

中国科技核心期刊
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING



第45卷 第4期
Vol.45 No.4

2020 4

云南省林业调查规划院 主办
西南地区林业信息中心

林业调查规划

第45卷 第4期
Vol.45 No.4

二〇二〇年七月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第45卷 第4期(总第238期) 2020年7月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 45 No. 4 (Sum No. 238) July 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

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

委员 (按姓氏笔画排序)

王卫斌 司志超 艾建林 许易琦 吕树英

华朝朗 负新华 吴霞 张清 张子翼

张正全 张良实 李东 李建友 李春燕

周远 周小平 杨建祥 胥辉 施化云

胡宗华 秋新选 陶晶 彭华 温庆忠

董建昌 魏小平 瞿林

《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 邓砚 刘平书 许易琦

许春霞 吕鹏程 杨竣熔

张林艳 张瑞君

英文责编 杨竣熔

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号

云南省林业调查规划院

邮编 650051

电话 0871-63318347;63332538

传真 0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

订购处 《林业调查规划》编辑部

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

广告经营许可证号 5300004000093

国内定价 20.00元(全年120.00元)

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

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

Members:

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

LYU Shuying, HUA Chaolang, YUN Xinhua, WU Xia,

ZHANG Qing, ZHANG Ziyi, ZHANG Zhengquan,

ZHANG Liangshi, LI Dong, LI Jianyou, LI Chunyan, ZHOU Yuan,

ZHOU Xiaoping, YANG Jianxiang, XU Hui, SHI Huayun,

HU Zonghua, QIU Xinxuan, TAO Jing, PENG Hua,

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

Editor: DENG Yan, LIU Pingshu, XU Yiqi,

XU Chunxia, LYU Pengcheng, YANG Junrong,

ZHANG Linyan, ZHANG Ruijun

English Editor in Charge: YANG Junrong

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347;63332538

Fax: 86-0871-63318347

Email: ynfip@vip.163.com

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

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Order Place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

ISSN 1671-3168

CN 53-1172/S

Ad. Licence: 5300004000093

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

林业调查规划

第45卷 第4期

(总第238期)

2020年7月

目次

● 森林经理

- 手机指南针在标准地调查中的应用研究 曾文静, 鄢前飞(1)
- 无人机低空摄影测量在国家储备林基地检查验收中的应用试验研究 罗盛万, 蓝晓丹, 兰必赛(9)
- 基于GIS及Fragstats的江川区景观格局研究 劳荣, 龚川南, 张如松(14)
- 基于森林资源连续清查数据的西南地区云南松林分生长模型研究
..... 涂宏涛, 李华, 张成程, 马国强, 宋放(18)

● 研究与探索

- 大叶石蝴蝶植株再生体系的建立 盛耀莹, 郑晟靖, 庭禹洁, 金英, 唐军荣(23)
- 阿丁枫人工林生长规律与林下植被多样性探究 龙敏, 钟连香, 吴敏, 田湘, 秦武明(29)
- 泰山风景区闪电特征及林区雷击火灾风险分析 陈乐奇, 徐鑫, 郭铭法, 刘向科, 邓猛(34)
- 基于网络图片的水文化景观意象研究 许少亮, 魏翔燕, 丁美辰, 柳燕(41)
- 祁连山白桦群落光合速率及其对环境因子的响应研究 张富强(49)

● 森林保护

- 广西红树林主要外来植物现状及防控对策研究 邓必玉, 吴玲巧, 秦旭东, 张丽娜, 梁永延(54)
- 千年桐访花昆虫初步调查研究 谷丽萍, 郑科, 向振勇, 景跃波(61)
- 药肥一体化防治八角炭疽病效果试验 王竣, 赵塘颀, 李玉文, 李朝志, 何跃峰, 黄凤娅, 赵德洲(65)

● 自然保护区

- 西双版纳北豚尾猴种群分布现状研究 宋志勇, 文世荣, 李佳(68)
- 基于“智慧保护区”的资源监控系统案例应用研究 王梦犀(72)
- 重庆金佛山自然保护地空间重叠现状与整合对策 王静, 梅岩, 李佳, 赵妍晰, 张于光(79)
- 太阳河自然保护区红椿自然更新调查研究 袁亚飞(83)

● 森林资源管理

- 基于森林资源数据的昆明市城市林业发展前景展望 熊凌, 王革(86)
- 浙江大盘山野生彩叶植物资源开发利用价值的AHP评价 周钰鸿, 刘亚, 王盼, 宗侃侃, 陈子林(91)
- 广州城市居民森林康养产品选择意向调查研究 朱舒欣, 邱权, 何茜, 苏艳, 李吉跃(97)
- 红塔山自然保护区云南松火烧迹地天然更新调查研究 高源, 陆俊宇, 杨兴明(105)

● 生态建设

- 太原汾河公园水质现状评价…………… 刘广敏,杨秀云,甄志磊,郭涵婧,吴茜,武小钢(109)
- 林业生态恢复治理 PPP 项目工程质量验收体系研究…………… 陈文红,杨忠学,和平(114)
- 校园不同景观空间小气候舒适度研究…………… 陈凯旋,叶沐涵,蒋文斌,宁春娇,曾静雯,黄河(119)
- 镇江新区植物园林业生态环境规划设计探究…………… 李晓,杨佳西(125)

● 森林培育

- 桉树壳菜果混交林生长量及生物量分析…………… 许冰,陈国彪,林祖荣,李宝福(128)
- 格木山地造林幼林生长规律研究…………… 徐玉梅,杨德军,陈勇,钟萍,张树明(132)
- 北京市大兴区杨树生长表现分析研究…………… 贾素苹,贾建学,张猛,于凌霄,李文芳,王艳华(136)
- 富源县薄壳山核桃引种初报…………… 王祖芳,任华东,邓学院,叶淑惠(144)
- 不同坡位对青杨叶片养分的影响研究…………… 俞青娟(149)

● 论坛

- 基于区域品牌创建视角的欠发达地区软实力提升策略研究…………… 陈绪教,姚晓玮(154)
- 浅议国际一流博物馆的标准…………… 杨清,刘辉,吴展奎,袁慧坤,许再富(159)
- 滇西国有林场改革绩效分析与评价…………… 文勇军,柯文斌,张林艳(164)
- 武定县退耕还林后续产业发展研究…………… 杨丽祥(168)
- 自然教育研究进展…………… 张亚琼,曹盼,黄燕,周晨(174)

● 园林

- 基于园林科学照明与造景艺术的园林夜景观规划设计研究…………… 余卓立(179)
- 昆明至丽江高速公路绿化美化设计思路…………… 赵书学,周惠荣(184)
- 苏州市工业园区商圈屋顶花园的植物配置…………… 孙雪,赵天然,沈言,陈思家(190)
- 山丹县妇幼保健院的景观设计与植物配置…………… 刘畅,王有国(196)
- 云南香格里拉高原湿地…………… 张正友摄(封面)
- 悬崖植被…………… 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,张林艳,杨焱熔)

Contents

● Forest Management

- Application of Compass of Mobile Phone in Survey of Sample Plots ZENG Wenjing, YAN Qianfei(1)
- Application of Unmanned Air Vehicle Low-altitude Photogrammetry Technology in Inspection and Acceptance of National Reserve Forest Construction Project LUO Shengwan, LAN Xiaodan, LAN Bisai(9)
- Landscape Pattern of Jiangchuan District Based on GIS and Fragstats LAO Rong, GONG Chuannan, ZHANG Rusong(14)
- Forest Stand Growth Model of *Pinus yunnanensis* in Southwest China Based on the Continuous Forest Inventory Data TU Hongtao, LI Hua, ZHANG Chengcheng, MA Guoqiang, SONG Fang(18)

● Research and Exploration

- Establishment of Plant Regeneration System of *Petrocosmea grandifolia* SHENG Yaoying, ZHENG Shengjing, TING Yujie, JIN Ying, TANG Junrong(23)
- Growth Rule and Undergrowth Vegetation Diversity of *Altingia chinensis* Plantation LONG Min, ZHONG Lianxiang, WU Min, TIAN Xiang, QIN Wuming(29)
- Lightning Characteristics and Forest Fire Risk Caused by Lightning in Mount Tai Scenic Area CHEN Leqi, XU Xin, WU Mingfa, LIU Xiangke, DENG Meng(34)
- Image of Water Culture Landscape Based on Online Picture XU Shaoliang, WEI Xiangyan, DING Meichen, LIU Yan(41)
- Net Photosynthetic Rate of *Betula Platyphylla* Community and Its Response to Environmental Factors in Qilian Mountains ZHANG Fuqiang(49)

● Forest Conservation

- Current Situation and Control Measures of Exotic Plants in Mangrove Forest of Guangxi DENG Biyu, WU Lingqiao, QIN Xudong, ZHANG Lina, LIANG Yongyan(54)
- Preliminary Survey on Flower-visiting Insects of *Vernicia montana* GU Liping, ZHENG Ke, XIANG Zhenyong, JING Yuebo(61)
- Experiment on Control Effect of Medicine-Fertilizer Integration on Aniseed Anthracnose WANG Jun, ZHAO Tangjie, LI Yuwen, LI Chaozhi, HE Yuefeng, HUANG Fengya, ZHAO Dezhou(65)

● Natural Reserve

- Population Distribution of *Macaca leonina* in Xishuangbanna SONG Zhiyong, WEN Shirong, LI Jia(68)
- Case Application of Resource Monitoring System Based on “Smart Reserve” WANG Mengxi(72)
- Status of Spatial Overlap and Integration Suggestions of Protected Areas in Jinfoshan Mountain of Chongqing WANG Jing, MEI Yan, LI Jia, ZHAO Yanxi, ZHANG Yuguang(79)
- Investigation on Natural Regeneration of *Toona ciliata* in Taiyanghe Nature Reserve YUAN Yafei(83)

● Forest Resource Management

- Prospect of Urban Forestry Development in Kunming Based on the Data of Forest Resources XIONG Ling, WANG Ge(86)
- Evaluation of Exploitation Value of Wild Colored-leaf Plants Resources in Dapan Mountains of Zhejiang Based on Analytic Hierarchy Process ZHOU Yuhong, LIU Ya, WANG Pan, ZONG Kankan, CHEN Zilin(91)

Investigation on Selection Intention of Urban Residents for Forest Therapy Products in Guangzhou
..... ZHU Shuxin, QIU Quan, HE Qian, SU Yan, LI Jiyue(97)

Natural Regeneration of *Pinus yunnanensis* in Burned Area of Hongtashan Nature Reserve
..... GAO Yuan, LU Junyu, YANG Xingming(105)

● Ecological Construction

Evaluation of Water Quality in Taiyuan Fenhe Park
..... LIU Guangmin, YANG Xiuyun, ZHEN Zhilei, GUO Hanjing, WU Qian, WU Xiaogang(109)

Quality Acceptance System of Public-Private Partnership Project of Forestry Ecological Restoration and Management
..... CHEN Wenhong, YANG Zhongxue, HE Ping(114)

Microclimate Comfort of Different Landscape Spaces on Campus
..... CHEN Kaixuan, YE Muhan, JIANG Wenbin, NING Chunjiao, ZENG Jingwen, HUANG He(119)

Planning and Design of Forestry Ecological Environment of Botanical Garden in Zhenjiang New Area
..... LI Xiao, YANG Jiayi(125)

● Forest Cultivation

Growth and Biomass of Mixed *Eucalyptus* sp. and *Mytilaria Laosensis* Plantation
..... XU Bing, CHEN Guobiao, LIN Zurong, LI Baofu(128)

Growth Law of Young *Erythrophleum fordii* Plantation in Mountainous Area
..... XU Yumei, YANG Dejun, CHEN Yong, ZHONG Ping, ZHANG Shuming(132)

Analysis on Growth Performance of *Populus* in Daxing District of Beijing
..... JIA Suping, JIA Jianxue, ZHANG Meng, YU Lingxiao, LI Wenfang, WANG Yanhua(136)

Preliminary Report on Introduction of *Carya illinoensis* in Fuyuan County
..... WANG Zufang, REN Huadong, DENG Xueyuan, YE Shuhui(144)

Effects of Different Slope Positions on Leaf Nutrients of *Populus cathayana* YU Qingjuan (149)

● Forum

Strategy for Soft Power Enhancement in Underdeveloped Areas from the Perspective of Regional Brand Building
..... CHEN Xu'ao, YAO Xiaowei (154)

Discussion on Standards of International First-class Museums
..... YANG Qing, LIU Hui, WU Zhankui, YUAN Huikun, XU Zaifu (159)

Analysis and Evaluation on Reform Performance of State-owned Forest Farms in Western Yunnan
..... WEN Yongjun, KE Wenbin, ZHANG Linyan(164)

Current Situation and Countermeasures of Follow-up Industry of Grain for Green Program in Wuding County
..... YANG Lixiang(168)

Progress of Natural Education Research ZHANG Yaqiong, CAO Pan, HUANG Yan, ZHOU Chen(174)

● Landscape Architecture

Planning and Design of Garden Night Landscape Based on Scientific Lighting and Landscape Art YU Zhuoli(179)

Design Ideas of Greening and Beautification of Kunming-Lijiang Expressway ZHAO Shuxue, ZHOU Huirong(184)

Plant Configuration of Roof Garden in Business District of Suzhou Industrial Park
..... SUN Xue, ZHAO Tianran, SHEN Yan, CHEN Sijia(190)

Landscape Design and Plant Configuration of Shandan Maternal and Child Health Hospital LIU Chang, WANG Youguo(196)

Plateau Wetland of Shangri-La in Yunnan Photographed by ZHANG Zhengyou(Front cover)

Vegetation on the Cliff Photographed by XU Yiqi(Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.001

手机指南针在标准地调查中的应用研究

曾文静, 鄢前飞

(中南林业科技大学林学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 本文通过对植物类博物馆的现状以及展陈对象、特色、核心和方式进行分析, 提出了国家植物博物馆的展陈思想、展陈理念、展陈原则, 以及以实现“馆、库、园”三位一体的基本展陈形态, 建立室内展陈与室外展示相结合, 集室内展厅、室外展园和户外体验于一体的博物馆展陈模式, 为国家植物博物馆展陈大纲的研究和展陈方案的设计编制提供参考。

关键词: 国家植物博物馆; 展陈体系; 体验馆; 植物资源; 展陈方式

中图分类号: S757.21; TN929.53 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)04-0001-08

引文格式: 曾文静, 鄢前飞. 手机指南针在标准地调查中的应用研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 1-8.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.001

ZENG Wenjing, YAN Qianfei. Application of Compass of Mobile Phone in Survey of Sample Plots[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 1-8. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.001

Application of Compass of Mobile Phone in Survey of Sample Plots

ZENG Wenjing, YAN Qianfei

(Forestry College, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: This paper attempted to explore a new way of azimuth measurement by using the compass of mobile phone in the survey of sample plots in view of the lagged forestry survey tools. The comparison and analysis for the precision and efficiency of gravity compass V3. 1. 12 and HAGUANG forest compass DQL-12Z showed that the standard deviation of mobile compass which was not affected by the forest environment was only 1.61° with that of forest compass on the azimuth measurement error, and both of them had no significant difference according to the T test. In terms of working efficiency, the mobile compass took 34 min to set a sample plot of 25 m \times 25 m which improved by 4 min compared with the forest compass that took 38 min. The mobile compass was fast for digital reading and easy to carry and operate, adopted fixed bracket and equipped with aiming device, which could replace forest compass as the information and digital tool for sample plots survey.

Key words: compass of mobile phone; survey of sample plots; forest compass; azimuth measurement; precision test; efficiency comparison; aiming device

收稿日期: 2019-10-26.

第一作者: 曾文静(1997-), 女, 湖南株洲人, 硕士研究生. 研究方向为森林游憩与公园管理. Email: zengwenjing321@163.com

责任作者: 鄢前飞(1965-), 男, 副教授. 主要从事森林经理方面的教学与研究. Email: yqfyqf196517@163.com

1 手机指南针概述与研究进展

指南针,其前身是司南,是用来判别方位的简单仪器,常用于大地测量、旅行、航海以及军事等各方面。目前指南针机械式产品主要用于方向辨别,风水定位,指南针与罗盘结合构成罗盘指南针又简称罗盘仪,常见的产品有森林罗盘仪、地质罗盘仪等,罗盘仪结合电子技术与传感技术有了电子罗盘仪产品。

手机指南针是智能手机中的一个硬件,也是智能手机中的一个软件,又被称为电子罗盘。手机指南针能根据手机的位置不同显示俯仰角和方位角,同时手机指南针与传统罗盘一样,可以根据地标来估计自己所处的位置,有经验的用户使用起来就如同使用 GPS 一样,可以控制行进方向等^[1]。

根据博思数据发布的《2018-2023 年中国手机电子罗盘市场分析与行业调查报告》,手机电子罗盘行业发展具有较高的成熟度,手机电子罗盘市场产业有相当的技术革新趋势,手机电子罗盘行业有很好产能及增速的发展空间^[2]。

众所周知,物体空间位置信息不外乎距离与方向 2 个要素,林业界森林、林分与林木的空间位置信息均涉及到距离与方向 2 个要素。林业上已有的方位角测量工具有传统的森林罗盘仪、手持 GPS 和全站仪^[3]。

在森林测量环境十分恶劣且极为复杂的情况下,传统的方位测量工具——森林罗盘仪很有可能由于杂灌草过密,林内的通视条件太差而使视线受阻或由于地形破碎而无法架设^[4]。这样就会使得方位测量很难达到所要求的精度,同时也严重地降低了森林调查质量,进而影响到林业生产和经营活动的正常进行^[5]。此外,罗盘仪还具有难于架设、长度换算、坡度误差等一系列基本问题^[6]。

手持 GPS 测量由于受到卫星星历、接收机误差和传播路径的影响,其误差与观测的距离无关,故手持 GPS 在小面积测量中误差偏大^[7],且据相关资料表明,当使用手持 GPS 测量有林地、疏林地、灌木林地面积时,受林分郁闭度的影响较大。随着林分郁闭度的增加,其影响精度也会增加,变化幅度相应地也会增大^[8]。

有学者对全站仪在林业上的应用作了尝试,如郭宗河、郑进风 2 位学者于 2001 年在《测绘通报》上发表了《全站仪面积测量及其精度分析》一文,研究结果表明,全站仪可以胜任面积测量工作,同时为

了提高精度,应把全站仪安置在多边形内部最佳^[9]。虽然全站仪测量结果精度较高,但考虑到林业上使用的实用性和可操作性^[10],特别是测区内有林木时,需要绕边界测量,使用全站仪既费时又费工,且投资较大,使用全站仪不太现实^[7]。因此,全站仪很难在林业基层得到推广应用。

基于林业界多年来一直在使用传统的森林罗盘仪,其效率精度并不高且操作与携带不便,另一方面是基于智能手机十分普及,智能手机均可装备有电子指南针的高新科技及其发展态势,尽管手机指南针技术已趋稳定与成熟,但迄今为止,手机指南针在林业上的应用仍未见有文献报道,是否存在认识上的误区,如手机指南针只是一种风水住宅的定位“神器”,或者只是一种玩具,是否精度不够高,对此,笔者有必要将手机指南针运用到林业实际工作中去检测检验,研究的目的在于内容首先在于对手机指南针在标准地中开展精度与效率测验,然后通过调查研究,试图在林业调查中摸索出一套行之有效的办法,能使手机指南针有效地运用在森林测量方位角及方向定位上,本研究旨在为林业调查工作摸索方法与探讨经验。

2 手机指南针软件的选择

2.1 手机指南针软件的对比分析

以目前市面上销量较多的华为畅享 9S 智能手机为例,从华为应用市场手机应用包中可搜索到有关电子指南针的产品 10 余种,搜寻应用商店最常见的产品有重力指南针、万能指南针、地图指南针、全能指南针等品名,逐一下载对比使用,筛选依据为测量方位的准确性、稳定性、磁场强度为 20~70 μ T(磁场强度为 20~70 μ T 则不需要校准)、能显示经纬度、海拔、可设置锁定读数功能等,对比分析见表 1。

表 1 各种手机指南针软件性能对比

Tab. 1 Performance comparison of various compass software for mobile phones

名称	角度	纬度	经度	磁场强度/ μ T
易趣指南针	271°	28.13°	113°	
万能指南针	269°	28°7'54"	113°0'15"	32.04
3D 指南针	269°	28°14'	113°12'23"	
重力指南针	270°	28°7'54"	113°1'08"	31.00
.....				
豆豆指南针	270°	28°2'24"	113°01'42"	
全能指南针	266°	28°0'34"	113°0'42"	53.7

本次实验选择的是云石科技公司于2018年10月31日发布的版本号为3.1.12的重力指南针应用程序,该产品在市场上评价优良、界面良好、性能稳定。

2.2 重力指南针简介

重力指南针是Android手机的一款智能指南针应用程序,安卓用户可以在手机自带的应用商店下

载并使用。该款应用程序启动速度快且可免费使用。重力指南针应用程序具有指南针、地图和水平仪3个功能,详情界面见图1,图2,图3,其中指南针功能中可以显示经纬度、海拔和磁场强度,此外非常简单地显示了度数和真北,并且可以锁定读数,设计较为人性化。在网络无法连接的情况下指南针功能也可启用。



图1 特色表盘

Fig. 1 Featured dial



图2 水平仪

Fig. 2 Spirit level



图3 地图

Fig. 3 Map

3 实验地概况

为探索真实实验森林环境下手机指南针在森林调查中的应用效果,本次实验地点选择在湖南省长沙市大山冲森林公园。该公园属湖南省省级森林公园,公园位于长沙县东部偏北的路口镇境内,地处北纬 $28^{\circ}2'58'' \sim 28^{\circ}24'58''$,东经 $113^{\circ}17'31'' \sim 113^{\circ}19'08''$ 。东与浏阳县交界,南与长沙县的春华镇接壤,东西宽2.8 km,南北长3.5 km,土地总面积419.4 hm^2 ,其中长沙县林业科学研究所国有土地面积186.1 hm^2 ,其余土地为路口镇水库管理站和路口村集体土地^[11]。

实验地属中亚热带湿润大陆性季风气候,公园范围由3个冲沟及桂花湖和向家冲水库2个水体构成,园内森林茂密,弯多、小冲沟多,形成了特有的小气候环境。总的气候特征是温和,热量丰富,降水充沛,日照充足,四季分明,云层较多,无霜期长。

4 手机指南针在标准地调查中的应用研究

4.1 手机指南针精度测试

4.1.1 实验方法

手机指南针在空旷地带具有较好性能,为探究在复杂的森林环境下是否能达到森林罗盘仪的测量效果,采用手机指南针与森林罗盘仪作对比实验,以检验手机指南针测量方位角的精度。

在一定点测量某一物体的方位角,分别将手机指南针与森林罗盘仪放在同一选定点观察位置进行方位角测量与读数,手机指南针有固定支架,固定支架采用网购映客手机直播三角支架(图4)。该支架采用万向球形云台设计,可实现 360° 角度调节,铝制伸缩杆可拉伸2.1 m,手机指南针与罗盘仪对照测量示意图如图5所示,为提高手机指南针测量精度,在试验中采用三角尺重合指针且垂直于手机屏幕来确定三点一线,后期改进设计了一个瞄准装置。



图 4 手机三脚架

Fig. 4 Mobile phone tripod

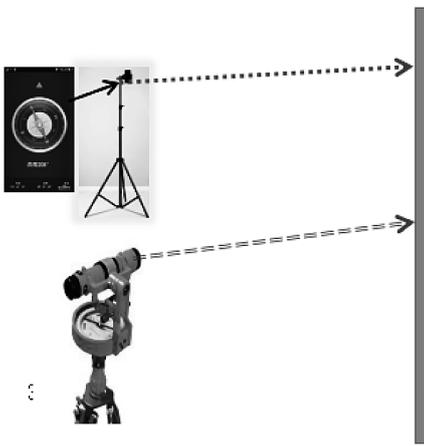


图 5 手机指南针与罗盘仪对照测量

Fig. 5 Comparison measurement diagram of compass and compass of mobile phone

4.1.2 资料收集

在大山冲森林公园选取 4 个林分作相应的 4 个实验区,分别是杉木实验区 1,杉木实验区 2,马尾松实验区 3 与马尾松实验区 4。每个实验区作 17 个选点,共 68 个实验点,每个区中每个点有其林分结构的差异性和代表性,除林分起源外,本实验着重考虑林分郁闭度与林分径级结构 2 项因子,郁闭度分为疏(郁闭度 0.2~0.39)、中(郁闭度 0.4~0.69)、密(郁闭度 0.7 以上)3 个类别,直径结构分为小径材(林分平均直径 12 cm 以下)、中径材(林分平均直径 12~28 cm)与大径材(林分平均直径 28 cm 以上)3 个类型。环境因子着重考虑林分坡度和下木覆盖度。研究手机指南针在林内是否适应与可行性的指标是指南针磁场强度大于 20 μ t,方位角读数在手机静止情况下 0.5 min 内读数稳定,若手机静止状态下 0.5 min 内读数稳定且 2 次读数不超过 1°,则认为本实验过程具有有效性,森林环境的适应性指标等级为好,否则为差。在此前提下,再作罗盘仪对照实验,分别记录两者观测同一物体的方位角,并计算两者的绝对误差(表 2)。

4.1.3 资料分析

通过表 2,对 68 个对照实验进行分析得出绝对误差频率统计表(表 3)。

1)手机指南针 68 个点实验分析结果表明,手机磁场强度读数与方位角读数均十分稳定,均达到好的等级,亦即适应性指标好,不论什么环境下,林

表 2 华为畅享 9S 重力指南针 V3.1.12 与哈光 DQL-12Z 型森林罗盘仪精度对比

Tab. 2 Precision comparison between HUAWEI Changxiang 9S gravity compass V3.1.12 and HAGUANG DQL-12Z forest compass

试验号	林分类型主要特征						林内手机指针稳定性	华为畅享 9S 重力指南针 V3.1.12 方位角读数 / (°)	哈光 DQL-12Z 型森林罗盘仪方位角读数 / (°)	绝对误差
	树种	郁闭度	林分密度 / (株数·hm ⁻²)	坡度 / (°)	下木覆盖度	平均直径 / cm				
1	杉木	0.6	472	10	17	16	好	236	235	1
2	杉木	0.3	496	16	26	29	好	149	151	-2
3	马尾松	0.8	480	20	11	20	好	120	118	2
...	...	...	...	22	20	...	好	...	...	...
35	马尾松	0.7	477	27	14	22	好	222	222	0
36	马尾松	0.3	489	10	26	32	好	45	46	-1
...	...	...	...	...	...	...	好	...	...	...
66	杉木	0.5	487	16	20	14	好	114	113	0
67	马尾松	0.6	506	12	17	17	好	76	79	-3
68	马尾松	0.2	523	15	29	22	好	25	25	0

内与空旷地手机指南针具有一致性,亦即手机指南针与林分密度、坡度、林木大小等因子无关,只与所在地磁场和大地磁场有关,手机指南针在林内具有普适性、稳定性和可靠性。

2)根据精度对比性测验,手机指南针与罗盘仪的读数误差不超过 $\pm 2^\circ$,最大误差不超过 $\pm 4^\circ$,误差呈现正态分布,以误差为 0° 的频数最多,有 27 次,占 39.71%(表 3、图 6、图 7)。

另外,进行绝对误差的样本统计(表 4)。

统计结果表明,手机指南针与罗盘仪的样本误差平均差为 0.102° ,绝对平均差仅差 1.14° ,标准差仅为 1.61° ,若将罗盘仪测量结果视为真实值,对 68 套实验数据进行统计,手机指南针平均精度为 99.6%,作单样本平均数的假设测验,标本标准误为

表 3 手机指南针与罗盘仪绝对误差频率统计

Tab. 3 Statistics of absolute error frequency of compass and compass of mobile phone

误差值	频数	频率
-4	1	1.47
-3	3	4.41
-2	5	7.35
-1	11	16.18
0	27	39.71
1	9	13.24
2	6	8.82
3	4	5.88
4	2	2.94
0	68	100.00

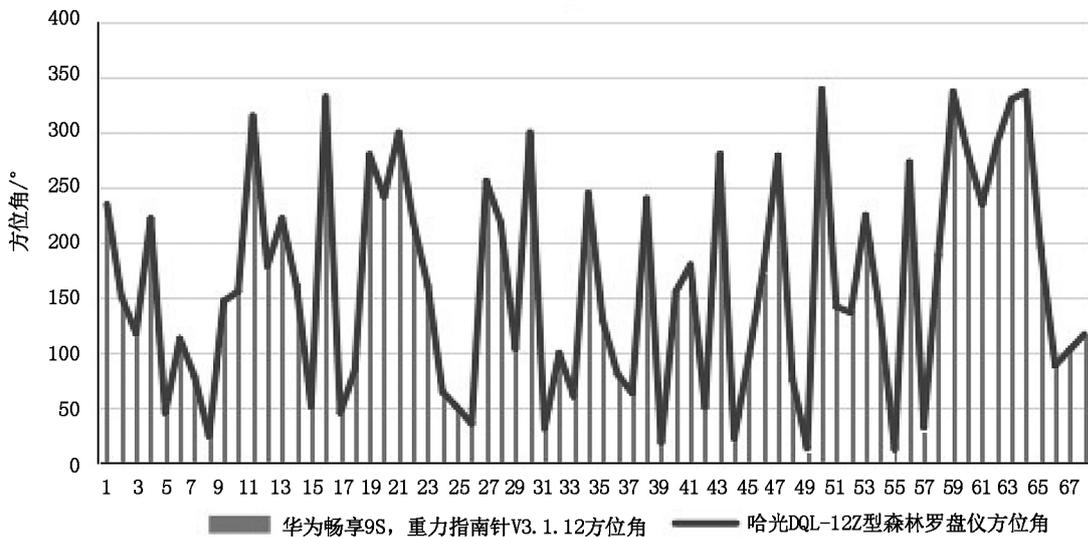


图 6 手机指南针与罗盘仪对比性精度测验

Fig. 6 Contrast accuracy test of compass and compass of mobile phone

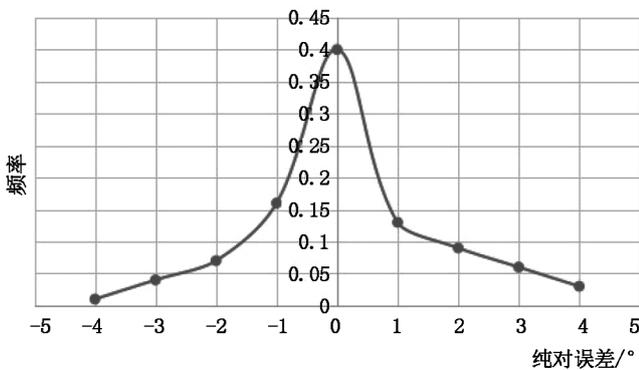


图 7 手机指南针与罗盘仪绝对误差频率

Fig. 7 Absolute error frequency of compass and compass of mobile phone

表 4 手机指南针与罗盘仪绝对误差样本统计

Tab. 4 Sample statistics of absolute error between compass and compass of mobile phone

样本株数/株	68
算术平均数	0.102941176
众数	0
样本标准差	1.612819038
峰度系数	0.484940234
偏度系数	0.157998597
绝对偏差平均值	1.142301038

0.2016, 计算 t 值为 $0.1029/0.2016 = 0.5106$, 查自由度 $DF = 68 - 1 = 67$, $T_{0.05} = 1.996$, $|t| = 0.5106 < 1.996$, 推断: $H_0: \mu = 0$, 即手机指南针与罗盘仪在方位角测量误差上无显著差异。综合上述分析认为, 手机指南针具有罗盘仪相同的测量精度。

4.2 手机指南针在标准地调查中与罗盘仪作对比性效率试验

为验证手机指南针相较于罗盘仪在森林调查中的效率, 在大山冲森林公园不同林分条件下分别用手机指南针和罗盘仪配合皮尺、花杆完成了 16 个 $25\text{ m} \times 25\text{ m}$ 的标准地实测实验, 分别记作 1 号标准地、2 号标准地至 16 号标准地, 并记录其闭合差和完成标准地设置时间, 完成人员为论文小组成员共 5 人, 其中一人作记录, 一人操作指南针和罗盘仪, 一人操作花杆, 两人操作皮尺, 此次试验不进行每木检尺。具体研究步骤如下:

第一步: 选择标准地。选择具有代表性的标准地, 必须设置在同一林分内, 不能跨越林分, 不能跨越小河、道路或伐开的调查线, 设在混交林内时, 其树种、林分密度分布应均匀。记录好标准地信息, 确定好 1 号起点。

第二步: 设置标准地。分别用手机指南针和罗盘仪配合皮尺、花杆进行标准地设置, 要求 2 次设置方位角相同, 保持变量单一。

第三步: 记录好标准地设置完成的工作时间和闭合差。

第四步: 内业计算与分析。

16 个标准地以 5 号标准地和 12 号标准地为例, 外业调查记录表如表 5, 表 6。

5 号标准地实验结果表明, 采用手机指南针完成设置标准地的时间为 25 min, 采用罗盘仪完成设置标准地的时间为 32 min, 手机指南针效率比罗盘仪提高 7 min。手机指南针的绝对闭合差为 0.35 m, 罗盘仪的绝对闭合差为 0.41 m, 手机指南针的绝对闭合差比罗盘仪小 0.06 m, 且两者的相对闭合差均满足标准地设置要求, 即相对闭合差不大于 $1/200$ 。

12 号标准地实验结果表明, 采用手机指南针完成设置标准地的时间为 42 min, 采用罗盘仪完成设置标准地的时间为 46 min, 手机指南针效率比罗盘仪提高 4 min。手机指南针的绝对闭合差为 0.45 m, 罗盘仪的绝对闭合差为 0.44 m, 手机指南针的绝对闭合差比罗盘仪大 0.01 m, 且两者的相对闭合差均满足标准地设置要求, 即相对闭合差不大于 $1/200$ 。

表 5 手机指南针与罗盘仪效率对比(5 号标准地)

Tab. 5 Efficiency comparison between compass and compass of mobile phone (No. 5 sample plot)

5 号标准地		手机指南针		罗盘仪			
测量点号	测站	边长 /m	方位角 /($^{\circ}$)	测量点号	测站	边长 /m	方位角 /($^{\circ}$)
1	1-2	25	20	1	1-2	25	20
2	(1)	10	110	2	(1)	10	110
	(2)	15	110		(2)	15	110
3	3-4	25	200	3	3-4	12	200
4	4-1	25	290	4	4-1	25	290
绝对闭合差为 0.35 m				绝对闭合差为 0.41 m			
相对闭合差为 0.7/200				相对闭合差为 0.82/200			
完成标准地设置时间 25 min				完成标准地设置时间 32 min			

表 6 手机指南针与罗盘仪效率对比(12 号标准地)

Tab. 6 Efficiency comparison between compass and compass of mobile phone (No. 12 sample plot)

12 号标准地		手机指南针		罗盘仪			
测量点号	测站	边长 /m	方位角 /($^{\circ}$)	测量点号	测站	边长 /m	方位角 /($^{\circ}$)
1	1-2	25	210	1	(1)	13	210
2	2-3	25	300		(2)	12	300
3	3-4	25	30	2	2-3	15	30
4	(1)	10	120	3	3-4	12	120
	(2)	15	120	4	(1)	11	120
					(2)	14	
绝对闭合差 0.45 m				绝对闭合差 0.44 m			
相对闭合差 0.9/200				相对闭合差 0.88/200			
完成标准地设置时间 42 min				完成标准地设置时间 46 min			

分别用手机指南针与罗盘仪配合花杆、皮尺设置 16 个标准地的效率对比如表 7 所示, 标准地平均绝对误差对比和平均完成时间对比分别如图 8 和图 9 所示。

由表 7 可知, 在 16 个 $25\text{ m} \times 25\text{ m}$ 标准地设置中, 采用手机指南针设置标准地的绝对闭合差平均值为 0.42 m, 采用罗盘仪设置标准地的绝对闭合差平均值为 0.49 m, 通过对比, 采用手机指南针设置标准地的绝对闭合差平均值比罗盘仪小 0.07 m, 采用手机指南针设置标准地的相对闭合差平均值为 0.84/200, 有 2 个标准地相对闭合差大于 $1/200$, 不

表 7 手机指南针与罗盘仪效率对比

Tab. 7 Efficiency comparison between compass and compass of mobile phone

标准地	手机指南针			罗盘仪		
	绝对闭合差 /m	相对闭合差	完成时间 /min	绝对闭合差 /m	相对闭合差	完成时间 /min
1	0.39	0.78/200	39	0.43	0.86/200	36
2	0.48	0.98/200	45	0.65	1.3/200	52
3	0.82	1.64/200	36	0.85	1.7/200	42
4	0.25	0.5/200	30	0.40	0.8/200	26
5	0.35	0.7/200	25	0.41	0.82/200	32
6	0.42	0.84/200	33	0.46	0.92/200	42
7	0.29	0.58/200	28	0.45	0.9/200	44
8	0.36	0.72/200	21	0.32	0.64/200	20
9	0.46	0.92/200	37	0.46	0.92/200	38
10	0.31	0.62/200	35	0.43	0.86/200	37
11	0.28	0.56/200	23	0.34	0.68/200	26
12	0.45	0.9/200	42	0.44	0.88/200	46
13	0.70	1.4/200	50	0.95	1.9/200	56
14	0.37	0.74/200	34	0.46	0.92/200	41
15	0.38	0.76/200	28	0.42	0.84/200	35
16	0.40	0.84/200	36	0.41	0.82/200	38
平均值	0.419375	0.84/200	33.875	0.4925	0.98/200	38.1875

符合要求,采用罗盘仪设置标准地相对闭合差平均值为 0.98/200,有 3 个标准地相对闭合差大于 1/200。在 16 个 25 m×25 m 标准地设置中,采用手机指南针平均完成时间约为 34 min,采用罗盘仪平均完成时间约为 38 min,采用手机指南针完成标准地设置的时间较罗盘仪缩短 4 min。

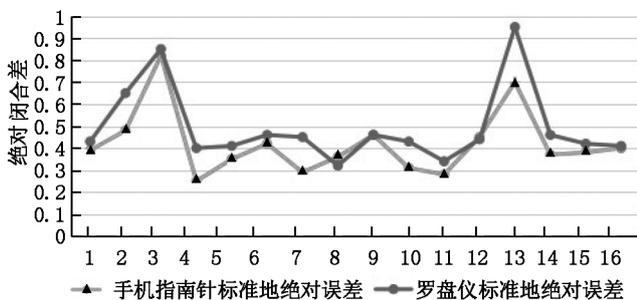


图 8 手机指南针与罗盘仪标准地绝对闭合差对比
Fig. 8 Comparison of absolute closure error of sample plots between compass and compass of mobile phone

由图 8 可知,在 16 个 25 m×25 m 标准地设置中,仅有 2 个手机指南针设置标准地的相对闭合差大于罗盘仪,其余手机指南针设置标准地的闭合差皆小于罗盘仪设置标准地的闭合差。

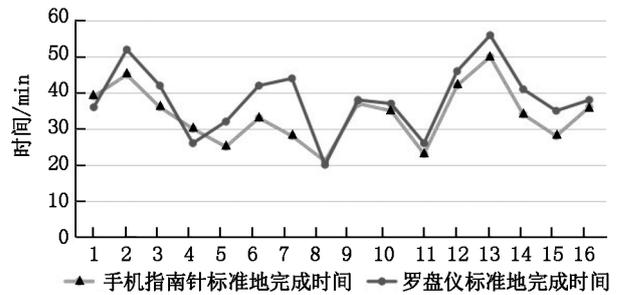


图 9 手机指南针与罗盘仪标准地设置完成时间对比
Fig. 9 Comparison of setting time of sample plots between compass and compass of mobile phone

由图 9 可知,在 16 个 25 m×25 m 标准地设置中,有 13 个标准地手机指南针的完成设置时间低于罗盘仪,有 3 个标准地手机指南针的完成设置时间高于罗盘仪。

综上所述,在符合标准地设置要求的前提下,手机指南针的效率略高于罗盘仪。

4.3 自制手机指南针改进瞄准装置

在本次实地测量中,采用三角尺的一条边重合指针且垂直手机屏幕来进行瞄准,为确保手机指南针的指针、人眼、被测树木处于同一平面,减少人为误差,提高手机指南针判定方向的精度,笔者设计了一个如图 10 所示的屏幕支架配合 10 倍单筒望远镜和三脚架使用。

图 10 中手机尺寸以 iPhone6sPlus 为例,手机屏幕支架为软硅胶材质,可取换,不影响手机的日常使用且对手机外形不会造成刮伤。利用该款手机屏幕支架固定 10 倍单筒望远镜,通过设计制作,将支架卡座卡在手机屏幕正中间,以保证望远镜与手机指南针的指针构成的平面与手机屏幕所在平面垂直,从而确保手机指南针的指针、人眼、被测树木三点一线。同时屏幕支架皆依据美学理论严格控制比例,提供给用户最佳的美学体验。望远镜与手机屏幕的连接处间隔 20 mm,既不影响手机指南针屏幕读数,也将材料成本和美学体验结合到最佳。

望远镜为 10 倍单筒望远镜,与罗盘仪的镜头类似,镜内设置 3 条竖直线,能够快速判别被测树木或花杆是否与手机指南针的指针重合,作者查询资料

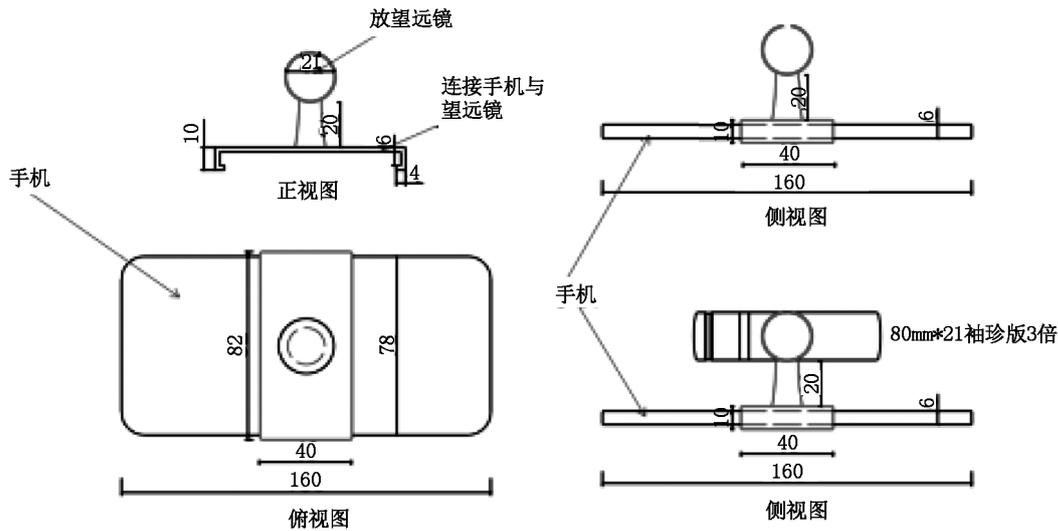


图 10 手机指南针改进瞄准装置

Fig. 10 Improving aiming device of compass of mobile phone

得知,10 倍单筒望远镜价格 30~300 元不等。手机三脚架为作者查询搜集资料所得,市场上普遍将该产品用于视频直播和拍照,价格 20~200 元不等。整套改进瞄准装置成本可控制在 500 元以内,相较于罗盘仪的购买和维护成本,该装置将是林业调查测量工具的一大进步。由于时间和成本有限,本产品尚未作出成品,若经市场检验具有可推广性,该产品将尝试向市场推广。

5 结论

通过手机重力指南针 V3. 1. 12 与哈光 DQL-12Z 型森林罗盘仪在森林调查中进行精度、效率对比分析,研究结果表明,手机指南针不受森林环境的影响,在精度上,手机指南针方位角测量与罗盘仪测量误差的标准差仅为 1. 61°,t 检验结果表明,手机指南针与罗盘仪在方位角测量误差上无显著差异。结合皮尺设置 16 个 25 m×25 m 的标准地实验中,手机指南针的平均设置完成时间为 34 min,罗盘仪为 38 min,手机指南针略提高工效 4 min,因此,手机指南针在标准地调查中的完成效率略高于森林罗盘仪。另外,分析与探讨手机指南针在林业调查中的注意事项与操作技术,创新性地设计了减少手机指南针使用时人为误差的屏幕支架。由于时间和成本有限,该屏幕支架未制作成为成品,待成品制作完成后,将结合手机指南针继续研究其如何提高精度,并研究分析手机指南针的适用性。手机指南针具有数字化快捷读数、携带与操作简便等优点,如果手机指

南针采用固定支架并安装瞄准装置,可替代罗盘仪成为森林标准地调查信息化、数字化工具。

参考文献:

- [1] ZW. 手机更智能——重力感应和电子罗盘技术[J]. 电脑迷,2011(21):28-29.
- [2] 2018-2023 年中国手机电子罗盘市场分析与行业调查报告[R]. 中国:博思数据研究中心,2008.
- [3] 曹军,祝彦杰,王怀宇. 论便携式激光测距仪在森林调查作业中应用的可行性[J]. 森林工程,2004(2):11-12.
- [4] 郑成才,黄亮,吴建林,等. GPS 在森林调查及面积勘测上的应用[J]. 武夷科学,2010,26(00):69-75.
- [5] 黄鑫,唐启发. 森林资源二类调查系统点定位与样木测量[J]. 农技服务,2012,29(1):75-77.
- [6] 谭伟,张贤,王志杰. 森林面积测量精度对比分析[J]. 山地农业生物学报,2007(6):495-498.
- [7] 张民侠,张运生,郑怀兵,等. 手持 GPS 和罗盘仪在涉案林地面积测量中的精度分析[J]. 中南林业调查规划,2009,28(1):61-64.
- [8] 吴文友,刘培超. 手持 GPS 测量林地面积的应用[J]. 东北林业大学学报,2011,39(1):69-71.
- [9] 郭宗河,郑进风. 全站仪面积测量及其精度分析[J]. 测绘通报,2002(3):30-31.
- [10] 何朝亮,曹川,韩如意,等. 全站仪与罗盘仪在森林资源调查中测设样地的效率比较[J]. 现代园艺,2012(10):7-8.
- [11] 魏勇. 长沙县大山冲森林公园植被调查[J]. 湖南林业科技,2009,36(2):59-61.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.002

无人机低空摄影测量在国家储备林基地检查验收中的应用试验研究

罗盛万¹, 蓝晓丹¹, 兰必赛²

(1. 广西桂江林业调查规划设计有限公司, 广西 南宁 530022; 2. 南宁市桂都林业有限公司, 广西 南宁 530022)

摘要:检查验收是国家储备林基地建设项目成效管理与监督的必要手段。本文以广西国家储备林基地建设项目(一期)8个造林基地小班为研究对象,根据无人机低空摄影测量技术的正射影像成果,对比典型对坡勾绘成果和使用无人机数字测绘成果在林地小班面积和位置上的误差,分析无人机低空摄影测量技术在国家储备林基地建设项目检查验收中的应用。结果表明,无人机低空航测能满足检查验收精度要求,能减少外业时间和调查劳动强度,具有可行性和有效性。

关键词:无人机低空摄影测量;对坡勾绘;国家储备林;检查验收;正射影像;面积测量;广西

中图分类号:S758.14;TB853.19 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0009-05

引文格式:罗盛万,蓝晓丹,兰必赛. 无人机低空摄影测量在国家储备林基地检查验收中的应用试验研究[J]. 林业调查规划,2020,45(4):9-13. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.002

LUO Shengwan, LAN Xiaodan, LAN Bisai. Application of Unmanned Air Vehicle Low-altitude Photogrammetry Technology in Inspection and Acceptance of National Reserve Forest Construction Project[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4):9-13. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.002

Application of Unmanned Air Vehicle Low-altitude Photogrammetry Technology in Inspection and Acceptance of National Reserve Forest Construction Project

LUO Shengwan¹, LAN Xiaodan¹, LAN Bisai²

(1. Guangxi Guijiang Forest Inventory & Planning Co., Ltd., Nanning 530022, China;

2. Nanning Guidu Forestry Co., Ltd., Nanning 530022, China)

Abstract: The inspection and acceptance is a necessary means for the effectiveness management and supervision of national reserve forest base construction projects. This paper compared the errors in the area and position of the forest subcompartments between typical slope mapping results and the digital mapping results using UAV in eight afforestation subcompartments of Guangxi national reserve forest base construction project (Phase I), and analyzed the application of UAV low-altitude photogrammetry technology in the inspection and acceptance of the national reserve forest base construction project. The results showed that the UAV low-altitude photogrammetry technology could meet the requirements of inspection and acceptance accuracy, reduce field work time and investigation labor intensity, which was feasible and effective.

收稿日期:2019-10-18;修回日期:2020-02-22.

第一作者:罗盛万(1967-),男(壮族),广西凤山人,高级工程师.主要从事林业调查规划设计、3S技术应用、林业无人机应用工作.

Key words: unmanned air vehicle low-altitude photogrammetry; slope mapping; national reserve forest; inspection and acceptance; orthophoto map; area measurement; Guangxi

国家储备林是指在自然环境条件适应地区,按规定政策和科学措施营造,用以生态和木材储备的优质、高效、多功能森林,集生态建设、产业发展为一体,融生态产品、林产品供给于一身。实施国家储备林基地建设是国家重大战略部署,对建设我国木材安全和生态安全具有重要意义。广西壮族自治区国家储备林基地建设项目规划面积为 186.67 万 hm^2 。按《全国木材战略储备生产基地建设管理办法(试行)》要求,国家储备林项目建设执行全过程质量和成效监测,检查验收是其最重要的环节,而面积又是检查验收最重要的关键因子。

南方基本要求当年造林当年验收,其山地高分辨率卫星影像很难当年下载应用于造林面积验收;差分 GPS 绕测验收时效强、面积准,但大面积山地 GPS 绕测相当困难;当前南方造林面积验收常规采用实地对坡勾绘调查法,费时费力,劳动强度大,专业但不直观,急需探索一种更高效、更直观的检查验收方法。无人机低空摄影测量技术以获取高分辨率数字影像为应用目标,以无人驾驶飞机为飞行平台,以高分辨率数码相机为传感器,通过 3S 技术在系统中集成应用,最终获取小面积、真彩色、大比例尺、现势性强的航测遥感数据^[1]。无人机低空摄影测量作为地形图与卫星遥感摄影不可缺少的补充,主要有精度高、成本相对较低、操作简单、机动性、灵活性和安全性等优点,能减少外业工作时间、降低劳动强度,提高工作效率,专业且直观^[2-4],目前已逐渐成为林业调查单位必备辅助调查工具,可以作为提高国家储备林基地建设项目检查验收效率和准确度的

一个有效手段。

本文根据无人机低空摄影测量技术的正射影像成果,结合广西国家储备林基地建设项目检查验收的具体要求,对比典型对坡勾绘成果和使用无人机数字测绘成果在林地小班面积和位置上的误差,分析无人机低空摄影测量技术在储备林基地建设面积验收和准确定位应用上的可行性和有效性。

1 广西国家储备林基地建设和试验区概况

广西壮族自治区国家储备林基地建设项目规划建设规模为 186.67 万 hm^2 ,其中利用国家开发银行贷款建设 140 万 hm^2 。广西壮族自治区国家储备林项目分 2 期实施,项目一期由区直国有林场和广西林业集团实施,规模 50 万 hm^2 ;项目二期建设规模 80 万 hm^2 左右(调整后),扩展到全区 14 个市 72 个县(市、区)实施。2017 年 8—11 月,广西林业厅和林业集团组织开展国家开发银行贷款广西国家储备林基地建设项目(一期)13.33 万 hm^2 核查工作。广西桂江林业调查规划设计有限公司作为项目(一期)核查技术单位,为检测无人机低空摄影测量技术的面积测量精度和边界定位情况,在高峰、七坡、良凤江、东门、三门江、维都、黄冕、博白等广西区直国有林场国储林基地建设项目(一期)造林基地中选择地形明显、最容易勾绘的 8 个造林小班进行地形图勾绘和无人机低空摄影测量,作为本文无人机低空摄影测量精度检验试验区,试验区总面积 78.78 hm^2 ,可能影响航测的相关地理因子情况见表 1。

表 1 试验小班可能影响航测的相关地理因子

Tab. 1 Related geographical factors affecting aerial survey

编号	试验地点小班空间位置					勾绘面积 / hm^2	地貌	海拔 /m	坡向	坡位	坡度 /($^\circ$)
	林场	乡镇(分场)	村(工区)	林班	小班						
1	高峰	蒲庙镇	仁福村	4	1.0	15.63	丘陵	180	北	全坡	25
2	七坡	七坡分场	七坡站	7	25.1	7.04	丘陵	250	西	上坡	22
3	良凤江	云表镇	周卜村	3	2.0	15.12	丘陵	180	东北	全坡	20
4	东门	雷卡分场		9	50.0	16.86	丘陵	150	无	平地	5
5	三门江	导江分场		21	18.0	10.97	丘陵	135	东	中坡	18
6	维都	龙凤山分场		5	31.0	0.96	丘陵	85	无	平地	5
7	黄冕	波寨分场		17	5.0	7.47	丘陵	265	西南	全坡	15
8	博白	东方分场	根竹工区	7	2.1	4.73	丘陵	85	东南	全坡	10
		平均值				9.85					

2 仪器设备及参数设置

试验仪器为 DJI 大疆精灵 Phantom 4 RTK 多旋翼航拍无人机,其采用模块化设计,有 4 个可拆卸机翼,方便携带和运输,机身 28.95 cm×28.95 cm×19.6 cm,最大上升速度 6 m/s,最大水平飞行速度 72 km/h,续航时间 30 min。飞机操控系统集成于飞行器机身内,一体式云台位于机身下部,用户可通过无人机遥控器控制云台及相机,可通过遥控器屏幕实时监控飞行画面。相机能拍摄像素 2000 万静态照片及最高 60 帧 4K 视频。可通过 DJI GS Pro 软件事先规划的路线自主完成测绘,易于操控,通过简单的学习了解就能轻易完成。其可捕获 25~100 cm 地面分辨率的相片(150 m 高的时候大约为 25 cm,500 m 高时约为 80 cm)。

3 试验方法

3.1 国家储备林基地建设项目检查验收的基本要求

广西国家储备林基地建设项目的检查验收执行《全国木材战略储备生产基地建设检查验收办法(试行)》,该办法对造林面积检查要求:利用施工作业设计图,进行现场核对,或用 GPS 测量。在核对实施单位自检小班边界的基础上,重新计算小班面积。确定小班面积的原则:(1) $-5\% \leq \text{误差率} \leq 5\%$,以报告面积为准;(2) 误差率 $>5\%$,以检查结果为准。

为满足上述要求,无人机低空摄影测量技术应用于国家储备林基地建设项目检查验收,需要满足条件:(1) 航测任务支持施工作业设计矢量数据(shp)导入,便于有针对性设置航测范围;(2) 根据正射影像数据进行边界测量精度达 97.47% 以上;(3) 根据正射影像数据进行面积测量精度达到 95% 以上。

3.2 试验方法与技术路线

在试验区中选择具有明显地形界线、易于勾绘的试验小班,利用地形图到现场准确地对坡勾绘小班边界,将所得边界、面积作为真值,利用无人机低空摄影获取检测小班遥感数据(航片),采用 Pix4Dmapper 拼接软件,通过构建密集点云、网格、纹理、DEM、正射镶嵌等步骤,导出正射影像图(DOM)到 ArcGIS 叠加地形图勾绘的矢量界线对照边界,检验无人机低空摄影边界位置、面积测量精度。主要技术流程如图 1。

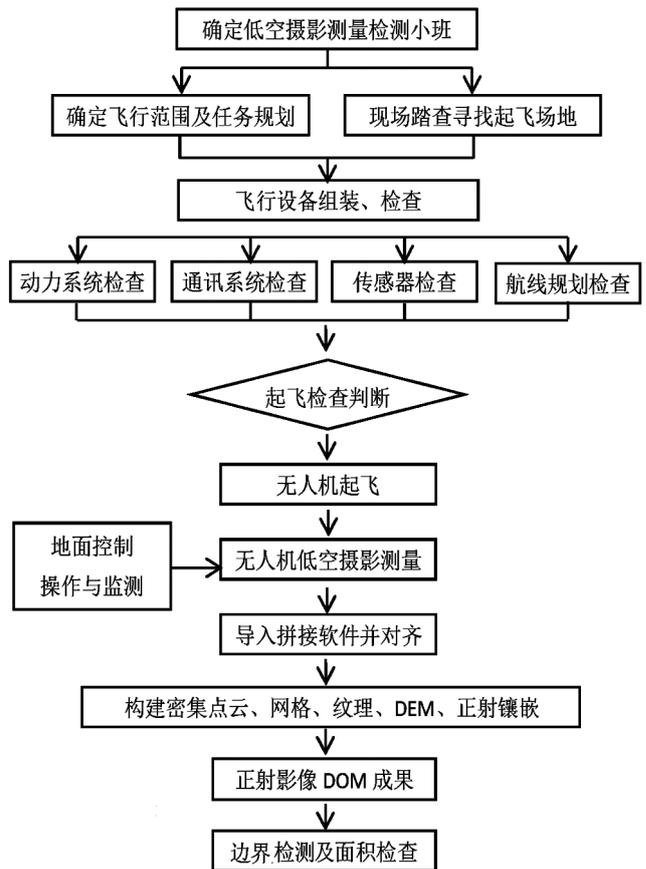


图 1 技术路线

Fig. 1 Technical route

3.3 地形图勾绘

在广西区直国有林场国储林基地建设项目(一期)造林基地中选择具有明显地形界线、容易勾绘的试验小班,利用地形图到现场进行准确对坡勾绘小班边界,将所得边界、面积作为真值,检验无人机低空摄影的边界位置、面积测量精度。

3.4 无人机低空摄影测量小班边界

在无人机低空摄影测量软件的支持下,将检测小班地形图勾绘的边界导入到无人机地面站平台,在地面站平台上对测量区的航线和摄影测量进行设计(图 2),到检测小班实地放飞无人机按设计航线进行摄影。航线设置时,主要采用地面站的摄影测量工具对航高、航向重叠、旁向重叠等进行设置,以满足航空摄影测量的基本需求^[5]。飞行高度视起飞点到测区内最高海拔的相对高度设计,保险起见,飞行高度要大于相对高度 150 m。重叠度设计方面,有资料分析:低空无人机飞行的稳定性易受气流影响,为保证航测影像不出现漏洞,应加大航向和旁向重叠度^[6]。本次设计的航向重叠度为 80%,旁向重叠度 $\geq 60\%$ 。

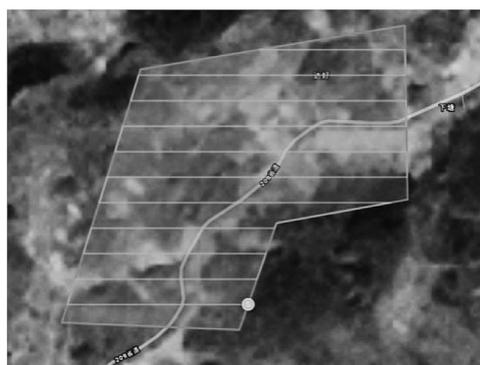
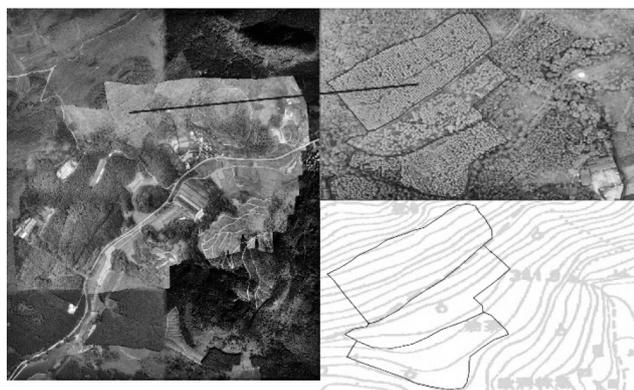


图 2 航线设置
Fig. 2 Route setting

将无人机低空拍摄的相片导入拼图软件 Pix4D,按制作正射影像的工作流程进行一系列操作,得到正射影像成果,利用高精分辨率正射影像成果在 ArcGIS 平台根据测区小班造林地影像区别于周边林地勾绘检测小班,得到无人机摄影测量绘制的检验小班界线成果(图 3)。



左:真正射影像概略;右上:真正射影像细节;右下:细节部位勾绘图成果

图 3 无人机低空摄影测量应用实例测绘成果

Fig. 3 Surveying and mapping results of UAV low-altitude photogrammetry application example

3.5 精度评价方法

1) 小班中心绝对位移

如图 4 所示,设 S 和 S' 分别为小班空间位置地形图对坡勾绘基准图与无人机摄影测量真正射影像图勾绘小班空间位置图,其中中心位置坐标分别为 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 。则可定义 S' 的中心位置位移距离的绝对值为^[7]:

$$d' = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

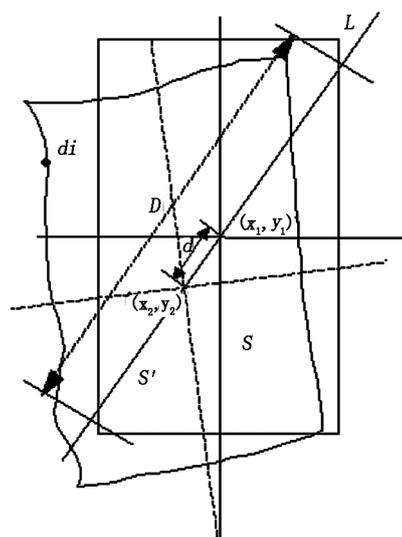


图 4 小班移位

Fig. 4 Subcompartment displacement

2) 面积测量精度

设 A 和 A' 分别为小班空间位置基准勾绘面积和无人机低空摄影测量正射影像勾绘小班空间位置图面积,小班面积测量精度可定义为:

$$P = \frac{|A' - A|}{A} \times 100\% \quad (2)$$

4 结果与分析

本文无人机低空摄影面积测量共检测了 8 个小班,被检测小班边界地形界线明显,在地形图上能够准确对坡勾绘。将地形图上对坡勾绘所得结果及无人机低空摄影测量结果正射影像图通过 GIS 软件进行分析处理,结果如表 2 所示,表中以勾绘面积为真值,真值最小为 0.96 hm^2 ,最大为 16.86 hm^2 。

根据表 1 和表 2 可得:(1)无人机低空摄影测量小班的边界总体中心绝对位移较小,最大的中心绝对位移仅 0.82 m,如果不是精确比较测试,以无人机低空摄影测量成果真正射影像图勾绘出的小班边界结果直接作验收图的小班边界线,不必移位操作;(2)无人机低空航测的 8 个小班面积测量的精度均达 97% 以上,通过无人机低空航测成果正射影像图测绘小班面积的精度有一定的规律性,小班面积越大,相对精度就越高;(3)选用机型 DJI 大疆精灵 4RTK 在丘陵山地不同海拔、坡位、坡向、 25° 坡度以下进行航测,小班面积测量精度均达到造林面积验收精度要求。

表 2 无人机低空摄影测量国储林造林验收小班精度分析

Tab. 2 Accuracy analysis of UAV low-altitude photogrammetry for afforestation acceptance of national reserve forest

编号	试验地点小班空间位置					勾绘面积 /hm ²	无人机 航测面积 /hm ²	小班中心 绝对位移 /m	面积精度		
	林场	乡镇 (分场)	村 (工区)	林班	小班				误差值 /hm ²	相对误差 /%	精度 /%
1	高峰	蒲庙镇	仁福村	4	1.0	15.63	15.68	0.55	-0.05	-0.32	99.68
2	七坡	七坡分场	七坡站	7	25.1	7.04	6.98	0.79	0.06	0.86	99.14
3	良凤江	云表镇	周卜村	3	2.0	15.12	15.06	0.82	0.06	0.40	99.60
4	东门	雷卡分场		9	50.0	16.86	16.80	0.70	0.06	0.36	99.64
5	三门江	导江分场		21	18.0	10.97	10.92	0.36	0.05	0.46	99.54
6	维都	龙凤山分场		5	31.0	0.96	0.94	0.43	0.02	2.13	97.87
7	黄冕	波寨分场		17	5.0	7.47	7.41	0.76	0.06	0.81	99.19
8	博白	东方分场	根竹工区	7	2.1	4.73	4.80	0.80	-0.07	-1.46	98.54
	平均值					9.85	9.82	0.65	0.02	0.40	99.15

5 结论

1) 无人机航测具有越低飞行作业,航测影像成果分辨率越高的特点,但出于山地复杂和飞行安全考虑,航线设计时要根据检测小班起飞点到小班最高海拔的相对高度设计飞行高度,飞行高度要大于相对高度 150 m,设计的航向重叠度 $\geq 80\%$,旁向重叠度 $\geq 60\%$ 。

2) 基于本次试验结果和分析,面积测量和定位采用无人机低空摄影测量能够满足检查验收精度的要求,具有可操作性和可行性。

3) 无人机影像分辨率达到了肉眼近地观测精度,可以替代人工实地对坡勾绘调查,在保证调查准确性和地类识别精度的同时,能减轻调查人员的劳动强度。

4) 无人机航摄机动灵活、时效性高,用于国储林营造林自检验收、核查,满足调查技术要求的同时又能减少外业时间,具备很大的发展潜力。

参考文献:

- [1] 王络飞. 无人机低空摄影测量在城市测绘保障中的应用前景[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(2): 218.
- [2] 张军国, 闫浩, 胡春鹤, 等. 无人机在林业中的应用及前景展望[J]. 林业工程学报, 2019, 4(1): 8-16.
- [3] 孙志超, 杨雪清, 李超. 小型无人机非测量相机在林业调查中的应用研究[J]. 林业资源管理, 2017, 4(2): 103-109.
- [4] 张园, 陶萍, 梁世祥, 等. 无人机遥感在森林资源调查中的应用[J]. 西南林业大学学报, 2011, 31(3): 49-53.
- [5] 陈永明. 航空摄影测量[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003: 78.
- [6] 魏涌. 低空无人机航摄系统在正射影像制作中的应用[J]. 铁道勘测, 2014(2): 17-19.
- [7] 李春干. 小班定位误差评价方法探讨[J]. 林业调查规划, 2002, 27(4): 16-17.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.003

基于 GIS 及 Fragstats 的江川区景观格局研究

劳 荣, 龚川南, 张如松

(云南省林业调查规划院昆明分院, 云南 昆明 650200)

摘要:利用 ArcGIS 及 Fragstats 软件,从景观类型组成、多样性、优势类型、破碎度及离散度、形状等方面对江川区景观格局进行分析。结果表明:江川区景观格局以林业为主,景观类型间的聚合程度较高,属于多种要素的密集景观格局,农业景观、针叶林景观面积占比最大,景观生态系统抗风险能力较低,林业景观中竹林破碎度高、针叶林破碎度低,林业景观中阔叶林形状最不规则,非林地景观中农业景观最不规则。提出加大实施退耕还林、湖泊治理保护工程,在未来土地利用规划中,应注重以生态保护核心区为约束条件、优化土地利用空间格局,限制星云湖周边建筑开发强度,适当增加阔叶林人工种植比例等景观优化对策。

关键词:景观格局;林业景观;斑块;优化对策;江川区

中图分类号:S731;P901;P208 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0014-04

引文格式:劳荣,龚川南,张如松.基于 GIS 及 Fragstats 的江川区景观格局研究[J].林业调查规划,2020,45(4):14-17.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.003

LAO Rong, GONG Chuannan, ZHANG Rusong. Landscape Pattern of Jiangchuan District Based on GIS and Fragstats [J].

Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 14-17. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.003

Landscape Pattern of Jiangchuan District Based on GIS and Fragstats

LAO Rong, GONG Chuannan, ZHANG Rusong

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

Abstract: The landscape pattern of Jiangchuan District was analyzed from the aspects of composition, diversity, dominant type, fragmentation, dispersion and shape, by using ArcGIS and Fragstats software. The results showed that the landscape pattern of Jiangchuan district with high degree of aggregation was dominated by forestry, which belonged to the landscape pattern with dense distribution of various elements. The proportion of agricultural landscape and coniferous forest landscape was the largest, and the ability of ecosystem to resist risks was low. The fragmentation of bamboo forest was high while the fragmentation of coniferous forest was low, and the shape of broadleaved forest was the most irregular in forest landscape while the agricultural landscape was the most irregular in non forest landscape. This paper suggested to implement the projects of Grain for Green and lake management and protection, pay attention to the constraints of ecological conservation core area, optimize the spatial pattern of land use, restrict the building around Xingyun Lake, and appropriately increase the proportion of broadleaved plantation in the future land use planning.

Key words: landscape pattern; forestry landscape; patch; optimization strategy; Jiangchuan District

收稿日期:2020-04-01.

第一作者:劳荣(1977-),男,广东佛山人,助理工程师.研究方向为林业调查规划.

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

江川区以生态立区为主要发展战略,围绕星云湖保护治理持续开展“绿盾”专项行动和森林江川建设^[1]。山、林、田、湖等构成了江川区多要素景观类型。通过景观格局分析比较不同景观类型的特征,研究景观格局现状与当下政策的联系,结合存在的生态问题提出优化意见建议,对江川区生态建设及可持续发展具有现实意义。

1 研究区自然概况

江川区位于云贵高原西南部,云南省中部偏东,行政隶属于玉溪市,东与华宁县交界、南与通海县相连、西与红塔区接壤、北与澄江县和昆明市晋宁区相连,地理坐标为东经 102°34′~102°55′,北纬 24°12′~24°32′。全区土地总面积 80 868 hm²,地形四周高、中间低,东北部有全国最深的淡水湖抚仙湖。境内沟谷纵横交错,地形复杂,相对高差较大。气候属中亚热带半干燥高原季风气候,干湿季分明。年均降雨量 811.0 mm,年均日照时数 2 392.9 h。境内的 16 条主要河流均为季节性河流,多数流入星云湖和抚仙湖。主要森林土壤有红壤、棕壤和紫色土。主要植被类型为半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林和人工林^[2]。

2 研究内容和方法

利用江川区 2015 年森林资源规划设计调查数据,结合景观特点和景观格局研究需要,依据土地利用现状和附着物类型^[3],将研究区景观分为针叶林、阔叶林、灌木林、竹林、无立木、水域、农业、人工建筑等 8 种景观类型。运用 ArcGIS 软件处理生成栅格化数据,再借助 Fragstats3.3 软件计算选取景观格局分析指数^[4],最后进行研究区景观格局分析。

3 结果与分析

3.1 组成分析

研究区总面积为 80 868 hm²,斑块总数共计 3 654 个,平均斑块面积 22.13 hm²。8 种景观类型中:针叶林、阔叶林、灌木林、竹林为林业景观,其余类型为非林业景观。利用斑块密度(孔隙度)可揭示景观基质被该类型斑块分割的程度,孔隙度越高,表明某一类型在景观中的分布越广、影响越大^[5]。计算结果显示,阔叶林景观斑块密度较其余景观类型大,其次为农业、针叶林等,表明阔叶林在景观格局中分布最广、影响最大,该景观特征符合江川区大

力发展梨、桃、核桃等经济乔木的林产业现状。针叶林、阔叶林、灌木林等景观类型斑块密度合计远大于农业及水域景观,说明研究区景观格局以林业为主,农业为辅(图 1)。

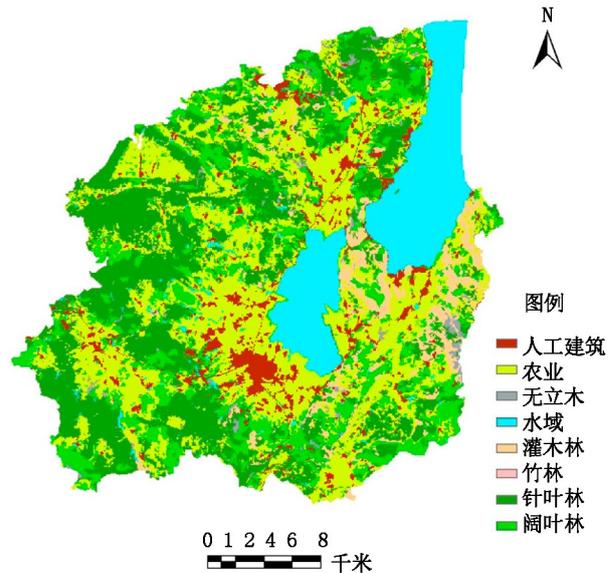


图 1 江川区 2015 年景观格局示意图

Fig. 1 Landscape pattern of Jiangchuan District in 2015

3.2 多样性分析

(1)景观形状指数、聚散性指数均较大,说明景观形状复杂,这是由于江川区境内沟谷纵横交错,地形、地质构造复杂,相对高差较大,易导致土壤退化、水土流失等原因造成的。(2)聚合指数、分裂度指数、相似邻近比例都较高,说明景观类型间的聚合程度较高,优势景观类型的连接性一般,属于要素密集分布的景观格局。根据 Graham 等^[6]研究,蔓延度可用于评估生态风险,但研究区景观蔓延度仅为 55.28%,低蔓延度反映出研究区生态系统抗风险能力较低。景观香农多样性指数、均匀性指数、斑块丰富度密度 3 个指数的值都较低,这是由于本研究主要以土地利用现状和附着物划分景观类型,从源头上降低了景观多样性和丰富度(表 1)。

3.3 优势类型分析

斑块面积不仅影响物种的分布和生产水平,而且影响能量和养分的分布。所有景观类型中,农业景观、针叶林景观面积占比最大,依次为 31.3%、27.4%,其次为阔叶林及水域景观,占比分别为 15.36%、13.59%,其余 4 类景观占比较少。由此可知,从影响物种分布和生产水平的角度来说,应注

表 1 景观尺度上的景观格局指数

Tab. 1 Landscape pattern index on landscape scale

基础指数		形状指数		多样性指数		聚散性指数	
总面积/hm ²	80868	形状指数	54.59	斑块丰富度密度	0.0099	聚合度	96.3059
斑块总数/个	3654	平均形状指数	2.0675	香农多样性指数	1.6544	蔓延度	55.2803
斑块密度	4.5185			香农均匀性指数	0.7956	散布与并列指数	70.0173
平均面积/hm ²	22.1313					分裂指数	0.9746
最大斑块指数	8.4653					相似邻近比例	96.2234

重针叶林景观的保护和建设。

最大斑块指数表征景观中优势种的丰度等生态特征。林地景观中,针叶林景观面积占比约为阔叶林景观的 2 倍,但最大斑块指数约为阔叶林景观的 6 倍,表明针叶林景观中有较大斑块,斑块分布较灌木林、阔叶林集聚。以云南松、华山松等为主的针叶林占主导地位,分布更为集中,而以梨、桃等经济乔木为主的阔叶林面积可观,但分布较为零散、破碎。灌木林景观面积仅为阔叶林面积的 1/3,但最大斑块指数仍高于阔叶林景观,表明灌木林地中有较大斑块,单一分布且较为集中。

3.4 破碎度、离散度分析

破碎度、离散度分析主要针对林地景观类型。

平均斑块面积可以指征景观的破碎程度,其值越小,景观越破碎。江川区平均斑块面积由小到大依次为竹林、阔叶林、灌木林、针叶林,阔叶林平均斑块面积与灌木林相近,约为针叶林的 1/3。欧氏邻近距离可以指征景观的离散程度,其值越大,景观越离散。欧氏邻近距离由大到小排列依次为竹林、灌木林、阔叶林、针叶林,阔叶林欧氏邻近距离约为灌木林的 1/2,与针叶林相近;竹林的破碎程度、离散程度最高,反映出研究区内竹林小规模、零散种植的特点,针叶林破碎程度、离散程度最低,可能与天然林保护工程森林管护的持续实施有关。阔叶林破碎程度与灌木林相近,离散程度与针叶林相近。破碎程度与离散程度间没有正向相关性(表 2)。

表 2 部分斑块类型景观格局指数

Tab. 2 Landscape pattern index of some patch types

序号	景观类型	面积 /hm ²	斑块平均面积 /hm ²	斑块数 /个	斑块密度	最大斑块指数	面积加权形状指数	欧氏邻近距离
1	水域景观	10993.66	44.6897	246	0.3042	8.4653	1.9592	508.2257
2	阔叶林景观	12425.77	12.4010	1002	1.2391	0.7472	3.7196	106.1322
3	人工建筑景观	4615.89	9.2689	498	0.6158	1.9660	9.2658	218.8958
4	农业景观	25315.32	33.2659	761	0.9410	7.3326	14.4139	69.8519
5	针叶林景观	22175.94	37.9076	585	0.7234	4.5681	6.9312	102.5740
6	灌木林景观	4320.50	14.1656	305	0.3772	1.1001	5.8827	230.5253
7	竹林景观	32.93	1.8294	18	0.0223	0.0141	2.3609	1632.0478
8	无立木景观	987.71	4.1327	239	0.2955	0.1301	2.6166	379.8086

3.5 形状分析

斑块形状影响着许多重要的生态过程,如斑块内部小型哺乳动物迁移、木本植物的入侵,动物取食策略及物质和能量的迁移等。当景观中斑块形状不规则或偏离方形时,形状指数的值越大^[5]。因各景观类型面积差别大,面积加权平均形状指数更能表征各景观类型的形状特征。通过计算结果可知,非

林地景观中,农业景观形状最不规则,其次为人工建筑、无立木、水域,说明耕地等农业景观人为干扰最大,其次为城镇及湖泊周边建筑,这也从侧面佐证了江川区是玉溪市工农业最强区域^[7]。林地景观中,阔叶林形状最不规则,其次是针叶林、灌木林、竹林表明林地景观中,阔叶林受人为干扰最大,这可能与阔叶林中经济林比重较大有关。

4 讨论

1) 研究区生态系统抗风险能力较低。根据李益敏等^[7]研究,林地、水域、沼泽地等又属于生态系统中的高敏感区,属于生态保护核心区。因此,在江川区未来土地利用规划中,要更加注重以生态保护核心区为区域约束条件,优化土地利用空间格局,统筹提高生态抗风险能力和满足经济发展需要。

2) 星云湖、局部抚仙湖构成了研究区的水域景观,具有重要的生态功能,如回收养分、净化水,补给地下水并为野生动物提供栖息地等。但人类活动对水源环境的干扰较强,高强度的人类活动和高速发展的社会经济对湖泊生态系统的结构和功能造成了严重的影响。从景观分布来看,星云湖、抚仙湖周边有大量人工建筑,抚仙湖周边尤为密集。因此在水域治理保护中,首要任务是控制湖泊周边的旅游建筑开发强度,根据《星云湖流域水污染防治“十三五”规划》,在星云湖周边设定100 m环湖湿地带,降低水污染风险,同时加大退耕还林、森林管护工程的实施力度,提高森林对水源的保护作用,形成对两大湖泊的生态保护局势。

3) 在退耕还林、增加森林植被的同时,森林防火压力也势必增大^[8]。根据凌仲达等研究^[9],阔叶林比针叶林具有更强的蓄水保土能力、防火能力。研究区阔叶林面积仅为针叶林面积的1/2,且比针叶林更加破碎。建议在人工造林时适当增加阔叶林种植比例,特别是在防火地带的阔叶林种植比例。

4) 除水域景观外,研究区其它景观类型破碎化程度高,形状不规则,边缘效应较为强烈。边缘的加成效应、协和效应、集肤效应等使边缘具有不同于栖息地内部的独有特征^[10]。这与江川区种群稀、数量少、分区区域小、生态适应能力低、对外界的影响非常敏感等现状是相符的。根据廉振民等研究^[11],边缘效应对野生生物有正反两方面影响,边缘地带普遍生物多样性较高,但当栖息地斑块破碎到无真正的内部环境时,会使得适宜内部生存环境的物种数量减少,甚至灭绝。因此,在保护江川区生物多样性的同时,应根据实际情况调控边缘,防止林业景观过于破碎,导致森林生态系统失衡。

5 结论

1) 研究区景观格局以林业为主,农业为辅。各景观类型所占比例差别大,破碎化程度较高,分布不

均匀,优势景观类型的连接性一般,属于多种要素的密集分布格局。

2) 研究区生态系统抗风险能力较低。建议在未来土地利用规划中,应注重以生态保护核心区为约束条件,优化土地利用空间格局;加大实施退耕还林、湖泊治理保护工程,特别注重防止林业景观过于破碎化,巩固林、湖生态保护局势。

3) 水域景观是江川区景观格局的重要组成部分,但受周边人类活动影响,被污染风险较大,建议限制星云湖周边人工建筑的开发强度,切实实施设定环湖湿地带等水源保护工程。

4) 林业景观中,阔叶林景观类型以较大优势影响着林业景观格局。但阔叶林景观与针叶林景观相比面积更小,破碎度更高,形状更不规则,结合蓄水、防火等需要,建议在人工造林中增大阔叶林种植比例。

参考文献:

- [1] 刘波. 推进江川生态文明建设的几点建议[N]. 玉溪日报, 2020-02-19.
- [2] 安科. 江川区森林资源动态变化分析与可持续发展建议[J]. 林业调查规划, 2018, 43(1): 125-129.
- [3] 罗攀. 广西广运林场森林景观格局影响模拟分析及稳定性评价[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2019.
- [4] 张林艳, 夏既胜, 叶万辉. 景观格局分析指数选取刍论[J]. 云南地理环境研究, 2008(5): 38-43.
- [5] 刘永祥. 勐腊县林地景观格局分析[J]. 林业调查规划, 2007(6): 108-112.
- [6] GRAHAM S E, CHARITON A A, LANDIS W G. Using Bayesian networks to Predict Risk to Estuary Water Quality and Patterns of Benthic Environmental DNA in Queensland. [J]. Integrated environmental assessment and management, 2019, 15(1): 93-111.
- [7] 李益敏, 管成文, 郭丽琴, 等. 基于生态敏感性分析的江川区土地利用空间格局优化配置[J]. 农业工程学报, 2018, 34(20): 267-276, 316.
- [8] 张艳. 玉溪市江川区森林防火现状和对策[J]. 现代园艺, 2019(7): 207-209.
- [9] 凌仲达. 对云南省针叶林及阔叶林的比较和评价[J]. 生态学杂志, 1985(4): 49-51.
- [10] 王如松, 马世骏. 边缘效应及其在经济生态学中的应用[J]. 生态学杂志, 1985(2): 38-42.
- [11] 廉政民, 于广志. 边缘效应与生物多样性[J]. 生物多样性, 2000, 8(1): 120-125.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.004

基于森林资源连续清查数据的西南地区 云南松林分生长模型研究

涂宏涛¹, 李华¹, 张成程¹, 马国强¹, 宋放²

(1. 国家林业和草原局昆明勘察设计院, 云南 昆明 650216; 2. 四川省林业和草原生态环境监测中心, 四川 成都 610081)

摘要:为掌握西南地区云南松林分生长规律,以森林资源连续清查 568 块固定样地的云南松林分调查数据为基础,系统研究了云南松林分平均树高、林分断面积、林分立地指数、林分蓄积量因子与林分平均年龄、林分优势木平均高、林分公顷株数等的关系,建立了云南松林分断面积生长和林分收获预估模型。模型拟合结果表明,模型具有较高的精确度和稳定性,可应用于西南地区云南松林的经营管理和收获预估。

关键词:云南松;林分生长模型;断面积生长;林分收获;模型拟合;西南地区

中图分类号:S791.257;S758.52;S711;S757.22 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0018-05

引文格式:涂宏涛,李华,张成程,等.基于森林资源连续清查数据的西南地区云南松林分生长模型研究[J].林业调查规划,2020,45(4):18-22. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.004

TU Hongtao, LI Hua, ZHANG Chengcheng, MA Guoqiang, et al. Forest Stand Growth Model of *Pinus yunnanensis* in Southwest China Based on the Continuous Forest Inventory Data [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 18-22.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.004

Forest Stand Growth Model of *Pinus yunnanensis* in Southwest China Based on the Continuous Forest Inventory Data

TU Hongtao¹, LI Hua¹, ZHANG Chengcheng¹, MA Guoqiang¹, SONG Fang²

(1. Kunming Survey & Design Institute of State Forestry and Grassland Administration, Kunming 650216, China;

2. Sichuan Monitoring Center of Forestry and Grassland Ecological Environment, Chengdu 610081, China)

Abstract: In order to master the growth rule of *Pinus yunnanensis* forest in Southwest China, this paper systematically studied the relationships among the average height, basal area, site index, volume factor, average age, average height of dominant trees, and number of trees per hectare, and established the model of stand yield prediction and basal area growth based on the forest inventory data of 568 fixed sample plots. The fitting results showed that the model had high accuracy and stability, which could be applied to the management and prediction of *Pinus yunnanensis* forest in Southwest China.

Key words: *Pinus yunnanensis*; stand growth model; growth of basal area; stand yield; model fitting; Southwest China

云南松(*Pinus yunnanensis*)作为西南地区最主要的用材树种之一,分布在北纬 23°~29°,东经 98°

~106°范围^[1],适宜海拔 1 000~3 200 m,主要分布区域在云南省。林分生长模型是反映林分生长与林

收稿日期:2019-12-18.

第一作者:涂宏涛(1990-),男,广西桂林人,硕士,工程师.主要从事森林资源调查、监测和生物多样性保护等方面的工作.

Email:245240316@qq.com

分状态和立地条件的关系函数^[2]。目前,林分生长模型主要分为平均胸径生长模型、平均树高生长模型和蓄积量生长模型等^[3]。通过建立模型,可以模拟林分生长规律,预估林分生长和收获。本文以全国第九次森林资源连续清查云南省清查的云南松固定样地数据为研究对象,以林分胸径、树高、年龄、立地指数、林分密度为因子建立了云南松林分树高、林分立地指数、林分断面积生长和林分收获等模型,为科学合理经营云南松林提供科学参考^[4-7]。

1 数据来源与方法

1.1 数据来源

本研究实验数据采用 2017 年的全国第九次森林资源连续清查云南省清查 568 块云南松纯林的固定样地数据,该固定样地是从云南省范围内按 6 km × 8 km 均匀布设的边长 28.28 m、面积 0.08 hm² 的 7 974 块正方形固定样地中选取的。

1.2 模型的选取

目前,全林分生长模型是通过林分调查因子林分平均高 H 、林分优势木平均高 HT 、林分平均胸径 D 、林分每公顷株数 N 、林分平均年龄 A 等来拟合林分密度指数 SDI 模型、林分立地指数 SI 模型、林分总断面积 G 模型和林分收获(蓄积) M 模型。选取以下模型进行拟合^[8-10]。

1) 林分平均胸径—林分平均树高模型:

- ① $H = a \cdot D^b$; ② $H = a \cdot e^{bD}$;
- ③ $H = a \cdot D^2 + b \cdot D + c$; ④ $H = a \cdot \ln(D) + b$

2) 林分优势木平均高 HT 模型:

- ① $H_T = a + b \cdot A + c \cdot A^2$; ② $H_T = a + b \cdot A$;
- ③ $H_T = a \cdot A^b$; ④ $H_T = a \cdot \text{EXP}(-b/A)$

3) 林分密度指数模型:

$$SDI = N \cdot (D_0/D)^{-b}$$

4) 林分立地指数模型:

$$SI = H_T \cdot \text{EXP}(-b/A_0) / \text{EXP}(-b/A)$$

5) 林分总断面积 G 模型:

$$G = a \cdot SI^b \cdot \text{EXP}(c \cdot (SDI/1000)^d / A)$$

6) 林分收获(蓄积) M 模型:

$$\text{Ln}M = a + b/A + c \cdot SI + d \cdot \text{Ln}G$$

式中: D_0 为标准平均直径; A_0 为基准平均年龄;

a, b, c, d 为模型参数。

1.3 数据处理

云南松林固定样地按照不同龄级、不同郁闭度、不同林分平均高等选取,主要林分调查因子特征见

表 1。共收集 568 块云南松林样地数据,利用 2/3 (379 块)样地数据参与建模,1/3 (189 块)样地数据用于模型检验。

表 1 云南松林主要林分调查因子

Tab. 1 Investigation factors of main stands of *Pinus yunnanensis*

数据	林分平均胸径 D /cm	林分平均树高 H /m	优势木平均高 H _T /m	林分平均年龄 A /a	林分公顷株数 / (株·hm ⁻²)
最小值	2.00	1.10	1.10	1.00	238.00
	2.50	2.20	2.20	5.00	1413.00
最大值	34.10	27.50	27.50	165.00	3213.00
	31.60	22.60	22.60	66.00	7277.00
标准差	5.13	3.97	3.84	15.89	443.08
	3.99	3.28	3.26	9.71	739.29
平均值	14.10	9.30	9.60	31.00	1009.00
	11.70	8.90	9.00	27.00	2112.00

1.4 模型评价与检验

对建模样本进行检验,计算检验指标,评价模型优度。用于模型评价与检验的指标主要有 R^2 (拟合优度或判断系数)、 P (预估精度)、 SEE (剩余标准差)、平均相对误差 (E)、平均相对误差绝对值 (e)。 R^2 、 P 越接近 1 越好; SEE 、 E 、 e 越接近 0 越好^[11-12]。

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (1)$$

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

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \hat{y})^2}}{N-m} \times 100\% \quad (3)$$

$$E = \frac{1}{N} \sum \left(\frac{y_i - \hat{y}}{\hat{y}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

$$e = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}}{\hat{y}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

式中: y_i 为实测值, \hat{y} 为估计值, \bar{y}_i 为实测平均值, $\bar{\hat{y}}$ 为预估平均值, N 为样本数, m 为模型中参数个数, t_α 为置信水平为 α 时 t 值分布 ($\alpha = 0.05, t_\alpha = 1.98$)。

2 结果与分析

2.1 胸径—树高模型

树高和胸径是林分测树中最基本的因子,通过

建立二者之间的关系模型,可以反映林分树木的动态生长变化,其模型如图 1:

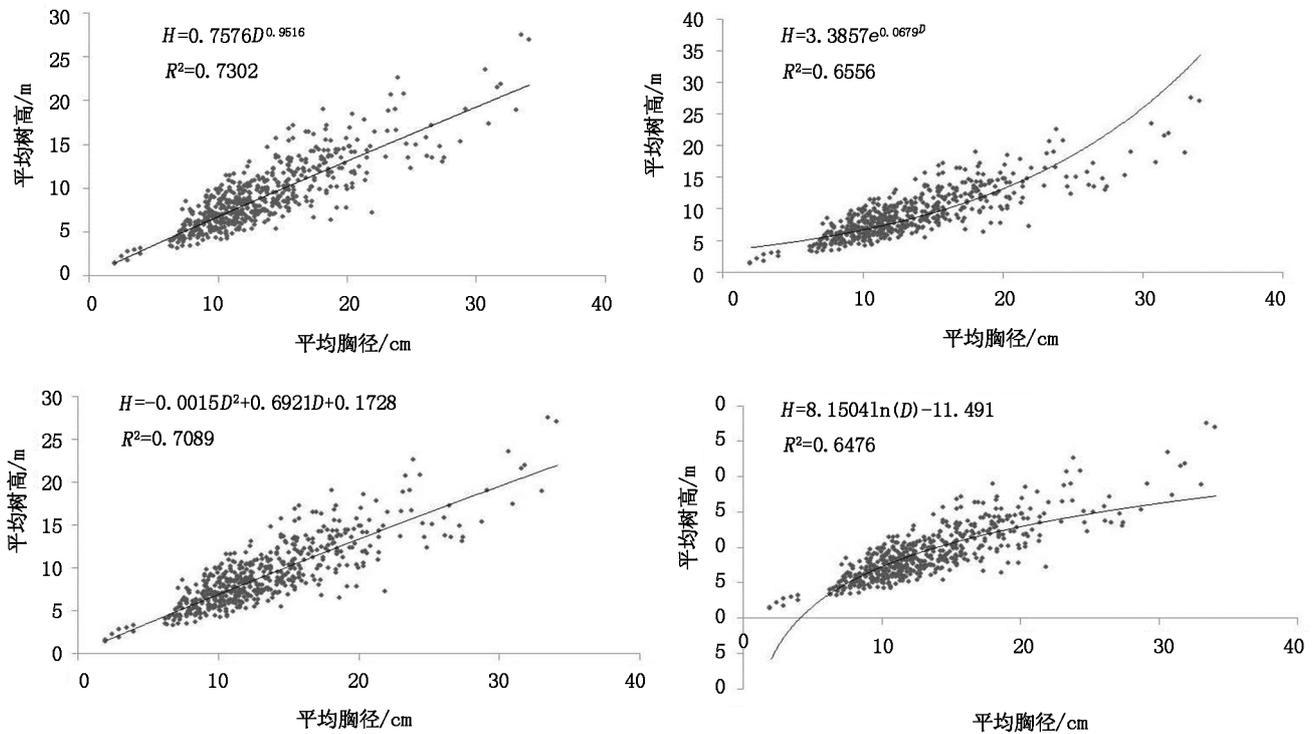


图 1 云南松林样木胸径与树高模型

Fig. 1 Model of DBH and height of *Pinus yunnanensis*

由图 1 可以看出, $H = 0.7576 D^{0.9516}$ 模型的 R^2 值最高,其模型拟合效果最佳,这也与目前研究发现胸径与树高的幂函数模型拟合效果最佳相一致。

2.2 林分密度指数模型

林分密度指数 SDI 是指林分的现实株数转化为标准平均直径 D_0 时所具有的单位面积林木株数。根据图 1 胸径—树高散点图及拟合模型,可得其大致趋势,并研究得出其标准平均直径 $D_0 = 10 \text{ cm}$ 。

林分密度指数计算函数为: $SDI = N(10/D)^b$ 式中: N 为林分公顷株数, D 为林分平均胸径, b 为

参数(根据赖内克研究认为同一树种、同一经营历史的林分,林分完满立木度株数和平均直径之间的关系函数均有相同的斜率, $b = -1.605$,因此,本研究中林分密度指数函数 b 也取 -1.605); 即 $SDI = N(10/D)^{-1.605}$ 。

2.3 林分优势木平均高模型

优势木平均高是重要的林分调查因子,是表现林分生产潜力的重要数据,是林分立地条件好坏的重要指标,因此可通过林分优势木平均高模型来倒推林分立地指数(表 2)。

表 2 林分优势木平均高模型因子

Tab. 2 Model factors of average height of dominant trees

方程模型	a	b	c	R ²	E	e	SEE
$H_T = a + b \cdot A + c \cdot A^2$	3.6046	0.221	-0.0006	0.4385	-0.0012	0.2443	2.8862
$H_T = a + b \cdot A$	4.8651	0.1564		0.4188	-0.0058	0.2435	2.9326
$H_T = a \cdot A^b$	1.5364	0.5456		0.4401	0.0009	0.2453	2.8785
$H_T = a \cdot \text{EXP}(-b/A)$	17.2316	15.378		0.3783	0.0642	0.3039	3.0329

由表 2 可知,优势木平均高最优模型为:

$$H_T = 1.5364 \times A^{0.5456}$$

式中: H_T 为林分优势木平均高, A 为林分平均年龄。

优势木平均高的 Schumacher 模型为:

$$H_T = 17.2316 \times \text{EXP}(-15.378/A)$$

对以上 2 模型的优势木平均高实际值与理论值进行 T 检验,结果如表 3。

表 3 林分优势木平均高实际值与理论值 T 检验

Tab. 3 T-test of the actual and theoretical values of the average height of dominant trees

方程模型	N	t	df	p -value
实际值-理论值 $H_T = 1.5364 \times A^{0.5456}$	189	0.7202	188	0.4723
$H_T = 17.2316 \times \text{EXP}(-15.378/A)$	189	1.411	188	0.1599

注: t 为实际值与理论值 T 检验的检验值; df 为自由度; p 为显著概率值。

由表 3 看出,林分优势木平均高实际值与理论值 T 检验 t 值为 0.720 2、1.411,自由度 = 189-1,显著性概率 p 为 0.472 3、0.159 9 均大于 0.05,差异性不显著,因此,本研究所建立的林分优势木平均高模型检验值符合精度要求。

2.4 立地指数模型

立地指数是在某一立地上特定基准年龄时林分优势木平均高度值,是直观地反映立地质量的数量指标。林分立地指数可通过优势木平均高来体现,一般采用林分优势木平均高 Schumacher 模型,林分优势木平均高与立地指数间的关系表达式为:

$$SI = (H_T \times \text{EXP}(-b/A_0)) / \text{EXP}(-b/A)$$

b 值取林分优势木平均高 Schumacher 模型中参数 b 值为 15.378,基准年龄为 10 a,最终林分立地指数模型方程为:

$$SI = (H_T \times \text{EXP}(-15.378/10)) / \text{EXP}(-15.378/A)$$

式中:SI 为林分立地指数, A 为林分平均年龄。

2.5 断面积生长模型

林分断面积是直接反映林分收获量的重要指标,其预测值的多少直接影响森林经营决策,研究表明,一般以林分密度指数作为自变量的 Schumacher 模型的模拟精度最高,因此,本研究采用 Schumacher 模型对数据进行拟合,公式为:

$$G = a \times SI^b \times \text{EXP}(c \times (SDI/1000)^d / A)$$

其中 $SI = (H_T \times \text{EXP}(-15.378/10)) / \text{EXP}(-15.378/A)$, $SDI = N(10/D)^{-1.605}$

式中: H_T 为林分优势木平均高, A 为林分平均年龄, N 为林分公顷株数, D 为林分平均胸径, a 、 b 、 c 、 d 为参数。

将 G (林分断面积)模型中 SI、SDI 求出后,利用

R 软件拟合各参数值,拟合结果为: $a = 12.080$, $b = 0.82$, $c = -38.856$, $d = -1.15$, $R^2 = 0.746$,一般实际中 G 可通过 $G = \pi/40000 \times N \times D^2$ 来计算。因此,对 G 模型方程进行 T 检验,结果表明: t 值为 -4.829 9, $p = 0.283 > 0.05$,差异性不显著,模型检验值符合精度要求。

2.6 林分收获模型

林分收获模型通过林分立地指数、林分平均年龄和林分断面积三者之间的函数来反映林分蓄积量。本研究采用 Schumacher 模型方程对 M (林分收获)模型进行拟合,公式为:

$$\text{Ln}M = a + b/A + c \times SI + d \times \text{Ln}G$$

式中: M 为林分总蓄积量,SI 为林分立地指数, G 为林分断面积, A 为林分平均年龄, a 、 b 、 c 、 d 为模型参数。

林分总蓄积量一般采用计算式为: $M = f \cdot H \cdot G$ 式中: f 为形数,云南松平均形数 f 为 0.45, H 为林分平均高, G 为林分断面积。

通过 R 软件对 $\text{Ln}M$ 模型各参数进行拟合,其结果为: $a = 0.902$, $b = -13.094$, $c = 0.125 8$, $d = 1.194$, $R^2 = 0.953 2$ 。

此外,对 $\text{Ln}M$ 模型进行 T 检验,结果表明: t 值为 5.605 8,自由度 = 189-1,显著性概率 $p = 0.730 > 0.05$,差异性不显著,模型检验值符合精度要求。因此,林分收获模型表达式为:

$$\text{Ln}M = 0.902 + (-13.094)/A + 0.125 8 \times SI + 1.194 \times \text{Ln}G$$

3 结论与讨论

本研究以森林资源连续清查云南松固定样地林

分调查数据为基础,系统研究了西南地区云南松林平均树高、林分断面积、林分立地指数和林分蓄积量因子与林分平均年龄、林分优势木平均高、林分公顷株数等的关系,在此基础上,建立了云南松林断面积和林分收获预估模型。

模型拟合结果表明,所有建立的模型 T 检验的 p 值均大于 0.05,差异性不显著,其精度均符合要求。其中,林分收获模型的预估精度最高达到 90% 以上,模型具较高的精确度和稳定性,可以应用于本地区云南松林的经营管理和收获预估。能够为西南地区云南松林的科学经营提供理论基础,并对其营林措施的制定具有重要意义。

虽然建立的模型符合精度要求,但未区分人工林与天然林之间的差异,加之模型拟合数据量不够,可能会存在一定的差异,在今后的研究中有待进一步探究。

参考文献:

- [1] 陈建珍,何超,许彦红. 2 种云南松天然次生林林分生长模型构建方法的比较[J]. 西部林业科学,2015(3):112-116.
- [2] 胥辉. 思茅松天然次生林林分生长模型的研究[J]. 云南林业科技,2001(2):13-16.
- [3] 卢军,张会儒,李凤日. 大兴安岭天然林林分生长模型研究[J]. 林业资源管理,2011(3):33-36.
- [4] 赵国平,季碧勇,赖江,等. 基于固定样地的林分生长模型研建[J]. 华东森林经理,2009,23(2):10-13.
- [5] 赵丽丽. 小兴安岭地区天然林林分生长模型[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [6] 郭恩莹. 桉树人工林林分生长模型研究[D]. 福州:福建农林大学,2009.
- [7] 缪丽娟. 基于固定样地的杉木林分生长模型构建[J]. 河北农机,2013(6):75-77.
- [8] 张子强,王小昆,熊妮娜,等. 北京落叶松人工林全林分模型研建[J]. 河北林果研究,2008,23(1):22-25.
- [9] 冯仲科,熊妮娜,王佳,等. 北京市侧柏人工林全林分模型建立与研究[J]. 北京林业大学学报,2008,30(S1):214-217.
- [10] 陈绍安,张快富. 林分生长模型建立方法[J]. 林业调查规划,2009,34(6):19-21.
- [11] 刘红梅,吕世杰,刘清泉,等. 华北落叶松临汾生长模型模拟与预测研究[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2016,37(3):32-36.
- [12] 唐伟东. 落叶松人工林林分生长与收获模型的研究[J]. 林业勘查设计,2016(2):41-42.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.005

大叶石蝴蝶植株再生体系的建立

盛耀莹¹, 郑晟靖², 庭禹洁³, 金英³, 唐军荣³

(1. 红河哈尼族彝族自治州林业工作站, 云南 蒙自 661100; 2. 红河州林业和草原调查规划队, 云南 蒙自 661100;
3. 西南林业大学西南地区生物多样性保育国家林业和草原局重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要:以野生大叶石蝴蝶叶片为外植体,对影响大叶石蝴蝶植株再生的激素组合、接种方式、叶片大小、叶片切割方式等进行试验研究。结果表明,采用0.1%的升汞消毒12 min后,接种在MS+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+5.0 g/L 琼脂培养基上,培养120 d后可获得分化的无菌苗;无菌苗叶片转接在MS+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+5.0 g/L 琼脂上,50 d后的分化率为100%,平均每个叶片有效的不定芽数量为6个;其中以较大的叶片横切后,近轴面朝上接种在培养基上最有利于叶片分化;适宜生根的培养基为1/2MS+0.9 mg/L NAA+0.2 g/L AC+15 g/L 蔗糖+6.0 g/L 琼脂,生根率为100%。生根后移栽在腐殖土:珍珠岩=5:1基质上,注意控温控湿即可成活。

关键词:大叶石蝴蝶;再生体系;叶片分化;激素配比;不定芽;生根率;移栽炼苗

中图分类号:S682;S723.132 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0023-07

引文格式:盛耀莹,郑晟靖,庭禹洁,等.大叶石蝴蝶植株再生体系的建立[J].林业调查规划,2020,45(4):23-28,60.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.005

SHENG Yaoying, ZHENG Shengjing, TING Yujie, et al. Establishment of Plant Regeneration System of *Petrocosmea grandifolia*[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 23-28, 60. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.005

Establishment of Plant Regeneration System of *Petrocosmea grandifolia*

SHENG Yaoying¹, ZHENG Shengjing², TING Yujie³, JIN Ying³, TANG Junrong³

(1. Honghe Station of Forestry, Mengzi, Yunnan 661100, China; 2. Honghe Team of Forestry and Grassland Inventory and Planning, Mengzi, Yunnan 661100, China; 3. Key Laboratory of State Forestry and Grassland Administration on Biodiversity Conservation in Southwest China, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The leaves of wild *Petrocosmea grandifolia* were used as explants, and the hormone combination, inoculation method, leaf size and cutting methods that affected plant regeneration were studied in this experiment. The results showed that after disinfection with 0.1% mercury for 12 minutes, inoculated on MS+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L sucrose+5.0 g/L agar and cultured for 120 days, the differentiated sterile seedlings could be obtained. The leaves of the seedling were transferred on MS+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L sucrose+5.0 g/L agar, and after 50 days, the differentiation rate was 100%, the average number of available adventitious buds per leaf was 6. After crosscutting,

收稿日期:2020-01-07.

基金项目:云南省高校林木遗传改良与繁育重点实验室开放基金资助项目(YNGBT 201705).

第一作者:盛耀莹(1962-),女,云南昆明人,高级工程师.主要从事野生植物资源驯化研究. Email:351941079@qq.com

责任作者:唐军荣(1982-),男,高级实验师,硕士.主要从事珍稀植物快繁与林木种质创新研究. Email:tjrzy2016@swfu.edu.cn

the larger leaves were inoculated on the medium with the proximal axis facing upward, which was most conducive to the differentiation of leaves. The medium suitable for rooting was 1/2MS+0.9 mg/L NAA+0.2 g/L AC+15 g/L sucrose+6.0 g/L agar, with rooting rate of 100%. After rooting, the plant could survive transplanting on humus soil :perlite = 5 :1 substrate, and paying attention to temperature and humidity.

Key words: *Petrocosmea grandifolia*; regeneration system; leaf differentiation; hormone ratio; adventitious bud; rooting rate; seedling transplanting and acclimatization

大叶石蝴蝶 (*Petrocosmea grandifolia* W. T. Wang) 是苦苣苔科 (Gesneriaceae) 石蝴蝶属 (*Petrocosmea*) 的多年生草本植物, 分布于云南省镇康县^[1]。石蝴蝶属植物叶形优美, 植株花多且艳丽, 近年来随着人为活动的影响, 大多数本属植物均处于亟待保护状态^[2]。大叶石蝴蝶作为该属植物中的一员, 其叶片纸质, 层叠分布, 贴近土壤, 并呈莲座状, 其花色迷人且花期长, 具有较高的观赏价值。大叶石蝴蝶分布区域窄, 数量少, 且在自然条件下繁殖速度慢。如何保护和利用好这一野生资源, 最好的办法之一就是掌握其繁殖方法, 扩大其种群数量。

植物组织培养作为植物的一种繁殖方法, 具有繁殖速度快, 所需材料少, 能够保持母本的优良性状等诸多优点, 已广泛应用于珍稀、优良材料扩繁^[3]。采用植物组织培养技术对大叶石蝴蝶进行快繁, 解决其种苗繁育慢的问题, 为其野生资源数量的扩大提供技术支撑, 同时有助于其开发利用, 加速其产业化发展。目前关于大叶石蝴蝶的繁殖研究则未见相关报道。而在石蝴蝶属植物的组织培养研究方面仅见秦岭石蝴蝶、中华石蝴蝶的研究报道^[4-5]。基于此, 以大叶石蝴蝶的叶片为外植体, 开展其植株高效再生体系的建立研究, 最终建立大叶石蝴蝶的离体快繁体系, 为大叶石蝴蝶资源保护、产业发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

以大叶石蝴蝶的叶片为外植体, 采自云南省镇康县。

1.2 方法

1.2.1 无菌体系的建立

取大叶石蝴蝶的叶片, 用洗洁精溶液清洗叶片表面的污垢, 并在流水下冲洗干净, 用 75% 的酒精进行表面消毒, 然后转移至超净工作台内的无菌瓶中。倒入 0.1% 的升汞溶液振荡消毒, 12 min 后用无菌水冲洗 3 次, 最后置于无菌纸上备用。切除外

植体原有伤口, 将叶片切成 2 cm 左右的方块, 接种在 MS+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+5.0 g/L 琼脂的分化培养基中, 每瓶接种 1 个, 共接种 30 瓶。培养室温度为 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 光照强度为 2000 Lx, 光照 12 h/d (下同)。

1.2.2 无菌苗叶片分化培养基的筛选

以上述启动培养基中获得的不定芽叶片为材料, 进行植株再生体系的构建, 所用基本培养基为 MS, 并附加不同浓度的激素。其中 6-BA (0.5 mg/L、1.0 mg/L、1.5 mg/L、2.0 mg/L)、NAA (0.1 mg/L、0.5 mg/L) 进行两两组合, 共 8 个处理, 每个处理 3 次重复, 每个重复接种 20 个叶片, 50 d 后对叶片分化情况进行统计。

1.2.3 叶片切割方式及朝向对组培苗叶片分化的影响

以再生的大叶石蝴蝶试管苗叶片为材料, 选取宽度大于 1 cm 的叶片, 对其进行横切 (伤口垂直于叶片主脉)、纵切 (伤口平行于叶片主脉)、斜切 (伤口倾斜于叶片主脉) 等 3 种方式制造伤口, 比较不同切口方式对叶片分化的影响。此外, 在叶片横切方式下比较叶片近轴面或远轴面朝下对叶片分化的影响。每个处理各接种 5 瓶, 每瓶接种 5 个叶片。

1.2.4 叶片大小对组培苗叶片分化的影响

以再生的大叶石蝴蝶试管苗的叶片为材料, 分别选取宽度为 0.5 cm 左右以及宽度大于 1 cm 的叶片进行接种; 各接种 5 瓶, 每瓶接种 5 片叶片, 观察叶片大小对大叶石蝴蝶叶片分化的影响。

1.2.5 不定芽生根

以 1/2MS 为基本培养基, 并附加不同浓度的 NAA 或 IBA, 选取高度在 1 cm 以上的单芽进行生根, 培养基中均添加 0.2 g/L 的活性炭 (AC)。每种生长素分别设置 4 个浓度梯度 (0.3 mg/L、0.6 mg/L、0.9 mg/L、1.2 mg/L), 共 8 个处理。每个处理接种 8 瓶, 每瓶接种 6 株, 放入培养室中培养 50 d, 观察其生根率。

1.2.6 生根苗的炼苗移栽

将生根的大叶石蝴蝶生根瓶苗从培养室转至室内自然光下培养 10 d 左右,取出生根苗,洗净附着在组培苗根部的培养基,移栽至准备好的基质上(腐殖土:珍珠岩=5:1),温度 25℃ 左右,湿度 80% 左右。

1.2.7 数据处理

采用 IBM SPSS Statistics 22 进行数据单因素方差分析(ANOVA),采用 Duncan 检验进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 启动培养

将叶片接种培养 15 d 后,未发生污染,但部分叶片由于消毒后受伤害开始失绿;继续培养 30 d 后,大部分叶片变成褐色并死亡,但其余存活叶片则在伤口处形成白绿色芽点;连续培养 4 个月后,不定芽逐渐发育长大,部分叶片舒展(图 1)。获得不定芽的叶片作为离体快繁的再生材料,继续用于后续植株再生,从而实现材料的无限循环扩繁。

2.2 不同激素比对大叶石蝴蝶组培苗叶片分化的影响

获得的无菌苗,其叶片与野生植株的叶片在生理结构上存在较大差别,因此,无菌苗叶片再生对分化的培养基与启动培养时的培养基会存在一定的差别。因此,为了优化无菌苗叶片再生体系,需要进一步优化 6-BA 与 NAA 的配比组合。将叶片接种在不同分化培养基中,培养 21 d 后,叶片伤口处出现白绿色芽点,即无菌苗叶片直接分化出不定芽。随

着培养时间的延长,分化更加明显,培养至 50 d 时,可见大量的绿色不定芽产生(图 2)。不同处理组合对叶片的分化结果见表 1。



图 1 无菌苗的获得

Fig. 1 Obtainment of sterile seedling



图 2 大叶石蝴蝶无菌苗的叶片再分化

Fig. 2 Leaf differentiation of sterile seedling of *Petrocosmea grandifolia*

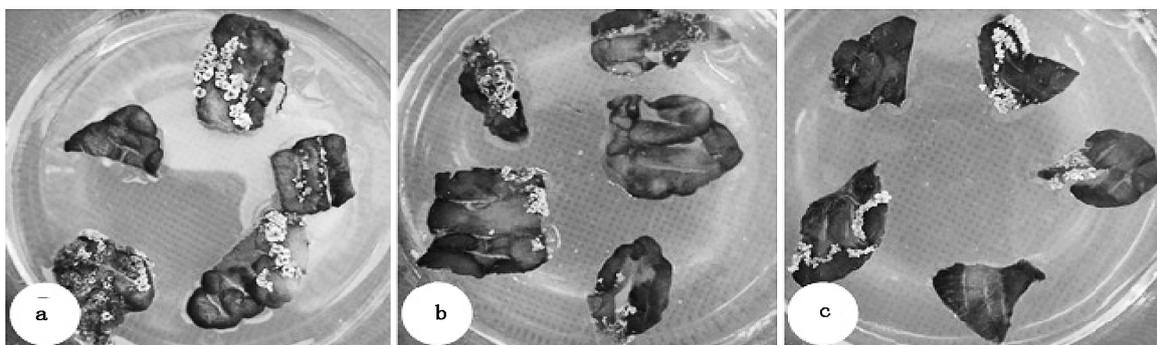
表 1 不同激素比对大叶石蝴蝶叶片分化的影响

Tab. 1 Effects of different hormone ratios on leaf differentiation of *Petrocosmea grandifolia*

处理	6-BA /(mg · L ⁻¹)	NAA /(mg · L ⁻¹)	分化率 /%	每个叶片上的有效芽数 /个	生长情况
A ₁	0.5	0.1	100.0	4b	长势好,分化完全,叶片较大
A ₂	1.0	0.1	100.0	6a	长势好,分化完全,叶片大
A ₃	1.5	0.1	96.7	3c	长势良,少部分未分化或刚开始分化,叶片中等
A ₄	2.0	0.1	100.0	1d	长势差,大多数未完全分化,叶片小
A ₅	0.5	0.5	93.3	2d	长势良,部分未完全分化,叶片小
A ₆	1.0	0.5	86.7	3c	长势良,少部分未完全分化,叶片中等
A ₇	1.5	0.5	73.3	3c	长势良,少部分未完全分化,叶片中等
A ₈	2.0	0.5	100.0	3c	长势较好,分化完全,叶片较大

注:表中同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

由表 1 可知,经过分化培养, A_1 、 A_2 、 A_4 、 A_8 叶片的分化率可达到 100%, 但 A_4 的长势差, 分化的植株不具备生根能力。此外, 对每个叶片的有效不定芽数进行分析比较, 其中处理 A_2 的数量显著高于其它处理, 为 6 个, 同时, 不定芽叶片舒展, 适合用于后续不定芽叶片再生的循环材料。综上所述, 最适合无菌苗叶片分化的培养基配方为: MS+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+5.0 g/L 琼脂。



a: 横切; b: 纵切; c: 斜切

图 3 切口方式对叶片分化的影响

Fig. 3 Effects of cutting methods on leaf differentiation

2.4 叶片朝向对大叶石蝴蝶叶片分化的影响

叶片远轴面朝下和近轴面朝下分化效果如图 4 所示。

由图 4 可以看出, 叶片远轴面朝下, 其分化效果明显要优于近轴面朝下。远轴面朝下的接种方式在培养 21 d 时出现绿色团状物, 40 d 时形成大量芽丛, 其分化率达 88%; 近轴面朝下的接种方式形成的芽丛极少, 其分化率为 60%。由此可见, 远轴面朝下更有利于叶片伤口处形成不定芽。

2.5 叶片大小对大叶石蝴蝶叶片分化的影响

接种 40 d 后, 宽度大于 1 cm 的幼嫩叶片分化效果优于宽度为 0.5 cm 左右的叶片 (图 5)。较大叶片的分化率为 88%, 较小叶片的分化率为 80%。说明叶片大小即叶片的发育程度会影响不定芽的分化效果。这可能是由于小的叶片来自顶部第一片或第二片, 过于幼嫩, 在培养过程中叶片易失绿, 导致不能分化, 而较大的叶片则呈半木质化, 对激素的适应能力更强, 更适于叶片的不定芽分化。综上所述, 宽度大于 1 cm 的叶片更利于植株再生。

2.6 不同生长素对大叶石蝴蝶组培苗生根的影响

将叶片分化得到的增殖苗, 切取丛生芽上的单芽, 选取高约 1 cm 的单芽作为生根苗接入生根培养

a: 远轴面朝下; b: 近轴面朝下

2.3 叶片切口方式对大叶石蝴蝶叶片分化的影响

横切、纵切、斜切的分化率分别为 84%、80%、72%, 可见横切的分化率更高, 可形成大量芽丛 (图 3); 斜切的分化率最低, 芽丛稀疏。横切伤口垂直于主脉, 每条伤口都经过主脉; 纵切平行于主脉, 部分伤口直接位于主脉; 斜切时, 部分伤口会经过主脉, 但大部分伤口较短, 未伤及主脉。综上所述, 叶片横切更有利于叶片伤口处形成不定芽。

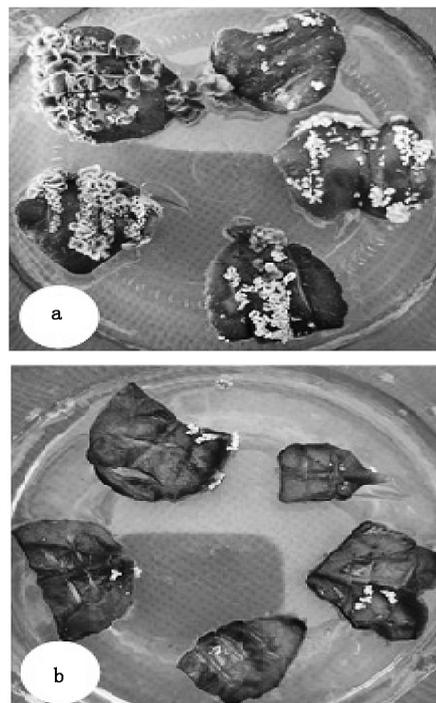


图 4 叶片朝向对大叶石蝴蝶叶片分化的影响

Fig. 4 Effects of leaf orientation on leaf differentiation of *Petrosimoes grandifolia*

a: 宽度大于 1 cm 的叶片; b: 宽度在 0.5 cm 左右的叶片

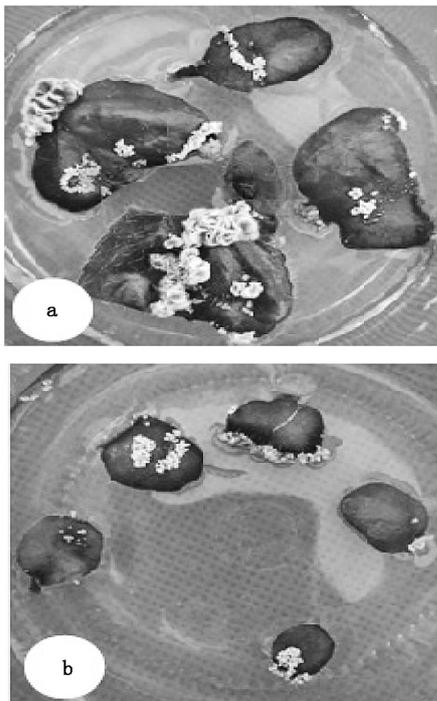


图5 叶片大小对叶片分化的影响

Fig. 5 Effects of leaf size on leaf differentiation of *Petrocosmea grandifolia*

基。20 d后根系开始生长,再经过30 d生根诱导后,可形成发达的根系(图6)。



图6 大叶石蝴蝶生根苗

Fig. 6 Rooting seedling of *Petrocosmea grandifolia*

由表2可知,8个处理的生根率均达到100%,但在添加了同浓度的NAA或IBA的培养基中,其形成的根系形态也会存在差别。观察其根系形态,在NAA的处理中,当NAA浓度为0.9 mg/L时根系生长状况最好,根系形态为主根粗壮,须根多且密,长度相近;在IBA的处理中,当IBA浓度为0.9 mg/L

表2 不同激素浓度对植株生根率的影响

Tab. 2 Effects of different hormone concentration on rooting rate

处理	NAA /(mg·L ⁻¹)	IBA /(mg·L ⁻¹)	生根率 /%	生长情况
B ₁	0.3	-	100	主根较细,须根少
B ₂	0.6	-	100	主根较细,须根较多
B ₃	0.9	-	100	主根粗壮,须根多
B ₄	1.2	-	100	主根粗壮,须根较多
B ₅	-	0.3	100	主根较长,须根少
B ₆	-	0.6	100	主根长,须根少
B ₇	-	0.9	100	主根长,须根多
B ₈	-	1.2	100	主根较长,须根较多

时根系生长状况最好,根系须根数量较少,根长较长,长度差异较大。综合根系粗细、根系数量综合分析认为1/2 MS+0.9 mg/L NAA+15 g/L 白砂糖+6.0 g/L 琼脂+0.2 g/L AC为最优的生根配方。

2.7 大叶石蝴蝶试管苗的移栽炼苗

移栽使用的土壤为腐植土,共移栽30株,移栽基质为腐殖土:珍珠岩=5:1。移栽完成后进行保湿处理,1个月后组培苗即可成活(图7)。在顶芽处可形成新的叶片,再经过一段时间的细心管护,待根系完全与土壤结合后则可完全适应外界环境。



图7 大叶石蝴蝶炼苗移栽(50 d)

Fig. 7 Transplanting and acclimatization of *Petrocosmea grandifolia* seedling

3 结论与讨论

外植体消毒是植物组织培养中的首要环节,直接影响无菌体系能否成功建立^[6]。在外植体的消毒过程中可用的消毒剂种类较多,但以升汞的消毒效果最佳^[7]。外植体消毒过程中,在材料较多的情况下通常会开展不同消毒剂种类、消毒时间、消毒剂组

合的筛选试验,以期筛选出最佳的消毒方法^[8-10]。但是在外植体数量有限的情况下,则只能通过少量的材料去建立无菌体系。为确保消毒效果,则多会选用升汞进行消毒。本试验过程中,由于收集到的野生大叶石蝴蝶数量较少,因而未能开展外植体的消毒方法比较。此外,在外植体选择中,顶芽或茎段是最为理想的材料,但大叶石蝴蝶的顶芽或茎段不明显,故以叶片为外植体作为启动材料。而在仅添加了 0.5 mg/L 6-BA、0.1 mg/L NAA 的 MS 培养基中则能分化出不定芽,表明大叶石蝴蝶的叶片再生能力较强。

在成功获得无菌材料后,只有让获得的材料呈几何指数增长,才能真正地实现植物的离体快繁。而离体快繁的途径常涉及侧芽增殖途径、不定芽增殖途径、体细胞胚增殖途径等^[11]。其中在不定芽增殖中,不定芽可经外植体直接形成不定芽,也可经过分化形成愈伤组织后再分化出不定芽。而叶片在伤口处直接形成不定芽,其效率要优于通过愈伤组织间接再生不定芽的方式^[12]。大叶石蝴蝶在叶片伤口处未见明显的愈伤组织,而是直接形成了芽点,属于不定芽直接发生型。离体叶片的这种直接形成不定芽的方式,一般认为属于多起源,认为其分生组织起源于切口附近与维管束相邻的上表皮细胞、维管组织薄壁细胞及周围薄壁细胞,通过细胞分裂和分化最终形成分生细胞团,从而直接形成芽^[13],而在此过程中,激素充当着重要角色,合理的激素配比是确保叶片分化的关键^[14-15]。大叶石蝴蝶同大多数苦苣苔科植物一样,NAA 和 6-BA 对其分化起决定性作用,添加 6-BA 的同时配合 NAA 使用,并使其达到合适的比例,才能达到较为理想的分化效果。

此外,在试验过程中发现,叶片过于幼嫩以及切口方式和叶片朝向均会对大叶石蝴蝶组培苗的叶片再生产生影响。过于幼嫩的无菌苗叶片在培养过程中易褐化、死亡,而相对成熟的叶片适应性强,且处于代谢旺盛时期,再生率较高^[16]。而叶片接种前垂直于主脉横切更有利于伤口处形成不定芽或愈伤,这与灰枣树、杨树叶片再生研究结果较为一致^[17-18]。而叶片的放置式,以远轴面接触培养基更利于愈伤组织诱导和不定芽分化。这与红掌、梨、蓝浆果等植物的叶片再生研究结果一致^[19-21]。

在组培生根阶段,添加一定浓度的生长素有助于试管苗的生根^[22]。不同种类及浓度的生长素对试管苗的生根效果会存在一定的差异^[23-24]。在大叶石蝴蝶的生根过程中,NAA 能够促进须根的生

长,IBA 能促进主根的伸长。NAA 与 IBA 相比,更能显著促进根系的增粗生长^[25]。在卷荚相思的组培苗生根过程中,IBA 的生根效果要显著优于 NAA 或 ABT1,且单株生根苗的根系数量最多^[26]。而在龙脑樟的组培苗生根时,IBA 与 IAA 组合生根效果要显著优于单一激素的生根效果^[27]。因此,在生根过程中要根据生根率及根系形态来选用合适的激素类型及配比。总的来讲,大叶石蝴蝶对于添加 NAA 或 IBA 均能达到理想的生根效果,特别是在 NAA 的诱导下形成的发达根系有利于移栽炼苗。因此,在移栽过程中采用常见的腐质土,注意控制好温湿度,即可获得大叶石蝴蝶移栽成活。

综上所述,叶片消毒后接种在 MS+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+5.0 g/L 琼脂的培养基上可获得无菌苗;无菌苗叶片横切后以远轴面朝下接种在 MS+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+5.0 g/L 琼脂的培养基中即可再分化;生根则选用 1/2MS+0.9 mg/L NAA+15 g/L 白砂糖+6.0 g/L 琼脂+0.2 g/L AC 培养基;移栽选用基质为腐殖土:珍珠岩=5:1。大叶石蝴蝶的植株再生体系的建立为今后大叶石蝴蝶的繁育和产业化开发提供了重要的技术支撑。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志:第 69 卷 [M]. 北京:科学出版社,1990:320.
- [2] 韩孟奇. 中国石蝴蝶属(苦苣苔科)的分类学研究[D]. 南宁:广西师范大学,2018.
- [3] 唐军荣,辛培尧,何承忠,等. 植物组培快繁实例[M]. 北京:化学工业出版社,2017:4-5.
- [4] 将景龙,孙旺,胡选萍,等. 珍稀濒危植物秦岭石蝴蝶的繁育研究现状[J]. 分子植物育种,2019,17(9):3024-3029.
- [5] 王一诺,李翠,肖冬,等. 中华石蝴蝶组织培养及试管开花诱导[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):98-100.
- [6] 陈丽闽,毛碧增. 影响无菌苗体系建立因素的研究进展[J]. 浙江农业科学,2011(3):483-487.
- [7] 王蒂. 植物组织培养[M]. 北京:中国农业出版社,2004:28-30.
- [8] 王子成,李忠爱,邓秀新. 柑橘成年态茎段外植体消毒方法研究[J]. 河南大学学报(自然科学版),2005(2):57-60.
- [9] 段维兴,江翠平,盘丰平,等. 水果型番木瓜外植体灭菌方法研究[J]. 广西农业科学,2009,40(6):621-624.

(下转第 60 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.006

阿丁枫人工林生长规律与林下植被多样性探究

龙敏¹, 钟连香², 吴敏¹, 田湘¹, 秦武明²

(1. 广西南宁树木园, 广西 南宁 530031; 2. 广西大学林学院, 广西 南宁 530000)

摘要: 采用林分调查和树干解析法, 研究广西阿丁枫人工林生长规律及林木生长与林下植被多样性的关系。结果表明: 30 a 生阿丁枫人工林胸径、树高以及材积生长量分别为 30.1 cm、24.5 m、0.611 74 m³, 6~26 a 为胸径和树高的快速生长期, 材积的连年生长曲线与平均生长曲线在接近 30 a 时相交, 初步判定阿丁枫材积数量成熟期为 30 a; 胸径、树高、材积与树龄的拟合模型相关系数均达到 0.99 以上, 胸径最优回归模型为理查德模型, 树高最优模型为苏马克模型, 材积最优模型是坎派兹方程。林下植被共 48 种, 灌木层物种丰富度优于草本层。灰色关联度显示: Margalef 丰富度指数、Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数和 Shannon-Wiener 指数与胸径、树高、单株材积的关联度变化规律一致, Margalef 丰富度指数、Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数均与树高的关联度最大, Shannon-Wiener 指数与单株材积的关联度最大。

关键词: 阿丁枫人工林; 生长规律; 最优模型; 植物多样性

中图分类号: S758.52; S718; S687 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)04-0029-06

引文格式: 龙敏, 钟连香, 吴敏, 等. 阿丁枫人工林生长规律与林下植被多样性探究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 29-33, 40. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.006

LONG Min, ZHONG Lianxiang, WU Min, et al. Growth Rule and Undergrowth Vegetation Diversity of *Altingia chinensis* Plantation[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 29-33, 40. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.006

Growth Rule and Undergrowth Vegetation Diversity of *Altingia chinensis* Plantation

LONG Min¹, ZHONG Lianxiang², WU Min¹, TIAN Xiang¹, QIN Wuming²

(1. Nanning Arboretum of Guangxi, Nanning 530031, China;

2. College of Forestry, Guangxi University, Nanning 530000, China)

Abstract: The growth rule and undergrowth vegetation diversity of the *Altingia chinensis* plantation in Guangxi was analyzed by means of stand investigation and standard tree trunk analysis. The results showed that the DBH, tree height and volume growth of 30-year-old *Altingia chinensis* plantation were 30.1 cm, 24.5 m and 0.611 74 m³, respectively. 6~26 a was the rapid growth period of DBH and tree height, and the successive growth curve of volume intersected with the average growth curve nearly 30 a, so it was preliminarily determined that the volume of *Altingia chinensis* was mature for 30 a. The correlation coefficients of growth model fitting were 0.99 above. The optimal growth models for DBH, height

收稿日期: 2020-02-25.

基金项目: 广西林业厅科技项目(桂科字 2009 第 22 号).

第一作者: 龙敏(1980-), 女, 广西蒙山人, 硕士研究生, 工程师. 研究方向为木本花卉繁育. Email: 542998384@qq.com

责任作者: 田湘(1973-), 男, 硕士研究生, 高级工程师. 主要研究方向为森林生态学. Email: 1412250937@qq.com

and volume were Richards equation, Schumacher equation and Gompertz equation, respectively. There were 48 species of undergrowth vegetation, and the species in shrub layer was better than that in shrub layer. The grey correlation degree showed that the four indexes had the same change rule of the correlation degree, among which Margalef richness index, Simpson dominance index and Pielou evenness index all had the greatest correlation degree with tree height, while Shannon-Wiener index had the greatest correlation degree with individual volume.

Key words: *Altingia chinensis* plantation; growth rule; optimal model; plant diversity

阿丁枫(*Altingia chinensis*)为金缕梅科蕈树属常绿乔木,是我国南方地区优良的乡土阔叶树种。相较于其它阔叶树种,阿丁枫不仅是优良的用材和园林绿化树种,还是培养香菇的最好木材之一,其树脂可供药用和定香用^[1]。同时,阿丁枫具有良好的耐酸雨能力,自然酸雨对阿丁枫的生长有促进作用^[2]。分析阿丁枫人工林生长规律和林下植被多样性,有利于该树种的科学经营和可持续发展。学者对阿丁枫树种进行研究发现,其种子萌发能力强^[3],且幼苗生长高峰期为8—9月上旬,期间应加强水肥管理以促进苗木的生长^[4]。冯巧娟等^[5]研究发现阿丁枫枯落叶浸提液会抑制宽叶雀稗(*Paspalum wettsteinii*)幼苗的生长。林下植被是森林生态系统的重要组成部分,林下灌木层和草本层在维持森林生态系统营养元素的积累与循环、维护林地地力、维持生物多样性以及改善林分结构等方面都具有重要的作用,林下灌木层和草本层的减少会改变林下土壤微生物的结构并显著减缓凋落物的分解,影响林分的养分循环和土壤碳排放^[6],制约林木的生长,同时能够直接影响人工林的经济效益和生态效益^[7-8]。林分结构和物种多样性是森林恢复状态和演替进程的主要表现形式,是研究恢复生态学 and 森林经营学的重要基础^[9],也是衡量森林群落功能复杂性和稳定性的重要指标^[10-11]。大量研究发现,综合抚育经营、目标树经营等经营模式,对森林群落结构和生物多样性有显著影响^[12-13],同时林木的胸高断面面积亦对林下植被的物种组成产生显著影响^[14]。近年来,国内外学者对阿丁枫的研究主要集中在种子萌发、幼苗生长等方面,而针对阿丁枫人工林生长规律、林下植被多样性以及林木生长与植被多样性之间关系的研究鲜有报道。同时,随着我国营造的人工纯林逐渐增多,导致的土壤肥力下降、物种多样性减少以及人工林生产力低下等问题,制约着阿丁枫人工林的发展。要实现森林质量精准提升,必须加强森林的经营管理,而研究掌握阿丁枫人工林生长规律和林下植被多样性的关系是开展森林

经营的前提。针对阿丁枫人工林的营林现状以及树种的潜在价值,开展阿丁枫人工林生长规律和林下植被多样性的研究,提出科学有效的营林措施,有利于实现阿丁枫人工林的可持续经营。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验样地位于广西南宁树木园,北回归线以南,地理坐标为22°40'N,108°21'E;属南亚热带季风气候,气候温暖湿润,年均温12.4℃,年均降水量1340mm。试验地以赤红壤为主,乔木层优势树种为阿丁枫,林下植物包括米老排、粗叶榕、五节芒、竹叶草等。

1.2 标准地设置与调查

于2018年8月在阿丁枫人工林内设置3块标准地(20m×20m)开展林分每木调查,测量树高、胸径、枝下高和冠幅等指标;在每个样方内分别设置4个5m×5m和5个1m×1m的小样方进行林下灌木和草本调查,记录植被的种名、株丛数、平均高以及盖度等指标。

1.3 植物多样性指数的计算

根据林分调查数据,计算林下灌木层和草本层的重要值,采用Margalef丰富度指数(d_M)、Shannon-Wiener指数(H)、Pielou均匀度指数(J)、Simpson优势度指数(D)分析群落中灌木层和草本层的物种多样性,各指数计算公式如下:

物种的相对多度模型(Simpson指数):

$$S_i = 1 - \sum_{i=2}^s P_i^2 \quad (1)$$

多样性指数(Shannon-Wiener指数):

$$SH = \sum_{i=2}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

物种Pielou的均匀度指数(J_{sw} 指数):

$$J_{sw} = SH / \ln S \quad (3)$$

Margalef丰富度指数 d_M : $d_M = (s-1) / \ln N$ (4)

式中: N 是样方内的物种总数; P_i 表示样地内某物

种 i 的相对重要值; S 为物种数目。

1.4 解析木测定与生长模型的拟合

根据每木调查结果,每个标准地选出 3 株能代表林分生长水平的平均木作为伐倒木,共计 9 株。在标准木上标明南北向和胸径的位置,将标准木机械伐倒后在整株树干上标明北向,分别在 0 m(记为 0 号圆盘)、1.3 m(1 号圆盘)以及 3.6 m(2 号圆盘)处截取圆盘,3.6 m 后按照 2 m 一个区分段截取圆盘直至梢顶。将圆盘工作面刨光,判定圆盘的年轮,以 2 a 为一个龄阶划分测量圆盘各龄阶的东西和南北直径。根据绘制的树高曲线推算各龄阶树高,并利用区分段法求算各龄阶去皮材积。选择较为常用的经验模型将解析木的树高、胸径和材积分别同林分树龄建立回归方程并进行拟合。主要采用逻辑斯蒂模型(Logistic)、苏马克模型(Schumacher)、威布尔模型、坎派兹模型(Compertz)、二次曲线模型及理查德模型(Richards)这 6 种常用的经验模型,经验方程如下:

$$\text{Logistic: } Y = \frac{A}{1 + e^{B+CT}} \quad (5)$$

$$\text{二次曲线模型: } Y = A + BT + CT^2 \quad (6)$$

$$\text{理查德模型: } Y = A(1 - e^{-BT})^C \quad (7)$$

$$\text{Korf: } Y = Ae^{-BT^c} \quad (8)$$

$$\text{苏马克模型: } Y = Ae^{\frac{-B}{T+C}} \quad (9)$$

$$\text{坎派兹模型: } Y = Ae^{-Be^{-CT}} \quad (10)$$

以上模型中, Y 分别为树高、胸径、材积, T 为林龄, A 、 B 、 C 为随机参数。

2 结论与讨论

2.1 林下植被组成与多样性指数

调查发现,阿丁枫人工林林下植被丰富,调查样地中共发现 48 个物种,其中灌木层 30 种,草本层 18 种,灌木层物种为草本层的 1.7 倍。草本层植物包括 10 科 14 属 18 种,主要有禾本科、乌毛蕨科、铁线蕨科以及星蕨科等,优势种为五节芒、华南毛蕨、半边旗、竹叶草、铁芒箕等。灌木层植物包括 15 科 19 属 30 种,主要有大戟科、金缕梅科、樟科等,优势种为阿丁枫、野漆、三叉苦、米老排、粗叶榕等。阿丁枫人工林林下草本层的丰富度(dM)、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数分别为 2.01、0.84、2.04、0.89;灌木层的丰富度(dM)、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数分别为 2.86、0.78、2.59、0.98。从阿丁枫人工

林林下植被的丰富度(dM)、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数看,林下物种多样性表现良好,物种数量较多,优势物种一般,各物种间的数量分布也较均匀(表 1)。

表 1 林下植被组成与多样性指数

Tab. 1 Composition and diversity index of undergrowth vegetation

调查区域	科	属	种	Simpson	Shannon-Wiener	Pielou	dM
灌木层	15	19	30	0.78	2.59	0.98	2.86
草本层	10	14	18	0.84	2.04	0.89	2.01

2.2 林木生长规律

2.2.1 胸径生长规律

30 a 生阿丁枫人工林平均胸径为 30.1 cm,且胸径生长量随树龄的增加呈上升趋势。6~26 a 为胸径生长快速期,年平均生长量从 0.92 cm(6 a)上升到峰值 0.98 cm(26 a),26 a 后胸径年平均生长量有所下降,30 a 时,胸径平均生长量为 0.95 cm。胸径连年生长量随树龄的增加变化幅度较大,在 30 a 生长周期中,分别在第 8 年、第 12 年和第 22 年达到峰值 1.15 cm,22 a 后胸径连年生长量呈下降趋势,30 a 时连年生长量为 0.75 cm,比峰值降低 34.8% (图 1)。

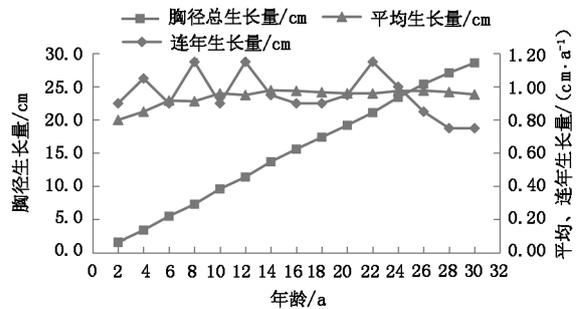


图 1 阿丁枫胸径生长曲线

Fig. 1 DBH growth curve of *Altingia chinensis*

2.2.2 树高生长规律

阿丁枫的树高生长随树龄的增加逐年增加,30 a 生的阿丁枫平均树高达 24.5 m,年均生长量为 0.78 m。树高平均生长量随树龄的增长而增加,6~26 a 平均生长量保持在 0.8 m 以上,生长快速;生长高峰期在第 8 年,达到 0.91 m,而后随树龄的增长

有所下降,到第 30 年树高年平均生长量为 0.78 m。树高连年生长量随树龄的增加上下波动,在 30 a 的生长周期中,出现 3 个波峰,分别为第 4 年的 1.75 m,第 16 年的 1.25 m 和第 24 年的 1.00 m;至第 30 年,树高连年生长量为 0.60 m,相比峰值(1.75 m)减少 65.7%(图 2)。

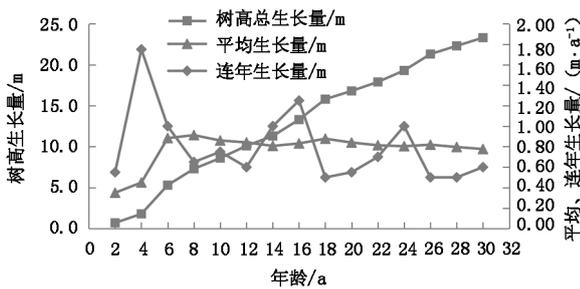


图 2 阿丁枫树高生长曲线

Fig. 2 Height growth curve of *Altingia chinensis*

2.2.3 材积生长规律

阿丁枫人工林材积生长随树龄的增加而增加,至 30 a 时去皮材积达到 0.611 74 m³。材积年均生长量随树龄的增长而缓慢增加,第 30 年时达 0.019 16 m³。1~24 a 材积连年生长量随树龄增长而增加,在第 24 年时达到峰值 0.040 44 m³,而后呈现下降趋势,至第 30 年时连年生长量为 0.018 42 m³;在接近第 30 年时材积平均生长量和连年生长量相交,而后平均生长量大于连年生长量,表明阿丁枫的数量成熟年龄接近 30 a,在 30 a 时可对阿丁枫进行采伐(图 3)。

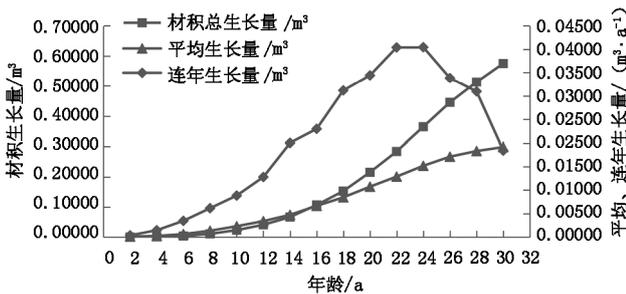


图 3 阿丁枫材积生长曲线

Fig. 3 Volume growth curve of *Altingia chinensis*

2.2.4 生长模型拟合

以 2 a 为一个龄级,建立树龄与胸径、树高以及单株材积的回归方程。由表 2 可知,胸径、树高、材积 3 个测树因子与树龄间的拟合模型相关指数均达

到 0.99 以上,胸径-树龄最优回归模型为理查德模型,拟合精度 R² 为 0.999 7;树高-林龄的最优模型为苏马克模型,拟合精度 R² 为 0.994 3;单株材积的最优模型是坎派兹方程,拟合相关系数 R² 达到 0.999 6。总体来说,拟合模型的效果较为理想,能够很好地反映林木的生长规律(表 2)。

表 2 胸径、树高和材积的最优生长模型

Tab. 2 Optimal growth model of DBH, tree height and volume

因子	模型	回归方程	残差平方和	R ²
胸径/cm	理查德模型	$H = 109.9541 / ((1 - 1.0010 * \text{EXP}(-0.012123 * T))^{(1/0.888136)})$	10592.42	0.9997
树高/m	苏马克模型	$D = 52.4099 * \text{EXP}(-29.3025 / (T + 5.882))$	1037.52	0.9943
材积/m ³	坎派兹模型	$V = 0.547802 * \text{EXP}(-10.3740 / \text{EXP}(-0.093165T))$	13867.11	0.9996

2.3 林下植被多样性与林木生长的关系

林分内各因子之间存在一定的相互关系,对阿丁枫胸径、树高、材积积累与林下植被多样性指数进行灰色关联度分析,结果显示:灌木层和草本层 Margalef 丰富度指数、Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数和 Shannon-Wiener 指数与胸径、树高、单株材积的关联度变化规律一致, Margalef 丰富度指数、Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数均与树高的关联度最大,其中灌木层 Margalef 丰富度指数与树高的关联度达到最大值 0.853 0,而 Shannon-Wiener 指数与单株材积的关联度最大; Margalef 丰富度指数和 Pielou 均匀度指数与单株材积的关联度最低,草本层中 Margalef 丰富度指数与单株材积的关联度达最低值,为 0.486 8; Shannon-Wiener 指数和 Simpson 优势度指数与胸径的关联度最低(表 3)。

3 讨论

阿丁枫人工林胸径、树高、材积生长量均随树龄的增加而不断攀升,30 a 营林周期胸径、树高、材积生长量分别为 28.6 cm、23.3 m、0.611 74 m³,其生长量高于广西地区 33 a 生广东琼楠和 31 a 生火力楠的生长量^[15-16];同时,胸径和材积生长均高于 30 a 生铁坚油杉的胸径(14.4 cm)和材积(0.479 90 m³)

表3 林下植被多样性与林木生长灰色关联分析

Tab. 3 Grey correlation analysis of undergrowth vegetation diversity and tree growth

植被层	指数类型	关联系数及关联序
灌木层	丰富度指数	树高(0.8530) > 胸径(0.8385) > 材积(0.7512)
	多样性指数	材积(0.8364) > 树高(0.7521) > 胸径(0.6927)
	优势度指数	树高(0.5499) > 材积(0.5476) > 胸径(0.5039)
	均匀度指数	树高(0.7607) > 胸径(0.7260) > 材积(0.6984)
草本层	丰富度指数	树高(0.5258) > 胸径(0.4882) > 材积(0.4868)
	多样性指数	材积(0.6483) > 树高(0.6246) > 胸径(0.5616)
	优势度指数	树高(0.5626) > 材积(0.5580) > 胸径(0.5050)
	均匀度指数	树高(0.5841) > 胸径(0.5712) > 材积(0.4965)

生长量^[17],说明阿丁枫树种具有很大的生产潜力。吕曼芳等^[18]研究发现,顶果木人工林在30 a时胸径、树高以及材积生长达到31.28 cm、25.18 m和0.9875 m³,均高于阿丁枫胸径、树高和材积的生长,可见,对阿丁枫进行科学栽培和速生改良才能使其在人工林培育中获得更大的竞争力。阿丁枫林分前期胸径和树高生长较缓慢,平均生长量整体较为平稳,6~26 a为胸径和树高生长的速生期,应加强水肥管理和适当的间伐,以促进林木的快速生长;26 a后胸径和树高生长速率开始下降,主要是因为林木生长周期种内竞争增加,林木对水肥、光照的利用效率不一致,林木生长存在差异,随着树龄的增加,林木间的分化加剧,所以适当的抚育间伐可以为保留木提供更多的资源以促进其生长。阿丁枫材积的连年生长曲线与平均生长曲线在接近30 a时相交,初步判定阿丁枫材积数量成熟期为30 a,采伐周期相对较长,对阿丁枫用材林进行速生改良是今后人工林研究的主要方向之一。林木的生长和林下植被多样性是相互影响的^[19-20],林分密度、郁闭度、树冠覆盖度等以及林木树高、胸径的生长都对林下植物多样性也存在一定的影响,林下灌木层和草本层通过对林下土壤养分循环以及土壤碳的释放产生影响,进而影响林木对养分的吸收效率,最终影响林木的生长,同时,林分的结构亦对林下植被多样性产生影响。有研究报道阿丁枫枯落叶浸提液会抑制宽叶雀稗幼苗的生长^[5],在本研究中,阿丁枫人工林林下植被种类较为丰富,枯落叶对林下植被生长是否

产生化感效应值得进一步探究。Margalef指数、Simpson指数、Pielou指数、Shannon-Wiener指数均与胸径、树高以及材积生长有密切关联,主要是因为林木的快速生长引起林分的灌层结构、光照条件的改变,进而引起林下植被多样性的改变。

4 结论

本试验结果表明,阿丁枫人工林生长快速期为6~26 a,30 a时胸径、树高、材积生长量分别达到28.6 cm、23.3 m、0.611 74 m³,生长快速;材积生长优势明显,30 a时达到数量成熟,可进行采伐;同时胸径、树高和材积与树龄的拟合模型相关,指数均高于0.99,可用于实际生产中。阿丁枫人工林结构单一,通过科学的营林措施有利于改善林分结构、有效增加林分生物多样性;另外,林下植被与林木生长存在密切的联系,关联度均达到0.48以上。但阿丁枫树种在栽培过程中仍缺乏竞争力,在人工林培育中应注重良种的选育以及在快速生长期加大水肥管理,以促进林木的快速生长,实现经济和生态效益的最大化。

参考文献:

- [1] 陈绍栓,陈彬,陈淑容. 马尾松林冠下套种不同阔叶树后林分防火效能比较研究[J]. 林业资源管理, 2019(4):137-142.
- [2] 刘昊. 模拟酸雨对12种常绿阔叶树幼苗叶绿素荧光特性的影响[D]. 杭州:浙江林学院, 2008.
- [3] 王满莲,文香英,韦霄,等. 温度对3种金缕梅科植物种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2016, 35(10):79-83.
- [4] 龙双畏,刘济祥,郑伟. 优良园林绿化树种阿丁枫育苗技术研究[J]. 北方园艺, 2009(5):199-201.
- [5] 冯巧娟,李芳华,彭华贵,等. 4种树叶对宽叶雀稗种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2019, 38(10):41-46.
- [6] WU J, LIU Z, WANG X, et al. Effects of understory removal and tree girdling on soil microbial community composition and litter decomposition in two Eucalyptus plantations in South China[J]. Functional Ecology, 2011, 25(4):921-931.
- [7] 马履一,李春义,王希群,等. 不同强度间伐对北京山区油松生长及其林下植物多样性的影响[J]. 林业科学, 2007(5):1-9.
- [8] 段劫,马履一,贾黎明,等. 抚育间伐对侧柏人工林及林下植被生长的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(6):1431-1441.

(下转第40页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.007

泰山风景区闪电特征及林区雷击火灾风险分析

陈乐奇¹,徐鑫²,邬铭法¹,刘向科¹,邓猛¹

(1.山东省气象灾害防御技术中心,山东 济南 250031; 2.泰安市泰山风景名胜管理委员会,山东 泰安 271000)

摘要:采用2007—2018年山东省闪电定位系统监测数据,分析泰山风景区地闪密度、地闪强度、地闪年、月、日变化特征及其林区雷击火灾风险高值区域。研究表明:泰山风景区年均地闪密度为1.82次/(km²·a),桃花源景区以东、南天门以北区域属于地闪密度极值区;地闪活动季节性分布特征明显,8月最频繁,4月正闪占比最高,日变化特征为高峰时段14:00—17:00和19:00—21:00;地闪平均电流强度为11.91 kA,最大地闪强度出现在中天门附近,电流强度达-116.834 kA;南天门、桃花峪、桃花源、天烛峰、巴山林区所在区域雷击火灾风险较高。

关键词:闪电特征;地闪密度;地闪活动变化;电流强度;雷击火灾风险;泰山风景区

中图分类号:S762.31;S761.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0034-07

引文格式:陈乐奇,徐鑫,邬铭法,等.泰山风景区闪电特征及林区雷击火灾风险分析[J].林业调查规划,2020,45(4):34-40. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.007

CHEN Leqi, XU Xin, WU Mingfa, et al. Lightning Characteristics and Forest Fire Risk Caused by Lightning in Mount Tai Scenic Area[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 34-40. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.007

Lightning Characteristics and Forest Fire Risk Caused by Lightning in Mount Tai Scenic Area

CHEN Leqi¹, XU Xin², WU Mingfa¹, LIU Xiangke¹, DENG Meng¹

(1. Shandong Meteorological Disaster Prevention Technology Center, Ji'nan 250031, China;
2. Mount Tai Scenic Area Management Committee, Tai'an, Shandong 271000, China)

Abstract: Based on the monitoring data of lightning positioning system in Shandong Province from 2007 to 2018, this paper analyzed the characteristics of the density, intensity, annual, monthly and daily variation of cloud-to-ground lightning and the high risk area of lightning fire in Mount Tai Scenic Area. The results showed that the annual average density of cloud-to-ground lightning was 1.82 times/(km²·a), and the east of Taohuayuan Scenic Spot and the north of Nantianmen belonged to the extreme areas of lightning density. The seasonal distribution characteristics of lightning activity were obvious, the most frequent in August, the highest proportion of positive lightning in April, and the peak periods of daily lightning activity were 14:00—17:00 and 19:00—21:00. The average current intensity of cloud-to-ground lightning was 11.91 kA, the maximum lightning intensity reached -116.834 kA near Zhongtianmen. The risk of lightning fire in the forest areas of Nantianmen, Taohuayu, Taohuayuan, Tianzhufeng and Bashan was higher.

收稿日期:2019-12-19.

第一作者:陈乐奇(1980-),男,山东济南人,工程师.主要从事防雷减灾技术服务工作. Email:chenleqi1@163.com

责任作者:邬铭法(1979-),男,硕士,高级工程师.主要从事雷电资料分析及雷电产品研发工作. Email:1305765288@qq.com

Key words: lightning characteristics; lightning density; change of cloud-to-ground lightning; current intensity; lightning fire risk; Mount Tai Scenic Area

泰山是世界文化与自然双重遗产、世界地质公园、全国重点文物保护单位、国家重点风景名胜区和国家5A级景区为一体的世界著名旅游风景区。特殊的地势地貌造就了复杂多变的气候特征。尤其是雷击引发林区火灾、古建筑损坏、人员伤亡等灾害,对雷电的监测预警工作受到地方政府的极大重视。2002年7月,内蒙古大兴安岭北部原始林区发生特大雷击火,森林受灾面积超过1万 hm^2 ^[1];2019年3月30日,四川省凉山州木里县境内因雷击引发森林火灾,造成重大人员伤亡^[2]。作为国家重要自然资源的森林及其景区,泰山起到维持和改善生态环境的作用,对开展森林旅游业和科学考察、教学、研究具有重要意义^[3]。一旦发生火灾,将严重威胁人民生命财产安全,因此开展泰山风景区的闪电特征研究和林区的雷击火灾风险分析尤显迫切,以期提高泰山雷电灾害的预报预警能力,为有效开展防雷避雷及地方政府部门决策提供技术依据^[4]。

泰安市泰山风景区位于山东省中部,坐标为 $116^{\circ}58' \sim 117^{\circ}10'E$, $36^{\circ}12' \sim 36^{\circ}22'N$ 。地处暖温带大陆性季风气候区,属亚高山型湿润气候,其气候特征受地理地形、山脉体量、海拔高度、植被覆盖等自然条件影响^[5],易产生强对流天气和雷暴活动。其林区植物以暖温带落叶阔叶林为主,年均温 6.0°C ,年均降水量 $1\,031.3\text{ mm}$ ^[6],年均雷暴日 31.3 d ^[7],属多雷区。

1 数据资料与处理方法

1.1 数据来源

采用2007—2018年山东省闪电定位系统监测的12年数据,一定程度上反映了泰山风景区的雷暴频繁程度和雷暴强度。

山东省地闪定位系统^[8]于2006年6月布设完成,采用LD-II型闪电定位系统,由13个探测站点组成。资料包括地闪发生时间、经纬度、正负极性、峰值强度、雷电流上升陡度等参数。该系统定向精度为 1° ,时钟同步精度可达到 $10 \sim 7\text{ s}$,山东省内大部分地区地闪探测效率理论值为95%,定位精度可达300 m。

山东省闪电定位系统监测数据均为地闪,且对泰山风景区造成影响的主要是地闪,故本报告分析

数据均为地闪数据,未包含云闪。

1.2 处理方法

本文根据闪电定位数据资料,运用ArcGIS地理信息系统中的ArcMap组件,绘制地闪密度分布图、落雷区分布图等;利用视图工具中的创建图生成地闪活动的年、月、日变化图。对数据综合采用了回归分析、数理统计等方法进行分析统计。

2 数据分析与结果

2.1 地闪密度空间分布特征

根据数据统计分析,泰山景区($117^{\circ} \sim 117.2^{\circ}\text{E}$, $36.2^{\circ} \sim 36.36^{\circ}\text{N}$,下同)累计发生地闪6 899次,其中正地闪182次,负地闪6 717次,年均落雷次数为575次,平均地闪电流强度为11.91 kA。泰山景区年均地闪密度为1.82次/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,高出泰安市年均地闪密度1.39次/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的30.9%,高出全省年均地闪密度1.27次/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的43.3%(图1)。

与周边地区相比,泰山景区地闪密度明显偏高,其主要原因是山东省地处东亚季风区,属暖温带季风气候类型,夏季风携带丰沛的水汽北上,受到泰山山脉地形抬升作用,使得气流和水汽辐合上升,有利于雷暴云的形成。雷暴云中的电场是云粒子之间与降水粒子碰撞的结果,强烈的上升运动有利于粒子间的碰撞,从而进一步加强云中电场,导致泰山景区地闪密度明显偏高。

泰山景区地闪密度较高的区域主要位于桃花峪西侧、玉泉寺景区西侧,桃花源景区以东、南天门以北,其中桃花源景区以东、南天门以北区域地闪密度最高。

利用GIS技术对泰山景区地形和地闪密度进行综合对比分析,对地闪密度 $3.2\text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上区域进行填色处理分析。结果显示:闪电密度高值区与海拔高度呈正相关;闪电密度高值区基本位于海拔较高的区域附近;闪电密度的高低与海拔、地形有一定关系,总体上呈现闪电密度随海拔增高而逐渐增强特点(图2)。

2.2 闪电密度高值区及重点区域分析

泰山景区地闪密度高值区主要集中在泰山主峰及主峰偏东区域。根据景区情况对该区域进行重点分析,按照 $0.001^{\circ} \times 0.001^{\circ}$ 网格进一步细分,发现闪

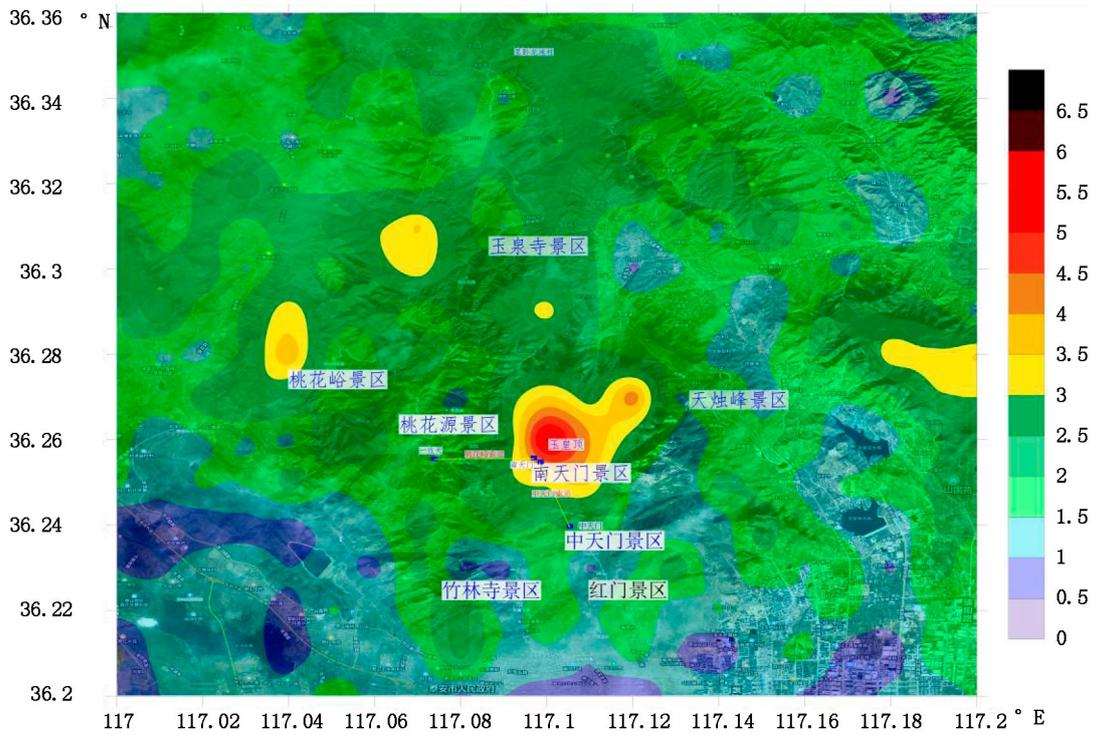


图 1 泰山景区平均地闪密度分布

Fig. 1 Average density distribution of cloud-to-ground lightning in Mount Tai Scenic Area

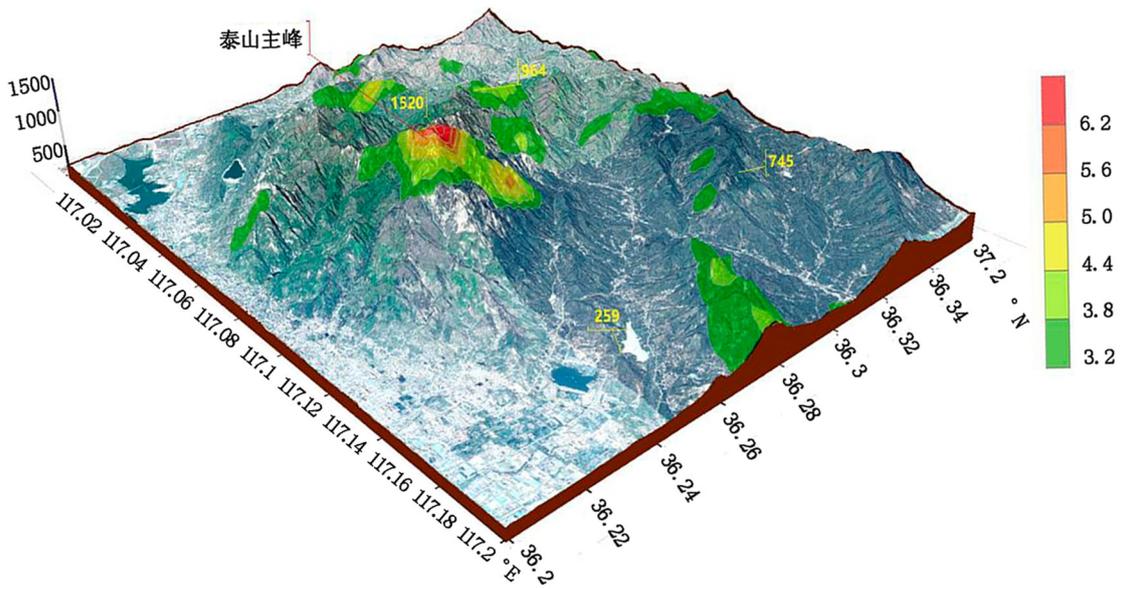


图 2 泰山景区地闪密度遥感分布(西南方向)

Fig. 2 Remote sensing distribution of lightning density in Mount Tai Scenic Area (southwest direction)

电主要集中在玉皇顶至南天门附近,闪电密度高达 7.5 次/(km²·a)以上(图 3)。

2.3 地闪活动年变化特征分析

总闪电次数在 2007 年和 2010 年分别存在一个峰值,2010 年峰值较强;2018 年为明显低谷,其次为

2014 年 72 次。正闪次数 2017 年出现明显峰值;2009 年最少为 1 次,其次为 2012 年 6 次。其中 2010—2018 年总闪呈现震荡减弱趋势(图 4)。

将 2007—2018 年泰山景区实际落雷点与地形叠加分析,正地闪落雷点相对比较分散,负地闪落雷

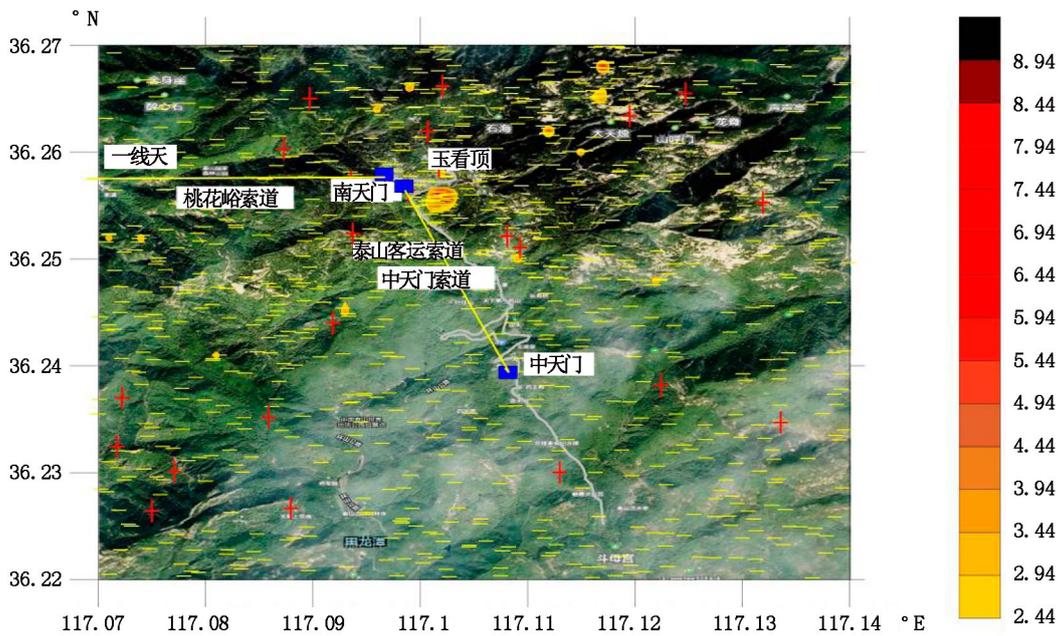


图 3 泰山景区地闪密度高值区及落雷区分布 (0.001°×0.001°网格)

Fig. 3 Distribution of high value area and lightning area in Mount Tai Scenic Area (0.001° * 0.001° grid)

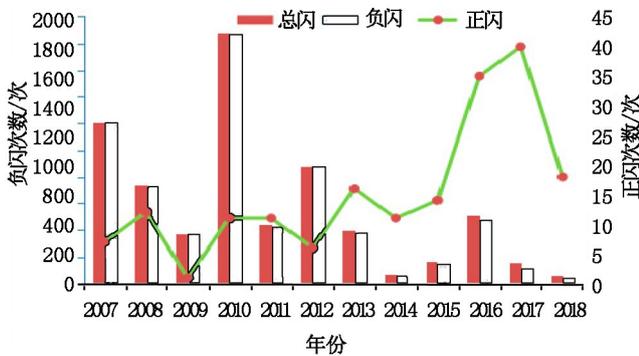


图 4 泰山景区地闪次数统计

Fig. 4 Statistics of lightning frequency in Mount Tai Scenic Area

点在桃花峪西侧区域、玉泉寺景区西侧区域,桃花源景区以东、南天门以北区域,相对比较集中(图 5)。

2.4 地闪活动季节变化特征分析

泰山景区地闪活动的季节性分布特征明显(图 6):春季(3—5月)地闪活动开始逐渐增多,地闪次数约占总次数的 10.11%;夏季(6—8月)是泰山地闪活动最频繁、最集中的时期,地闪次数约占 86.86%;秋季(9—11月)地闪活动迅速减少,地闪次数约占 3.03%;冬季仅 2月出现过少量地闪,仅占 0.42%,12月和 1月没有出现地闪活动。8月泰山地区对流活动最旺盛,地闪活动最频繁,年均地闪次数约为 2350次,占地闪总数的 34.44%,其次是 7

月和 6月。另外,正闪比例最高出现在 4月,占当月总次数的 35%,远远高于其他月份。

2.5 地闪活动日变化特征分析

泰山景区地闪活动日变化特征:高峰时段为 14:00—17:00 和 19:00—21:00,主峰值时段为 19:00—20:00;早晨 6:00—7:00 出现地闪活动次高峰期,次峰值时间为 2:00,地闪低发时段为 1:00—6:00 和 9:00—13:00。以上地闪活动变化规律可以总结为下午最频繁,早晨次之,夜晚和上午相对较少(图 7)。地闪活动呈现如此特征是由于太阳辐射在中午达到最强,下垫面升温明显,层结易不稳定,增加了局地热对流的发生,因此地闪多发生在 14:00 以后。日落后太阳辐射锐减,对流消散明显,造成地闪活动迅速减少,出现子夜时段的相对低谷区。

2.6 地闪强度特征分析

泰山景区地闪平均电流强度为 11.91 kA,正闪的平均电流强度为 45.42 kA,负闪的平均电流强度为 11.01 kA。其中记录的景区内最大地闪强度出现在 2016年 8月 14日 14:04:38,位于中天门附近(36.24°N、117.08°E),电流强度达-116.834 kA。

为进一步了解地闪的电流强度分布特征,将地闪根据电流强度绝对值以 5 kA 为间隔分为 21 个等级,不同等级的地闪百分率变化曲线显示(图 8):电流强度在 5~10 kA 的地闪比例最大,约为 31.28%,其

次是 0~10kA 的地闪,约占 24.95%,主要集中在

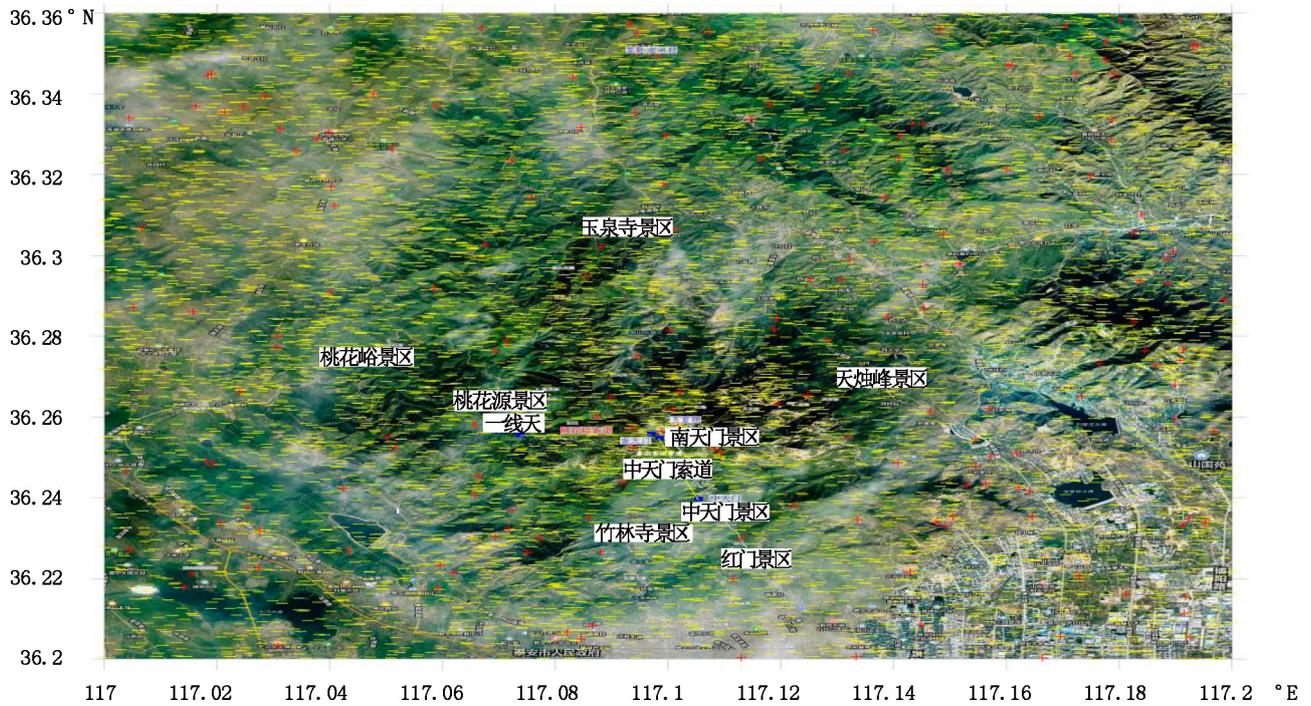


图 5 泰山景区 2007—2018 年地闪实况落区分布

Fig. 5 Distribution of the actual lightning falling area in Mount Tai Scenic Area from 2007 to 2018

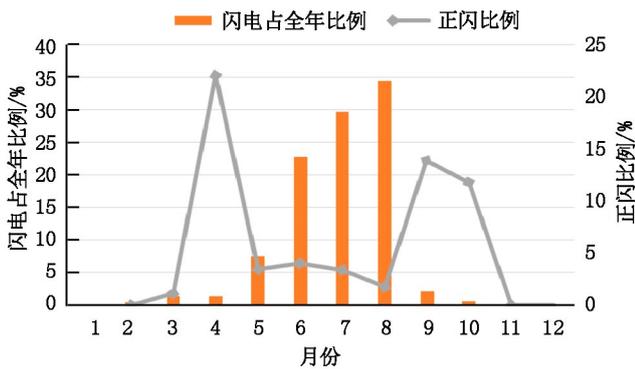


图 6 泰山景区地闪活动月变化

Fig. 6 Monthly change of lightning activity in Mount Tai Scenic Area

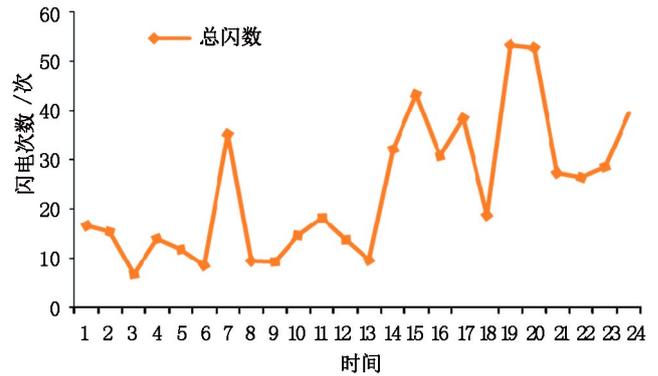


图 7 泰山景区地闪活动日变化

Fig. 7 Daily change of lightning activity in Mount Tai Scenic Area

0~20 kA,占地闪总数的 92.43%。电流强度在 15~20 kA 的正闪占正闪总数的比例最大,约为 20.83%,其次是 20~25 kA 的正闪,约占 19.05%,主要集中在 15~40 kA,占正闪总数的 76.19%。电流强度在 5~10 kA 的负闪占负闪总数的比例最大,约为 32.11%,其次是 5~10 kA 的负闪,约占 25.62%,主要集中在 0~20 kA,占负闪总数的 93.86%。由于正地闪占总闪的比例极低,负地闪占绝大多数,导致总闪的电流强度分布曲线与负地闪接近。

3 林区雷击火灾风险分析

3.1 风险区划评价指标

张继权^[9]提出致灾因子、孕灾环境、承载体和防灾减灾能力 4 个因素是特定区域气象灾害的最重要形成条件,其中致灾因子和孕灾环境是自然存在的,承载体则会受到外界因素的影响。在雷电灾害中,致灾因子是雷电的强度、密度等,孕灾环境是地理位置、地形地貌、植物资源等,承载体是建筑物和

人员。

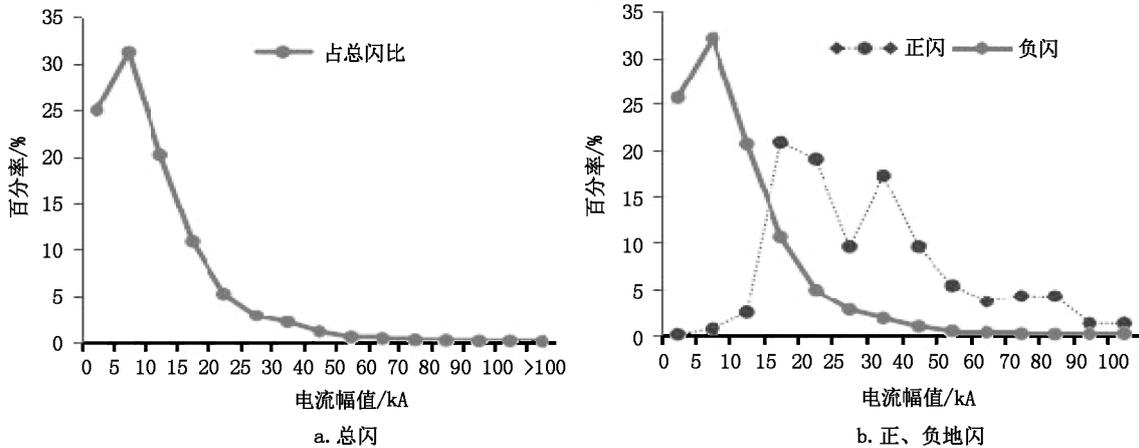


图 8 泰山景区地闪强度变化

Fig. 8 Change of lightning intensity in Mount Tai Scenic Area

本研究结合泰山风景区雷电监测数据,采用包括雷击密度、位置因子、环境类型因子等指标来分析风景区内林区的雷击火灾风险。

3.2 林区雷击火灾风险分析

根据景区森林及植被情况,对红门、中天门、南天门、竹林寺、樱桃园、桃花峪、桃花源、天烛峰、玉泉寺、巴山林区进行雷击火灾风险分析,总面积 11 159.95 hm^2 。

中天门、南天门地闪平均密度较高,中天门区域地闪密度为 2.5~4.0 次/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,南天门区域地闪密度在 4.0 次/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上,该区域属于泰山风景区高值区。

结合森林面积、地形、海拔高度、植被情况和闪电密度等因素,计算得出泰山林区雷击火灾风险区分布(表 1)。

表 1 泰山林区雷击火灾风险区划分

Tab. 1 Division of lightning fire risk areas in Mount Tai forest region

分区名称	区域
高值区	南天门、桃花峪、桃花源、天烛峰、巴山林区
中值区	中天门、竹林寺、樱桃园、玉泉寺
低值区	红门

由表 1 可知,南天门、桃花峪、桃花源、天烛峰、巴山林区所在区域雷击火灾风险较高。

3.3 林场雷击火灾防护建议

1)雷雨天气时及时关注气象部门发布的雷电

预警信息,及时掌握雷电活动情况。

2)重点关注 4 月初至 5 月中上旬及首次雷暴过程,为林区雷击火灾事故高发时间。该时间段中 4 月正地闪占比最高,电流强度大、放电通道温度高;且天气相对干燥,土壤电阻率大,林区植被易被引燃,应予以高度重视和重点关注。

3)在雷电活动高发季节,应重点关注每日的 6:00—7:00 和 14:00—21:00,并结合当日的雷电预警信息采取应对措施。

4)在景区建立覆盖整个林区的地面大气电场监测站网,该监测网可通过短信或声光报警装置为林场巡护人员、防火部门提供预警信息。

5)利用 FY-4 探测仪和日本葵花 8 卫星实时观测,满足森林防火所需的时空分辨率要求,能有效监测、识别火源,为森林防火工作提供决策依据。

6)重点监控地闪密度较高的区域、泰山西南方^[6]及迎风坡等风向和雷暴进入的方向、历史雷击着火点等。

7)采取主动防御的方法,在林场重点区域和地闪密度高值区安装直击雷防护装置。

4 小结

依据闪电定位监测资料、现场勘查资料,结合景区特点,分析了泰山景区雷电活动特征。

1)泰山风景区年均地闪密度为 1.82 次/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,高出泰安市年均地闪密度 30.9%,高出全省年均地闪密度 43.3%。地闪密度较高的区域主要

位于桃花峪西侧区域、玉泉寺景区西侧区域,桃花源景区以东、南天门以北区域,其中桃花源景区以东、南天门以北区域属于地闪密度极值区。

2)地闪活动年变化特征分析,2010—2018 年总闪呈现震荡减弱趋势。

3)地闪活动季节性分布特征明显,8 月是地闪活动最频繁月份,其次是 7 月和 6 月;其中 4 月正闪占比最高。

4)地闪活动日变化特征为高峰时段 14 :00—17 :00 和 19 :00—21 :00,主峰值时段为 19 :00—20 :00,次高峰期为 6 :00—7 :00。

5)地闪平均电流强度为 11.91 kA,正闪平均电流强度为 45.42 kA,负闪平均电流强度为 11.01 kA。最大地闪强度出现在 2016 年 8 月 14 日 14 :04 :38,位于中天门附近,电流强度达 116.834 kA。

6)对各林区进行雷击火灾风险分析得出,南天门、桃花峪、桃花源、天烛峰、巴山林区所在区域雷击火灾风险较高。

对景区林场雷击火灾风险进行雷击密度、位置因子、环境类型因子等分析,并提出林场雷击火灾防护建议。

参考文献:

[1] 许小峰. 雷电灾害与监测预报[J]. 气象, 2004, 30(12):17-21.

[2] 李维强. 森林火灾的成因及防控对策——以“3.30”木里火灾为例[J]. 四川林业科技, 2019, 40(4):108-111.

[3] 杨艳萍, 褚鹏恨. 建立得耳布尔原始森林自然景观保护区的重要意义[J]. 华东森林经理, 2000, 14(2):47-49

[4] 张春松, 杨晓玲, 刘蓉, 等. 甘肃武威市雷暴天气时空分布特征[J]. 干旱气象, 2015, 33(4):659-665.

[5] 张衍华, 黄华, 高珂欣, 等. 泰山日观峰、泰安市区气候变化特征及影响因素[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(19):97-98.

[6] 张艳, 殷红梅. 关于泰安泰山气候特征对比分析[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(5):217-219.

[7] 贾汉奎, 靳惠刚, 李振清. 等泰安雷暴特征及其灾害分析[J]. 山东气象, 2012, 32(129):27-29

[8] 陈金敏, 孙兴池, 李静, 等. 山东省雷电活动及其灾害气候特征分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(12):6345-6348, 6418.

[9] 张继权, 赵万智, 多多纳裕一. 综合自然灾害风险管理—全面整合的模式与中国的战略选择[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(1):29-37.

(责任编辑 杨焱焱)

(上接第 33 页)

[9] PITMAN N C A, SILMAN M R, TERBORGH J W. Oligarchies in Amazonian tree communities: a ten-year review [J]. *Ecography*, 2013, 36(2):114-123.

[10] NEILL A R, PUETTSMANN K J, ARES A. Understory abundance, species diversity and functional attribute response to thinning in coniferous stands [J]. *Forest Ecology and Management*, 2010, 260(7):1104-1113.

[11] ROTA E, CARUSO T, BARGAGLI R. Community structure, diversity and spatial organization of enchytraeids in Mediterranean urban holm oak stands [J]. *European Journal of Soil Biology*, 2014(62):83-91.

[12] SOUZA A F, CORTEZ L S R, LONGHI S J. Native forest management in subtropical South America: long-term effects of logging and multiple-use on forest structure and diversity [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2012, 21(8).

[13] GAMFELDT L, SNAIL T, BAGCHI R, et al. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species [J]. *Nature Communications*, 2013, 4(1):1340.

[14] 尤业明, 徐佳玉, 蔡道雄, 等. 广西凭祥不同年龄红椎林下植物物种多样性及其环境解释 [J]. *生态学报*, 2016, 36(1):164-172.

[15] 梁有祥, 秦武明, 玉桂成, 等. 桂东南地区火力楠人工林生长规律研究 [J]. *西北林学院学报*, 2011, 26(2):150-154, 240.

[16] 钟连香, 米伟, 施福军. 广东琼楠人工林生长规律研究 [J]. *西南农业学报*, 2018, 31(12):2666-2671.

[17] 韦秋思, 吴敏, 黄毅翠, 等. 铁坚油杉天然林生长规律的研究 [J]. *西北林学院学报*, 2014, 29(5):140-146.

[18] 吕曼芳, 梁乃鹏, 秦武明, 等. 顶果木人工林生长规律的研究 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2013, 33(8):43-49.

[19] COUWENBERGHE R V, COLLET C, LACOMBE E, et al. Abundance response of western European forest species along canopy openness and soil pH gradients [J]. *Forest Ecology and Management*, 2011, 262(8):1483-1490.

[20] TINYA F, MÁRIALIGETI S, KIRÁLY I, et al. The effect of light conditions on herbs, bryophytes and seedlings of temperate mixed forests in ? rség, Western Hungary [J]. *Plant Ecology*, 2009, 204(1):69-81.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.008

基于网络图片的水文化景观意象研究

许少亮¹, 魏翔燕², 丁美辰², 柳燕²

(1. 漳州市城市规划设计研究院, 福建 漳州 363000; 2. 厦门大学嘉庚学院, 福建 漳州 363105)

摘要:选取上海青浦、江苏苏州、浙江宁波等 11 个东南沿海地区的城市(区域)作为目标城市,利用其网络图片信息作为数据源,梳理不同城市间形态、行为、精神、工程、制度和科技 6 类水文化意象分布情况。从水文化意象主导方向、优势度、相似度等方面构建城市水文化意象模型,展开量化分析,并以漳州市作为建设城市应用模型进行对比,剖析其综合认知结果与感知差异,为城市水文化景观建设提供依据与指导。

关键词:网络图片;水文化景观;城市意象;水文化类型;水生态文明城市;漳州市

中图分类号:S731.1;TP316.8;F323.213.P901 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0041-08

引文格式:许少亮,魏翔燕,丁美辰,等.基于网络图片的水文化景观意象研究[J].林业调查规划,2020,45(4):41-48.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.008

XU Shaoliang, WEI Xiangyan, DING Meichen, et al. Image of Water Culture Landscape Based on Online Picture[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 41-48. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.008

Image of Water Culture Landscape Based on Online Picture

XU Shaoliang¹, WEI Xiangyan², DING Meichen², LIU Yan²

(1. Zhangzhou Academy of Urban Planning and Design, Zhangzhou, Fujian 363000, China;

2. Xiamen University Tan Kah Kee College, Zhangzhou, Fujian 363105, China)

Abstract: The online pictures of selected 11 cities (regions) in southeast coastal areas such as Qingpu, Suzhou and Ningbo were used as the data source to sort out the distribution of six kinds of water cultural image including form, behavior, spirit, engineering, system and technology. This paper established the image model of urban water culture from the aspects of orientation, dominance and similarity, carried out the quantitative analysis, and analyzed the comprehensive cognitive results and perception differences based on the application model of Zhangzhou City, to provide guidance for urban water culture landscape construction.

Key words: online picture; water culture landscape; city image; types of water culture; water ecological civilization city; Zhangzhou City

2013 年,水利部启动全国水生态文明城市试点,建设水资源可持续利用、水生态体系完整、水生态环境优美、水文化底蕴深厚的城市。2016 年发布

的《水生态文明城市建设评价导则》中,水文化作为评价体系组成部分,包含 3 项全国通用指标:水文化传承载体数量、水生态文明建设公众认知度和水生

收稿日期:2020-02-07.

第一作者:许少亮(1968-),男,福建漳州人,博士,高级工程师.研究方向为宜居环境建设. Email:1062607015@qq.com

责任作者:柳燕(1970-),女,上海人,教授,研究生导师.研究方向为风景园林学、旅游管理学. Email:409536978@qq.com

态环境质量公众满意度。

公众认知往往源于物质载体与社会活动,并凝练成对于当地文化、景观的意象,通过文字、图像、书画、雕塑等形式呈现出来。而在快消费的读图时代,网络图片无疑是打破时间、空间、语言、价格、渠道等诸多限制的展示媒介,为公众对水文化的感知与评价提供了新思路。同时,基本建成的首批水生态文明城市也为基于网络图片的水文化意象研究提供了样本。

1 水文化意象研究现状

1.1 水文化

水文化研究源于水利建设,其概念与内涵随时代进步、理念发展和建设实践不断拓展。许多专家学者对水文化的定义及内涵展开讨论^[1-3]。综合来看,水文化是人们在从事水务活动中创造的以水为载体的各种文化现象的总和,是反映水与城市、水与人之间关系的文化。因涉及社会生活的方方面面,水文化呈现五大特性,即人文性、相容性、多元性、地域性和延续性^[4];其当代价值受到重视^[5-6],水利部颁布《水文化建设规划纲要(2011—2020年)》,系统性地规划、指导水文化建设。为更好地将水文化建设融入城市风貌和景观设计,需了解城市现有水文化资源并进行合理分类与应用^[7-8]。本研究综合考虑分类情况,将水文化按文化层面结构归纳为6类:形态、行为、精神、工程、制度和科技水文化(表1)。

1.2 城市意象

“意象”一词在中西方词源中由来已久,在现代被用于解释心理学现象^[9]。1960年凯文·林奇将意象理论应用于城市研究并提出城市意象理论,认为城市意象是观察者通过感知城市物质空间而产生的对于所处城市环境的个人和集体印象,由道路、边界、区域、节点和标志物等要素构成^[10]。此后,城市意象理论被用于城市空间形态、城市设计、城市风貌与特色塑造等方面^[11-13],展开结构性、独特性和评估性3类模式研究^[14],也引起了反思与讨论:城市意象不应拘泥于具体的物质空间、结构或城市形态,而是包含自然景观、人文景观、社会活动、历史文化等影响因素^[15]。城市意象的传统研究方法包括认知地图、问卷调查、访谈等,新数据时代的到来使其得以更新和扩展,网络媒介信息成为人们认知世界的重要途径,也是城市意象研究的素材库与数据源。

表 1 水文化类型及表现形式

Tab. 1 Types and expressions of water culture

编码	类型	定义	表现形式	举例
a	形态水文化	以变化万千的水体形态给人们带来视觉感受和审美体验的水文化	江、河、湖、海、瀑、溪、泉、塘、湿地等各类水体	杭州西湖文化、济南泉城文化、福建闽江文化
b	行为水文化	在生活方式、实际行为、对水的态度等方面形成的水文化	饮水、用水、管水、亲水等方面的水事活动	龙井茶文化、上市集文化、海上丝绸之路文化
c	精神水文化	由与水交往过程中产生的意识形态集合的水文化	哲学、艺术、民俗、信仰、节日等	山水诗画、妈祖庙、镇海楼、赛龙舟、放水灯、泼水节
d	工程水文化	为了掌控水、改造水、治理水而兴修水利形成的水文化	水利工程、水利工具、治理理念与经验	水车、水渠、都江堰、长江三峡大坝工程、黄河小浪底工程
e	制度水文化	由与水相关的法律法规保障体系集合而成的水文化	水官任用、水运、海防、水资源保护与利用等条例制度	河防令、水资源管理条例、河长制、浙江省“五水共治”规划
f	科技水文化	人类运用新兴科学技术的力量治理水、管理水、修复水产生的影响与文化	水生态、水环境、水安全的设备、技术、理论、科普	水生态文明、海绵城市理念及水 UID 设施、水文化博物馆

2 基于网络图片的意象研究

2.1 网络图片及数据信息

相比于文本表达,图像不但具有直观、易读等特性,更是人类感知和理解周边环境的最主要形式^[16],通过内容分析即可从中推断出感知的内容、方式、位置等信息^[17]。随着智能手机拍照功能和网络传输的普及,网络图片信息在整个新数据环境中占比较大,呈现出数量多、覆盖广、精度高、更新快、信息量大、数据开放等优势^[18],被用于社区营造、街道安全^[19]、物质空间变化预测^[20]、旅游行为差异等^[21]。目前网络图片数据信息主要来自3方面:图片分享网站、社交网站和街景地图^[18],图片搜索引擎如百度图片、必应图片等均可搜集、汇总前两者的图片资源。

2.2 基于网络图片的意象研究实践

大量携带位置信息的网络图片成为描绘城市物质空间和社会空间的有效来源,是对既往城市数据的重要补充。“图片城市主义”由此而生,认为基于人的视角来探讨城市形态和城市品质问题,将是未

来城市研究的方向,为城市意象认知拓展了更多可能^[22]。例如 Choi S 等^[23]利用对旅游网站文本和图片的挖掘和分析来探索澳门意象;赵渺希等^[24]、李云等^[25]基于互联网媒介图像信息研究城市意象表达与城市夜景意象塑造;曹越皓等^[18]构建出城市意象研究模型并以网络照片为数据源展开分析比较。这种研究方法也给景观意象^[26]和旅游目的地形象研究^[27]带来启发。

3 研究框架与方法

3.1 研究范围

3.1.1 目标城市

研究根据国家“十一五”规划中八大综合经济区分划^[28],在46个全国首批的水生态文明城市中,选择上海青浦、江苏苏州、浙江宁波、福建长汀、广东广州、海南琼海等11个东南沿海地区的城市(区域)作为目标城市,为气候、地形、资源等条件相近的福建省漳州市提供水文化和水生态文明城市建设的范本和参考。

3.1.2 建设城市

研究以福建省漳州市作为水文化意象的建设城市。该市东濒台湾海峡,与厦门隔海相望,面积约1.26万km²,常住人口约510万人,在“田园都市、生态之城”的城市定位下,打造“以水为脉、以绿为韵、以文为魂”的城市风貌。目前,漳州市生态竞争力位居全省第一,是省级水生态文明建设试点城市。

3.2 研究框架

为与时俱进地充实城市景观意象的构成要素,为更多因水而生、因水而兴的城市挖掘、传承和发展水文化提供思路与指导,本研究发挥网络图片的优势,在城市意象的基础上融入水文化相关理论,构建水文化意象模型。模型面向城市群体,以水文化类型作为城市水文化意象发展的若干导向,从而确定水文化意象主导方向、优势度和相似度3个部分,对城市群体进行综合分析 with 个体比较。

研究以目标城市的网络图片信息作为数据源:(1)分类梳理各个城市的水文化意象分布情况,得到目标城市群和单一城市的水文化意象发展导向构成;(2)将以上结果分别应用于水文化意象的主导方向、优势度和相似度分析,解读背后的水文化意象特征,形成模型对水文化意象的认知学习;(3)以漳州市作为建设城市,应用模型进行水文化意象的综合认知与差异比较,并剖析结果,进一步提出发展建议。

3.3 研究方法

3.3.1 数据采集

研究选用百度图片搜索引擎,搜索关键词“城市+水”,并选择每个城市的前400张图片,分别建立12个城市的图片数据库,剔除无关图片后,共得到有效图片3044张,有效率为63.42%。百度图片搜索引擎具有相关性推送的特性,因此排序越靠前的图片,内容与关键词的匹配度越高,以此保证网络图片有效率。该引擎可便捷获取图片对应文本,辅助识别图片内容,利于进行更准确的图片分类。为排除原始数据影响,后续分析均以每个城市中各类水文化意象发展导向的图片数量在该城市有效图片中的占比作为基础数据。

3.3.2 信息识别

研究将水文化类型衍生为6类发展导向,构成城市水文化意象,即形态、行为、精神、工程、制度和科技水文化。在信息识别阶段,首先由熟悉相关理论的专业人员各自独立完成对图片信息的分析与判读,并将分类结果逐一录入表格;对有争议的图片再次进行判断;在互不商议的情况下,反复确认,逐渐实现信息识别结果的归一化。

3.3.3 数据分析

1)水文化意象主导方向分析,即筛选最能代表该城市水文化意象特征的发展导向。一个城市的水文化意象主导方向不是由被感知到的某个发展导向占比数值大小决定,而是由其超过同类城市群体平均水平的程度确定,超出平均水平最多的即为该城市的主导方向。公式如下:

$$D_i = \text{Max}(a_{i0}, b_{i0}, c_{i0}, d_{i0}, e_{i0}, f_{i0}); a_{i0} = a_i - a_0$$

式中: D_i 代表城市*i*的水文化意象主导方向, a_{i0} 为城市*i*的水文化意象发展导向*a*(即形态水文化)超过目标城市群平均水平的值, a_i 为城市*i*的*a*类发展导向识别数量, a_0 为目标城市群中*a*类发展导向平均识别数量。

2)水文化意象优势度分析,即反映某个城市的水文化意象在目标城市群中拥有突出表现和显著优势的程度。利用该城市6类发展导向超过目标城市群平均水平的标准差来表示,标准差越大表示该城市的整体水文化意象越突出。公式如下:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (x_n - \mu_n)^2}$$

式中: σ_i 代表城市*i*的水文化意象优势度, N 取值为水文化意象发展导向总数(即 $N=6$), x_n 为该城市不同发展导向的值, μ_n 为目标城市群中相应发展导向

的平均值。

3) 水文化意象相似度分析, 即反映各个城市之间水文化意象的相似程度。用单个城市水文化意象构成六边形的重合面积与目标城市群水文化意象构成六边形的平均面积的比值表示。比值越接近 1, 说明该城市与目标城市群的水文化意象构成越相似, 比值越接近 0 则差异越大。公式如下:

$$P_i = \frac{2S_{i0}}{S_i + S_0} \text{ 式中: } P_i \text{ 代表城市 } i \text{ 与目标城市群在}$$

水文化意象构成上的相似程度, S_{i0} 代表城市 i 与目标城市群构成六边形的重合面积, S_i 、 S_0 分别代表城

市 i 和目标城市群构成六边形的面积。

4 研究结果

4.1 水文化意象主导方向

通过对网络图片的信息识别与归类, 计算出 11 个目标城市的水文化意象构成水平, 作为模型分析的基础数据, 进而得到东南沿海首批水生态文明城市水文化意象的平均构成水平, 其中形态水文化占 15.31%、行为水文化占 52.63%、精神水文化占 13.71%、工程水文化占 5.23%、制度水文化占 4.78%、科技水文化占 8.35%(表 2)。

表 2 城市水文化意象构成

Tab. 2 Composition of urban water culture image

%

城市名称	有效率	形态水文化	行为水文化	精神水文化	工程水文化	制度水文化	科技水文化
所有城市平均值	63.42	16.17	52.29	13.67	5.67	4.38	7.82
福建漳州	74.00	25.68	48.65	13.18	10.47	0.00	2.03
目标城市平均值	62.45	15.31	52.63	13.71	5.23	4.78	8.35
目标城市标准差	0.09	0.06	0.08	0.04	0.02	0.03	0.06
上海青浦	57.75	18.18	44.59	15.15	2.60	9.96	9.52
江苏徐州	68.75	15.64	52.00	20.00	3.64	2.18	6.55
江苏苏州	70.75	13.43	60.78	12.01	4.95	5.30	3.53
江苏无锡	63.50	19.29	42.91	16.54	8.27	3.15	9.84
江苏扬州	80.25	11.53	63.86	9.66	8.41	5.30	1.25
浙江湖州	57.75	10.82	47.19	10.82	7.36	4.33	19.48
浙江宁波	55.00	11.36	53.64	10.45	5.91	10.91	7.73
福建长汀	67.75	20.30	54.24	18.08	5.90	1.11	0.37
广东广州	50.50	3.47	66.34	8.91	3.47	6.44	11.39
广东东莞	53.50	22.43	42.52	14.95	4.21	1.87	14.02
海南琼海	61.50	21.95	50.81	14.23	2.85	2.03	8.13

将单个城市的水文化意象构成水平与目标城市群的平均构成水平进行比较, 可知各个城市的水文化意象主导方向。经统计, 目标城市中以形态水文化为主导方向的城市有 4 个, 即江苏无锡、福建长汀、广东东莞、海南琼海; 以行为水文化为主导的城市有 3 个, 即江苏苏州、江苏扬州、广东广州; 以精神水文化为主导的城市有 1 个, 是江苏徐州; 以制度水文化为主导的城市有 2 个, 分别是上海青浦和浙江宁波; 以科技水文化为主导的城市有 1 个, 是浙江湖州。模型分析结果与传统认知相似, 但又反映出时代性变化。无锡、长汀、东莞、琼海等城市的水资源特色明显, 有水形鲜明且深刻影响城市形态的主要

水体。苏州、扬州、广州则是历史悠久、底蕴深厚, 早早便由水运带来了城市经济、文化和休闲活动的蓬勃发展, 因此产生更多人与自然水环境和谐共生、互动的行为水文化景观意象。徐州深受汉文化影响, 在水生态文明建设过程中打造了“汉风乐舞山水彭城”的水文化体系。青浦、宁波为建设水生态文明城市提出新规划、新举措和新制度, 并在线上线下广泛宣传, 令公众感知到新时期城市水环境和水空间的变化, 感受到城市焕发的活力。湖州在铁腕治水的过程中, 对治污净水的技术与设备有较大的应用与推广力度。

城市比较分析显示(图 1), 行为水文化、形态水

文化和科技水文化上,不同城市间的意象分布水平差距较大,标准差分别为 0.08、0.06 和 0.06;精神水文化、制度水文化次之,标准差分别为 0.04 和 0.03;工程水文化的城市差距最小,标准差为 0.02。东莞、琼海在形态水文化上的分布比例较高,分别为 22.43%和 21.95%;广州、扬州在行为水文化上的分布比例较高,分别为 66.34%和 63.86%;徐州、长汀

在精神水文化上的分布比例较高,分别为 20.00%和 18.08%;扬州、无锡在工程水文化上的分布比例较高,分别为 8.41%和 8.27%;宁波、青浦在制度水文化上的分布比例较高,分别为 10.91%和 9.96%;湖州、东莞在科技水文化上的分布比例较高,分别为 19.48%和 14.02%。

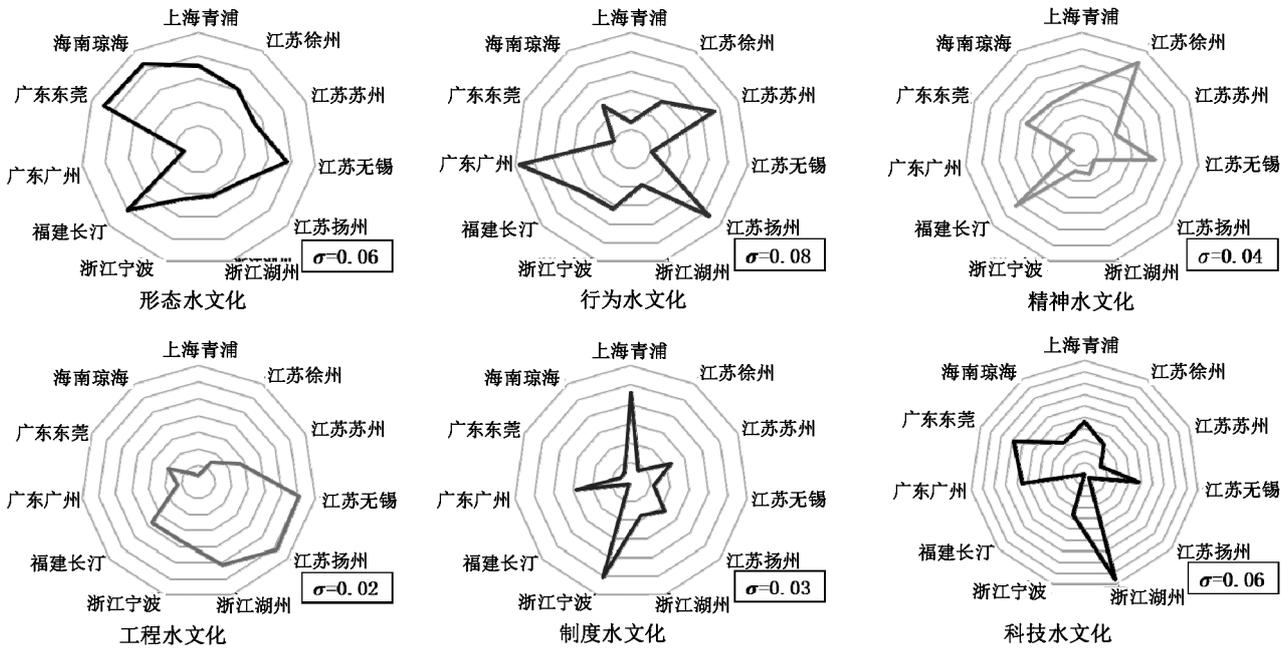


图 1 水文化意象发展导向的城市比较分析

Fig. 1 Inter-city analysis of development orientations of water culture image

4.2 水文化意象优势度

6类水文化意象发展导向均可择一发展为当地的突出优势。其中,行为水文化在各个城市的水文化意象构成中均远高于其他发展导向,可见公众对于行为水文化的感知与认可程度最高,因其与市民生活关系紧密,最容易参与、感受和记忆。其次是形态和精神水文化,规模较大、形态较整的水体更能产生视觉刺激与生态效益,丰富的艺术形式和承载的思想寄托更能深入人心、代代相传。而工程、制度和科技水文化发展导向短板明显,目标城市普遍对其重视不足,公众认知度有待加强。

模型分析结果显示(图 2),即使都是基本完成验收的试点城市,在水文化意象优势度上还是有一定差距。广州、扬州、苏州的水文化意象特征较突出,优势较显著,而其均以行为水文化为主导意象;青浦、东莞、无锡的优势度较低,其中青浦以科技水文化为主导意象,东莞和无锡以形态水文化为主导

意象。可见,主导意象的建设有利于增强当地水文化意象优势,水文化意象主导方向越明显,城市的水文化特色越鲜明。水文化意象主导方向的恰当选择也能使一个城市从众多同类城市中脱颖而出。

4.3 水文化意象相似度

根据单个城市水文化意象构成六边形的重合面积与目标城市群构成六边形的平均面积,得到模型分析结果(图 3)。

从水文化意象相似度来看,苏州、琼海、无锡、青浦、徐州、长汀、扬州、广州、东莞、宁波、湖州的相似度从 0.88 依次降至 0.73,即与目标城市群的水文化意象构成的差异逐渐增大。

苏州的水文化意象构成六边形与目标城市群构成六边形相似度最高,最能代表东南沿海地区首批水生态文明城市的水文化意象构成。苏州的水文化意象特征主要是以行为水文化作为城市水文化意象的主导方向,从水八仙美食、游船水运到枕水而居的

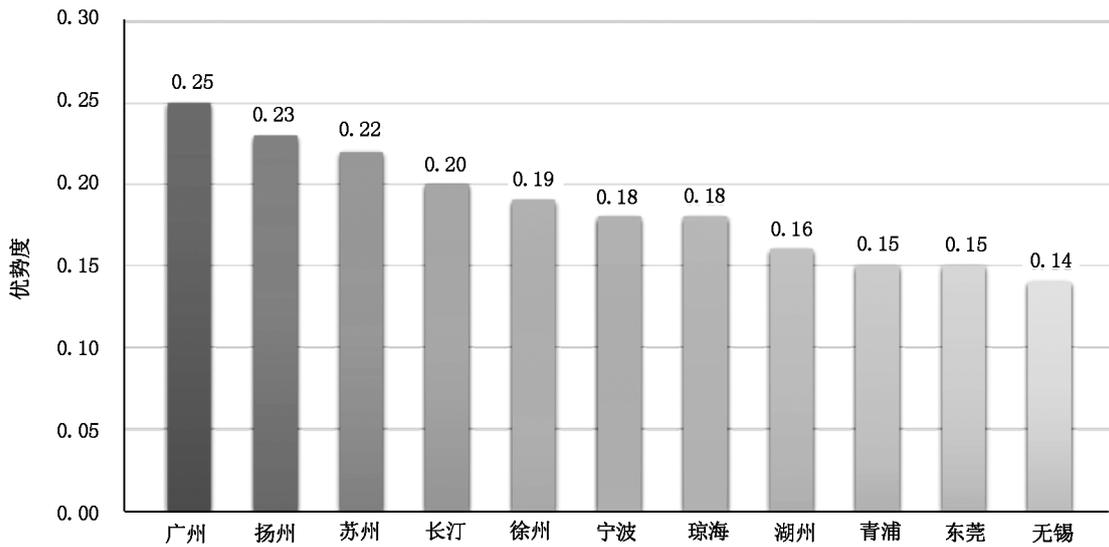


图 2 目标城市水文化意象优势度分析

Fig. 2 Dominance analysis of water culture image in aim cities

人家、精致灵秀的园林、夜景绚烂的滨湖新区,给人留下深刻的水乡印象。同时以形态水文化和精神水文化为辅助,借由诗画、歌谣、传说等扩大城市水文化的影响力,令人心向往之。当地也兼具科学、制度、工程水文化等发展导向,充实水文化内涵,使水文化意象更加多元、丰满。总体上,苏州基本实现全面发展、优势突出、特色鲜明的水文化意象建设。

4.4 漳州市水文化意象分析

目标城市的网络图片信息数据代入水文化意象模型,得到的分析结果对漳州市建设全国水生态文明城市和水文化意象具有参考价值。将漳州市网络图片基础数据代入模型,并与目标城市群进行比照,可以更准确地认识其水文化意象的现状、发展优势和建设方向。

代入水文化意象模型计算后显示,漳州市目前主要以形态水文化作为主导方向,说明其本身具有良好的水体基础,并在城市建设中受到重视,九龙江、古运河、九十九湾、郊野湿地生态公园、“五湖四海”工程等着力打造特色水形态和水景观被大众欣赏与认可,成为亮丽的城市名片。水文化意象优势度方面,其优势度计算结果为 0.18,处于目标城市排序的中间位置,在水生态文明城市建设的理想值范畴。综合漳州的水文化意象相似度分析可知,其与目标城市群水文化意象构成的相似度为 0.717,小于目标城市群平均值,构成六边形中直观地反映出,漳州水文化意象已有一定突出表现,具备发展优势,但整体发展不够全面,制度和科技水文化

等发展导向尤为薄弱。

因此,在漳州未来的城市建设中,应维护良好的水资源和水景观本底,加强挖掘和宣传多样的水文化资源,尤其需增强制度和科技水文化的“存在感”,从而提高城市水文化意象水平,实现综合提升与优势强化。

5 结论与建议

本研究基于网络图片数据采集,从水文化意象的发展导向、优势度和相似度等方面对城市进行综合认知与差异比较,并构建出水文化意象模型,以便更全面、清晰地解读城市的水文化意象,为建设城市提出发展建议。

1)从研究结果来看,水生态文明城市建设对于水文化的挖掘还处于较原始的阶段。大众对城市中水文化意象的感知差距悬殊,主要集中于形态和行为水文化这类浅显可感的发展导向,而对工程、制度、科技等水文化发展导向的感知较弱。因此,未来城市建设应进一步挖掘自身的水文化资源,加大保护、修复和宣传的力度;在水文化景观营造上,不仅要增加水文化传承载体数量,更要创新科普展示形式,增强互动性与娱乐性,从而提高公众认知度,补齐短板,形成更加多元的水文化意象。

2)城市的水文化优势不够突出,水文化特色不够鲜明。水文化意象优势主要受该城市的水文化意象主导方向影响,若其相较同类城市表现突出,则优势也更加显著。因此,城市建设不仅要6类导向整

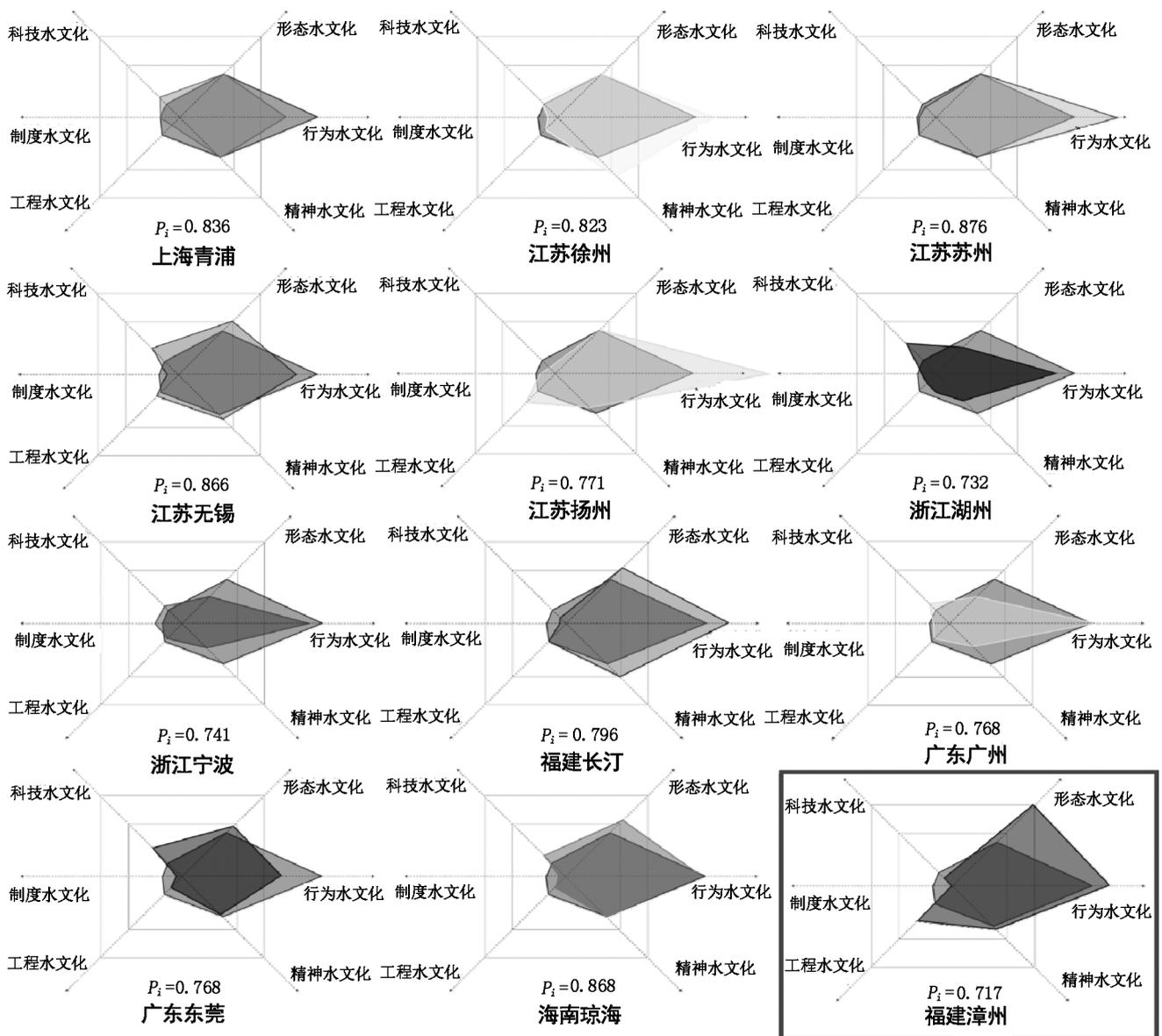


图 3 目标城市水文化意象相似度分析

Fig. 3 Similarity analysis of water culture image in aim cities

体提升、均衡发展,更要在主导方向上重点经营。其中,形态和行为水文化最容易通过滨水景观营造加以表现,在短期内更显成效。

3)城市间的水文化意象相似度较高,在分布上趋同,需注意避免“千城一面”的景象。因此,城市水文化建设时应自我把脉,根据现有水文化资源和建设条件选择合适的主导方向,发挥优势,树立形象,打造特色,强化城市景观的地域性和多样性。

需说明的是,由于网络图片的用户覆盖存在年龄和受教育水平等盲区,因此数据源本身具有局限性,仅能反映网络图片用户这一广大群体对于研究范围内的城市水文化意象感知情况。如何优化数据

源及完善研究模型,是未来继续探索的方向。

参考文献:

[1] 汪德华. 中国山水文化与城市规划[M]. 南京:东南大学出版社,2002.
 [2] 林跃朝,李宗新. 城市功能与城市水文化[J]. 华北水利水电学院学报(社科版),2003,19(1):63-66.
 [3] 毛春梅,陈苡慈,孙宗凤,等. 新时期水文化的内涵及其与水利文化的关系[J]. 水利经济,2011,29(4):63-66.
 [4] 谢佩琳,徐慧. 基于水文化的城市水景观营造思路初探[J]. 水利经济,2018(3):70-73.
 [5] 李丹阳,李小征. 中国传统水文化及其当代价值[J].

- 河南水利与南水北调,2013(19):33-34.
- [6] 刘素芳,陈菁,陈丹,等. 基于 HPM 的水文化价值定量评估研究——以秦淮河风光带为例[J]. 中国农村水利水电,2017(6):200-204.
- [7] 方璐. 基于水文化的靖港古镇水景营造研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2012.
- [8] 周坤朋. 什刹海水文化遗产类型、价值及生态保护探究[D]. 北京:北京建筑大学,2014.
- [9] 张蕾. 景观意象理论研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2014.
- [10] 凯文·林奇. 城市意象[M]. 北京:华夏出版社,2001.
- [11] 冯健. 北京城市居民的空间感知与意象空间结构[J]. 地理科学,2005(2):142-154.
- [12] 沈益人. 城市特色与城市意象[J]. 城市问题,2004(3):8-11.
- [13] 罗德成. 城市设计视角下重庆山水城市意象塑造研究[D]. 重庆:重庆大学,2014.
- [14] 徐磊青. 城市意象研究的主题、范式与反思——中国城市意象研究评述[J]. 新建筑,2012(1):114-117.
- [15] 陈倩. 对凯文·林奇城市意象的分析[J]. 山西建筑,2019(19):19-20.
- [16] 刘祎绯,李雄. 基于城市景观图像学兴起的城市意象研究评述[J]. 风景园林,2017(12):28-35.
- [17] 戴光全,陈欣. 广州上下九的视觉表征分析——以互联网营销图片为例[J]. 人文地理,2010(5):148-153.
- [18] 曹越皓,龙瀛,杨培峰. 基于网络照片数据的城市意象研究——以中国 24 个主要城市为例[J]. 规划师,2017(2):61-67.
- [19] NAIK N, PHILIPPOOM J, RASKAR R, et al. Streetscore—Predicting the Perceived Safety of One Million Streetscapes[C]. Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2014.
- [20] NAIK N, KOMINRS S D, RASKAR R, et al. Do People Shape Cities, or Do Cities Shape People? The Co-evolution of Physical, Social, and Economic Change in Five Major U. S. Cities[M]. New York: Social Science Electronic Publishing, 2015.
- [21] GARCIA-PALOMARES J C, PUEBLA J G, GARCIA C M. Identification of Tourist Hot Spots Based on Social Networks: A Comparative Analysis of European Metropolises Using Photo-sharing Services and GIS[J]. Applied Geography, 2015(63):408-417.
- [22] 龙瀛,周垠. 图片城市主义:人本尺度城市形态研究的新思路[J]. 规划师,2017,33(2):54-60.
- [23] CHOI S, LEHTO X Y, MORRISON A M. Destination Image Representation on the Web: Content Analysis of Macau Travel Related Websites [J]. Tourism Management, 2007(1):118-129.
- [24] 赵渺希,徐高峰,李榕榕. 互联网媒介中的城市意象图景——以广东 21 个城市为例[J]. 建筑学报,2015(2):44-49.
- [25] 李云,赵渺希,徐勇,等. 基于互联网媒介图像信息的多尺度城市夜景意象研究[J]. 规划师,2017(9):105-112.
- [26] 张娜. 基于照片分析和手绘认知地图的水乡古镇景观意象研究——以周庄为例[D]. 上海:上海师范大学,2015.
- [27] 邓宁. 一种面向旅游研究的海量图片元数据分析系统——以罗马为例[J]. 旅游导刊,2017,1(6):34-46.
- [28] 李善同,候永志,冯杰. 实现地区协调发展的战略思路 and 政策措施[J]. 上海投资,2005(7):4-8.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.009

祁连山白桦群落光合速率及其对环境因子的响应研究

张富强

(青海省林业调查规划院,青海 西宁 810007)

摘要:为研究祁连山天然白桦林的光合特征及其影响因子,以青海仙米林场典型的天然白桦群落植被(白桦、小檗和珠芽蓼)为研究对象,采用 Li-6400X 便携式光合测定系统测定了 3 种植物的净光合速率(P_n)日变化,运用相关性分析和通径分析法研究了 3 种植物 P_n 对主要环境影响因子的响应。结果表明,晴天白桦叶片 P_n 显著高于阴天,小檗叶片 P_n 晴天高于阴天,珠芽蓼叶片 P_n 则是晴天低于阴天;晴天白桦和小檗叶片日同化量均高于阴天,珠芽蓼则是阴天显著高于晴天;晴天,白桦叶片 P_n 的决定因子和限定因子分别为光合有效辐射(PAR)和叶片温度(T_L),小檗分别为 PAR 和相对湿度(RH),珠芽蓼分别为气孔导度(G_s)和 T_L ;阴天,白桦叶片 P_n 的决定因子和限定因子分别为 RH 和大气温度(T_a),小檗分别为 PAR 和 RH ,珠芽蓼分别为 RH 和 PAR 。

关键词:祁连山;白桦群落;净光合速率;生理因子;环境因子

中图分类号:S792.153;S718.43;S718.52 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0049-05

引文格式:张富强.祁连山白桦群落光合速率及其对环境因子的响应研究[J].林业调查规划,2020,45(4):49-53.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.009

ZHANG Fuqiang. Net Photosynthetic Rate of *Betula Pllatyphylla* Community and Its Response to Environmental Factors in Qilian Mountains[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):49-53. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.009

Net Photosynthetic Rate of *Betula Pllatyphylla* Community and Its Response to Environmental Factors in Qilian Mountains

ZHANG Fuqiang

(Qinghai Institute of Forest Inventory and Planning, Xi'ning 810007, China)

Abstract: To study the photosynthetic characteristics and influencing factors of natural *Betula Pllatyphylla* forest in Qilian mountains, the diurnal variation of net photosynthetic rate (P_n) for typical natural *Betula platyphylla* community (*Betula platyphylla*, *Berberis kawakamii*, *Polygonum viviparum*) of Xianmi Forest Farm in Qinghai Province was measured by Li-6400X portable photosynthesis system, and the eco-physiological factors were assessed by the correlation analysis and path analysis. The results showed that the P_n of *Betula platyphylla* and *Berberis kawakamii* in the sunny days were respectively significant higher than those in the cloudy days, but the P_n of *Polygonum viviparum* in the cloudy days was higher than that in the sunny days. Under the sunny day conditions, *Betula platyphylla* and *Berberis kawakamii* could accumulate more average daily photosynthetic carbon fixation amounts, but *Polygonum viviparum* could

收稿日期:2020-01-05.

基金项目:青海省林业和草原局资助(国家重点公益林专项监测 QLJC20180118).

第一作者:张富强(1971-),男,四川南充人,高级工程师.主要从事林业调查与生态保护工作. Email: yangyangnwu@126.com

accumulate markedly higher daily photosynthetic carbon fixation amounts in the cloudy days. In sunny days, the main determinant and limiting factors were respectively PAR and T_L for *Betula platyphylla*, PAR and RH for *Berberis kawakamii*, and G_s and T_L for *Polygonum viviparum*. In cloudy days, the main determinant and limiting factors were respectively RH and T_a for *Betula platyphylla*, PAR and RH for *Berberis kawakamii*, and RH and PAR for *Polygonum viviparum*.

Key words: Qilian mountains; *Betula platyphylla* community; net photosynthetic rate; eco-physiological factors; environmental factors

植被光合作用是森林生态系统碳循环的开始和碳收入成汇的唯一途径,影响着森林生态系统的物质循环和能量流动,然而光合作用却是易受环境影响的生理生化过程^[1-2],因此,基于植被-环境耦合的植被光合作用适应性研究对于分析预测区域碳汇潜力意义重大。位于青藏高原东北部的祁连山国家公园是我国重点生态功能区和重要水源涵养地。白桦(*Betula platyphylla*)是祁连山地主要乡土树种,具有不可替代的维护生态安全作用。故以天然次生白桦林群落为研究对象,揭示光合作用的生理生态原理,为估算区域白桦林碳汇能力具有重要价值。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于祁连山国家公园青海片区的门源县仙米林场(101°55'~102°38'E, 37°03'~37°49'N),地处祁连山东部,平均海拔 2 400 m,为高原大陆性气候,多年平均气温 2.2℃、降水量 435.6 mm(集中在 6—9 月)、日照时数 2 965.4 h,以灰褐土为主。主要有白桦(*Betula platyphylla*)、祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)、小檗(*Berberis kawakamii*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、蒿草(*wormwood*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)等。

1.2 试验材料

选择仙米林场桥家滩管护区具备较完整乔灌草结构的 50 a 纯天然次生白桦林,于 2018 年 6 月设置 1 个 28.28 m×28.28 m 样地,海拔 2 560 m,坡度 31°、坡位中部、坡向东南,灰褐土,郁闭度 0.6,灌木盖度 35%,草本盖度 43%。每木检尺后选取 1 株与平均胸径、树高、树冠相近的且生长状况良好的白桦样木为测量对象,同时选择样株下的小檗和珠芽蓼各 1 株也为测量对象。

1.3 试验方法

采用 Li-6400XT 便携式光合测定系统,在 6 月上旬选择 5—8 个无风日,每天 8:00—18:00 每隔 1 h 测量一次,随机选取样株上中下部各 3 片 2 a 生嫩

枝上的叶片,测前用锡箔纸标记^[3]。借助脚手架测定时尽量保持叶片角度和方向不变,重复 3 次,取平均值。

采用开放气路,以空气中 CO_2 为气源,测定叶片净光合速率(P_n , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)、胞间 CO_2 浓度(C_i , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)、气孔导度(G_s , $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)、光合有效辐射(PAR , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)、蒸腾速率(T_r , $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)、叶片温度(T_L , $^{\circ}\text{C}$)、水汽压差(VPD , KPa)、相对湿度(RH , $\%$)、大气 CO_2 浓度(C_a , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)、气温(T_a , $^{\circ}\text{C}$)等,取各时间段对应数据组的平均值作为试验结果。

同时计算叶片水分利用效率(WUE)、羧化效率(CE)及气孔限制值(L_s) 3 个参数。计算公式为 $WUE = P_n/T_r$; $CE = P_n/C_i$; $L_s = P_n/PAR$ ^[4-5]。

2 结果与分析

2.1 光合作用和环境因子日变化

光合作用日变化在晴天波动较大,而阴天则较平缓(图 1)。气孔导度(G_s)曲线呈先增后减趋势,叶片气孔通过调节水分散失、吸收 CO_2 等适应白天一定时间内的微环境变化。晴天白桦净光合速率(P_n)呈单峰曲线,在 12:00 到达峰值 $7.65 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$,阴天 P_n 低于 $2.51 \mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;水分利用效率(WUE)和羧化效率(CE)晴天显著大于阴天,变化趋势与 P_n 较相似;胞间 CO_2 浓度(C_i)和蒸腾速率(T_r)阴天大于晴天。小檗 P_n 和 T_r 呈单峰曲线,晴天大于阴天, C_i 整体上阴天大于晴天,小檗 P_n 在晴天大于阴天($4.79 > 4.03 \mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)。由于珠芽蓼光合作用最适温度低,对温度改变尤为敏感, P_n 晴天呈双峰曲线,阴天呈单峰曲线,且阴天显著大于晴天($4.75 > 2.2 \mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$), C_i 晴天大于阴天, G_s 、 WUE 、 CE 和 T_r 呈阴天大于晴天。

环境因子 T_a 、 RH 和 C_a 日变化趋同(图 2)。晴天光合有效辐射(PAR)和 T_a 显著高于阴天。由于云量引起的微环境变化,晴天接受的太阳辐射主要

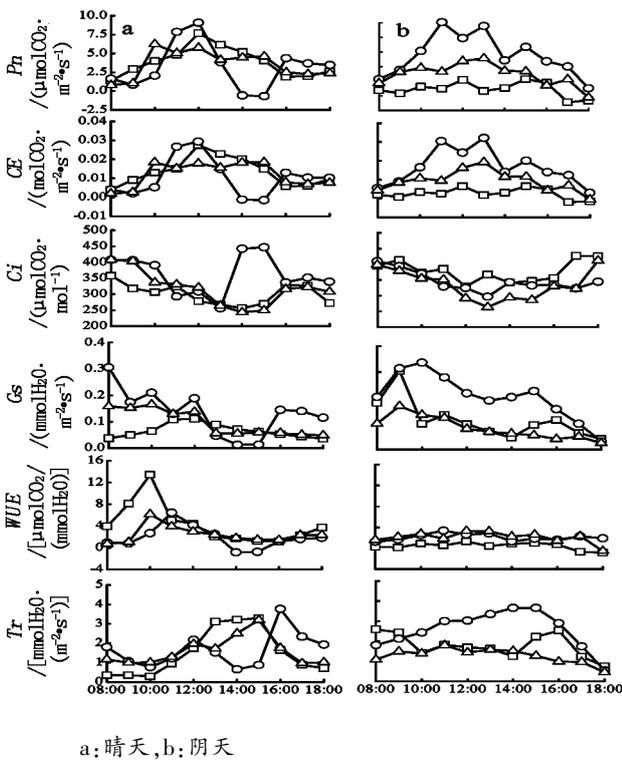


图 1 光合指标日变化

Fig. 1 Diurnal variation of photosynthetic index

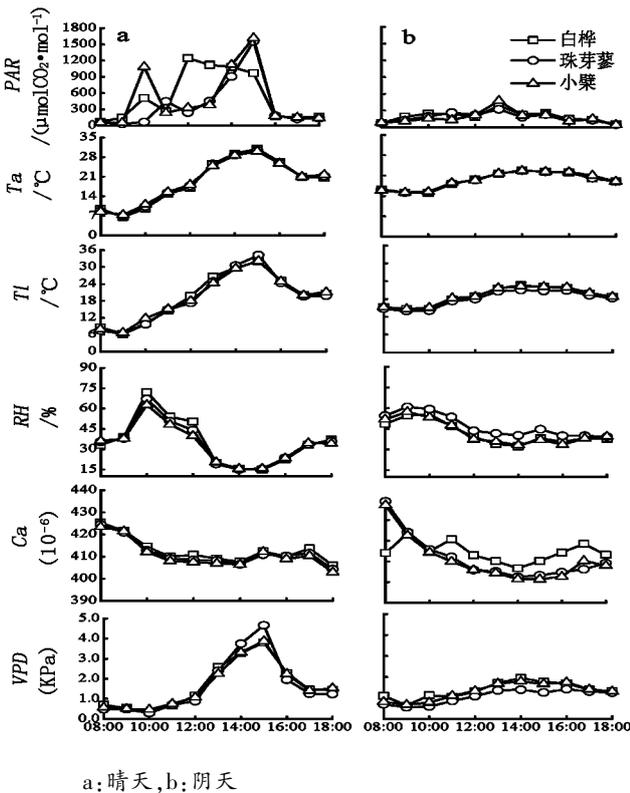


图 2 环境因子日变化

Fig. 2 Diurnal variation of environmental factors

是直射光,故晴天 PAR 波动较大;而阴天接受的主要是散射光,光强较低、波动较小。 RH 整体上晴天低于阴天, C_a 在晴天与阴天差异不显著,在 $400 \times 10^{-6} \sim 420 \times 10^{-6}$ 间变动。白桦和小檗 PAR 日变化均高于珠芽蓼。白桦、小檗和珠芽蓼叶片温度 (T_L) 和水气压亏缺 (VPD) 变化趋势一致,12:00 之前阴天大于晴天,12:00 之后晴天大于阴天。

2.2 P_n 与影响因子的相关性分析

P_n 受生理生态因子耦合效应影响,不同天气条件诱发的光合动态变化也是不同的^[6]。 P_n 与各生理因子的相关系数见表 1 所示。由表 1 可知,晴天白桦 P_n 与 G_s 呈显著正相关 ($r=0.89, P<0.01$),与 C_i 呈显著负相关 ($r=-0.662, P<0.01$);小檗 P_n 与 L_s 呈负相关性 ($r=-0.546$),珠芽蓼 P_n 与 C_i 呈显著负相关 ($r=-0.818, P<0.01$)。阴天白桦 P_n 与 C_i 呈显著负相关 ($r=-0.764, P<0.01$),小檗 P_n 与 T_r 呈显著正相关 ($r=0.854, P<0.01$),与 C_i 呈显著负相关 ($r=-0.718, P<0.05$);珠芽蓼 P_n 与 T_r 呈显著正相关 ($r=0.734, P<0.05$)。

P_n 与各环境因子的相关系数见表 2 所示。由表 2 可知,晴天小檗 P_n 与 PAR 呈显著正相关 ($r=0.735, P<0.05$),珠芽蓼 P_n 与 PAR 有较高相关性 ($r=0.577$),白桦 P_n 与 T_s 相关性较高 ($r=0.509$);小檗和珠芽蓼 P_n 都与 SM 呈显著负相关, r 值分别为 0.73 和 0.609。阴天小檗和珠芽蓼 P_n 与 PAR 呈显著正相关 ($P<0.01$), r 值分别为 0.839 和 0.82,白桦 P_n 与 C_a 相关性较高 ($r=0.544$)。

由表 1、表 2 可知,生理、环境因子间也具有相关性。晴天生理因子 T_L 与 VPD 极显著相关 ($|r|>0.87, P<0.05$);环境因子 T_a 与 T_s ($r=0.928$)、 T_a 与 RH ($r=-0.708$)、 C_a 与 T_s ($r=-0.739$) 均呈现一定负相关。阴天生理因子 C_i 与 VPD ($|r|>0.5$)、 T_L 与 VPD ($|r|>0.9, P<0.01$) 相关性较高;环境因子 T_a 与 RH ($r=-0.95$)、 T_a 与 T_s ($r=0.916$)、 RH 与 T_s ($r=-0.88$)、 RH 与 SM ($r=-0.699$) 相关性较高。

2.3 P_n 与影响因子的通径分析

光合因子间并不是孤立存在,而是相互联系、相互制约的^[7]。通径分析可把各因子对 P_n 的相关系数分为直接或间接影响,进而确定每因子对总相关性的相对贡献大小。本研究设 P_n 为因变量, G_s 、 PAR 、 C_a 、 T_L 、 RH 和 T_a 为自变量,可计算出各因子的直接或间接通径系数。

晴天影响白桦 P_n 的直接通径系数由大到小依

表 1 P_n 与生理因子的相关系数(晴天)

Tab. 1 Correlation coefficients between P_n and eco-physiological factors (sunny day)

植物种类	变量	P_n	G_s	C_i	T_r	VPD	T_L	L_s
白桦	P_n							
	G_s	0.890**						
	C_i	-0.662*	-0.330					
	T_r	0.526*	0.364	-0.718**				
	VPD	0.196	0.023	-0.626*	0.924**			
	T_L	0.314	0.172	-0.679*	0.899**	0.943**		
	L_s	0.188	-0.027	-0.616*	0.579*	0.670*	0.819**	
小檗	P_n							
	G_s	0.078						
	C_i	0.400	-0.405					
	T_r	-0.381	-0.606*	-0.309				
	VPD	0.234	-0.875**	0.699*	0.265			
	T_L	0.192	-0.766**	0.875**	0.064	0.875**		
	L_s	-0.546	0.750**	-0.728*	-0.086	-0.878**	-0.860**	
珠芽蓼	P_n							
	G_s	0.269						
	C_i	-0.818**	-0.028					
	T_r	0						
	VPD	-0.488	-0.845**	0.349	-0.199			
	T_L	-0.220	-0.870**	0.078	0.033	0.933**		
	L_s	0.068	0.071	-0.125	0.404	-0.229	-0.035	

注: * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关, ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关,下同。

表 2 P_n 与环境因子的相关系数(晴天)

Tab. 2 Correlation coefficients between P_n and environmental factors (sunny day)

植物种类	变量	PAR	T_a	RH	C_a	T_s	SM
环境因子	PAR						
	T_a	0.505					
	RH	-0.128	-0.708*				
	C_a	-0.661*	-0.667*	0.065			
	T_s	0.407	0.928**	-0.497	-0.739**		
	SM	-0.604*	0.081	-0.183	0.083	0.203	
白桦	P_n	0.493	0.444	-0.022	-0.340	0.509	-0.287
小檗	P_n	0.735*	0.005	0.224	-0.283	-0.026	-0.730*
珠芽蓼	P_n	0.577	0.183	0.246	-0.519	0.236	-0.609*

次为 $PAR > T_a > T_L > G_s > C_a > RH$, 除 $RH < 0$ 外, 其余均 > 0 ; C_a 、 G_s 、 T_a 、 T_L 、 PAR 对 P_n 均起促进作用, RH 起限定作用。小檗为 $PAR > RH > T_L > T_a > G_s > C_a$, 除 G_s 和 $C_a < 0$ 外, 其余均 > 0 ; RH 、 T_a 、 T_L 、 PAR 对 P_n 均起促进作用, C_a 、 G_s 起限定作用。珠芽蓼为 $G_s > PAR > C_a >$

$RH > T_a > T_L$, 除 PAR 和 $G_s > 0$ 外, 其余均 < 0 , G_s 、 PAR 对 P_n 均起促进作用, 其余 4 个因子起限定作用。阴天影响白桦 P_n 的直接通径系数由大到小依次为 $T_L > PAR > G_s > C_a > T_a > RH$, 除 RH 和 $T_a < 0$ 外, 其余均 > 0 , C_a 、 G_s 、 T_L 和 PAR 对 P_n 均起促进作用, RH 、 T_a 起限

定作用;小檗为 $PAR > RH > T_a > G_s > C_a > T_L$,除 G_s 、 C_a 和 $T_L < 0$ 外,其余均 > 0 , RH 、 T_a 和 PAR 对 P_n 均起促进作用, C_a 、 G_s 和 T_L 起限定作用;珠芽蓼为 $C_a > G_s > T_a > T_L > PAR > RH$,除 $RH < 0$ 外,其余均 > 0 , C_a 、 G_s 、 T_L 、 PAR 和 T_a 对 P_n 均起促进作用, RH 起限定作用。

晴天白桦 PAR 的决策系数最大,是 P_n 的主要决定因子, RH 决策系数最小,是 P_n 的主要限定因子;小檗 PAR 决策系数最大,是 P_n 的主要决定因子, RH 决策系数最小,是 P_n 的主要限定因子;珠芽蓼 G_s 决策系数最大,是 P_n 的主要决定因子, T_L 决策系数最小,是 P_n 的主要限定因子。阴天白桦 RH 决策系数最大,是 P_n 的主要决定因子, T_a 决策系数最小,是 P_n 的主要限定因子;小檗 PAR 决策系数最大,是 P_n 的主要决定因子, RH 决策系数最小,是 P_n 的主要限定因子;珠芽蓼 RH 决策系数最大,是 P_n 的主要决定因子, PAR 决策系数最小,是 P_n 的主要限定因子。

3 结论与讨论

1)晴天白桦 P_n 显著高于阴天,小檗 P_n 晴天高于阴天,珠芽蓼 P_n 则是晴天低于阴天;晴天,白桦和小檗叶片日同化量均高于阴天,珠芽蓼则是阴天显著高于晴天。

2)晴天,生理因子 G_s 与白桦 P_n 、 C_i 与珠芽蓼 P_n 达到显著相关, C_i 、 T_r 与白桦 P_n 在 $P < 0.05$ 水平上相关,其余生理因子相关性低或不显著;环境因子 PAR 和 SM 与小檗 P_n 、 SM 与珠芽蓼 P_n 在 $P < 0.05$ 水平上相关,其余环境因子相关性较低。阴天,生理因子 C_i 与白桦 P_n 、 T_r 与小檗 P_n 达到显著相关水平, C_i 和 L_s 与小檗 P_n 、 C_i 和 T_r 与珠芽蓼 P_n 在 $P < 0.05$ 水平上相关,其余生理因子相关性较低;环境因子 PAR 与小檗 P_n 和珠芽蓼 P_n 达显著相关,其余环境因子相关性较低。

3)晴天时,白桦 P_n 的决定因子和限定因子分别为 PAR 和 T_L ,小檗 P_n 的决定因子和限定因子分别为 PAR 和 RH ,珠芽蓼 P_n 的决定因子和限定因子

分别为 G_s 和 T_L 。阴天,白桦 P_n 的决定因子和限定因子分别为 RH 和 T_a ,小檗和珠芽蓼 P_n 的决定因子和限定因子均分别为 PAR 和 RH 。

白桦林是祁连山先锋树种之一,适生于山地谷底和江河两岸,多有明显的乔灌草层结构。残酷的立地条件和快速的高径生长使得测定白桦林林冠叶片光合作用难度较大,通常要借助自然落差和平台搭建才可实现,同时考虑到 Li-6400XT 系统的标准透明叶室配置(2 cm×3 cm),本次选取叶片相对较大的小檗、珠芽蓼为测定对象,有一定的局限性。祁连山白桦林常形成同龄纯林或以其为优势种组成的异龄混交林,萌生、实生相混生;本次测定没有考虑混交林、土壤类型及其温、湿度影响等,有一定的缺陷性。尽管获得了一些白桦群落光合参数,有一定的参考价值,但也存在一些不足,后续研究中需要完善和优化监测指标体系,服务于国家公园生态工程建设。

参考文献:

- [1] 马华文,许翠清,李海朝. 立地条件对长白落叶松光合特性的影响[J]. 东北林业大学学报,2008,36(8):4-7.
- [2] 陈根云. 光合作用对光和 CO_2 响应的观测方法探讨[J]. 植物生理与分子生物学学报,2006,32(6):691-696.
- [3] 王爱民. 白桦不同方向功能叶片对微环境因子的光合响应[J]. 沈阳农业大学学报,2004,35(3):220-222.
- [4] 徐春华. 基于通径分析的兰州北山典型植物光合作用影响因子[J]. 生态学杂志,2015,34(5):1289-1294.
- [5] 宋小园,朱仲元. 通径分析在 SPSS 逐步线性回归中的实现[J]. 干旱区研究,2016,33(1):108-113.
- [6] 赵宏瑾. 不同生育期榆树净光合速率对生态因子和生理因子的响应[J]. 生态学报,2016,36(6):1645-1651.
- [7] 苏军德. 祁连山圆柏光合作用日变化及其与生理生态因子的关系[J]. 西北植物学报,2011,31(5):1011-1017.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.010

广西红树林主要外来植物现状及防控对策研究

邓必玉¹, 吴玲巧², 秦旭东¹, 张丽娜¹, 梁永延¹

(1. 广西壮族自治区森林资源与生态环境监测中心, 广西 南宁 530028;

2. 广西壮族自治区林业勘测设计院, 广西 南宁 530011)

摘要: 通过查阅文献资料、访问调查、实地踏查及座谈的方式, 对广西红树林主要三种外来植物互花米草、无瓣海桑、拉关木引种历史、资源现状、防控措施进行调查, 并分析其生态安全性和社会影响。互花米草是确定的入侵种; 无瓣海桑、拉关木能够在非种植区域实现自然扩散, 能够快速占领宜林地甚至进入本土红树植物群落内部, 表现出了一定的入侵性。针对外来植物监测、防控过程中存在的诸多制约因素, 提出相应的对策。

关键词: 红树林; 外来植物; 生态安全; 防控对策; 广西

中图分类号: S718.54; S761.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)04-0054-07

引文格式: 邓必玉, 吴玲巧, 秦旭东, 等. 广西红树林主要外来植物现状及防控对策研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 54-60. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.010

DENG Biyu, WU Lingqiao, QIN Xudong, et al. Current Situation and Control Measures of Exotic Plants in Mangrove Forest of Guangxi [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 54-60. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.010

Current Situation and Control Measures of Exotic Plants in Mangrove Forest of Guangxi

DENG Biyu¹, WU Lingqiao², QIN Xudong¹, ZHANG Lina¹, LIANG Yongyan¹

(1. Guangxi Center of Forest Resources and Environment Monitoring, Nanning 530028, China;

2. Guangxi Institute of Forest Inventory and Planning, Nanning 530011, China)

Abstract: By documentary method, interviewing, field survey and informal discussion, this paper investigated the introduction history, resource status, prevention and control measures of three main exotic plants in mangrove forest of Guangxi, *Spartina alterniflora*, *Sonneratia apetala* and *Laguncularia racemosa*, and analyzed their ecological security and social impact. The invasion of *Spartina alterniflora* was definite, while *Sonneratia apetala* and *Laguncularia racemosa* could realize natural spread even invade into primitive mangrove community, showing a certain degree of invasion. This paper also proposed corresponding countermeasures for the restricting factors in the process of monitoring and controlling exotic plants.

Key words: mangrove forest; exotic plants; ecological safety; prevention and control measures; Guangxi

收稿日期: 2020-02-07.

基金项目: 广西林业发展“十四五”规划—广西红树林资源保护管理现状及修复对策研究(2019-21).

第一作者: 邓必玉(1983-), 女, 广西桂林人, 硕士, 工程师. 主要从事森林资源与生态环境监测工作.

红树林生长于陆地与海洋交界的浅滩滩涂,是陆地向海洋过渡的特殊生态系统,被称为“海洋卫士”。广西沿海防城港市、钦州市、北海市都有红树林分布。根据自然资源部2019年4月开展的红树林资源和适宜恢复地专项调查结果,广西现有红树林面积9 330.34 hm²,这些红树林是海岸防护林体系的第一道防线,具有防风消浪、促淤保滩、固岸护堤的重要生态功能,对海岸线的保护至关重要。

广西先后引进互花米草、无瓣海桑、拉关木三个外来物种在沿海种植。通过查阅文献资料、问卷调查、访问调查、实地踏查及与相关管理机构、科研机构开展座谈的方式,了解外来红树林植物在广西的发展历史,并对其生态安全性及影响进行分析。结果发现,除了互花米草是确定性的外来恶性入侵杂草外,无瓣海桑和拉关木也表现出了一定的入侵性,红树林面临外来植物扩张带来的威胁,需要引起管理部门的重视。针对目前红树林外来植物防控过程中存在的问题,提出了相应的对策,为将来防控治理工作提供参考。

1 外来植物现状

1.1 外来植物种类

1) 互花米草

禾本科,属多年生草本植物,原产于美国大西洋沿岸和墨西哥湾。1979年12月互花米草被引进到我国^[1],从辽宁到广西沿海各省均有分布,是影响中国沿海滩涂最严重的入侵种,对滨海湿地生态系统造成巨大的破坏。2003年,互花米草被列入国家环保总局和中国科学院联合发布的首批入侵我国的外来入侵种名单。

2) 无瓣海桑

海桑科海桑属常绿大乔木。原产于印度、孟加拉国、斯里兰卡等国^[2],1985年从孟加拉国引入我国^[3]。无瓣海桑在新的生境中能迅速生长,结实率高、定居容易、适应性广,曾经是红树林造林的首选优良速生树种,在中国东南沿海广泛种植。但无瓣海桑具有一定的竞争和扩散能力,目前,对无瓣海桑的入侵性没有确切的定论,但认为其为应谨慎引种的植物基本达成共识。

3) 拉关木

使君子科对叶榄李属植物,又名拉观木、拉贡木,是一种生长快、小型、常绿、具多分根的红树林乔木树种,原产于墨西哥及热带美洲、非洲。我国在1999年从墨西哥引进,在海南成功种植后逐步引进

到广东、广西等地区^[4]。其生长速度快,对土质要求不严,耐盐能力高,结果量巨大,种子具有较好的萌发能力和漂浮能力,具备入侵物种的潜质^[5]。

1.2 外来植物发展现状

1) 互花米草

广西有确切文献记录的引种互花米草活动有2次。最早于1979年在合浦县丹兜海(山口镇山角海滩)和廉州湾(党江镇沙海滩)引种了互花米草,分别引种0.67 hm²和0.027 hm²,结果仅丹兜海的引种成功。另一次是1994年广西红树林研究中心在山口镇北界村盐场海滩移植了0.34 hm²。至2008年互花米草群落面积扩散到389.2 hm²^[6],2013年广西互花米草分布面积602.27 hm²^[7]。2016年7月,广西互花米草面积为686.48 hm²^[8]。因丹兜海是最早的引种区,在引种地呈点源扩散形式向周围蔓延,目前丹兜海面积最广,铁山港湾、北海银滩至营盘镇、廉州湾、英罗岗、大风江依次减少,总体呈现由东往西趋势^[7]。2016年发现扩散到钦州市,目前大风江边发现互花米草1.396 hm²(钦州市林业主管部门提供数据)。防城港市也曾发现互花米草斑块,据北仑河口国家级自然保护区工作人员介绍,清除后又自然恢复。目前虽然扩散速度变缓,但面积依旧处于增加的态势。

2) 无瓣海桑

广西自2002年开始在钦州进行无瓣海桑的规模化造林,到2013年钦州沿海地区无瓣海桑人工林达到189.36 hm²(钦州市林业主管部门提供数据),集中分布在钦州的茅尾海康熙岭镇及团和岛潮滩^[9]。此外,合浦南流江口、北海市区的冯家江、西村港等海滩亦有少量种植^[10]。无瓣海桑目前已向河口、潮滩的非种植区蔓延,防城港市毛岭江沿岸发现有扩散的植株。其总扩散面积因技术原因未能进行统计。

3) 拉关木

广西最早在北海银海区冯家江大桥附近引种拉关木,随后于2009年在大冠沙潮滩进行试验造林,最早种植的两个地点现已属于北海滨海国家湿地公园。拉关木在北海具有很好的适应性。据测定,4年生拉关木平均基径18.11 cm,平均树高5.86 m,生长速度远高于本土红树林树种^[5]。根据湿地公园上报数据,五年前拉关木面积9 hm²,至今发展到10.74 hm²并向非种植区逐渐蔓延。

1.3 现有防控措施

1) 互花米草

对其防控方法主要有化学防治、生物防治、生物

替代、物理防治及综合防治等措施^[11]。北海滨海湿地公园用化学药剂法、覆盖遮荫法(刈割+遮荫)及人工挖除法(刈割+翻根)治理互花米草,发现覆盖遮荫法效果最好,成本最低^[12]。据保护区工作人员介绍,治理后如不采取措施及时种上红树林,互花米草会很快占领已治理的区域。山口国家级红树林生态自然保护区受互花米草侵害最严重,先后开展了《广西近岸海域互花米草治理项目》、《广西山口红树林保护区互花米草监控与初步整治项目》等项目进行专项治理,采用最多的是刈割+翻根方法治理互花米草,但这种治理方法成本高,达到 12 万元/hm²,后期造林难度大,治理效果并不是很显著。

2) 无瓣海桑

钦州茅尾海是广西无瓣海桑最早引种区,目前人工林基本分布在茅尾海红树林自然保护区范围内,虽然发现无瓣海桑入侵红树林现象日益严重,但受到诸多政策法规的制约,之前未采取任何的防控措施,目前保护区跟市林业科学研究所积极申报项目进行无瓣海桑人工林间种、间伐改造。山口红树林保护区无瓣海桑自 1997 年开始随海流从广东湛江红树林保护区传播进入。受互花米草的困扰,保护区对外来植物持谨慎态度,管理处从 2013 年开始对保护区内的无瓣海桑进行防治。以“发现一棵砍伐一棵”为原则,2013—2018 年,共砍伐无瓣海桑 10 000 余棵,目前无瓣海桑对现有本土红树林基本上无影响,但砍后的植株依旧萌芽继续生长,每年仍有种子进入保护区,成长为零星幼苗。

3) 拉关木

在北海滨海国家湿地公园,人工拔除部分小苗控制拉关木的扩散速度。

2 外来植物生态安全分析

2.1 互花米草

山口红树林自然保护区互花米草引种至今,已在自然保护区内扩散形成优势植被群落(图 1),达到 471 hm²,占到滩涂植被总面积 47.8%(山口国家级红树林生态自然保护区提供数据)。部分互花米草沿着潮沟入侵至红树林内部,丹兜海域红树林基本已被互花米草包围,本土红树林受到严重威胁(图 2)。合浦儒艮国家级自然保护区,是我国唯一的以儒艮为主要保护对象的自然保护区,互花米草在保护区内持续扩散,2003 年面积仅有 1.33 hm²,2016 年达到 48.85 hm²^[8],威胁海洋动植物生存空间。北海滨海国家湿地公园内分布的互花米草面积

不详,根据工作人员介绍,互花米草对湿地公园内红树林造成严重影响。

研究表明,互花米草入侵红树林、海草床及盐沼植被,会导致大型底栖动物物种生物量及生物多样性降低^[13-14],改变区域景观结构的组成、多样性和异质性特征^[15],破坏鸟类适宜生境,抬高滩涂,加速海域陆化进程,影响红树林生态系统稳定性。作为确定的外来入侵种,必须加大对其监测和治理工作,限制其扩散速度和规模,尽可能减少生态危害。

2.2 无瓣海桑

无瓣海桑适应性广,能在中低潮带占领空缺生态位而迅速定居和建群。在最早种植无瓣海桑的茅尾海红树林自然保护区现场调查发现,无瓣海桑已经进入非种植区域自然扩散。在河口两岸、红树林林缘、海堤内的养殖塘沟渠都有生长,有的甚至侵入本土红树林群落内部,有的已经形成自然扩散群落(图 3)。另外,无瓣海桑已成林的人工林下,乡土红树植物的幼苗难以生长,群落成分单一化严重。无瓣海桑具有化感作用,会抑制本土红树林树种生长^[16]。无瓣海桑入侵性一直存在争议,澳门和香港认为无瓣海桑是入侵种^[17-18],中国大陆把无瓣海桑定性为有待观察种^[19]。从现场考察情况看,无瓣海桑在广西沿海入侵性较为明显(图 4,图 5),需要对其进行防控。

2.3 拉关木

拉关木种子具有浮力,可以借助水流传播,其种子有时还在树上或漂浮的时候便可萌发(图 6)。漂浮的繁殖体通常就具有萌生的根^[20],因此很容易随着潮汐传播到附近适宜海域定植。其适盐生态幅极广,目前在北海地区的高潮带及中低潮带,土壤从沙土到黏土都能很好地生长,受潮带和土壤的制约小^[4]。拉关木引入中国这些年中,对于其入侵性还没有一个比较明确的定论。在珠海淇澳岛调查认为,目前拉关木在淇澳岛尚没有构成“生态入侵性”的条件^[21];而对海南岛调查发现,拉关木已经扩散进入本土红树植物群落,应将其作为疑似外来入侵种进行研究^[22]。在北海滨海国家湿地公园,据工作人员观测,拉关木母树林下,幼苗密度达到 600 株/hm²。在北海现场调查发现,拉关木与无瓣海桑一样,能够进入非种植区域沿着海岸线扩散并入侵至本土红树植物群落内部(图 7、图 8),在小冠沙有爆发的趋势,已经对本土红树林造成不可忽视的影响。



图 1 互花米草入侵红树林

Fig. 1 *Spartina alterniflora* invading into primitive mangrove community



图 4 无瓣海桑入侵红树林(植株高大者)

Fig. 4 *Sonneratia apetala* invading into primitive mangrove community (the taller)



图 2 互花米草肆意生长

Fig. 2 *Spartina alterniflora* growing uncontrollably on the beach



图 5 无瓣海桑自然扩散群落

Fig. 5 *Sonneratia apetala* natural diffusion community



图 3 无瓣海桑三年生植株果实累累

Fig. 3 *Sonneratia apetala* triennial plant and the fruits



图 6 拉关木结实量大

Fig. 6 *Laguncularia racemosa* bearing fruit in large quantity

3 外来植物社会影响分析

3.1 影响群众生产生活

钦州当地民众认为无瓣海桑危害颇多,如林下淤泥变黑,蛇患鼠患严重,植株生长过快阻碍出海通道带来安全隐患,特别是海洋经济动物大幅减少影响生计。山口国家级红树林生态自然保护区海边群

众认为互花米草生长过快,占领大面积的滩涂,导致依赖滩涂而生存的海洋经济动物减少,并且对当地海产养殖业构成威胁,影响百姓收入。另外,互花米草抬高滩涂,堵塞潮沟,航行时不仅对船只造成损坏且容易发生安全事故。

3.2 保护成果将遭受质疑

广西沿海有茅尾海红树林自治区级自然保护



图 7 拉关木(幼苗阶段)入侵白骨壤群落

Fig. 7 *Laguncularia racemosa* (the seedling) invading into primitive mangrove community of *Avicennia marina*



图 8 拉关木自然扩散群落(幼树阶段)

Fig. 8 *Laguncularia racemosa* (the seedling) natural diffusion community

区、山口国家级红树林生态自然保护区、合浦儒艮国家级自然保护区、北仑河口国家级自然保护区四个保护区及北海滨海国家湿地公园,目前仅有北仑河口保护区曾出现很小面积的互花米草,其余都受到外来植物扩张带来的威胁。保护自然保护地的自然环境和自然资源是保护地的职责之一,自然环境和自然资源是指有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布区。红树林湿地生态系统是沿海各保护地主要的保护对象,如再不采取措施对这些外来植物进行防控,任其扩散,假以时日,它们极有可能替代本土红树林树种成为建群种,降低本土植物和动物区系的特有性,届时保护工作将会受到来自社会各界质疑和否定。

3.3 容易引起国际争端

广西与越南接壤,广西海域和越南北部海域同属北部湾(越南称东京湾),海洋是开放性的生态系统,互花米草已经通过潮水到达与越南相邻的防城港市,如不加以控制,无瓣海桑、拉关木繁殖体未来

也有可能通过潮水到达防城港市甚至越南海岸,这些外来植物会影响越南的红树林生态系统,届时对方追究这些繁殖体的来源或要求一定的补偿,中国很难脱离干系。

4 外来物种防控中存在的突出问题

4.1 入侵性不明确导致防控措施滞后

广西红树林外来植物引种后,缺乏系统的监测,即使是互花米草,也是引种后爆发了才慢慢开始了后期的监测。无瓣海桑和拉关木引种后未有任何的跟踪监测报道。对于这两种植物对本土红树林及生态系统的影响程度是否构成入侵或入侵程度如何,都没有科学的佐证资料和清晰的认识。因此,目前虽然已经发现它们对生态系统来了一定的影响,但是因为入侵性不明确,未有采取大力度的防控措施。

4.2 受政策因素的制约

互花米草是明确的入侵种,因此对它的治理“名正言顺”。而无瓣海桑和拉关木是未定性的外来种,在监测数据缺乏的情况下,处于“治无依据”的尴尬境地。两个树种是乔木,受到林木采伐管理制度制约。红树林很多已被区划为公益林,受到自然保护区管理条例(保护区内)、公益林管理办法、广西红树林资源保护条例以及市、县级地方政府制定的保护政策的严格保护,基本形成“红树林绝不能破坏”的社会共识,在红树林保护工作中起到非常重要的积极作用,但无形中给外来植物防治工作带来思想束缚。

4.3 防控治理经费短缺

近些年红树林受到社会的广泛关注,是新闻媒体报道的焦点和环保督察关注的重点领域。但是社会关注度跟保护资金投入不成正比。在保护区外的红树林由辖区管理,辖区政府拿不出更多的经费用于红树林监测。保护区、湿地公园只能通过申请项目获得外来物种防控资金。互花米草刈割+翻根的治理花费大;无瓣海桑、拉关木在泥泞的滩涂进行采伐作业及运输采伐剩余物花费也不少。防控治理经费短缺,使外来植物规模难以得到及时有效控制。

4.4 治理后植被恢复是难点

互花米草、无瓣海桑、拉关木生长速度远大于乡土植物,治理后需要找到合适的替代物种“占据”治理区域才能防止外来植物二次入侵。但是,乡土树种生长速度慢,在竞争中处于劣势。山口红树林保护区多年互花米草治理实践证明,后期植被恢复是生态修复的难点。

4.5 监测人员不足和管护装备欠缺

广西沿海保护区跟湿地公园共有在编人员 52 名,护林员 37 名,人手严重不足。非保护区范围红树林由辖区林业主管部门管理,在 2018 年机构改革中,基层林业部门被合并,人员编制被削减,非保护区红树林管护工作受到严重影响。监测设施设备严重不足,茅尾海保护区只有一艘小型监测船,北海滨海国家湿地公园出海需要租借船只。除了湿地公园专职巡护人员配置有较为齐全的装备外,其余监测设备配置严重不足,特别是聘请的兼职护林员,只能站于海堤目测,监测范围和效果极大受限。

5 防控对策

5.1 建立风险评估体系

运用卫星遥感监测技术和无人机低空航拍技术对无瓣海桑和拉关木进行全面的调查,分析时空动态变化,评估这些年扩散的面积、扩散范围、扩散速度以及入侵本地红树林群落的入侵方式,对本地生态系统已经造成的或潜在的影响建立风险评估体系,综合评估两种外来植物的生态影响力,为防控提供科学的依据。

5.2 建立长期的监测体系

互花米草、无瓣海桑、拉关木都是通过漂浮在海水中的繁殖体随潮水传播。除了广西外,广东、福建都有种源分布,繁殖体来源不可控,因此必须建立外来植物长期监测体系:(1)连续对外来植物种群进行监测,建立外来植物资源档案和数据库,及时掌握分布面积、数量动态变化,研究种间竞争关系,分析演替趋势、生态影响和经济危害。(2)建立区域协调联防机制,分布有种源的地方在繁殖体成熟的季节,对周围未有分布但可能极易传播的区域发出预警,未有外来种的海域发现有外来种后,对周围相邻区域亦发出预警,区域联防,及时发现及时清除,阻止不可预测的影响发生。

5.3 争取政策支持及专项防控经费

防控无瓣海桑、拉关木时,势必要采伐部分植株,在政策允许范围内,采取低效林改造、科学实验研究等与政策不冲突的方式,争取获得采伐指标的批复。另外,把红树林外来植物监测、防控及治理纳入相关的行业规划、地方相关规划及保护区总体规划,并安排相应的专项防控治理资金,同时吸纳社会公益资金保证充足的防控经费。

5.4 控制繁殖体释放

根据入侵种的繁殖—传播—定居—生长—繁殖

这一循环的过程,加强对繁殖阶段的科学研究,设法阻止其进入下一环节,从而控制扩散速度。开展互花米草、无瓣海桑、拉关木种子败育研究,控制有性繁殖的发生;清理无瓣海桑、拉关木幼苗,防止其成长为新的种源;刈割将成熟的互花米草,采摘拉关木、无瓣海桑果实集中处理,减少繁殖体向环境的释放。

5.5 开展植被恢复技术研究

加强秋茄 *Kandelia obovata* Sheue et al.、桐花树 *Aegiceras corniculatum* (Linn.) Blanco、红海榄 *Rhizophora stylosa* Griff.、木榄 *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam. 等常规的造林树种进行植被恢复时大苗密植技术的研究,使其尽快郁闭成林,提升乡土树种空间竞争力。根据潮位、盐度、土壤条件等环境因子因地制宜选择合适的乡土植物,如芦苇 *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.、荇苳 *Cyperus malaccensis* Lam.、短叶荇苳 *Cyperus malaccensis* subsp. *monophyllus* (Vahl) T. Koyama、老鼠簕 *Acanthus ilicifolius* L.、南水葱 *Scirpus lacustris* subsp. *validus* (Vahl) T. Koyama、南方碱蓬 *Suaeda australis* (R. Br.) Moq.、卤蕨 *Acrostichum aureum* Linn.、海漆 *Excoecaria agallocha* Linn. 等,只要有利于原来生态系统恢复的都可以尝试研究,探索适合广西红树林外来植物防控治理的高效、经济、环保模式。

5.6 购置先进监测装备

鉴于监测人员短期内无法增加的实际情况,可提升监测装备来进行有效补充。购置无人机、监测船只及巡护车辆等巡护设备。培训监测设备的操作规程,明确监测内容和要求,提高基层监测队伍的整体素质。另外,加大宣传力度,发动群众力量,发现外来植物及时上报给辖区的管理部门,实现点面、海空无死角监控。

致谢:部分图片由北海滨海国家湿地公园提供,在此深表感谢!

参考文献:

- [1] 徐国万,卓荣宗. 我国引种互花米草的初步研究[C]// 南京大学学报(米草研究的进展—22 年来的研究成果论文集),1985:212-225.
- [2] 廖宝文,郑松发,陈玉军,等. 外来红树植物无瓣海桑生物学特性与生态环境适应性分析[J]. 生态学杂志, 2004(1):10-15.
- [3] 李云,郑德璋,陈焕雄,等. 红树植物无瓣海桑引种的初步研究[J]. 林业科学研究,1998(1):42-47.

[4] 李滨. 北海地区红树植物拉关木的引种效果调查研究[J]. 大科技, 2016(12): 187-187, 188.

[5] 潘良浩, 史小芳, 曾聪, 等. 广西红树林的植物类型[J]. 广西科学, 2018, 25(4): 352-362.

[6] 莫竹承, 范航清, 刘亮. 广西海岸潮间带互花米草调查研究[J]. 广西科学, 2010, 17(2): 170-174.

[7] 潘良浩, 史小芳, 陶艳成, 等. 广西海岸互花米草分布现状及扩散研究[J]. 湿地科学, 2016, 14(4): 464-470.

[8] 陶艳成, 潘良浩, 范航清, 等. 广西海岸潮间带互花米草遥感监测[J]. 广西科学, 2017, 24(5): 483-489.

[9] 范航清, 黎广钊, 周浩郎, 等. 广西北部湾典型海洋生态系统: 现状与挑战[M]. 北京: 科学出版社, 2015.

[10] 潘良浩, 史小芳, 曾聪, 等. 广西红树林的植物类型[J]. 广西科学, 2018, 25(4): 352-362.

[11] 谢宝华, 韩广轩. 外来入侵种互花米草防治研究进展[J]. 应用生态学报, 2018, 29(10): 3464-3476.

[12] 王广军, 邓秋香. 广西北海滨海国家湿地公园互花米草治理试验研究[J]. 中国农业信息, 2017(2): 74-76.

[13] 赵彩云, 李俊生, 官璐, 等. 广西北海市滨海湿地互花米草入侵对大型底栖动物的影响[J]. 湿地科学, 2014, 12(6): 733-739.

[14] 赵彩云, 柳晓燕, 白加德, 等. 广西北海西村港互花米草对红树林湿地大型底栖动物群落的影响[J]. 生物多样性, 2014, 22(5): 630-639.

[15] 张嘉诚, 何东进, 游巍斌, 等. 互花米草入侵对霞浦滨海湿地景观的影响[J]. 森林与环境学报, 2018, 38(3): 302-308.

[16] 陈国贵, 李元跃, 蔡丽钦, 等. 红树植物外来种无瓣海桑对乡土种秋茄形态特征与生物量的影响[J]. 海洋科学, 2017, 41(6): 26-33.

[17] 王发国, 邢福武, 叶华谷, 等. 澳门的外来入侵植物[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2004(S1): 105-110.

[18] 蒋奥林, 朱双双, 陈雨晴, 等. 中国香港外来入侵植物[J]. 广西植物, 2018, 38(3): 289-298.

[19] 马金双, 李惠茹. 中国外来入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018: 74.

[20] 欧健. 厦门外来物种入侵风险评估研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2008.

[21] 王秀丽, 蔡均, 周亮, 等. 珠海淇澳岛拉关木群落结构及其种苗扩散研究[J]. 林业与环境科学, 2018, 34(6): 66-71.

[22] 刘强, 张颖, 钟才荣, 等. 外来红树植物拉关木入侵性研究[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(21): 60-64, 67.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 28 页)

[10] 刘丽娟, 李红梅, 刘雪莲. 不同处理方法对外植体消毒效果比较研究[J]. 北方园艺, 2009(10): 86-87.

[11] 巩振辉, 申书兴. 植物组织培养[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013: 125-126.

[12] 姜福星, 黄远祥, 周鹏, 等. 植物叶片再生的探究[J]. 分子植物育种, 2018, 16(20): 6832-6839.

[13] 邱义兰, 陈冰心, 廖丽娟, 等. 兔眼蓝莓离体叶片再生组织细胞学观察[J]. 生命科学研究, 2016, 20(6): 516-520.

[14] 高庆茂, 董春燕. 野生金银花高效组培繁殖技术再生研究[J]. 西部林业科学, 2018, 47(4): 59-63, 79.

[15] 蒋燕, 王进涛, 袁红. 激素配比对辣椒叶片愈伤组织诱导和不定芽分化的影响[J]. 北方园艺, 2013(14): 118-120.

[16] 吴国良. 翅果油树组织培养的研究[D]. 太谷: 山西农业大学, 2003.

[17] 喻晓敏. 灰枣离体叶片高效再生体系建立的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.

[18] 贾小明, 樊军锋, 王娟娟. 河北杨和新疆杨离体叶片诱导不定芽研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006(12): 110-114, 120.

[19] 陶建敏, 耿其芳, 庄智敏, 等. 蓝浆果叶片高效再生体系的建立[J]. 西北植物学报, 2006(3): 610-614.

[20] 闫允青, 姜桦韬, 谷超, 等. ‘雪花梨’扩繁和叶片再生体系的建立[J]. 南京农业大学学报, 2017, 40(1): 68-75.

[21] 兰芹英, 李启任, 何惠英, 等. 红掌愈伤组织诱导和芽的分化[J]. 园艺学报, 2003(1): 107-109, 127.

[22] 李胜, 杨德龙, 李唯, 等. 植物试管苗离体生根的研究进展[J]. 甘肃农业大学学报, 2003(4): 373-384.

[23] 吴玉霞, 常永义, 张有富, 等. 两种生长素对‘粉红佳人’苹果脱毒试管苗生根的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(6): 77-80.

[24] 林宗铿, 陈振东, 蔡坤秀, 等. 植物生长调节剂对白芦笋花药培养来源试管苗生根诱导的研究[J]. 江西农业大学学报, 2008(4): 651-655.

[25] 杨宏艳, 金英, 庭禹洁, 等. 大叶石蝴蝶组培苗根系形态对不同生长素的响应[J]. 西部林业科学, 2019, 48(6): 99-104, 113.

[26] 王鸿, 黄烈健, 施琼, 等. 卷荚相思组培快繁技术研究[J]. 林业科学研究, 2016, 29(4): 603-609.

[27] 刘秀芳, 林文革, 苏明华. 龙脑樟组培快繁与苗木工厂化生产技术研究[J]. 植物研究, 2011, 31(5): 569-574.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.011

千年桐访花昆虫初步调查研究

谷丽萍, 郑科, 向振勇, 景跃波

(云南省林业和草原科学院, 云南 昆明 650201)

摘要:于2019年4月设置3个样地对千年桐盛花期的访花昆虫进行调查。调查结果,采集到访花昆虫33种,隶属8目22科,分别为膜翅目、缨翅目、双翅目、鞘翅目、鳞翅目、半翅目、革翅目和蜘蛛目昆虫,其中:鳞翅目的种类最多,为11种,膜翅目种类次之,为8种,双翅目种类位居第三,为5种;采集到的访花昆虫数量排序为:膜翅目>缨翅目>鞘翅目>鳞翅目>其他昆虫,膜翅目是千年桐花期访花传粉的优势昆虫;千年桐4目主要访花昆虫日活动规律为:在上、下午均出现出勤峰值时段,下午峰值高于上午,且出勤峰值时段不完全吻合。

关键词:千年桐;访花昆虫;种类组成;数量占比;优势昆虫;日活动规律;出勤峰值

中图分类号:S763.30;S794.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0061-04

引文格式:谷丽萍,郑科,向振勇,等.千年桐访花昆虫初步调查研究[J].林业调查规划,2020,45(4):61-64.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.011

GU Liping, ZHENG Ke, XIANG Zhenyong, et al. Preliminary Survey on Flower-visiting Insects of *Vernicia montana* [J].

Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 61-64. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.011

Preliminary Survey on Flower-visiting Insects of *Vernicia montana*

GU Liping, ZHENG Ke, XIANG Zhenyong, JING Yuebo

(Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650201, China)

Abstract: The three sample plots were set up to investigate the flower-visiting insects of *Vernicia montana* in April 2019. The results showed that 33 species were identified, belonging to 22 families and 8 orders, which were Hymenoptera with 8 species、Thysanoptera、Diptera with 5 species、Coleoptera、Lepidoptera with 11 species、Hemiptera、Demaptera and Araneida. The order of the quantity of flower visiting insects collected was Hymenoptera>Thysanoptera>Coleoptera>Lepidoptera>other insects. Hymenoptera was the dominant flower-visiting insects of *Vernicia montana*. The flower-visiting activities of 4 major insects peaked in the morning and afternoon. The peak in the afternoon was higher than that in the morning, and the peak time was not completely consistent.

Key words: *Vernicia montana*; flower-visiting insects; species composition; quantity proportion; dominant insects; daily activity pattern; peak attendance

收稿日期:2020-02-07.

基金项目:“十三五”国家重点研发计划“林业资源培育及高效利用技术创新重点专项”研究任务“油桐水肥调控及菌根促产关键技术研究”(编号:2017YFD0600703-2);云南省“万人计划”产业技术领军人才-郑科(编号:YNWR-CYJS-2018-043).

第一作者:谷丽萍(1974-),女,硕士,副研究员.主要从事森林资源培育方面的研究.Email:glpsxsc@163.com

责任作者:郑科(1973-),男,博士,研究员.主要从事森林资源培育方面的研究.Email:719177567@qq.com

千年桐(*Vernicia montana* Wils.) 属大戟科(*Euphorbiaceae*) 的一种落叶乔木,栽培历史悠久,是中国特有的经济林树种,也是四大木本油料树种之一,其种子压榨出的桐油色泽金黄,是优良的干性油及工业用油,具有不透气、不透水、不导电、防腐蚀、抗酸碱、耐冷热等特性,工业用途广泛,主要用于制漆、塑料、电器、人造橡胶和人造皮革等。

访花传粉昆虫的多样性影响植物的授粉受精机率,进而影响植物的产量,最终影响到人类自身的福利。目前访花昆虫的研究大多集中在经济作物上,尚未见到国内外关于千年桐访花昆虫研究的报道。对千年桐盛花期的访花昆虫进行初步调查,摸清访花昆虫种类、数量及主要访花昆虫日活动规律,拟为探索优势访花昆虫与千年桐的关系、提高千年桐结籽率、品质、产量及为良种培育提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 调查地概况

调查地位于云南省东南部的文山州丘北县官寨乡(E104°2'29", N24°15'46"),海拔 1340 m,属于中亚热带高原季风气候,光照充足,年均温 17.2℃,年均降雨量约 1 270 mm,5—10 月为雨季,6—8 月降水量约占全年总量的 60%,全年无霜期 280 d,土壤由石灰岩和酸性田岩红壤组成。油桐种植面积约 33.3 hm²。

1.2 样地设置

在调查地随机选取 3 个千年桐长势良好的地块作为观察样地,样地之间间隔 100 m,样地面积为 25 m²。

1.3 调查方法

1.3.1 访花昆虫调查时间

2019 年 4 月于千年桐盛花期开展调查,在 7:00—19:00 时段,以小时为单位,为了能相对全面地调查千年桐访花昆虫,在 3 个样地分别派 3 组人员对各时段的访花昆虫进行采集、捕捉并记录。

1.3.2 访花昆虫种类和数量记录

采用样地网捕法对访花昆虫进行捕捉^[1]。捕捉时对调查的千年桐树按照上、中、下 3 层取样,每层按照南、北、东、西 4 个方位,“扫过来再扫回去”作为一次完整的取样^[2],扫网 30 次,捕捉有访花行为的昆虫。对访花昆虫种类和数量采用划“正”字的方法进行记录。同一只昆虫离开一朵花后继续访问同一观察点的其他花朵时再记录一次。对于难以

捕捉到的访花昆虫用手机或数码相机拍照^[3]。捕捉到的访花昆虫按照不同的时间间隔放入毒瓶中并作好标记。当天捕捉到的访花昆虫需要经过标本清洁、展翅、针插、干燥、防腐保存等步骤^[4],进行归类、整理和鉴定。

1.3.3 访花昆虫日活动规律

随机选取样地中的 1 株千年桐树,对其进行定点、连续观察和捕捉所有的访花昆虫,以小时为间隔,记录相应时段访花昆虫的种类与数目^[5]。

2 结果与分析

2.1 千年桐访花昆虫种类组成

经鉴定,3 个样地采集到的千年桐访花昆虫标本共 33 种,隶属 8 目 22 科,分别为膜翅目、缨翅目、双翅目、鞘翅目、鳞翅目、半翅目、革翅目和蜘蛛目昆虫。其中:鳞翅目访花昆虫种类最多,为 6 科 11 种,占全部种的 33.3%;膜翅目访花昆虫种类次之,为 5 科 8 种,占 24.2%;双翅目访花昆虫种类位居第 3,为 3 科 5 种,占 15.2%;排名第 4 的是鞘翅目访花昆虫,有 3 种,占 9.1%;剩余的 4 目访花昆虫共计 6 种,占 18.2%。调查样地访花昆虫种类名录见表 1。

表 1 千年桐访花昆虫种类组成
Tab. 1 List of the flower-visiting insects of *Vernicia montana*

目	科	昆虫种类
膜翅目 Hymenoptera	蜜蜂科	东方蜜蜂 <i>Apis cerana</i> Fabricius
	Apidae	熊蜂 <i>Bombus</i> Spp.
		黑大蜜蜂 <i>Apis laboriosa</i> Smith
		大蜜蜂 <i>Apis (Megapis) dorsata</i> Fabricius
	木蜂科	竹木蜂 <i>Xylocopa nasalis</i> Westwood
	Xylocopidae	
	茧蜂科	菜粉蝶绒茧蜂 <i>Apanteles glomeratus</i> (Linnaeus)
	Braconidae	
	姬蜂科	螟蛉悬茧姬蜂 <i>Charops bicolor</i> (Szepligeri)
	Ichneumonidae	
胡蜂科	黄腰胡蜂 <i>Vespa affinis</i> (Linnaeus)	
Vespidae		
缨翅目 Thysanoptera	蓟马科	烟蓟马 <i>Trips tabaci</i>
	Thripoidae	西花蓟马 <i>Frankliniella occidentalis</i>
双翅目 Diptera	食蚜蝇科	黑带食蚜蝇 <i>Episyrphus balteatus</i>
		细腹食蚜蝇 <i>Sphaerophoria</i> sp.
	Syrphidae	大灰食蚜蝇 <i>Syrphus corollae</i>
		麻蝇科	黑尾黑麻蝇 Helicophagella melanura Meigen
Sarcophagidae		

续表 1

目	科	昆虫种类
鞘翅目 Coleoptera	丽蝇科 Calliphoridae	大头金蝇 <i>Chrysomya megacephala</i> Fabricius
	花金龟科 Cetoniidae	小青花金龟 <i>Oxycetonia jucunda</i> Faldermann
	露尾甲科 Nitidulidae	黄斑露尾甲 <i>Carpophilus hemipterus</i> (L.)
	瓢虫科 Coccinellidae	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)
	鳞翅目 Lepidoptera	粉蝶科 Pieridae	菜粉蝶 Pieris rapae L. 迁粉蝶 Catopsilia pomona Fabricius
鳞翅目 Lepidoptera	弄蝶科 Hesperiidae	小赭弄蝶 <i>Ochlodes venata</i> Bremer et Grey
	蛱蝶科 Nymphalidae	斐豹蛱蝶 <i>Argynnis hyperbius</i> Linnaeus 小环蛱蝶 <i>Neptis sappho</i> Pallas
	凤蝶科 Papilionidae	柑橘凤蝶 <i>Papilio xuthus</i> Linnaeus 玉带凤蝶 <i>Papilio polytes</i> Linnaeus
	眼蝶科 Satyridae	小眉眼蝶 <i>Mycalesis mineus</i> (Linnaeus)
半翅目 Hemiptera	灰蝶科 Lycaenidae	中华云灰蝶 <i>Miletus chinensis</i> Felder 青灰蝶 <i>Antigius attilia</i> Bremer 曲纹灰蝶 <i>Lampides boeticus</i> Linnaeus
	盲蝽科 Miridae	绿盲蝽 <i>Apolygus lucorum</i> (Meyer- Dür.)
	缘蝽科 Coreidae	点蜂缘蝽 <i>Riptortus pedestris</i> Fabricius
革翅目 Demaptera	蠼螋科 Labiduridae	钳螋 <i>Forcipula</i> sp.
蜘蛛目 Araneida	蟹蛛科 Thomisidae	三突花蛛 <i>Misumenops tricuspidatus</i> Fab- ricius

2.2 千年桐访花昆虫数量占比

3 个调查样地中采集到的千年桐访花昆虫数量见表 2。

从表 2 中可见,样地 1 至样地 3 中膜翅目访花昆虫数量占采集总数的比例分别为 56.8%、55.9%、56.8%; 缨翅目访花昆虫占比依次为 17.3%、16.9%、18.1%; 鞘翅目访花昆虫占比分别为 13.6%、13.7%、12.3%; 鳞翅目访花昆虫占比分别为 9.9%、10.6%、10.4%; 其他昆虫的占比基本保持在 2.6%。可见,在访花昆虫种类上,尽管鳞翅目有 11 种访花昆虫,占有优势;然而,在访花昆虫数量上,膜翅目占有绝对优势,3 块样地调查结果,在访花昆虫总数中膜翅目占比一直维持在 56.6%;由此说明,膜翅目是千年桐花期访花传粉的优势昆虫。

2.3 千年桐主要访花昆虫日活动规律

以小时为间隔,对一天中 7 :00—19 :00 时段的千年桐主要访花昆虫数量进行统计分析(图 1)。

由图 1 可知,千年桐主要的 4 目访花昆虫均出现了双峰,在下午的出勤数量均高于上午高峰出勤值,且出勤高峰时段并不完全吻合,正午时分(12 :00—14 :00),出勤量均大幅减少。其中:膜翅目昆虫活动高峰集中在 11 :00—12 :00 和 16 :00—17 :00,2 次高峰访花昆虫的数量分别为 40 头和 68 头; 缨翅目访花昆虫的第一次活动高峰集中在 10 :00—11 :00,第二次活动高峰时段为 15 :00—16 :00,最高值时数量为 15 头;鞘翅目访花昆虫第一次活动高峰出现的时段和缨翅目相同,第二次活动

表 2 不同样地千年桐花期访花昆虫数量

Tab.2 Quantity of the flower-visiting insects of *Vernicia montana* in different

样地	总数 /头	膜翅目 /头	占比 /%	缨翅目 /头	占比 /%	鞘翅目 /头	占比 /%	鳞翅目 /头	占比 /%	其它 /头	占比 /%
样地 1	456	259	56.8	79	17.3	62	13.6	45	9.9	11	2.4
样地 2	444	248	55.9	75	16.9	61	13.7	47	10.6	13	2.9
样地 3	463	263	56.8	84	18.1	57	12.3	48	10.4	11	2.4
平均	454	257	56.6	79	17.4	60	13.2	47	10.4	12	2.6

高峰出现的时段晚于膜翅目和缨翅目,集中于 17 :00—18 :00,其高峰数量一度达到 18 头; 鳞翅目在主要的 4 目访花昆虫中出勤次数最低,峰值分别出现在 11 :00—12 :00 和 15 :00—16 :00,最高值时数量为有 11 头。

3 结论与讨论

3.1 结论

1) 采集到千年桐盛花期访花昆虫标本共 33 种,隶属 8 目 22 科。其中:访花昆虫种类位居前 4

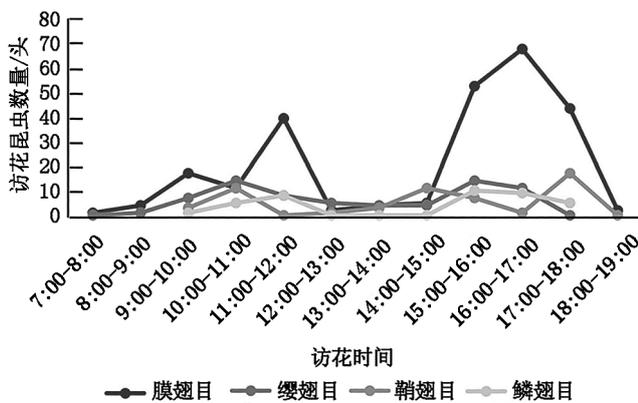


图 1 千年桐花期主要访花昆虫日活动规律

Fig. 1 Daily activity pattern of the major flower-visiting insects of *Vernicia montana*

位的是鳞翅目、膜翅目、双翅目和鞘翅目昆虫,对应的数量分别为 11 种、8 种、5 种和 3 种。

2) 从访花昆虫数量上看,位居前 4 位的分别是膜翅目、鳞翅目、鞘翅目、鳞翅目昆虫,其占总体比例分别为 56.6%、17.4%、13.2% 和 10.4%,膜翅目是千年桐花期访花传粉的优势昆虫。

3) 对千年桐主要的 4 目访花昆虫日活动规律研究表明:昆虫日活动均出现了双峰,下午的出勤峰值均高于上午,且出勤峰值时段并不完全吻合。

3.2 讨论

1) 本次调查点距离最近的乡镇约 8 km,表明调查地点位于人为干扰较少的区域,访花昆虫的物种更为丰富。这与武文卿^[6]对于枣树访花昆虫的多样性研究、罗长维^[7]关于干热河谷麻疯树访花传粉昆虫的研究结论相同,生境的差异导致访花昆虫的种类和数量均有差别。为了保持物种的丰富度,良好的生境保护非常重要。

2) 与多数访花昆虫研究不同的是,本次调查的千年桐访花昆虫日活动规律显示出勤值出现了双峰,且下午峰值高于上午,是否与普者黑周边特殊的生境(光照、温度、湿度等)有关,有待进一步探查。长期的进化过程中,不同的昆虫形成了独特的偏好

温度^[8],调查结果表明,在千年桐盛花期,膜翅目昆虫活动高峰早于其他昆虫,膜翅目昆虫活动的温度低于其他昆虫,自由活动的昆虫通过自主运动寻找各自偏好的环境与温度。

3) 千年桐多为雌雄异株,花为虫媒花,具有大而鲜艳的花冠,花盘含蜜腺,花粉粒富含营养,有特殊气味,能引诱昆虫为媒,实现异花传粉。雄花先开后止,雌花后开先止,在整个花期雄花数量大大多于雌花数量,形成雌花于雄花的盛花期开放,雄花伴雌花期于始终的最佳偶遇,使雌花有充分授粉的机会。与多数访花研究相类似,特殊的花期、花色、花形、花的气味、花的结构和生理特性等均影响到访花昆虫的访花行为,具体哪一类或哪几类是昆虫访花行为的主要影响因子,有待继续深入研究。

致谢:访花昆虫标本由云南省林业和草原科学院周楠研究员鉴定,在此深表谢意!

参考文献:

- [1] 张育平,吕文彦,秦雪峰,等. 观赏桃园昆虫群落结构的研究[J]. 湖南农业科学,2007(6):144-146.
- [2] 刘向东. 田间昆虫的取样调查技术[J]. 应用昆虫学报,2013,50(3):863-867.
- [3] 郝德君,胡海桃,陈娟,等. 南京市早春访花昆虫种类及其行为研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2015,39(1):33-38.
- [4] 常征. 昆虫标本制作方法新探[J]. 文山师范高等专科学校学报,2002,14(1):83-84.
- [5] 张云毅,武文卿,马卫华,等. 大樱桃传粉昆虫的调查研究[J]. 中国农学通报,2012,28(25):272-276.
- [6] 武文卿,申晋山,马卫华,等. 枣树访花昆虫多样性及药剂的影响[J]. 环境昆虫学报,2016,38(2):354-360.
- [7] 罗长维,李昆,陈晓鸣,等. 干热河谷麻疯树访花昆虫及主要传粉昆虫[J]. 昆虫知识,2008,45(1):121-127.
- [8] 马春森,马罡,杜尧,等. 连续温度梯度下昆虫趋温性的研究现状与展望[J]. 生态学报,2005,25(12):3390-3397.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.012

药肥一体化防治八角炭疽病效果试验

王竣¹,赵塘颀¹,李玉文¹,李朝志¹,何跃峰²,黄凤娅²,赵德州³

(1.文山州林业和草原科学研究所,云南文山 663000; 2.富宁县林业和草原局,云南富宁 663400;
3.富宁县锦盈农林科技服务有限公司,云南富宁 663400)

摘要:在富宁县八角林内选择生长树势基本一致,叶片感病率较高的林分进行药肥一体化防治八角炭疽病试验,统计观察株和枝条的叶片感病率和病情指数。结果显示:防治后试验点的叶片感病率和病情指数为6.30%和2.22,分别下降了5.68%和2.80,地面落叶明显减少,枝梢和枯梢抽出的叶片展开正常,说明药肥一体化吊袋对八角炭疽病防治效果显著,可以在生产上推广应用。

关键词:药肥一体化;八角炭疽病;叶片感病率;病情指数;防治效果

中图分类号:S763.1;S753.1;S723.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0065-03

引文格式:王竣,赵塘颀,李玉文,等.药肥一体化防治八角炭疽病效果试验[J].林业调查规划,2020,45(4):65-67.
doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.012

WANG Jun,ZHAO Tangjie, LI Yuwen, et al. Experiment on Control Effect of Medicine-Fertilizer Integration on Aniseed Anthracnose[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 65-67. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.012

Experiment on Control Effect of Medicine-Fertilizer Integration on Aniseed Anthracnose

WANG Jun¹, ZHAO Tangjie¹, LI Yuwen¹, LI Chaozhi¹, HE Yuefeng², HUANG Fengya²,
ZHAO Dezhou³

(1. Wenshan Academy of Forestry and Grassland, Wenshan, Yunnan 663000, China;

2. Funing Bureau of Forestry and Grassland, Funing, Yunnan 663400, China;

3. Funing Jinying Agricultural and Forestry Technology Service Co., Ltd., Funing, Yunnan 663400, China)

Abstract: The stands with the same growth potential and higher leaf infection rate in *Illicium verum* forest of Funing County were selected to carry out the experiment on the control effect of medicine-fertilizer integration on aniseed anthracnose to investigate the leaf infection rate and disease index of observation plants and branches. The results showed that after control, the leaf infection rate and disease index were 6.30% and 2.22, which were 5.68% and 2.80% lower than before, the ground defoliation was significantly reduced, and the leaves extracted from branches and withered shoots were unfolded normally, indicating that the control effect of medicine-fertilizer integration on aniseed anthracnose was significant, which could be widely used in production.

Key words: medicine-fertilizer integration; aniseed anthracnose; leaf infection rate; disease index; control effect

收稿日期:2019-12-25.

第一作者:王竣(1981-),男,云南文山人,助理工程师.主要从事林业科技推广工作.

责任作者:赵塘颀(1987-),男,云南保山人,硕士,工程师.主要从事森林培育、森林保护和林业科技推广工作.

八角炭疽病 (*Colletorichum* sp.) 属半知菌类孢目刺盘孢属的一种^[1-3], 主要危害八角叶、嫩枝、花、果。叶片上受害症状明显, 大多数从叶尖、叶缘开始发生, 呈轮纹状向内扩展, 黑色子实体顺轮纹形成。其在八角栽培区均有发生, 属高温型雨、气传真菌性病害, 以高海拔地区及湿度大的林分发生严重。八角炭疽病是潜伏侵染性病害。病菌以菌丝体和分生孢子在叶、果等病部内越冬。当年新叶 3 月初开始萌生, 4—5 月即可受到炭疽菌侵染。一般要到 9—10 月, 随着叶片成熟老化才表现症状。往往林木在夏季生长正常, 较少发现病斑, 至秋季若遇上阴雨天, 则病害严重并且容易流行起来。逐渐出现病害症状, 发病叶片脱落, 至冬季会全部脱落。此外, 当年的病区又会向四周扩散, 所以受害后不仅连续影响两三年的产量, 如不及时防治会形成严重的灾害^[4-6]。

药肥一体化就是把保护植物生长的农药与促进植物生长的肥料组合在一起, 相互作用, 提高植物生长的价值。为了验证药肥一体化无公害药剂对八角炭疽病的防治效果, 为生产提供选择依据, 2019 年 7 月在林间进行了吊袋防治试验^[7-13]。

1 试验地点、时间及方法

1.1 试验地点

试验地点设在富宁县新华镇坡底村委会的八角

老林内, 树龄为 15~20 a。

1.2 试验时间和药剂

试验吊袋时间为 2019 年 7 月 5 日, 试验结果检查统计时间为 2019 年 10 月 8 日。

试验药剂为药肥一体化输液袋(含氮、磷、钾、钙、镁、锌、锰、硼等微量元素和氨基酸、黄腐酸、水以及苯甲、咪菌酯、嘧啶菌等杀菌剂), 试验植株要求八角树长到一定高度和粗度, 胸径均达 4 cm 以上。

1.3 试验方法

选择树势生长基本一致, 叶片感病率较高的林分, 在该范围内划出 50 m×50 m 正方形地块作为试验样地, 以样地正中间八角树为中心, 定好东南西北 4 个方向, 然后在每个方向选取 20 株, 每株取东南西北 4 个方向上中下位置的枝条, 统计每个方向树上的叶片感病率和病情指数(分级标准为 0 级: 叶片无炭疽病; 1 级: 病斑占叶片面积 1/3 以下; 2 级: 病斑占叶片面积 1/3~2/3; 3 级: 病斑占叶片面积 2/3 以上)。

将观察株树冠周围的枯枝落叶清扫干净, 以观察试验期间的落叶情况。

试验结束后, 按上述要求统计观察株、观察枝条的叶片感病率和病情指数。

2 试验结果

试验观察统计结果见表 1。

表 1 药肥一体化防治八角炭疽病试验结果

Tab. 1 Experimental results of the control effect of medicine-fertilizer integration on aniseed anthracnose

方位	防治前						防治后						对照					
	0 级	1 级	2 级	3 级	叶片感病率 / %	病情指数	0 级	1 级	2 级	3 级	叶片感病率 / %	病情指数	0 级	1 级	2 级	3 级	叶片感病率 / %	病情指数
东	1131	69	14	21	8.42	4.32	1036	85	3	4	8.16	3.04	9	1160	407	269	99.51	50.24
南	734	101	6	12	13.95	5.82	861	49	2	0	5.59	1.94	30	433	508	530	98.00	67.49
西	748	190	10	13	22.16	8.64	985	56	3	0	5.65	1.98	4	1013	515	347	99.79	54.71
北	1476	46	4	2	3.40	1.31	1027	63	0	0	5.78	1.93	27	400	526	508	98.15	67.90
平均					11.98	5.02					6.30	2.22					98.86	67.90
叶片数	4577						3313						6686					

从表 1 可以看出, 坡地试验点共统计枝条上的叶片 14 576 片, 吊袋前叶片感病率为 11.98%, 病情指数为 5.02, 吊袋后叶片感病率和感病指数分别为 6.30% 和 2.22, 分别下降了 5.68% 和 2.80, 同比下

降 47.41% 和 55.78%; 对照区叶片感病率和感病指数分别为 98.86% 和 67.90, 分别上升了 86.88% 和 62.88, 同比上升 87.88% 和 92.61, 由此可见防治效果显著。根据本试验初步结果, 在八角炭疽病流行

区推荐使用药肥一体化进行防治,能取得良好的防治效果。

3 小结与讨论

1)药肥一体化吊袋对八角炭疽病防治效果显著,且从试验的整个过程来看试验区吊袋前后地面落叶明显减少,枝梢和枯梢抽出的叶片展开正常。说明该药剂对八角炭疽病具有较好的控制作用,防治效果显著,可以在生产上推广应用。

2)八角炭疽病发病期为3—7月,为有效防治病菌侵染传播,应在3月初开始吊袋,根据树体吸收情况适时补充药液,防治效果更佳。

3)八角炭疽病的发生蔓延与林分缺肥、树势衰弱有一定的关系,因此要提高和维持用药的防治效果,还必须做到3点:(1)调整林分密度,清除林下杂灌,改善林内通风透气条件;(2)每年秋、冬季全垦深翻施基肥,以复合肥和农家肥为主;(3)及时将病死植株、病枝、病叶清理出林外烧毁。

4)药肥一体化功能上具有平衡施肥、营养全面、广谱高效、前控后促、抗逆性增强、肥药结合、互促增效的作用;操作上具有省时省工、安全简便、增产增收及储运方便、低碳节能等优势;种植经济性上,药肥的功能性可以为使用者节省大量的费用投入。因此,药肥一体化市场前景广泛,是林业发展的必由之路。

参考文献:

[1] 黄思良,廖明,岑贞陆,等. 八角炭疽病生物学特性的初

步研究[J]. 中国森林病虫,2014(10):1-4.

[2] 吴耀军,陆志华,黄乃秀,等. 八角炭疽病病原的研究[J]. 广西林业科学,2003(3):118-120.

[3] 廖旺姣,邹东霞,黄乃秀,等. 一种八角炭疽病新病原鉴定[J]. 西南农业学报,2017(10):2242-2245.

[4] 黄卓民. 八角[M]. 北京:中国林业出版社,1994.

[5] 黄金义,蒙美琼. 林木病虫害防治图册[M]. 南宁:广西人民出版社,1986.

[6] 蒋晓萍,莫小刚,周婵,等. 广西八角炭疽病年发病节律观测与防治适期分析[J]. 中国野生植物资源,2017(6):68-70,79.

[7] 梁钧,黄乃袖,任文斌. 大生 M-45 防治八角炭疽病效果试验[J]. 广西林业科学,2004,33(2):86-87.

[8] 林达进. 八角炭疽病的综合防治[J]. 广西林业科学,2008(8):37-38.

[9] 邓绍林,张英,李建林,等. 浅谈八角落花落果及其防治[J]. 广西林业科学,2002(2):83-84,89.

[10] 王辑健. 综合防治八角炭疽病初试[J]. 广西林业科技,1991,20(4):208-212.

[11] 黄乃秀,莫小刚,蒋晓萍,等. 广西八角炭疽病的发生特点及近年偏重发生原因初步分析与防治对策[J]. 广西植保,2018(1):32-36.

[12] 罗忠. 六种杀菌剂对八角炭疽病林间药效试验[J]. 农业科技与信息,2016(32):134-135.

[13] 刘瑞新,黄乃秀,蒋晓萍,等. 六种杀菌剂对八角炭疽病林间药效试验[J]. 广西农学报,2015(5):28-30.

(责任编辑 杨竣熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.013

西双版纳北豚尾猴种群分布现状研究

宋志勇¹, 文世荣², 李 佳³

(1. 云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100; 2. 云南西双版纳国家级自然保护区
曼稿管护所, 云南 勐腊 666200; 3. 云南西双版纳国家级自然保护区勐腊管护所, 云南 勐腊 666300)

摘要:采用半结构访谈法、样线调查法和红外相机技术对西双版纳傣族自治州自然保护区、国有及集体天然林所分布的北豚尾猴进行系统调查。结果显示:北豚尾猴共有 15~20 个种群,约 300~500 只,分布于勐遮、勐混、易武、勐仑、勐腊等乡镇,且主要集中在自然保护区及天然林分布区,分布海拔为 700~2 000 m,所涉及的植被类型有热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林 4 种。针对存在的生境破碎化、林下经济作物种植、非法猎杀等问题,提出保护栖息地、严肃查处非法猎杀行为、开展科研监测和宣传教育等北豚尾猴保护措施。

关键词:北豚尾猴;种群分布;生境破碎化;自然保护区;西双版纳傣族自治州

中图分类号:S718.6;Q959.848 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0068-04

引文格式:宋志勇,文世荣,李佳.西双版纳北豚尾猴种群分布现状研究[J].林业调查规划,2020,45(4):68-71.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.013

SONG Zhiyong, WEN Shirong, LI Jia. Population Distribution of *Macaca leonina* in Xishuangbanna [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 68-71. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.013

Population Distribution of *Macaca leonina* in Xishuangbanna

SONG Zhiyong¹, WEN Shirong², LI Jia³

(1. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;
2. Mangao Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666200, China;
3. Mengla Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666300, China)

Abstract: The methods of semi-structured interview, sample line investigation and infrared camera technology were used to systematically investigate the *Macaca leonina* distributed in the nature reserves, state-owned and collective natural forests of Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture. The results showed that there were 15~20 populations of *Macaca leonina*, about 300~500 individuals, which were distributed in towns of Mengzhe, Menghun, Yiwu, Menglun and Mengla, mainly in the nature reserves and natural forests, with an altitude of 700~2 000 m, and the involved vegetation types including tropical rainforest, tropical monsoon forest, subtropical evergreen broad-leaved forest and deciduous broad-leaved forest. In view of the existing problems of habitat fragmentation, economic crop planting under the forest, illegal hunting and so on, this paper put forward the protection measures of *Macaca leonina*, such as habitat

收稿日期:2019-11-25.

项目来源:西双版纳州热带雨林保护基金会资助猴科动物种群调查项目.

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

责任作者:李 佳(1982-),女,云南勐腊人,工程师.主要从事生物多样性保护与研究工作. Email:1364596370@qq.com

protection, serious punishment of illegal hunting behavior, scientific research monitoring, publicity and education.

Key words: *Macaca leonina*; population distribution; habitat fragmentation; nature reserve; Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture

北豚尾猴(*Macaca leonina*)分布于热带、亚热带低地湿性森林、耕地。其体形稍大,体长约 600 mm;头顶平,具黑褐色顶毛并向四周辐射,脸周围着生长毛,鼻、吻部黑褐色,背部和四肢外侧灰褐色,毛尖白色,腹部及四肢内侧灰白色;尾较短,形似猪尾,尾毛黑褐色且稀少;群栖热带、亚热带山林,在我国分布区域狭窄,为实验动物和观赏动物之一^[1]。北豚尾猴在分类上属非人灵长类(nonhu-man primates)或次人灵长类(subhuman primates)^[2]猴科(Cercopithecidae)猕猴属(*Macaca*)。1956年中国科学院云南热带生物资源综合考察队调查西双版纳兽类区系;1983年由云南省林业厅牵头,对西双版纳自然保护区做了较系统、全面的考察,形成的《西双版纳自然保护区综合考察报告集》阐述了北豚尾猴的分布^[3];1993年出版的《西双版纳动物志》简要地反映了西双版纳北豚尾猴资源状况。北豚尾猴被列为《中国国家重点保护野生动物名录》一级保护动物,在《中国濒危动物红皮书》中被列为濒危(E)物种,属世界自然保护联盟(IUCN)以及濒危野生动植物物种国际贸易公约(CITES)附录II物种^[4],云南省将北豚尾猴列为极小种群拯救保护物种^[5]进行保护与管理。但是,近30年未有针对西双版纳州北豚尾猴的专项调查,因此非常有必要开展西双版纳州北豚尾猴资源现状调查和研究工作,为保护北豚尾猴资源提供科学依据。

1 研究区概况

西双版纳傣族自治州地处 21°08'~22°36'N、99°56'~101°50'E,面积 1.91 万 km²,东南与老挝相连,西南与缅甸接壤,国境线长 966.3 km。系澜沧江下游,北回归线以南,亚洲大陆向东南亚半岛过渡地带。总的地势北高南低,州内最高点为勐海县勐宋乡的桦竹梁子,海拔 2 429.5 m,最低点是勐腊县南腊河与澜沧江交汇入口处,海拔 477 m。全州森林面积 151.66 万 hm²,占总面积的 79.29%;自然保护区总面积 40.39 万 hm²,占 21.15%,国家级自然保护区 26.8 万 hm²;森林覆盖率 80.79%,天然林覆盖

率 54.9%^[6]。

2 调查方法

2.1 半结构访谈法

根据文献记载,参阅 2017 年遥感卫星影像图,结合全州天然林分布情况,在全州范围所有乡镇选取 256 个点,采用半结构访谈法^[7],对自然保护区、天然林分布区管护站、林业站、居民区开展调查,了解当地北豚尾猴分布情况、种群数量等信息。以 2017 年卫片为底图,同时运用 ArcMap 10.2.2 软件记录和处理矢量数据,筛选过滤除去公路、建筑物、经济林等面积,计算出北豚尾猴潜在分布面积。

2.2 样线调查法

根据半结构访谈结果,在西双版纳国家级自然保护区、纳板河流域国家级自然保护区、西双版纳布龙州级自然保护区、易武州级自然保护区、景洪市(县)级自然保护区、勐海县级自然保护区、勐腊县级自然保护区、国有天然林、集体天然林设定 40 条调查样线。样线长度约 5 000 m,目视宽度为 20~50 m,鸣声记录宽度为 100~300 m,步行速度为 1~2.0 km/h。发现北豚尾猴活体或鸣声时记录其距离样线中线的垂直距离、种群数量等信息,用单反相机拍摄北豚尾猴影像,用录音笔录制北豚尾猴鸣声,同时用 GPS 记录样线航迹^[8]。

2.3 红外相机技术

运用红外相机技术来获得野生动物图像数据,并以此来分析野生动物的物种分布、种群数量、行为和生境利用等重要数据,在野生动物监测和自然保护区资源编目中具有广泛的应用前景^[9]。选择 40 条北豚尾猴调查样线,使用红外相机进行监测,共安装红外相机 40 台次,运用 GPS 记录每台红外相机安装的地理坐标及海拔,并记录该区植被类型(表 1)。

2.4 种群密度

在样线调查中,灰孔雀雉种群密度按 $D = KN/2LW$ 公式计算^[10], D 为密度; K 为单位面积; N 为在 W 样线宽度内所记录到的灰孔雀雉个体数; L 为样线长度; W 为单边样线宽度。

2.5 种群数量

种群数量按 $N = (D_1 + D_2 + \dots) / i \times A$ 计算, N 为种

群数量; D_i 为第 i 条样线上的灰孔雀雉密度; A 为调查单元灰孔雀雉的分布面积; 系统误差为 $\pm 5\%$ 。

表 1 样线及红外相机布设

Tab. 1 Layout of sample line and infrared camera

样线编号	自然保护区	植被类型	长 /m	宽 /m	红外相机 /台
1 2 3	曼稿	c d	15262	20~300	3
4 5 6 7 8 9 10 11	勐养	b c d e f	39967	20~300	8
12 13 14	勐仑	a b c d	15209	20~300	3
15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	勐腊	a b c d e g h	50187	20~300	10
25 26 27 28	尚勇	a b c	20166	20~300	4
29 30	纳板河	b c	10018	20~300	2
31 32	布龙	c d	9988	20~300	2
33 34	易武	c d e	10157	20~300	2
35 36	景洪	b c	10037	20~300	2
37 38	勐海	c d e	9831	20~300	2
39 40	勐腊	b c d	10130	20~300	2

注: 植被类型为 a 热带雨林; b 热带季雨林; c 亚热带常绿阔叶林; d 落叶阔叶林; e 暖性针叶林; f 竹林; g 灌木林; h 草丛。

3 调查结果

3.1 空间分布

根据西双版纳自然保护区、国有林、天然林周边村寨分布情况, 选取 256 个村小组开展半结构访谈调查, 收集到 190 份有效信息。访谈涉及傣族、哈尼族、瑶族、彝族、壮族、汉族、基诺族、拉祜族等 8 个民族; 访谈对象有村民、老猎人、林业工作者、护林员 4 个类群; 被访者年龄为 25~90 岁, 其中 40~60 岁的男性占 75%。在调查中以 2017 年卫片为底图, 运用 ArcMap 10. 2. 2 软件进行筛选过滤, 计算出北豚尾猴潜在分布面积约 14. 35 万 hm^2 。

调查结果显示: 北豚尾猴分布于勐遮、勐混、易武、勐仑、勐腊等乡镇, 且主要集中在自然保护区及天然林分布区(图 1)。

通过 ArcMap 10. 2. 2 软件提取出北豚尾猴分布的高程信息, 参考红外相机捕获的北豚尾猴影像所处的海拔高度以及样线调查结果, 得出北豚尾猴分布的海拔在 700~2 000 m(图 2)。

3.2 种群规模

根据半结构访问调查、样线调查结果结合红外相机技术, 参考北豚尾猴种群社会结构, 北豚尾猴有

图 1 北豚尾猴分布范围

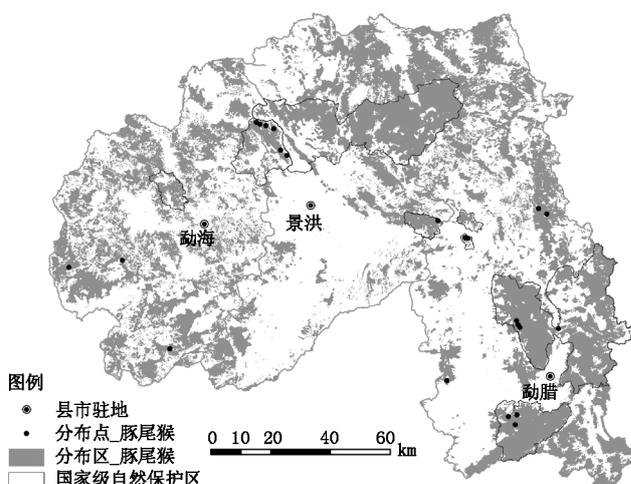


Fig. 1 Distribution of *Macaca leonina*



图 2 北豚尾猴

Fig. 2 *Macaca leonina*

15~20 个种群, 300~500 只。

3.3 生境选择

北豚尾猴分布于热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林 4 种植被类型。

3.4 种群结构及生活习性

北豚尾猴群体较猕猴小。白天活动, 常在高大

树木上采食野果、嫩叶,偶有在地面活动,翻石寻找蚯蚓等。

4 讨论与结论

4.1 生境破碎化

生境破碎化是由于人为因素或环境变化而导致景观中面积较大的自然栖息地不断被分割成较小的斑块,或是由于生态功能降低而形成的生境破碎化,包括总生境面积的减少与剩余地区分裂成非连续的碎片2方面^[11]。例如西双版纳国家级自然保护区范围内有122个村寨,自然保护区周边有138个村寨^[12],北豚尾猴分布区被经济林、居民区、生产区以及基础设施建设隔离,从而导致生境破碎化。

自然保护区是全州天然林的精华所在,也是北豚尾猴最重要的栖息地,国有、集体天然林资源也有北豚尾猴的分布。保护北豚尾猴栖息地,禁止在保护区内发展林下经济,禁止非法猎杀北豚尾猴,为其保留优质的栖息地。

4.2 种群规模

西双版纳是一个多民族聚居地区,很多世居民族都有打猎的习俗。以本次调查为例,猎人占被调查人总数的5%,60岁以上瑶族、哈尼族男性有80%均有打猎经历。非法猎捕(杀)北豚尾猴的主要目的是养殖、买卖和食用。依本次调查结果来看,北豚尾猴仅有15~20个种群,300~500只,种群规模较小,需要加强保护。在保护工作中要整合自然保护区、林草、公安等部门的力量,共同打击非法猎杀北豚尾猴行为。

4.3 开展科普宣教工作

多渠道争取项目和资金,与灵长类动物研究机构合作,对北豚尾猴种群动态进行长期监测,将保护区、国有林巡护监测工作制度化、规范化,实时了解和掌握保护区资源动态^[13]。开展北豚尾猴生物学和生态学方面的研究,为保护该物种提供数据支持

和技术服务。加强野生动物资源保护相关法律法规的宣传力度,通过广播、电视、报刊和网络等媒体宣传野生动物保护相关政策和法规,让广大群众主动保护北豚尾猴,关注北豚尾猴生存现状。

参考文献:

- [1] 杨德华. 西双版纳动物志[M]. 昆明:云南大学出版社,1983:10-12.
- [2] 陈元霖,曾中兴,白寿昌. 猕猴[M]. 北京:科学出版社,1985:1.
- [3] 徐永春,姜汉侨,全复. 西双版纳自然保护区综合考察报告集[M]. 昆明:云南科技出版社,1985:306.
- [4] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,中华人民共和国濒危物种科学委员会. 濒危野生动植物种国际贸易公约[R]. 2011.
- [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)[Z]. 2009
- [6] 西双版纳州傣族自治州林业局. 西双版纳傣族自治州林业志[M]. 昆明:云南民族出版社,2011.
- [7] 宋志勇. 西双版纳北白颊长臂猿种群现状和保护概况[J]. 西部林业科学,2017,46(3):18-22.
- [8] 云南省林业厅. 云南省第二次陆生野生动物资源调查技术方案[S]. 2012.
- [9] 肖治术. 红外相机技术促进我国自然保护区野生动物资源编目调查[J]. 兽类学报,2016,36(3):270-271.
- [10] 李玉媛,华朝朗,方波,等. 自然保护区与国家公园生物多样性监测技术规程:DB 53/T 391—2012[S]. 昆明:云南省质量技术监督局,2012.
- [11] 王晓卫,于晓平,齐晓光,等. 生境破碎化对非人灵长类生存影响的研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2006,34(S1):113-117.
- [12] 王战强,负新华,黄建国,等. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社,2006:404.
- [13] 郭龙洁,白帆,代陆娇,等. 文山国家级自然保护区灵长类种群数量研究[J]. 西南林业大学学报,2017(3):101-106.

(责任编辑 杨竣熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.014

基于“智慧保护区”的资源监控系统案例应用研究

王梦犀

(国家林业和草原局昆明勘察设计院,云南 昆明 650216)

摘要:以西藏雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区五期工程为例,立足多元化的监控对象和复杂的立地条件,通过一套完整的资源监控系统设计打造“智慧保护区”。文中系统地阐述了大峡谷自然保护区“智慧保护区”资源监控系统的 4 个组成部分:野外视频监控预警模块、野外智能巡护模块、综合监测无人机模块、自然保护区综合信息平台模块及其系统设计内容。依托空域的视频监控预警技术和无人机监测技术、天域的卫星导航和野外智能巡护技术以及地域的视频监控基站、手持巡护仪、野外监测仪器、综合信息平台等技术和手段,形成了基于“智慧保护区”的“空、天、地”一体化资源监控系统,实现自然保护区内资源监控和生物多样性的智慧监控。

关键词:资源监控系统;智慧保护区;视频监控;野外智能巡护;综合监测无人机;综合信息平台;西藏雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区

中图分类号:S759.9;C931.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0072-08

引文格式:王梦犀.基于“智慧保护区”的资源监控系统案例应用研究[J].林业调查规划,2020,45(4):72-78,82.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.014

WANG Mengxi:Case Application of Resource Monitoring System Based on “Smart Reserve”[J].Forest Inventory and Planning,2020,45(4):72-78,82. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.014

Case Application of Resource Monitoring System Based on “Smart Reserve”

WANG Mengxi

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

Abstract: Taking the fifth phase project of Yarlung Zangbo Grand Canyon National Nature Reserve in Tibet as an example, a complete set of resource monitoring system was designed to create a “smart reserve” based on diversified monitoring objects and complex site conditions. This paper systematically expounded the four components of the resource monitoring system of the “smart reserve” in the Grand Canyon Nature Reserve, including the field video monitoring and early warning module, the field intelligent patrol module, the integrated monitoring UAV module, the integrated information platform module of the nature reserve and the system design content. Relying on the technologies of video monitoring and early warning, and UAV monitoring in midair, the technologies of satellite navigation and field intelligent patrol in the sky, as well as the technologies of video monitoring base station, hand-held patrol instrument, field monitoring

收稿日期:2020-01-03;修回日期:2020-02-24.

第一作者:王梦犀(1988-),男,四川阆中人,硕士,工程师.从事林业工程及自然保护区规划、设计工作. Email:xiwand@126.com

instrument, integrated information platform on the ground, an integrated resource monitoring system of “midair, sky and ground” based on “smart reserve” was formed to realize the intelligent monitoring of resources and biodiversity in the natural reserve.

Key words: resource monitoring system; smart reserve; video monitoring; field intelligent patrol; integrated monitoring UAV; integrated information platform; Yarlung Zangbo Grand Canyon National Nature Reserve in Tibet

“智慧保护区”,即运用高科技智慧“武装”自然保护区,为自然保护区的保护、管理和巡护监测提供智力保障和技术支撑。“智慧保护区”的概念最早由国家林业局“十二五”期间提出的“智慧林业”演变而来,致力于林业信息化水平建设。视频监控系统作为智慧保护区的落地项目,经历了由传统的防火监控向资源监控转变,特别是面临国家机构改革的要求和自然保护区保护的历史使命,以新角度、新使命保护自然资源,将自然保护区内森林、草甸、雪山、河流、湿地资源以及野生动物等资源纳入视频监控保护范围,升级为“智慧保护区”资源监控系统,从而为自然保护区建设提供有效技术支撑。

以雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区(以下简称“大峡谷自然保护区”)五期工程为例,立足多元化的监控对象和复杂的立地条件,从技术层面整合建立一套资源监控系统,为青藏高原“智慧保护区”的建设提供案例实践,具有实际意义。

1 背景

雅鲁藏布大峡谷是举世闻名的世界第一大峡谷,是世界上生物多样性最丰富的山地,被誉为“植被类型的天然博物馆”、“天然的动植物博物馆”、生物资源的基因宝库”。在世界生物多样性保护方面具有极其重要地位。大峡谷自然保护区地处西藏自治区林芝地区,跨墨脱、波密、米林、巴宜4县(区),地理坐标为北纬 $29^{\circ}05' \sim 30^{\circ}20'$,东经 $94^{\circ}39' \sim 96^{\circ}06'$,总面积 $916\,800\text{ hm}^2$,其中核心区面积为 $320\,000\text{ hm}^2$,缓冲区面积 $37\,000\text{ hm}^2$,实验区面积 $559\,800\text{ hm}^2$ 。自然保护区拥有全部核心区和缓冲区、绝大部分实验区土地的经营权和管理权。其主要保护对象为喜马拉雅—嘎日嘎布山脉南翼地区热带北缘湿润山地生态系统和喜马拉雅—嘎日嘎布山脉北翼地区亚热带半湿润山地生态系统以及生存于该区的珍稀濒危物种。大峡谷自然保护区记录有高等植物3000多种,约占全国的1/10,国家重点保护野生植物21种,以墨脱命名的模式种有40多种,在野生动物中,其中哺乳类63种,鸟类232种,爬行

类25种,两栖类19种,昆虫2000余种,仅国家重点保护野生动物有40多种,可以看出,无论从生态系统还是从物种多样性或遗传多样性标准来衡量和评价,大峡谷自然保护区无疑是我国生物多样性最为丰富的地区之一。

大峡谷自然保护区通过前四期基础设施的建设,完成了管理局—管理分局—管理站—管理点的建设,配备了管理人员以及交通、通讯等设施,使保护区基础设施初具规模,为保护区资源的有效管理提供了保障。但大峡谷自然保护区的保护面积大、管理任务重、管护人员不足,尤其受所在区域社会经济发展水平和保护区投资规模等条件的限制,信息化建设极为滞后,直接制约着自然保护区的有效保护管理。比如:在资源管理上,保护区的动植物资源及森林资源仅停留在供文本查阅,保护管理人员无法直观获取保护区资源信息;在资源监测上,保护区在日常工作中获取的数据仅进行片面的文字、图像记录,无法形成系统化的数据库;在森林防火上,保护区依靠传统的瞭望台进行观测,难以及时发现热点位置,或者发现后不能及时上报预警信息。随着经济社会的快速发展和科学技术的不断进步,国内越来越多的自然保护区逐步建立了可视化管理系统、智能巡护系统、监测数据管理平台等保护区综合信息管理体系,极大地促进了自然保护区保护管理的有效性、便利性,提升了保护管理成效。因此,要实现总体规划中“保护区典范”的目标^[1],就必须与时俱进,借助先进的视频监控技术、巡护管理技术、监测无人机、综合信息平台等多种技术手段,构建基于“智慧保护区”的资源监控系统来提升保护区资源管护管理和生物多样性保护的能力,加大对保护区资源和保护成果的宣传展示,扩大保护区的社会知名度和影响力,十分必要。

2 资源监控系统总体框架

2.1 智慧保护区的内涵

大峡谷自然保护区“智慧保护区”建设,充分运用云计算、物联网、移动互联网等技术,构建集保护

管理、预警防控、生态监测、协调指挥、科普宣教等职能的一体化综合信息管理体系,实现自然保护区资源动态监管、日常巡护、人为活动等数据的信息采集、网络传输、标准化处理、可视化应用,实现自然保护区信息资源共享、政务协同,同时借助公众服务系统对自然保护区管理工作和珍稀资源进行宣传,提

升大峡谷自然保护区的生态价值。

“智慧保护区”资源监控系统采用“六横两纵”总体架构,包括感知层、传输层、数据资源层、应用支撑层、应用系统层和展示层 6 个层面及安全与信息安全和综合管理体系(图 1)。

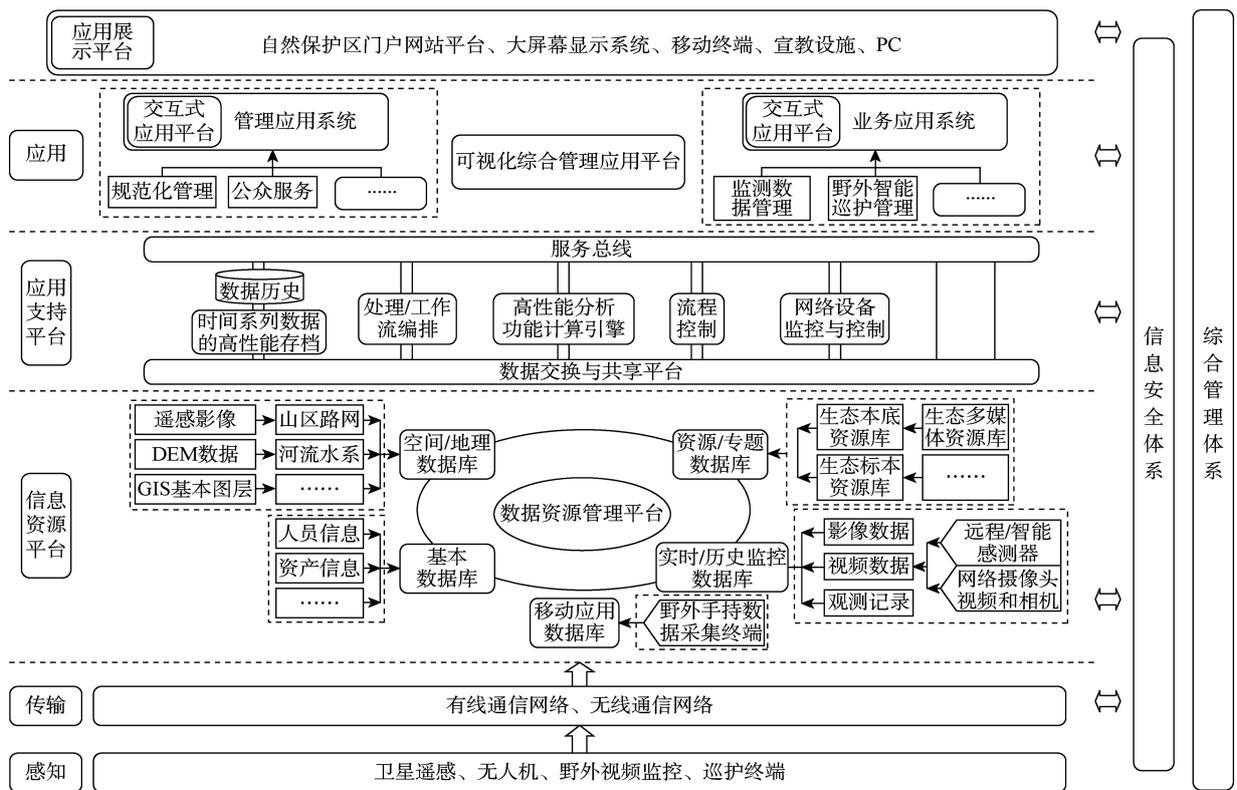


图 1 资源监控系统总体框架

Fig. 1 Overall framework of resource monitoring system

2.2 资源监控系统的组成

大峡谷自然保护区“智慧保护区”资源监控系统包含 4 个组成部分:野外视频监控预警模块、野外智能巡护模块、综合监测无人机模块、自然保护区综合信息平台模块。视频监控预警模块通过建立先进的网络视频监测系统,成为记录自然保护区内生态环境、开展科学研究与安全防护的强有力手段;野外智能巡护模块主要是为了加强对自然保护区巡护人员的监测管理和人工数据采集,提高巡护工作的效率和成效;综合监测无人机模块是针对大峡谷自然保护区地域广阔、覆盖面积大、地理环境复杂、气候多变,加之管理巡护人员相对有限等状况,通过无人机对车、人无法到达地带进行森林防火巡护、人为活动及防盗猎行为监测和野生动物监测等;自然保护区综合信息平台模块是自然保护区各类信息系统和

服务的统一窗口,综合体现自然保护区建设情况和建设成果,对自然保护区信息进行综合管理和自然宣教(图 2)。

3 资源监控系统设计

3.1 野外视频监控预警模块

野外视频监控预警模块作为“智慧保护区”资源监控系统 4 个组成部分之一,是资源监控系统的核心模块,以资源监测信息为主要对象,以地理信息为基础,基于成熟的传输技术、IP 技术的网络视频系统和数字定位技术,集保护区信息管理、资源信息管理、生态建设管理为一体,为自然保护区建设和管理直接服务的基础应用系统。

3.1.1 视频监控布局思路

根据大峡谷自然保护区五期建设工程项目的规

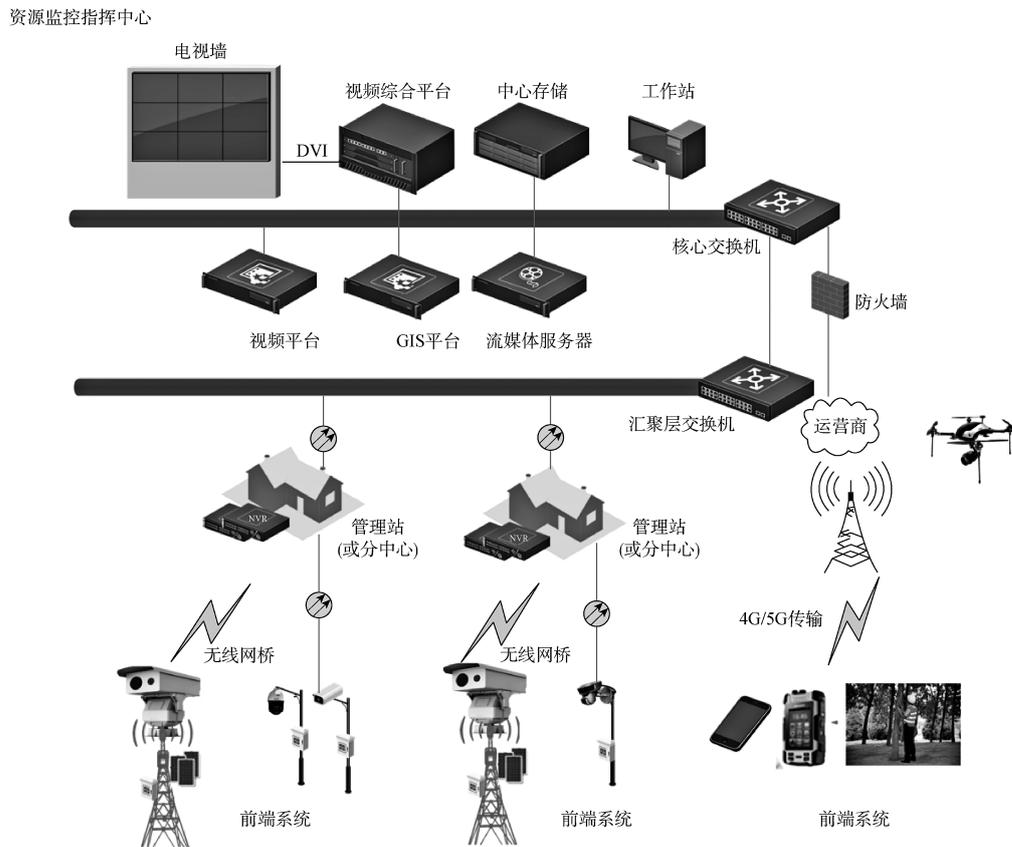


图 2 资源监控系统拓扑结构

Fig. 2 Topology of resource monitoring system

划和资金限制,以及结合近远期建设的迫切需求和实际情况,在墨脱县、米林县(派镇)、波密县和巴宜区共设置 30 个野外视频基站(基站附设 6 个微波中继站);在林芝市林业局设立市局监控中心,在 4 个县级管理分局设立分局监控中心。各片区的视频监控图像及信号采用微波(无线)传输方式,传回到各分局监控中心,各分局监控中心通过光纤网络(有线)方式汇总到市局监控中心。市局监控中心采用视频监控管理平台管理,采用大屏显示前端监控视频图像等信息,并集成来自野外智能巡护监测模块和保护区综合信息平台的相关数据和信息。分局监控中心采用小型视频监控管理服务器和显示终端,便于分级管理和总体控制。

大峡谷自然保护区野外视频监控预警模块的整体传输路径:野外监控点—中继站(如有)—分局监控中心—市局监控中心。具体区域线路分 4 段。第 1 段:从墨脱县(保护区)—中继—墨脱分局监控中心;第 2 段:从巴宜区(保护区)—中继—巴宜分局监控中心;第 3 段:从米林县(保护区)—中继—米林分局监控中心;第 4 段:从波密县(保护区)—中

继—波密分局监控中心。

3.1.2 视频监控拓扑构成

大峡谷自然保护区野外视频监控预警模块由前端智能监测基站、传输网络、后端监控中心构成,涵盖视频采集、信号传输、供电、防雷、预警、精确定位、辅助决策、气象信息采集等。视频监控拓扑构成(2 种路径)如图 3 所示。

1) 前端智能监测基站

前端智能监测基站主要包括:重型数字云台、可见光高清摄像机、热成像高清摄像机、设备自身的防盗报警系统、太阳能供电系统、5.8G 无线数字微波系统、基站控制系统、铁塔、防雷接地系统等构成,是野外视频监控预警系统的前端视频图像采集、自动报警和自动定位数据采集的重要站点。

大峡谷自然保护区的前端智能监测基站共 30 套,每个基站新建铁塔 15 m,主要布设在视野开阔的山顶或河谷区域,大范围广视距的 24 h 巡航监控,不间断地保护大峡谷自然保护区内森林、草甸、雪山、河流、湿地资源以及野生动物资源,防止人员流动进入自然保护区带来的破坏和干扰;由于自然

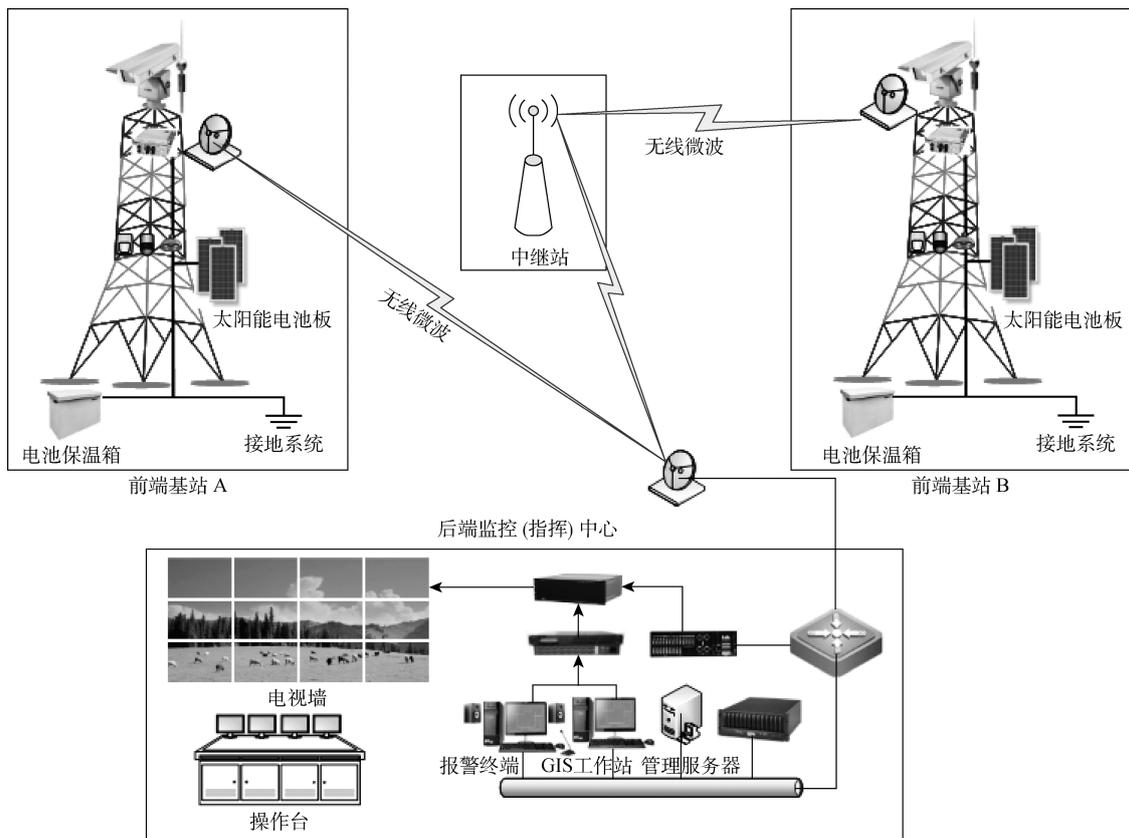


图 3 视频监控拓扑结构

Fig. 3 Topology of video monitoring

保护区野外的电网供电条件较差,但高原地区光照条件较好,野外供电均采用小型光伏供电系统。铁塔由当地铁塔公司负责建设和维护,设备由设备厂家负责安装、调整和后期免费维护。

2) 传输网络

传输网络采用基于 IP 网络的数字化传输网络,网络主要包括:有线光缆和无线数字网桥系统 2 种方式,有线光缆由单模多芯光缆和光纤收发器构成,无线数字微波系统由前端数字网桥系统、数字网桥中继系统、监控中心机房数字网桥系统构成,传输网络是实现前端监测点视频图像、数据采集传输到监控中心机房的必须链路,是构成视频监控模块的重要组成部分。

大峡谷自然保护区的野外传输网络属于远距离传输,优先采用 5.8 G 无线数字微波系统,抗干扰能力强,而且不受限于地形地势,一次性投入,施工简便,维护成本低,图像实时传输、清晰;分控制中心通过政务网接入市局监控中心^[2],采用有线光缆,传输信号稳定。

3) 后端监控中心

大峡谷自然保护区的视频监控后端监控中心由

无线数字网桥系统、视频联网监测管理平台软件、GIS 管理平台软件、PC 服务器、磁盘阵列、视频矩阵、监测计算机、指挥中心大屏幕构成,通过传输网络实现资源智能监测的数据采集、分析、自动定位、自动报警、指挥调度等功能,可实现工作人员日常在监控中心对资源进行远程集中监测和管理。

3.2 卫星导航和野外智能巡护模块

卫星导航和野外智能巡护模块作为“智慧保护区”资源监控系统 4 个组成部分之一,是资源监控系统的辅助模块,采用巡护管理手持设备配套巡护管理、卫星导航、数据采集,在巡护过程中随时上报问题,接收、核实、核查任务。通过对巡护人员的出勤及野外作业情况进行规范化管理,提供巡护人员在巡护过程中填报“巡护记录”、“巡护日记”和“巡护数据收集表”等功能,实现对各管护站巡护计划执行、巡护报告填写、生物资源保护情况检查、巡护工作监督等,提高巡护工作效率,保护管理好保护区自然资源,保证各种灾害和有害的人为经济活动得到及时反馈,同时保证巡护人员的人身安全。

大峡谷自然保护区资源监控系统的卫星导航和野外智能巡护模块分为巡护监管子系统和野外采集

子系统。巡护监管子系统主要针对巡护人员的巡护监管,包括标准化作业管理、卫星导航服务、巡护管理、用户管理等。野外采集子系统主要针对对环境要素的监测,如地面自动气象站、空气负离子监测仪、在线水位测定等,包括终端信息采集、监测数据处理、无线传输模块等(图 4,图 5)。

3.3 综合监测无人机模块

综合监测无人机模块作为“智慧保护区”资源监控系统 4 个组成部分之一,是资源监控系统的扩展模块,即利用无人机成熟的技术和产品,在对车、人无法到达地带进行资源环境监测、森林火灾监测、人为活动监测等。

大峡谷自然保护区地域广阔,覆盖墨脱、米林、波密、巴宜 4 县(区),其中,雅鲁藏布大峡谷长 504.9 km,平均深度 5 000 m,最深处达 6 009 m,是世界第一大峡谷。整个峡谷地区冰川、绝壁、陡坡、

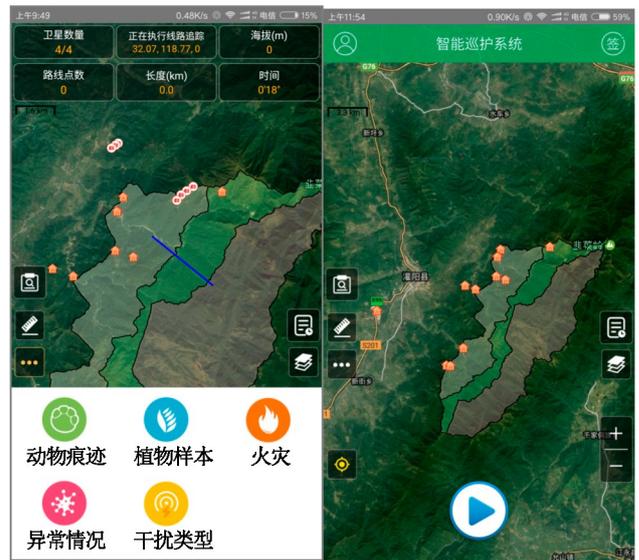


图 4 野外智能巡护手持设备

Fig. 4 Hand-held device of field intelligent patrol

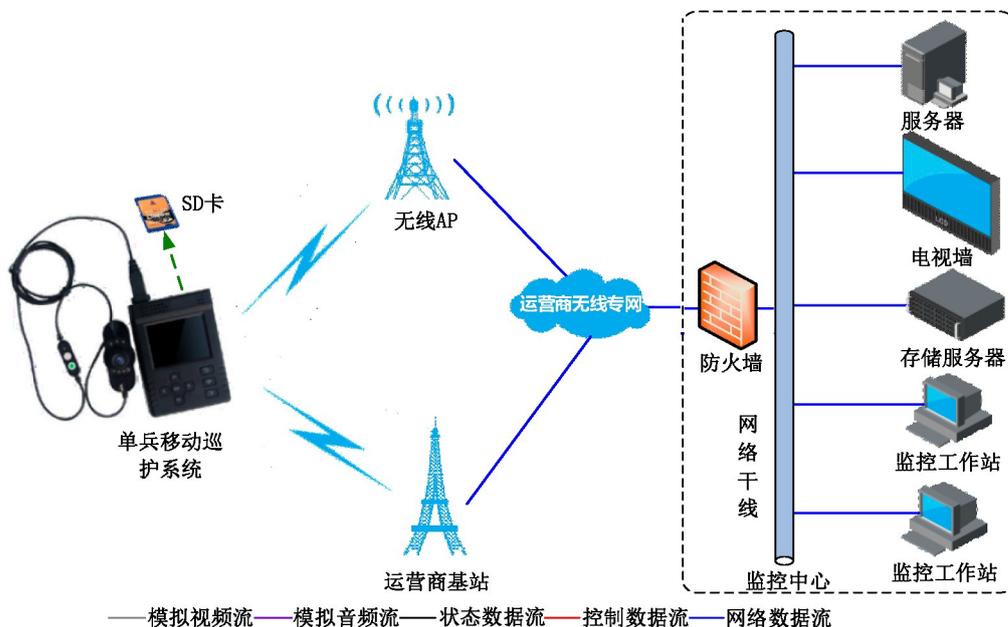


图 5 野外智能巡护模块拓扑结构

Fig. 5 Topology of field intelligent patrol module

泥石流和巨浪滔天的大河交错在一起,环境十分恶劣,许多地区至今无人涉足。由于覆盖面积大、地理环境复杂、气候多变等因素成为保护区全域综合管理的桎梏,限制了自然保护区开展日常巡护、野外调查、科研监测等工作。因此,大峡谷自然保护区五期工程为墨脱、米林、波密、巴宜 4 个县级管理分局和市局管理局共配备 5 台小型民用综合监测无人机(图 6)。

大峡谷自然保护区资源监控系统的综合监测无人机模块,运用无人机综合监测平台,搭载红外可见



图 6 综合监测无人机

Fig. 6 Demonstration of integrated monitoring UAV

光监测摄像机、林业综合数据分析处理软件等,可将监测数据实时传输至地面监测工作站,实现对森林火灾的及时识别、定位、动态监测,对进出自然保护区内人员活动、人为干扰、偷盗猎、盗伐林木等行为调查取证^[3],以及通过遥感影像数据积累、人工判读等,调查野生动物活动轨迹、重要植物物种生长区域、主要植被类型分布地带、森林病虫害演变趋势、外来入侵物种分布状况等生态环境变化因子,为自然保护区生物多样性管理和巡护监测起到重要的支持作用。

3.4 自然保护区综合信息平台模块

自然保护区综合信息平台模块作为“智慧保护区”资源监控系统 4 个组成部分之一,是资源监控系统的扩展模块,包括网站建设、自然环境和资源综合可视化管理系统、资源监测数据管理系统、规范化管理系统、生态资源公众服务。

网站建设,即建设大峡谷自然保护区的官方网

站,以实现宣传自然保护区,提升自然保护区形象,促进保护管理工作,更好地提供公众服务等目的。自然环境和资源综合可视化管理包括保护区基础信息管理、综合数据分析、生态影像管理、规划决策、监测巡护管理、实时视频监控管理、无人机监测管理。资源监测数据管理是针对大峡谷自然保护区的自然资源与生物多样性进行生态监测数据的管理平台,可采用已有监测数据,从时间、空间等不同角度进行统计汇总,实现监测数据的管理、展示和应用。规范化管理包括基础信息发布模块、计划管理模块、人员管理模块、行政管理模块、维护管理模块和项目管理模块。生态资源公众服务主要针对大峡谷自然保护区的生态保护、自然教育、互动体验等信息数据进行提炼、处理、挖掘、内容加工与交互式展示,以新媒体电子书的形式互动,或者通过接口提供大峡谷自然保护区生态信息资源以丰富相关的应用软件内容(图 7)。



图 7 自然保护区综合信息平台模块展示

Fig. 7 Display of integrated information platform module of nature reserve

(下转第 82 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.015

重庆金佛山自然保护地空间重叠现状与整合对策

王静¹,梅岩²,李佳³,赵妍晰⁴,张于光¹

(1.北京林业大学水土保持学院,北京 100038; 2.北京中林国际林业工程咨询有限责任公司,北京 100013;
3.中国林业科学研究院森林生态与环境保护研究所,北京 100091; 4.国家林业和草原局林产工业规划设计院,
北京 100013)

摘要:以重庆金佛山为例,对该区域内的自然保护区、风景名胜区、生态公园和森林公园等不同类型的7个自然保护地空间重叠情况进行分析,结果表明:自然保护地的总规划面积约为95 101.9 hm²,7个自然保护地相互空间重叠总面积约为31 858 hm²,约占所有保护地总规划面积的33.50%,其中金佛山国家级自然保护区与国家级风景名胜区之间的空间重叠面积最大,约为22 632 hm²。以保持自然生态系统完整性为原则,遵从保护面积不减少、保护强度不降低、保护性质不改变的总体要求,提出将金佛山分布的不同保护地分别整合为金佛山国家级自然保护区和金佛山国家级风景名胜区或者全部整合为金佛山国家级自然保护区2套建议方案。

关键词:自然保护地体系;空间重叠;整合优化;自然保护区;风景名胜区;重庆金佛山

中图分类号:S759.9;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0079-04

引文格式:王静,梅岩,李佳,等.重庆金佛山自然保护地空间重叠现状与整合对策[J].林业调查规划,2020,45(4):79-82. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.015

WANG Jing, MEI Yan, LI Jia, et al. Status of Spatial Overlap and Integration Suggestions of Protected Areas in Jinfoshan Mountain of Chongqing [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 79-82. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.015

Status of Spatial Overlap and Integration Suggestions of Protected Areas in Jinfoshan Mountain of Chongqing

WANG Jing¹, MEI Yan², LI Jia³, ZHAO Yanxi⁴, ZHANG Yuguang¹

(1. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100038, China; 2. Beijing Zhonglin International Forestry Engineering Consulting Co., Ltd., Beijing 100013, China; 3. Institute of Forestry Ecology and Environment Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 4. Planning and Design Academy of Forestry Products Industry, National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100013, China)

Abstract: This paper analyzed the spatial overlap of seven different protected areas in Jinfoshan Mountain of Chongqing, including nature reserves, scenic spots, ecological parks and forest parks. The results showed that the total planning area was about 95 101.9 hm² with the spatial overlapping area about 31 858 hm², accounting for 33.50% of the planning protected areas, among which the space overlapping area between Jinfoshan National Nature Reserve and National Scenic Spot was the largest, about 22 632 hm². Based on the principle of maintaining the integrity of natural ecosystem, following the general requirements

收稿日期:2019-12-31.

第一作者:王静(1982-),女,宁夏银川人,工程师.主要从事林业调查规划方面的工作.

of no reduction of protection area and intensity, and no change of protection nature, this paper suggested to integrate the different protected areas in Jinfoshan Mountain into Jinfoshan National Nature Reserve and Jinfoshan National Scenic Spot or to integrate them all into Jinfoshan National Nature Reserve.

Key words: protected areas system; spatial overlap; integration and optimization; nature reserve; scenic spot; Jinfoshan Mountain of Chongqing

自然保护区是世界各国为有效保护生物多样性而划定并实施管理的区域^[1],是我国生态建设的核心载体、中华民族的宝贵财富、美丽中国的重要象征,在维护国家生态安全中居于首要地位。我国已经建立了自然保护区、风景名胜区、森林公园等多种自然保护区类型,在保护生物多样性、自然景观及自然遗迹,维护国家和区域生态安全,保障我国经济社会可持续发展等方面发挥着重要作用^[2-3]。然而,我国自然保护区在建设和管理中存在种类繁多、空间交叉重叠、生态系统完整性人为割裂、土地权属不清、管理权限模糊等突出问题^[4-5]。在我国现有自然保护区体系中,自然保护区、风景名胜区、森林公园等保护地,相互之间交叉重叠现象突出^[6-7]。

2019年6月,中共中央办公厅和国务院办公厅印发的《关于建立以国家公园为主体的自然保护区体系的指导意见》中明确提出整合交叉重叠的自然保护区,要求以保持生态系统完整性为原则,遵从保护面积不减少、保护强度不降低、保护性质不改变的总体要求整合各类自然保护区,解决自然保护区区域交叉、空间重叠的问题,将符合条件的优先整合设立为国家公园,其他各类自然保护区按照同级别保护强度优先、不同级别及低级别服从高级别的原则进行整合,做到一个保护区、一套机构、一块牌子。因此,如何科学合理地解决自然保护区的空间交叉重叠问题,是建立以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护区管理体系的重要前提。

重庆金佛山属于大娄山脉的东北端,处于四川盆地东南缘与云贵高原的过渡地带,区内群峰起伏、沟壑纵横,野生动植物资源极为丰富,生物多样性十分突出,是中国珍贵的生物物种基因库和天然植物园。在重庆市南川区境内,金佛山设立有多个不同类型的自然保护区,保护区之间相互交叉重叠面积较大。因此,调查和明确金佛山相关自然保护区的具体情况,根据《关于建立以国家公园为主体的自然保护区体系的指导意见》进行交叉重叠整合具有重要意义。

1 研究区域和方法

1.1 研究区域概况

重庆金佛山行政隶属于重庆市南川区,位于神秘的北纬30°附近,最高海拔2251m,最低海拔600m;年均温8.32℃,最高气温39.8℃,最低气温-5.3℃;年降水量1285~2238mm,日照时数1180~1228h,相对湿度为80%~90%^[8]。境内具有湿润的气候条件、丰富的自然资源以及原始的地质环境,拥有高达5100种的珍稀动植物,因其独特的喀斯特地貌以及生物多样性而被国内外所熟知^[9]。

1.2 研究方法

收集整理相关自然保护区的申报材料、总体规划和图件等资料,利用GIS等软件进行图件处理和数据分析。

2 结果

2.1 自然保护区基本情况

根据调查和整理,重庆市南川区境内金佛山设立有金佛山国家级自然保护区、金佛山国家级风景名胜区、金佛山国家级森林公园、山王坪喀斯特国家级生态公园、重庆市乐村森林公园、重庆市顺龙山森林公园和睡佛山森林公园等7个自然保护区,分别属于自然保护区、风景名胜区、生态公园和森林公园等4种类型(表1)。各自然保护区总规划面积为95101.9hm²,其中以重庆金佛山国家级自然保护区和金佛山国家级风景名胜区面积最大,分别为40597hm²和44100hm²。7个自然保护区中4个属于国家级,3个森林公园属于市级,分别由不同的管理机构管理,其中金佛山国家级自然保护区和金佛山国家级风景名胜区的管理机构均为重庆市南川区金佛山管理委员会,其余5个自然保护区均由南川区林业局管理。

2.2 保护区空间重叠分析

利用GIS软件对各个自然保护区进行空间分析,整理出各自然保护区空间重叠情况(表2)。从表2可知,其它自然保护区均与国家级自然保护区

表 1 重庆金佛山自然保护地分布情况

Tab. 1 Distribution of protected areas in Jinfoshan Mountain of Chongqing

序号	保护地名称	保护地级别	保护地类型	始建时间	规划面积 /hm ²
1	重庆金佛山国家级自然保护区	国家级	自然保护区	1979	40597.0
2	重庆金佛山国家级风景名胜区	国家级	风景名胜区	1986	44100.0
3	重庆金佛山国家森林公园	国家级	森林公园	1992	6080.0
4	重庆山王坪喀斯特国家生态公园	国家级	生态公园	2014	1629.7
5	重庆市乐村森林公园	市级	森林公园	2008	1920.9
6	重庆市顺龙山森林公园	市级	森林公园	2014	244.8
7	重庆市睡佛山森林公园	市级	森林公园	2017	529.5

或国家级风景名胜区存在空间重叠(图 1),7 个自然保护地空间相互重叠总面积约为 31 858 hm²,占所有保护地总规划面积的 33.50%。

表 2 重庆金佛山自然保护地空间重叠情况

Tab. 2 Spatial overlap of protected areas in Jinfoshan Mountain of Chongqing

序号	保护地名称	重庆金佛山国家级自然保护区	重庆金佛山国家级风景名胜区
1	重庆金佛山国家级自然保护区	-	22632.0
2	重庆金佛山国家级风景名胜区	22632.0	-
3	重庆金佛山国家森林公园	5273.0	6003.0
4	重庆南川山王坪喀斯特国家生态公园	1619.0	-
5	重庆市乐村森林公园	855.0	-
6	重庆顺龙山森林公园	-	220.0
7	重庆市睡佛山森林公园	-	529.5

金佛山国家级自然保护区与国家级风景名胜区之间的空间重叠面积最大,为 22 632 hm²,占国家级自然保护区规划面积的 55.75%,占国家级风景名胜区规划面积的 51.32%。金佛山国家森林公园同时与国家级自然保护区及国家级风景名胜区重叠,重叠面积分别为 5 273 hm² 和 6 003 hm²,分别占金佛山国家森林公园规划面积的 86.73% 和 98.73%。山王坪喀斯特国家生态公园与金佛山国

家级自然保

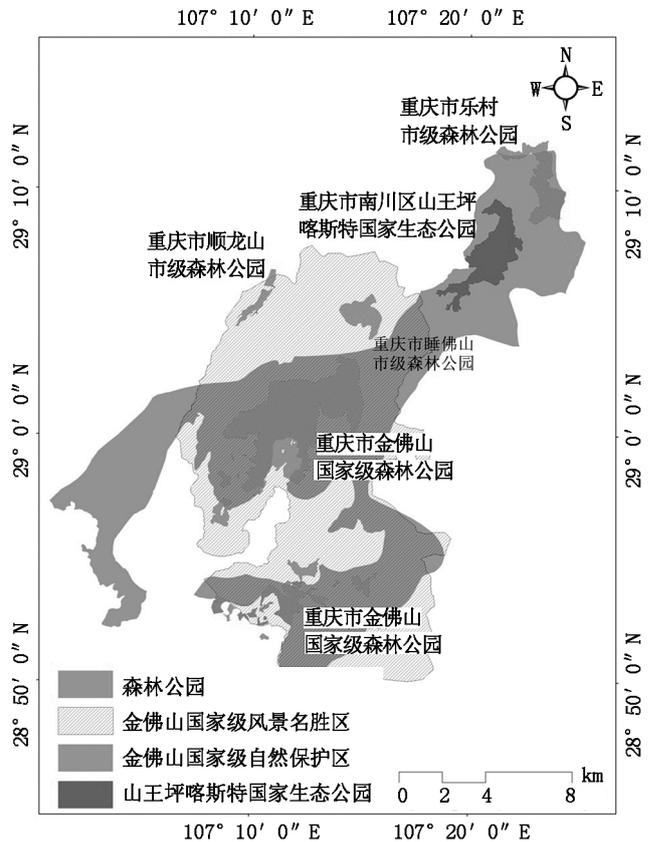


图 1 重庆金佛山自然保护地分布和空间重叠情况

Fig. 1 Distribution and spatial overlap of protected areas in JJinfoshan Mountain of Chongqing

护区重叠面积为 1 619 hm²,占喀斯特国家生态公园规划面积的 99.34%;乐村森林公园与金佛山国家级自然保护区重叠面积为 855 hm²,占乐村森林公园规划面积的 44.51%;顺龙山森林公园与金佛山国家级风景名胜区重叠面积为 220 hm²,占顺龙山森林公园规划面积的 89.87%;睡佛山森林公园与金佛山国家级风景名胜区空间完全重叠。

3 保护地整合优化对策

依据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》,根据自然保护地分布和重叠情况,对金佛山自然保护地整合提出以下 2 种整合建议方案。

1) 整合优化后,保留金佛山国家级自然保护区和金佛山国家级风景名胜区,其中的将金佛山国家森林公园、南川山王坪喀斯特国家生态公园、乐村市级森林公园 3 个自然保护地整合并入金佛山国家级自然保护区,金佛山风景名胜区与金佛山国家级

自然保护区重叠的部分及其南部的所有区域都并入金佛山国家级自然保护区;金佛山国家级风景名胜区与金佛山国家级自然保护区重叠区域以外的北部区域,根据自然景观资源分布情况,仍然保留为金佛山国家级风景名胜区,将与风景名胜区重叠的顺龙山市级森林公园和睡佛山市级森林公园整体并入金佛山国家级风景名胜区。

2)整合优化后,仅保留金佛山国家级自然保护区,将金佛山国家级风景名胜区、金佛山国家级森林公园、南川山王坪喀斯特国家生态公园、乐村市级森林公园、顺龙山和睡佛山市级森林公园与保护区重叠及其相邻相连区域,全部划入金佛山国家级自然保护区。

根据自然保护地的分布和重叠情况,本研究初步提出了整合优化建议,可供相关管理部门参考,具体方案还需要在继续调查和评估的基础上进一步论证完善。整合优化后,金佛山区域原有的 7 个不同类型自然保护地,可根据保护对象和保护价值等划分为新的金佛山国家级自然保护区和金佛山国家级风景名胜区,完全避免了保护地的空间重叠问题;同时,在空间上进行优化,提高了保护强度和保护性质,将有利于更好地实现对生物多样性和自然资源的保护。

(上接第 78 页)

4 结论

通过雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区五期工程的建设,依托空域的视频监控预警技术和无人机监测技术、天域的卫星导航和野外智能巡护技术以及地域的视频监控基站、手持巡护仪、野外监测仪器、综合信息平台等技术和手段,形成了基于“智慧保护区”的“空、天、地”一体化资源监控系统,改变了传统单一或者分散的监控格局,填补了在重要植物物种、主要植被类型、环境要素(水文、气象、土壤)、森林病虫害、外来入侵物种等监测要素的不足,实现自然保护区内资源监控和生物多样性的智

参考文献:

- [1] BORRINI-FEYERABEND G, DUDLEY N, JAEGER T, et al. Governance of protected areas: from understanding to action[M]. Switzerland: IUCN, 2013.
- [2] 彭杨靖,樊简,邢韶华,等. 中国大陆自然保护地概况及分类体系构想[J]. 生物多样性, 2018(26): 315-325.
- [3] 蒋志刚. 论保护地分类与以国家公园为主体的中国保护地建设[J]. 生物多样性, 2018(26): 775-779.
- [4] 彭琳,赵智聪,杨锐. 中国自然保护地体制问题分析与应对[J]. 中国园林, 2017, 33(4): 108-113.
- [5] 张丽荣,孟锐,潘哲,等. 生态保护地空间重叠与发展冲突问题研究[J]. 生态学报, 2019, 39(4): 1351-1360.
- [6] 欧阳志云,徐卫华. 整合我国自然保护区体系,依法建设国家公园[J]. 生物多样性, 2014, 22(4): 425-426.
- [7] 马童慧,吕德,雷光春. 中国自然保护地空间重叠分析与保护地体系优化整合对策[J]. 生物多样性, 2019, 27(7): 758-771.
- [8] 李宏群,刘晓莉. 重庆市金佛山自然保护区的两栖爬行动物资源调查[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(5): 2391-2392.
- [9] 戴亚南. 生物多样性保护与自然保护区关系探讨——以金佛山自然保护区为例[J]. 重庆环境科学, 2002, 24(4): 11-13.

(责任编辑 张林艳)

慧监控,为资源监控、自然教育、巡护管理、应急指挥等信息化建设起到示范作用。

参考文献:

- [1] 国务院. 雅鲁藏布大峡谷国家级保护区总体规划[Z]. 北京, 2000.
- [2] 臧洪熙,许韶娜,汤臣栋. 上海崇明东滩鸟类国家级自然保护区视频监控系统建设与应用[J]. 科技资讯, 2012(33): 25-26.
- [3] 国家林业局. 自然保护区与国家公园巡护技术规程: DB 53/T 392-2012[S]. 2012.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.016

太阳河自然保护区红椿自然更新调查研究

袁亚飞

(云南省普洱市林业和草原局,云南 普洱 665000)

摘要:红椿属于强阳性树种,在适合的环境中生长迅速,树干通直,材质坚韧,纹理美观,是中国南方主要的珍贵用材树种。采用样地调查法,对太阳河自然保护区山地雨林进行红椿自然更新能力调查。调查结果,在设置的 5 个样地中,除选定的红椿目标树外无自然更新的红椿幼树,表明红椿在此区域内自然更新较难,建议采用人工繁殖进行红椿更新。由于调查样地面积较小,样地选择和调查结果存在一定的局限性,有待开展更全面更完整的调查研究。

关键词:红椿;自然更新;样地调查法;乔木树种;人工繁殖;太阳河自然保护区

中图分类号:S792.23;S754.1;S759.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0083-03

引文格式:袁亚飞. 太阳河自然保护区红椿自然更新调查研究[J]. 林业调查规划,2020,45(4):83-85.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.016

YUAN Yafei. Investigation on Natural Regeneration of *Toona cliata* in Taiyanghe Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 83-85. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.016

Investigation on Natural Regeneration of *Toona cliata* in Taiyanghe Nature Reserve

YUAN Yafei

(Pu'er Bureau of Forestry and Grassland, Pu'er, Yunnan 665000, China)

Abstract: As a typically heliophilous species growing rapidly in suitable environment, *Toona cliata* has straight trunk, tough material and beautiful texture, which is the main precious timber species in South China. The natural regeneration of *Toona cliata* in mountain rain forest of Taiyanghe Nature Reserve was investigated by the method of sample plot. The results showed that in the 5 plots, except for the selected target trees, there were no small trees and young trees of *Toona cliata*, which indicated that the natural regeneration of *Toona cliata* was difficult in this area, so the artificial propagation should be used for the regeneration. Due to the small area of sample plot, the sample selection and investigation results had some limitations, which need to be carried out more comprehensive investigation.

Key words: *Toona cliata*; natural regeneration; sample plot investigation method; arbor species; artificial propagation; Taiyanghe Nature Reserve

红椿(*Toona cliata*)属楝科(Meliaceae)香椿属(*Toona*)国家二级濒危保护植物,又名红楝子^[1]。

是我国热带亚热带珍贵速生用材树种^[2],红椿的天然分布从印度经缅甸、老挝、泰国、马来西亚、印度尼

收稿日期:2020-02-27.

第一作者:袁亚飞(1977-),男,云南宣威人,高级工程师。从事林业调查规划、生态护林员管理以及公益林、天然林停伐管理等相关工作。

西至澳大利亚^[3]。国内主要分布于福建、湖南、广东、广西、四川和云南等省区^[4]。红椿以其“中国桃花心木”之称享誉海内外^[5]。由于红椿经济价值高,历代人们的肆意采伐利用、过度开发和消耗以及自然环境破坏和天然更新缓慢等原因,导致其数量日益减少,生存范围狭窄,分布零星,难见片林,属于濒危树种被列入《中国主要栽培珍贵树种参考名录》,1999 年经国务院批准为国家二级重点保护濒危野生植物^[6]。本文主要通过通过对山地雨林样地中红椿自然更新能力调查,旨在初步掌握红椿在此区域的自然更新状况。

1 研究区概况

研究区太阳河自然保护区位于云南省南部的北回归线以南,是北热带至南亚热带的过渡带,属南亚热带高原季风气候,海拔 1 360~1 467 m。具气温高、降水多的特点,年均温 17.7℃,最冷月均温 11.4℃,最热月均温 21.7℃,极端最高温超过 35℃,绝对最低温-3.4℃,降水丰富,年均降水量约 1 500 mm,降水多集中在 5—10 月,约占总降水量的 87%,日照时间约 2 200 h,太阳总辐射量 130 000 卡/cm²。

2 调查方法

在研究区具有代表性的山地雨林内选择 1 株红椿目标树,以这株目标树为中心,以 5 m 为半径设置样地,共设置 5 个样地开展样地调查。调查样地内乔木树种品种、数量。

将观测到的数据输入到 Excel 中,统计乔木树种的品种、数量,确定其科、属、种及其拉丁名。

3 结果与分析

5 个样地内的大乔木、小乔木和幼林乔木的分布情况如下:

样地 1:海拔 1 362~1 371 m;沟谷坡位;西南坡向;土壤类型为赤红壤;落叶层厚度为 0.5 cm。样地中心目标树树高 23 m,胸径 52 cm,冠幅 13 m,枝下高 11 m。

样地 1 内红花木犀榄的占比较大,占整个样地乔木树种的 33.3%,其次是臀果木和滇青岗,占比为 25%,四籽柳和红椿占比均为 8.3%(表 1)。

样地 2:海拔 1 360~1 363 m;西北坡向,平地坡位;土壤类型为赤红壤;落叶层厚度 0.4 cm。样

表 1 样地 1 乔木树种分布

Tab. 1 Distribution of arbor species in sample plot 1

村种	拉丁学名	科	属	数量	占比 / %
四籽柳	<i>Salix tetras perma</i>	杨柳科	柳属	1	8.3
红花木犀榄	<i>Olea rosea Craib</i>	木犀科	木犀榄属	4	33.3
滇青岗	<i>Cyclobalanopsis glaucoides</i> Schott.	壳斗科	青冈属	3	25.0
臀果木	<i>Pygeum topengii</i> Merr.	蔷薇科	臀果木属	3	25.0
红椿	<i>Toona cliata</i>	楝科	香椿属	1	8.3

地中心目标树树高 22 m,胸径 36 cm,冠幅 11 m,枝下高 12 m。

样地 2 内光叶石楠占比较大,为 23.1%,其次是木荷和滇青岗,均为 15.4%,余下的重阳木、野柿、真合欢、厚皮香、乌药、黄檀和红椿占比等均为 7.7%(表 2)。

表 2 样地 2 乔木树种分布

Tab. 2 Distribution of arbor species in sample plot 2

村种	拉丁学名	科	属	数量	占比 / %
重阳木	<i>Bischofia polycarpa</i> (Levl.) Airy Shaw	大戟科	秋枫属	1	7.7
野柿	<i>Diospyros kaki</i> Thunb. var. <i>silvestris</i> Makino	柿科	柿属	1	7.7
滇合欢	<i>Albizia simeonis</i> Harms	豆科	滇合欢属	1	7.7
厚皮香	<i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wight et Arn.) Beddome	山茶科	厚皮香属	1	7.7
乌药	<i>Lindera aggregata</i> (Sims) Kosterm.	樟科	山胡椒属	1	7.7
黄檀	<i>Dalbergia hupeana</i> Hance	豆科	黄檀属	1	7.7
光叶石楠	<i>Photinia glabra</i> (Thunb.) Maxim	蔷薇科	石楠属	3	23.1
木荷	<i>Schima superba</i> Gardn. et Champ	山茶科	木荷属	2	15.4
红椿	<i>Toona cliata</i>	楝科	香椿属	1	7.7
滇青岗	<i>Cyclobalanopsis glaucoides</i> Schott.	壳斗科	青冈属	2	15.4

样地 3:海拔 1 451~1 467 m;坡向北向;中上坡位;土壤类型为红壤;落叶层厚度 0.5 cm。样地中心目标树树高 17 m,胸径 36 cm,冠幅 10 m,枝下高 3.5 m。

样地 3 内木荷占比最大,为 41.4%,其次是网脉

山胡椒,占比为 20.7%,再次是华南吴萸和白檀,占比均为 10.3%,以下依次是岗桉 6.9%,南亚泡花树、红椿和厚皮香均为 3.4%(表 3)。

表 3 样地 3 乔木树种分布

Tab. 3 Distribution of arbor species in sample plot 3

村种	拉丁学名	科	属	数量	占比 / %
网脉山胡椒	<i>Lindera metcalfiana</i> Allen var. <i>dictyophylla</i> (Allen) H.	樟科	山胡椒	6	20.7
木荷	<i>Schima superba</i> Gardn. et Champ	山茶科	木荷属	12	41.4
华南吴萸	<i>Evodia austrosinensis</i> Hand. -Mazz.	芸香科	吴茱萸属	3	10.3
南亚泡花树	<i>Meliosma arnottiana</i>	清风藤科	泡花树属	1	3.4
岗桉	<i>Eurya groffii</i> Merr.	山茶科	桉木属	2	6.9
红椿	<i>Toona ciliata</i>	楝科	香椿属	1	3.4
厚皮香	<i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wight et Arn.) Beddome	山茶科	厚皮香属	1	3.4
白檀	<i>Symplocos paniculata</i> (Thunb.) Miq.	山矾科	山矾属	3	10.3

样地 4:海拔 1 367~1 375 m;西南坡向;沟谷坡位;土壤类型为赤红壤;落叶层厚度 0.5 cm。样地中心目标树树高 22 m,胸径 36 cm,冠幅 12 m,枝下高 15 m。

样地 4 内只有 4 株乔木树,其中高盆樱花占比为 50%,野桐和红椿分别占 25%(表 4)。

表 4 样地 4 乔木树种分布

Tab. 4 Distribution of arbor species in sample plot 4

村种	拉丁学名	科	属	数量	占比 / %
高盆樱花	<i>Cerasus cerasoides</i> . (D. Don) Sok.	蔷薇科	樱属	2	50
野桐	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. Arg. var. <i>floccosus</i> S. M. Hwang	大戟科	野桐属	1	25
红椿	<i>Toona ciliata</i>	楝科	香椿属	1	25

样地 5:海拔 1 376~1 380 m;中下坡位;西南坡向;土壤为红壤;落叶层厚度 0.1 cm。样地内除选出一株红椿目标树外无其它乔木树。

样地 5 除选出的红椿目标树外无其它乔木树种,只有灌木、草本和藤本。

5 个样地调查结果:红椿属于自然更新较困难的树种。5 个样地内除选定的目标红椿树外,无 1 株自然更新的红椿幼树。

4 结论与讨论

选择一株红椿作为中心目标树,以 5 m 为半径的样地内无自然更新幼树。说明红椿在此区域内自然更新较困难。濒危物种必有自身的生理特点和对环境条件选择的适应性,红椿独特的生理特点正是环境选择的结果。红椿属于强阳性树种,在适合的环境中生长迅速,树干通直,材质坚韧,纹理美观,是中国南方主要的珍贵用材树种。红椿在此区域内自然更新较难,建议采用人工繁殖。针对此区域内红椿自然更新难的原因有待于进一步开展相关的调查和研究。

此次调查研究的样地面积较小,样地选择和调查结果存在一定的局限性,只能说明此区域样地小面积内的红椿自然更新情况,此次调查数据只能作为研究区域内红椿自然更新的参考,为获取更为全面完整的数据,有待于进一步开展更大面积、更多样地重复的调查研究。

参考文献:

[1] 云南省林业厅,中荷合作云南省 FCCDP 办公室,云南省林业调查规划院. 莱阳河自然保护区[M]. 云南:云南科技出版社,2003:64.

[2] 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术[M]. 北京:中国林业出版社,1981:613-615.

[3] 树木学(南方本)编写委员会. 树木学[M]. 北京:中国林业出版社,1994.

[4] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 43 卷)[M]. 北京:科学出版社,1997:40.

[5] 汪洋,闵水发,江雄波,等. 恩施盛家坝红椿天然种群动态与预测[J]. 福建林业科技,2016(2):21-26.

[6] 李培,阙青敏,欧阳昆晔,等. 不同种源红椿 SRAP 标记的遗传多样性分析[J]. 林业科学,2016(1):62-70.

[7] 郭琦,王新杰. 不同混交模式杉木人工林下植被生物量与土壤物理性质研究[J]. 中南林业科技大学学报,2014,34(5):70-74.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.017

基于森林资源数据的昆明市城市林业发展前景展望

熊凌¹, 王革²

(1. 昆明市盘龙区绿化工程服务中心, 云南 昆明 650233; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:昆明市主城 6 区、滇中新区 1 市 1 县和距主城区较近的富民县是近期昆明市城市化和滇中新区建设的重点区域,也是城市林业发展建设的核心区域。基于对云南省第四次森林资源二类调查昆明市森林资源数据的分析研究,提出昆明市城市林业发展要健全法律法规,理顺管理机制,充分利用和优化现有资源,凸显城市林业发展的地域特色,坚持近自然林的理念和管理方式,提倡市民和社会组织积极参与,加大对城市林业建设的资金投入和资金整合,大力依靠产业支撑 7 个方面的发展策略。

关键词:城市林业;森林资源数据;管理机制;地域特色;近自然林;产业支撑;昆明市

中图分类号:S757.2;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0086-05

引文格式:熊凌,王革. 基于森林资源数据的昆明市城市林业发展前景展望[J]. 林业调查规划,2020,45(4):86-90.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.017

XIONG Ling, WANG Ge. Prospect of Urban Forestry Development in Kunming Based on the Data of Forest Resources[J].

Forest Inventory and Planning,2020,45(4):86-90. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.017

Prospect of Urban Forestry Development in Kunming Based on the Data of Forest Resources

XIONG Ling¹, WANG Ge²

(1. Greening Engineering Service Center of Panlong District, Kunming 650233, China;

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

Abstract: The main six districts of Kunming, one city and one county of the Central Yunnan New Area and Fumin County, which is close to the main city, are the key areas of the urbanization of Kunming and the construction of the Central Yunnan New Area in the near future, as well as the core areas of the development and construction of urban forestry. Based on the analysis and research of the fourth forest resources survey data in Yunnan Province, this paper put forward that the development of urban forestry in Kunming should improve the laws and regulations, rationalize the management mechanism, fully utilize and optimize the existing resources, highlight the regional characteristics of urban forestry development, adhere to the concept and management mode of near natural forest, advocate the active participation of citizens and social organizations, increase capital investment and integration, and strengthen industrial support.

收稿日期:2020-02-28.

第一作者:熊凌(1979-),女,湖北宜昌人,高级工程师.从事城市园林绿化管理、规划和项目运营管理工作.Email:330516639@qq.com

责任作者:王革(1975-),男,陕西靖边人,高级工程师.从事林业调查规划、自然生态保护和城市林业研究工作.Email:593317195@qq.com

Key words: urban forestry; forest resource data; management mechanism; regional characteristics; near natural forest; industrial support; Kunming City

党的十九大报告提出加快生态文明体制改革,建设美丽中国。提出要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化,既要创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要,也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美环境需要。当前我国城市化进程快速推进,城市居民对生态产品有了更高的要求,大力发展城市林业建设,必将是满足城市居民日益增长的优美环境需要的一条重要途径,对云南建设“中国最美丽省份”和美丽中国意义重大。

城市林业是在现代林业和园林的基础上融合而成的,是城市复合生态系统的子系统——城市森林生态系统,其宗旨是建造、经营、利用市区和郊区以树木为主体的包括花草、野生动物、微生物组成的生物群落及其中的建筑设施,包含公园、街头和单位绿地、垂直绿化和行道树、疏林草坪、片林、林带、草地、水域、画谱、果园、菜地农田等绿地,广泛参与城市生态系统中物质和能量的高效利用以及社会、自然的协调发展和系统的自我调节^[1]。

1 研究区概况

1.1 昆明市概况

昆明市位于我国西南云贵高原中部,位于东经102°10′~103°40′,北纬24°23′~26°22′,市中心位于滇池平原北纬25°02′11″,东经102°42′31″,南濒滇池,三面环山。昆明是中国面向东南亚、南亚开放的门户城市,国家历史文化名城,是中国重要的旅游、商贸城市。2018年末全市常住人口685万人。城镇常住人口499万人,常住人口比重为72.85%,2018年昆明市全年地区生产总值(GDP)为5206.90亿元,全市常住人口人均生产总值76387元。林业产值17.02亿元,全市森林覆盖率49.57%^[2]。

1.2 研究区选择及概况

昆明市辖五华区、盘龙区、西山区、官渡区、东川区、呈贡区、晋宁区、安宁市、富民县、嵩明县、宜良县、石林县、禄劝县、寻甸县等7个市辖区、1个县级市、7个县共14个县(市、区)。目前,昆明市城市建设和城镇化主要集中在围绕滇池的五华区、盘龙区、西山区、官渡区、呈贡区、晋宁区6个主城区和国家批准设立的以嵩明县和安宁市为主体的滇中新区。昆明市主城区和滇中新区是云南省经济发展最快区

域和财政收入最高地区,也是最具备统筹发展城市林业的区域。

鉴于东川区离主城区距离较远等历史原因和现实状况,研究区域确定为主城6区、滇中新区1市1县和距主城区较近的富民县,这些区域必将是近期昆明市和滇中新区建设的重点区域,是城镇化和人口聚集的重点区域,也是城市林业发展的核心区域。

2 森林资源总量及数据分析

2.1 各类森林面积、蓄积

2014—2016年开展的云南省第四次森林资源二类调查获得的数据是目前最完整、最准确的现有森林资源状况数据,调查结果显示,昆明市森林面积102.56万hm²,其中,有林地面积98.44万hm²,国家特别规定的灌木林地面积4.12万hm²。全市森林蓄积5459.85万m³。研究区域森林面积38.94万hm²,其中,有林地面积38.70万hm²,国家特别规定的灌木林地面积0.24万hm²,森林蓄积2138.21万m³^[3](表1)。

表1 昆明市及研究区域森林面积、蓄积

Tab.1 Forest area and stock volume in research area and Kunming

单位	森林面积/万hm ²			森林蓄积/万m ³
	计	有林地面积	特殊灌木林面积	
昆明市	1025650.0	984420.6	41229.4	54598460
研究区域	389392.2	387034.8	2357.4	21382130
五华区	21465.0	21350.4	114.6	1082140
盘龙区	19679.9	19640.9	39.0	1301410
官渡区	23693.6	23678.8	14.8	1255300
西山区	45803.0	45541.5	261.5	3028780
呈贡区	19711.7	19663.5	48.2	734220
晋宁区	63509.3	63462.7	46.6	3269550
富民县	57586.6	56071.9	1514.7	3112720
嵩明县	69697.8	69640.8	57.0	3446720
安宁市	68245.3	67984.3	261.0	4151290

有林地是指连续面积 ≥ 0.067 hm²(1亩)、郁闭度 ≥ 0.20 、由乔木树种和胸径 ≥ 2 cm的竹类构成的

森林。特殊灌木林(灌木覆盖度 $\geq 30\%$)是指各山系乔木生长界线以上灌木林、灌木型经济林、石山及乱石滩灌木林、干热河谷区的灌木林。

2.2 森林覆盖率

全市森林覆盖率 48.76%。其中,有林地覆盖率 46.80%;国家特别规定的灌木林覆盖率 1.96%。研究区域森林覆盖率 50.09%。其中,有林地覆盖率 50.09%;国家特别规定的灌木林覆盖率 0.29%(表 2)。

表 2 昆明市及研究区域森林覆盖率

Tab.2 Forest coverage in research area and Kunming %

单位	森林覆盖率		
	计	有林地覆盖率	特殊灌木林覆盖率
昆明市	48.76	46.80	1.96
研究区域	50.09	49.80	0.29
五华区	56.29	55.99	0.30
盘龙区	57.26	57.15	0.11
官渡区	37.39	37.37	0.02
西山区	51.97	51.67	0.30
呈贡区	38.59	38.49	0.09
晋宁区	47.44	47.41	0.03
富民县	57.86	56.34	1.52
嵩明县	51.63	51.59	0.04
安宁市	52.42	52.22	0.20

由于森林覆盖率的计算标准是森林面积占总面积的比例,昆明市的部分区县涉及滇池水面及一些水库等水域水面,若计算陆地森林面积占陆地面积的比例,更能反映森林覆盖状况。因此,陆地森林覆盖率也是辅助判断森林资源状况的重要指标之一。

2.3 活立木蓄积总量及其构成

全市活立木蓄积总量 5 557.63 万 m^3 。其中,有林地蓄积 5 459.85 万 m^3 ,占活立木蓄积总量的 98.24%;疏林地蓄积 2.50 万 m^3 ,占 0.05%;散生木蓄积 16.67 万 m^3 ,占 0.30%;四旁树蓄积 78.61 万 m^3 ,占 1.41%。研究区域活立木蓄积总量为 2 203.73 万 m^3 。其中,有林地蓄积 2 138.21 万 m^3 ,占活立木蓄积总量的 97.03%;疏林地蓄积 0.26 万 m^3 ,占 0.03%;散生木蓄积 9.10 万 m^3 ,占 0.41%;四旁树蓄积 55.80 万 m^3 ,占 2.53%(表 3)。

表 3 昆明市及研究区域活立木蓄积

Tab.3 Stock volume of standing trees in research area and Kunming m^3

单位	计	有林地蓄积	疏林地蓄积	散生木蓄积	四旁树蓄积
昆明市	55576260	54598460	25030	166730	786040
研究区域	22037330	21382130	6160	91000	558040
五华区	1102590	1082140	20	2410	18020
盘龙区	1333050	1301410	180	6080	25380
官渡区	1302160	1255300	960	3090	42810
西山区	3102850	3028780	600	4830	68640
呈贡区	755740	734220	1180	4860	15480
晋宁区	3346100	3269550	820	21730	54000
富民县	3156790	3112720	440	8320	35310
嵩明县	3623060	3446720	700	35300	140340
安宁市	4314990	4151290	1260	4380	158060

2.4 森林权属

研究区域森林面积 38.94 万 hm^2 ,其中国有林面积 2.04 万 hm^2 ,占研究区域森林总面积的 5.24%;集体林面积 25.41 万 hm^2 ,占 65.26%;个体林面积 11.39 万 hm^2 ,占 29.25%,其他森林面积 0.09 万 hm^2 ,占 0.24%。

2.5 森林起源

研究区域森林面积 38.94 万 hm^2 ,按起源分,天然林面积 24.79 万 hm^2 ,占研究区域森林总面积的 63.65%;人工林面积 13.36 万 hm^2 ,占 34.30%;人工促进天然更新林面积 0.79 万 hm^2 ,占 2.05%。

2.6 森林类型

研究区森林面积 38.94 万 hm^2 ,森林蓄积 2 138.21 万 m^3 ,其中:商品林面积 13.92 万 hm^2 ,蓄积 671.00 万 m^3 ,分别占森林总面积和总蓄积的 35.75%和 31.38%;公益林面积 22.96 万 hm^2 ,蓄积 1 435.98 万 m^3 ,分别占森林总面积和总蓄积的 58.97%、67.16%;非林管林地面积 20.6 万 hm^2 ,蓄积 31.23 万 m^3 ,分别占全市森林面积和蓄积的 5.28%和 1.46%。

2.7 龄组结构

研究区域林分(纯林+混交林)面积 34.99 万 hm^2 ,蓄积 2 136.65 万 m^3 ,按龄组为:幼龄林 11.16 万 hm^2 ,蓄积 388.26 万 m^3 ,分别占林分面积、蓄积的 31.89%、18.19%;中龄林 12.29 万 hm^2 ,蓄积 724.36 万 m^3 ,分别占林分面积、蓄积的 35.11%、33.90%;近熟林 5.94 万 hm^2 ,蓄积 476.43 万 m^3 ,分别占林分面积、

蓄积的 16.98%、22.30%;成熟林 4.61 万 hm^2 ,蓄积 440.99 万 m^3 ,分别占林分面积、蓄积的 13.19%、20.64%;过熟林 0.99 万 hm^2 ,蓄积 106.31 万 m^3 ,分别占林分面积、蓄积的 2.83%、4.98%。

2.8 乔木林主要优势树种面积、蓄积

研究区域乔木林按主要优势树种面积、蓄积结构占比超过 2%的有云南松、栎类、华山松、桉木、油杉、其他桉类和板栗。

2.9 森林植被与树种构成特征

研究区森林植被主要有以华山松为代表树种的温性针叶林;以云南松林、滇油杉林、黄杉林、冲天柏林、杉木林为代表的暖性针叶林;以滇青冈林、黄毛青冈林、滇石栎林、元江栲林、高山栲林、栓皮栎林、旱冬瓜林、桉树林、板栗林、油橄榄林、黑荆树林为代表的暖性阔叶林和以川梨火把果灌木林、珍珠花矮杨梅灌木林、厚皮香铁仔灌木林、野拔子水红木灌木林、地盘松灌木林为代表的暖性灌木林。研究区域纯林、混交林中各主要优势树种(组)的树种组成主要有栎类、云南松、其他阔叶、桉木、华山松、杉木等为优势的林分组成树种。

3 森林资源状况分析

3.1 森林面积、覆盖率

研究区域 9 个县(市、区)中森林面积以盘龙区最少,为 19 679.9 hm^2 ,森林面积最大的嵩明县达 69 697.8 hm^2 ,各区、市、县均有大面积的森林分布。主要得益于 2004 年 6 月国务院《关于同意云南省调整昆明市市辖行政区划的批复》下发后,昆明市及时对行政区域进行了调整,使过去只辖主城区核心区的五华、盘龙两辖区发生了大范围调整,为各区拓展空间、均衡发展提供了基础条件。9 个县(市、区)森林覆盖率在 37.39%~57.86%范围,均低于全省森林覆盖率 59.30%的水平,但考虑城市建成区面积和滇池水域等因素,整体森林覆盖率应非常可观,在国内省会城市中处于前列,发展城市林业具备明显的资源优势。

3.2 蓄积量

从活立木蓄积量来看,呈贡区最少,为 755 740 m^3 ,蓄积量最大的安宁市达 4 314 990 m^3 ,其中呈贡区活立木蓄积量仅为森林面积相近的盘龙区一半多,主要原因是呈贡区范围内林地立地条件较差,人工幼、中林占比高,而盘龙区森林面积主要分布于主城区北侧松华一带,这一带是昆明市主城区重要水源涵养林,区域内有松华坝水库等水源地分布,保护

力度大,林地立地条件好。

3.3 森林权属、起源、类型、林分龄组

森林权属分析,集体林 25.41 万 hm^2 ,占 65.26%,占有最高比例。起源分析,天然森林 24.79 万 hm^2 ,占 63.65%。公益林面积 22.96 万 hm^2 ,蓄积 1 435.98 万 m^3 ,分别占森林面积、蓄积的 58.97%、67.16%。按龄组分则幼龄林 11.16 万 hm^2 ,蓄积 388.26 万 m^3 ,分别占林分面积、蓄积的 31.89%、18.19%;中龄林 12.29 万 hm^2 ,蓄积 724.36 万 m^3 ,分别占林分面积、蓄积的 35.11%、33.90%,两项合计占比达 67.00%和 52.09%。

3.4 乔木林主要优势树种

从组成乔木林的优势树种看,全市乔木林以针叶树为主,全市针叶林和阔叶林比例分别为 51.53%和 48.47%,且针叶林以云南松、华山松 2 个树种最多,优势树种为云南松、华山松的乔木林面积、蓄积分别占全市乔木林面积、蓄积的 47.74%、52.72%,且连片面积相对较大。

3.5 森林植被

研究区森林植被主要有以华山松为代表树种的温性针叶林,以云南松林、滇油杉林、黄杉林、冲天柏林、杉木林为代表的暖性针叶林,以滇青冈林、黄毛青冈林、滇石栎林、元江栲林、高山栲林、栓皮栎林、旱冬瓜林、桉树林、板栗林、油橄榄林、黑荆树林为代表的暖性阔叶林。

3.6 其他

昆明市乔木纯林和混交林单位面积蓄积为 59.8 m^3/hm^2 ,处于全省 16 个州(市)的第 14 位,低于全省 94.8 m^3/hm^2 的平均水平,森林单位面积蓄积量相对较低,综合反映出全市的森林资源受气候、土壤、分布树种、人为因素影响程度较大。以云南松为例,全省云南松林平均单位面积蓄积为 72.3 m^3/hm^2 ,而昆明市云南松林仅为 57.0 m^3/hm^2 ,比全省平均水平低 21%以上。

4 城市林业发展策略

4.1 健全法律法规,理顺管理机制

完善和制定符合本市特点发展城市林业的法律法规,规范城市林业建设相关管理部门的职责,明确责任主体,统筹协调工作机制。2019 年政府机构改革后,昆明市和城市林业发展关联的政府机构有发展和改革委员会、工业和信息化局、自然资源和规划局、生态环境局、住房和城乡建设局、农业农村局、文

化和旅游局、城市管理局、滇池管理局和林业和草原局等多个部门,如何将多个部门中关于城市林业发展的职能职责统一协调起来,特别是让分治多年的城市园林绿化部门和林业部门形成合力,实现统一思想、统一认识、统一理念,做到一张蓝图规划,一套人马落实。

4.2 充分利用和优化现有资源

研究区内现有森林资源优势明显,主城各核心区均有近 20 000 hm² 以上的森林面积和非常可观的森林蓄积量,区域内现有森林资源分布较为均衡,对于目前全国省会以上城市是一个难得的优势。目前国内很多大城市辖区只有零星的公园、城市绿地分布,综合发展城市林业资源匮乏,条件受限。

4.3 凸显城市林业发展的地域特色

城市林业建设不仅要因地制宜,更要与城市的自然风貌、历史文化相结合,这样就避免出现千城同景的局面^[4]。昆明市主城区自然地理条件特殊,地处低纬度的云贵高原,环抱高原明珠滇池,西山犹如睡美人长卧湖畔,且山上植被浓密,树种多样,随海拔的不同植被类型分布发生变化。位于主城核心区的翠湖及周边一直是这座城市的“心脏”。环湖周边著名的云南陆军讲武堂、云南大学东陆园、朱德故居和卢汉公馆等历史文化建筑周边树木苍翠,植被景观丰富。目前西山风景区自然植被保持良好,但日常市民游憩主要活动在山体东北坡,从城市发展的趋势来看,西山西南面安宁市太平街道一带已开发为主要的居民住宅区域。如果实现城市林业与城市发展的统一协调规划,实现通过山底隧道形式贯通西山两侧地铁和城市道路,将著名西山景区改造成像南京市钟山景区一样的市内森林,在拓展城市发展空间的同时,必将极大地提高城市林业的社会价值。

4.4 坚持近自然林的理念和管理方式

城市林业建设的根本任务就是改善城市生态环境和满足人们贴近自然、融入自然的需求,因此,近自然林的营造和管理是城市林业建设的主要方向^[5]。研究区天然林面积 24.79 万 hm²,占比达 63.65%,且大部分天然林处于近自然林经营状态,在未来的发展中应尽量保持这些林分不过多地受人工干预,同时对现有人工林接近自然林的目标进行逐步改造,提高管护水平。

4.5 提倡市民和社会组织积极参与

城市林业的发展不提倡政府全盘包揽,要充分发挥市民和社会组织的主体作用,鼓励市民和社会

组织积极参与其中。市民和社会组织积极参与不仅能提高广大市民热爱自然、爱护森林的热情,同时可以让市民与城市林业发展融入一体,体现其即是城市林业发展的最大受益者和主人翁。

4.6 加大对城市林业建设的资金投入,资金整合统筹形成合力

目前林业建设的资金主要以传统林业部门渠道的天然林保护工作建设、退根还林工程、公益林管护和产业发展等为主,资金整体投入渠道单一,总量明显不足。若将城市林业建设统筹协调起来,将目前城市园林绿化中房地产开发的住宅小区绿化、城市道路绿化、城市公园、绿地绿化等方面资金整合统筹,整体效果会更加明显,资金投入则会形成合力。

4.7 大力依靠产业支撑

城市林业发展是一个综合体,是一种业态,也是一个具有完备产业链的行业。完备产业链必须有科学合理的产业支撑,需要遵循特定的市场规律和经济规律。如果让这个行业既能发挥服务社会生态效益的同时又有支撑这个行业稳定运行的经济效益,行业才能实现可持续发展。特别是我国目前尚处于社会主义经济建设的初级阶段,昆明市处于经济欠发达的西部地区,政府公共财政收入与发达国家城市及我国经济发达城市有很大差距,花大量的政府财政搞单一的生态建设目前还不具备条件,必须依靠行业本身的经济利益点推动行业的发展,切记死板教条的单一保护。新修订的《森林法》中明确“在符合公益林生态区位保护要求和不影响公益林生态功能的前提下,经科学论证,可以合理利用公益林林地资源和森林景观资源,适度开展林下经济、森林旅游等”,城市林业发展中科学合理培植产业有法可依。

参考文献:

- [1] <https://wiki.mbalib.com/wiki/城市林业> .
- [2] <http://www.km.gov.cn/c/2019-05-13/3007215.shtml> .
- [3] 云南省林业厅. 云南省各州(市)森林资源状况(2016年)[M]. 昆明:云南出版集团,云南科技出版社,2018.
- [4] 张林娟,何东进,洪伟,等. 福州城市林业建设现状与发展对策[J]. 福建林业科技,2016(3):230-236.
- [5] 邱尔发,王成,贾宝全,等. 国外城市林业发展现状及我国的发展趋势[J]. 世界林业研究,2007(3):40-44.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.018

浙江大盘山野生彩叶植物资源开发利用价值的 AHP 评价

周钰鸿¹, 刘亚², 王盼^{1,3}, 宗侃侃³, 陈子林³

(1. 浙江省大盘山国家级自然保护区管理局, 浙江 磐安 322300; 2. 磐安县文化和广电旅游体育局, 浙江 磐安 322300;
3. 磐安县中药产业创新研究院, 浙江 磐安 322300)

摘要:为填补野生彩叶植物资源应用和筛选的不足,应用层次分析法构建了野生彩叶植物资源开发利用价值的评价模型,并对浙江大盘山国家级自然保护区 40 种常见彩叶植物进行评价和筛选。结果表明,叶色、适应能力、繁育难度、呈彩期、品种新颖性等是野生彩叶植物资源开发利用价值较为重要的影响因子。根据综合评分将保护区 40 种常见彩叶植物分为 4 个等级。银叶柳(*Salix chinii*)、虎耳草(*Saxifraga stolonifera*)、建始槭(*Acer henryi*)、吴茱萸五加(*Acanthopanax evodiaefolius*)等 4 种彩叶植物为 I 级(优先开发利用对象),金线草(*Antenoron filiforme*)、小果菝葜(*Smilax davidiana*)、白叶莓(*Rubus innominatus*)等 7 种彩叶植物为 IV 级(较少考虑对象)。

关键词:彩叶植物;开发利用价值;价值评价;层次分析法;浙江大盘山自然保护区

中图分类号:S788;S718.521.2;F224.5;P964 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0091-07

引文格式:周钰鸿,刘亚,王盼,等. 浙江大盘山野生彩叶植物资源开发利用价值的 AHP 评价[J]. 林业调查规划, 2020,45(4):91-96,104. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.018

ZHOU Yuhong, LIU Ya, WANG Pan, et al. Evaluation of Exploitation Value of Wild Colored-leaf Plants Resources in Dapan Mountains of Zhejiang Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(3):91-96,104. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.018

Evaluation of Exploitation Value of Wild Colored-leaf Plants Resources in Dapan Mountains of Zhejiang Based on Analytic Hierarchy Process

ZHOU Yuhong¹, LIU Ya², WANG Pan^{1,3}, ZONG Kankan³, CHEN Zilin^{1,3}

(1. Administration Bureau of Dapanshan National Natural Reserve, Pan'an, Zhejiang 322300, China;

2. Pan'an Bureau of Culture Broadcasting, Tourism and Sports, Pan'an, Zhejiang 322300, China;

3. Pan'an Institute of Traditional Chinese Medicine Industry Innovation, Pan'an, Zhejiang 322300, China)

Abstract: In order to fill in the shortage of application and selection of wild colored-leaf plants, the evaluation model of exploitation value of wild colored-leaf plants resources were constructed based on analytic hierarchy process, and 40 kinds of common colored-leaf plants were evaluated and selected in Dapanshan National Nature Reserve of Zhejiang Province. The results showed that leaf color, adaption ability, propagation difficulty, color periods, species novelty were the most important factors for the exploitation value of wild colored-leaf plants resources. The 40 common colored-leaf plants in the reserve were divided into 4 ranks according to the comprehensive assessment, including 4 species of Level I of prior

收稿日期:2020-01-01.

基金项目:浙江省林业发展和资源保护专项“浙江大盘山特色珍稀药用植物资源保护与扩繁回归研究”(〔2016〕75).

第一作者:周钰鸿(1975-),男,浙江磐安人,工程师.从事乡土植物资源开发与利用研究工作.

责任作者:刘亚(1990-),女,湖南衡阳人,工程师.从事植物生态与植物旅游开发利用研究工作. Email:785480407@qq.com

exploitation objects, such as *Salix chienii*, *Saxifraga stolonifera*, *Acer henryi* and *Acanthopanax evodiaefolius*, and 7 species of Level IV of least exploitation objects, such as *Antenoron filiforme*, *Smilax davidiana* and *Rubus innominatus*.

Key words: colored-leaf plants; exploitation value; value evaluation; analytic hierarchy process; Dapan-shan National Nature Reserve of Zhejiang

彩叶植物是一类叶色能够在生长季节或生长季节的某一阶段较稳定地呈现非自然绿色的观赏植物,其所提供的丰富色彩不仅能够营造显著的季相感,还能调节单一绿色植物的单调乏味,是一类重要的园林专类植物^[1-2],如北京香山红叶、南京栖霞山丹枫、长沙岳麓山爱晚亭等许多经典景观都是主要依靠彩叶植物营造。层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)根据问题性质和最终目标,将问题分解为不同的组成因素,按照因素间的相互关联影响以及隶属关系将因素按不同层次聚集组合,通过两两比较标度值的方法将定性问题进行量化,最终构成一个多层次的分析结构模型^[3-4],是一种定性与定量相结合,系统化、层次化的分析方法。近年来,随着社会发展水平、公众欣赏水平提升,景观中对彩叶植物的应用需求不断提高^[5],越来越多的彩叶植物被引入城市绿化、园林造景及室内绿化^[6-8],同时有不少研究采用 AHP 法^[9-12]及其他方法^[13-14]对彩叶植物进行了综合评价。但国内目前无论是彩叶植物的应用现状,还是彩叶植物的综合评价研究,都大多以已应用较为广泛的外来物种或园艺品种为主,而对野生彩叶植物资源的开发应用和筛选研究明显不足。

浙江大盘山国家级自然保护区有彩叶植物 251 种(含变种),是浙中地区野生彩叶植物的集中分布区之一,但开发利用程度很低,少量物种推荐也以经验判断为主^[15]。本研究针对野生彩叶植物资源的开发利用特点,采用 AHP 法构建系统的综合评价模型,并对大盘山保护区常见彩叶植物进行评价筛选,从而为野生彩叶植物资源的开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

浙江大盘山国家级自然保护区位于浙江省磐安县境内(28°57'05"~29°01'58"N, 120°28'05"~120°33'40"E),属浙江山脉的中支部分。保护区面积 4 558 hm²,主峰大盘山尖海拔 1 245 m。区内为亚热带季风气候,四季分明,年气温适中,光照较多,雨

量丰沛,空气湿润,雨热季节变化同步,年平均气温 15.0℃,极端最高气温 36.9℃,极端最低气温 -9.5℃;年平均雨量 1 427.8 mm,年平均日照时数 1 827.6 h^[16]。

本研究以保护区野生彩叶植物资源调查^[15]为基础,选取保护区 40 种常见的彩叶植物作为研究对象,其中乔木 18 种、灌木 12 种、草本 9 种、藤本 1 种。

1.2 研究方法

1.2.1 综合评价模型的构建

根据 AHP 法的原理^[3-4]并征求专家意见,结合野生乡土彩叶植物资源开发利用价值的特点和制约因素,构建了 AHP 综合评价模型(表 1),分为叶部观赏价值、其他观赏价值、应用潜力、生物学特性等 4 个约束层指标和叶色、叶形、斑叶等 13 个标准层指标,各标准层指标以 0~4 分进行评分(表 2)。

表 1 野生彩叶植物资源开发利用价值的 AHP 综合评价模型
Tab. 1 Evaluation model for exploitation value of wild colored-leaf plants resources based on AHP

A 目标层	C 约束层	P 标准层	D 最底层
野生彩叶植物资源的开发利用价值	C1 叶部观赏价值	P1 叶色	浙江大盘山自然保护区 40 种常见彩叶植物
		P2 叶形	
		P3 斑叶	
		P4 双色叶	
		P5 呈彩期	
	C2 其他观赏价值	P6 观花	
		P7 观果	
		P8 观茎	
		P9 观形	
	C3 应用潜力	P10 资源总量	
		P11 品种新颖性	
	C4 生物学特性	P12 适应能力	
		P13 繁育难度	

1.2.2 数据处理

通过发放问卷,向 12 位专家征求同层次各评价

表 2 标准层评价指标评分标准
Tab. 2 Assessment criteria for P-layer factors

标准层指标	0 分	1 分	2 分	3 分	4 分
P1 叶色	主要叶色呈自然绿色	主要叶色非自然绿色, 色彩明度和饱和度都较低, 叶色较灰暗	主要叶色非自然绿色, 色彩明度较高、饱和度一般, 叶色浅亮	主要叶色非自然绿色, 色彩饱和度较高、明度一般, 叶色浓郁	主要叶色非自然绿色, 色彩明度和饱和度都较高, 叶色鲜艳
P2 叶形	单叶全缘	单叶, 叶缘有锯齿或睫毛	单叶浅裂	单叶深裂	羽状、掌状复叶或单叶全裂
P3 斑叶	叶表无斑点或花纹	叶表具观赏性较低的斑点或花纹	叶表具观赏性一般的斑点或花纹	叶表具观赏性较高的斑点或花纹	叶表具观赏性很高的斑点或花纹
P4 双色叶	叶片两面颜色基本相同	叶片两面颜色不同, 观赏价值较低	叶片两面颜色不同, 观赏价值一般	叶片两面颜色不同, 观赏价值较高	叶片两面颜色不同, 观赏价值很高
P5 呈色期	短于 1 季	单季可观	两季可观	三季可观	四季可观
P6 观花	无明显观赏价值	观赏价值较低	观赏价值一般	观赏价值较高	观赏价值很高
P7 观果	无明显观赏价值	观赏价值较低	观赏价值一般	观赏价值较高	观赏价值很高
P8 观茎	无明显观赏价值	观赏价值较低	观赏价值一般	观赏价值较高	观赏价值很高
P9 观形	无明显观赏价值	观赏价值较低	观赏价值一般	观赏价值较高	观赏价值很高
P10 资源总量	濒危植物	珍稀植物	储量一般	储量较为丰富	储量丰富
P11 品种新颖性	在园林绿化中已广泛应用	在园林绿化中已应用较多	在园林绿化中应用一般	在园林绿化中应用较少	在园林绿化中尚无应用
P12 适应能力	适应力能弱, 生长环境条件要求很高, 需要严格养护	适应能力一般, 生长环境条件要求较高, 需要较多养护	适应能力较好, 生长环境条件要求一般, 需要适当养护	适应能力强, 生长环境条件要求较低, 需要少量的养护	适应能力强, 可生长于苛刻或特殊的环境条件, 基本不需要人工养护
P13 繁育难度(播种、组培、分离、扦插、压条、嫁接等方法)	缺乏较为成熟的繁殖方法	占 1 项	占 2 项	占 3 项	较为成熟大于 3 项, 或其中 1 项方法特别成熟

指标之间重要性比较的意见。以 1~5 标度法构建各层次的判断矩阵, 采用方根法^[7]计算相应的权重值 W , 并计算随机一致性比率 CR 。若 $CR < 0.10$, 认为矩阵有满意一致性, 否则需要调整判断矩阵的元素取值。对同层次各评价指标根据相应的权重值进行排序。对研究对象根据综合评分划分为 4 个等级。采用 Microsoft Excel 2010 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 指标权重和一致性检验结果

经过检验和计算, 本研究中各判断矩阵都具有满意的一致性, 评价模型各层次指标的权重计算结果(表 3)表明: 对于野生彩叶植物资源的开发利用价值, 叶部观赏价值的权重值高达 0.483 2, 生物学特性和应用潜力分别占 0.271 7 和 0.156 9, 其他观赏价值仅占 0.088 2。在叶部观赏价值中, 叶色最为重要, 其次为呈彩期和叶形, 而斑叶和双色叶的重要性很小。在其他观赏价值中, 观形是最为重要的, 而观花、观果、P8 观茎的重要性都不大。在应用

潜力

表 3 野生彩叶植物资源开发利用价值的 AHP 综合评价模型构建结果

Tab. 3 Results of evaluation model for the exploitation value of wild colored-leaf plants resources based on AHP

约束层	约束层权重	标准层	标准层权重	综合权重值	排序
C1 叶部观赏价值	0.4832	P1 叶色	0.4492	0.2170	1
		P2 叶形	0.1521	0.0735	6
		P3 斑叶	0.0906	0.0438	9
		P4 双色叶	0.0906	0.0438	9
		P5 呈彩期	0.2176	0.1051	4
C2 其他观赏价值	0.0882	P6 观花	0.1667	0.0147	11
		P7 观果	0.1667	0.0147	11
		P8 观茎	0.1667	0.0147	11
		P9 观形	0.5000	0.0441	8
C3 应用潜力	0.1569	P10 资源总量	0.3333	0.0523	7
		P11 品种新颖性	0.6667	0.1046	5
C4 生物学特性	0.2717	P12 适应能力	0.5000	0.1359	2

P13 繁育难度 0.5000 0.1359 2

中,品种新颖性比资源总量更为重要。在生物学特性中,适应能力和繁育难度具有同等的重要性。

2.2 综合评分及等级划分

综合评分结果(表 4)表明,大盘山保护区常见彩叶植物开发利用价值的综合评分从 3.064 3 到 1.839 6 不等,划为 4 个等级。银叶柳、虎耳草、建始

槭、吴茱萸五加等 4 种彩叶植物的综合评分 ≥ 3.0 分(I 级),是具有优良综合特性的优先开发利用对象。獐耳细辛、天台小檗、南天竹等 15 种彩叶植物的综合评分在 2.6~3.0(II 级),可作为重点开发利用对象。山鸡椒、石楠、扶芳藤、光叶水青冈等 14 种彩叶植物的综合评分在 2.2~2.6(III 级),可作为一般开发利用对象。金线草、小果菝葜、白叶莓等 7 种色叶植物的综合评分 < 2.2 分(IV 级),可作为较少考虑对象。

表 4 大盘山保护区常见彩叶植物开发利用价值的综合评分及等级划分

Tab. 4 Comprehensive assessment and ranking results for the exploitation value of wild colored-leaf plants resources

物种	形态类型	对 C1 的得分	对 C2 的得分	对 C3 的得分	对 C4 的得分	综合评分	评价等级	分级标准
银叶柳 <i>Salix chienii</i>	乔木	1.4321	0.2941	0.5229	0.8152	3.0643	I	≥ 3.0
虎耳草 <i>Saxifraga stolonifera</i>	草本	1.5634	0.2352	0.4183	0.8152	3.0322	I	
建始槭 <i>Acer henryi</i>	乔木	1.3724	0.2500	0.5752	0.8152	3.0127	I	
吴茱萸五加 <i>Acanthopanax evodiaefolius</i>	乔木	1.3724	0.2500	0.5752	0.8152	3.0127	I	
獐耳细辛 <i>Hepatica nobilis</i> var. <i>asiatica</i>	草本	1.5318	0.2352	0.5229	0.6793	2.9692	II	$2.6 \leq \sim 3.0$
天台小檗 <i>Berberis lempergiana</i>	灌木	1.2832	0.2794	0.5752	0.8152	2.9530	II	
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	灌木	1.4775	0.3382	0.1569	0.9510	2.9235	II	
肉花卫矛 <i>Euonymus carnosus</i>	灌木或小乔	1.1519	0.2647	0.6275	0.8152	2.8593	II	
南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	乔木	1.3724	0.2352	0.4183	0.8152	2.8411	II	
胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>	灌木	1.2782	0.2647	0.4706	0.8152	2.8287	II	
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	乔木	1.3724	0.2205	0.4183	0.8152	2.8264	II	
虎杖 <i>Reynoutria japonica</i>	草本	1.1276	0.3088	0.5229	0.8152	2.7744	II	
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	乔木	1.3427	0.2941	0.3138	0.8152	2.7656	II	
毛鸡爪槭 <i>Acer pubipalmatum</i>	乔木	1.3724	0.2794	0.2615	0.8152	2.7283	II	
青榨槭 <i>Acer davidii</i>	乔木	1.1519	0.2647	0.4706	0.8152	2.7024	II	
毛黄栌 <i>Cotinus coggygia</i> var. <i>pubescens</i>	灌木	1.1519	0.2500	0.4706	0.8152	2.6877	II	
乌药 <i>Lindera aggregata</i>	灌木	0.9980	0.2500	0.4706	0.9510	2.6696	II	
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	乔木	1.2989	0.2941	0.2615	0.8152	2.6696	II	
三枝九叶草 <i>Epimedium sagittatum</i>	草本	0.8331	0.3529	0.6275	0.8152	2.6286	II	
山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i>	灌木或小乔	0.9927	0.2500	0.5229	0.8152	2.5807	III	$2.2 \leq \sim 2.6$
石楠 <i>Photinia serratifolia</i>	灌木或小乔	1.1519	0.2941	0.3138	0.8152	2.5749	III	
扶芳藤 <i>Euonymus fortunei</i>	藤本	1.2395	0.2205	0.2615	0.8152	2.5366	III	
光叶水青冈 <i>Fagus lucida</i>	乔木	1.1519	0.2647	0.5752	0.5434	2.5352	III	
蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	乔木	1.1519	0.2794	0.4183	0.6793	2.5289	III	
毛红椿 <i>Toona ciliata</i> var. <i>pubescens</i>	乔木	1.3724	0.2352	0.3660	0.5434	2.5171	III	
秀丽四照花 <i>Cornus elegans</i>	乔木	0.9349	0.2794	0.4706	0.8152	2.5000	III	
梧桐 <i>Firmiana simplex</i>	乔木	1.0818	0.2500	0.3138	0.8152	2.4607	III	
老鼠矢 <i>Symplocos stellaris</i>	乔木	1.0468	0.2205	0.4706	0.6793	2.4173	III	
算盘子 <i>Glochidion pubera</i>	灌木	0.8614	0.1911	0.5229	0.8152	2.3906	III	
长序榆 <i>Ulmus elongata</i>	乔木	1.0468	0.2500	0.5229	0.5434	2.3631	III	

续表 4

物种	形态类型	对 C1 的得分	对 C2 的得分	对 C3 的得分	对 C4 的得分	综合评分	评价等级	分级标准
三白草 <i>Saururus chinensis</i>	草本	1.0048	0.2058	0.4706	0.6793	2.3606	III	
红柴枝 <i>Meliosma oldhamii</i>	乔木	1.1553	0.2205	0.4183	0.5434	2.3376	III	
紫弹树 <i>Celtis biondii</i>	乔木	0.9349	0.2500	0.4706	0.6793	2.3348	III	
金线草 <i>Antenoron filiforme</i>	草本	0.5639	0.2500	0.4183	0.8152	2.0474	IV	<2.2
小果菝葜 <i>Smilax davidiana</i>	灌木	0.7495	0.2352	0.4706	0.5434	1.9988	IV	
白叶莓 <i>Rubus innominatus</i>	灌木	0.6253	0.1176	0.4183	0.8152	1.9764	IV	
油点草 <i>Tricyrtis macropoda</i>	草本	0.7075	0.2352	0.4706	0.5434	1.9568	IV	
白背牛尾菜 <i>Smilax nipponica</i>	草本	0.7513	0.1764	0.4706	0.5434	1.9418	IV	
毛果南烛 <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>hebecarpa</i>	灌木	0.7178	0.2058	0.4706	0.5434	1.9377	IV	
斑叶兰 <i>Goodyera schlechtendaliana</i>	草本	0.6638	0.1617	0.4706	0.5434	1.8396	IV	

3 结论

本研究运用 AHP 法为野生彩叶植物资源的开发利用价值建立了一套较为全面而系统的评价模型。研究表明,对于野生彩叶植物资源的开发利用,叶部观赏价值(0.483 2) > 生物学特性(0.271 7) > 应用潜力(0.156 9) > 其他观赏价值(0.088 2)。各标准层指标中,综合权重值排序依次为叶色(0.2170) > 适应能力(0.135 9) = 繁育难度(0.135 9) > 呈彩期(0.105 1) > 品种新颖性(0.104 6) > 叶形(0.073 5) > 资源总量(0.052 3) > 观形(0.044 1) > 斑叶(0.043 8) = 双色叶(0.043 8) > 观花(0.014 7) = 观果(0.014 7) = 观茎(0.014 7)。叶色、适应能力、繁育难度、呈彩期、品种新颖性的综合权重值大于 0.1,合计达到综合权重值的 0.698 5,是较为重要的影响因子。而叶形、资源总量、观形、斑叶、双色叶、观花、观果、观茎的综合权重值小于 0.1,合计仅占综合权重值的 0.301 5,是较为次要的影响因子。

经筛选,对于大盘山保护区内常见的 40 种彩叶植物,银叶柳、虎耳草、建始槭、吴茱萸五加这 4 种彩叶植物的综合评分 ≥ 3.0 分,具有优良的综合特性,属优先开发利用对象(I 级);金线草、小果菝葜、白叶莓等 7 种色叶植物的综合评分 < 2.2 分,属较少考虑对象(IV 级);此外还分别有重点开发利用对象(II 级, $2.6 \leq$ 综合评分 < 3.0 分)和一般开发利用对象(III 级, $2.2 \leq$ 综合评分 < 2.6 分) 15 种、14 种。

4 讨论

虽然不同研究建立的 AHP 综合评价模型有差

异,但本研究与一些出于资源开发利用目的的野生植物资源 AHP 评价研究^[17-18]结果类似,即与适应能力、繁育难度相关或接近的指标都占有较高的综合权重值。而目前已有的彩叶植物综合评价研究^[9-12]均未考虑繁育难度或该指标的综合权重值较低,可能是由于这些研究以外来物种或园艺品种为研究对象,而这些植物通常已具备较为成熟的繁殖技术。

彩叶观赏是彩叶植物的基本属性和核心价值。彩叶植物通常根据彩叶显示时间和部位分为春色叶类、秋色叶类、常色叶类、双色叶类、斑叶类 5 大基本类型^[19]。目前关于彩叶植物的 AHP 法评价研究中,对叶部观赏价值的分解都少不了叶色、呈彩期这 2 个指标,此外还有叶形、叶大小、叶长、叶色整齐度、彩叶量等指标^[9,12];而叶色仅狭义地指叶片整体颜色^[9-12]。本研究在叶部观赏价值中首次引入斑叶和双色叶这 2 个指标,可对 5 大基本类型的彩叶植物进行较为全面的评价,并可兼容那些同时属于 2 个以上类型的彩叶植物。本研究表明,虽然一些彩叶植物以斑叶和双色叶特征著称,比如银白杨 *Populus alba*、胡颓子、文冠果 *Xanthoceras sorbifolium*、变叶木 *Codiaeum variegatum*、网纹草 *Fittonia verschaffeltii*、洒金桃叶珊瑚 *Aucuba japonica* 'Variegata' 等^[1],但在野生彩叶植物资源开发利用价值中,斑叶和双色叶这 2 个指标仅占综合权重值的 0.0438,是较为次要的影响因子。野生彩叶植物资源的开发利用必然要考虑经济市场需求、控制开发利用风险,因此通常更倾向于选择应用广泛的彩叶植物种类。而斑叶类植物常常需要近距离观赏,双色叶植物需要一定外在条件才可显露叶背的颜色,均具有一定

应用局限性,可能是这 2 个指标综合权重值较低的原因。

色相、明度、饱和度是色彩的三要素^[20]。目前研究中通常仅以色相,即不同的颜色派系,来作为叶色的评分标准^[11-12],如张晓玮^[11]将浅绿色或绿色、蓝绿色、紫红色或紫色、鲜红色或橙红色、金黄色或黄色分别由低到高设为不同的分值。这种叶色评分标准易受个人颜色喜好所影响而主观性较强^[21],比如难以合理解释为何黄色系比红色系叶色的分值设置更高^[11]。本研究首创以色彩明度和饱和度相结合的方式来衡量叶色。色彩饱和度、明度越高,则色彩越鲜艳,其视觉冲击力越强烈;色彩饱和度、明度越低,则色彩越灰暗,其视觉效果上越温和^[20]。本研究的这种叶色评分标准更加适用于植物配置中对彩叶植物的一般需求,可对叶色丰富的野生彩叶植物资源进行较为客观综合的评价。

本研究对大盘山保护区 40 种常见彩叶植物进行 AHP 法评价,仅占保护区 251 种(含变种)野生彩叶植物资源的 15.94%;47.5%的评价对象为获得 65%以上综合评分(≥ 2.6 分),被列为优先及重点开发利用对象,充分显示了保护区野生彩叶植物资源开发利用的巨大潜力。其中银叶柳的叶背呈银白色,在保护区海拔 600 m 以下区域 2 月中旬即可发芽,是该区内最早发芽的落叶树种,并且极耐水湿水淹^[22],可作为乡土滨水景观营造的重要素材;虎耳草叶色斑斓,全年可观赏,耐荫性强,可作为优良的耐荫地被和垂直绿化花卉^[23];建始槭^[24]与吴茱萸五加^[25]秋叶灿烂,观叶期长达 1 个月以上,可作为城乡彩叶林营造优选树种。

目前关于彩叶植物的 AHP 法评价研究通常以彩叶树种为研究对象^[9-12],少量研究还在评价模型里设置了树木冠型、高矮、透光性等指标^[9,12]以适应园林树木的观赏特征。本研究出于野生植物资源筛选目的,由于野生彩叶植物资源数量庞大、类型多样^[15,26-27],因此在评价模型中并未对乔木、灌木、草本、藤本等不同类型的植物进行针对性设置。在下一步研究中,一方面可直接应用本研究模型扩大评价对象范围,对大盘山保护区内或某一地区的野生彩叶植物资源进行一轮完全筛选;另一方面,可在本研究模型的基础上,结合不同类型植物的特征、不同应用场所的需求等进行调整改进,以进一步提高模型的针对性和精准性。

参考文献:

- [1] 朱志发,杨朝霞,张曼. 彩叶植物栽培技术及园林应用[M]. 北京:中国农业大学出版社,2017:3-11.
- [2] 吴方,吴霄虹. 彩叶植物在城市园林景观中的应用——以杭州园林为例(上)[J]. 花木盆景(花卉园艺),2013(7):35-37.
- [3] 邓雪,李家铭,曾浩健,等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识,2012,42(7):93-100.
- [4] 方晓晨,王盼,张雪莹,等. 浙江木兰科野生观赏植物资源及评价[J]. 热带作物学报,2018,39(8):1513-1518.
- [5] 何梅,王华,胡玉安,等. 彩叶树种研究与开发利用现状[J]. 江西农业大学学报,2018,40(6):1134-1144.
- [6] 冯圆圆,李清莹,胡绍庆. 彩叶桂品种资源与研究现状[J]. 浙江理工大学学报(自然科学版),2019(6):1-6.
- [7] 刘媛,杨立新. 沈阳公园彩叶植物调查及景观评价分析[J]. 北方园艺,2016(14):78-83.
- [8] 徐志豪,王桂林. 彩叶植物引种及其园林应用评价研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(2):194-197.
- [9] 李东升,王俊峰. 洛阳市隋唐植物园彩色叶植物调查与景观评价模型构建[J]. 北方园艺,2015(15):68-71.
- [10] 赵靖雯,任杰,高乾奉,等. 17 种槭树属植物应用价值的综合评价[J]. 安徽农业大学学报,2016,43(5):737-742.
- [11] 张晓玮,龚雪梅,李琳,等. 基于层次分析法的皖北地区引种的彩叶植物综合评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2018,44(5):580-587.
- [12] 张继强,马超,罗文莉,等. 城市绿地彩叶树种观赏价值综合评价与分级[J]. 中国农学通报,2017,33(10):53-58.
- [13] 寻路路,原雅玲,丁芳兵,等. 彩叶观赏草的引种及评价[J]. 陕西农业科学,2017,63(1):68-74.
- [14] 于杨,姚程程,张洁,等. 吉林省两城市常见绿化植物单体色彩美景度评价[J]. 北华大学学报(自然科学版),2017,18(4):521-527.
- [15] 周钰鸿,刘亚,王盼,等. 浙江大盘山国家级自然保护区乡土色叶植物资源调查与开发利用研究[J]. 林业调查规划,2018,43(5):109-113.
- [16] 陈亚琳,杨碧烟. 大盘山志[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,2016:2-8.
- [17] 何丽娜,邓建国,王琛,等. 基于 AHP 的北京地区野生花卉资源评价[J]. 贵州农业科学,2018,46(10):92-95.
- [18] 张继强,仇贵芳,刘冬皓,等. 基于 AHP 的甘肃省 14 种野生季节变色植物观赏价值评价[J]. 水土保持通报,2018,38(3):334-338.
- [19] 陈有民. 园林树木学:第 2 版[M]. 北京:中国林业出版社,2015:142-151.
- [20] 姜美. 色彩学:传统与数字[M]. 上海:上海社会科学院出版社,2017:31-44. (下转第 104 页)

[1] 朱志发,杨朝霞,张曼. 彩叶植物栽培技术及园林应用

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.019

广州城市居民森林康养产品选择意向调查研究

朱舒欣,邱权,何茜,苏艳,李吉跃

(华南农业大学林学与风景园林学院,广东 广州 510642)

摘要:通过实地问卷调查,运用 SPSS 20.0 的相关性分析和交叉分析,对广州市 989 位游客进行了森林康养产品选择意向调查研究。结果表明,公众对森林康养产品的喜好程度依次为运动型>游乐型>食宿型>文化型>疗养型。按具体产品来看,大众最为喜好森林漫步、慢跑(占 67.44%),仅有 12.44% 的游客选择了森林疗养院;男性更偏好垂钓和徒步登山,女性更倾向手工类艺术创作、森林瑜伽、太极保健操和养生 SPA;35 岁以下的年轻游客更偏好游乐型和文化型康养产品,35 岁及以上的游客对疗养型康养产品感兴趣。月收入低于 7 000 元的游客更倾向于选择文化型康养产品,月收入高于 7 000 元的游客更多地选择食宿型和疗养型康养产品;学历较高的游客更多关注疗养型康养产品,学历相对较低的游客更多关注文化型和食宿型康养产品;在职人员更喜好游乐型康养产品,离退休或无业人员更喜欢疗养型康养项目,而学生更偏好文化型康养产品。

关键词:森林康养产品;选择意向;森林旅游;旅游产品;交叉分析;相关性分析

中图分类号:S788.1;S757.21 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0097-08

引文格式:朱舒欣,邱权,何茜,等.广州城市居民森林康养产品选择意向调查研究[J].林业调查规划,2020,45(4):97-104. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.019

ZHU Shuxin, QIU Quan, HE Qian, et al. Investigation on Selection Intention of Urban Residents for Forest Therapy Products in Guangzhou[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 97-104. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.019

Investigation on Selection Intention of Urban Residents for Forest Therapy Products in Guangzhou

ZHU Shuxin, QIU Quan, HE Qian, SU Yan, LI Jiyue

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

Abstract: The field questionnaire survey, correlation analysis and cross analysis of SPSS 20.0 were used to investigate the selection intention of 989 tourists for forest therapy products in Guangzhou. The study found that the public's preference for forest therapy products was as follows: sports type> recreation type>accommodation type>culture type> convalescence type. In terms of specific products, forest walking and jogging were the most popular (67.44%), with only 12.44% of visitors choosing forest convalescent home. Men were more likely to fish and climb mountains, while women were more inclined to manual art creation, forest yoga, Tai Chi and health SPA. Young tourists under the age of 35 preferred amusement

收稿日期:2020-03-16.

基金项目:广东省林业科技创新项目(2018KJCX012).

第一作者:朱舒欣(1996-),女,广东佛冈人,硕士研究生.从事森林康养方面的研究.Email:2450315979@qq.com

责任作者:李吉跃(1959-),男,教授,博导.从事森林康养方面的研究.Email:564857527@qq.com

and cultural products, while tourists above the age of 35 were interested in convalescent products. Tourists with a monthly income of less than 7,000 yuan tended to choose cultural products, while those with a monthly income of more than 7,000 yuan were more likely to choose accommodation and convalescent products. The higher the education, the more attention to convalescent products. Tourists with relatively low education paid more attention to culture and accommodation products. On-the-job personnel were more fond of recreational products, retired or unemployed personnel preferred convalescent projects, and students preferred cultural products.

Key words: forest therapy products; selection intention; forest tourism; tourism products; cross analysis; correlation analysis

社会经济水平的发展和居民收入的增加,促使大众对健康的需求与日俱增。世界卫生组织研究报告显示,人类 1/3 的疾病可以通过预防、保健来避免^[1]。近年来,森林康养在促进公众健康方面的功能受到了广泛关注^[2]。我国的森林康养产业发展迅速,市场前景广阔。与此同时,广州市大力发展森林康养新业态,是广东省森林康养基地试点最多的城市。但目前的森林康养产品开发仍存在较多问题,如产品较单一,仍处于以感官体验为主的初级阶段^[3],缺乏高层次产品,森林康养资源未得到有效利用;康养产品普遍缺乏吸引力和特色,经济效益低下;市场认知度较低^[4],营销力度不够,资金投入不足等。此外,针对森林康养旅游产品开发的研究还存在较多空白。国内学者对森林康养产品开发的研究多集中在产品类别^[5-8]的研究,缺少对游客选择康养产品意愿的调查研究,仅有少部分学者进行了调查,如卢素兰等^[9]研究发现,静态的康养旅游项目比动态的旅游项目更受大众期待;张瑾等^[10]发现,游客偏好森林及水域康养旅游资源,体验型康养旅游项目备受青睐;李秀峰^[11]发现,大众对休闲体验的康养产品更感兴趣。但大多数学者未将森林康养产品选择意向与不同人群特征进行深入分析,如性别差异对康养产品选择意向的影响,不同年龄人群对康养产品选择的差异性,游客不同收入水平与其所选的康养产品是否具有相关关系,不同学历、不同职业人群对康养产品的选择意向有何差异等。产品开发应以市场需求为导向,注重开发前的市场调研和预测,以便掌握市场需求和竞争状况^[4]。因此,调查研究广州城市居民森林康养产品的选择意向,并深入分析不同人群对森林康养产品的需求,不仅能填补这块理论研究的空缺,还具有实践指导意义,有助于森林康养产品开发的细分市场,开发出适销对路的康养产品,也能为今后森林康养基地建设提供有力证据。

1 调查地区概况

1.1 广州市

广州气候宜人,是一个四季常绿、花团锦簇的“花城”^[12]。据广州市林业和园林局统计,截至 2018 年底,广州市森林覆盖率 42.31%,全市森林公园达到 90 个,绿道里程达 3 500 km^[13];全市生产总值约 2.3 万亿元。经济的飞速增长为森林康养旅游的开展提供了强大的资金后盾和庞大客源市场。

1.2 石门国家森林公园

石门国家森林公园位于广州市远郊区从化东北部,总面积 2 636 hm²,森林覆盖率达 98.91%,是我国第一家国际森林浴场,也是广东省首批森林康养基地^[14]。其打造的红叶节和天堂顶风景区花海^[15]吸引了大量游客,是广州发展生态旅游和森林康养的重要节点。

1.3 白云山风景名胜区

白云山风景名胜区位于广州市东北部近郊区,是广州市民及外来游客休闲健身、观光旅游的重要场所。全区面积 2 098 hm²,海拔 382 m,绿化覆盖率达 95%,植物种类繁多^[16]。越来越多的市民到白云山享受自然乐趣,观赏森林景观。在白云山的日常游客中,以锻炼身体目的居多^[17]。

1.4 越秀公园

越秀公园位于广州市老城区,是广州市最大的综合性文化休闲公园,也是广州市城市中心区范围内面积最大的绿地。全园面积约 62.8 hm²,海拔约 70 m,园区绿化覆盖率达 84%^[18]。公园自然条件得天独厚,因其位于市区内,登山甚便,每天的游客络绎不绝^[19]。

2 材料与方法

2.1 调查问卷设计

问卷包括游客基本信息和森林康养产品意向选择两大部分。以实现森林康养功效的不同形式为划分标准,将森林康养旅游产品分为5大类型:疗养型、运动型、游乐型、文化型和食宿型(表1)。

表1 森林康养产品项目分类

Tab.1 Classification of forest therapy products

产品类型	具体森林康养产品	解释说明
疗养型	养生SPA;森林疗养院	依托良好的森林环境,配套医疗设施及康养技术人员,开展的以保健、疗养、康复和养生为主的康养活动。
运动型	森林漫步、慢跑;徒步登山;森林瑜伽、太极、保健操等	通过在优质的森林环境中,结合地形地貌情况,开展一些舒缓型的运动项目,来增强身体的活力和促进身心健康的康养活动。
游乐型	森林观光、森林浴等;垂钓;森林露营、探险、寻宝等娱教活动	游憩观赏森林风景,进行系列森林特色娱乐活动,多为参与性、娱乐性和体验性的产品,让游客置身于大自然中,感受森林的魅力。
文化型	摄影;森林科普博物馆;手工类艺术创作	依托森林生态环境,以文化体验为特色,开展文化型、艺术型、知识型、创作型的项目及活动,以满足游客增长知识、修身养性的诉求。
食宿型	森林特色住宿;森林食品、药膳调养等	利用森林中的食品、药品资源,结合康养人群的实际需要,通过饮食疗养,睡眠养生等方法维持身体健康。

2.2 问卷调查过程与方法

本文在广州市选取了三个有代表性、人流较为密集的森林公园、风景名胜区和市区公园作为调查地,分别是石门国家森林公园、白云山风景名胜区以及越秀公园,选择在周末或节假日,采用问卷调查法进行实地调查。根据距离市中心的远近,年均接待游客量的大小,按配额抽样法分别在三地发放问卷300份、350份、450份。2019年7月—2020年1月实际共发放问卷1100份,回收问卷1020份,回收率92.73%;其中有效问卷989份,有效率96.96%。

2.3 数据处理方法

运用SPSS 20.0软件对游客基本特征与其所选的森林康养产品进行双变量Person相关性分析和交叉分析。

3 结果与讨论

3.1 游客基本特征

在989个样本中,女性占50.46%,男性占49.54%。19~50岁的游客达78.56%,50岁以上占14.56%。受访者的月收入主要集中在3500~7000元,占33.37%,高于7000元者占34.68%。拥有高中以上学历的游客占89.99%,其中大学以上学历占73%。游客的职业主要为企事业单位工作人员,占47.72%;其次是学生,占22.24%;离退休和无业人员占10.21%(表2)。

表2 游客基本特征

Tab.2 Basic characteristics of tourists

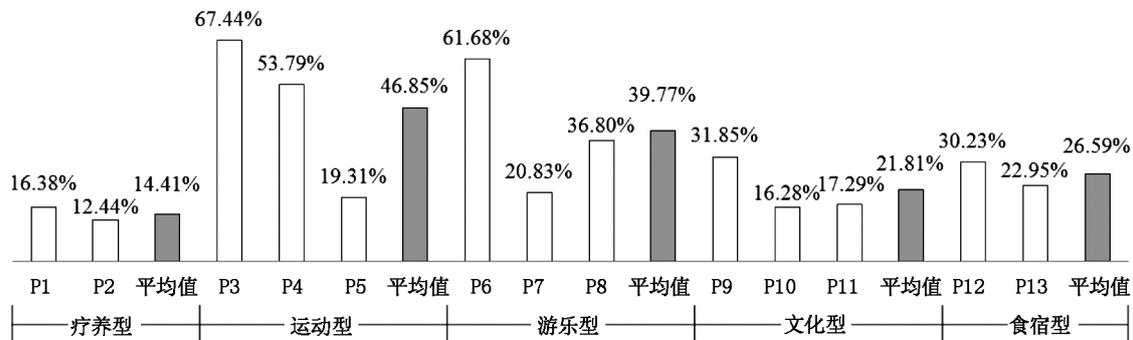
基本特征	选项	样本数/人	百分比/%
性别	男	490	49.54
	女	499	50.46
学历	初中及以下	99	10.01
	高中/中专	168	16.99
	大学/大专	636	64.30
	硕士及以上	86	8.70
月收入	<1500元	205	20.73
	1500~3500元(不含)	111	11.22
	3500~7000元(不含)	330	33.37
	7000~10000元(不含)	161	16.28
	10000~20000元(不含)	136	13.75
年龄	≥2万元	46	4.65
	≤18岁	68	6.88
	19~35岁	560	56.62
	36~50岁	217	21.94
	51~64岁	90	9.10
职业	≥65岁	54	5.46
	公职人员	36	3.64
	企事业单位工作人员	472	47.73
	个体经营者	78	7.89
	农民/工人	53	5.30
	离退休人员/无业	101	10.21
	学生	220	22.24
其他	29	2.93	

3.2 森林康养产品的选择意向

按产品类型来看,公众对森林康养产品的喜好程度依次为运动型(46.85%)>游乐型(39.77%)>食宿型(26.59%)>文化型(21.81%)>疗养型

(14.41%)。按具体产品来看,大众最为偏好森林漫步、慢跑(67.44%),其次是森林观光、森林浴、竹海浴等(61.68%)和徒步登山(53.79%),仅有12.44%的游客选择了森林疗养院(图1)。大众对森林康养产品的认识还停留在森林观光、休闲运动等康养初级阶段,比较受青睐的项目主要是目前一些森林景区已开始经营的康养产品项目^[9]。将近一半游客喜爱运动型康养产品,可能是大众都有运动健身的康养需求,并且大部分运动型康养项目成

本不高,不同收入水平的游客皆可接受。而森林疗养院较少被游客选择,可能是大众对森林康养认知度和认同感不高,不认为疗养型产品具有保健功能。同时,目前森林康养基地也较少疗养型产品,游客对疗养型产品不了解。此外,疗养型康养产品需要支付较高的费用,让部分收入较低的游客望而却步。总体而言,大众都喜好运动型康养产品,但不同人群对森林康养产品的选择意向存在差异。



注:P1为养生SPA;P2为森林疗养院;P3为森林漫步、慢跑;P4为徒步登山;P5为森林瑜伽、太极、保健操等;P6为森林观光、森林浴等;P7为垂钓;P8为森林露营、探险、寻宝等;P9为摄影;P10为森林科普博物馆;P11为手工类艺术创作;P12为森林特色住宿;P13为森林食品、药膳调养(下同)。

图 1 森林康养产品的选择意向

Fig. 1 Selection intention of forest therapy products

3.3 不同人群对森林康养产品的选择意向

3.3.1 性别差异对森林康养产品选择意向的影响

对不同性别选择森林康养产品的意向进行分析(表3)。由表3可知,男性更偏好垂钓(62.62%)和徒步登山(53.01%),而女性更喜好手工类艺术创作(71.35%)、森林瑜伽太极保健操(71.20%)和养

生SPA(69.75%),这也进一步验证了董亚娟等^[20]、谢晖等^[21]的学术观点;男性主要为“求动心理”驱动,更加偏好健身运动、探险等刺激性康养活动;女性主要为“求静心理”驱动,所选的康养产品表现出更多的文化动机、浪漫动机、购物动机和参与动机,更为注重森林康养旅游过程中的社交与内心放松。

表 3 性别与游客所选森林康养产品的交叉分析

Tab. 3 Cross analysis between gender and forest therapy products selected by tourists

性别	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
男性/%	30.25	40.65	48.58	53.01	28.80	47.21	62.62	46.70	45.08	41.61	28.65	42.47	40.97
女性/%	69.75	59.35	51.42	46.99	71.20	52.79	37.38	53.30	54.92	58.39	71.35	57.53	59.03

3.3.2 不同年龄段人群对森林康养产品的选择意向

年龄与“P2”、“P3”呈极显著正相关($p < 0.01$),与“P4”、“P7”、“P8”、“P9”、“P10”、“P11”呈极显著负相关($p < 0.01$)。说明年龄越大的游客越喜好森林疗养院和森林漫步、慢跑;年龄越小的游客更倾向于选择徒步登山、垂钓、森林露营探险寻宝、摄影、

森林科普博物馆和手工类艺术创作等(表4)。18岁及以下的游客更偏好手工类艺术创作(15.79%)和森林科普博物馆(15.53%);19~35岁的游客更喜爱森林露营探险寻宝(72.25%)和手工类艺术创作(69.01%),说明35岁以下的年轻游客更偏好游乐型和文化型的康养产品。36~50岁的游客偏爱

森林疗养院 (28.46%) 和森林观光、森林浴等 (24.26%);51~64 岁的游客喜好森林食品、药

表 4 年龄与游客所选森林康养产品的相关性分析

Tab. 4 Correlation analysis between age and forest therapy products selected by tourists

产品项目	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Pearson 相关性	-0.042	0.077**	0.114**	-0.116**	-0.032	0.011	-0.119**	-0.303**	-0.180**	-0.139**	-0.231**	-0.008	0.024
显著性 (双侧)	0.191	0.009	0.000	0.000	0.315	0.722	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.802	0.458

注: *表示 $P < 0.05$; **表示 $P < 0.01$ (下同)。

膳调养 (11.89%) 和森林疗养院 (10.57%);65 岁及以上的游客更偏好森林疗养院 (8.13%) 和森林漫步慢跑 (6.45%), 说明 35 岁及以下的游客都对疗养型的康养产品感兴趣, 尤其是森林疗养院, 同时也对运动型、游乐型和食宿型中对身体健康有直接帮助的产品

项目感兴趣, 如温和运动锻炼身体、风景观光放松身心和中医膳食调养身体 (表 5)。这可能是由于年龄越大, 养生意识越强烈, 所选康养产品的诉求主要是强身健体和延年益寿。

表 5 年龄与游客所选森林康养产品的交叉分析

Tab. 5 Cross analysis between age and forest therapy products selected by tourists

年龄段	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
≤18 岁/%	4.32	4.88	6.45	6.77	3.14	6.39	8.74	9.62	8.89	15.53	15.79	6.69	5.73
19~35 岁/%	64.20	47.97	52.92	60.15	63.87	55.25	66.02	72.25	66.67	57.76	69.01	54.52	55.51
36~50 岁/%	20.99	28.46	24.14	22.74	21.99	24.26	16.99	15.11	17.46	19.25	12.87	26.42	22.47
51~64 岁/%	7.41	10.57	10.04	7.52	8.38	9.67	5.34	2.47	4.76	6.21	2.34	8.36	11.89
≥65 岁/%	3.09	8.13	6.45	2.82	2.62	4.43	2.91	0.55	2.22	1.24	0.00	4.01	4.41

3.3.3 不同收入水平人群对森林康养产品选择意向

月收入与“P6”呈极显著正相关 ($p < 0.01$), 与“P8”、“P9”、“P10”、“P11”呈极显著负相关 ($p < 0.01$)。说明月收入较高的游客更喜好森林观光、

森林浴等康养活动;月收入较低的游客更倾向于选择森林露营探险寻宝、摄影、森林科普博物馆和手工艺类艺术创作等康养产品 (表 6)。

表 6 月收入与游客所选森林康养产品的相关性分析

Tab. 6 Correlation analysis between monthly income and forest therapy products selected by tourists

产品项目	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Pearson 相关性	-0.025	-0.018	-0.018	0.024	-0.030	0.096**	-0.049	-0.105**	-0.075**	-0.116**	-0.163**	0.026	0.026
显著性 (双侧)	0.431	0.583	0.581	0.449	0.352	0.003	0.122	0.001	0.008	0.000	0.000	0.417	0.415

表 7 月收入与游客所选森林康养产品的交叉分析

Tab. 7 Cross analysis between monthly income and forest therapy products selected by tourists

月收入	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
<1500 元/%	21.60	26.02	21.29	21.62	24.61	18.36	26.21	27.47	26.67	34.16	37.43	21.40	18.94
1500~3500 元 (不含)/%	8.64	12.20	11.84	9.96	8.38	11.31	10.19	11.54	8.89	13.04	8.77	8.36	10.57
3500~7000 元 (不含)/%	33.12	24.39	31.18	32.89	32.46	32.95	29.61	29.40	33.97	23.60	30.99	31.44	32.60

7000~10000元(不含)/%	14.20	17.89	17.39	14.85	17.80	16.07	17.48	15.66	13.65	14.29	10.53	20.74	20.26
10000~20000元(不含)/%	18.74	13.82	14.54	15.41	14.14	16.07	13.11	11.81	12.70	10.56	9.94	13.04	12.78
≥2万元/%	3.70	5.69	3.75	5.26	2.62	5.25	3.40	4.12	4.13	4.35	2.34	5.02	4.85

结合表 7 分析可知:月收入低于 1 500 元的游客更多选择手工类艺术创作(37.43%);1 500~3 500 元(不含)的游客更多偏好森林科普博物馆(13.04%);3 500~7 000 元(不含)的游客更喜欢摄影(33.97%);7 000~10 000 元(不含)的游客更偏好森林特色住宿(20.74%);10 000~20 000 元(不含)的游客更倾向于养生 SPA(18.74%);月收入高于 2 万元的游客更偏好森林疗养院(5.69%)。这说明收入决定消费,月收入低于 7 000 元的游客更倾向于选择文化型的康养产品,月收入高于 7 000 元的游客消费能力较强,能承担较高花销,更喜好食宿型和疗养型等康养产品。

3.3.4 不同学历人群对森林康养产品的选择意向

学历与“P1”、“P4”、“P5”、“P8”、“P9”、“P12”

呈极显著正相关($p < 0.01$);与“P10”呈显著正相关($p < 0.05$),说明学历越高的游客更偏好养生 SPA、徒步登山、森林瑜伽太极保健操、森林露营探险寻宝、摄影、森林科普博物馆、森林特色住宿这些康养产品项目(表 8)。初中及以下学历的游客更倾向于手工类艺术创作(11.70%);高中或中专学历的游客更偏好森林食品、药膳调养(18.06%);大学或大专学历的游客对养生 SPA(70.99%)更感兴趣;硕士及以上学历的游客更喜好森林疗养院(13.82%)。说明学历较高的游客更多关注疗养型的森林康养产品;学历相对较低的游客更多关注文化型和食宿型的康养产品(表 9)。这可能是由于学历高的游客对森林康养认知水平较高^[22],对外界的信息了解更为广泛,更愿意接受新事物。

表 8 学历与游客所选森林康养产品的相关性分析

Tab. 8 Correlation analysis between education background and forest therapy products selected by tourists

产品项目 /%	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Pearson 相关性	0.093**	0.060	-0.003	0.116**	0.132**	0.048	0.021	0.091**	0.095**	0.071*	0.033	0.106**	0.017
显著性 (双侧)	0.003	0.060	0.917	0.000	0.000	0.128	0.515	0.004	0.003	0.026	0.298	0.001	0.601

表 9 学历与游客所选森林康养产品的交叉分析

Tab. 9 Cross analysis between education background and forest therapy products selected by tourists

学历	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
初中及以下/%	4.32	8.94	9.75	7.71	2.09	9.02	11.17	8.52	6.98	8.70	11.70	6.02	8.81
高中或中专/%	14.20	12.20	17.24	15.04	17.28	17.21	12.62	13.19	13.02	11.80	9.36	15.72	18.06
大学或大专/%	70.99	65.04	64.77	66.92	67.02	63.93	66.50	67.31	70.79	66.46	69.01	66.56	63.44
硕士及以上/%	10.49	13.82	8.25	10.34	13.61	9.84	9.71	10.99	9.21	13.04	9.94	11.71	9.69

3.3.5 不同职业人群对森林康养产品的选择意向

公职人员更偏好森林疗养院(8.94%),可能是由于他们更了解国家政策,对森林康养的认知水平更高,对森林疗养院的认同感也更强。企事业单位工作人员更倾向徒步登山(52.82%)和森林露营探险寻宝(50.27%),这可能跟他们的工作压力和企业文化有关;企事业单位组织团建更多地选择森林户外运动,能更好地体验团队协作能力,促进感情交流。个体经营者更多选择森林观光、森林浴

(9.18%)和森林特色住宿(9.03%),其原因可能是其日常工作较忙,没有固定闲暇时间陪伴家人,希望在旅游时停留更长时间。农民或工人更喜欢森林疗养院(5.69%)和养生 SPA(4.94%)。可能是由于他们工作辛苦,体力消耗量大,随着年龄的增长,身体健康状况相对较差,尽管收入不高,但也对疗养型的产品感兴趣。离退休或无业人员更喜好森林疗养院(14.63%),森林漫步、慢跑(11.39%)和森林食品药膳调养(11.01%)。原因可能是这类群体大多

为老年人,养生需求较大^[23],对康复保健、运动疗养和膳食调养等有益于延年益寿的康养项目感兴趣。学生更多地选择手工类艺术创作(41.52%)和森林科普博物馆(37.89%)。这跟他们处于学习阶段有

关,生活更多地围绕文化知识学习,其康养诉求更多为体验森林文化。总体而言,在职人员更喜好游乐型康养产品,离退休或无业人员更喜欢疗养型康养项目,而学生更偏好文化型康养产品(表10)。

表10 职业与游客所选森林康养产品的交叉分析

Tab.10 Cross analysis between occupation and forest therapy products selected by tourists

职业	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
公职人员/%	4.94	8.94	4.35	3.21	4.19	3.44	3.88	1.92	3.17	3.73	3.51	5.35	5.73
企事业单位人员/%	50.00	39.02	47.08	52.82	50.26	49.84	48.06	50.27	47.30	42.86	42.11	45.48	50.22
个体经营者/%	6.79	5.69	7.65	6.95	6.28	9.18	6.80	4.67	7.94	6.21	4.68	9.03	8.37
农民或工人/%	4.94	5.69	3.90	4.51	2.09	4.43	4.85	1.92	1.27	3.11	1.75	4.35	3.96
离退休或无业人员/%	6.79	14.63	11.39	7.14	8.38	9.34	3.88	4.95	5.08	4.97	2.92	8.36	11.01
学生/%	23.46	25.20	22.79	23.12	26.18	20.98	30.10	32.69	31.11	37.89	41.52	25.08	18.94

4 结论与建议

4.1 加大森林康养基地内运动健身场地建设的投入力度

将近一半的游客喜好运动型康养产品,其中2/3的游客倾向于森林漫步、慢跑。因此,在森林康养基地规划建设时,应更多地满足公众运动健身的康养需求,结合当地地形地貌,布置多元化的运动康养场地,以供大众进行丰富多样的运动锻炼。其次,为满足游客森林漫步、慢跑的需求,应重视森林康养步道的科学规划,既有能满足普通游人游览休憩的康养步道,又有可供轮椅通行的无障碍通道。

4.2 开发具有示范带动作用的精品疗养型森林康养产品

仅有14.41%的游客对疗养型康养产品感兴趣,其中大部分为中老年人、公职人员和离退休人员、学历和月收入较高的游客。因此,森林康养基地示范单位(试点)在前期市场投入时,不应大批量地开发疗养型康养产品项目,更应以质量取胜,走精品线路,开发特色疗养型康养产品,形成品牌效应。对疗养型产品感兴趣的人群进行细分,设计出不同康养功效和不同消费档次的疗养型产品,并重视游客的体验度和参与感,从而提高大众对疗养型康养产品的接受度。

4.3 结合休闲娱乐活动保护性开发森林自然风光

将近2/5的游客偏好游乐型康养产品,其中近2/3的游客愿意参与森林观光、森林浴,1/3的游客喜好森林露营探险寻宝,并且大部分为中青年和企事业单位工作的游客。因此,在森林康养基地内应

该保护性地开发森林环境,建立环境清幽、风景优美的森林浴场,同时,根据当地自然禀赋,开发森林特色游玩项目,如丛林探险、攀岩登山、露营、野餐等休闲娱乐活动,满足大众沐浴森林、欣赏风景、放松心情的康养需求。

4.4 有针对性地开发文化型森林康养产品

青少年和学生群体的康养产品需求以文化型为主,尤其喜好森林科普博物馆和手工类艺术创作。森林康养基地开发文化型康养产品时,应着重针对他们的需求,结合当地森林文化,充分挖掘自然资源,突出森林动植物资源优势,开发具有森林体验、科普教育、亲子交流、研学旅行等功能的森林康养产品项目,如森林科普课堂、DIY手工创作、标本采集与制作等。

参考文献:

- [1] 唐建兵. 森林养生旅游开发与健康产业打造[J]. 成都大学学报(社会科学版), 2010(4): 74-77.
- [2] 雷海清, 支英豪, 张冰, 等. 森林康养对老年高血压患者血压及相关因素的影响[J]. 西部林业科学, 2020(1): 46-52.
- [3] 肖雁青. 基于森林康养理念的产业发展思考[J]. 中国林业经济, 2019(2): 105-106.
- [4] 张雨濛, 张跃西. 国家森林公园养生旅游产品开发研究——以合肥滨湖为例[J]. 黄山学院学报, 2019, 21(1): 30-33.
- [5] 吴后建, 但新球, 刘世好, 等. 森林康养: 概念内涵、产品类型和发展路径[J]. 生态学杂志, 2018(7): 2159-2169.
- [6] 雷海清, 魏馨, 李建清, 等. 森林康养产品设计的初步研

- 究——以文成悦慢森林康养基地为例[J]. 林业科技, 2019, 44(6):26-30.
- [7] 杨利萍, 孙浩捷, 黄力平, 等. 森林康养研究概况[J]. 林业调查规划, 2018, 43(2):161-166.
- [8] 卢素兰, 刘伟平. 森林养生旅游消费意向研究——以福建省为例[J]. 林业经济问题, 2009, 29(5):454-460.
- [9] 张瑾, 程道品. 城市居民森林生态旅游意向及行为倾向调查——以柳州三门江国家森林公园为例[J]. 林业经济问题, 2008(2):171-175.
- [10] 李秀峰. 龙岩市森林旅游潜在客源市场特征调查研究[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(9):154-157.
- [11] 李黎. 中国南北城市园林绿化比较分析——以广州和青岛为例[J]. 安徽农业科学, 2008(15):6279-6280.
- [12] 广州市林业和园林局. 广州市林业和园林局有关绿化统计数据[EB/OL]. (2019-12-16)[2020-02-29]. http://data.gz.gov.cn/odweb/catalog/catalogDetail.htm?cata_id=edc2add44df94239b03dd843d110ac17.
- [13] 熊咏梅, 李智琦, 高梓超. 石门国家森林公园蝴蝶群落多样性研究[J]. 广东园林, 2019, 41(5):32-36.
- [14] 李进, 侯碧清, 邱建丽. 广州森林旅游发展战略思考[J]. 中国城市林业, 2009, 7(5):51-54.
- [15] 王振师, 周宇飞, 李小川, 等. 白云山风景名胜区生物防火林带建设调查分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(7):12-15.
- [16] 沈宝辉. 广州市白云山风景名胜区植被景观的发展变化和对策[J]. 农业科技与信息(现代园林), 2008(7):77-81.
- [17] 王瑛, 陈北光, 张璐. 广州越秀公园景观格局分析[J]. 华南农业大学学报, 2008(1):68-72.
- [18] 崔健, 黄辉, 张葆华. 广州越秀公园山坡绿化生态恢复初探[J]. 广东园林, 2006(6):41-44.
- [19] 董亚娟, 赵玉萍, 吴悠, 等. 城市居民出境旅游决策的性别差异研究[J]. 资源开发与市场, 2019, 35(2):287-291.
- [20] 谢晖, 保继刚. 旅游行为中的性别差异研究[J]. 旅游学刊, 2006(1):44-49.
- [21] 林碧虾, 陈贵松, 罗丹霞, 等. 游客对森林康养认知影响因素探讨——基于福州市旗山森林度假村的调查[J]. 台湾农业探索, 2018(1):32-36.
- [22] 邓金春. 广西大明山自然保护区开发森林康养旅游研究[J]. 林业调查规划, 2016, 41(5):102-105.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 96 页)

- [21] 刘俊辉, 沈效东. 园林景观设计中的心理学原理及应用[J]. 现代园艺, 2018(21):151-153.
- [22] 徐高福, 卢刚, 张建和, 等. 千岛湖库区消落带造林技术研究[J]. 浙江林业科技, 2016, 36(6):1-7.
- [23] 许红娟, 陈之林. 虎耳草在园林垂直绿化中应用初探[J]. 黑龙江农业科学, 2015(10):126-128.
- [24] 孟庆法, 何瑞珍, 王平格. 建始槭引种与栽培技术研究[J]. 河南农业科学, 2014, 43(9):133-136.
- [25] 何梅, 胡玉安, 梅雅茹, 等. 吴茱萸五加资源现状及其观赏价值开发利用评价[J]. 南方林业科学, 2018, 46(4):29-33, 44.
- [26] 余泽平, 王国兵, 陈琳, 等. 江西官山彩叶植物监测与资源分析[J]. 江西科学, 2018, 36(4):544-548.
- [27] 潘辉, 谢一青, 韩国勇, 等. 福建野生彩叶植物的地理分布与资源调查[J]. 福建林学院学报, 2011, 31(3):217-220.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.020

红塔山自然保护区云南松火烧迹地天然更新调查研究

高 源, 陆俊宇, 杨兴明

(玉溪市红塔山自然保护区管护局, 云南 玉溪 653100)

摘要:采用标准样地法对红塔山自然保护区东风水库北岸王美喜大山、大河顶尖山片区两块火烧迹地云南松天然更新情况进行调查,结果显示:东风水库北岸王美喜大山林火发生 5 年后云南松天然更新保存密度平均为 2 554 株/hm²,更新幼树均高为 89.13 cm;大河顶尖山火烧迹地发生林火 8 年后云南松天然更新保存密度平均为 4 138 株/hm²,更新幼树均高为 160.28 cm。分析发现:火灾后云南松天然更新呈不规则分布,不同坡位、火灾前林分郁闭度、林龄对更新株数和幼树树高存在影响。提出对于火灾发生前郁闭度达到 0.4 以上的中龄林或接近中龄以上的林分,不必再进行人工更新造林;蹲苗期结束后,适当补植阔叶树进行混交,以提高林分抗病虫能力及综合功能,进行适当的中耕除草,以促进幼树生长;加强封山管理,避免人畜破坏幼苗等建议。

关键词:云南松;火烧迹地;天然更新;红塔山自然保护区

中图分类号:S791.257;S754.1;S759.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0105-04

引文格式:高原,陆俊宇,杨兴明.红塔山自然保护区云南松火烧迹地天然更新调查研究[J].林业调查规划,2020,45(4):105-108. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.020

GAO Yuan, LU Junyu, YANG Xingming. Natural Regeneration of *Pinus yunnanensis* in Burned Area of Hongtashan Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4):105-108. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.020

Natural Regeneration of *Pinus yunnanensis* in Burned Area of Hongtashan Nature Reserve

GAO Yuan, LU Junyu, YANG Xingming

(Yuxi Administration of Hongtashan Nature Reserve, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: The natural regeneration of *Pinus yunnanensis* in two burning areas of Wangmeixi Mountain on the North Bank of Dongfeng Reservoir and Daheding Mountain in Hongtashan Nature Reserve was investigated by sample plot method. The results showed that the average preservation density of *Pinus yunnanensis* natural regeneration was 2 554 trees/hm² and the average height of young trees was 89.13 cm five years after the occurrence of forest fire in Wangmeixi Mountain, while the average preservation density of *Pinus yunnanensis* natural regeneration was 4 138 trees/hm² and the average height of young trees was 160.28 cm eight years after the occurrence of forest fire in Daheding Mountain. The analysis showed that the natural regeneration of *Pinus yunnanensis* was irregular distribution after fire, and different slope position, forest canopy density and forest age affected the number of regeneration trees and height of young trees. This paper suggested that the mid-aged forest with the canopy density of more than 0.4 or

收稿日期:2020-03-21.

第一作者:高原(1982-),男,云南易门人,助理工程师.主要从事森林资源保护工作. Email:64746259@qq.com

the near mid-aged forest were no need for reforestation, after the end of restraining the growth of seedlings, the broad-leaved trees should be planted properly to improve the disease and insect resistance ability and comprehensive function of the forest, the appropriate intertillage and weeding should be carried out to promote the growth of the young trees, and the mountain closure management should be strengthened to avoid the damage of the seedlings by human and livestock.

Key words: *Pinus yunnanensis*; burned area; natural regeneration; Hongtashan Nature Reserve

云南松 *Pinus yunnanensis* 为常绿高大乔木, 生长于海拔 700~3 430 m 的河谷或山地阳坡, 是云南省最重要和面积最大的森林植被类型^[1], 常形成大面积纯林。云南松是云南省重要的乡土造林树种, 也是玉溪市红塔山自然保护区主要优势树种。红塔山自然保护区林分面积 4 516.8 hm², 其中云南松林分面积 3 318.7 hm², 占林分总面积的 73.47%, 而云南松人工纯林是红塔山自然保护区的主要森林类型^[2]。由于云南松林木含有高燃松脂松香, 因此, 云南松纯林内一旦发生林火, 特别是发生连续树冠火类型的森林火灾, 对云南松林木的损伤往往是毁灭性的。2012 年 3 月和 2015 年 7 月, 红塔山自然保护区大河顶尖山片区和东风水库北岸王美喜大山分别发生连续树冠火, 火到之处上部林木及下部幼树、下木、地被物全部烧毁, 火后林地全部变为一片灰烬。为了解发生连续树冠火后, 火烧迹地的天然更新情况如何, 是否需要进行人工迹地更新造林等问题, 对红塔山自然保护区 2012 年 3 月 28 日发生在大河顶尖山片区北城镇 41 林班 15 小班火烧迹地和 2015 年 7 月 3 日发生在东风水库北岸王美喜大山李棋镇 17 林班 26 小班火烧迹地云南松天然更新情况进行调查。

1 材料和方法

1.1 红塔山自然保护区概况

1.1.1 自然条件

玉溪市红塔山自然保护区位于玉溪市中心城区东面凤凰路 5 km 左侧, 东风水库、红旗水库、龙母箐水库、二龙潭水库、大红坡水库分布在保护区内。保护区东西跨度 8 km, 南北跨度 40 km, 境内最高海拔 2 438.5 m, 最低海拔 1 670 m, 相对高差 768.5 m。保护区为中亚热带半湿润冷高原季风气候, 具有冬暖夏凉、夏秋多雨、雨热同季特点。多年均温 16.5℃, 极端最高温 33.5℃ (6 月 4 日), 极端最低温 -1.8℃ (1 月 21 日), $\geq 10^\circ\text{C}$ 的活动积温为 5 047.9℃, 全年日照时数为 2 394.7 h, 日照率为 54.0%。多年平均霜期 88 d, 全年降雨 101 d, 降雨

量 886.5 mm。

1.1.2 森林资源现状

据 2016 年森林资源二类调查成果统计, 玉溪市红塔山自然保护区土地总面积为 5 696.0 hm², 其中: 林地面积 5 250.7 hm², 非林地面积 445.3 hm²。林业用地中, 有林地面积 4 516.8 hm², 疏林地面积 21.8 hm², 灌木林地面积 613.9 hm², 无立木林地面积 3.0 hm², 宜林地面积 78.6 hm², 辅助生产林地面积 15.8 hm²。

1.2 调查区样地概况

1.2.1 东风水库北岸王美喜大山调查样地概况

东风水库北岸王美喜大山火烧迹地调查样地位于红塔山自然保护区东风管护站东风水库北岸, 2015 年 7 月 3 日发生森林火灾, 火灾类型为连续树冠火, 过火面积 14.7 hm²。调查样地火灾发生前属于李棋镇 17 林班 26 小班, 树种为云南松纯林, 起源为天然林, 树龄 10~20 a, 郁闭度 0.45, 土壤类型为酸性紫色土, 土层厚度为中层, 海拔范围 1 801~1 919 m。

1.2.2 大河顶尖山火烧迹地概况

大河顶火烧迹地位于红塔山自然保护区北山管护站大河顶管护点大尖山片区, 2012 年 3 月 28 日发生森林火灾, 火灾类型为连续树冠火, 过火面积 194.73 hm²。调查样地火灾发生前属于北城镇 41 林班 15 小班, 树种组成为云南纯林, 优势树种为地盘松, 树种起源为飞播造林, 树龄 26 a, 郁闭度 0.6, 土壤类型为黄壤, 土层厚度为薄层土, 海拔范围 2 160~2 276 m。

1.3 调查方法

分别在 2 块火烧迹地的中心地段随机抽取一个小班, 在同一小班内的不同坡位各设置 3 块样地进行调查, 共设置 6 块调查样地, 样地面积 625 m² (25 m×25 m), 调查内容包括海拔、坡向、坡位、土壤类型、土层厚度、树种组成、林龄、更新的幼树株数、高度。其中, 幼树高度按对角线法实测样地中两条对角线上的全部幼树统计。

2 结果与分析

2.1 更新保存密度和树高

2.1.1 东风水库北岸王美喜大山火烧迹地更新保存密度和树高

东风水库北岸王美喜大山火烧迹地上云南松天

然更新幼树在样地内呈不规则分布,3 块样地内云南松天然更新保存密度、幼树高度如表 1、表 2 所示。

2.1.2 大河顶尖山火烧迹地更新保存密度和树高

大河顶尖山烧迹地云南松天然更新的幼树在样地内呈不规则分布,3块样地内云南松天然更新保

表 1 东风水库北岸王美喜大山火烧迹地样地更新保存密度调查统计

Tab. 1 Investigation and statistics of renewal and preservation density of sample plot in burned area of Wangmeixi Mountain on the North Bank of Dongfeng Reservoir

调查时间:2020 年 2 月 11 日

样地号	坐标位置	海拔 /m	坡向	坡位	土壤类型	土层	树种组成	林龄	样地更新密度 /株	折合每公顷更新密度 /株
1	102°36'37" 东 24°21'37" 北	1919	半阳	上	酸性紫色土	薄层土	10 云	5	115	1840
2	102°36'30" 东 24°21'31" 北	1876	阳	中上	酸性紫色	中厚层土	10 云	5	172	2752
3	102°36'27" 东 24°21'32" 北	1841	阳	中下	酸性紫色	中厚层土	10 云	5	192	3072
平均									160	2555

表 2 东风水库北岸王美喜大山火烧迹地样地幼树高生长调查统计

Tab. 2 Investigation and statistics of height growth of young trees in sample plots of burned area of Wangmeixi Mountain on the North Bank of Dongfeng Reservoir

调查时间:2020 年 2 月 11 日

样地号	幼树高度	实测株数	平均高
1	81、41、105、87、96、135、74、90、78、106、77、90、140、56、35、73、102、75、66	19	84.57
2	86、105、140、117、108、62、67、73、96、101、94、76、95、34、122、103、119、50、45、100	20	89.65
3	75、21、58、90、92、113、161、72、87、96、58、79、96、103、72、109、150、158、78、89、92、101	22	93.18
合计		61	89.13

存密度、幼树树高如表 3、表 4 所示。

2.2 更新密度、树高与立地条件的关系

从调查结果来看,坡位对更新保存密度和幼树高生长存在影响。下坡土层较上坡稍厚,加之火灾后受雨水冲刷,将草木灰冲到中下部,可能下坡的土壤肥力会有所增加,利于种子萌发、幼树生长,因此下坡的更新密度和高生长优于中坡和上坡。

2.3 更新密度与火灾前云南松龄级的关系

从 2 块样地的情况来看,火灾发生前云南松龄级与火灾后更新密度存在关系。火灾前处于中龄以上的林分,成熟种子的数量和质量相对要比火灾前处于幼龄或接近中龄的林分要高,更利于种子的萌发和幼树生长。

2.4 更新密度与火灾前郁闭度的关系

火灾发生前云南松林分的郁闭度大小与火灾后

表 3 大河顶尖山火烧迹地样地更新保存密度调查统计

Tab. 3 Investigation and statistics of renewal and preservation density of sample plot in burned area of Daheding Mountain

调查时间:2020 年 2 月 17 日

样地号	坐标位置	海拔 /m	坡向	坡位	土壤类型	土层	树种组成	林龄	样地更新密度 /株	折合每公顷更新密度 /株
1	102°35'25" 东 24°31'40" 北	2209	半阳	上	黄壤	薄层土	10 云	8	228	3646
2	102°35'25" 东 24°31'39" 北	2178	阳	中	黄壤	薄层土	10 云	8	252	4032
3	102°35'24" 东 24°31'37" 北	2161	半阳	下	黄壤	薄层土	10 云	8	296	4736
平均									259	4138

表 4 大河顶尖山火烧迹地样地幼树高生长调查统计
Tab. 4 Investigation and statistics of height growth of young trees in sample plots of burned area of Daheding Mountain

调查时间:2020年2月17日

样地号	幼树高/cm	实测株数/株	平均高/cm
1	230、158、160、151、157、130、145、50、96、125、205、148、162、155、118、165、105、150、132、110、170、185、162、150、156、133、140、102、128	29	144.06
2	200、200、181、175、170、130、152、175、110、112、112、160、212、220、228、140、160、145、176、165、193、178、180、172、136、153、181、170、177、119、115、121	32	163.06
3	170、230、120、127、182、215、205、144、170、160、180、165、205、155、175、190、147、159、210、185、186、175、195、215、168、178、180、161、140、200、144、130、165、202、140、169、186	37	173.73
合计		98	160.28

天然更新的幼树株数有直接关系,火灾发生前郁闭度高,则种源丰富,种子落地后萌发的机率大,更新的密度就大。

3 结论与建议

3.1 结论

发生连续性树冠火对云南松林分造成的损伤是毁灭性的,火灾过后火烧迹地上的云南松均能天然更新,从更新的幼树年龄来看,火灾发生时间为上一年的9—10月,成熟的云南松种子已落地入土,火灾过后,随着雨季的到来,种子在火烧迹地上开始萌发生长,经过3年的蹲苗期后,开始快速生长。

不同立地条件、坡位、火灾发生前林分郁闭度、林龄对火灾后云南松天然更新密度和幼树高生长存在影响。

3.2 建议

从调查结果来看,2块火烧迹地天然更新保存密度分别达到2554株/hm²和4138株/hm²,按照云南松工程造林设计密度一般为3328株/hm²(株行距1.5m×2.0m)~4438株/hm²(株行距1.5m×1.5m),随着后期幼林抚育措施的实施,龄级达到中龄林以后,保留株数一般为1664~2496株/hm²为宜,鉴于保护区的实际,对天然更新的林分,后期一般都不实施人为间伐措施,现有保存株数已达到正常造林所需的密度。因此,建议对于火灾发生前郁闭度达到0.4以上的中龄林或接近中龄以上的林分,火灾后不必再进行人工更新造林。火灾后3~4年,云南松蹲苗期结束后,可结合天然更新情况适当人工补植阔叶树进行混交,以提高林分抗病虫能力及综合功能。有条件的可以对天然更新的云南松幼树开展除草松土措施,以促进幼树生长。此外,为确保天然更新保存率,对火烧迹地进行封山管理,避免人为或牛羊等对云南松幼苗造成损害十分必要的。

致谢:本次调查得到红塔山自然保护区左天兴、王宏勋、杨云波、黄桂英、魏红、何绍葵的协助配合,使调查工作得以顺利完成,特此感谢!

参考文献:

- [1] 彭超,李莲芳,王慷林,等. 宜良禄丰村林场云南松天然更新分析[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(11): 42-46.
- [2] 云南省林业调查规划院昆明分院. 玉溪市红塔山自然保护区森林资源规划设计调查报告[R]. 2016.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.021

太原汾河公园水质现状评价

刘广敏, 杨秀云, 甄志磊, 郭涵婧, 吴茜, 武小钢

(山西农业大学, 山西 太谷 030800)

摘要:为研究太原汾河公园水体质量和污染状况,采集汾河 4 个河流段共 20 个表层水样,通过水污染指数评价法对其水温、pH 值、溶解氧、浑浊度、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷等 15 个理化指标进行定性定量分析。结果表明,目前太原汾河公园水质符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)劣 V 类水标准,其中 S1、S2、S3 段主要污染指标为 COD、总氮,S4 段主要污染指标为总氮,水质较好的段依次为 S4、S2、S3、S1;主要污染物源于生活和农业。

关键词:水环境管理;水质评价;水污染指数法;有机污染物;汾河太原城区段

中图分类号:S759.91;P964;S715 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0109-05

引文格式:刘广敏,杨秀云,甄志磊,等.太原汾河公园水质现状评价[J].林业调查规划,2020,45(4):109-113.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.021

LIU Guangmin, YANG Xiuyun, ZHEN Zhilei, et al. Evaluation of Water Quality in Taiyuan Fenhe Park [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 109-113. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.021

Evaluation of Water Quality in Taiyuan Fenhe Park

LIU Guangmin, YANG Xiuyun, ZHEN Zhilei, GUO Hanjing, WU Qian, WU Xiaogang

(Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030800, China)

Abstract: In order to study the water quality and pollution status of Fenhe Park in Taiyuan, 20 surface water samples were collected from four river sections of Fenhe River to quantitatively analyze the 15 physical and chemical indexes by the water pollution index evaluation method, such as water temperature, pH value, dissolved oxygen, turbidity, chemical oxygen demand, ammonia nitrogen, total nitrogen and total phosphorus. The results showed that the water quality of Fenhe Park in Taiyuan was in accordance with the *Environmental Quality Standard for Surface Water* (GB 3838—2002). The main pollution indexes of S1, S2 and S3 were COD and total nitrogen, and the main pollution index of S4 was total nitrogen, the sections with better water quality were S4, S2, S3 and S1 in turn. The main pollutants were from life and agriculture.

Key words: water environment management; water quality evaluation; water pollution index method; organic pollutants; Taiyuan Section of Fenhe River

城市滨水区是在城市中某个特定的空间的一部分,与河流和湖泊、水体相邻,即陆域与水域相连的

一定区域的总称。作为城市景观的一部分,它对营造城市景观环境起着重要的作用^[1-2]。太原汾河公

收稿日期:2020-03-19.

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(51709162).

第一作者:刘广敏(1992-),女,山西大同人.硕士研究生士.研究方向为风景园林规划. Email:2683115454@qq.com

责任作者:武小钢(1977-),男,教授,博士,硕士生导师.主要从事城市化生态过程与功能、城市环境与植物、风景园林规划与管理研究.

园是在汾河太原城区段内经过水利治理和绿化美化后而形成的滨水公园。随着太原市社会经济的不断发展,人类活动和污水的不断排放,直接或间接地影响到人类的生态环境和饮水安全。

本文主要以太原汾河公园为研究对象,从景观环境的生态角度出发,采用水污染指数法对公园水环境进行定性定量评价。对河流的水质进行评价是水环境管理的基础性工作,利用合理的水质评价方法,可反映当前水体质量和污染状况,对水体质量变化规律进行研究,发现主要污染问题^[3]。有研究表明,水污染指数法更适合小流域水体水质的定性定量评价,且计算方便简单^[4]。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

汾河是黄河的第二大支流,是山西境内的第一大河,发源于山西省宁武县管涔山^[5-6],由北向南贯穿太原市区,先后流经太原尖草坪区、杏花岭区、万柏林区、迎泽区和小店区,长约 40 km^[7]。太原城区段主要排污口共 22 处,其中生活排污口 2 处,工业企业排污口 1 处,混合排污口 4 处,支流河口 15 处^[8-9];主要污染物是氨氮、总氮、化学需氧量、总磷等^[10]。年平均降水量 459.5 mm,7、8、9 三个月平均降雨量 286.2 mm。全汾河太原段综合治理美化工程绿化总面积为 130 万 m²,共栽植 183 种 2.4 万株乔灌木,82 万 m² 草坪,形成了两岸宽 100 m、长 6 km 的绿色生态长廊^[11]。太原市位于山西省中部,太原盆地北端,属半干旱大陆性季风气候,昼夜温差大,春季干旱少雨,夏季炎热多雨,秋季凉爽,冬季寒冷干燥,最高气温 39.4℃,湿度 62.2%以上^[12-13]。

太原汾河公园北起柴村桥北侧,南至祥云桥南侧,总长超过 18 km。20 世纪末,太原市对汾河公园先后进行了两期以“人文、生态”为目的的景观治理^[14]。一期工程北起胜利桥上游 155 m 处,南至南内环桥下游 125 m,总长近 6.0 km。河道为人工复式断面,中间主河道宽 300 m,两侧绿地总宽 150~200 m。主河槽采用分槽方案,由中隔墙分成东西两渠。东侧为清水渠,宽 220 m,由四道橡胶坝分为三级蓄水湖面;西侧浑水渠,宽 80 m,排泄上游洪水和水库灌溉输水。二期工程是在一期工程的基础上,分别向南、北延伸,北延伸至太古岚铁路桥段,长 2.4 km,南延伸至祥云桥下游 500 m 段,长 5.1 km,二期工程总长 7.5 km^[15-16]。本文主要对太原汾河公园二期工程水质现状进行研究。

1.2 样品采集与测定

1.2.1 样品采集

根据现场勘查,使用 BIGEMAP 软件现场确定点位,在太原汾河公园北延段选取 S1、S2 采样段。S1 采样段位于摄乐街附近,S2 采样段位于北中环街附近。南延段选取 S3、S4 采样段,S3 采样段位于南中环街附近,S4 采样段位于龙城大街附近(图 1)。四个采样段分别按不等间隔各布五个断面点,在其水面以下约 30 cm 处采集水样,分别采集 3 次并混合均匀后取 500 ml 水样装入聚乙烯瓶中。在研究区共采集水样 20 个。

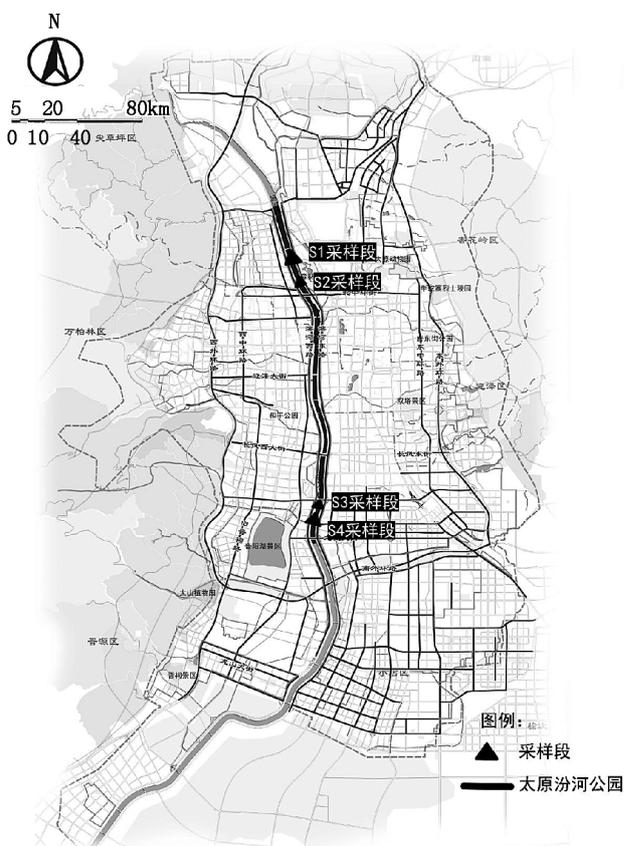


图 1 采样段布置示意

Fig. 1 Layout of sampling section

1.2.2 样品测定

现场使用德国 SN 1318 便携式水质多参数分析仪测定水温、电导率、盐度、总溶解固体(TDS)、水密度(H₂O)、pH 值、溶解氧(DO)、氧饱和度、氧化还原电位、浑浊度、总悬浮固体(TSS)等 11 个指标。将采集好的水样带回实验室储存于冰箱中,使用 GENESYS 180 紫外分光光度计依次测定其化学需氧量(COD)、氨氮(NH₃-N)、总氮(TN)和总磷(TP)。

其中,依据国标,对化学需氧量(COD)采用重铬酸钾法,氨氮(NH₃-N)采用纳氏试剂光度法,总氮(TN)采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法,总磷(TP)采用钼酸铵分光光度法。具体测定方法见文献^[17]。为保证数据可靠性,采用全程空白和重复 3 次混合采样;实验室测定时,进行曲线校准、空白样品、重复 3 次试验等措施。

1.3 数据分析

主要采用 WPS 2019 和 SPSS 22 统计软件对各断面水质因子进行描述统计、单因素方差分析(One-WayANOVA)及差异显著性检验(P=0.05)。根据地表水环境质量标准(GB 3838-2002),采用水污染指数评价法对各采样段水质进行评价。

1.4 水质评价方法

水污染指数评价法^[18-19]是基于单因子评价法,依据水质类别与 WPI 值对应表(表 1),用内插方法计算出某一断面每个参加水质评价项目的 WPI 值,取最高 WPI 值作为该断面的 WPI 值的评价法。

1)未超过 V 类水限值时指标 WPI 值计算公式:

$$WPI(i) = WPI_l(i) + \frac{WPI_h(i) - WPI_l(i)}{C_h(i) - C_l(i)} \times (C(i) - C_l(i)) \quad C_l(i) < C(i) \leq C_h(i) \quad (1)$$

式中,C(i)为第 i 个水质项目的监测浓度值,C_l(i)为第 i 个水质项目所在类别标准的下限浓度值,C_h(i)为第 i 个水质项目所在类别标准的上限浓度值,WPI_l(i)为第 i 个水质项目所在类别标准下限浓度

值所对应的指数值,WPI_h(i)为第 i 个水质项目所在类别标准上限浓度值所对应的指数值,WPI(i)为第 i 个水质项目所对应的指数值。

此外,GB 3838-2002 中两个水质等级的标准值相同时,则按低分数值区间插值计算。pH(属于无量纲值)取评分值 20 分。溶解氧(DO):如果 DO ≥ 7.5 mg/L 时则取评分值 20 分;如果 2 ≤ DO < 7.5 时,计算公式为:

$$WPI(i) = WPI_l(i) + \frac{WPI_h(i) - WPI_l(i)}{C_l(i) - C_h(i)} \times (C_l(i) - C(i)) \quad (2)$$

2)超过 V 类水限值的指标 WPI 值计算公式:

$$WPI(i) = 100 + \frac{C(i) - C5(i)}{C5(i)} \times 40 \quad (3)$$

式中,C5(i)为第 i 项目 GB 3838—2002 中 V 类标准浓度限值。

此外,当 pH < 6 时,

$$WPI(pH) = 100 + 6.67 \times (6 - pH) \quad (4)$$

当 pH > 9 时,

$$WPI(pH) = 100 + 8.00 \times (pH - 9) \quad (5)$$

当 DO < 2 时,

$$WPI(DO) = 100 + \frac{2.0 - C(DO)}{2.0} \times 40 \quad (6)$$

3)断面 WPI 的确定公式

$$WPI = MAX(WPI(i)) \quad (7)$$

表 1 水质类别与 WPI 值对应

Tab. 1 Corresponding table of water quality category and WPI value

水质类别	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类	劣 V 类
WPI 范围	WPI = 20	20 < WPI ≤ 40	40 < WPI ≤ 60	60 < WPI ≤ 80	80 < WPI ≤ 100	WPI > 100

2 结果与分析

2.1 水理化性质

2.1.1 水物理指标变化

太原汾河公园各采样段水温的变化范围为 20~21℃,水密度范围 998.1~998.5 g/L。各采样段水的电导率、总悬浮固体(TSS)、浑浊度等表现出规律性变化(表 2)。由表可知,S1、S2、S4 采样段的电导率和盐度显著高于 S3 采样段。S3 采样段的浑浊度和总悬浮固体(TSS)显著高于 S2 采样段,而 S1、S4 采样段的浑浊度和总悬浮固体(TSS)均与其他段差

异不显著。S1 采样段的氧化还原电位显著高于 S2 采样段,且 S1、S2 采样段均与 S3 采样段差异不显著,但 3 个采样段均显著高于 S4 采样段。S1、S2 采样段的总溶解固体(TDS)显著高于 S3 和 S4 采样段。

2.1.2 水化学指标变化

不同采样段水的 pH 值、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD_{Cr})、总氮(TN)、氨氮(NH₃-N)存在显著差异(表 3)。S3 采样段水的 pH 值、溶解氧、氧饱和度显著高于其他采样段,且 S4 采样段水的 pH 值、溶解氧、氧饱和度显著高于 S2 采样段,而 S1 采样段

表 2 水质物理指标比较

Tab. 2 Comparison of physical indicators of water quality

编号	电导率 /($\text{ms} \cdot \text{cm}^{-1}$)	盐度 /%	总溶解固体 (TDS) /($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	氧化还原电位 /mV	浑浊度 (NTU)	总悬浮固体 (TSS) /($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
S1	0.74±0.01a	3.62±0.03a	0.49±0.00a	198.74±20.05a	15.75±3.74ab	0.06±0.02ab
S2	0.73±0.00b	3.57±0.01b	0.49±0.00a	165.30±16.71b	10.52±2.31b	0.04±0.01b
S3	0.70±0.00d	3.45±0.02d	0.47±0.00b	187.28±7.19ab	17.78±2.22a	0.07±0.01a
S4	0.71±0.00c	3.49±0.01c	0.47±0.02b	143.00±12.40c	15.19±6.85ab	0.06±0.03ab

注:水温在 20~21℃,水密度在 998.1~998.5 g/L;均值后不同小写字母分别表示不同驳岸水因子在 $P < 0.05$ 水平下差异性显著(下同)。

水 pH 值、溶解氧、氧饱和度与 S2、S4 采样段无显著差异。S1、S2、S3 采样段水化学需氧量(COD_{Cr})无显著差异,且其 3 个采样段水的化学需氧量(COD_{Cr})显著高于 S4 采样段。各采样段水总磷(TP)无显著差异。S2 采样段与其他采样段水总氮(TN)无

显著差异,S3、S1 采样段总氮(TN)均显著高于 S4 采样段。S2、S1、S3、S4 采样段水氨氮(NH₃-N)值分别为 0.09、0.07、0.03、0.02 mg/L,差异显著呈下降趋势。

表 3 水质化学指标比较

Tab. 3 Comparison of chemical indicators of water quality

编号	酸碱度 pH	溶解氧 /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	氧饱和度 /%	COD _{Cr} /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TN /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TP /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	氨氮 /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
S1	8.00±0.32bc	7.28±1.81bc	88.24±23.04bc	50.62±6.85a	25.55±2.21a	0.10±0.10a	0.07±0.01b
S2	7.73±0.07c	5.39±1.03c	66.18±12.64c	70.35±24.04a	23.52±2.09ab	0.14±0.08a	0.09±0.01a
S3	8.60±0.24a	11.37±1.99a	141.12±26.61a	55.58±12.33a	24.89±1.01a	0.09±0.05a	0.03±0.01c
S4	8.17±0.05b	8.65±0.51b	107.59±9.87b	10.96±1.73b	22.39±0.80b	0.11±0.07a	0.02±0.03d

2.2 水污染指数法评价

水污染指数法评价结果(表 4)表明,4 个采样段水质等级均为劣 V 类水,主要污染物同单因子评价相同,其 WPI 值均为总氮(TN)的 WPI 值最大,分别为 571.06、530.44、557.87、507.82,即 $WPI_{S1} > WPI_{S3} > WPI_{S2} > WPI_{S4}$ 。因此,S4 采样段水质优于 S2 采样段优于 S3 采样段优于 S1 采样段。

表 4 汾河太原段水污染指数法评价结果

Tab. 4 Evaluation results of water pollution index method in Taiyuan Section of Fenhe River

编号	WPI	水质等级	主要污染指标
S1	571.06	劣 V 类	COD、总氮
S2	530.44	劣 V 类	COD、总氮
S3	557.87	劣 V 类	COD、总氮
S4	507.82	劣 V 类	总氮

3 讨论

3.1 不同采样段的水质情况

选取四个采样段测定水质的理化指标,水温在 20~21℃,水密度在 998.1~998.5 g/L 范围,其 TP 含量无显著性差异,按《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)属于 III 类水。各采样段的电导率和盐度差异显著,很可能与其周边废水的不定期排放有关;北延段水的浑浊度、总悬浮固体、COD、氨氮的值小于南延段,可能由于沿途污染源的汇入,水中的无机物、有机物等的增加引起的。太原汾河公园水质偏碱性,pH 值在 7.73~8.60,北延段水的 pH 值显著小于南延段。北延段水的溶解氧与氧饱和度的值显著小于南延段,可能是北延段水流速较慢,流经橡胶坝到达南延段,水流跌落使水中氧气增加,此外,还有可能受周围环境和水生生物的影响。溶解氧与氧饱和度、盐度和电导率、浑浊度和总悬浮固体等均

呈正相关。

3.2 不同采样段的水质评价

水污染指数法评价结果可以反映水质类别、识别主要污染指标和进行水质定量评价。水污染指数法是以污染最严重指标所在的水质类别作为该采样段的水质类别,以超过V类标准限值倍数最大的几个指标作为该采样段的主要污染指标。用水污染指数法对水质进行定量评价,其值越大,水质越差,其评价方法不仅可以对水质进行定性定量评价,且计算方便简单。

4 结论

河流的景观生态问题越来越受到人们的重视,本文主要从景观生态学角度出发,选取太原汾河公园不同采样段测定15个水质指标,意在了解其水质现状,为今后的河流健康和水环境管理提供理论依据。研究表明:(1)太原汾河公园水质符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)劣V类水标准;(2)S1、S2、S3采样段的主要污染指标均为COD、总氮,S4采样段水的主要污染物为总氮。COD主要反映水体受有机物污染的程度,通常是生活污水的主要指标^[20,21];TN主要是农业污染的主要指标,主要污染源为工业污水、生活污水、农业污水及降水地表径流等。(3)评价结果表明,水质较好的采样段依次为S4、S2、S3、S1。

参考文献:

- [1] 王建国,吕志鹏. 世界城市滨水区开发建设的历史进程及其经验[J]. 城市规划,2001,25(7):41-46.
- [2] 侯征. 探析城市滨水空间生态驳岸设计[J]. 水利规划与设计,2018,43:125-126.
- [3] 姜明岑,王业耀,姚志鹏,等. 地表水环境质量综合评价方法研究与应用进展[J]. 中国环境监测,2016,32(4):1-6.
- [4] 林海,李阳,李冰,等. 北京市妫水河水水质现状评价[J]. 环境监测管理与技术,2019,31(2):40-43.
- [5] 王琳芳. 汾河太原段污染成因分析与控制对策[C]//中国环境科学学会学术年会论文集,2016:1727-1730.
- [6] 景胜元,徐明德,武春芳. 汾河水库、上游水质分析及其污染防治措施[J]. 环境工程,2014(4):18-21.
- [7] 梁钧. 汾河太原段综合治理工程液压坝优化方案比选[J]. 山西水利,2017(12):37-38.
- [8] 朱建伟. 太原市汾河干流排污口调查分析[J]. 山西水利,2019(5):8-10.
- [9] 王炜. 汾河太原城区段水环境容量分析研究[J]. 山西建筑,2017,43(21):183-184.
- [10] 毛雨廷. 汾河太原段水环境健康风险评价[J]. 科技情报开发与经济,2012,22(1):125-126.
- [11] 肖欣. 从汾河太原城区段综合治理美化工程谈城市河流生态治理与开发[J]. 甘肃水利水电技术,2015,51(10):51-52.
- [12] 周文瑞. 汾河太原城区段河流黑臭问题研究[D]. 太原:太原理工大学,2006.
- [13] 刘琦. 汾河太原城区段生态建设研究[J]. 地下水,2011,33(3):64-65.
- [14] 南江江. 汾河三期工程生态治河建设设计分析[J]. 山西水利,2018(9):30-34.
- [15] 白彦飞. 汾河太原城区段治理美化二期工程设计[J]. 山西水利,2015(9):26-27.
- [16] 赵连庆. 汾河太原城区段治理美化二期工程中隔堤护坡形式比选[J]. 科技信息,2010,33:718-719.
- [17] 国家环境保护总局水与废水监测分析方法编委会. 水与废水监测分析方法:第四版[M]. 北京:中国环境出版社,2002:227-284.
- [18] 刘琰,郑丙辉,付青,等. 水污染指数法在河流水质评价中的应用[J]. 中国环境监测,2013,29(3):49-55.
- [19] 马原. 水污染指数法在河流水质评价中的应用[J]. 水利技术监督,2017,25(1):11-12,26.
- [20] 冯佳,沈红梅,谢树莲. 汾河太原段浮游藻类群落结构特征及水质分析[J]. 资源科学,2011,33(6):1111-1117.
- [21] 韩东方,王岩峰,晏颖. 延庆县妫水河水环境保护与治理的思考分析[J]. 北京水务,2015(6):16-18.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.022

林业生态恢复治理 PPP 项目工程质量验收体系研究

——以澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程为例

陈文红¹, 杨忠学², 和平¹

(1. 云南省林业调查规划院生态分院, 云南 昆明 650031; 2. 澄江县林业和草原局, 云南 玉溪 653100)

摘要:以澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程 PPP 项目为研究对象, 根据项目特点, 通过共享集成技术构建工程质量验收体系, 文中阐述工程质量阶段性验收的组织管理、条件、流程、依据、标准及要求、验收方法及内容、验收质量评定等步骤与要求, 探索生态治理 PPP 项目质量控制和验收标准。研究中发现存在合规性、控制性、完整性、规范性、责任主体明确性等方面的问题, 需通过建立具有科学性、系统性、可操作性的项目管理体系、质量控制体系、绩效评价体系进行规范和纠正。

关键词:PPP 项目; 生态治理工程; 质量评定; 验收标准; 植被恢复; 澄江抚仙湖径流区

中图分类号: S77; F224.5; X171.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)04-0114-06

引文格式:陈文红, 杨忠学, 和平. 林业生态恢复治理 PPP 项目工程质量验收体系研究 ——以澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程为例[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 114-118, 124. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.022

CHEN Wenhong, YANG Zhongxue, HE Ping. Quality Acceptance System of Public-Private Partnership Project of Forestry Ecological Restoration and Management——A Case Study of Vegetation Restoration Project in Fuxian Lake Watershed of Chengjiang[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 114-118, 124. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.022

Quality Acceptance System of Public-Private Partnership Project of Forestry Ecological Restoration and Management

——A Case Study of Vegetation Restoration Project in Fuxian Lake Watershed of Chengjiang

CHEN Wenhong¹, YANG Zhongxue², HE Ping¹

(1. Ecology Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650031, China;
2. Chengjiang Bureau of Forestry and Grassland, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: Based on the characteristics of public-private partnership project of vegetation restoration and management in Fuxian Lake Watershed of Chengjiang, this paper established the project quality acceptance system by sharing integrated technology to describe the steps and requirements of the quality acceptance, including the management, conditions, processes, basis, standards, acceptance methods and contents, and quality assessment, as well as research the quality control and acceptance standard of ecological management PPP project. This paper found that the quality acceptance system had problems in compliance, control, integrity, standardization, and definiteness of the responsible subject, which should be standardized

收稿日期: 2019-12-23; 修回日期: 2020-01-20.

第一作者: 陈文红(1969-), 女, 河南舞阳人, 高级工程师. 主要从事园林绿化规划设计及林业生态建设研究工作.

第二作者: 杨忠学(1970-), 男, 云南宜良人, 高级工程师. 主要从事森林资源培育与森林生态修复工作.

责任作者: 和平(1963-), 女, 云南香格里拉人, 高级工程师. 主要从事水土保持与生态治理等方面的技术咨询与研究.

by establishing a scientific, systematic and operable project management system, quality control system, and performance evaluation system.

Key words: public-private partnership project; ecological management project; quality assessment; acceptance standard; vegetation restoration; Fuxian Lake Watershed of Chengjiang

20世纪80年代我国基础设施建设领域探索引进 BOT 模式,通过多年试点和反复调整,2014年国家全面推广 PPP 模式,自2014年以来财政部和发改委两大主要监管部门持续发布了一系列关于 PPP 的政策性文件,PPP 项目的建设管理正在逐步得到规范。目前我国 PPP 模式建设项目类型从基础设施领域向公共服务领域延伸,2017年由国家发改委、国家林业局、国家开发银行、中国农发行联合发布的发改农经[2017]140号《关于进一步利用开发性和政策性金融推进林业生态建设的通知》进一步规范和推动了林业生态建设项目 PPP 模式的发展。

澄江县抚仙湖流域生态治理植被恢复工程是云南省首例引入 PPP 模式的生态保护类型的林业行业 PPP 项目。目前该项目已基本完成了建设工作,即将进入工程验收阶段。

1 林业生态恢复 PPP 项目工程质量验收面临的问题

PPP:即 Public(政府)—Private(私有)—Partnership(伙伴关系)的字母缩写。PPP 模式,也称为公私合作模式,是政府和社会资本在基础设施及公共服务领域建立的一种长期合作关系。工程竣工验收是指在工程竣工后,开发建设单位会同设计、施工、材料和设备供应及工程质量监督等部门单位,根据相关技术标准对项目是否符合规划设计要求、工程施工标准和设备安装质量进行全面检验,取得竣工合格资料、数据和凭证,对工程建设质量和成果进行评定的过程。“合格”是对施工质量的最基本要求,施工单位可与建设单位商定更高的质量要求,或自行创造更好的施工质量。

我国较早施工质量验收标准为 GB 50300《建筑工程施工质量验收统一标准》,该标准是建筑工程各专业工程施工质量验收规范编制的统一准则。随着工程建设发展需求,各专业、各行业、各学科门类的工程建设项目逐渐建立了适合行业特点和建设需求的工程施工质量验收标准,各行业持续出台了系列满足专业需求的验收规程和规范。目前我国暂无包括种植工程、土建工程、水利工程内容的 PPP 模式林业生态恢复治理建设项目的质量验收规程规范

可执行。此类型工程建设项目的验收需根据项目特征,充分考虑生态建设特点,结合工程建设要求,对工程质量验收组织、条件、流程、标准、方法、内容和标准等进行具体规定,才能保质保量有序推进 PPP 项目各阶段的工作,确保项目工程质量达到预期目标。

2 研究方法

通过对项目入库批复文件、政府授权文件,PPP 合作合同的研究,进一步明确项目相关方在质量控制、监督与管理中的职能职责、角色、作用。通过对批准的项目可行性研究报告、初步设计、施工图设计、概预算文件、设计变更和相关工程文件和批复文件的研究,进一步确定项目所涉及专业及质量控制的节点、标准要求,深入调查研究相关职能部门对项目管理的政策要求,参考项目涉及相关专业工程现行质量验收规程规范,通过共享集成技术研究,对工程质量验收组织、条件、流程、标准、方法、内容等作出明确规定,形成具有科学性、系统性、规范性、可操作性的工程质量验收体系。

3 实例研究

3.1 研究项目《澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程》概况

澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程 PPP 项目包括耕地恢复植被和石漠化区恢复治理及其配套水利基础设施,项目分布于澄江县 4 个镇(街道)29 个村委会(社区),植被恢复治理总面积 6 900 hm²,其中耕地植被恢复治理 2 700 hm²,石漠化区植被恢复治理 4 200 hm²,以及相关配套水利基础设施。项目建设期 3 年,运营期 20 年,投资估算 16.93 亿元。6 900 hm² 项目用地流转工作,静态土地流转资金 21.87 亿元。

3.2 工程质量验收体系研究结果

3.2.1 验收组织管理

项目公司负责组织工程质量验收,工程质量通过初验、终验和竣工验收后,报当地主管部门备案。

参加初验和终验的部门应包括项目公司、监理、

施工、设计、造价、质量监督等单位。

初验和终验可由项目公司自行验收或项目公司委托第三方单位参与验收,并报林业主管部门审查确认,验收成果须通过专家评审后方可使用。

终验合格后,项目公司向林业主管部门申请竣工验收。林业主管部门组织相关部门和人员参与验收。通过竣工验收后,林业主管部门向项目公司颁发工程验收证书。

3.2.2 验收条件

1)初验条件:以单位工程为验收单元,完成施工合同约定的全部建设内容。质量评定表完整,施工、监理、造价、设计等单位签字齐全,资料完整。

2)终验条件:完成施工合同约定全部建设内容,已到合同约定的管养期,抽查发现的问题全部处理完毕。质量评定表完整,施工、监理、造价、设计等单位签字齐全,资料完整。

3)竣工验收条件:完成工程建设及其施工合同约定的全部内容,项目公司组织了终验。终验发现的问题整改完毕,工程质量符合施工设计文件及合同要求,施工管理资料和技术档案完整。

3.2.3 验收流程

1)初验和终验:施工单位向项目公司提交初

(终)验报告、申请工程验收。项目公司收到工程验收报告后,对符合验收要求的工程组织验收,并报当地林业主管部门备案。

2)竣工验收:项目公司向林业主管部门提交工程竣工验收报告,林业主管部门收到工程竣工验收报告后,组织设计、施工、监理等单位和相关人员参与竣工验收。

3.2.4 验收依据

国家关于 PPP 项目的系列政策依据文件;经批准的 PPP 入库批复文件、政府授权文件、招标投标合同和文件、PPP 合同体系、文件、签报、请示、批示或会议纪要等;批准的可行性研究报告、初步设计文件、施工设计文件、概预算文件、施工设计变更文件、以及相关变更批复文件和技术资料等;PPP 合同体系中施工合同约定的验收要求、条件和标准;主要植物材料、原材料和设备质量合格证明文件等。

3.2.5 质量评定工程分级

工程质量评定划分为项目工程、单位工程、分部工程、分项工程、子分项工程 5 个等级。

质量评定工程划分详见表 1。

表 1 质量评定工程分级

Tab.1 Quality assessment engineering classification

项目工程	单位工程	分部工程	分项工程	子分项工程	附注	
PPP 项目	片区	造林工程	坡耕地恢复	整理种植用地、地形整理、挖种植穴(槽)、施底肥、栽植	小班	
			一般林地恢复	穴状清理、挖种植穴(槽)、施底肥、栽植	小班	
			石漠化治理	挖种植穴(槽)、客土回填、施底肥、栽植	小班	
			抚育管护	围堰、支撑、修枝整形、补植、浇灌水、施肥、有害生物防治等		
		配套水利基础设施工程	泵站 蓄水池	泵站	基础开挖回填及基础、土建、水电、设备安装调试、装修	
				蓄水池	基础开挖回填、浆砌石砌砌体、砼模版、钢筋、混凝土、设备安装调试	
			引水工程	引水工程	开挖、垫层、支管、密闭试验、回填	
				灌溉桩	土方开挖回填、砼模版、钢筋、混凝土、灌溉系统安装调试	
				变电设施及输电线路等	基础开挖回填及基础、土建、设备安装调试、输电线路架设	

3.2.6 验收标准及要求

1)造林工程质量标准及要求

①苗木质量标准:符合施工设计中苗木规格要求,符合《主要造林树种苗木标准》,《林木种子质量分级》,《绿化苗木质量分级》要求;苗木规格允许偏差符合相关规范要求。

②造林质量要求:整地及林地清理,按施工设计要求进行整地或清理造林地,尽可能保留造林地上的原有植被,避免大规模扰动地表,不对生境造成不可逆的破坏;种植穴(槽)须符合施工设计中规格要求;初植基肥和抚育追肥的品种、数量、施肥方法按施工设计要求实施;造林位置应与施工设计图中

所示一致;造林面积应与施工设计中经营面积相符;树种配置应与施工设计一致;造林密度应符合施工设计要求;终验、竣工验收小班郁闭度应达成林标准。

③抚育管护:抚育管理包括修枝打杈、补植补造、支撑、刷白、浇水、施肥、有害生物防治等内容,符合施工设计中的相关要求。

2) 配套水利基础设施质量标准及要求

①配套水利基础设施工程内容包括泵站、蓄水池、灌溉系统、引水工程、灌溉桩、变压电设施及输电线路等。

②质量标准及要求:符合施工图设计标准要求,符合《水土保持工程质量评定规程》、《水利水电建设工程验收规程》要求。

3.2.7 验收方法及内容

验收分为外业质量核查和内业资料检查。

1) 外业质量核查

①造林工程

初验:以单位工程为基本验收单元全面积现场核查。

终验:以区划最小单元(小班)为现场核查单位,采取系统随机抽样与典型选取相结合的方法进行核验,抽样应覆盖单位工程的所有片区。

竣工验收:实地巡视并作出全面评价。

②配套水利基础设施工程

初验:单位工程现场全部核实。

终验:项目工程现场抽样核实。

竣工验收:实地全面巡视查验。

2) 内业资料检查

初验:查阅设计、施工、监理的工程档案资料。

终验:以抽查为主,随机抽查,查阅设计、施工、监理的工程档案资料。

竣工验收:审阅项目公司、设计、施工、监理等单位的工程档案资料。

3) 初验方法及内容

①外业质量核查

造林工程:以单位工程为基本验收单元,采用全面积核查,调查核实因子包括造林位置和面积、苗木规格、树种配置、造林密度、成活率(保存率),郁闭度(覆盖度),外观检查,填报小班调查表,按规范格式建立验收小班属性数据库。

配套水利基础设施工程:现场核实布设位置是否合理,是否满足设计功能要求。逐一核实确认材料、数量,观察检查、数量检查,现场丈量长度、断面

尺寸,核实施工质量是否符合设计要求。

②内业资料检查

植物材料:苗木进场前报验由监理单位组织,苗木须符合合同要求,并填报验表;外购苗木应有植物检疫证明材料,苗木进场前要有随货同行的《植物检疫证书》和苗木标签;苗木经质量监督部门复检合格后方可使用并定植。

原材料:每批原材料产品需有出厂质量合格证明、性能检验报告及有关复验报告,并符合相关规范要求 and 设计要求。

现场施工资料:施工、监理、设计、造价、项目公司的工程资料完整,签字齐全。

4) 终验方法及内容

①外业质量核查:以工程区划最小单元(小班)为现场核查单位,采取随机抽样方法,抽样覆盖全部片区;配套水利基础设施重点对初验不合格部分进行抽查。核查方法及内容与初验相同。

②内业资料检查:检查是否完成批准的PPP项目全部建设内容;初验不合格情况说明、整改方法、整改后效果,工程是否还存在质量隐患以及遗留问题;抚育管护是否有原始记录台账,科学管护制度、责任主体是否明确,管护责任人员是否落实,是否有巡查记录;查阅有关项目建设资料;对工程施工质量进行评定。

5) 竣工验收方法及内容

①外业质量查验:实地对项目工程外观、实施效果进行质量查验。

②内业资料抽查:审阅设计、施工、监理、项目公司的工程档案资料。

3.2.8 验收质量评定

1) 造林工程质量评定

①外业核查质量评定

外业质量评定内容包括:苗木、树种配置、造林密度、成活率(保存率)、郁闭度、整地及林地清理、种植穴(槽)、造林位置,以上内容综合评定合格,小班质量评定为合格。苗木、树种配置、造林密度、成活率(保存率)、郁闭度、造林面积有一项不合格,小班质量评定为不合格。

②外业验收质量评定

造林工程质量评定为合格、不合格2个等级。核查小班全部合格、外观检查综合评定为合格,造林工程外业验收质量评定为合格,否则为不合格。

③内业资料检查质量评定

内业质量评定内容包括植物合格证明和检疫检

验材料、工程质量验收和工程质量评定材料以及抚育管护工作的相关资料。

④内业质量评定

评定内容一项不合格,内业质量评定为不合格。

⑤造林工程综合质量评定

外业质量核查与内业资料检查均合格,造林工程综合质量评定为合格,否则为不合格。

2) 配套水利基础设施工程质量评定

外业质量核查与内业资料检查均合格,质量评定为合格,否则为不合格。

3) 项目综合质量评定

①造林工程、配套水利基础设施工程质量评定均为合格,项目综合质量评定为合格。

②工程质量等级由验收委员会评定,验收结论应经 2/3 以上验收委员成员同意。

③竣工验收成果性文件是验收鉴定书,验收委员会讨论并通过验收鉴定书,验收委员会成员应在验收鉴定书上签字。

④竣工验收结果报县人民政府备案。对验收结论有异议的,应将保留意见在验收鉴定书上明确记载并签字。

⑤由林业主管部门颁发竣工验收证书。

⑥验收过程中发现的问题,处理意见由验收委员会成员协商确定。

4 结语

在对澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程 PPP 项目工程质量验收体系研究中,在项目入库、实施主体、PPP 项目公司成立、施工招标、PPP 合同及其合同体系签订等过程和环节中发现存在合规性、控制性、完整性、规范性、责任主体明确性等方面的问题,必须通过建立具有科学性、系统性、可操作性的项目管理体系、质量控制体系、绩效评价体系进行规范和纠正。

本研究通过理顺 PPP 项目参与各方的关系,明确参与各方的职能职责,构建了工程项目建设质量控制体系,规范和明确了项目工程质量验收组织、验收条件、验收流程、质量评定等级划分、验收标准及要求、验收方法及内容、验收质量评定标准,为工程质量验收提供了科学性、规范性依据,同时为项目后续运营、绩效考核提供了基础数据,也为实施类似生态建设 PPP 项目提供建设管理经验,同时也为政府实施类似项目提供了决策参考。

目前研究成果《澄江抚仙湖径流区植被恢复治

理工程 PPP 项目工程质量验收办法》已由澄江县人民政府批准颁布实施。

参考文献:

- [1] 国务院办公厅. 关于政府向社会力量购买服务的指导意见(国办发[2013]96号)[Z]. 2013.
- [2] 财政部. 关于印发政府和社会资本合作模式操作指南(试行)的通知(财金[2014]113号)[Z]. 2014.
- [3] 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)[Z]. 2014.
- [4] 财政部. 关于规范政府和社会资本合作合同管理工作的通知(财金[2014]156号)[Z]. 2014.
- [5] 国务院办公厅. 转发财政部发展改革委人民银行关于在公共服务领域推广政府和社会资本合作模式指导意见的通知(国办发[2015]42号)[Z]. 2014.
- [6] 国家发展改革委,国家林业局. 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)[Z]. 2016.
- [7] 财政部. 关于进一步加强政府和社会资本合作(PPP)示范项目规范管理的通知(财金[2018]54号)[Z]. 2018.
- [8] 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)[Z]. 2019.
- [9] 澄江县人民政府. 澄江县抚仙湖径流区植被恢复治理工程项目工作方案的通知(澄办通[2018]3号)[Z]. 2018.
- [10] 澄江县人民政府. 关于澄江抚仙湖径流区植被恢复治理工程 PPP 项目工程质量验收办法的批复(澄政复[2019]182号)[Z]. 2019.
- [11] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 造林技术规程:GB/T 15776[S]. 2016.
- [12] 云南省质量技术监督局. 绿化苗木 质量分级:DB 53/T458[S]. 2013.
- [13] 主要造林树种苗木标准:DB 53/062[S]. 2006.
- [14] 中华人民共和国标准. 林木种子质量分级:DB 53/248[S]. 1999.
- [15] 中华人民共和国标准. 森林抚育规程:GB/T 15781[S]. 2015.
- [16] 中华人民共和国行业标准. 全国营造林综合核查技术规程:LY/T 2083[S]. 2013.
- [17] 中华人民共和国标准. 水土保持综合治理技术规范:GB/T 16453.1-16453.6[S]. 1996.
- [18] 云南省林业标准化技术委员会. 石漠化地区植被恢复技术规程:DB 53/T 699[S]. 2015.
- [19] 国家林业局. 云南省森林资源规划设计调查操作细则(2013年修订)[S]. 2013.
- [20] 中华人民共和国标准. 砌体结构工程施工质量验收规范:GB 50203[S]. 2011.
- [21] 中华人民共和国标准. 混凝土结构工程施工质量验收规范:GB 50204[S]. 2015. (下转第 124 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.023

校园不同景观空间小气候舒适度研究

——以福建农林大学为例

陈凯旋¹, 叶沐涵¹, 蒋文斌¹, 宁春娇¹, 曾静雯¹, 黄河²

(1. 福建农林大学金山学院, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

摘要:以福建农林大学为例,选取温度、风速、湿度 3 个因素,通过 12 h 连续定点测量的方法,对不同景观空间(临水型空间、建筑围合型空间、林荫型空间、空旷广场型空间)的小气候进行实测和对比研究,评估这 4 类活动空间在夏季的人体舒适度。结果表明:林荫型空间总体温度较低、波动较小,临水型空间因无遮挡温度最高、波动最大,其他 2 种空间温度亦较高、波动较大;林荫型空间湿度最大,其次是阳光直射的临水型空间、建筑围合型空间,空旷广场型空间湿度最小;4 种空间的舒适度总体呈现林荫型空间>临水型空间>建筑围合型空间>空旷广场型空间,乔灌草群落丰富的林荫型空间更适合校园人群活动。认为在校园活动空间设计过程中,可布置适当的乔灌草群落以提升空间小气候的调节功能,借此提高人群活动的舒适度。

关键词:景观空间;小气候;人体舒适度;景观设计

中图分类号:S731.9;S716.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0119-04

引文格式:陈凯旋,叶沐涵,蒋文斌,等. 校园不同景观空间小气候舒适度研究——以福建农林大学为例[J]. 林业调查规划,2020,45(4):119-124. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.023

CHEN Kaixuan, YE Muhan, JIANG Wenbin, et al. Microclimate Comfort of Different Landscape Spaces on Campus——A Case Study of Fujian Agriculture and Forestry University[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):119-124. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.023

Microclimate Comfort of Different Landscape Spaces on Campus

——A Case Study of Fujian Agriculture and Forestry University

CHEN Kaixuan¹, YE Muhan¹, JIANG Wenbin¹, NING Chunjiao¹, ZENG Jingwen¹, HUANG He²

(1. Jinshan College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: The microclimate of different landscape spaces (adjacent water space, architectural enclosed space, tree-lined space and open square space) was studied and compared by 12 hours continuous fixed-point measurement method, and the human comfort of these four types of activity spaces in summer was evaluated on campus of Fujian Agriculture and Forestry University. The results showed that the overall temperature of the tree-lined space was low and the fluctuation was small, but the temperature of the adjacent water space was highest and the fluctuation was largest, and the temperature of the other two types

收稿日期:2020-02-27.

基金项目:国家级大学生创新训练项目(201814046001);福建省中青年教育科研项目(JAT170199);国家级大学生创新创业训练项目(201814046004).

第一作者:陈凯旋(1997-),男,福建永春人.研究方向为 3S 技术与风景园林规划设计. Email:627431126@qq.com

责任作者:黄河(1986-),男,江西樟树人,讲师,博士.研究方向为风景园林规划设计与 3S 技术. Email:422513844@qq.com

of space was also high and the fluctuation was large. The humidity of the tree-lined space was the largest, followed by the adjacent water space with direct sunlight and the architectural enclosed space, and that of the open square space was the smallest. The comfort index of the four types of space was tree-lined space > adjacent water space > architectural enclosed space > open square space. The tree-lined space with abundant arbor, shrub and herb was more suitable for campus crowd activities. The appropriate arbor, shrub and herb communities should be arranged in the design of campus activity space to improve the adjustment function of space microclimate and improve the comfort of crowd activities.

Key words: landscape space; microclimate; human comfort; landscape design

小气候(micro-climate)泛指在相同大气特点范围内由地表、人类和生物活动而形成的较小范围内的特殊气候状况^[1]。小气候对周边环境及人体舒适性均具有重要影响,研究其影响机理对提升人居环境质量有着重要意义。从风景园林角度研究小气候,主要通过研究景观要素中的植物、水体、建筑、铺装及其所依附的空间来揭示小气候变化的内部规律,有利于塑造舒适的环境。

目前,有关于小气候与人体舒适度及温湿指数的研究大多集中在商业街区^[2]、居住区^[3]、公园等公共场所^[4],对人群活动较为集中且与师生身心发展关系密切的校园活动空间的小气候舒适度研究较少^[5]。校园是师生学习交流、休闲活动的主要场所,且该场地具有人口密度高、使用率高的特点,对校园环境小气候研究显得更具意义,舒适的校园环境能为师生户外活动、交流、学习提供轻松惬意的氛围^[6],有促进身心发展和减轻精神疲劳的效果^[7]。

本文对福建农林大学活动空间小气候进行研究,利用NK 5500 LINK 风速气象仪对校园人群活动空间小气候进行实测,对比分析不同校园活动空间设计要素对校园环境小气候的影响,结合温湿指数和人体舒适度评价,探求各景观要素与小气候之间的关系,为建设更加舒适的校园人群活动空间提供启发和参考。

1 研究区概况与方法

1.1 研究区概况

研究区位于福建省福州市福建农林大学,夏季均温为 26~34℃,属于典型的亚热带季风气候,夏长冬短,夏季以晴热高温天气为主^[8]。

1.2 实测内容与研究方法

针对不同类型空间进行小气候数据测量,通过所测数据,分析、比较不同校园人群活动空间的小气候效应状况。实验测定选取晴朗少云的天气,测定时间为 2018 年 7 月 13 日上午 7:00 至 2018 年 7 月

13 日晚上 19:00,总计 12 h。根据实验目的,在校园中选择 A、B、C、D 4 种空间类型点位(表 1)。

表 1 各类型空间及周边环境

Tab. 1 Types of space and surrounding environment

实测点位	空间类型	周围环境
A	临水型	该点位于观音湖中心,三面环水,旁边连接求知路,有少量植物。
B	建筑围合型	该点位于实验楼道路中间,两边是较高的建筑物,基本没有植物。
C	林荫型	该点位于将乐路,周围是两排的荔枝作为行道树,有大量植物。
D	空旷广场型	该点位于石碑广场处,周围是硬质铺装。

利用美国产的 NK 5500 LINK 风速气象仪,对选定场地进行连续 12 h 定点测量。按照相关测定规范,采用定点定位观察法,气象仪测量的气象指标包括:温度、湿度、风速等。为了保证实验数据的典型性和可操作性,本研究分别在临水型空间的茶人码头、建筑围合型的田间实验楼、林荫型的将乐路、空旷广场型的中华园 4 个区域布置测点,累计使用仪器 3 台,每 1 h 读取数据一次,测量高度距地面约 1.5 m。因发现当阳光直射温度感应器时,气温指标会异常升高,故在仪器使用过程中,避免阳光对温度传感器直射,以保证数据的准确性。

1.3 人体舒适度指数

人体舒适度是依据人体与周围环境之间热量平衡原理,从气象环境角度来评价人体在不同外在环境下舒适程度的生物气象指标。^[9]从气候条件分析,以温度、风速、湿度 3 因素对人体的生理和心理影响最为敏感。^[10-13]本研究人体舒适度指标采用陆鼎煌环境卫生学方法的综合舒适度指标^[14-15],全面考虑气温、风速、相对湿度 3 个指标进行描述(表 2),综合舒适度指标计算公式如下:

$$S = 0.6(|T - 24|) + 0.07(|RH - 70|) + 0.5(|V - 2|)$$

式中: S 为综合舒适度指标; T 为空气温度($^{\circ}\text{C}$); RH 为空气相对湿度(%); V 为风速(m/s)。设定: $S \leq 4.55$ 为舒适; $4.55 < S \leq 6.95$ 为较舒适; $6.95 < S \leq 9.00$ 为不舒适; $S > 9.00$ 为极不舒适。

表2 人体舒适度评价标准

Tab. 2 Evaluation standard of human comfort

人体舒适度	评价
$S \leq 4.55$	舒适
$4.55 < S \leq 6.95$	较舒适
$6.95 < S \leq 9.00$	不舒适
$S > 9.00$	极不舒适

2 结果与分析

2.1 温度变化趋势与差异性分析

当天天气预报最高气温为 37°C ,最低气温为 27°C ,根据本研究所测量出的A、B、C、D 4个点的温度来看,波动均在合理范围内(图1)。

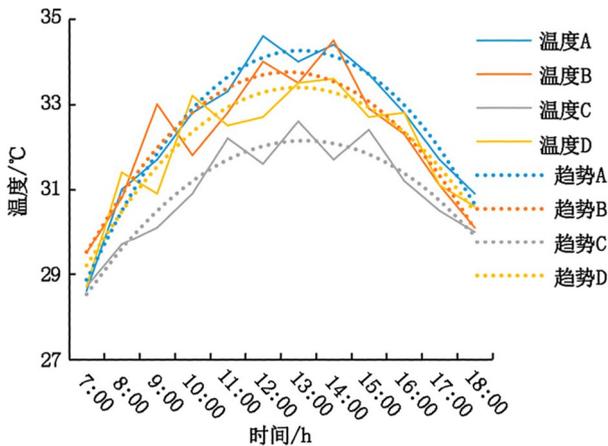


图1 各类型空间温度随时间变化趋势

Fig. 1 Variation trend of temperature in different types of space with time

将连续12个小时测量所得数据进行对比分析,发现4个不同类型空间的温度变化趋势呈现 $A > B > D > C$ 的情况,其中B、D点变化趋势近乎相同,C点的降温功能远胜于A、B、D点,就算在太阳辐射最强烈的12:00—15:00间,温度也仍处在一个相对稳定的区间。由此可见,乔灌木群落构成的林荫型空间有着很好的温度调控功能。

从图1可知,A、B、C、D 4种空间点的温度随着时间段推移,变化趋势大体相同——在7:00—

12:00处于上升趋势;在15:00—18:00处于下降趋势。在12:00—15:00时间段因为大部分太阳辐射被云层所遮蔽,导致A点出现温度骤降和骤升的现象。图中还能看出,C点的温度变化趋势整体较为平缓,且平均温度均低于A、B、D点;而A、B、D点在8:00—15:00的整体温度变化波动较为明显。其中A、B点的最高最低温差分别为 6°C 和 5°C ,变化趋势较大;C、D点的最高最低温差分别为 3.9°C 和 4.8°C ,变化趋势较小。

从图1可知,属于临水型空间的A点整体温度高于其他3个点,原因是A点虽临近水体,但周围既没有树木枝叶或灌木截留太阳辐射,也没有建筑物遮挡阳光,整个空间基本处于太阳直射状态,因此,该点在12:00时的温度比另外3个点高。可见,在没有遮挡物和植物的环境下,只靠水体蒸腾的降温效果并不显著。而在14:00时温度骤降,是因为当时出现了大片云层,太阳辐射效果减弱,周围水体蒸发吸收热量并蒸发水汽使得空气温度得以下降,且当时的风速达到了 0.9 m/s ,是该点当天风速的最大值,空气流动的加快让水体的降温效果更加明显。

B点属于建筑围合型空间,尽管该空间植物稀少,但周边建筑起到了一定的吸收、遮蔽太阳辐射的作用,使得B点避免了全天处于太阳辐射直射的状态。因为该点处于建筑物间,可活动空间在4个测点当中最小,空气的流动速率也是4个空间中最快的,再加上混凝土的比热容较小,放热与吸热的速率快,这使得8:00—15:00时,在云层和建筑物的遮蔽、吸收、反射的作用下,温度出现了较大的波动,尽管如此,该点整体温度仍低于阳光直射时间较长且只有一个温度变化因素的A点。

属于林荫型空间的C点整体温度低于其他3个点,最高温也仅有 32.6°C 。经调查,C点位于林荫树下,高大的树形和茂密的树冠形成顶面覆盖空间,除此之外,周围还有大量的灌木草本覆盖,乔灌木的立体结构有效地减少了地表对热辐射的吸收,起到极佳的降温效果。

D点属于空旷型空间,因周边无遮阳和植物水体,温度比A、B、C点高,数值的变化也更为频繁。其中,温度在9:00和11:00—12:00时有所下降,是由于在9:00时风速达到了 1.2 m/s ,相比8:00和10:00升高了 0.8 m/s ;10:00—13:00时风速达到了 1.25 m/s ,当时在云层的遮挡和空气快速流动的情况下,温度的上升趋势得到了减缓。

2.2 相对湿度变化趋势与差异性分析

相对湿度总体变化趋势呈现 C>A>B>D 的结果,这与温度变化的趋势一致(图 2)。

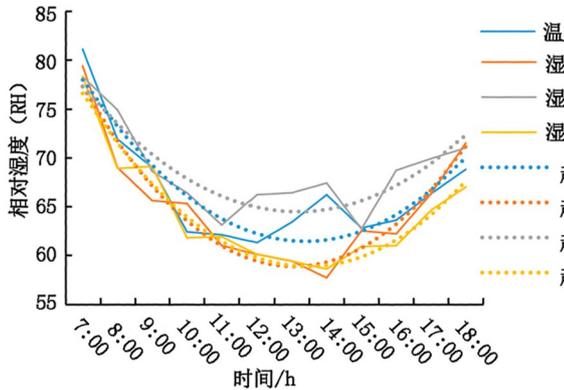


图 2 各类型空间湿度随时间变化趋势

Fig. 2 Variation trend of humidity in different types of space with time

A 点位于求知路中心茶人码头,三面环湖,周围没有遮蔽物和蒸腾作用的植被,全天处于阳光直射状态,所以水汽是影响空气相对湿度的主要因素,由图 2 可知,A 点湿度仅次于 C 点,表明水体对湿度的调控效果较强,在 14:00 时,该点的相对湿度出现了较大的波动,是因为 13:00—14:00 时段温度升高,水体蒸腾作用加大,导致出现了相对湿度突然升高的现象。

B 点下垫面由混凝土构成,周围几乎没有植物、水体及其他影响相对湿度的因素,因此相比起其他有着影响因素的测量点,在空气本就干燥的情况下,该空间的相对湿度并没有因为温度的暂时降低而出现上升的趋势。B 点比 D 点湿度稍高,尽管两处都没有调控湿度的景观要素,但因 B 点处于遮阴状况下,空气中的相对湿度保持较好。

C 被乔灌木围绕,从图 2 可知,C 点湿度最高,原因是因为该地有着由高大林荫树构成的顶面覆盖空间,在 12:00 和 14:00 之间湿度明显升高,原因是中午日晒强温度升高,植物构成的空间因叶面积大导致蒸腾作用较大,空气中的湿度上升较快,再加上周围乔灌草群落结构吸收并反射太阳辐射,搭配植物特有的蒸腾作用,起到了显著的增湿降温效果,植物围合空间使得蒸腾的水分不像其他开阔空间能够快速扩散,这也导致了该空间的空气湿度远高于其他空间,从而使该空间的相对湿度高于 A、B、D 点。

D 点下垫面为大理石铺砖,比热容较高,与 B 点一样没有植物和水体调控湿度,两者湿度变化趋势相似,但因 D 点全天无遮盖,湿度总体上比 B 点低。

2.3 各空间类型人体舒适度情况

根据人体舒适度公式量化人体舒适度,并根据人体舒适度指标作出评价,如表 3、表 4、表 5、表 6 所示。

表 3 A 点空间各时间段舒适度及评价

Tab. 3 Comfort and evaluation of point A space in each period

景观空间类型	时间	舒适度	评价
临水型 (A)	7:00	4.537	舒适
	8:00	5.333	较舒适
	9:00	5.203	较舒适
	10:00	6.512	较舒适
	11:00	6.933	不舒适
	12:00	7.969	不舒适
	13:00	7.362	不舒适
	14:00	6.306	较舒适
	15:00	7.124	较舒适
	16:00	6.728	较舒适
17:00	5.879	较舒适	
18:00	5.224	较舒适	

表 4 B 点空间各时间段舒适度及评价

Tab. 4 Comfort and evaluation of point B space in each period

景观空间类型	时间	舒适度	评价
建筑围合型 (B)	7:00	4.958	较舒适
	8:00	5.150	较舒适
	9:00	6.708	较舒适
	10:00	6.009	较舒适
	11:00	6.910	较舒适
	12:00	7.593	不舒适
	13:00	7.442	不舒适
	14:00	8.161	不舒适
	15:00	6.865	较舒适
	16:00	6.426	较舒适
17:00	5.519	较舒适	
18:00	4.765	较舒适	

从表 3、表 4、表 5、表 6 可知,C 点在观测时间内的人体舒适度始终维持在舒适和较舒适的稳定区

间,而 A、B、D 点的人体舒适度指数在大部分时间段

表 5 C 点空间各时间段舒适度及评价

Tab.5 Comfort and evaluation of point C space in each period

景观空间类型	时间	舒适度	评价
林荫型 (C)	7:00	4.401	舒适
	8:00	4.763	较舒适
	9:00	4.758	较舒适
	10:00	5.392	较舒适
	11:00	6.403	较舒适
	12:00	5.826	较舒适
	13:00	6.412	较舒适
	14:00	5.802	较舒适
	15:00	6.551	较舒适
	16:00	5.411	较舒适
	17:00	4.907	较舒适
	18:00	4.670	较舒适

表 6 D 点空间各时间段舒适度及评价

Tab.6 Comfort and evaluation of point D space in each period

景观空间类型	时间	舒适度	评价
空旷广场型 (D)	7:00	4.401	舒适
	8:00	5.817	较舒适
	9:00	5.403	较舒适
	10:00	7.094	不舒适
	11:00	6.867	较舒适
	12:00	6.913	较舒适
	13:00	7.542	不舒适
	14:00	7.558	不舒适
	15:00	6.899	较舒适
	16:00	6.91	较舒适
	17:00	5.938	较舒适
	18:00	5.370	较舒适

临近不舒适指标,甚至出现了不舒适的情况。经计算发现:相比 A 点的临水型空间,C 点的林荫型空间改善环境功能更强,达到了 13.38%;相比 B 点,C 点可改善环境舒适度 14.9%,A、B 点虽都有遮蔽物,但从图表数据可以看出由植物群落所构成的覆盖空间更能改善、调节空间小气候;相比 D 点,C 点可改善环境舒适度 15.6%,D 点的少量植物与 C 点的植物群落相比所起到改善人体舒适度的作用微乎其

微。这也说明在 A、B、C、D 4 类空间中,乔灌草群落丰富的 C 点更适合校内人群活动。

4 种空间人体舒适度变化为 C>A>B>D 的顺序,其中 A、B 点变化趋势近乎相同(图 3)。

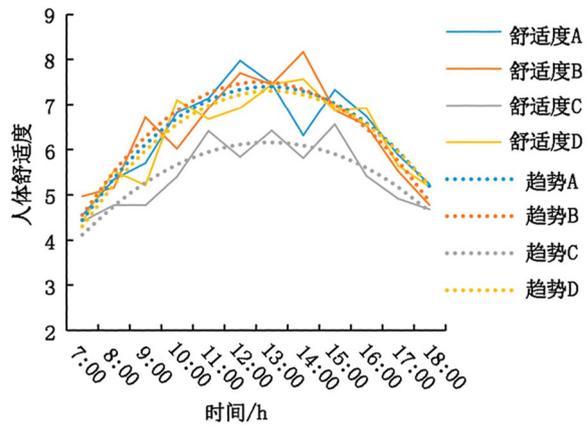


图 3 各类型人体舒适度指数随时间变化趋势

Fig. 3 The variation trend of human comfort level in different types of space with time

3 结论

实测结果表明,校园不同人群活动空间夏季小气候变化情况与其空间类型、遮阴状况(周围环境)密切相关。在同一天气下,影响人体舒适度的主要因素是温度及相对湿度。

本研究同步测量了福州市福建农林大学内 4 种不同类型空间的小气候因子,从人体舒适度角度评价:A 点作为临水开敞型校园人群活动空间,小气候要素值变化的幅度较小,小气候环境较为稳定,但在中午高温环境下的整体舒适度不高;B 点和 D 点作为围合型校园人群活动空间和半开敞活动空间,小气候要素值变化幅度较大,小气候环境不稳定,整体舒适度较低;C 点作为行列式校园人群活动空间给人感受较为舒适的时间最长,小气候要素值的变化幅度较小,小气候环境较为稳定,相对于其他 3 个点,在高温环境下依旧能保持舒适。分析 C 点的空间构成有:建筑物——遮阴、提高风速;高大树形、茂密树冠的行道树,可形成顶面覆盖空间——遮阴、蒸腾作用增加空气湿度;地面铺砖选择防腐木类的透气性木栈道——提高土壤与空气中水分的互动性,增加空气湿度;林下大量的覆地植被——减少了地表热量的吸收,降温效果显著;周围靠近水源——水份蒸发增加空气湿度,在同一高温天气条件下,能够降低湿度指数,人体舒适度得以提升。

参考文献:

[1] 晏海. 城市公园绿地小气候环境效应及其影响因子研究[D]. 北京:北京林业大学,2014.

[2] 赵西平,许亘昱,吴扬,等. 南宁市夏季住区室外公共空间小气候对居民活动的影响研究[J]. 建筑科学,2018,34(8):18-24.

[3] 张彪,AMANI-BENI M,史芸婷,等. 北京奥林匹克公园夏季绿地小气候及人体环境舒适度效应分析[J]. 生态科学,2018,37(5):77-86.

[4] 曾煜朗,董靛. 步行街道夏季微气候研究——以成都宽窄巷子为例[J]. 中国园林,2014,30(8):92-96.

[5] 陈红,何瑞珍,郭煜琛,等. 校园不同绿色空间的小气候特征及其人体舒适度[J]. 地域研究与开发,2018,37(3):126-131,137.

[6] 彭海峰,杨小乐,金荷仙,等. 校园人群活动空间夏季小气候及热舒适研究[J]. 中国园林,2017,33(12):47-52.

[7] 张天尧,张衍春,洪世键,等. 健康维度下可持续性研究框架解读与重构[J]. 地域研究与开发,2017,36(4):1-6.

[8] 谭红建,蔡榕硕. 2000 年以来福州地区夏季极端高温的新特征及成因探讨[J]. 大气科学,2015,39(6):1179-1190.

[9] 雷桂莲,喻迎春,刘志萍,等. 南昌市人体舒适度指数预报[J]. 江西气象科技,1999(3):40-41.

[10] 辛学飞,韩琳,黄骏,等. 两种人体舒适度评定方法在张家界国家森林公园的对比应用及检验[J]. 高原山地气象研究,2015,35(4):76-80.

[11] 郑有飞,余永江,谈建国,等. 气象参数对人体舒适度的影响研究[J]. 气象科技,2007(6):827-831.

[12] MAKAREMI N,SALLEH E,JAAFAR M Z,et al. Thermal comfort conditions of shaded outdoor spaces in hot and humid climate of Malaysia [J]. Building and Environment,2012(48):7-14.

[13] VILLADIEGO K,VELAY-DABAT M A. Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: A field study in Barranquilla [J]. Building and Environment, 2014:75.

[14] 陆鼎煌,吴章文,张巧琴,等. 张家界国家森林公园效益的研究[J]. 中南林学院学报,1985(2):160-170.

[15] 廖善刚. 福建省旅游气候资源分析[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),1998(1):96-100.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 118 页)

[22] 中华人民共和国标准. 水土保持综合治理效益核算方法:GB/T 15774[S]. 1995.

[23] 中华人民共和国标准. 水土保持综合治理验收规范:GB/T 15773[S]. 2008.

[24] 中华人民共和国水利部. 水利水电建设工程验收规程:SL 223[S]. 2008.

[25] 水利部. 水土保持工程运行技术管理规程:SL 312[S]. 北京:电子工业出版社,2005.

[26] 中华人民共和国行业标准. 水土保持工程质量评定规程:SL 336[S]. 2010.

[27] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 园林绿化工程施工及验收规范:CJJ/T 82[S]. 2012.

[28] 昆明市质量技术监督局. 昆明市地方规范. 园林绿化工程验收规范:DG 5301/T 23[S]. 2017.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.024

镇江新区植物园林业生态环境规划设计探究

李晓, 杨佳西

(江苏大学艺术学院, 江苏 镇江 212013)

摘要: 简述镇江新区植物园林业生态环境发展现状, 就园区林业生态环境规划建设存在的林业生态环境规划体量偏小、模式简单, 用地矛盾突出、林业生态空间亟待优化, 植物种类没有形成集群优势等问题, 结合林业生态环境规划设计具备的地理优势, 提出尊重自然、构建园区绿色生态发展体系, 合理布局、优化林区自然生态空间, 因地制宜、凸显本土性林业物种复活等规划设计策略。

关键词: 林业生态环境; 规划设计; 生态空间; 镇江新区植物园

中图分类号: S759.94; S718.53 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)04-0125-03

引文格式: 李晓, 杨佳西. 镇江新区植物园林业生态环境规划设计探究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 125-127.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.024

LI Xiao, YANG Jiayi. Planning and Design of Forestry Ecological Environment of Botanical Garden in Zhenjiang New Area [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 125-127. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.024

Planning and Design of Forestry Ecological Environment of Botanical Garden in Zhenjiang New Area

LI Xiao, YANG Jiayi

(Art College, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: The development status of forestry ecological environment of botanical garden in Zhenjiang New Area was briefly described, and the problems existing in the planning and construction of forestry ecological environment, such as small scale, simple mode, prominent contradiction of land use, urgent optimization of forestry space, and lack of cluster advantage of plant species, were discussed. Based on the geographical advantages of forestry ecological environment, the planning and design strategies of respecting nature, building green ecological development system, reasonably optimizing the ecological space, adjusting measures to local conditions, pay attention to the use of local forestry species were put forward.

Key words: forestry ecological environment; planning and design; ecological space; botanical garden in Zhenjiang New Area

规划建设林业生态绿色发展体系, 是生态文明和现代化经济体系建设的必然要求。党的十九大报告指出, “加快建立绿色生产和消费的法律制度和政策导向, 建立健全绿色低碳循环发展的

经济体系。”习近平同志强调: “要建设资源节约、环境友好的绿色发展体系, 实现绿色循环低碳发展、人与自然和谐共生, 牢固树立和践行绿水青山就是金山银山理念, 形成人与自然和谐发展现代化建

收稿日期: 2019-12-13.

第一作者: 李晓(1981-), 男, 河南南阳人, 硕士研究生, 副教授. 主要研究方向为生态环境设计及理论. Email: 295318845@qq.com

格局。”森林作为我国重要的自然资源,对维持生态平衡、防止水土流失、改善生产生活环境等方面有着重要的功能价值。

1 林业生态环境发展现状

镇江新区植物园位于银山南路,是新区核心生态区域规划建设的重要内容。植物园内可观赏的植物品种丰富,珍稀植物茂盛,草坪如茵,水生植物风韵有声。园区引入了全国各地不同气候条件下的植物,规划建设有热带雨林园、南方植物园、经济瓜果园以及沙漠植物园等,当前共保存热带亚热带植物 300 余种。

通过实地考察调研,发现植物园在规划建设方面存在以下问题:

1.1 林业生态环境规划体量偏小,模式简单

园内的植物类型虽有不同,但仍过于单一。整个园区面积相对较小,绿肺功能不足,规划建设及再利用方面预期目标模糊,无法满足全面展示林业生态环境的自然性和规模感。

1.2 用地矛盾突出,林业生态空间亟待优化

植物园过于注重观赏植物的展示,自然林地面

积不足且没有预留发展空间,自然生态及环境规划过于局限,林业生态发展空间受土地制约,在未来城市规划中亟待完善和优化。

1.3 植物种类没有形成集群优势

植物是林业生态发展中的关键内容,但园内的植物种植个体意识较强,缺乏系统的和科学规划,导致种植分散,生态效益不强,缺乏有序组织和引导,不能形成物种集群优势。

2 林业生态环境规划设计条件

镇江位于长江三角洲北翼中心,是长江与京杭大运河唯一的交汇枢纽,水资源丰富,气候适宜。该植物园临靠镇江新区的北湖公园和南湖公园,具有雄厚的地理条件,林业生态环境基础得天独厚(表 1)。

3 林业生态环境规划设计策略

林业生态环境规划要以当地自然环境承载力为前提,从与自然生态环境的相互关系出发,追求人与自然的和谐、平衡、统一。在此基础上,提出镇江新区植物园林业生态环境规划设计策略:

表 1 镇江市基础条件概况

Tab. 1 Basic conditions of Zhenjiang City

分区	总面积 /hm ²	气候条件	水资源	生物资源	植物资源
市辖区 京口区	118	亚热带季风气候	长江、运河流经京口区,全区水域面积共 786.5 hm ² ,其中长江水面 2000.6 hm ² 。	鱼类 13 目 25 科,白鳍豚、中华鲟等被列为国家一级保护动物;鸟类 32 科 122 种,其它野生动物 21 科。	自然植被以落叶阔叶植物为主,各类树种 80 余科 500 余种,药用植物 700 余种。
润州区	132	北亚热带季风气候	润州区地处长江、运河交汇处。	养殖水面以异育银鲫主混养和螃蟹生态养殖为主推技术。	以落叶、常绿阔叶混交林、针阔混交林为主,水生植物丰富。
丹徒区	611	北亚热带南部气候	丹徒区位于长江下游南岸,长江和京杭运河交汇处。	长江境内有刀鱼、鲥鱼、河豚等珍贵鱼类和中华鲟、白鳍豚等珍稀物种。	树木有松、柏、桑等 60 余种,野生药材有丹桂、益母草等 700 余种。
功能区 镇江新区	218	亚热带季风气候	主要有长江以及孩溪河、大港河、东风河、跃进河等 4 条主要河流。	物种多样性丰富,是具有全局性重要地位的生态资源。	植被状况良好,林相丰富,森林覆盖率 27.4%。
镇江高新区	44	亚热带季风气候	北临长江,位居长江与京杭大运河“十字黄金水道”交汇点。	境内有鱼、鸟。	松树
县级市 丹阳市	1047	海洋性气候	以京杭运河、鹤溪河、九曲河、溧漕河为主脉,水资源丰富,河道 96 条,长 464 km。	主要野生动物有鱼类、鸟类、蛇类等。	桂花、银杏。
扬中市	331	北亚热带季风气候	拥有长江岸线 102 km,主要河道 12 条。	境内鱼类有河豚、鲥鱼等。	适合水稻、棉花、麻类等喜温作物生长,利于小麦、油菜等耐寒作物越冬。
句容市	1385	亚热带季风气候	水资源丰富,水域面积。2 万 hm ² ,大小水库 67 座、河道 44 条,总长 310 多 km。	鱼、虾、毛蟹、珍珠等水产养殖已形成一定规模。	为江苏省林业生产重点市,林业面积 2.67 万 hm ² ,茶叶、葡萄和花卉业闻名世界。

3.1 尊重自然,构建园区绿色生态发展体系

林业生态环境建设的目标就是通过强化自然资源的优势,在保护的基础上节约使用自然资源,尊重原有的生态格局和自然功能,从根源上防止过度开发对自然资源带来的破坏和影响。良好的生态环境是林业环境规划的基础,更是植物园可持续发展的前提。新区植物园在规划中应遵循生态优先的原则,维护生态系统稳定,制定相适应的区域发展计划。同时要着眼于生态环境的总体空间格局,进行宏观的布局以及整体的规划,加强对原始自然遗存林区的保护,同时运用现代技术对已被破坏的林业环境进行修复,构建植物园整体的绿色生态发展体系。

同时,对于园区的整体林业环境规划以及植物群落的配置,都应充分重视林区生态系统的自然动态性,尤其是林区的自然维持能力、自然修复能力、自然演替和更新能力。因此,在林业环境规划设计时要充分利用自然生态条件来实现与人工种植的相互适应,实现整个生态系统的复活、再生和优化,既可以节约建设资源,也可以形成具有最大适应性的生态环境。

3.2 合理布局,优化林区自然生态空间

林业生态环境的发展空间应当结合城市规划建设提前布局和科学筹划。植物园在进行林业生态规划设计时,既要合理分配土地资源,也要根据物种情况和土地条件进行统筹。同时,也要结合城市空间系统来考虑林业生态的延续性,以嵌入城市和乡村的设计理念,使园区的林业生态融入城市的生态空间系统中,从而避免因土地不合理利用造成的生态环境问题。

3.3 因地制宜,凸显本土性林业物种复活

本土植物是当地乡土人文的客观表现,具有生态、精神、文化、物质等特性,这种极具辨识度的特征,也是地方林业特色异质化的表现。在林业生态环境规划前,要对当地的乡土物种有足够的了解,充

分考量本土性林木的特征。在生态发展理念下,本土物种是最适应当地生态环境的自然景观要素,能够唤起人们对本土性的情感认知、呼应和共鸣。因此,林业生态规划必须展现地方精神,选择适宜当地的树种种植、使用当地的乡土技术进行复活,从而实现与当地生态环境的兼容性。除了能够体现本土特色之外,也要采用科学的方法及创新技术,以满足现代审美的需求,例如将不同物种进行合理的配置形成典型性复活模式,既能提高林业环境自我防护能力,也能提升植物的美感,实现审美升级。

4 结语

林业生态环境建设是当前社会生态文明建设的主体,社会各界对生态建设的关注度越来越高,这也对林业生态环境规划工作提出了更高的要求。针对林业生态环境规划中存在的短视性问题,既要因地制宜地开展林业生态环境规划设计研究,也要对各类林业规划问题进行梳理、分析、总结,探索具有针对性的解决方案。这些研究和讨论,终将能够促进我国林业生态环境建设质量的进一步提升和优化。

参考文献:

- [1] 牛彩虹. 临沂市林业产业化发展问题研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.
- [2] 唐凯. 乡镇林业发展规划和设计造林[J]. 乡村科技, 2019(29): 85-86.
- [3] 彭涛. 有效提高建设林业环境保护的措施研究[J]. 建材发展导向(下), 2018, 16(9): 112.
- [4] 陈小洁. 森林公园生态旅游发展现状与对策研究[J]. 花卉, 2019(12): 175-176.
- [5] 张瑞玲. 关于林业规划存在的问题与对策探讨[J]. 农家参谋, 2019(19): 87-90.
- [6] 熊家欢, 彭伟峰, 周维邦, 等. 生态理念下乡村景观规划与设计研究[J]. 乡村科技, 2019(31): 71-72.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.025

桉树壳菜果混交林生长量及生物量分析

许冰¹, 陈国彪², 林祖荣³, 李宝福¹

(1. 福建省林业科学研究院 国家林业局南方山地用材林培育重点实验室, 福建 福州 350012;
2. 福建省龙海九龙江国有林场, 福建 漳州 363112; 3. 福建省南靖国有林场, 福建 漳州 363600)

摘要:对桉树纯林、桉树壳菜果混交林和壳菜果纯林的生长量和生物量进行分析。结果显示,混交林中桉树的树高、胸径、材积、冠幅、枝下高显著高于纯林,相比纯林中桉树分别提高 7.06%、8.68%、26.68%、27.90%和 11.51%,说明混交林可以在下层壳菜果生长良好的基础上,促进上层桉树生长,并维持较高的枝下高和较小的相对冠长;混交林桉树的树干生物量、树枝生物量和单株总生物量显著大于纯林,各器官生物量占比与纯林较为接近,但表现出树干生物量占比上升,枝、皮、叶占比下降的趋势。

关键词:桉树;壳菜果;混交林;生长量;生物量

中图分类号:S725.2;S758.52;S792.39 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0128-05

引文格式:许冰,陈国彪,林祖荣,等.桉树壳菜果混交林生长量及生物量分析[J].林业调查规划,2020,45(4):128-131,135. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.025

XU Bing, CHEN Guobiao, LIN Zurong, et al. Growth and Biomass of Mixed *Eucalyptus* sp. and *Mytilaria Laosensis* Plantation[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 128-131, 135. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.025

Growth and Biomass of Mixed *Eucalyptus* sp. and *Mytilaria Laosensis* Plantation

XU Bing¹, CHEN Guobiao², LIN Zurong³, LI Baofu¹

(1. Key Laboratory of Timber Forest Breeding and Cultivation for Mountainous Areas in Southern China, Fujian Academy of Forestry, Fuzhou, Fujian 350012, China; 2. Longhai Jiulongling National Forest Farm of Fujian, Zhangzhou, Fujian 363112, China; 3. Nanjing National Forest Farm of Fujian, Zhangzhou, Fujian 363600, China)

Abstract: The growth and biomass of pure *Eucalyptus* sp. plantation, mixed *Eucalyptus* sp. and *Mytilaria Laosensis* plantation and pure *Mytilaria Laosensis* plantation were analyzed. The result showed that the height, DBH, timber volume, crown width and branch height of *Eucalyptus* sp. in mixed forest were significantly higher than those in pure plantation and increased by 7.06%, 8.68%, 26.68%, 27.90% and 11.51% respectively, which indicated that the mixed forests made *Mytilaria Laosensis* grow well and promoted the growth of *Eucalyptus* sp. with higher branch height and smaller crown length. The trunk biomass, branch biomass and total biomass of *Eucalyptus* sp. in mixed forest were significantly higher than those in pure plantation, and the biomass proportions of various parts of *Eucalyptus* sp. in mixed forest

收稿日期:2020-02-25.

基金项目:国家“十三五”重点研发项目(2016YFD0600504-3);福建省地方标准制修订项目(闽质监[2018]129号).

第一作者:许冰(1990-),男,河南开封人,助理工程师.主要从事森林培育方面的工作. Email: xu2538611@sina.com

责任作者:李宝福(1968-),男,福建莆田人,教授级高工. Email: 2003libaofu@163.com

approximated to those in pure plantation, but the proportion of trunk biomass increased and the proportion of branches, bark and leaves decreased.

Key words: *Eucalyptus* sp. ; *Mytilaria Laosensis*; mixed forest; growth; biomass

桉树 (*Eucalyptus* sp.) 是福建省南部区域重要的用材树种。一直以来,由于桉树具有生长速度快、经济效益高等优点,在福建省南部区域大范围种植,为林业发展和林农生活水平提高做出了极大贡献。但也正由于种植桉树经济效益高,一些地方为了增加产量和收入,经营过程中不考虑土地承载能力,多代桉树纯林连栽且盲目大量施用化肥,导致部分地区出现不同程度的地力衰退问题^[1-2]。福建省政府曾出台文件要求转变桉树经营理念和经营方式,将以往以培育中小径材为目的的短周期纯林经营方式转变为以培育大径材为目的的长周期混交经营方式,在兼顾经济效益的同时,保障生态效益和林地利用的可持续性。福建省漳州南靖国有林场选择具有较强生态功能^[3-4]的壳菜果 (*Mytilaria laosensis*),通过套种方式,与二代桉树萌芽条营建复层混交林,取得较好效果。本研究通过分析 8 年生混交林分的生长及生物量分配情况,探讨营林方式和混交模式的可行性,旨在为桉树混交林营造以及混交树种的选择提供借鉴。

1 试验地概况

试验地位于福建省南靖国有林场(后径工区 9-6 小班),地处北纬 24°28',东经 117°18',海拔约 150 m。该地区年平均气温 21.1 °C,最冷月(1 月)均温 13.5 °C,最热月(7 月)均温 31.2 °C,年平均降水量约为 1 794 mm,无霜期 317 d 左右,属典型的南亚热带海洋性气候。试验林面积约 9 hm²,坡向东偏北 20°,坡度 14°~22°;土壤是典型的山地红壤,土层厚度大于 100 cm,立地质量 II 级。

2 材料与方

2.1 试验林营造

2011 年 3 月,在桉树采伐迹地(2010 年下半年采伐)分别营造桉树纯林,桉树、壳菜果混交林和壳菜果纯林,每种林分造林面积约 3 hm²,造林密度(萌芽条保留密度)、造林方式及使用苗木情况如表 1。2011—2012 年,每年 5 月块状抚育 1 次结合施肥 300 kg/hm²(红蕾牌复合肥料, N:P₂O₅:K₂O=16:16:16,总养分≥48%),10 月块状抚育 1 次;2013

年 5 月和 10 月各块状抚育 1 次。

表 1 造林概况

Tab. 1 General situation of forestation

林分处理	树种	造林方式	造林密度/(株·hm ⁻²)	株行距/m	造林苗木
桉树纯林	桉树	萌芽更新	1667	2.0×3.0	萌芽条(每伐桩保留 1 株)
桉树壳菜果混交林	桉树	萌芽更新	300	-	萌芽条(每伐桩保留 1 株)
	壳菜果	植苗造林	1700	2.0×2.5	1 a 生容器苗
壳菜果纯林	壳菜果	植苗造林	2000	2.0×2.5	1 a 生容器苗

2.2 数据调查

2.2.1 生长量调查

2019 年 7 月,在每种林分中分别选取 3 个有代表性地段设置标准地(25 m×25 m),3 种林分共设置 9 块标准地。各标准地内每木调查树高、胸径、枝下高、冠幅、相对冠长等指标,并根据桉树和壳菜果二元立木材积公式^[4-5]计算立木材积。

$$V_{\text{桉树}} = 0.000\ 035\ 46\ D^{1.782\ 515}\ H^{1.256\ 711}$$

$$V_{\text{壳菜果}} = 0.000\ 068\ 33\ D^{1.926\ 256}\ H^{0.884\ 061}$$

2.2.2 林分生物量调查

对林木生物量按照“标准木法”^[6]进行调查;凋落物存量和草灌生物量按照“样方收获法”^[7]进行调查。

2.3 数据处理与分析

采用 SPSS 20.0 软件对调查的各项指标进行差异性分析(t 检验和多重比较)。

3 结果与分析

3.1 不同林分生长量

各林分林木生长情况如表 2 所示。

由表 2 可知,3 种林分郁闭度均较大,其中桉树纯林郁闭度达到 0.85,混交林和壳菜果纯林郁闭度则达到 0.95。由于壳菜果树种本身尖削度偏大,为保障后期出材,需要适当密植,加之壳菜果林冠偏大、偏密,因此混交林和壳菜果纯林的郁闭度更大。

表 2 林分生长情况

Tab. 2 Growth of different forest stands

林分处理	郁闭度	树种	保存率 / %	树高 / m	胸径 / cm	单株材积 / m ³	蓄积量 / (m ³ · hm ⁻²)
桉树纯林	0.85	桉树	89.14	18.85	16.48	0.2114	314.13
桉树壳菜果混交林	0.95	桉树	92.82	20.18	17.91	0.2678	232.66
		壳菜果	79.01	13.75	14.34	0.1177	
壳菜果纯林	0.95	壳菜果	78.14	13.05	14.87	0.1192	186.29

各林分中桉树保存率均较高,混交林中桉树保存率略高于纯林桉树,相比纯林提高 4.13%。混交林的桉树生长量优于桉树纯林,平均树高、胸径和单株材积相比纯林分别提高 7.06%、8.68% 和 26.68%。t 检验结果显示,混交林中桉树的树高、胸径、材积均与纯林中桉树差异显著或极显著(3 项生长量指标的 t 值分别为 3.145、6.210 和 4.854, $t_{0.05/0.01(4)} = 2.776/4.604$)。对比不同林分中壳菜果各项指标,混交林中壳菜果的保存率、树高、胸径和单株材积与纯林较为接近。t 检验结果显示,2 种林分中壳菜果树高、胸径、材积均未表现显著差异(3 项生长量指标的 t 值分别为 1.003、2.132 和 1.608, $t_{0.05/0.01(4)} = 2.776/4.604$),表明营造混交林可以有效增加林分上层桉树的生长量,有利于培育桉树大径材,同时不影响下层壳菜果的生长。3 种林分蓄积量以桉树纯林最大,比桉树壳菜果混交林高 35.02%,比壳菜果纯林高 68.62%;多重比较结果显示,3 种林分相互

间均差异显著。

3 种林分树冠生长情况见表 3。

表 3 林分树冠生长情况

Tab. 3 Crown growth of different forest stands

林分处理	树种	冠幅 / m	枝下高 / m	相对冠长
桉树纯林	桉树	4.23	11.64	0.38
桉树壳菜果混交林	桉树	5.41	12.98	0.35
	壳菜果	3.63	7.98	0.42
壳菜果纯林	壳菜果	3.41	7.83	0.40

混交林中桉树冠幅显著大于纯林桉树(t 值为 3.838, $t_{0.05/0.01(4)} = 2.776/4.604$),比纯林桉树高 27.90%,说明混交林中桉树较小的保存密度对桉树树冠横向生长有利。混交林桉树枝下高显著大于纯林桉树(t 值为 3.251, $t_{0.05/0.01(4)} = 2.776/4.604$),相比纯林桉树提高 11.51%;混交林桉树相对冠长略小于纯林桉树,但两者差异不显著(t 值为 1.835, $t_{0.05/0.01(4)} = 2.776/4.604$),说明营造桉树壳菜果混交林有助于上层桉树维持较高枝下高和较小的相对冠长。对比 2 种林分壳菜果的冠幅、枝下高和相对冠长,2 种林分中壳菜果的 3 项指标均较为接近;t 检验结果显示,2 种林分中壳菜果各项指标均未表现显著差异。

3.2 不同林分生物量构成

林分生物量用以评价林分整体生产力(表 4)。

表 4 不同林分中乔木单株生物量构成

Tab. 4 Biomass of individual plant in different forest stands

林分处理	树种	指标	干	枝	皮	叶	根	总计
桉树纯林	桉树	生物量/kg	81.94	14.28	4.81	7.91	33.60	142.53
		所占比例/%	57.49	10.02	3.37	5.55	23.57	100
桉树壳菜果混交林	桉树	生物量/kg	104.10	17.21	5.30	9.17	39.16	174.95
		所占比例/%	59.50	9.84	3.03	5.24	22.39	100
	壳菜果	生物量/kg	75.68	16.67	5.68	2.77	20.41	121.21
		所占比例/%	62.44	13.76	4.69	2.28	16.84	100
壳菜果纯林	壳菜果	生物量/kg	78.88	19.83	4.75	3.11	18.77	125.34
		所占比例/%	62.93	15.82	3.79	2.48	14.98	100

表 4 显示各林分中桉树、壳菜果单株的生物量构成。各林分桉树和壳菜果均以树干生物量占比最

高(57.49% ~ 62.93%),根部次之(14.98% ~ 23.57%),皮和叶生物量占比较小(均小于 10%)。

对比不同林分桉树生物量,混交林中桉树的干、枝、皮、叶、根的生物量及总生物量均大于纯林桉树,比纯林桉树分别提高 27.04%、20.52%、10.19%、15.93%、16.55%和 22.75%。 t 检验结果显示,混交林中桉树的树干、枝生物量和单株总生物量与纯林桉树差异显著(3 个指标 t 值分别为 4.017、2.952、3.536, $t_{0.05/0.01(4)} = 2.776/4.604$),其余指标差异不

显著。观察桉树各器官生物量占比,混交林桉树树干占比略高于纯林桉树,而枝、皮、叶占比则与纯林桉树相近,甚至略低于纯林桉树。对比不同林分壳菜果生物量,混交林壳菜果各器官生物量均与纯林壳菜果较为接近,两种林分各器官生物量差异均不显著。

不同林分各层生物量见表 5 所示。

表 5 不同林分各层生物量

Tab. 5 Biomass of layers in different forest stands

林分处理	乔木层		林下植被层		枯枝落叶层		总生物量 /(t·hm ⁻²)
	生物量 /(t·hm ⁻²)	占比 /%	生物量 /(t·hm ⁻²)	占比 /%	生物量 /(t·hm ⁻²)	占比 /%	
桉树纯林	211.79 a	96.54	4.12 a	1.88	3.47 b	1.58	219.38 a
桉树壳菜果混交林	211.52 a	97.42	0.49 b	0.23	5.12 a	2.36	217.13 a
壳菜果纯林	195.88 a	97.28	0.52 b	0.26	4.95 a	2.46	201.35 a

注:同一层次同列数值后附不同小写字母者表示差异达 0.05 显著水平。

由表 5 可知,3 种林分中乔木层生物量占比均远大于林下植被层和枯枝落叶层。对比 3 种林分乔木层生物量,桉树纯林和桉树壳菜果混交林乔木层生物量较为接近,均略大于壳菜果纯林,分别比壳菜果纯林高出 8.12% 和 7.98%。混交林和壳菜果的林下植被生物量较为接近且显著小于桉树纯林,这是由于壳菜果林冠较密,透光性差,林下植被稀少;混交林和壳菜果纯林枯枝落叶量较为接近且显著大于桉树纯林,则是由于壳菜果本身枯枝落叶较多。桉树纯林和混交林总生物量较为接近,且两者略大于壳菜果纯林,分别比壳菜果纯林高出 8.95% 和 7.84%。

4 结论与讨论

混交林中桉树的树高、胸径、材积、冠幅、枝下高等生长量指标显著高于纯林,相比纯林分别提高 7.06%、8.68%、26.68%、27.90% 和 11.51%;混交林壳菜果各项生长量指标与壳菜果纯林差异均不显著,说明营造混交林可以在不影响下层壳菜果生长的基础上,促进上层桉树生长,并维持较高的枝下高和较小的相对冠长。混交林桉树的树干生物量、树枝生物量和单株总生物量显著大于纯林,3 项指标相比纯林桉树分别提高 27.04%、20.52% 和 22.75%。混交林桉树各部分生物量占比与纯林较为接近,但表现出树干生物量占比上升,枝、皮、叶占比下降的趋势。混交林林分林下植被生物量显著低

于桉树纯林,枯枝落叶量显著大于桉树纯林,总生物量与桉树纯林较为接近,略大于壳菜果纯林,比壳菜果纯林高出 7.84%。

根据以往研究桉树混交林的经验,由于上层桉树与下层混交树种树高差别较大或下层树种林冠透光性较好,桉树往往处于“孤立木”或“霸王木”状态,自然整枝力度弱,枝下高较小,相对冠长较大,枝叶的生物量占比较大。本研究中则未发现上述现象,这可能是由于下层壳菜果树高生长旺盛,加之壳菜果树冠厚密,帮助桉树实现了自然整枝,这也使得本研究中混交林桉树生物量分配与纯林较为接近,甚至还表现出混交林桉树相对冠长减小,主干生物量占比上升,枝叶生物量占比下降的情况。

本研究中,混交林上层桉树生长量显著优于纯林桉树,原因可能是以下几点:(1)混交林桉树保存密度较小,早期种内竞争几乎不存在,树木生长所需的光照、水分、养分、空间等条件均优于纯林桉树;(2)桉树套种壳菜果后,壳菜果枯枝落叶量大且易腐烂,在一定程度上改善了土壤理化性质^[8-9],促进上层桉树生长。

本研究中,上层桉树保留密度较小,每公顷仅保留 300 株。这是由于考虑到壳菜果虽然在早期具有较强耐荫性^[10],但随着林分生长,下层树种对光照需求量会越来越大,如果桉树密度较高,会使下层空间光照条件变差,影响壳菜果生长。从目前调查结

(下转第 135 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.026

格木山地造林幼林生长规律研究

徐玉梅, 杨德军, 陈勇, 钟萍, 张树明

(云南省林业和草原科学院热带林业研究所, 云南 普洱 666102)

摘要:对山地造林 5 年生(含苗期)格木的树高、地径和冠幅进行观测,研究其幼林生长规律。结果表明:格木树高和地径增长量均在第二年与第三年之间出现下降,第三年后呈上升趋势,且后期上升幅度更大,说明格木树高和地径在苗期生长较缓慢,从第三年开始出现快速生长,且增长幅度越来越大。连续 4 年格木冠幅增长量一直呈上升趋势,且上升幅度越来越大。由于试验研究时间较短,研究结果仅代表格木山地幼林在西双版纳初期的一些表现。

关键词:格木;山地造林;生长规律;增长量

中图分类号:S792.15;S725.7;S758.53 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0132-04

引文格式:徐玉梅,杨德军,陈勇,等.格木山地造林幼林生长规律研究[J].林业调查规划,2020,45(4):132-135.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.026

XU Yumei, YANG Dejun, CHEN Yong, et al. Growth Law of Young *Erythrophleum fordii* Plantation in Mountainous Area [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 132-135. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.026

Growth Law of Young *Erythrophleum fordii* Plantation in Mountainous Area

XU Yumei, YANG Dejun, CHEN Yong, ZHONG Ping, ZHANG Shuming

(Institute of Tropical Forest, Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Puwen, Yunnan 666102, China)

Abstract: The height, ground diameter and crown width of 5-year-old (including seedling) *Erythrophleum fordii* in mountain afforestation were observed to study the growth law of the young forest. The results showed that the growth of height and ground diameter decreased between the second year and the third year, and increased after the third year, and the increase was larger in the later period, which indicated that the growth of height and ground diameter was slower in the seedling stage, and began to grow rapidly from the third year, and the increase was larger and larger. The growth of crown width of *Erythrophleum fordii* had been on the rise for four consecutive years, and the increasing range was expanded. Due to the time limit of the experiment, the results only represented the early performance of the young *Erythrophleum fordii* forest in Xishuangbanna.

Key words: *Erythrophleum fordii*; mountain afforestation; growth law; growth amount

格木(*Erythrophleum fordii*)为苏木科 Caesalpiniaceae 格木属 *Erythrophleum* 亚热带常绿高大乔木。

别名斗登风,赤叶柴^[1-2]。是我国热带、亚热带地区珍贵用材和绿化树种,同时也具有较高的药用价值,

收稿日期:2020-02-07.

基金项目:重点研发项目“云南珍贵用材树种高效经营技术研究与示范”(2018BB007);云南省推广项目“云南热带珍贵用材树种高效培育技术推广”。

第一作者:徐玉梅(1975-),女,云南宣威人,硕士,高级工程师.主要从事森林培育方面的研究.

责任作者:杨德军(1975-),男,四川金堂人,硕士,正高级工程师,云南省技术创新人才.主要从事森林培育及生态方面的研究.

格木种子具有强心、清除自由基和抗瘤等作用^[3]。其木材暗褐色,质硬而亮,纹理致密,具有较高的经济价值,是优良的工业、家具和工艺品用材^[4]。格木主要分布于我国广东、广西、浙江、福建和台湾等地。由于长期的过度利用和毁林开荒等,其天然林资源已遭受严重破坏,被列为我国二级重点保护野生植物,并作为渐危种列入 IUCN 濒危物种红色名录^[5-7]。目前格木在人工林方面的研究主要集中在碳氮储量^[8-10]、坡位、嫁接及生理特性^[11-15]、混交造林^[16-17]、人工林修枝^[18]等方面。有关格木山地造林幼林生长规律方面的研究未见报道。本文主要开展格木山地造林幼林生长规律研究,旨在为格木山地造林提供理论和科学依据提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于云南省景洪市普文试验林场。地处东经 101°6',北纬 22°25',海拔 850 m,属热带北缘湿润季风气候类型。干湿季分明,11 月至翌年 4 月为干季,5—10 月为雨季。年均温 20.1℃,≥10℃积温 7 459℃,最热月(7 月)均温 23.9℃,最冷月(1 月)均温 13.9℃,极端最高温 38.3℃,极端最低温 -0.7℃,全年无霜。年降水量 1 673.5 mm。年相对湿度 83%,干燥度为 0.71。土壤为砖红壤,酸性土壤,土层深厚,大多为轻沙质壤土。试验地位于缓坡地带,坡度 30°。

1.2 试验苗木

试验苗木由云南省林业和草原科学院热带林业研究所提供,平均苗高 42 cm,平均地径 0.35 cm,平均冠幅 18 cm。种子采自于云南省林业科学院热带林业研究所 20 年生长健壮、无病虫害,生长旺盛的母树。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计,株行距为 3 m×4 m,定植塘规格为 40 cm×40 cm×50 cm,定植时间为 2015 年 7 月,定植一个月后调查成活率,发现死亡植株及时补植。于 2016 年 8 月、2017 年 8 月、2018 年 8 月和 2019 年 8 月随机抽取 90 株苗木和幼树固定观测其树高、地径和冠幅生长量,将观测数据输入 EXCEL 电子表格中,求其平均生长量以及树高、地径和冠幅每年的增长量。

2 结果与分析

格木于 2015 年 7 月定植,至 2019 年 8 月连续 4

年的平均生长量和增长量见表 1 和表 2。

表 1 连续 4 年格木平均生长量
Tab. 1 Average growth of *Erythrophleum fordii* for 4 consecutive years

时间	平均树高 /cm	平均地径 /cm	平均冠幅 /cm
2015 年 8 月(出圃苗)	38.0	0.35	18.0
2016 年 8 月	93.1	2.10	45.0
2017 年 8 月	146.3	2.72	87.0
2018 年 8 月	257.7	4.32	133.4
2019 年 8 月	456.5	6.30	197.7

表 2 连续 4 年格木平均增长量
Tab. 2 Average growth of *Erythrophleum fordii* for 4 consecutive years

时间	平均树高 增长量/cm	平均地径 增长量/cm	平均冠幅 增长量/cm
2015 年 8 月(出圃苗)至 2016 年 8 月	55.1	1.75	27.0
2016 年 8 月至 2017 年 8 月	53.0	0.62	42.0
2017 年 8 月至 2018 年 8 月	111.4	1.60	46.4
2018 年 8 月至 2019 年 8 月	198.8	1.98	64.4

从表 1 和表 2 看出:山地造林格木苗的平均苗高为 38 cm,平均地径为 0.35 cm,平均冠幅为 18 cm,定植 1 年后的平均苗高为 93.1 cm,平均地径为 2.1 cm,平均冠幅为 45 cm,这期间,平均苗高增长 55.1 cm,平均地径增长 1.75 cm,平均冠幅增长 27 cm;定植 2 年后的平均苗高为 146.3 cm,平均地径为 2.72 cm,平均冠幅为 87 cm,较上一年平均苗高增长 53 cm,平均地径增长 0.62 cm,平均冠幅增长 42 cm。定植 3 年后的平均苗高为 257.7 cm,平均地径为 4.32 cm,平均冠幅为 133.4 cm,较上一年平均苗高增长 111.4 cm,平均地径增长 1.6 cm,平均冠幅增长 46.4 cm。定植 4 年后的平均苗高为 456.5 cm,平均地径为 6.3 cm,平均冠幅为 197.7 cm,较上一年平均苗高增长 198.8 cm,平均地径增长 1.98 cm,平均冠幅增长 64.4 cm。

树高增长量的变幅在 53~198.8 cm 范围,2016 年 8 月—2017 年 8 月增量最小,为 53 cm,2018 年 8 月—2019 年 8 月增量最大,为 198.8 cm,4 年平均树高增长量为 104.58 cm(图 1)。

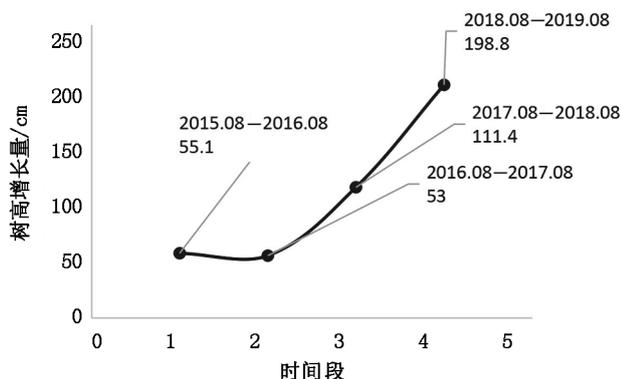


图 1 连续 4 年格木树高增长量变化曲线

Fig. 1 Change curve of height growth of *Erythrophleum fordii* for 4 consecutive years

从图 1 看出,树高增长量曲线从第一年至第二年呈略微下降趋势,从定植第二年至第五年均呈上升趋势,上升的曲线坡度较陡,说明格木山地造林幼林树高增长量从第二年起呈上升趋势,且上升速度较快,第五年后的树高增长量有待于进一步观测研究。

地径增长量的变幅在 0.62 ~ 1.98 cm 范围,2016 年 8 月—2017 年 8 月增量最小,为 0.62 cm,2018 年 8 月—2019 年 8 月增量最大,为 1.98 cm,4 年平均地径增长量为 1.488 cm(图 2)。

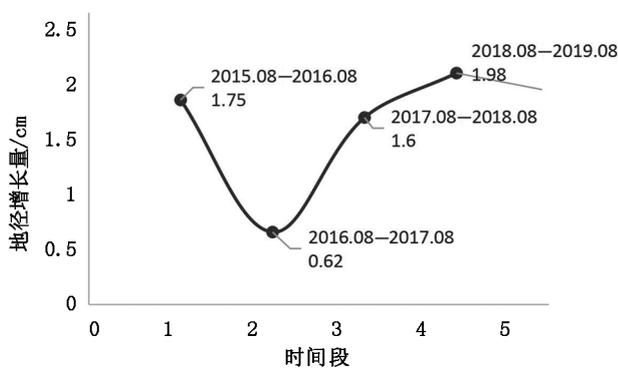


图 2 连续 4 年格木地径增长量变化曲线

Fig. 2 Change curve of diameter growth of *Erythrophleum fordii* for 4 consecutive years

从图 2 看出,地径增长量曲线从第一年至第二年呈下降趋势,从第二年至第五年均呈上升趋势,且曲线上升的坡度较陡,说明格木山地造林幼林地径增长量从第二年起呈上升趋势,且上升速度较快,第五年后的地径增长量有待于进一步观测研究。

冠幅增长量变幅在 27 ~ 64.4 cm 范围,增量最

小的是 2018 年 8 月—2016 年 8 月时段,为 27 cm,增量最大的是 2018 年 8 月—2019 年 8 月时段,为 64.4 cm,4 年平均冠幅增长量为 44.95 cm(图 3)。

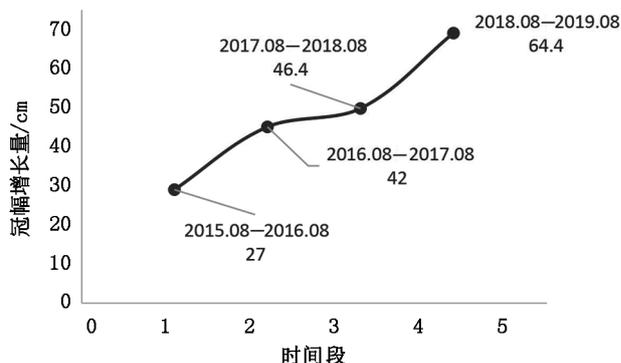


图 3 连续 4 年格木冠幅增长量变化曲线

Fig. 3 Change curve of crown growth of *Erythrophleum fordii* for 4 consecutive years

从图 3 看出,冠幅增长量从第一年到第五年均呈上升趋势,且上升幅度越来越大。第五年后的冠幅增长量有待于进一步观测研究。

3 结论与讨论

1)从格木在西双版纳山地造林幼林树高生长情况看出:从苗期上山造林到第二年格木树高增长量均略呈下降趋势,但从第二年开始树高增长量呈上升趋势,且上升的幅度较大。

2)从格木在西双版纳山地造林幼树地径生长情况看:从苗期上山造林到第二年格木地径生长呈下降趋势,第二年后地径生长呈上升趋势。

3)从格木在西双版纳山地造林幼林冠幅增长情况看:冠幅增长量一直呈上升趋势。且后期增长幅度更大。

4)从 5 年生格木山地幼林树高、地径和冠幅的生长规律看,树高和地径的增长量均出现在第二年与第三年之间下降,第三年后呈上升趋势,且后期上升的幅度更大,说明格木树高和地径在苗期生长较缓慢,从第三年开始出现快速生长,且增长幅度越来越大。冠幅的增长量一直呈上升趋势,且上升幅度越来越大。

5)由于本试验研究时间较短,研究结果只代表格木山地幼林在西双版纳州初期的一些表现。但初步研究结果可为格木在西双版纳山地造林提供参考。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第39卷)[M]. 北京:科学出版社,1988:117.
- [2] 谭长强,唐春红,温立珑,等. 格木和降香黄檀幼林表层土壤性质变化特征[J]. 广西林业科学,2017,46(4):422-424.
- [3] JING Q, YOU C H, SHI S Y, et al. New cassaine diterpenoid amides with cytotoxic activities from the bark of *Erythrophloeum fordii*[J]. *Planta Medica*,2006,72(72):9-442.
- [4] 易伟坚,张海东,叶绍明,等. 光强对格木幼苗生长及光合特性的影响[J]. 南方林业科学,2018,46(1):29-32,37.
- [5] 赵志刚,郭俊杰,曾杰,等. 广西大明山格木种群的空间分布格局与数量动态特征[J]. 林业科学,2014,50(10):1-7.
- [6] 杨保国,刘士玲,郝建,等. 珍贵树种格木研究进展[J]. 广西林业学,2017,46(2):165-170.
- [7] 汪松,解焱,等. 中国物种红色名录:第1卷[M]. 北京:高等教育出版社,2002:344-344.
- [8] 明安刚,刘世荣,农友,等. 南亚热带3种阔叶树种人工幼龄纯林及其混交林碳贮量比较[J]. 生态学报,2015,35(1):180-188.
- [9] 罗达,史作民,王卫霞,等. 南亚热带格木、马尾松幼龄人工纯林及其混交林生态系统碳氮储量[J]. 生态学报,2015,35(18):6051-6059.
- [10] 明安刚,贾宏炎,田祖为,等. 不同林龄格木人工林碳储量及其分配特征[J]. 应用生态学报,2014,25(4):940-946.
- [11] 蒙兰扬,唐国强,唐武,等. 不同坡位对格木生长影响与嫁接成活的相关性分析[J]. 中南林业科技大学学报,2019,39(7):65-71.
- [12] 王卫霞,史作民,罗达,等. 我国南亚热带几种人工林生态系统碳氮储量[J]. 生态学报,2013,33(3):925-933.
- [13] 刘昆成. 三种植物生长调节剂对格木幼苗生长及生理特性的影响[D]. 南宁:广西大学,2013.
- [14] 刘萍. 酸铝胁迫下一氧化氮对格木幼苗生长生理的缓解作用[D]. 南宁:广西大学,2016.
- [15] 莫慧华. 大青山珍贵树种格木、降香黄檀与巨尾桉混交效果初步评价[D]. 南宁:广西大学,2013.
- [16] 曾佩玲,何应会,蒋焱,等. 珍贵树种多树种混交造林效果[J]. 广西林业科学,2014,43(3):285-291.
- [17] 董奇好. 尾巨桉与乡土树种苗木混交对光能利用的效应[D]. 广州:华南农业大学,2016.
- [18] 郝建. 格木人工林修枝技术体系研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2017.

(责任编辑 许易琦)

(上接第131页)

果来看,下层树种保存率和生长量均较高,与相应纯林几乎没有差别,但桉树壳菜果混交林是否还有更好的密度配比,则有待进一步开展试验进行研究。

参考文献:

- [1] 于福科,黄新会,王克勤,等. 桉树人工林生态退化与恢复研究进展[J]. 中国生态农业学报,2009,17(2):393-398.
- [2] 邓海燕,胡绍平,莫晓勇,等. 桉树人工混交林营造技术研究综述[J]. 桉树科技,2017,34(4):53-58.
- [3] 张干荣. 米老排的栽培技术与开发应用[J]. 防护林科技,2016(7):97-98.
- [4] 唐继新,贾宏炎,曾冀,等. 密度对米老排萌生幼龄林生长及直径分布的影响[J]. 北京林业大学学报,2018,40(5):46-54.
- [5] 韦铄星,刘晓蔚,张烨,等. 桉树-药材复合经营模式生态经济效益研究[J]. 中南林业科技大学学报,2014,34(11):84-89.
- [6] 李轩然,刘琪璟,胡理乐,等. 不同方法计算湿地松林生物量的比较[J]. 生态学杂志,2006(12):1594-1598.
- [7] 杨昆,管东生. 森林林下植被生物量收获的样方选择和模型[J]. 生态学报,2007(2):705-714.
- [8] 卢立华,贾宏炎,何日明,等. 南亚热带6种人工林凋落物的初步研究[J]. 林业科学研究,2008(3):346-352.
- [9] 张浩,庄雪影. 华南4种乡土阔叶树种枯落叶分解能力[J]. 生态学报,2008(5):2395-2403.
- [10] 郭文福,蔡道雄,贾宏炎,等. 米老排人工林生长规律的研究[J]. 林业科学研究,2006(5):585-589.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.027

北京市大兴区杨树生长表现分析研究

贾素苹, 贾建学, 张 猛, 于凌霄, 李文芳, 王艳华

(北京市大兴区林业工作站, 北京 102600)

摘要:利用两期“一类”清查数据和 2 个试验地块实测数据, 对中林 46 杨等 8 个品种的杨树生长差异进行分析。“一类”清查结果显示:混交林中沙兰杨、毛白杨调查期间(5 a)平均胸径生长量是小美早杨的 2.2~2.6 倍, 中林 46 杨、毛白杨纯林调查期间(5 a)平均胸径生长量是小美早杨和小叶杨的 4.4~8.4 倍; 试验林研究结果显示:中林 46 杨各生长指标显著高于沙兰杨和 I-214 杨, 沙兰杨显著高于加杨, 加杨显著高于北京杨和小美早杨, 18 a 生沙兰杨平均单株材积是加杨、小美早杨、北京杨的 3.5~7.3 倍, 6 a 生中林 46 杨平均单株材积是沙兰杨、I-214 杨的 1.8~1.9 倍。由此可知:中林 46 杨生长表现优, 建议推广应用; 沙兰杨、I-214 杨生长表现较好, 可适度推广应用; 毛白杨生长稳定, 也可推广应用; 加杨、小美早杨、北京杨、小叶杨生长表现差, 应予以更新, 今后在本地地区不再应用。提出要不断引进新品种, 提高丰产栽培技术水平, 进行试验示范, 推广成功品种等建议。

关键词:杨树; 生长表现; 差异分析; 北京市大兴区

中图分类号: S792.11; S758.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)04-0136-08

引文格式: 贾素苹, 贾建学, 张猛, 等. 北京市大兴区杨树生长表现分析研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 136-143.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.027

JIA Suping, JIA Jianxue, ZHANG Meng, et al. Analysis on Growth Performance of *Populus* in Daxing District of Beijing[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 136-143. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.027

Analysis on Growth Performance of *Populus* in Daxing District of Beijing

JIA Suping, JIA Jianxue, ZHANG Meng, YU Lingxiao, LI Wenfang, WANG Yanhua

(Beijing Daxing Forestry Station, Beijing 102600, China)

Abstract: The growth differences of 8 *Populus* varieties, such as *Populus×euramericana* ‘Zhonglin-46’, were analyzed based on the results of two forest inventories and the measured data of two experimental plots. The inventory showed that the average DBH growth of *Populus×canadensis* cv. ‘Sacrou 79’ and *Populus tomentosa* in the mixed forest was 2.2~2.6 times of that of *Populus×xiaozhuanica* cv. ‘Popularis’, while the average DBH growth of *Populus×euramericana* ‘Zhonglin-46’ and *Populus tomentosa* in the pure forest was 4.4~8.4 times of that of *Populus×xiaozhuanica* cv. ‘Popularis’ and *Populus simonii* in the investigation period (5 a). The results showed that the growth indexes of *P.×euramericana* ‘Zhonglin-46’ were significantly higher than those of *P.×canadensis* cv. ‘Sacrou 79’ and *P.×canadensis* cv. ‘I-214’, while the growth indexes of *P.×canadensis* cv. ‘Sacrou 79’ were significantly higher than those of *P. canadensis* which had higher index than that of *P. spekinsis* and *P.×*

收稿日期: 2019-12-13.

第一作者: 贾素苹(1966-), 女, 北京大兴人, 高级工程师. 长期从事营林和林业调查工作. Email: 171760971@qq.com

xiaozhuanica cv. 'Popularis'. The average volume per plant of 18 year-old *P. canadensis* cv. 'Sacrou 79' was 3.5~7.3 times of *P. canadensis*, *P. xiaozhuanica* cv. 'Popularis' and *P. spekinsis*, while the average volume per plant of 6 year-old *P. euramericana* 'Zhonglin-46' was 1.8~1.9 times of *P. canadensis* cv. 'Sacrou 79' and *P. canadensis* cv. 'I-214'. This paper concluded that the growth performance of *P. euramericana* 'Zhonglin-46' was excellent, which should be popularized and applied, the growth performance of *P. canadensis* cv. 'Sacrou 79' and *P. canadensis* cv. 'I-214' was good, which could be moderately popularized and applied, the growth performance of *P. tomentosa* was stable, which could also be popularized and applied, but the growth performance of the others was poor, which should be updated, and not be applied in this area. This paper suggested to continuously introduce new varieties, improve high-yield cultivation techniques, carry out experiments and demonstrations, and popularized successful varieties.

Key words: *Populus*; growth performance; difference analysis; Daxing District of Beijing

杨树是所有杨属(*Populus*)树木的统称^[1],是我国重要的造林树种^[2],具有易繁殖、易栽植、生长快、成林早、轮伐期短、木材用途广泛、经济效益高和防护功能强等优点^[3],是中纬度地区栽培面积最大的速生用材树种之一。目前,我国杨树栽培面积居世界首位^[3],分布面积约占国土面积的2/3^[4],在三北防护林工程体系中,建成了以杨树为主体,带、片、网相结合的防护林体系,杨树占阔叶树的比例在90%以上,阔叶树占总体比例约为70%,在保障三北地区经济发展、抵御各种自然灾害方面发挥着重要作用。

经过多年的研究,杨树品种不断推陈出新,良种更新换代近几十年已达500余种,通过杂交产生的新品种有130余种,广为应用的有20余种。杨树木材可以制作各种各样的初级和次级林产品,产品包括纸浆、锯材、单板、胶合板、复合板等^[1],其中一个重要用途就是造纸,随纸浆需求量显著增加和胶合板、OSB和LSL等的出现,杨树的消耗大量增加,杨树木材应用前景广阔。

1 研究区概况

大兴区位于北京市南部,西南隔永定河与房山、固安县交界,东北与通州、丰台交界,地理坐标为东经116°14'~116°43',北纬39°26'~39°50',总面积1 036 km²,地势西北高东南低,海拔15~45 m。气候属暖温带大陆季风气候,年均温11.5℃,绝对最低温-27.4℃(1966年2月22日),绝对最高温42℃(1999年7月24日),年均温≥0℃,积温4 831.2℃,年均降水量568.9 mm,主要集中在6—8月。年均无霜期209 d,年均日照总时数为2 772 h,太阳辐射量为135 kCal/a,冬季盛行偏北风,年均风

速2.6 m/s。

大兴区的土壤特点是土壤结构差,有机质含量低,保水、保肥性能差,且不利于微生物活动,氮、磷、钾等速效成分含量低,全区土壤有机质平均含量只有0.94%,沙地有机质含量只有0.6%。

大兴区“十三五”园林绿化资源调查结果显示:大兴区乔木林树种中,落叶乔木的面积占有绝对优势,占总量的91.8%,杨树面积占43.04%。杨树依然是大兴区存量最大的乔木树种。

2 研究方法

对大兴区内的加杨(*Populus canadensis* M.)、毛白杨(*Populus tomentosa* Carr)、中林46杨(*Populus zhong lin46*)、沙兰杨(*Populus P. X canadensis Moench* cv. 'Sacrou 79')、I-214杨(*Populus x canadensis Moench* cv. I-214)、小叶杨(*Populus simonii* Carr)、北京杨(*Populus spekinsis* Hsu)、小美旱杨(*populus xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liangcv. *Popularis*)等8个品种,通过森林资源连续清查(简称“一类”清查)资料获得各品种2次调查期间生长量数据,通过试验林调查取得各树种、品种同期生长数据,采用spss软件对生长状况进行差异分析,以确定各树种、品种在大兴区的生长表现,筛选出适生、速生优良品种,为今后大兴区杨树的种植提供参考。

3 结果与分析

3.1 “一类”清查研究结果

本文所用“一类”清查上期数据调查时间为2011年5—10月(下文简称“上期”),本期调查时间为2016年5—10月(下文简称“本期”),数据结果

取自相同的调查地点,生长量是指 5 a(2 次调查期间)的生长量(下文简称“生长量”)。

3.1.1 混交片林生长差异调查分析

1) 魏善庄镇礼花厂混交林生长表现对比

礼花厂片林位于魏善庄镇原礼花厂西北侧,面积 2 hm²,样地位于片林中部,为小美早杨与沙兰杨的混交林,株行距 3 m×5 m,树种随机分布。

对比 2 次调查结果(表 1、图 1),沙兰杨的平均胸径是小美早杨的 2.2 倍,且 5 年间沙兰杨的胸径平均生长量为小美早杨的 2.2 倍,表现出明显的生长优势。对 2 个品种的平均胸径和平均胸径生长量进行差异显著性检验(t 检验),所得结果进一步证明了前面的分析。

表 1 魏善庄镇礼花厂混交林胸径生长状况

Tab.1 DBH growth of mixed forest in fireworks factory of Weishanzhuang Town

调查时间	品种	胸径/cm							平均
		1	2	3	4	5	6	7	
上期	小美早杨	20.1	20.2	19.2	21.3	26.5	20.1	25.0	21.8
	沙兰杨	47.1	49.2	48.4	46.8	51.1	48.9	45.7	48.2
本期	小美早杨	22.1	22.3	19.2	22.6	30.6	21.2	29.1	23.9
	沙兰杨	53.8	52.2	52.4	51.7	55.9	54.1	48.7	52.7
生长量	小美早杨	2.0	2.1	0.0	1.3	4.1	1.1	4.1	2.1
	沙兰杨	6.7	4.0	4.0	4.9	4.8	5.2	3.0	4.7

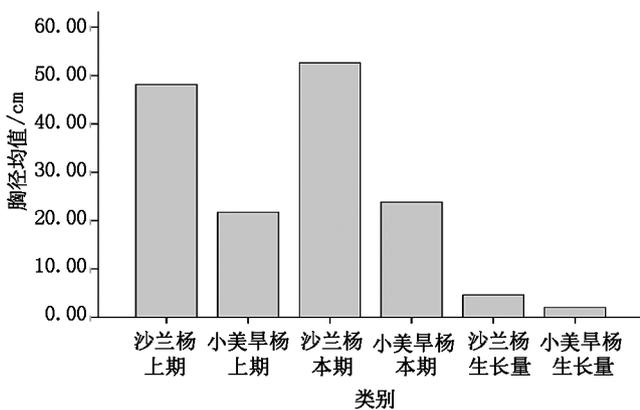


图 1 混交林胸径均值对比

Fig.1 Comparison of average DBH in mixed forest

差异显著性检验结果表明:小美早杨与沙兰杨之间的上期、本期平均胸径和生长量均存在极显著

差异(表 2)。

表 2 平均胸径差异显著性检验

Tab.2 Significance test of average DBH difference

调查时间	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
上期	截距	17122.011	1	17122.011	3065.322	0.000
	品种	2439.360	1	2439.360	436.714	0.000
	误差	67.029	12	5.586		
本期	截距	20513.486	1	20513.486	1764.059	0.000
	品种	2905.921	1	2905.921	249.895	0.000
	误差	139.543	12	11.629		
生长量	截距	159.806	1	159.806	86.315	0.000
	品种	22.886	1	22.886	12.361	0.004
	误差	22.217	12	1.851		

2) 庞各庄镇北顿堡杨树混交林林网生长差异性分析

北顿堡林网位于庞各庄镇北顿堡村西,田间路西侧,株行距 3 m×2 m,沙兰杨、毛白杨、小美早杨 3 个树种随机排列(表 3)。

表 3 北顿堡林网林木生长状况

Tab.3 Growth status of forest network in Beidunfa

调查时间	品种	胸径/cm							平均
		1	2	3	4	5	6	7	
上期	沙兰杨	33.3	35.7	34.2	36.9	37.0	35.4		
	毛白杨	26.8	29.2	28.8	27.6	30.4	28.6		
	小美早杨	23.0	20.7	23.4	27.4	25.5	23.8		
本期	沙兰杨	38.1	41.7	40.4	44.1	44.3	41.7		
	毛白杨	33.2	35.8	35.6	33.0	37.2	35.0		
	小美早杨	25.6	23.7	24.5	29.6	28.6	26.8		
生长量	沙兰杨	4.8	6.0	6.2	7.2	7.3	6.3		
	毛白杨	6.4	6.6	6.8	5.4	6.8	6.4		
	小美早杨	2.6	3.0	1.1	2.2	3.1	2.4		

由表 3 可知,沙兰杨与毛白杨的平均胸径生长量均是小美早杨的 2.6 倍,本期平均胸径分别比小美早杨大 14.9 cm 和 8.2 cm,显示出明显的生长优势(图 2)。方差分析和多重比较结果进一步证明了前面的分析。

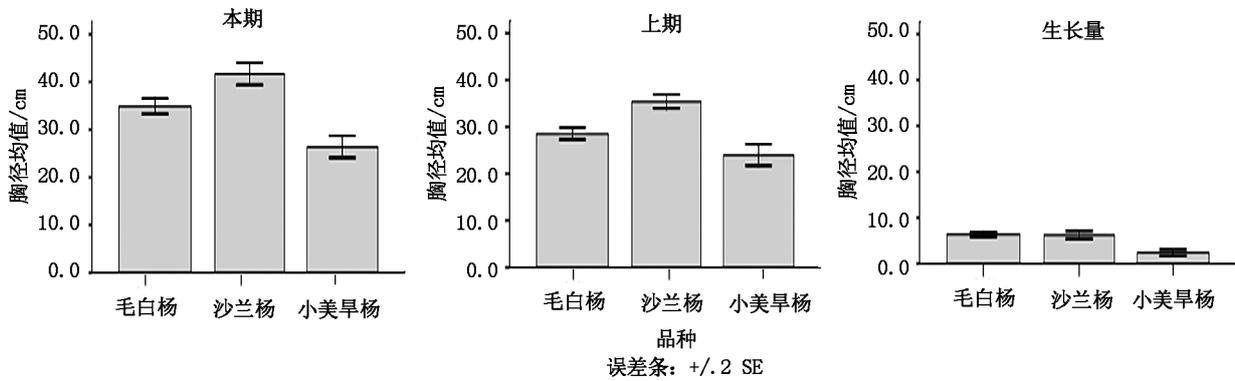


图 2 林网胸径均值对比

Fig. 2 Comparison of average DBH of forest network

方差分析结果表明:3 个品种之间的上期、本期平均胸径及其生长量均存在极显著差异(表 4)。

表 4 北顿堡林网方差分析

Tab. 4 Variance analysis of forest network in Beidunfa

调查时间	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig
上期	截距	12900.801	1	12900.801	3464.852	0.000
	胸径	330.449	2	165.225	44.375	0.000
	误差	44.680	12	3.723		
本期	截距	17709.144	1	17709.144	3178.428	0.000
	胸径	589.456	2	294.728	52.898	0.000
	误差	66.860	12	5.572		
生长量	截距	380.017	1	380.017	560.221	0.000
	胸径	52.033	2	26.017	38.354	0.000
	误差	8.140	12	0.678		

通过多重比较可知:上期和本期 3 个品种之间平均胸径均存在极显著差异,沙兰杨显著高于毛白杨和小美早杨,毛白杨显著高于小美早杨;沙兰杨和毛白杨的平均胸径生长量显著高于小美早杨,毛白杨与沙兰杨之间差异不显著(表 5)。

3.1.2 纯林生长差异调查结果

在纯林样地中,随机抽取小美早杨、小叶杨、毛白杨和中林 46 杨片林各 3 个样地,计算两期胸径差,进行生长量对比(表 6)。

由表 6 可知,中林 46 杨和毛白杨的平均胸径生长量分别是小美早杨和小叶杨的 4.4~8.4 倍,小美早杨和小叶杨生长缓慢,毛白杨和中林 46 杨显示出明显的生长优势(图 3)。对表 6 的胸径平均生长量进行方差分析,所得结果进一步证明了前面的分析。

表 5 北顿堡林网胸径生长量多重比较

Tab. 5 Multiple comparisons of DBH growth of forest network in Beidunfa

调查时间		上期			本期			生长量		
(I) 品种	(J) 品种	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.
毛白杨	沙兰杨	-6.860*	1.220	0.000	-6.760*	1.493	0.001	0.100	0.521	0.851
	小美早杨	4.560*	1.220	0.003	8.560*	1.493	0.000	4.000*	0.521	0.000
沙兰杨	毛白杨	6.860*	1.220	0.000	6.760*	1.493	0.001	-0.100	0.521	0.851
	小美早杨	11.420*	1.220	0.000	15.320*	1.493	0.000	3.900*	0.521	0.000
小美早杨	毛白杨	-4.560*	1.220	0.003	-8.560*	1.493	0.000	-4.000*	0.521	0.000
	沙兰杨	-11.420*	1.220	0.000	-15.320*	1.493	0.000	-3.900*	0.521	0.000

方差分析结果表明:4 个品种之间的平均胸径生长量存在极显著差异,需进一步进行多重比较

(表 7)。

通过多重比较可知:中林 46 杨“十二五”生长

表 6 纯林“十二五”胸径平均生长量汇总

Tab. 6 Summary of average DBH growth in pure forest during the 12th Five-Year Plan period

品种	胸径平均生长量/cm			
	1	2	3	平均
中林 46 杨	14.1	17.7	16.2	16.0
毛白杨	12.3	10.1	13.5	12.0
小美早杨	2.3	3.1	2.7	2.7
小叶杨	1.8	1.7	2.3	1.9

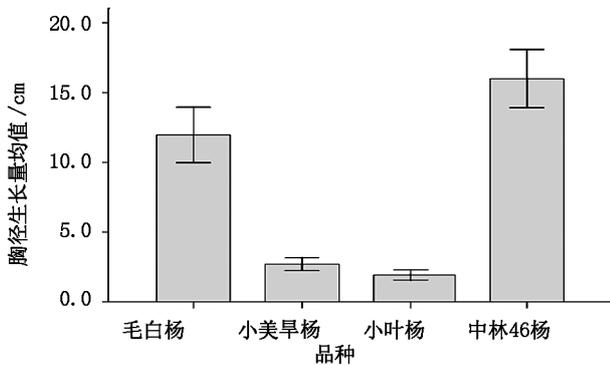


图 3 纯林胸径生长量均值对比

Fig. 3 Comparison of average DBH growth in pure forest

表 7 纯林“十二五”胸径平均生长量方差分析

Tab. 7 Variance analysis of average DBH growth in pure forest during the 12th Five-Year Plan period

源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
截距	797.070	1	797.070	490.002	0.000
品种	433.617	3	144.539	88.856	0.000
误差	13.013	8	1.627		

量显著高于其它 3 个品种,毛白杨显著高于小美早杨和小叶杨,小美早杨和小叶杨之间差异不显著。中林 46 杨与毛白杨的生长差异虽然也达到了显著水平,但差值仅为 4.033 cm,而中林 46 杨、毛白杨与小美早杨、小叶杨之间差值为 9.267~14.067 cm,说明中林 46 杨和毛白杨均生长旺盛(表 8)。

综上所述,“一类”清查研究结果显示:中林 46 杨、毛白杨、沙兰杨 2 次调查期间胸径平均生长量为 6.3~16 cm,生长旺盛,适合在大兴区生长;小叶杨和小美早杨生长量只有 1.9~2.7 cm,生长缓慢,应予更新。

3.2 项目试验林研究结果

2016 年 2 月对试验林进行调查,用围尺、测高

表 8 纯林“十二五”胸径平均生长量多重比较

Tab. 8 Multiple comparisons of average DBH growth in pure forest during the 12th Five-Year Plan period

(I) 品种	(J) 品种	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.
毛白杨	小美早杨	9.267*	1.041	0.000
	小叶杨	10.033*	1.041	0.000
	中林 46 杨	-4.033*	1.041	0.005
小美早杨	毛白杨	-9.267*	1.041	0.000
	小叶杨	0.767	1.041	0.483
	中林 46 杨	-13.300*	1.041	0.000
小叶杨	毛白杨	-10.033*	1.041	0.000
	小美早杨	-0.767	1.041	0.483
	中林 46 杨	-14.067*	1.041	0.000
中林 46 杨	毛白杨	4.033*	1.041	0.005
	小美早杨	13.300*	1.041	0.000
	小叶杨	14.067*	1.041	0.000

器逐株测量胸径、树高,用分品种的平原杨树二元材积表逐株计算材积。

3.2.1 庞各庄镇幸福村试验林

幸福村试验林株行距为 4 m×6 m,采用大兴区自产的三根两干苗,面积为 0.67 hm²,树龄为 18 a,采用沙兰杨、北京杨、加杨和小美早杨 4 个品种进行随机区组试验设计,各品种 5 株为一组,共 6 组重复,外围栽植小美早杨片林做保护和减少林缘效应。

经调查,沙兰杨各项生长指标均明显高于加杨、小美早杨和北京杨,对试验林涉及的 4 个品种的平均高、平均胸径、平均单株材积进行方差分析,所得结果进一步证明了前面的分析(表 9、图 4)。

方差分析表明:4 个品种之间的平均胸径、平均树高和平均单株材积均存在极显著差异,需进一步进行多重比较(表 10)。

通过多重比较可知:沙兰杨的平均胸径、平均树高和平均单株材积极显著大于其它 3 个品种;加杨的平均胸径极显著大于北京杨和小美早杨,平均单株材积极显著大于北京杨,加杨与北京杨、小美早杨平均树高差异不显著,与小美早杨平均单株材积差异不显著(表 11)。

3.2.2 庞各庄镇四各庄村试验林

四各庄试验林株行距 3 m×5 m,苗木采用本区自产的两根两干苗,面积为 2 hm²,树龄为 6 a,采用

表 9 幸福村试验地林木生长状况调查
Tab.9 Growth status of experimental forests in Xingfu Village

项目	品种	1	2	3	4	5	6	平均
胸径/cm	沙兰杨	30.1	32.5	34.0	34.5	32.1	30.0	32.2
	加杨	19.3	20.7	21.2	20.2	18.7	22.3	20.4
	小美早杨	16.5	16.0	18.8	19.0	16.2	16.1	17.1
	北京杨	15.0	18.2	15.7	16.6	18.7	13.6	16.3
树高/m	沙兰杨	20.3	21.8	20.9	19.8	18.9	24.3	21.0
	加杨	13.2	14.7	15.1	16.2	12.7	13.9	14.3
	小美早杨	14.1	14.7	15.0	16.5	13.5	13.8	14.6
	北京杨	13.9	14.2	13.6	12.0	14.0	15.7	13.9
单株材积/m ³	沙兰杨	0.5394	0.6690	0.6496	0.6933	0.5874	0.5772	0.6193
	加杨	0.1546	0.1954	0.1975	0.2421	0.1628	0.1426	0.1825
	小美早杨	0.1312	0.1284	0.1748	0.1932	0.1131	0.1281	0.1448
	北京杨	0.1005	0.1120	0.1421	0.1072	0.1557	0.0917	0.1182

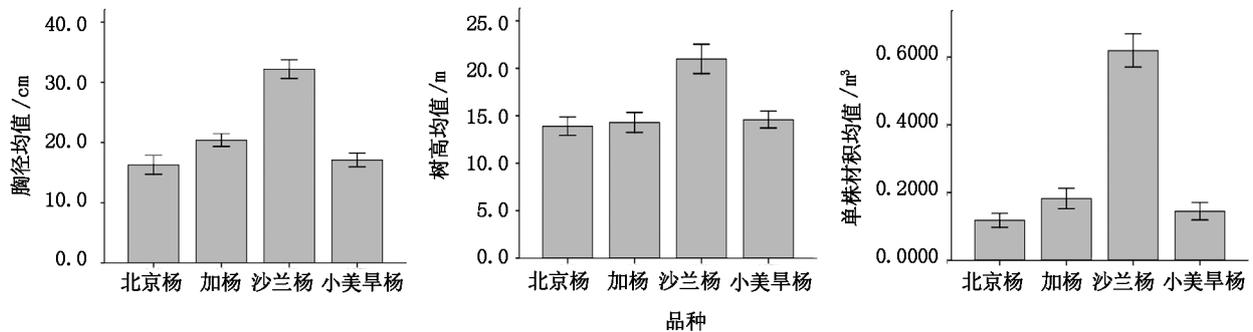


图 4 幸福试验林生长因子均值对比

Fig.4 Comparison of growth factors in experimental forests of Xingfu Village

表 10 幸福村试验地林木方差分析
Tab.10 Variance analysis of trees in experimental forests of Xingfu Village

因变量	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
胸径	截距	11094.000	1	11094.000	4031.250	0.000
	品种	972.600	3	324.200	117.805	0.000
	误差	55.040	20	2.752		
树高	截距	6105.660	1	6105.660	3119.908	0.000
	品种	205.500	3	68.500	35.003	0.000
	误差	39.140	20	1.957		
单株材积	截距	1.701	1	1.701	1034.741	0.000
	品种	1.010	3	0.337	204.836	0.000
	误差	0.033	20	0.002		

中林 46 杨、沙兰杨、I-214 杨 3 个品种进行行间混交试验设计,各品种 3 行为一组,共 7 组重复,外围栽植中林 46 杨片林做保护和减少林缘效应。

经调查,中林 46 杨各项生长指标均明显高于沙兰杨和 I-214 杨,对 3 个品种的平均高、平均胸径、平均单株材积进行方差分析,所得结果进一步证明了前面的分析(表 12、图 5)。

方差分析结果表明,3 个品种之间的平均胸径、平均树高和平均单株材积存在极显著差异,需进一步进行多重比较(表 13)。

通过多重比较可知:中林 46 杨的 3 个生长指标显著大于沙兰杨和 I-214 杨,沙兰杨和 I-214 杨之间差异不显著(表 14)。

表 11 幸福村试验地林木多重比较

Tab. 11 Multiple comparisons of trees in experimental forests of Xingfu Village

(I) 品种	(J) 品种	胸径			树高			单株材积		
		均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.
北京杨	加杨	-4.100*	0.958	0.000	-0.400	0.808	0.626	-0.064*	0.023	0.012
	沙兰杨	-15.900*	0.958	0.000	-7.100*	0.808	0.000	-0.501*	0.023	0.000
	小美早杨	-0.800	0.958	0.413	-0.700	0.808	0.396	-0.027	0.023	0.269
加杨	北京杨	4.100*	0.958	0.000	0.400	0.808	0.626	0.064*	0.023	0.012
	沙兰杨	-11.800*	0.958	0.000	-6.700*	0.808	0.000	-0.437*	0.023	0.000
	小美早杨	3.300*	0.958	0.003	-0.300	0.808	0.714	0.038	0.023	0.123
沙兰杨	北京杨	15.900*	0.958	0.000	7.100*	0.808	0.000	0.501*	0.023	0.000
	加杨	11.800*	0.958	0.000	6.700*	0.808	0.000	0.437*	0.023	0.000
	小美早杨	15.100*	0.958	0.000	6.400*	0.808	0.000	0.475*	0.023	0.000
小美早杨	北京杨	0.800	0.958	0.413	0.700	0.808	0.396	0.027	0.023	0.269
	加杨	-3.300*	0.958	0.003	0.300	0.808	0.714	-0.038	0.023	0.123
	沙兰杨	-15.100*	0.958	0.000	-6.400*	0.808	0.000	-0.475*	0.023	0.000

表 12 四各庄村试验地林木生长状况分组汇总

Tab. 12 Summary of trees growth in experimental forests of Sigezhuang Village

项目	品种	1	2	3	4	5	6	7
胸径/cm	中林 46 杨	17.1	16.2	15.6	17.1	16.9	16.6	17.4
	沙兰杨	15.4	12.4	13.1	13.8	14.2	14.0	13.7
	I-214 杨	15.3	14.1	12.9	13.4	13.5	13.9	14.1
树高/m	中林 46 杨	15.0	14.8	13.9	14.7	15.4	15.9	14.6
	沙兰杨	10.6	9.3	11.7	10.9	12.3	12.1	11.5
	I-214 杨	10.8	11.3	11.4	10.2	10.1	12.1	10.4
单株材积/m ³	中林 46 杨	0.1346	0.1195	0.1052	0.1324	0.1344	0.1331	0.1363
	沙兰杨	0.0826	0.0485	0.0646	0.0678	0.079	0.0757	0.0697
	I-214 杨	0.0827	0.0738	0.0613	0.0607	0.0612	0.0747	0.0682

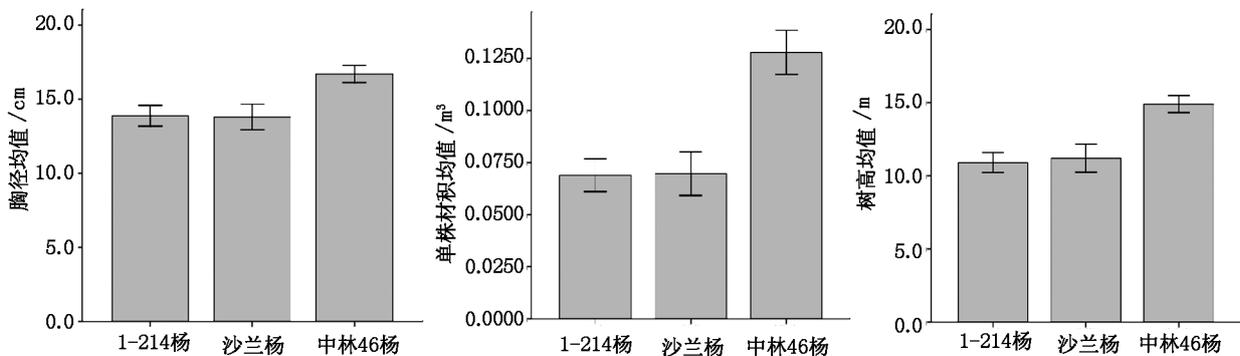


图 5 四各庄村试验林生长因子均值对比

Fig. 5 Comparison of growth factors in experimental forests of Sigezhuang Village

表 13 四各庄村试验地林木生长状况方差分析

Tab. 13 Variance analysis of trees growth in experimental forests of Sigezhuang Village

因变量	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
胸径	截距	4596.880	1	4596.880	7529.991	0.000
	品种	38.121	2	19.060	31.222	0.000
	误差	10.989	18	0.610		
树高	截距	3194.333	1	3194.333	4767.662	0.000
	品种	69.487	2	34.743	51.856	0.000
	误差	12.060	18	0.670		
单株材积	截距	0.166	1	0.166	1498.522	0.000
	品种	0.016	2	0.008	72.442	0.000
	误差	0.002	18	0.000		

3.3 经济效益分析

根据目前市场木材价格(加杨、小美早杨、北京杨销售价格为 400 元/m³,沙兰杨、I-214 杨、中林 46 杨销售价格为 700 元/m³),幸福试验林 18 a 生沙兰杨平均单株材积为 0.866 1 m³,价值 600 元,加杨、小美早杨、北京杨的平均单株材积为 0.250 1 m³,0.184 5 m³,0.118 2 m³,价值分别为 100 元、74 元、48 元,前者为后者的 6~12.5 倍。四各庄试验林 6 a 生的中林 46 杨平均单株材积为 0.127 9 m³,价值为 90 元,沙兰杨、I-214 杨平均单株材积为 0.067 9 m³,0.069 0 m³,价值为 48 元,前者是后者的 1.8~1.9 倍。

表 14 四各庄试验地林木平均胸径多重比较

Tab. 14 Multiple comparisons of average DBH in experimental forests of Sigezhuang Village

(I) 品种	(J) 品种	胸径			树高			单株材积		
		均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.	均值差值 (I-J)	标准误差	Sig.
I-214 杨	沙兰杨	0.086	0.418	0.840	-0.300	0.438	0.502	-0.001	0.006	0.894
	中林 46 杨	-2.814*	0.418	0.000	-4.000*	0.438	0.000	-0.059*	0.006	0.000
沙兰杨	I-214 杨	-0.086	0.418	0.840	0.300	0.438	0.502	0.001	0.006	0.894
	中林 46 杨	-2.900*	0.418	0.000	-3.700*	0.438	0.000	-0.058*	0.006	0.000
中林 46 杨	I-214 杨	2.814*	0.418	0.000	4.000*	0.438	0.000	0.059*	0.006	0.000
	沙兰杨	2.900*	0.418	0.000	3.700*	0.438	0.000	0.058*	0.006	0.000

4 结论与建议

“一类”清查结果表明:小叶杨、小美早杨在 5 a 间的胸径生长量只有 1.9~2.7 cm,生长缓慢;中林 46 杨、毛白杨、沙兰杨 5 年间的胸径平均生长量为 6.3~16 cm,生长旺盛,是适宜大兴区栽培的杨树品种。

试验林调查数据结果表明:18 年生沙兰杨平均单株材积是加杨、小美早杨、北京杨的 3.5~7.3 倍,6 a 生的中林 46 杨平均单株材积是沙兰杨、I-214 杨的 1.8~1.9 倍。

综上所述,在大兴区中林 46 杨生长表现优,建议推广应用;沙兰杨、I-214 杨生长表现较好,可适度推广应用;毛白杨生长稳定,也可推广应用;加杨、小美早杨、北京杨、小叶杨生长表现差,在本地区不适生,应予以更新,今后在本地区不再应用。

我国的杨树栽培面积居世界首位,但低产林占多数,还有生产潜力可挖。建议今后要不断引进新品种,提高丰产栽培技术水平,进行试验示范,成功后加以推广,让杨树发挥更大的生态、社会和经济效益。

参考文献:

- [1] 牛正田,李金花,张绮纹,等.北美地区杨树木材利用现状与前景[J].世界林业研究,2007,20(4):58-62.
- [2] 张绮纹,李金花.杨树工业用材林新品种[M].北京:中国林业出版社,2003.
- [3] 郑世锴.杨树丰产栽培[M].北京:金盾出版社,2006.
- [4] 富丰珍,徐程扬,李广德.我国杨树林农复合经营现状及存在的问题[J].西北林学院学报,2010(2):226-229.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.028

富源县薄壳山核桃引种初报

王祖芳¹,任华东²,邓学院³,叶淑惠⁴

(1.富源县林业和草原局,云南 富源 655500; 2.中国林业科学研究院亚热带林业研究所,浙江 杭州 311400;
3.富源县古敢乡林业站,云南 富源 655510; 4.富源县政务服务管理局,云南 富源 655500)

摘要:对富源县域内2个薄壳山核桃引种点栽培的薄壳山核桃生长量、开花结实特性、果仁粗脂肪、蛋白质等营养成分及薄壳山核桃油脂脂肪酸组成等进行调查研究。结果表明,薄壳山核桃在富源县生长发育正常,对气候环境有良好的适应性,嫁接苗定植6 a时部分植株开始初果,10 a时产量最高,达3.3 kg/株;富源县薄壳山核桃花期为4月上旬至5月中旬,开花盛期品种间存在差异,同一品种存在雌雄花异熟性,在时间上不完全重合,应根据品种开花特点实行多品种配置栽培;富源县薄壳山核桃种仁富含油脂、蛋白质、可溶性糖等营养物质,初步分析认为,富源县气候环境适宜种植发展薄壳山核桃,以海拔低于1 800 m区域最适宜。

关键词:薄壳山核桃;引种;生长表现;开花结实特性;品质检测;营养成分;富源县

中图分类号:S792.13;S722.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0144-05

引文格式:王祖芳,任华东,邓学院,等.富源县薄壳山核桃引种初报[J].林业调查规划,2020,45(4):144-148.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.028

WANG Zufang, REN Huadong, DENG Xueyuan, et al. Preliminary Report on Introduction of *Carya illinoensis* in Fuyuan County [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 144-148. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.028

Preliminary Report on Introduction of *Carya illinoensis* in Fuyuan County

WANG Zufang¹, REN Huadong², DENG Xueyuan³, YE Shuhui⁴

(1. Fuyuan Bureau of Forestry and Grassland, Fuyuan, Yunnan 655500, China; 2. Research Institute of Tropical Forest, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China; 3. Gugan Forestry Station of Fuyuan County, Fuyuan, Yunnan 655510, China; 4. Fuyuan Administration of Government Services, Fuyuan, Yunnan 655500, China)

Abstract: The growth, flowering and fruiting characteristics, the composition of fatty acids and the contents of different nutritional components, such as crude fat and protein of mature nuts of *Carya illinoensis* were investigated in two introduction sites of Fuyuan County. The results showed that the growth of *Carya illinoensis* was normal in Fuyuan County, which had good adaptability to the environment. The grafted seedlings initially bore nuts during the sixth year after planting, and the nut yielded up to 3.3 kg per tree during the tenth year after planting. The flowering time of *Carya illinoensis* in Fuyuan was from early April to mid-May, and the full-blossom periods were different between different cultivars. *Carya illinoensis* trees showed dichogamy, which should carry out multiple cultivars cultivation according to the flowering characteristics of varieties. The kernels of *Carya illinoensis* were rich in fatty acids, proteins and soluble

收稿日期:2020-03-13;修回日期:2020-03-20.

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(CAFYBB2017ZA004-8).

第一作者:王祖芳(1968-),男,云南富源人,高级工程师.主要从事林业生态治理和种苗管理工作.

sugars. The preliminary analysis showed that the climate environment of Fuyuan County was suitable for the cultivation of *Carya illinoensis*, and the area with the altitude below 1800 m was the most suitable.

Key words: *Carya illinoensis*; introduction; growth performance; flowering and fruiting characteristics; quality test; nutritional components; Fuyuan County

薄壳山核桃 *Carya illinoensis* K. Koch, 又名美国山核桃, 为胡桃科 Juglandaceae 山核桃属 *Carya* 落叶乔木, 原产美国和墨西哥北部。因其树形高大优美, 材质优良, 坚果壳薄易剥、种仁富含油脂、蛋白质、维生素及人体所需的矿质元素等营养物质, 是世界上重要的干果树种^[1]。其种仁含油脂 70% 以上, 油脂中不饱和脂肪酸含量占比 90% 左右, 其中油酸含量高达 75%, 油脂的脂肪酸组成结构与油茶籽油、橄榄油等世界公认的高档植物油相似, 属高档植物油, 因此, 薄壳山核桃也是重要的木本油料树种^[3-8]。我国从 20 世纪初开始引种, 因早期主要以引进种子实生繁殖方式进行引种, 结果迟, 品质差, 产量不高, 以致发展迟缓。但自 20 世纪 70 年代开始, 我国加强了薄壳山核桃的资源引进及选育研究, 中国林业科学院亚热带林业研究所等单位先后从国外引进资源 400 余份, 围绕适生良种选育与栽培进行了系统研究, 在良种及配套栽培技术方面均取得重要进展, 目前已在浙江、江西、安徽等省进行规模化发展种植^[2]。云南是我国薄壳山核桃的适宜种

植区和早期引种点, 20 世纪 60—70 年代即开始在昆明、大理等地有引种栽培, 近年种植规模不断扩大, 但主要发展区在云南中部及西南部。富源地处云贵高原云南东部, 与贵州省接壤, 珠江源头, 地理气候特殊。2006 年以来, 云南省掀起核桃发展高潮, 富源县在发展泡核桃的同时, 开始引种薄壳山核桃, 分别在古敢乡坪地村、花果山种苗场、国有十八连山林场、富村镇迤东田、大河镇杨家山 5 个地点设置了引种试验点, 笔者对各引种点生长及结实表现进行了调查观测与分析, 并提出发展思路, 旨在为富源县乃至滇东地区发展薄壳山核桃产业提供参考。

1 引种试验点概况

薄壳山核桃引种在富源县设置的 5 个试验点, 分布在县域花果山种苗场、国有十八连山林场、大河镇杨家山、富村镇迤东田和古敢乡坪地村, 分别位于富源县的北部、中部和南部, 其海拔、气候、土壤等基本情况见表 1。

表 1 试验点基本情况

Tab. 1 Basic conditions of test site

试验地点	海拔 /m	土壤类别	pH 值	年均温 /°C	1 月均温 /°C	7 月均温 /°C	年降雨量 /mm	年日照时间 /h	无霜期 /d
古敢乡坪地	1400	黄红壤	6.5	16.5	7.5	21.6	1500	1760	275
花果山种苗场	1910	红壤	6.8	13.5	5.3	19.4	1100	1820	236

2 材料与方法

2.1 引种材料

2007 年 2 月从杭州建德引种薄壳山核桃 250 株 3 年生 (2+1) 嫁接裸根苗, 在花果山种苗场定植 94 株、十八连山林场定植 156 株, 品种为‘马罕’和‘YLJ 64 号’。2009 年 12 月从云南省云县调入薄壳山核桃 1 300 株, 为金华和绍兴两品种, 全部种植在古敢乡坪地村; 2010 年在古敢乡嫁接繁殖薄壳山核桃 3 000 株, 成活 2 800 株, 2015 年 1 月栽植 2 800 株, 品种混杂, 主要为前期引种的‘马罕’和‘YLJ 64 号’; 2013 年 1 月从中国林业科学院亚林所引种 13

个品种 80 株在富村镇迤东田村种植; 2016 年 1 月再次从中国林业科学院亚林所引种 19 个品种 672 株在古敢乡坪地村种植 470 株, 在大河镇杨家山种植 2 个品种 100 株, 花果山 2 个品种 100 株。

2.2 方法

2016 年开始, 连续对各引种点按品种进行保存率、树体生长量 (树高、地径、冠幅)、开花物候及结实量等调查, 并采集果实样品进行果实形态特征 (果高、果径、鲜果重、坚果重等)、坚果种仁内含营养成分 (含油率及其脂肪酸组分、蛋白质及氨基酸组成等) 分析。国有十八连山林场和大河镇杨家山管理不善, 保存率和长势较差, 富村镇迤东田和古敢

乡 2015、2016 年种植点尚处幼龄期,因此本文主要对古敢乡坪地村 2009 年引种和花果山种苗场 2007 年种植的地块进行物候观测和生长量、产量调查。

相关数据采用 Microsoft Excel 进行统计分析。

3 调查结果

3.1 保存及生长表现

花果山种苗场试验点初植密度为 330 株/hm²,

种植后因林地征用或调整,现仅保存 43 株;古敢乡坪地村现保存 1 250 株。2009 年古敢乡坪地村种植的山核桃长势一般,株行距 5 m×6 m,330 株/hm²,管理粗放,仅 2016 年每株施复合肥 2 kg,2017 年冬修剪过一次,2017—2019 年生长量调查结果见表 2。胸径年均生长量达 1.1 cm,树高年均生长量达 0.8 m,接近速生水平。

表 2 古敢乡坪地村薄壳山核桃生长量调查结果

Tab. 2 Investigation results on the growth of *Carya illinoensis* in Pingdi Village, Gudan Township

株号	枝下高/m	胸径/cm			树高/m			冠径/m		
		2017 年	2018 年	2019 年	2017 年	2018 年	2019 年	2017 年	2018 年	2019 年
1	0.8	9.0	9.6	10.5	5.7	7	9.1	4.0	4.4	5.3
2	0.8	8.1	9.0	9.9	7.1	8	8.6	4.3	5.0	5.8
3	1.0	11.8	12.4	12.7	7.1	8.2	8.8	5.3	6.2	6.4
4	1.0	11.7	12.8	13.8	7.0	8.0	10.6	4.9	5.7	6.8
5	0.6	5.3	6.4	7.4	5.3	6.5	7.2	2.4	3.3	4.1
6	0.8	10.0	11.0	11.9	7.3	8.5	9.6	4.9	5.6	6.8
7	0.8	11.5	12.2	12.9	7.0	8.3	9.8	5.2	6.2	7.6
8	0.8	8.1	9.1	10.0	5.8	7.0	8.6	4.5	5.4	5.9
9	0.9	11.6	12.7	13.6	7.2	8.1	9.7	4.9	5.5	6.6
平均	0.8	9.7	10.6	11.4	6.6	7.7	9.1	4.5	5.2	6.1
S	0.12	2.24	2.20	2.12	0.78	0.71	0.97	0.89	0.92	1.02
CV	0.15	0.23	0.21	0.19	0.12	0.09	0.11	0.20	0.18	0.17

3.2 雌、雄花期物候特性

在富源县引种的 5 个试验点中,早期种植的花果山种苗场和古敢乡引种点已进入开花结果期,从 2 个引种点的开花物候可以看出,因两地的气候差异,其花期在地点间存在一定差异。表 3 为花果山种苗场和古敢乡坪地村的花期物候调查结果。

从表 3 中可以看出,薄壳山核桃在富源县雄花显花日期多在 4 月初,一般与枝叶同时出现,而雌花显花日期多在 4 月中旬,多在枝叶萌发 10 d 以后在新枝顶端出现。雌雄花开放时间与品种有关,且表现出雌雄花开放不完全同步,其中马罕品种雌花先于雄花开放,雌雄花开放期基本不重叠。

3.3 结实产量调查

2007 年引种的花果山种苗场试验点,虽树体生长正常,但因密度过大,开花结实情况一直不好,产量不高。2009 年种植在古敢乡坪地村的薄壳山核桃 2015 年始花,2016 年部分挂果,2016—2018 年雨

表 3 富源县薄壳山核桃花期物候特性

Tab. 3 Florescence phenology of *Carya illinoensis* in Fuyuan County

试验点(品种)	年度	雌雄花性	花初显日期	花期	花谢日期
花果山种苗场(马罕)	2019	雄花	8 日/4 月	21 日/4 月~9 日/5 月	11 日/5 月
		雌花	8 日/4 月	22 日/4 月~2 日/5 月	4 日/5 月
古敢乡坪地村(绍兴)	2019	雄花	1 日/4 月	5 日/4 月~25 日/4 月	27 日/4 月
		雌花	12 日/4 月	17 日/4 月~25 日/4 月	27 日/4 月
	2018	雄花	1 日/4 月	8 日/4 月~3 日/5 月	4 日/5 月
		雌花	1 日/4 月	8 日/4 月~3 日/4 月	4 日/4 月
2017	雄花	20 日/4 月	25 日/4 月~10 日/5 月	11 日/5 月	
	雌花	20 日/4 月	25 日/4 月~6 日/5 月	10 日/5 月	

水调匀,结实正常,2019 年 4 月中下旬干旱严重,结实较差。经 2017—2019 年连续 3 年观测,平均单株挂果 156 个,平均单株产量 1 kg,平均产量 330 kg/

hm²,单株产量最高 520 个、3.3 kg,各单株测定结果详见表 4。

表 4 古敢乡坪地村 2017—2019 年薄壳山核桃产量

Tab. 4 Yield of *Carya illinoensis* in Pingdi Village, Gudan Township from 2017 to 2019

株号	2019 年调查				挂果情况/个				单株产量/g
	胸径/cm	树高/m	冠幅/m	单果重/g	2017 年	2018 年	2019 年	平均	
1	10.5	9.1	5.3	6.3	131	316	8	152	958
2	9.9	8.6	5.8	6.4	18	277	19	105	672
3	12.7	8.8	6.4	6.6	314	192	10	172	1135
4	13.8	10.6	6.8	6.4	335	210	127	224	1135
5	7.4	7.2	4.1	6.4	0	13	42	18	1433
6	11.9	9.6	6.8	6.4	120	356	89	188	1203
7	12.9	9.8	7.6	6.4	520	230	220	323	2067
8	10.0	8.6	5.9	6.4	53	180	33	89	570
9	13.6	9.7	6.6	6.3	110	170	113	131	825
平均	11.4	9.1	6.1	6.4	178	216	73	156	998

3.4 果实品质检测

3.4.1 果实出仁率检测

2019 年采收期对古敢乡坪地村种植的‘金华’品种的 1~4 号单株和‘绍兴’品种的 7~9 号单株果实(5、6 号未检测)进行了出仁率检测,检测结果见表 5。

表 5 2019 年古敢乡坪地村薄壳山核桃品质检测结果

Tab. 5 Quality test results of *Carya illinoensis* in Pingdi Village, Gudan Township in 2019

品种	株号	核果数量	重量/g	平均单果重/g	出仁率及壳厚			
					重量/g	仁重/g	出仁率/%	壳厚/mm
金华	1	33	208	6.3	7	5	71.4	0.93
	2	19	121	6.4	6	4	66.7	0.99
	3	20	131	6.6	7	5	71.4	0.98
	4	20	128	6.4	7	5	71.4	0.93
	平均	23	147	6.425	6.75	4.75	70.225	0.9575
绍兴	7	10	64	6.4	8	5	62.5	0.86
	8	20	128	6.4	7	4	57.1	0.92
	9	20	126	6.3	7	4	57.1	0.95
	平均	16.67	106.00	6.37	7.33	4.33	58.90	0.91
总平均	20.29	129.43	6.40	7.00	4.57	65.37	0.94	
S	6.70	41.92	0.10	0.58	0.53	6.53	0.04	

从检测结果可以看出,‘金华’和‘绍兴’两品种坚果平均单果重分别为 6.425 g 和 6.40 g,出仁率分别为 70.225% 和 58.90%,‘金华’品种出仁率明显高于‘绍兴’品种。

3.4.2 种仁内含营养物质检测与对比

2018 年,在古敢乡坪地村引种试验点采集‘金华’品种 3 样株的果实进行种仁内含营养物质测定,以浙江省富阳县当地早期引种资源 1 号、2 号果实为对照。测定结果表明,在富源县采集的果实种仁内含营养物质主要有油脂和蛋白质,其种仁粗油脂含量在 65% 以上,蛋白质含量 12 g/100 g 左右,检测出 17 种氨基酸。其油脂中不饱和脂肪酸比例在 85% 以上,其中单饱和脂肪酸油酸含量在 65% 左右,脂肪酸组成结构与橄榄油相似,明显优于云南泡核桃油脂(亚油酸比例高,易氧化变质),是优良的食用植物油,可作为高档木本食用油树种(表 6)。

4 结论与讨论

4.1 结论

1) 薄壳山核桃在富源县各引种试验点均能正常生长,其生长量达到速生水平,在海拔 1 800 m 以下区域结实表现较好,嫁接苗定植进入初果年限为 5~6 a,与各地报导的情况基本一致,说明薄壳山核

表 6 富源县薄壳山核桃种仁营养成分检测结果

Tab. 6 Test results of nutritional components of *Carya illinoensis* kernel in Fuyuan County

产地	蛋白质 /(g· 100 g ⁻¹)	氨基酸 /(g· 100 g ⁻¹)	棕榈酸 /%	棕榈烯酸 /%	硬脂酸 /%	油酸 /%	亚油酸 %	亚麻酸 %	花生酸 /%	顺-11- 二十碳烯酸 /%
富源县 古敢乡	11.1~13.4	10.1~11.9	5.5~5.7	0.06~0.08	2.02~2.22	62.5~67.4	23.6~27.7	1.02~1.45	0.11~0.12	0.22~0.25
浙江省 富阳区	8.49~9.26	6.70~8.51	4.61~4.62	0.05~0.06	2.5~2.8	77.2~79.3	12.1~1.2	0.77~0.95	0.12~0.13	0.28~0.30

桃完全适应富源县的气候环境。至于什么品种最适合富源县的气候、土壤,什么品种丰产、稳产有待今后对更多引进资源进行引种品种比较、观测和分析,薄壳山核桃具雌雄同株、异形、异熟特性,从富源县花期物候观测可以看出,同一品种雌、雄花开放日期多表现出不同期现象,因此,栽培时应多品种配置栽培。

2)富源县古敢乡为典型喀斯特地区,种植土地属石灰岩发育的轻度石漠化退耕地(石旮旯地),地表裸石较多,从该引种点薄壳山核桃生长性状调查结果可以看出,该树种在此类土地上也具有良好的生长结实表现,可作为生态经济型树种用于石漠化治理。

4.2 讨论

从富源县古敢乡引种的‘金华’品种坚果与其他产区坚果品质的质检数据比较结果,富源县坚果品质与其他产区表现一致^[9],富源县产区果仁样品的氨基酸、蛋白质和脂肪酸等主要指标高于对照。薄壳山核桃的经济效益比泡核桃要高,价格稳定,只要管理到位,种植后5~6 a即可挂果,10 a左右进入盛果期,单株产量可达15 kg以上、按每公顷栽植150株、60元/kg的单价计算,产量可达2 250 kg,产值达13.5万元/hm²,同时若采用果材兼用方式种植,还可收获优质高档家具用材。

薄壳山核桃是高大乔木,富源县古敢乡坪地村生长11 a的植株,平均冠幅为6.1 m,树冠投影面积为29.2 m²,初植密度为330株/hm²,密度较大,光照和通风差,影响结实,建议今后在富源县种植薄壳山核桃的株行距设置为8 m×8 m或10 m×10 m最为合理。

薄壳山核桃对肥、水要求较高,肥水不足会影响生长结实,导致果实发育不良、种仁不饱满,影响产品质量,为此,种植薄壳山核桃要遵循大苗、大塘、大水、大肥的原则,保持土壤水肥充足,才能使植株正

常生长,积累足够多的能量,确保3~5 a试产,10年进入盛果期。

种植后从第二年开始,每年必须要适时整形修剪、除草、施肥,及时防治病虫害,特别是进入盛果期后,根据土壤状况每年给植株施足各种农家肥、化肥和微量元素,有灌溉条件的地方,在春季开花授粉时期确保水分充足,对提高薄壳山核桃坐果率、提高产量和质量尤为关键。

参考文献:

- [1] 姚小华,常君,王开良,等. 中国薄壳山核桃[M]. 北京:科学出版社,2014.
- [2] 张普娟,鲍瑾,刘鹏,等. 近年我国长山核桃审(认)定情况进展[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):216-219.
- [3] 李川,姚小华,王开良,等. 薄壳山核桃无性系果实性状指标简化研究[J]. 江西农业大学学报,2011,33(4):696-700.
- [4] 李川,姚小华,王开良,等. 12个薄壳山核桃无性系果核性状以及产量的比较[J]. 西南大学学报(自然科学版),2011,33(6):40-44.
- [5] 陈芬,姚小华,王开良,等. 33个薄壳山核桃无性系果(核)性状以及产量的比较[J]. 中南林业科技大学学报,2016,36(1):40-45.
- [6] 张汇慧,吴彩娥,李永荣,等. 不同品种薄壳山核桃营养成分比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2014,38(3):55-58.
- [7] 俞春莲,王正加,夏国华,等. 10个不同品种的薄壳山核桃脂肪含量及脂肪酸组成分析[J]. 浙江农林大学学报,2013,30(5):714-718.
- [8] 常君,李川,姚小华,等. 薄壳山核桃无性系含油率及脂肪酸组成分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2017,42(8):51-57.
- [9] 陈芬,姚小华,滕建华,等. 薄壳山核桃无性系果实经济性状与品质比较[J]. 中国粮油学报,2016,31(8):68-74.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.029

不同坡位对青杨叶片养分的影响研究

俞青娟

(乐都区林业和草原局,青海 海东 810799)

摘要:对海东市乐都区药草台林场不同坡位成年青杨叶片养分含量及化学计量进行研究,揭示青杨在不同坡位的适应特征。结果表明:青杨叶片 C 含量明显高于全球植物叶片 C 含量均值,各坡位间 C 含量无显著性差异;坡位间 N 含量差异显著,均低于全国和全球植物叶片养分 N 含量平均水平;各坡位间 P 含量差异显著,均未达到全国和全球植物叶片 P 含量平均水平。文中对叶片养分含量特征及含量高低原因进行分析。青杨各坡位叶片 C:N 值均高于全球植物 C:N 化学计量特征平均水平,C:P 值明显低于我国阔叶林 C:P 均值,各坡位 N:P 值在 13.07~17.42 范围,表明青杨在上坡生长中受到氮限制,在下坡环境中受到磷限制,而在中坡环境下受到 2 种元素共同限制。结合该区域土壤养分分析,建议该地区上坡和下坡青杨林养护需追加氮肥和磷肥,确保青杨林正常生长所需养分;注重叶片堆肥和人工追肥 2 种方式来解决青杨生长中养分不足的问题;同时以林下经济和林下产业协同发展模式做好青杨林水土保持工作,以减少上坡表层土壤细粒被强风搬运到下坡沉积造成的土壤肥力差异。

关键词:青杨叶片;养分含量;养分特征;坡位;化学计量

中图分类号:S792.113;S718.511;S718.43 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0149-05

引文格式:俞青娟.不同坡位对青杨叶片养分的影响研究[J].林业调查规划,2020,45(4):149-153.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.029

YU Qingjuan. Effects of Different Slope Positions on Leaf Nutrients of *Populus cathayana* [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 149-153. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.029

Effects of Different Slope Positions on Leaf Nutrients of *Populus cathayana*

YU Qingjuan

(Ledu Bureau of Forestry and Grassland, Haidong, Qinghai 810799, China)

Abstract: The nutrient content and stoichiometry of adult *Populus cathayana* leaves on different slope positions in Yaocaotai Forest Farm of Ledu District, Haidong City were studied. The results showed that the C content of *P. cathayana* leaves was significantly higher than that of global plant leaves, and there was no significant difference in C content among different slope positions. The differences of N content and P content among different slope positions was significant, both of which were lower than the national and global average level. The analysis showed that C:N values of leaves on different slope positions were higher than those of global plant leaves, and the C:P values of leaves were significantly lower than those of broad-leaved forests in China. The N:P values ranged from 13.07 to 17.42, indicating that the growth

收稿日期:2020-02-07.

第一作者:俞青娟(1972-),女,青海海东人,工程师.从事林业工程造林、育苗、森林抚育、规划设计、森林管护及林业有害生物防治等工作.

of *P. cathayana* was limited by nitrogen on the upper slope, phosphorus on the lower slope, and both nitrogen and phosphorus on the middle slope. Based on the analysis of soil nutrients in this area, this paper suggested to add nitrogen and phosphorus fertilizer to meet the normal growth of *P. cathayana* on the upper slope and lower slope, pay attention to leaf composting and artificial topdressing to solve the problem of nutrient deficiency, strength the soil and water conservation by the collaborative development mode of undergrowth economy and undergrowth industry, and reduce the difference of soil fertility caused by the fine-grained soil transported by strong wind to the downhill deposit.

Key words: *Populus cathayana* leaves; nutrient content; nutrient characteristics; slope position; stoichiometry

植物叶片是植物储存养分、发挥同化作用的最重要器官,能够综合反应植物生长情况和对环境的适应状况。叶片养分含量的高低还可以间接反应土壤养分水平,对植物生长、生态系统养分评价具有重要作用。气候变化、生长阶段、环境变化和微环境因素等均会影响植物叶片养分,坡位作为一种地形因子,其变化影响光照、水量、土壤等环境因素作用于植物生长,间接影响植物生长养分系统^[1-3]。目前学界关于植物叶片养分的研究多集中在养分含量、养分动态、施肥方式与叶片养分的关系、养分吸收等层面,对阔叶树叶片养分相关研究除了上述研究方向外,还包括叶片养分与光合特性、幼苗叶片养分特征、阔叶树种营养元素等方面^[4-9]。近年来,坡位与叶片养分之间的相关研究开始出现,主要集中在不同坡位火力楠幼树叶片养分特性、坡位与阔叶乡土树种叶片养分研究层面,尚未出现关于青海地区坡位对青杨叶片养分的影响方面的研究报道^[10-12]。

青杨(*Populus cathayana* Rehd)是中国北方常见树种之一,属杨柳科大型落叶乔木,在青海地区已有 70 多年栽培历史。青杨生于谷、河岸和阴坡山麓,喜光稍耐阴,对寒冷气候、干旱瘠薄的土壤适应性较强,耐盐碱、抗病虫能力非常强,是一种典型的早期速生树种^[13]。青杨抗环境和生长能力较强,以其速生、抗旱、抗寒、抗病虫等特点在我国北方沙地分布非常广泛,常用于行道树、防护林、庭荫树、河滩绿化等。本文选取青海地区 10~15 年生青杨为研究对象,研究不同坡位青杨叶片养分差异,揭示青杨在不同坡位的适应性特征,为青海地区水土保持、生态可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

选择海东市乐都区药草台林场的青杨植株,分

析青杨叶片养分情况。林场位于乐都区南部,距乐都区中心 30 km,地处东经 102°09'50"~102°18'34",北纬 30°11'29"~36°18'24",在大地构造上属强烈上升的祁连山地,在拉脊山山脉东端孕长峡形成南高北低的地形,大部分地区坡度为 20°~35°,林区海拔多在 2 600~3 600 m 范围,属半干旱高原大陆性气候,土壤贫瘠,高寒、干旱、低温、立地条件差,年蒸发量大于年均降水量,生长期短,年均降水量 472~547 mm,年均温 2~15℃,无霜期 90~110 d。

1.2 试验方法

试验选取的青杨为 10~15 年生的成年林木,2019 年 5 月前(花期前)分别在上、中、下坡位选取 10 株样本,采摘 80 片成熟叶片并标记密封准备实验。放入 105℃ 烘烤杀青 20 min,再保持 80℃ 恒温烘干到恒重,测定叶片干物质积累,最终选取 30 片干物质重量趋近的叶片测定碳、氮、磷含量。其中,叶片氮含量测量采用国家标准方法——凯氏定氮法,液相色谱(HPLC)法测定叶片中磷含量,原子吸收分光光度法测定叶片碳含量^[14-16]。

1.3 数据处理

植物叶片中碳、氮、磷含量均采用质量含量(g/kg)计量,C:N、C:P 和 N:P 表示质量比,反映植物叶片养分特征。数据利用 Excel 汇总,借助 SPSS 22.0 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同坡位青杨叶片养分含量

2.1.1 不同坡位青杨叶片 C 含量

青杨叶片 C 含量测定结果为:上坡(528.37)>中坡(526.36)>下坡(525.11),各坡位之间 C 含量无显著差异(图 1)。

2.1.2 不同坡位青杨叶片 N 含量

青杨叶片 N 含量中坡最低,下坡最高,3 个坡位

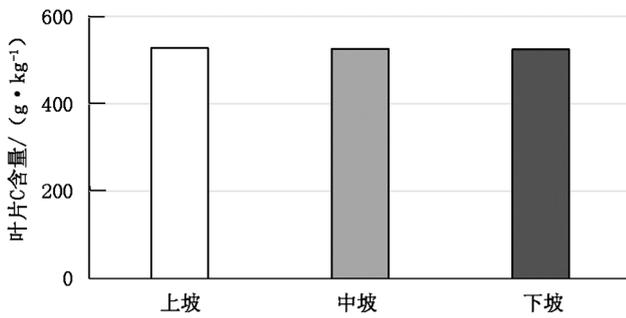


图 1 不同坡位青杨叶片 C 含量

Fig. 1 C content of *Populus cathayana* leaves on different slope positions

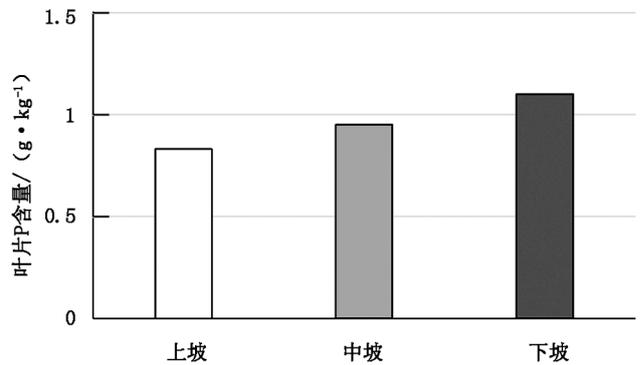


图 3 不同坡位青杨叶片 P 含量

Fig. 3 P content of *Populus cathayana* leaves on different slope positions

之间 N 含量差异显著 ($P < 0.05$)。其结果为:下坡 (16.55) > 上坡 (14.38) > 中坡 (12.26) (图 2)。

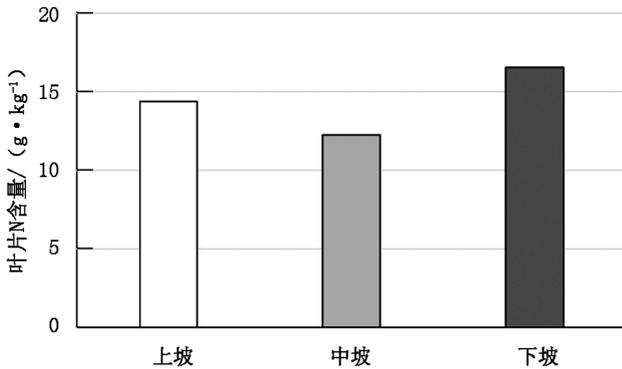


图 2 不同坡位青杨叶片 N 含量

Fig. 2 N content of *Populus cathayana* leaves on different slope positions

2.1.3 不同坡位青杨叶片 P 含量

青杨叶片 P 含量测定结果为:中坡 (0.83) < 下坡 (0.95) < 上坡 (1.10), 各坡位之间 P 含量差异显著 ($P < 0.05$) (图 3)。

2.2 不同坡位青杨叶片养分特征

青杨叶片在不同坡位的 C、N、P 化学计量比如表 1 所示。

从表 1 中可以发现,青杨叶片 C:N 在不同坡位计量为:上坡为 36.74、中坡为 42.93、下坡为 31.73; C:P 在上坡、中坡和下坡计量分别为:480.33、634.17、552.75; N:P 在不同坡位计量为:上坡为 13.07、中坡为 14.77、下坡为 17.42。

3 结论与讨论

3.1 不同坡位青杨叶片养分特征

不同坡位青杨叶片 C 含量分别为 528.37、526.36、

表 1 不同坡位青杨叶片化学计量比

Tab. 1 Stoichiometric ratio of *Populus cathayana* leaves on different slope positions

坡位	C:N	C:P	N:P
上坡	36.74	480.33	13.07
中坡	42.93	634.17	14.77
下坡	31.73	552.75	17.42

525.11 g/kg, 青杨叶片在不同坡位的 C 含量差别并不显著,但其含量明显高于全球植物叶片 C 含量均值 (20.1 mg/g)^[17]。出现这种情况的原因主要在于以下 2 方面原因:(1)本次研究以成年青杨叶片为研究对象,叶片干物质积累相对学界研究的中幼苗叶片较多,直接造成研究数值较大;(2)青杨的遗传特点、生长环境等导致叶片 C 含量偏高。西北地区青杨群体 DNA 多态性远远高于群体内,物种遗传差异性可能导致叶片碳物质积累较高^[18]。同时,本次研究样本选取在 5 月份前,处于植物生长养分代谢旺盛期,可能促进糖类在叶片中有效积累多。

本次研究中,各坡位青杨叶片 N 含量均低于全国 (20.2 mg/g) 和全球 (20.1 mg/g) 植物叶片养分水平^[19]。N 是植物生长中核酸、酶、激素、叶绿素等蛋白质的重要组成成分, N 与植物叶片光合作用密切相关。青杨叶片在下坡坡位 N 含量高于中坡和上坡,形成此种与坡位相关高低呈正比的 N 含量与该地风沙天数密切相关,长期的风沙将上坡阔叶席卷至下坡,长期堆积形成相对肥沃的亚高山黑钙土,下坡位土壤肥力明显高于上坡,成年青杨生长需要一定养分,直接造成下坡叶片 N 含量高于中坡和上坡。土壤是植物生长中养分的重要来源,研究表明,

植物叶片中的养分含量直接体现了植物对环境的适应性特征,生长中的 N 元素、P 元素等均源于土壤,叶片中的 N 含量与土壤中 N 含量密切相关^[20-22]。N 是植物生长的重要养分,青杨叶片养分研究只是保护青杨林的基础性研究,深入研究需进一步分析青杨成年生长养分需求量,结合海东市乐都区药草台林区青杨林土壤养分分析,合理配置林业日常养护氮肥,保证林业正常生长所需要的养分。注重上坡青杨林养分需求,对上坡青杨林做好养分保持工作,促进青杨林生态群落持续发展。

正常情况下,植物叶片养分 N、P 含量在不同坡位的含量应该一致,因为 N、P 两种营养元素主要源于土壤,在本次实验中,青杨叶片 P 含量上坡最高、下坡次之、中坡最低。所有坡位青杨叶片 P 含量均未达到全国植物叶片 P 含量平均水平(1.21 mg/g)和全球植物叶片 P 含量平均水平(1.42 mg/g)^[23]。出现上坡位 P 含量高于中、下坡位的情况与国内众多学者研究情况存在差异。植物叶片养分与坡位高低呈反比,主要原因是土壤养分流失所致。本次试验中出现上坡 P 含量最高的原因主要有以下 2 方面原因:(1)可能与青杨自身的遗传关系有关。在青杨生长过程中,叶片中的养分含量变化非常敏感,各成分之间的浓度变化由多种因素共同决定,对同一物候期、外界环境差异不大时出现了叶片营养成分逆环境的情形,可能是青杨特殊遗传特性对 P 需求和选择吸收上与一般植物存在差异。未来研究中需从青杨遗传学角度研究青杨遗传特点与叶片 P 含量之间的关系来证实这一假设;(2)青杨生长密度对于叶片 N 含量有影响,为保持水土,抵御风沙天气,试验地青杨林中坡相对密集,加之青杨异常发达的根系错综盘杂,上坡青杨养分、水分吸收相对充足,中坡青杨林密集,养分和水分吸收竞争较大。

为促进青杨林持续发展,保持该地水土,防护风沙,结合青杨叶片 N 含量现状,建议从 3 个层面入手解决青杨林 N 含量少、坡位含量差异问题。

1)研究青杨正常生长所需氮养分。通过叶片堆肥和人工施肥 2 种方式解决青杨生长养分不足的问题;

2)重视不同坡位青杨林养护工作。重视中坡、下坡青杨养分补给,强化人工干预,满足青杨林生长中所需养分,确保不同坡位青杨正常生长;

3)做好青杨林水土保持工作。大力发展林下经济,促进林下产业与林下经济协同发展,减少上坡表层土壤细粒被强风搬运到下坡沉积所造成的土壤

肥力差异。

3.2 青杨叶片的化学计量特征

青杨叶片内 C、N、P 等化学元素计量特征能有效反应植物生长发育进程中对营养成分的利用情况和对于恶劣环境、贫瘠环境的适应能力。其变化特征与生长率有直接关系,可以反映出青杨在生长过程中对于资源的利用和青杨林土壤养分循环现状,进而揭示青杨生长与环境之间的关系。C:N 和 C:P 表示青杨的固碳能力,综合反映青杨对于营养元素的利用效率与植物生长速度。C:N 和 C:P 值越大,表示青杨的固碳能力越强,营养元素利用效率越高、植物生长速度越快。本次研究中,青杨各坡位叶片 C:N 值分别为:36.74、42.93、31.73,均高于全球植物 C:N 化学计量特征平均水平(22.5)。C:P 值分别为 480.33、634.17、552.75,明显低于我国阔叶林 C:P 均值(758.0)。国内学者任运涛等研究发现,拥有较高的 C:N 值和较低 C:P 值的植物在单位氮、磷养分供给条件下,植物叶片氮养分利用效率相对较高,反之磷元素利用效率相对较低^[24-25]。本次试验青杨叶片 C:N 值明显高于全国平均水平,需要注重青杨林养护工作中氮元素和磷元素在植物生长中的作用,结合植物养分利用效率做好养护工作。N 是植物体内蛋白质、核酸等化合物的组成元素,对于植物的发育有着重要作用。P 是植物体内核酸、酶等多种化合物的组成元素,能够促进植物生长,增强植物抗旱、抗寒能力。N:P 值作为判断植物生长氮受限或者磷受限的重要指标之一,综合反映了植物特定的生长趋势。正常情况下,当 N:P<14 时,意味着植物生长更多地受到氮限制;当 N:P>16 时,意味着植物生长更多地受到磷限制。介于二者之间表示受到 2 种元素共同限制。本次不同坡位青杨叶片 N:P 化学计量研究中,上坡 N:P 值为 13.07,中坡为 14.77,下坡为 17.42。可见青杨在上坡生长中受到氮限制,在下坡环境中受到磷限制,而在中坡环境下受到 2 种元素共同限制。因此,针对该地上坡青杨林养护和下坡青杨林养护分别需要追加氮肥和磷肥,通过人工追肥的方式平衡青杨林生长,以发挥其良好的生态效益。

参考文献:

- [1] 王常顺,汪诗平. 植物叶片性状对气候变化的响应研究进展[J]. 植物生态学报,2015,39(2):122-124.
- [2] 陶冶,张元明. 古尔班通古特沙漠 4 种草本植物叶片与土壤的化学计量特征[J]. 应用生态学报,2015,26(3):

- 659-665.
- [3] 陈秋艳,王虹. 新疆天山一号冰川 10 种真藓属植物叶片结构的研究[J]. 植物研究,2016,36(6):818-826.
- [4] 高巧静,朱文琰,侯将将. 放牧强度对高寒草甸植物叶片生态化学计量特征的影响[J]. 中国草地学报,2019,41(3):69-71.
- [5] 宋彦涛,周道玮. 松嫩草地植物功能生态学研究[J]. 草地学报,2015,23(2):237-238.
- [6] 于海玲,李愈哲,樊江文. 中国草地样带不同功能群植物叶片氮磷含量随水热因子的变化规律[J]. 生态学杂志,2016,35(11):2867-2874.
- [7] 付姗,吴琴,郑艳明. 鄱阳湖沙山植物叶片与土壤 C:N、C:P 沿沙化梯度分布特征[J]. 长江流域资源与环境,2015(3):447-454.
- [8] 许沼山,赵延涛,杨晓东,等. 浙江天童木本植物叶片性状空间变异的地统计学分析[J]. 植物生态学报,2016,40(1):223-225.
- [9] 高景,王金牛,徐波. 不同雪被厚度下典型高山草地早春植物叶片性状、株高及生物量分配的研究[J]. 植物生态学报,2016,40(8):775-787.
- [10] 许祝菘,余明,王卓敏. 不同坡位火力楠幼树叶片养分的特性分析[J]. 绿色科技,2018(23):77-78,80.
- [11] 袁勇,李小英,刘晓梅. 纳板河自然保护区不同坡向和坡位的常绿阔叶林土壤养分[J]. 东北林业大学学报,2016(3):12-15.
- [12] 樊艳荣,陈双林,杨清平. 陡坡地毛竹林多花黄精种群生长和生物量分配的坡位效应[J]. 热带亚热带植物学报,2012(6):21-26.
- [13] 王溢. 基于 label-free 技术的青杨 3 个叶位叶片比较蛋白质组学分析[J]. 华中农业大学学报,2019,38(4):78-80.
- [14] 黄增冠,喻卫武,罗宏海. 香榧不同叶龄叶片光合能力与氮含量及其分配关系的比较[J]. 林业科学,2015,51(2):44-51.
- [15] 程茜菲. 高效液相色谱法同时测定丹参中 6 种化学成分的含量[J]. 西北药学杂志,2016,31(6):551-554.
- [16] 金烈. 原子吸收分光光度法测定燕麦中微量元素[J]. 应用化工,2015,44(1):187-189.
- [17] LI C, ZHAO G D, WANG B. Interspecific Differences and Correlation among Leaf Structural Traits of Three Plant Seedlings of Lauraceae in the Mid-Subtropical Zone of China[J]. Plant Science Journal,2016(3):122-124.
- [18] 索玉静. 青杨全同胞异源三倍体群体表观遗传变异研究[D]. 北京:北京林业大学,2016.
- [19] CHOI B, LEFFLER J. Leaf Tissue C:N is Modified by Growing Season and Goose Grazing Phenology in a Sub-Arctic Coastal Wetland of Western Alaska[J]. Plant Science Journal,2015(6):106-109.
- [20] 郑媛,郭英荣,王满堂. 武夷山不同海拔梯度黄山松叶片养分含量及其再吸收效率[J]. 安徽农业大学学报,2017,44(3):415-421.
- [21] 尹意婷,白尚斌,程艳艳. 氮磷配施对青冈、苦槠幼苗生物量分配及叶片养分含量的影响[J]. 西南林业大学学报,2015(4):59-61.
- [22] 徐超,王雪梅,陈波浪. 不同树龄库勒勒香梨叶片养分特征分析[J]. 经济林研究,2016,34(3):22-29.
- [23] CUI B H, YANG C L, YANG J P. Effect of Different Leaf Pruning Patterns on Growth and Leaf Polyphenol Content in White Burley[J]. Plant Science Journal,2015(11):223-226.
- [24] 朱育锋,吴玲,彭晚霞. 广西不同林龄桉树人工林叶凋落物-土壤 C、N、P 生态化学计量特征[J]. 中南林业科技大学学报,2019(6):92-98.
- [25] 任运涛,徐翀,张晨曦. 贺兰山青海云杉针叶 C、N、P 含量及其计量比随环境因子的变化特征[J]. 干旱区资源与环境,2017,31(6):185-191.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.030

基于区域品牌创建视角的欠发达地区软实力提升策略研究

陈绪教¹,姚晓玮²

(1.安康学院陕南生态经济研究中心,陕西安康725000;2.西北农林科技大学经管学院,陕西杨凌712100)

摘要:区域软实力是区域综合实力的重要组成部分,欠发达地区创建区域品牌是提升区域软实力的有效途径。基于对区域软实力、区域品牌相关文献的梳理,论证欠发达地区区域品牌与区域软实力的关联性,并以安康市创建富硒区域品牌提升区域软实力为例,依托区域特色资源禀赋,发展富硒特色产业集群,创建“中国硒谷”区域品牌,形成政府主导、各行为主体参与的区域创新网络,提升区域软实力,促进区域品牌演化和延伸,带动区域产业融合发展,提升区域竞争力。

关键词:欠发达地区;区域软实力;区域品牌;特色产业集群;系统耦合;安康市

中图分类号:F124.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0154-05

引文格式:陈绪教,姚晓玮.基于区域品牌创建视角的欠发达地区软实力提升策略研究[J].林业调查规划,2020,45(4):154-158. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.030

CHEN Xu'ao, YAO Xiaowei. Strategy for Soft Power Enhancement in Underdeveloped Areas from the Perspective of Regional Brand Building [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 154-158. doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2020. 04. 030

Strategy for Soft Power Enhancement in Underdeveloped Areas from the Perspective of Regional Brand Building

CHEN Xu'ao¹, YAO Xiaowei²

(1. Shaannan Eco-economy Research Center, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000, China;
2. College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The soft power is an important part of regional comprehensive strength, and the establishment of regional brand is an effective way to enhance regional soft power in underdeveloped areas. This paper demonstrated the correlation between regional brand and regional soft power in underdeveloped areas based on the literature review, and took the Se-enriched regional brand in Ankang City for soft power enhancement as an example to illustrate the regional innovation network and coordinated development featured in government leadership and full participation of various parties relying on the exploitation of characteristic Se-enriched resources, development of Se-enriched industrial clusters and building of Ankang Se-enriched regional industry brands (“China Selenium Valley”), in order to enhance the regional soft power and promote the regional brand evolution and extension for integrated industrial development and improved regional competitiveness.

Key words: underdeveloped areas; region soft power; regional brand; characteristic industrial cluster; system coupling; Ankang City

收稿日期:2020-02-11.

基金项目:中国富硒产业研究院富硒专项研发计划项目“安康富硒区域品牌:形成机理、效应及提升策略研究”(2018FXZX04-09);2019年国家级大学生创新创业训练计划项目“陕南富硒茶品牌整合研究”(201911397021).

第一作者:陈绪教(1977-),男,陕西旬阳人,硕士,教授.主要从事区域经济、产业经济发展研究. Email:415177869@qq.com

市场经济的实质是竞争。随着中国市场经济体制改革的深入和完善,区域竞争日趋激烈。区域竞争的结果形成了综合实力强的东南沿海“发达地区”和综合实力弱的中西部“欠发达地区”非均衡发展的格局,且这种格局有进一步加剧的趋势。区域竞争力体现为区域综合实力的高低,区域综合实力由“硬实力”和“软实力”2方面构成^[1]。欠发达地区综合实力弱不只是单纯地体现在资源、经济、科技等硬实力方面,究其深层原因是缺乏以区域文化、政府公共服务、人力素质等非物质要素为基础的区域软实力。目前学者们对区域软实力概念、形成机理及其与区域经济的关系进行了较为丰富的研究,而针对欠发达地区如何提升区域软实力的研究较少。

长期以来,以GDP作为衡量区域综合实力的重要指标,导致区域产业同质化恶性竞争,欠发达地区由于历史原因及自然基础条件差在区域竞争中始终处于劣势地位。随着区域软实力理论的研究,依托区域优势资源禀赋,根植性地域文化培育区域品牌,提升区域形象,增强区域感召力、凝聚力、创造力与吸引力等软实力,以软实力带动区域经济转型升级成为提升区域竞争力的重要途径,这为欠发达地区实现后发优势提供了理论借鉴。

1 区域软实力研究现状

“软实力”的概念最早是由美国学者约瑟夫·奈在1990年《外交政策》上刊发的《软实力》一文中提出,是指“通过吸引别人而不是强制他们来达到你想要达到目的的能力”,后经补充、扩展和完善形成软实力理论^[2]。此后,国内学者将软实力理论应用范围从国家层面向区域、企业、个人等层面延伸,其中,区域软实力成为区域管理研究的热点。

通过文献梳理,中国学者对区域软实力研究主要涉及其概念、构成要素、作用机理、衡量指标及与区域经济发展的关系等。在区域软实力的概念界定方面,马庆国等^[3]研究认为,区域软实力是在区域相互竞争中,建立在区域文化、政府公共服务、人力素质等非物质要素之上的政府公信力、社会凝聚力、特色文化的感召力、居民的创造力和对外吸引力等力量的总和。陈正良^[4]从区域发展的视角指出,区域软实力由政治公信力、社会凝聚力、区域文化(感召力和辐射力)、制度创新、区域人口和区域信用、区域形象等要素构成,体现了区域综合实力、可持续发展能力和发展品位。吕淑丽^[5]从区域资源禀赋的角度认为,区域软实力来自硬实力,且二者相互作

用、相互依存,并为区域软实力形成提供了分析框架。童星等^[6]指出地方性知识在区域软实力形成中起到重要作用。一些对区域软实力构成要素的研究指出,区域软实力包括区域文化、公共管理、人口素质3要素^[7];也有研究指出城市软实力包括文化号召、教育发展、科技创新、政府执政、城市凝聚、社会和谐、商务吸引、形象传播、区域影响、信息推动等十大类^[8]。在对区域软实力的评价体系研究方面,马庆国等^[3]构建了23个评价指标;龚娜等^[9]构建了一个由5个维度、55个指标构成的3层评价体系。此外,孙爱霞等^[10]、林平凡等^[11]研究了软实力对区域发展的影响。上述研究为区域软实力建设提供了思路,但如何在实践中提升区域软实力,特别是欠发达地区采取何种途径提升区域软实力的研究还不够,这也导致区域软实力理论在指导欠发达地区实践操作层面难以发挥有效作用。

2 区域品牌相关理论研究

近年来,培育和建设区域品牌成为提升区域竞争力的有效途径之一。国外学者使用区域品牌概念是以“Place Branding”、“Local Brand”和“Regional Brand”等在特定区域销售中广泛使用,其中包括*Place Branding*杂志主编Simon Anholt提出的“Place Branding”表明特定地理范围的品牌化^[12],而Ashworth G J则认为区域品牌是特定地理区域及产品(服务)的标志,区域品牌包括但不仅局限于区域内的产品、服务、产业、企业、自然地理、资源环境、人口文化、社会系统等^[13]。

对区域品牌的研究,国内主流观点包括:(1)从产业集群化发展角度认为区域品牌是指特定行政或地理辖区内具有比较优势的“产业集群”,经过长期演化而形成或创建的为区域内产业、企业所共有的,在市场占有率有较大份额和影响力的知名品牌,体现了该产业集群演化的历史与现状,代表区域产业集群的整体形象,也是一个识别系统,由区域(地名)和产业(产品)名称为核心要素构成,其在法律层面体现为集体商标和地理标志;(2)从独具特色的地方名优产品角度,区域品牌是指在特定地理范围内的,在市场上具有较高知名度的特色名优产品,由于独特的制作工艺、悠久的历史传承,使该产品获得顾客信任,给顾客形成心理认可的良好印象,如法国葡萄酒、瑞士钟表、荷兰郁金香、意大利服装设计、景德镇瓷器;(3)以特定地理区域或行政区域地理范畴将区域品牌定义为国家、区域、城市等特定地理区域

或行政区域的品牌。随着区域品牌在塑造区域形象、推动区域传播、提升区域竞争力等方面重要性日益凸显,当前对区域品牌理论研究颇多,如胡大力等^[14]、张光宇^[15]、李明武等^[16]对区域品牌的概念进行了界定;杨建梅等^[17]、周军^[18]、何吉多等^[19]对区域品牌生成机理进行了研究;史海英^[20]、熊爱华^[21]、王卫红等^[22]、林敏等^[23]对区域品牌的建构及机理进行了较为系统的研究。

梳理国内外学者对区域品牌的研究,区域品牌建立在区域特性、产业实力及区域整合力之上,具有根治性、内聚性、竞争性、辐射性、协同性、创新性等特征。其中区域特性包括区域资源禀赋、区域文化、自然地理,是区域品牌形成的环境和前提条件;产业实力是指区域产业集群的形成,在全国乃至世界范围内均有较强的产业竞争力;区域整合力包括区域政府公共服务能力、居民素质、创新力等。区域特性决定了区域品牌的根治性、内聚力,产业实力决定了区域品牌的竞争力、辐射力,区域整合力决定了区域品牌的协同力和创新力。区域品牌代表着区域及产业整体形象,以品牌的磁场效应、集聚效应、协同效应和创新效应形成区域感召力、吸引力、协同力和创新力等,促进区域经济、社会的发展,是区域软实力的重要组成部分,成为提升区域竞争力的有效途径。

3 欠发达地区区域品牌与区域软实力的关联性

3.1 区域品牌的创建

欠发达地区创建区域品牌是提升区域竞争力的有效途径。区域品牌的区域特性、产业实力及整合力等要素诉求要求其创建过程必须满足这些特征。在创建过程中要深挖区域特色资源禀赋、特色文化底蕴,从而培育地方特色优势产业。通过政府政策及公共服务能力的提升整合各产业要素在区域范围内相互联系和作用,并在合作过程中形成区域特色优势产业集群及创新网络,实现区域产业在不断关联、融合、延伸中调整、演化而趋向各项资源得到充分的利用,并获得最佳的综合效益和综合竞争实力。

3.2 以区域品牌创建提升软实力

创建区域品牌是区域优势资源的整合、区域根植特性的挖掘、区域整体形象的塑造,其创建过程是将特定区域最具价值的资源挖掘、开发出来,从而形成特定区域的内聚力、感召力、自信力、创造力,共同构成特定区域的软实力。因此,欠发达地区区域软实力的提升过程就是区域品牌创建的过程,区域品

牌创建是提升欠发达地区软实力的有效途径。

1) 区域品牌是一个区域内共有、共享的品牌,代表着区域整体形象、区域政府的公信力和服务能力,政府在区域品牌创建和维护过程中扮演重要角色。特别是欠发达地区,政府在区域品牌的建设过程中应起到主导作用,通过主导产业规划、公共政策供给、基础设施环境优化、对外形象塑造及宣传等形成有效的吸引力和内聚力,使区域内优势资源得到有效开发,形成优势特色资源产业集群化发展,以产业集群的聚集效应吸引资金、技术、人才向区域内流动,促使区域产品(服务)向外延伸,参与市场分工,形成产业集群动态创新网络,进而提升区域产业竞争力与品牌形象。

2) 区域品牌的独特性及动态演化的根基源于区域资源禀赋、特色文化。区域主导产业的选择只有建立在区域最具优势的资源禀赋基础之上,并附着区域特色文化,才能形成区域品牌的根植性、独特性,其决定着区域品牌发展演化的持久性。

3) 区域品牌是区域内各行为主体共享的品牌,各行为主体的参与性、创造力对区域品牌的维护起关键性作用。区域行为主体不仅包括政府、企业,还包括学校、行业协会组织、社区、居民等,他们不仅是区域品牌的受益者,以区域品牌为自豪,增强其自信力和凝聚力,而且成为在正式和非正式场合品牌价值宣传者和维护者,是区域品牌创造力的力量源泉。

3.3 区域品牌与区域软实力的系统耦合

创建区域品牌是一项各种力量整合的系统性工程,包括政府公共服务能力、区域特色文化挖掘、居民综合素质提升及区域创新氛围等区域要素的系统耦合,形成区域政府公信力、社会凝聚力、特色文化感召力、居民创造力和对外吸引力等,这些要素共同构成了区域软实力。区域软实力的提升进一步增强区域品牌价值的竞争力,促进区域社会经济高端化发展,从而走向良性循环。欠发达地区区域品牌的创建与区域软实力的提升是一种系统耦合关系。一方面,区域品牌创建是其区域软实力提升的有效途径,通过创建区域品牌,欠发达地区动员并整合了区域软实力建设的各行为主体的凝聚力、创造力和吸引力;另一方面,区域品牌的延伸和生命力来源于区域软实力,区域软实力为区域品牌发展培植文化土壤,塑造区域品牌的根植性,增强区域品牌文化底蕴,促进区域品牌演化、延伸并向更高阶段发展。这种系统耦合是要素共生性耦合、结构的耦合和力量

的耦合。

4 以创建区域品牌提升区域软实力的实证研究

安康市位于中国陕西省东南部,居川、陕、鄂、渝4省市交接处。由于长期受交通、自然环境、国家发展战略及制度供给等影响制约,经济社会发展明显滞后,被列为国家重点贫困地区,属于典型的西部欠发达地区。但是随着国家发展战略的调整,包括西部大开发、新农村建设、秦巴山区集中连片扶贫、精准扶贫等政策的实施,安康市基础设施建设得到改善,生产要素流动性增强,逐步参与到区域市场分工和竞争。区域发展首先是区域产业经济的发展,而区域产业经济的可持续发展依托于区域软实力所提供的潜质及持续不竭的动力源泉。作为国家重点生态功能区和水源涵养区,安康市属于限制和禁止开发区,工业基础薄弱,如何在区域竞争中依托区域资源禀赋优势发展区域特色产业,实现区域经济社会发展和自然环境生态良性循环,提高城市竞争力,成为各界关注的焦点。

4.1 依托区域特色资源禀赋发展区域特色产业,创建“中国硒谷”区域品牌

欠发达地区要想在日趋激烈的区域竞争中获得市场认可,参与市场分工,必须依托其独具特色的资源禀赋。近年来,随着微量元素硒对人体健康功效的研究进展,利用富硒资源和硒元素开发富硒食品,成为富硒区产业发展的有效途径。1980年在安康市紫阳县发现硒资源,相关勘查统计发现,全市以紫阳为中心的10个县区大部分土壤均处于天然硒资源富有的生态环境之中,具有富硒区域面积大、土壤含硒资源优质、生态环境保护良好的资源禀赋,成为开发富硒产业的优势区。全市抓住硒与健康的产业发展机遇,积极培育发展富硒产业,富硒产业的快速集群化发展提升了区域产业实力,客观要求创建区域品牌,以区域品牌整合区域力量,规范企业行为,提升区域整体形象,进而增强区域产业竞争力。截至2018年富硒产业产值超过487亿元,保持30%以上的增长,富硒产业成为安康市调整产业结构、发展区域特色农业的主导产业(表1)。

安康市已建成富硒农产品基地34.67万hm²,组织全市实施富硒产业重大科技项目46项,争取项目资金共1997万元,专利授权65项,培育科技型企业194家、高新技术企业11家,研发了富硒速溶茶粉、绞股蓝籽油、魔芋新型膳食纤维饮品等新产

品80

表1 2009—2018年安康市富硒产业发展状况

Tab.1 Development of Se-enriched industry in Ankang City from 2009 to 2018

时间/年	产值/亿元	增长率/%
2009	24	39.5
2010	40	36.1
2011	59	42.7
2012	94	59.3
2013	129	38.3
2014	176	35.4
2015	233	32.3
2016	304	30.5
2017	397	30.6
2018	487	22.7

注:资料根据安康市统计公报数据整理。

余个;全市有效注册含硒商标41件,涉硒相关产品商标1200件,地理标志商标12件,地理标志保护产品6件,32家企业和38个产品获得安康市富硒食品产品专用标志认证,先后获得“全国魔芋之乡”、“全国富硒茶之乡”、“全国富硒产业基地”等区域品牌称号,“中国硒谷”正在成为安康市的地域品牌和城市名片。

4.2 以“中国硒谷”区域品牌整合区域要素,提升区域软实力

区域品牌是区域内各行为主体共享的品牌,具有公共性特征。在区域品牌发展初期,政府需凸显其主导地位。

1)通过产业规划、政策引导逐步带动相关行为主体参与品牌建设和维护。在创建“中国硒谷”区域品牌的过程中,安康市政府首先有针对性地制定并落实包括《关于推进富硒食品产业发展的意见》、《安康市富硒食品产业发展规划纲要》等产业政策,为富硒产业发展创造了良好的政策环境。

2)通过安康市科技局项目立项等方式积极动员地方高校及相关科研院所组建陕西省富硒食品质量监督检验中心,搭建富硒食品质量检测、管理技术服务平台等,有力地整合区域相关力量参与,形成区域创新网络,激发区域创新力和协同力。

3)通过颁布《安康市富硒食品专用标志管理办法》等富硒食品标志制度,采取政策鼓励、宣传倡导、财政补贴、产品评比等方式营造良好的品牌建设氛围,加强质量执法的严肃性和公正性,提高区域品

牌的公信力。

另外,创建“中国硒谷”(安康市富硒食品产业网)、陕南汉水文化研究院、秦巴山区区域经济研究中心等,挖掘、宣传区域特色文化,形成其感召力、凝聚力和吸引力。建立在区域特色资源禀赋、产业实力提升和力量整合基础上的“中国硒谷”安康区域品牌形成了区域软实力,从而成为安康区域经济社会发展的“名片”。

4.3 以区域软实力促进区域品牌延伸,提升区域竞争力

区域品牌随着区域特色产业不断发展和延伸并向更高阶段发展,品牌延伸不仅能提升新产品研发的成功率,还能强化原品牌在顾客心目中的地位,提升认知度、知名度和美誉度,增加原品牌的市场占有率等^[24]。区域品牌的动态演化与延伸依托于区域政府的公共服务能力、区域特色文化感召力、居民创造力等区域软实力,其决定着区域品牌发展的潜质。安康市在区域品牌建设过程中不断增强政府公共服务能力,通过政府主导和政策引导,以富硒产业发展创建“中国硒谷”区域品牌,整合区域内大专院校、科研院所和企业,积极挖掘地方特色文化,形成区域创新网络,不断提升区域软实力。区域软实力的提升增强了区域行为主体的自信力、凝聚力、吸引力等,吸引区域内外相关力量参与区域发展,促进富硒产业集群演化和更高层次发展,以区域品牌的创建融合秦巴山区特色文化及生态环境,促进区域特色生态农业与特色旅游业的产业融合,实现区域产业链延伸和区域品牌延伸,从而带动区域向更高层次演进和发展,不断提升区域竞争力。

5 结论

欠发达地区通过创建区域品牌可以使区域特色优势资源得到有效开发,促进区域特色产业集群化发展,整合区域内政府、企业、大学及行业协会组织、社区居民参与地方经济社会发展,形成区域政府公信力、特色文化感召力、社会凝聚力、居民创新力和对外吸引力等区域软实力。欠发达地区以产业集群创建区域品牌,是提升区域软实力的有效策略选择;而区域软实力的提升促进区域品牌重新整合、延伸和高端发展,形成区域品牌与区域软实力的系统耦合、良性互构,协同推进区域经济社会高质量发展,最终提升区域发展的市场竞争力。

参考文献:

- [1] 初庆东,刘金源.提升区域竞争力软实力的路径新论[J].区域经济评论,2013(5):60-64.
- [2] NYE J. Soft Power[M]. USA:Public Affairs,1990.
- [3] 马庆国,楼阳生.区域软实力的理论与实施[M].北京:中国社会科学出版社,2007.
- [4] 陈正良.论增强区域发展的“软实力”[J].社会主义研究,2005(2):105-107.
- [5] 吕淑丽.基于资源禀赋的区域软实力的形成机理[J].系统科学学报,2011(2):79-81.
- [6] 童星,严新明.论地方性知识在区域软实力中的核心作用[J].社会科学家,2014(5):84-87.
- [7] 唐晋.论剑:崛起进程中的中国式软实力[M].北京:人民日报出版社,2008.
- [8] 朱孔来,亓庆亮,郭春燕.对区域软实力理论框架体系的思考[J].济南大学学报(哲学社会科学版),2011(6):1-8.
- [9] 龚娜,罗芳洲.“城市软实力”综合评价指标体系的构建及其评价方法[J].沈阳教育学院学报,2008(12):31-34.
- [10] 孙爱霞,韩培花.“软实力”提升与河北区域发展[J].河北学刊,2009(5):226-228.
- [11] 林平凡,高怡冰.软实力发展对区域核心竞争力的提升作用——以广东为例[J].科技管理研究,2013(19):238-242.
- [12] ANHOLT S. Editor's foreword to the first issue[J]. Place Branding,2004,1(1):4-11.
- [13] ASHWORTH G J,VOOGD G J. Selling the city:marketing approaches in public sector urban planning[M]. London:Belhaven,1990.
- [14] 胡大力,湛飞龙,吴群.区域品牌机理与构建分析[J].产业经济论坛,2005(4):29-32.
- [15] 张光宇.浅论区域品牌[J].江苏商论,2005(5):69-70.
- [16] 李明武.论产业集群的区域品牌战略[J].江苏商论,2008(7):31-33.
- [17] 杨建梅,黄喜忠,张胜涛.区域品牌的生成机理与路径研究[J].科技进步与决策,2005(12):22-24.
- [18] 周军.基于企业集群的区域品牌生成机理探析[J].管理观察,2008(10):84-86.
- [19] 何吉多,朱清海,李雪.基于产业集群的农产品区域品牌生成机理研究[J].乡镇经济,2009(1):103-107.
- [20] 史海英,黄文杰.企业集群品牌构建模式探讨[J].商业时代,2006(7):49-50.
- [21] 熊爱华.基于产业集群的区域品牌培植模式比较分析[J].经济管理,2008(16):81-82.
- [22] 王卫红,陈伯荣.广东省专业镇区域品牌构建路径研究[J].广东科技,2008(5):16-17.
- [23] 林敏.区域品牌建设研究[D].上海:华东师范大学,2010.
- [24] 于春玲,李飞,薛镭,等.中国情境下成功品牌延伸影

响因素的案例研究[J]. 管理世界, 2012(6): 147-161.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.031

浅议国际一流博物馆的标准

杨清¹, 刘辉², 吴展奎³, 袁慧坤¹, 许再富⁴

(1. 中国科学院昆明植物研究所昆明植物园, 云南 昆明 650201; 2. 云南骏宇国际文化博览股份有限公司, 云南 昆明 650228; 3. 昆明市机关事务管理局呈贡苗圃, 云南 昆明 650205; 4. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666300)

摘要: 对国际、国内知名博物馆的建设管理进行分析研究, 并与其部分知名博物馆负责人交流, 认为应当紧紧围绕博物馆的主要功能, 从博物馆建筑体量与特色、藏品与展览、科技手段与网络运用、学术成果与国际影响、服务设施与运行管理、文化交流与观众等方面探讨建设国际一流博物馆的标准和国内在建设国际一流博物馆时应重点考虑的建设内容, 以期为即将规划建设国家植物博物馆提供借鉴。

关键词: 国际一流; 博物馆; 标准; 藏品; 建筑特色

中图分类号: G268 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2020)04-0159-05

引文格式: 杨清 刘辉 吴展奎, 等. 浅议国际一流博物馆的标准[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4): 159-163.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.031

YANG Qing, LIU Hui, WU Zhankui, et al. Discussion on Standards of International First-class Museums[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 159-163. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.031

Discussion on Standards of International First-class Museums

YANG Qing¹, LIU Hui², WU Zhankui³, YUAN Huikun¹, XU Zaifu⁴

(1. Kunming Botanical Garden, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China;
2. Yunnan Junyu International Cultural Exposition Co., Ltd., Kunming 650228, China;
3. Chenggong Nursery, Kunming Administration of Government Affairs, Kunming 650205, China;
4. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla, Yunnan 666300, China)

Abstract: By studying the construction and management of international and domestic famous museums, and communicating with some directors, this paper focused on the main functions of the museum and discussed the construction standards and contents of the international first-class museum in China from the aspects of building volume and characteristics, collection and exhibition, technology and network application, academic achievements and international influence, service facilities and management operations, and cultural exchanges and audiences, to provide the reference for the forthcoming planning and construction of the National Botanical Museum.

Key words: international first-class; museum; standard; collection; architectural features

收稿日期: 2019-12-19.

第一作者: 杨清(1968-), 男, 重庆忠县人, 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

近年来国内一些大博物馆在确定发展定位时提出了创建世界一流博物馆的宏伟构想,如上海博物馆在 20 世纪 90 年代筹建新馆时就提出了“国内领先、世界一流”的建馆目标,近年来南京博物院也提出建设“国内领先、国际一流”博物馆的发展战略。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,得到国家有关部委认可和众多科学家的支持。昆明市委市政府高度重视国家植物博物馆的建设工作,邀请国内外博物馆界、植物园界的 30 位知名专家组成咨询委员会,就国家植物博物馆规划、建设、运营中带有长远性、全局性和战略性的重大问题,提供咨询建议。2017 年 7 月 25 日在深圳第 19 届国际植物学大会期间,昆明市和中科院昆明分院等在滇机构共同策划并成功举办了国家植物博物馆项目推介会以及国际专家咨询会系列活动,在全球植物学界引起了强烈反响。许多国际知名专家对中国拟建国家植物博物馆给予充分肯定,认为这是中国为全球生物多样性保护做出积极贡献的具体体现,也是提升中国在该领域国际地位的重大机会,对全世界都非常重要。在国际咨询会、专家座谈、调研考察以及国家有关部委的指导意见中,都认为在昆明建设国家植物博物馆有利于加强我国植物资源和生物多样性的保护,对云南省乃至国家的生态文明建设都有积极意义,将填补国内空白。同时,昆明市委市政府提出,国家植物博物馆需按照“国内顶尖、国际一流”的定位与标准,高水平规划建设^[1]。因此,对国际一流博物馆的标准进行探讨,在理论和实践方面都具有十分重要的现实意义。

但在博物馆界,怎样来判断国际一流博物馆?并且由谁来下这样的判定?国内外众多专家进行了探讨。中国人民革命军事博物馆的李斌从馆藏文物的独特性、基本陈列的经典性、学术研究的创新性、管理运用的科学性、社会和受众的满意度 5 个方面探讨了世界一流博物馆的基本特征^[2];台北教育大学的林咏能教授进行了国际博物馆评估比较研究^[3],从各国博物馆的绩效评估指标来看,都把参观人数及观众满意度、教育活动、网络使用与可供查阅的馆藏数量、藏品管理与展览成效、研究与成果、国际交流等作为重要的评价核心指标;李耀申等人以南京博物院为例,从加强思想道德建设、提升管理服务水平、注重文化建设内涵 3 个方面浅谈了建设国内领先、国际一流博物馆的具体设想。在 2005 年“国际博协与文化遗产保护”研讨会上,国际博协主席亚历山德拉·库敏斯女士提出了 6 项标准:(1)

遵守国际博协职业道德准则;(2)藏品得到完善的管理和保护;(3)为公众提供类型多样和有效的服务(藏品使用率高,观众有更多机会接触藏品,信息提供的有效性,资源最大限度地为公众所利用,保护和展示技术广泛应用);(4)尊重文化多元性和尊重传统文化;(5)知识和技能实现共享传播;(6)在运行上有效执行国际博协准则,建立有效防止文物受到破坏的规范。之后,法国卢浮宫馆长认为“独一无二的特色建筑、数量众多的文物藏品、络绎不绝的参观观众”是国际一流博物馆的重要体现。同时,在许多场合,众多专家都从不同侧面探讨了国际一流博物馆的标准和具体形式,这些都或多或少的涉及到了建设国际一流的标准和具体形式,但都不系统。目前为止,还没有专门评价国际一流博物馆的标准和具体内容。

作者通过对法国卢浮宫、英国大英博物馆、俄罗斯艾尔米塔什博物馆、美国大都会博物馆、德国森根堡自然博物馆、梵蒂冈博物馆(The Vatican Museum)以及中国的故宫博物院等国际知名博物馆建设管理的分析研究,同时与上海自然博物馆、首都艺术博物馆等国内部分博物馆负责人进行交流,认为国际一流博物馆的标准应当紧紧围绕博物馆的主要功能,从博物馆建筑体量与特色、藏品与展览、科技手段与网络运用、学术成果与国际影响、服务设施与管理运行、文化交流与观众等方面进行评判。由此提出了判断一个博物馆是否达到国际一流的基本标准,其目的是抛砖引玉,引起大家的共同关注,为国家植物博物馆的建设提供借鉴。

1 有相当规模并独具特色的博物馆建筑群

建筑是博物馆最大的展品。建设一定体量的主场馆是必要的,国际上一些有建筑特色的博物馆,让人流连忘返、印象深刻。法国卢浮宫金字塔形的玻璃入口、“蝴蝶效应”之毕尔巴鄂古根海姆博物馆、“太空船建筑”尼迈耶当代艺术博物馆、“奇特外貌”旧金山艺术馆、“海螺结构”的美国纽约古根海姆博物馆、“文化工厂”蓬皮杜现代艺术博物馆以及意大利罗马 MAXXI 博物馆、美国丹佛艺术博物馆、加拿大超现代皇家安大略博物馆和建成不久的美国佛罗里达州萨尔瓦多达利博物馆、巴拿马生物多样性博物馆等博物馆,其建筑已经成为这座城市甚至这个国家的文化新地标。

我们常讲的,“山不在高,有仙则灵,水不在深,有龙则灵”。国家植物博物馆的建筑风格和特色对

建设国际一流的植物博物馆尤为重要,也许主场馆的体量不一定需要最大,世界上也有许多著名博物馆主体建筑体量都不大,但建筑风格和特色很鲜明。建筑风格、颜色、内饰等能体现中国元素、昆明特色、植物特点,将有中国韵味的传统建筑、昆明建筑特色和世界先进流行的建筑风格相结合,让人一看就能品味到其中的中国韵味、昆明特色和植物特点。如中国传统的“牌楼”风格、“祥云”纹案以及“凤凰”的象征符号等。因此,形成有自己特色的建筑风格是非常有必要的。

2 有丰富的特色藏品并得到充分展览

藏品是博物馆生存的物质前提,任何一个博物馆都必须拥有藏品,没有藏品,就不能称之为博物馆。藏品中的自然标本,不仅可以反映宇宙的结构、自然资源的分布、生物的繁衍、动植物的进化,也可以帮助人们了解过去、把握现在、探索未来、了解自然界的发展规律,不仅具有历史价值,还有很高的科学价值。博物馆中的文物藏品质量和数量,会在很大程度上影响着博物馆业务能力的发挥和社会效益。当文物和自然标本被博物馆收藏时,它们就升华出了巨大的意义,成为了宝贵的科学、文化资源和财产。馆藏藏品的多寡、品位的高低,标志着一个博物馆的社会地位优劣。比如大英博物馆、美国大都会艺术博物馆、法国卢浮宫、俄罗斯的艾米塔什博物馆、加拿大皇家安大略博物馆等世界著名博物馆,无一不以藏品的质量高、数量多著称。因此拥有成体系、成规模、质量高且富有特色、承载着厚重历史文化信息的国内外藏品是成为一流博物馆的物质基础。同时,利用丰富而有特色的藏品,采用国际先进的理念和技术设施,举办多个世界性的展览介绍各国地区的文化艺术,展出全国各地和世界各国的文物精品,使展览达到国际先进水平,并成为国内外文化的汇集地和交流中心,以加强各国优秀文化交流,促进人类文明进步。比如大英博物馆用自己的藏品能够同时举办亚洲、非洲等地的展览,足不出馆即可一览各国文化精华。

当然各馆收藏国际化有其历史、政治、经济原因,而目前进行国际化收藏对于博物馆而言困难越来越大,尤其对发展中国家的博物馆来说,困难之大就可想而知。由于现在的《生物多样性公约》等国际规则,我们已经很难从中国之外获得较多植物的活体和标本,因此,在藏品方面我们不必在规模上和数量上与国外一流博物馆争高低。在这种情况下,

首先应充分依靠并利用中国科学院昆明植物研究所的野生植物种质资源库(目前已收集保存野生种子 10 000 余种,品种仅次于英国千年种质库)和植物标本馆(馆藏植物标本 160 万余份,数量仅次于中国科学院植物研究所植物标本馆馆藏的植物标本)等单位收集保存的植物实物和活体,满足国家植物博物馆的展品需要。同时,我们要结合中国实际、昆明特色,多渠道加强藏品的收集与征集工作,重点收集并展示国内和省内有特色的植物,如药、花、茶、菌等。此外,应与相关国内外机构建立合作关系,特别是在展品交换与临时展览方面下功夫,尽量以较少的经费购买其他国家地区的展品,并努力争取国外捐赠的力度,争取多谋几个类群的植物,在收集、研究、展览、应用等方面达到国内顶尖、国际一流水平。

3 有先进的科技手段与便捷的网络运用

藏品与一般物品不同,它具有不能再生产的特性。如果管理不善,保护不好,一旦遭到不应有的损毁,就会造成不可弥补的损失。博物馆的藏品需要利用先进的科技手段加以保护,长久保存下去。现代化科技手段是更好地服务观众的重要手段和保障,是提升博物馆管理水平的重要方式之一,也是信息时代传播文化知识的客观要求。尤其是公众的精神文化需求随着社会的发展和互联网技术的日新月异不断提高,要保持博物馆的文化优势和影响,在技术运用上就需要与时俱进,促进传播手段更加科技化和国际化。在藏品保管、展览设计、信息传播、服务设施等方面采用国际先进的现代化科学技术,为观众提供更丰富的参观体验,并建立浏览便捷、信息量大、互动性强、藏品数字化程度高的网页、网站、微信、微博等,实现观众、藏品、活动及其数据在物联网间动态多元双向传递,这也是建设智慧博物馆和国际一流博物馆必不可少的。在国家植物博物馆的规划建设时,可在智慧(智能)博物馆、虚拟博物馆以及数字博物馆等方面予以重点考虑。

4 有突出的学术成果并产生重要国际影响

美国自然历史博物馆 Raxworthy 博士曾经说过,教育与科研是自然历史博物馆的“两大基本使命”。博物馆的研究水平决定了博物馆的水平,学术研究能力弱,陈列展览的水平肯定低。若要产生突出的学术成果和重要的国际影响,必须拥有一支

一流人才队伍。如何实现博物馆拥有一流的人才?需要在管理、研究、展示、交流等方面引进国内外优秀人才,从事博物馆各项工作。国际化人才能够带给博物馆全新的理念和积极的成果,有助于博物馆更好地吸收借鉴国际先进经验,增强博物馆的效率与活力。同样,我们也应当培养自己的人才走向世界博物馆舞台,成为国际化人才,扩展我们的国际影响力。只有实现人才国际化,博物馆才会真正走向世界,这是博物馆迈向国际一流行列的有效措施。世界著名博物馆无不在人才、学术成果上对世界做出着贡献,从各种国际学术会议到多种学术成果的出版,都能见到著名博物馆的影响。如美国自然历史博物馆有人类学、无脊椎动物学、古生物学、物理科学和脊椎动物学等 5 个科研部门,目前有 200 名科学家,研究地球上生命的起源与进化、数不清的物种、各式各样的人类文化,以及地球行星形成及其变化的复杂过程。除此之外,还有众多的短期访问科学家、博士后研究员以及研究生在馆内共同进行科学研究活动。人才国际化在欧美国家已经实行多年,形成了人才良性流动,事实证明这对促进博物馆工作大有裨益。就我国而言,实现国内博物馆优秀人才合理流动是当务之急:(1)有计划地培养一支高水平的研究人才队伍,立足本馆、面向世界,有规划地开展学术研究;(2)在体制、机制和物质上给予积极保障,形成良好的研究环境和学术氛围,鼓励研究人员参与国际学术研究,到国际学术领域争取一席之地,进而扩大博物馆国际影响力;(3)吸引国际优秀人才来合作搞研究,同时也要利用自身资源为国际学术研究提供服务,开展国际合作,实现取长补短、互相促进。

5 有先进的服务设施并高效运行管理

要实现国际一流的博物馆,应按照国际通行的原则,为观众提供人性化的服务设施、服务内容和方式。博物馆需要树立以人为本的服务理念,为全社会提供一流的文物藏品、权威性的研究成果、一流的展陈手段、先进的服务设施,创造一个优雅恬静的参观环境,提供内容丰富、形式多样的先进服务,让观众在身临其境领略一流展品的基础上,享受丰富的人文情怀,激发获得知识的渴望,达到喜闻乐见、寓教于乐的效果。既要让观众看到我们的展览是多么的吸引人,也要让观众感到我们的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,让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。我国博物馆运行管理一直落后于经济社会的发展,与国际先进博物馆有较大的差距,这严重影响了博物馆作用的发挥,不利于我国博物馆走向世界。在全面深化改革的今天,要建设国际一流的博物馆,首先要克服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,让用展品“讲故事”的人发挥更大的作用。同时,需采用或借鉴国际先进博物馆运行管理的经验,必要时引进一些国际博物馆职业化经营管理人才,建设和谐高效的管理体制和运行机制,培养尽职尽责、富有创造性的高素质员工,我们的博物馆事业才能更上一层楼,才能让更多的观众走进博物馆、体验博物馆,赢得更多观众的心。

6 有大量的国内外观众并声名远播

让展品能“说话”、焕发出光彩的,说到底还是人。络绎不绝的观众是博物馆国内外知名度和影响力的重要体现,也是博物馆有效的宣传媒介。通过丰富的藏品、精彩的展览和周到的服务吸引更多的国内外观众,从而实现常年有大量的国内外观众参观,才能声名远播。博物馆的服务首先要树立以人为本的观念,认识到我们不是观众的管理者,而是观众的服务者,要从关心观众、理解观众、帮助观众的角度出发去思考并开展工作。博物馆落成后,观众从哪里来?为谁服务?无论是国有博物馆还是民营博物馆,如果没有观众、没有客流量,那么开放博物馆就是一种浪费,也丧失了博物馆本身的意义。我国大部分博物馆在研究观众、吸引观众、培养观众方面做得很不到位,许多博物馆刚开放时很热闹,门庭若市,但过一段时间后就门可罗雀,鲜有观众进去参观,陷于“有馆无客”的尴尬境地。对于一个致力于国际一流目标的博物馆,具备完善的国际化观众接待与服务能力是必不可少的内容。

7 有活跃的国际交流并促进文明进步

随着世界各国在政治、经济、文化等领域的广泛合作,国际文化交流已引起各国的普遍重视。博物馆的国际交流与合作是对外文化交流活动的重要方式之一,也是展示国家形象、提高文化软实力的有效手段。国际博物馆协会第 22 届大会《上海宣言》强调:博物馆事业是增进不同文化之间交往合作的重要桥梁和纽带,应当在当今国际事务中扮演重要的角色,在文明传承和民众心灵交流中彰显更大价值,

甚至可作为跨文化及国家间合作关系的大使,实现知识和技能的共享传播,共同促进全人类的文明进步。国外一些著名博物馆非常重视国际展览与交流。如美国自然历史博物馆已经组织了数次科考队伍到我国的云南、陕西、甘肃、西藏等多个省份考察,并与上海科技馆及其他的几个机构一同制作了一部名为《宇宙大碰撞》(Cosmic Collisions)的特种电影,这部20多分钟的电影已经在上海科技馆太空影院投放。同时,博物馆的研究成果也已经成为国际文化交流的重要内容。国际著名博物馆有的还有自己的出版公司、期刊社,这为学术成果社会化提供了有力保障。

我国博物馆每年都进行数十次国际博物馆间的文化交流,可谓成效显著,但交流的广度与深度仍需进一步加强。积极配合国家外交事务和国际间的民间交流活动,开展国际交流与合作,举办和参与对外展览活动,是展示国家形象、提高文化软实力的有效手段,是我国博物馆的重要使命之一。尤其是要建立良好的馆际合作机制,与世界各国博物馆经常进行文化交流,实现国际文化交流的经常化、制度化,也是博物馆国际化的重要标志。要加强与国外博物馆的交流合作,坚持“走出去”与“请进来”相结合,不断扩大对外文物展览交流,真正把博物馆打造成为“中国走向世界、中国了解世界”的重要窗口。最近,中国科学院昆明植物研究所与英国自然历史博物馆在昆明市委领导和英国外交与联邦事务部菲尔德副部长的见证下,签署了合作谅解备忘录,双方将在科学、教育文化、机构经验交流方面开展合作,相信这将为即将落地昆明、正在规划建设“国内顶尖、国际一流”的国家植物博物馆有所帮助。

特色是一个博物馆的生命,特色馆未必是一流的,但一流博物馆必须有特色。比如,大英博物馆以广泛收藏世界各国的文物见长,不出馆就能领略各国文化;大都会艺术博物馆能够包容各种文化,以其

兼容并包、雅俗共赏吸引世界各地参观者;故宫、卢浮宫等都以宫廷建筑和收藏著名。正因为博物馆各具特色,才构成了丰富多彩的博物馆世界。因此,构建国际一流博物馆评价标准体系时,特色问题应当成为一项重要指标。

以上各个要素,是国际著名博物馆带有的共性内容。目前国际上仅有少数几个博物馆的构成要素突出,如法国卢浮宫、英国大英博物馆、俄罗斯艾尔米塔什博物馆、美国大都会博物馆等,但各馆各有长短,各有侧重。由于各博物馆情况不同,建设一流博物馆必须结合本馆实际,突出本馆特色。从总体上说,与国际著名博物馆相比,我国博物馆在各方面都还是有很大差距,应当全方位地向国际先进水平看齐,根据博物馆实际,在各个领域逐步达到国际先进水平,才能实现国际一流博物馆的目标。在实现目标的过程中,应当保持适当的灵活性,适时考虑突出某些方面,并将其作为阶段性的工作重点,分步实施。

致谢:国家植物博物馆和中国昆明大健康产业示范区建设指挥部的全体工作人员都为国家植物博物馆的前期建设作了大量的工作。同时,本文写作过程中得到国家发改委政策研究室孙涛副主任和原首都博物馆馆长、现任中华世纪坛世界艺术中心总监韩永教授的指导与帮助,在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 杨清,吴展奎. 国家植物博物馆建设的必要性及解读[J]. 林业调查规划,2019,44(2):171-176.
- [2] 李斌. 试论世界一流博物馆的基本特征:回顾与展望[C]//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,2005:321-329.
- [3] 林咏能. 国际博物馆评估比较研究[J]. 中国博物馆,2013(2):61-70.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.032

滇西国有林场改革绩效分析与评价

——以腾冲市为例

文勇军¹, 柯文斌², 张林艳¹

(1. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051; 2. 保山市林业局, 云南 保山 678000)

摘要:为探索建立国家、国有林场、林场职工、林区群众四者共赢互利机制,促进保山市国有林场可持续发展,以新时期国有林场改革工作为背景,选择腾冲市为研究对象,通过参与式农村评估(PRA)调查,分析评价国有林场改革在保护国有森林资源,改善林场职工生产生活条件,促进林区社会稳定和国有林场持续发展4个方面产生的影响。结果表明,国有林场改革引起的生态效益、经济效益、社会效益实现有效增长,改革结果整体令各方利益主体较为满意,总体实现了近期预定目标;国有林场改革时间较短,改革成效难以完全显现出来,长期形成的历史遗留问题短期内依然存在。针对国有林场改革工作中创新经营机制、历史遗留问题处理等问题,从政府管理者的角度提出相应的对策建议。

关键词:国有林场改革;绩效分析;参考式农村评估(PRA);森林资源保护;经营机制;腾冲市

中图分类号:S757[·9];F224.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0164-05

引文格式:文勇军,柯文斌,张林艳.滇西国有林场改革绩效分析与评价——以腾冲市为例[J].林业调查规划,2020,45(4):164-167,173. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.032

WEN Yongjun, KE Wenbin, ZHANG Linyan. Analysis and Evaluation on Reform Performance of State-owned Forest Farms in Western Yunnan—A Case Study of Tengchong City[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 164-167, 173. doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2020. 04. 032

Analysis and Evaluation on Reform Performance of State-owned Forest Farms in Western Yunnan

——A Case Study of Tengchong City

WEN Yongjun¹, KE Wenbin², ZHANG Linyan¹

(1. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, china;

2. Baoshan Forestry Bureau, Baoshan, Yunnan 678000, China)

Abstract: In order to explore the establishment of a win-win and mutually beneficial mechanism among the state, state-owned forest farms, forest farm workers and masses, and promote the sustainable development of state-owned forest farms in Baoshan City, the reform of state-owned forest farms in the new era in Tengchong City was studied and the investigation of participatory rural appraisal (PRA) was used to analyze and evaluate the impact of the reform on the conservation of state-owned forest resources, the improvement of production and living conditions of forest farm workers, the promotion of social stability

收稿日期:2019-10-08.

第一作者:文勇军(1976-),男,广西桂林人,高级工程师.主要从事森林资源调查规划设计工作.

责任作者:张林艳(1982-),女,云南祥云人,工程师.主要从事林业调查规划工作. Email:2227941957@qq.com

and the sustainable development of state-owned forest farms. The results showed that the ecological benefits, economic benefits and social benefits caused by the reform had achieved effective growth, and the reform results were generally satisfactory to all stakeholders, which achieved the short-term target as a whole, while the reform time was relatively short, and the reform effect was difficult to fully show, and the formation of long-term historical problems would exist in the short period. This paper put forward corresponding countermeasures and suggestions from the perspective of government managers for the innovation of management mechanism and the treatment of historical problems.

Key words: state-owned forest farm reform; performance analysis; participatory rural appraisal; forest resource conservation; management mechanism; Tengchong City

按照党中央、国务院、云南省委、省政府关于国有林场改革工作精神及总体部署,云南省保山市国有林场改革试点工作于2016年4月正式启动。腾冲市、隆阳区分别作为国有林场改革省级、市级试点单位,在国有林场改革工作中认真按照“建设生物多样性宝库、西南生态安全屏障和森林云南”的总体部署,围绕保护生态、保障职工生活两大目标,推动政事分开、事企分开,较好地实现管护方式和监管体制创新,初步建立起有利于保护和发展森林资源、有利于改善生态和民生、有利于增强林业发展活力的国有林场体制,为保山市、云南省乃至全国国有林场改革工作积累了较好的经验。在总结、借鉴改革试点经验的基础上,保山市3个非试点县(施甸、龙陵、昌宁)国有林场改革工作也初步完成,并进入了省级验收准备阶段。为了对保山市国有林场改革工作开展情况进行综合分析,并作出科学评价,以腾冲市为研究对象,通过与林业局领导干部、国有林场职工、林场周边群众的集体谈话和讨论的参与式农村评估(PRA)方法,探讨国有林场改革成效以及改革工作中各方利益主体对国有林场改革的满意度,促使国有林场改革工作不断得到改进和提升,成效日益显著。

1 研究地概况

腾冲市位于云南省西南部,与缅甸接壤,国土面积5 845 km²,国境线长148.075 km,全市林业用地面积44.04万hm²,占国土总面积的77.25%。腾冲市国有林场始建于20世纪50年代末,历经创建、调整、发展、改革4个发展阶段。截至此次改革前,腾冲市经国家林业局备案的国有林场有5个,即:苏江林场、大河林场、沙坝林场、古永林场、明光林场,均为自收自支企业化管理的事业单位,在册职工366人,其中在职职工290人(超编90人)、退休职工76人,临时用工人员79人。国有林场总经营面积达

9.03万hm²,林木蓄积量1 497.43万m³;商品林面积5.07万hm²,林木蓄积量955.68万m³;中幼龄林面积3.4万hm²;非林业用地面积1 773.3万hm²。通过多年的不断发展,腾冲市国有林场在林业建设中发挥了重要的骨干、示范和带动作用,特别是在森林培育和生态保护等方面已取得巨大成就,并得到全社会的广泛认可。

2 研究方法

主要采取参与式农村社会调查法^[3]。通过非结构式、半结构式访谈方式,与腾冲市林业局领导干部、国有林场职工、国有林场周边群众进行访谈。根据需要获取信息,设计国有林场基本信息调查表。与腾冲市林业局国有林场管理者进行访谈,征求意见建议,发放调查问卷10份,收回有效问卷10份;按照年龄(老、中、青)、职称(高、中、初)、性别(男、女)将每个国有林场职工划分为8个访谈组,每组10人(次),共计40个访谈小组,400人次(交叉重复统计),发放调查问卷表400份,收回有效问卷358份;每个国有林场周边各选取5户特殊群众和5户普通群众进行入户访问,共计50户,发放调查问卷50份,收回有效问卷50份。

3 研究结果

3.1 改革对国有森林资源保护的影响

改革前,为解决国有林场职工工资,维持林场正常运行以及上缴财政收入等,5个国有林场年均采伐活立林蓄积达11万m³以上,从而导致可采伐的国有森林资源日益枯竭,生态效益逐年下降,国有林场处于资源和资金“两危”状态。改革后,腾冲市加大资金投入,林场职工工资以及林场工作经费得到保障,大大降低了对森林资源的依赖度,商品材采伐消耗大幅度缩减,进而有效地保护了森林资源,实现

国有森林资源永续发展,对维护国家生态安全和木材安全具有重要战略意义。

根据测算,腾冲市国有林场每年减少的 11 万^m³木材采伐量,相当于每年增加调节水量 21.2 万^m³、减少土壤流失 3.5 万 t、土地增加肥力 509.1 t、增加固碳 1 280.7 t、释放氧气 3 337.7 t,增加生态服务功能价值 2 407.4 万元。另外,改革期间腾冲市 5 个国有林场完成了以下几项工作:(1)启动实施林业建设项目,科学抚育森林 8 000 万^{hm}²,综合改造林分 1 733.3 ^{hm}²,林分结构调整 4 666.6 ^{hm}²,种植珍贵乡土树种 300 万株,完成封山育林 940 ^{hm}²,实施国家木材战略储备示范基地建设项目 200 ^{hm}²,储备林改培 400 ^{hm}²;(2)区划界定国家木材战略储备林 4 533.3 ^{hm}²,后备林 540 ^{hm}²;(3)按照“照顾历史、便于管理”原则,将原由其他单位管理的 8 533.3 ^{hm}²零星国有林就近划入相关的国有林场进行统一管理,国有林场经营管护面积增加;(4)从 2017 年开始,全面停止国有林区内的所有天然林商业性采伐,进一步加大对国有林资源的保护工作。预计到 2020 年腾冲市国有林场森林蓄积量增加 168.48 万^m³,达到 1 566.00 万^m³以上;国有林场森林覆盖率达到 91.4%以上,森林资源得到有效保护的同时,森林质量以及生物多样性保护工作得到加强,森林生态功能逐年恢复,进一步增强了国有林场生态建设的主体功能。通过与腾冲市林业局领导干部进行访谈,所有的访谈对象对国家启动实施国有林场改革工作均持有肯定态度,并对改革结果较为满意,满意度达 100%。

3.2 改革对林场职工生产生活的影

改革前,5 个国有林场均属自收自支事业单位,所有资金支出均来源于林木采伐。由于受森林资源以及采伐政策的限制,林场职工收入较低,且极不稳定。加之,国有林场职工长期处于半封闭状态,综合素质普遍偏低,工作能力和业务技能已无法适应当前林业发展形势。改革后,腾冲市财政每年列支 2 700 万元工资和公用经费,从根本上解决了林场职工工资、社保和工作运转的资金问题,使林场职工收入较改革前大幅度提高,且极为稳定。据统计,腾冲市 5 个国有林场在职职工、退休人员月均工资分别由改革前的 3 317 元、2 691 元提高至目前的 5 189 元、3 858 元;同时进一步加强对国有林场职工的培训学习力度,43 名林业技能人员通过转岗培训已正式转为专业技术人员,为林场职工职称晋级以及业务能力提高开辟上升通道,国有林场管理岗位、专业

技术人员岗位、林业技能岗位比例由改革前的 7%:26%:67% 调整至目前的 7%:51%:42%,人才结构趋于合理。另外,结合国有林场棚户区(危房)改造项目的实施,腾冲市还为每户符合政策规定的国有林场职工家庭安排一套保障性安居住房,有效地改善了职工的居住条件,增强了林场职工投身林业建设的信心和决心,林场职工队伍建设得到进一步稳定。通过访问,林场职工对国有林场改革工作给予充分支持,并对改革结果较为满意,满意度达 100%。

3.3 改革对周边群众的影响

通过对 50 户林区群众进行问卷调查,结果显示:有 90%左右的林区群众理解、支持国有林场改革,且对改革成效较为满意;有近 5%的群众对国有林场改革工作持中立态度,主要原因是原国有林场代管的部分集体林将回归集体,个别群众对后期的发展信心不足;有近 5%群众对国有林场改革工作不理解、不支持,主要原因是原由集体、个人代管的零星国有林并入国有林场进行统一管理,导致个别群众个人利益受损。总体来说,国有林场改革对当地群众的生产生活产生了积极的正面影响。通过改革:(1)正确调处了国有林场与当地林地林权的纠纷,妥善解决了争议,有效保护了当地群众的合法权益,促进了林区的社会稳定。(2)将国有林场基础设施建设纳入同级人民政府基本建设计划,促进了林场与周边地区基本公共服务均等化,切实提高了林场职工以及周边群众的生产生活环境,让群众真正享受到优美的自然环境、便捷的交通、清洁的水源、明亮的灯光等改革成果。改期期间,腾冲市共争取到各级财政资金 3 164 万元,专项用于国有林场场部和营林点房屋附属工程、供电设施以及维修、新修林区公路等。同时,将国有林场 435 ^{km}²林区道路纳入农村通达工程公路网建设项目储备库,预计投入资金 200 多万元。(3)依托国有林场资源优势以及较为完善的基础设施建设,当地森林康养产业以及乡村旅游业日益兴旺起来,为当地群众提供了大量的就业机会,吸引许多外出务工人员重返家乡建设,真正实现了生产发展、生活富裕、乡风文明、村容整洁的新型农村风貌。

3.4 改革对国有林场自身发展的影响

从建场开始,腾冲市各国有林场为了弥补生产投入不足,利用金融性和非金融性贷款发展生产。但由于长期以来国有林场管理体制不顺、功能定位不清、经营不善等原因,导致债务无法按时偿还,债

务越来越多,长期处于恶性循环发展状态,严重制约着国有林场的健康发展。据统计,腾冲市国有林场总资产达 25 879.3 万元,有非金融债务 590.9 万元,其中:基础设施建设形成的不良债务 306.9 万元,生产经营活动形成的不良债务 284 万元。通过改革:(1)理顺了管理体制,实现了“经管分离”,经营与管护矛盾问题得到有效缓解;(2)理清了债务状况,并依法依规对部分呆坏账和不良资产进行合理处置,切实减轻国有林场负担;(3)创新发展机制,吸引大量社会资本投入国有林场建设,进一步激发国有林场发展动力,工作职能得到进一步增强,生态效益、经济效益、社会效益日益显著,逐步实现可持续发展。改革期间,5 个国有林场在资源管理机制上实施公益林日常管护、营造林、森林抚育、有害生物防治、资源调查等,通过合同、委托等方式向社会购买服务。另外,在鼓励林场职工参与林下种植、养殖等林下经济活动,提高林场职工经济收入,增强职工护林积极性的同时,允许、支持社会资本以合作、入股等形式参与林业发展,盘活国有森林资源。据统计,腾冲市各国有林场与百合园农业科技开发有限公司、云南斛健庄园有限公司、景盛山河农牧公司、明光矿业公司等企业合作发展林下经济产业,种植天麻 13.3 hm²、石斛 40 hm²、乌龙茶 133.3 hm²、龙胆草 300 hm²、珍贵乡土树种苗木繁育基地 13.3 hm²;建设生态养殖基地 2 个,完成投资 1 400 多万元;拟建以重楼、三七为主的中药材示范种植基地 93.3 hm²、仿野生石斛等中药材基地 266.7 hm²。在经营机制上腾冲市则成立国有独资林业投资开发公司,经营国有森林资源,盘活国有林资产,拟将国有林经营权划入林业投资开发公司,核发国有森林资源经营权证,便于合理利用国有森林资源,解决生态建设和国有林经营管理资金短缺的瓶颈问题。

4 讨论与结论

1) 国有林场改革工作事关国土生态安全问题,事关广大林场职工、林区群众的切身利益,在维护社会稳定,促进区域经济发展方面意义重大深远。作为国有林场改革的主要参与者,政府、国有林场、国有林场职工、林区群众在国有林场改革工作中扮演着不同角色,并且有各自的利益诉求^[4]。通过此次改革,总体达到了近期预定目标,各方利益主体的利益诉求整体得以体现。

2) 由于国有林场改革时间较短,许多政策配套

措施效益尚未发挥出来,国有林场经营创新机制不健全、发展动力不足,处理历史债务压力大,基础设施仍然滞后等问题短期内依然存在,国有林场改革预期目标是否完全能够实现,还需作进一步的研究证实。为巩固国有林场改革工作成果,确保历史问题逐一得到解决,提出如下建议:(1)将国有贫困林场扶贫工作纳入各级政府扶贫工作计划,切实加大对林场基本公共服务的政策支持力度,使林场职工、林区群众能够享受到更多的改革成果;(2)开发适合国有林场特点的信贷产品,充分利用林业贷款中央财政贴息政策,引导鼓励国有林场充分利用各种新型直接融资工具,拓宽融资渠道,促进国有林场长期健康发展。

3) 通过国有林场改革,初步探索建立起了国有林场经营创新发展机制,一方面提高了林场职工的工作积极性、主动性以及工作能力和业务技能,国有林场发展的内在动力得到显著增强。另一方面吸引了大量的社会资本投入国有林建设,促进了林下经济产业和森林旅游业的发展,逐步摆脱了森林资源对国有林场以及区域经济发展的桎梏。但是,随着社会资本的大量进入,如何有效权衡国家、国有林场、林场职工、林区群众、企业各方利益,防止国有森林资源过度开发、无序利用、无偿使用、保护不力、严重限制生态安全保障能力的发挥等将是国有林场创新发展过程中所面临的新问题。为此,在探索建立国有林场创新发展机制的同时,要加快建立健全保山市国有森林资源有偿使用制度,在充分保障生态利益以及国有林场职工利益得以实现的前提下,实现企业经济效益最大化。为此,提出如下建议:(1)坚持保护优先、合理利用原则,正确处理国有森林资源保护与开发利用的关系,对需要严格保护的天然林资源和自然保护区等严禁开发利用,对可开发利用的国有森林资源要科学规划空间开发格局,并在试点的基础上适度扩大开发规模。(2)探索建立国有森林资源所有权和使用权分离以及市场配置制度,推广国有森林资源使用权的出让、转让、出租、担保、入股等流转方式,并按市场交易原则逐步建立起森林资源开发使用成本评估机制,制定价格收费标准,有效保护国家所有者权益。(3)在 javascript:; 进一步建立健全国有森林资源管护制度和价格体系的同时,建立起相应收、支、管、用办法,进一步加快保山市森林资源有偿使用管理法制化进程^[5-6]。

(下转第 173 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.033

武定县退耕还林后续产业发展研究

杨丽祥

(武定县林业和草原局,云南 武定 651600)

摘要:经过 18 年的退耕还林后续产业建设,武定县以泡核桃、板栗、花椒、构树等为主的特色经济林产业发展成效显著,已成为全县林业产业的重要组成部分,华山松产业初步形成,核桃龙头企业得到发展,产业链得到延伸,林下经济模式迅猛发展,经济林管理水平逐步提高。文中分析了退耕还林后续产业发展中存在的政策性标准严格,资金投入不足,项目管理跟不上,缺乏产品精深加工技术,产业科技含量低等问题。藉此,从政策资金支持和种植管理技术 2 个层面提出退耕还林后续产业发展对策。

关键词:退耕还林后续产业;产业链;精深加工;政策资金;种植管理;武定县

中图分类号:F301.24;G40 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2020)04-0168-06

引文格式:杨丽祥.武定县退耕还林后续产业发展研究[J].林业调查规划,2020,45(4):168-173.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.033

YANG Lixiang. Current Situation and Countermeasures of Follow-up Industry of Grain for Green Program in Wuding County [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 168-173. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.033

Current Situation and Countermeasures of Follow-up Industry of Grain for Green Program in Wuding County

YANG Lixiang

(Wuding Bureau of Forestry and Grassland, Wuding, Yunnan 651600, China)

Abstract: The development of characteristic economic forest industry which is mainly composed of *Juglans sigillata*, *Castanea mollissima*, *Zanthoxylum bungeanum* and *Broussonetia papyifera* has made remarkable achievements and become an important part of the forestry industry in Wuding County after 18 years of follow-up industry construction of Grain for Green Program. The industry of *Pinus armandii* has initially formed and the leading enterprises of *Juglans sigillata* have been developed, along with the extension of the industrial chain, the rapid development of the under forest economic model and the improvement of economic forest management. This paper analyzed the problems in the follow-up industry development of Grain for Green Program, such as strict policy standards, insufficient capital investment, backward project management, lack of intensive product processing technology, and low industrial technology content, as well as put forward countermeasures from two aspects of the policy and fund support and the planting management technology.

Key words: follow-up industry of Grain for Green Program; industrial chain; intensive processing; policy and fund; planting management; Wuding County

收稿日期:2019-11-11;修回日期:2019-12-26.

第一作者:杨丽祥(1971-),男,云南武定人,高级工程师.主要从事森林培育及管理工作.

武定县是国家级贫困县,在退耕还林工程建设中重点发展核桃、板栗、花椒、构树为主要的特色产业,“生态、经济、社会”三大效益十分显著,农民收入明显增加,为全县脱贫攻坚奠定了基础。武定县自2002年启动实施退耕还林工程以来,工程进展顺利,成效显著:减少陡坡地耕种,增加森林覆盖;减少水土流失,改善生态环境;森林资源持续增长,保护和生物多样性;调整农村经济结构,促进农民增收致富。为决胜全县脱贫攻坚,实现社会经济可持续发展奠定了重要基础。但实施退耕还林后,农民耕地面积减少,国家补助资金有限,如何发展退耕还林后续产业,增加农民收入,解决好退耕农户的长远生计问题至关重要。为此,针对武定县退耕还林后续产业现状和存在的问题,探讨退耕还林后续产业发展对策。

1 项目概况

武定县位于云南省中北部,楚雄州东部,金沙江南岸,国土面积 332 200 hm^2 ,其中林业用地面积 214 903.1 hm^2 ,森林覆盖率 59.15%。自2002年实施退耕还林工程以来,全县累计完成退耕还林建设任务 28 845.6 hm^2 ,其中:第一轮退耕地还林 3 733.3 hm^2 ,荒山荒地造林 4 600 hm^2 ,巩固退耕还林成果造林项目 13 456.6 hm^2 ,新一轮退耕还林 6 113.3 hm^2 ,陡坡地治理项目 933.3 hm^2 (表1)。按扶贫类型分:建档立卡贫困户退耕还林 3 318.8 hm^2 ,非建档立卡贫困户退耕还林 25 526.8 hm^2 。涉及全县 11 个乡镇 126 个村委会 37 328 户 145 973 人,其中受益贫困户 7 776 户 31 620 人。截至2019年,兑现补助资金达 37 828.51 万元,户均受益 10 134.48 元,人均受益 2 592.01 元。国家投入补助资金 6 246.51 万元。

表1 武定县退耕还林面积统计

Tab. 1 Area statistics of Grain for Green Program in Wuding County

项目年度	合计/ hm^2	第一轮退耕还林/ hm^2	荒山造林/ hm^2	巩固退耕成果造林/ hm^2	补植补造/ hm^2	新一轮退耕还林/ hm^2	陡坡地治理/ hm^2	经济林		生态林		受益户数/户	受益人口/人
								主要树种	面积/ hm^2	主要树种	面积/ hm^2		
2002—2007年	8333.3	3733.3	4600					核桃、板栗、花椒、石榴	3311.5	云南松、华山松、银合欢	5021.8	14571	56981
2008—2014年	13465.6			10846.7	2618.9			核桃、板栗、花椒、石榴	10682.0	华山松、旱冬瓜、桉树	2783.6		
2015—2019年	7046.6					6113.3	933.3	核桃、板栗、花椒、构树	6564.8	银合欢、旱冬瓜	481.8	22757	88992
合计	28845.5	3733.3	4600	10846.7	2618.9	6113.3	933.3		20558.3		8287.2	37328	145973

2 退耕还林后续产业现状

2.1 产业发展初见成效

经过18年的退耕还林工程后续产业建设,武定县以泡核桃、板栗、花椒、构树等为主的特色经济林产业发展成效显著,已成为全县林业产业的重要组成部分,也是退耕地区群众的重要经济来源。

2.1.1 核桃产业

核桃在武定县具悠久的种植历史,白路中沟老树核桃更是云南省的优良品种,并以此建立了4 hm^2 的采穗圃,以此为中心向全县推广,发展壮大。17年来,武定县委、政府一直把泡核桃作为全县农村经济发展、农民增收和推进“生态武定”建设的主导产业来培植,初步形成了集“资源培育、加工开

发、旅游观光、出口创汇”于一体的综合开发格局。每年均举办“武定县核桃节”,不断提升武定薄壳核桃的知名度和市场争取力。截至2018年末,全县11个乡镇、126个村、57 223户农户种植泡核桃41 753 hm^2 ,其中挂果面积达16 276.6 hm^2 ,年产量10 827.5 t,实现产值22 610.4万元,占全县林业总产值的32.9%,农民人均泡核桃种植面积达0.19 hm^2 ,人均核桃收入达0.104万元,占农民人均纯收入的10.4%。

2.1.2 板栗产业

板栗是武定县的传统产业,优良品种主要有“九厂稀刺大板栗”。截至2018年末,全县在狮山、高桥、猫街、东坡、插甸等5个乡镇15个村种植板栗9 515 hm^2 ,其中挂果面积达8 563.5 hm^2 ,总产量达

6 400 t, 实现产值 5 120 万元, 林农人均年收入达 0.15 万元。

2.1.3 花椒产业

花椒是武定县的新兴产业, 具有巨大的发展潜力和良好的经济效益、社会效益和生态效益, 已成为农村经济发展、农民增收致富、贫困人口脱贫奔小康的重要途径。截至 2018 年末, 花椒种植面积达 1 866.7 hm², 产量 403 t, 实现产值 1 451 万元。发窝、万德、己衣等乡镇已成为武定县花椒的主产区。

2.1.4 构树产业初步显现

2018 年武定县种植构树 326.7 hm², 主要分布在己衣、田心、狮山、插甸、万德、发窝等 6 个乡镇。当年枝叶产量为 54 t/hm², 售价 500 元/t, 收益 2.7 万元/hm²。盛产期年产量达 90 t/hm², 收益达 4.5 万元/hm²。2019 年新种植 400 hm², 主要布局在万德、己衣、东坡 3 个乡镇。构树已成为武定县增收致富的“发财”树。插甸镇布鲁村有贫困户 28 户、贫困人口 132 人, 以公司+基地+农户的经营模式种植构树 29.3 hm², 2019 年仅出售枝叶一项人均收入达 5 940 元。

2.1.5 华山松产业初步形成

全县实施退耕还林华山松造林 2 279.3 hm², 现大部分已成材, 华山松大量结实, 单出售松子一项, 收益达 3 万元/hm², 松果给林农带来丰厚的收益。万德镇马德坪村委会大坪子和山后村 35 户贫困人口 149 人, 2003 年在退耕地上种植华山松 17.03 hm², 现年收入达 3.3 万元/hm², 年产值达 56.21 万元, 贫困户人均年受益 3 772 元。

2.2 龙头企业初步发展

经过 10 多年的努力, 武定县的核桃龙头企业初步发展, 产业链得到延伸, 培植了具有一定规模和市场竞争力龙头企业。截至 2018 年末, 全县从事核桃种植、加工、销售的企业有武定县白路乡中沟核桃种植专业合作社、武定鑫源种植专业合作社、武定县插甸老木坝云灵种植专业合作社等 10 余家。其中: 州级龙头企业武定县白路乡中沟核桃种植专业合作社有合作农户 185 户, 其生产的“佳核万事兴”云南薄壳核桃产品获云南省著名商标, 是国家认证的“绿色食品”。年销售核桃干果 200 余 t, 实现年产值 500 余万元, 增加农民收入 100 余万元, 户均增收 1 万余元, 为武定县生态脱贫奠定了经济基础, 为乡村振兴提供了示范。

2.3 林下经济模式迅猛发展

武定县在发展林烟种植模式和林草模式的同

时, 大力推广林药模式, 以“核桃+中药材”为主要模式, 在林下种植三七、重楼、草乌、滇黄精、板蓝根等。主要分布在猫街、插甸、高桥、白路、环州、发窝、田心等 7 个乡镇。发展林下种草, 促进林草产业发展, 增加农户收入。通过开展林烟、林药、林草等多种立体林业经营模式, 既使退耕农户在较短的时间内获得较大收益, 实现近期得利、长期得林、以短养长的目标, 又发展壮大林业产业和畜牧产业, 促进经济良性循环。

2.4 加大技能培训力度, 经济林管理水平逐步提高

武定县按照退耕还林后续产业发展实际和林农需求, 组织省、州、县林业科技专家深入乡镇村组, 开展退耕户林业实用技术培训, 在退耕还林产业建设中推广运用“核桃六个一栽培技术”、“核桃增根助长技术”、“核桃螺旋状环剥技术”、“核桃提质增效技术”、“板栗复壮改造技术”、“花椒丰产栽培技术”, 提高经济林的科学经营管理水平, 发展壮大退耕还林后续产业。2002—2019 年, 完成林业实用技术培训 5 325 人次, 发放技术培训材料 35 600 多份。

3 退耕还林后续产业发展存在的问题

3.1 政策性标准严格, 资金投入严重不足

3.1.1 政策规定严格, 规划实施难度大

新一轮退耕还林地必须是国土部门第二次土地调查和年度变更调查结果划定的 25 度以上非基本农田, 并在此基础上进行地块落实、土地丈量、规划设计。因此地块分散、零星、插花、面积小, 国土规划与现地不符, 弃耕、自然恢复为林地的情况较多, 地块落实困难, 组织实施难度大。同时, 由于坡度大, 表土流失严重, 土层贫瘠, 缺水缺肥, 管理难度和成本增加, 限制了退耕还林项目的发展空间。

3.1.2 补助标准低, 农户退耕意愿不强

新一轮退耕还林投资 2.4 万元/hm², 分 3 次兑现, 第一年兑现 1.35 万元/hm², 其中: 种苗补助 0.6 万元/hm², 现金补助 0.75 万元/hm²; 第三年兑现 0.45 万元/hm²; 第五年兑现 0.6 万元/hm²。与上一轮退耕还林补助标准相比, 补助偏低。上一轮退耕还林补助兑现年限为 16 a, 前 8 年兑现 3.12 万元/hm², 后 8 年兑现 1.5 万元/hm², 合计兑现补助资金 4.62 万元/hm²。因此, 新一轮退耕还林补助年限短, 补助标准低, 仅为上一轮补助标准的一半。现在物价水平逐年上升, 外出务工人员较多, 减少了农民

对退耕还林的依赖性,导致很多农户不愿意退耕还林。

3.1.3 认定标准不统一,地块落实难度大

1) 国土部门土地利用现状图数据与林草部门摸底调查数据不相符,造成同一坡面的不同地块有的可纳入退耕还林,有的却不能纳入退耕还林。

2) 国土图班只以小班地块坡度确定坡度等级,不以整体坡度确认坡度等级。

3) 25°以上耕地中基本农田比例较大,达65%。主要原因是土地利用规划把村寨附近平缓的耕地列为建设用地或宅基地,所以基本农田大多在“山上”。因此很多国土二调小班数据与现地不符,导致不在国土二调范围内的25°以上耕地、生产力低、弃耕的25°以上基本农田不能纳入退耕还林范围。部门工作协调难度大,地块难落实。

4) 国土部门认定的退耕面积是国土二调划定的小班面积,而林草部门认定的退耕面积是地块的实际丈量面积,并作为兑现退耕还林补助的依据,扣除了小班内的空地、林地等非耕地部分。两者相差20%~50%,面积求算和数据统计难统一。

3.2 项目分散,“重造轻管”情况严重

新一轮退耕地多数分散在山区,躲在“山上”、藏在“林间”,位置偏僻、交通不便,造林、管理难度大。造林工程要求“三分造,七分管”,但在项目实施中,由于建设周期长,林农只重眼前利益,忽视了长远利益,缺乏管理技术,套种高秆作物,影响苗木成活、生长或只栽不管,重造轻管现象仍十分突出。尽管在项目实施中制定了一系列管理办法和措施,但管理工作要落实到一家一户难度较大,成效不明显。

3.3 项目区交通、水利建设滞后,制约产业发展

退耕还林项目大多位于山区,交通不便、信息闭塞,制约产品的销售。再加之水利设施条件跟不上,经济林果不能适时进行灌溉,影响种植成效,严重制约退耕后续产业的发展。

3.4 缺乏产品精深加工技术,后续产业发展滞后

由于缺乏深加工企业和深加工技术的支撑,武定县的核桃、板栗、花椒仅限于果品的直接销售,产品单一,附加值低。严重受市场因素制约,导致抵御风险的能力低,产品价格波动大,农民收入不稳定。

3.5 产业科技含量低,制约退耕还林后续产业的发展

通过10多年的林业科技培训,虽然在退耕区培养了一批基层林业科技人员和林农,但由于退耕

农户自身接受新信息、新技术有一定的适应和实践过程,以及受自身发展条件和传统管理经验的影响,先进的林业技术推广运用率低,成效不明显。加之基层科技人员不足,特别是缺乏开创型、创新型的高素质人才,无力引进经济价值高、见效快、效益好的新兴品种,单靠种植传统的经济林品种,发展空间和潜力严重不足,制约了退耕还林后续产业的发展。

4 发展退耕还林后续产业的对策

4.1 政策资金支持层面

4.1.1 完善政策措施,加大资金扶持力度

1) 国家应根据退耕还林的目标、要求,结合林草部门和自然资源部门的职能、职责,进一步调整、修改、完善退耕还林的相关规定和政策,不能搞“一刀切”、单方“一票否决权”,与退耕区地形、地势、生态区位、“脱贫攻坚”、“生态红线”区划相结合,做到统筹规划,因地制宜,分步实施,使其既符合“生态红线”、“生态保护”政策,又达到“脱贫攻坚”、“生态扶贫”的目标。便于林草部门与自然资源部门团结协作,各司其职,制定切实可行的管理办法,加强项目监管,共同做好新一轮退耕还林规划实施工作。做到25°以上陡坡耕地、生态区位极端重要、生态环境极端脆弱地区应退尽退,深度贫困地区应扶尽扶,逐步实现“生态良好、人民富裕”的目标。

2) 增加资金投入,延长补助兑现年限。退耕还林最关键的是要“退得下,还得上,稳得住,能致富”。补助期限5年太短,所种树木还未成林、挂果,因此,稳不住也不能致富。国家应增加资金投入,延长补助兑现年限。根据现行物价生活水平,按上一轮退耕还林补助基数4.62万元/hm²提高30%计算,应兑现补助资金6.006万元/hm²。补助期限延长到10年,种植的核桃、板栗、花椒、构树等经济林已见效,退耕成果得以巩固,退耕户的收入得到稳定。

3) 搞好退耕还林后续产业发展,对调动林农积极性,开辟新的长远增收渠道,促进当地经济发展,巩固生态建设成果至关重要。因此要根据项目实施的实际,以政府为导向,制定后续产业扶持政策,加大资金扶持力度,规范产业发展。对已建成项目有针对性地给予技术资金扶持,用材林结合森林抚育,调整林分密度和林木生长空间,促进林木生长,提高林地生产力;经济林结合提质增效、复壮改造、林下种植、养殖,达到以短养长、提前丰产稳产的目标。同时利用所形成的自然资源重点搞好森林旅游、生

态旅游、森林康养,达到“既要绿水青山也要金山银山”的目标。

4.1.2 突出重点,合理优化后续产业布局

武定县根据气候、海拔、地形分为低海拔干热河谷地区和中高海拔冷凉山区。应因地制宜,突出特色,制定科学合理的后续产业发展规划。

1) 干热河谷区:涉及东坡、田心、万德、己衣 4 个乡镇,在海拔 1 500 m 以下的干热河谷区立地条件较好、有灌溉条件的坡耕地重点发展以芒果、甜橙、石榴、金丝小枣、糯橄榄等为主的特色经济林。在冲击滩、河岸、平地上发展以海南黄花梨为主的珍贵用材林。

2) 中高海拔区:涉及全县 11 个乡镇,在海拔 1 500 m 以上中高海拔区立地条件较好、有灌溉条件的坡耕地重点发展黄金梨、云南红、苹果、冬桃、车厘子、樱桃等为主的特色经济林。在海拔 1 500 ~ 1 900 m 的山地发展以涅加松为主的用材林,在海拔 1 900 m 以上的山地发展以华山松、云南松、旱冬瓜为主的用材林。

3) 以白路中沟核桃种植专业合作社为龙头,以白路镇营盘、三合 453.4 hm² 核桃基地为示范,吸纳带动周边群众,以合作社+基地+党支部+农户的合作模式开展核桃采穗、种植、收购、加工、销售于一体的特色生产经营,走“规模化种植、集约化经营、专业化服务、信息化管理”的现代化产业发展路子。充分运用市场机制和经济手段发展电商平台建设,统筹做好产品的营销工作,免除林农的后顾之忧,放心大胆地发展核桃产业。

4.1.3 积极筹措资金,做好林业科技培训及服务

武定县退耕还林产业发展现状为“大资源,小产业、低效益”。林农缺技术、缺资金,低投入低产出。因此,搞好科技培训和服务是增加农民收入的有效手段,按照“双向互动、便捷高效、合作共进”原则,建立科技服务推广体系。县林草部门应积极筹措资金,组织省、州、县有实际操作和管理经验的林业科技人员深入乡镇村组、山头地块,扎实开展林业科技应用培训,让林农转变传统的管理经验和观念,充分接受新技术、新经验。同时,搭建高效的林业科技服务平台,为广大林农提供技术、信息咨询服务,使林农充分掌握核桃、板栗、花椒等经济林木的丰产栽培、中耕管理、整形修剪、嫁接改造、病虫害防治等实用技术,提高经济林果的经营、管理水平,促进林果提质增效,为群众铺筑致富路,有效助推生态脱贫。

4.1.4 做好林产品精深加工,延长产业链

针对板栗不耐储藏、核桃产品单一的现状,制定项目扶持、贷款贴息、保障用地等相关优惠政策,以“筑巢引凤”、招商引资形式引进核桃、板栗深加工企业和技术,规范加工经营市场秩序,整治核桃抢青行为,确保核桃产品质量安全。进一步做好板栗面包、板栗酒、板栗饮料、低糖板栗果脯、核桃油、核桃乳、核桃果品等林产品的精深加工,拓宽板栗、核桃及其产品的销售渠道和市场竞争能力,进一步延长产业链,做强做大板栗、核桃产业。

4.2 种植管理技术层面

4.2.1 大力发展构树产业

构树产业在武定县发展前景广阔,县农业农村局成立了构树办,筹集资金 2 亿多元,以己衣金桑农业开发有限公司、云南鲲鹏林业科技有限公司为技术支撑,在开展配水工程建设的同时,计划发展种植构树 6 666.7 hm²。通过种养结合,用新鲜构树枝叶作饲料喂猪、牛、羊、鸡。经实验,用构树枝叶喂猪,可使生猪每天体重增加 0.98 kg;用 40% 的构树叶、60% 的包谷面混合饲料喂养,可使生猪每天体重增加 1.16 kg。比传统喂养方式增长 30%~50%,且肉质好。为此,在现有构树发展规模的基础,进一步拓宽发展空间,加大产业创收力度。

4.2.2 大力推广核桃烤烟间种模式

烤烟为中杆作物,发展核桃烤烟间种要做到种植规范、分沟作垄、横竖成行、密度合理、水肥管理跟得上、节约化管理程度高。核桃与烤烟间种,互相影响程度小,烤烟的中耕管理有利核桃速生丰产,提早产生经济效益。

4.2.3 进一步推广林药种植模式

武定县素有“云南白药之乡”、“中草药之乡”的美誉。云南白药集团武定关坡种植基地有限公司以“公司+基地+农户”的经营模式,招聘周边上百人到公司工作,并以中药材种植示范、科技培训为导向,带动周边白路、高桥、猫街等 5 乡镇 2 000 多户农户在退耕地内套种重楼、三七、金铁锁、黄草乌、板蓝根、滇黄精等 210 hm²,成为当地的支柱产业,有效助推农民增收脱贫,并达到以短养长的目标。在取得成功经验的同时,进一步推广林药种植模式,加快增收脱贫步伐。

4.2.4 加大林业科技推广应用力度

1) 推广干热河谷地区造林技术

干热河谷地区气候干热、立地条件差,造林对苗木质量和整地质量要求高。所以采用良种壮苗、选

择好的整地造林方式很重要,最常用的方式有鱼鳞坑整地植苗造林、“反坡”植苗造林、撩壕整地植苗造林。这些整地造林方式有利于改善土壤性状、汇集雨水,促进苗木的成活生长。

2) 推广核桃螺旋状交替环剥技术

泡核桃螺旋状交替环剥技术可以解决核桃经营管理中常见的林密、结果少、品质差,机械化程度低的问题。通过科学、合理的环剥技术造伤营养生长过盛不结果的核桃树体,伤流可提高细胞分裂素水平,促进花芽分化,当年可大幅度提高核桃坐果率,改善核桃品质。次年,延长枝顶端结果率达97%以上。比传统的修剪控冠、砍树、选育早实良种换冠改接等做法更优越,环剥技术简便、易行、见效快。

3) 推广板栗复壮改造技术

对老板栗园实施板栗复壮改造、嫁接改良品种、整形修剪、病虫害防治、薅锄施肥、树干涂白等管理技术措施,达到丰产稳产的目标。

4) 推广花椒丰产栽培技术

花椒栽培可从采用良种壮苗、做好造林地选择、高质量整地、合理栽植密度、适时栽植造林、加强抚育、水肥管理、冬挖夏铲、以耕代抚、保花保果、整形修剪、搞好病虫害防治等方面获得丰产。

5 结语

退耕还林是一项复杂的社会性系统工程,要发展退耕还林后续产业,关键是巩固退耕还林成果,核心是增加农民收入,根本是解决好农民的生计问题。因此,在做好国家宏观调控、统筹规划、因地制宜的同时,要协调好国家、地方、农民三者之间的利益关系,在搞好生态环境建设的同时,满足边疆贫困地区退耕农户的需求。

参考文献:

- [1] 王桂兰. 昌宁县退耕还林后续产业发展现状及对策[J]. 林业调查规划, 2015, 40(2): 121-125.
- [2] 张金华, 安元强, 徐东. 新一轮退耕还林工程建设困境及策略思考[J]. 湖北林业科技, 2017(5): 71.
- [3] 俞新水, 孙永玉, 吴建花. 保山市中药材产业发展现状及经营策略分析[J]. 林业调查规划, 2019, 44(3): 139-142.
- [4] 张永坤, 牛毅, 贺熙勇, 等. 勐海县澳洲坚果产业发展状况分析及对策[J]. 林业调查规划, 2019, 44(5): 168-171.

(责任编辑 许易琦)

(上接第167页)

参考文献:

- [1] 中共中央国务院. 关于印发《国有林场改革方案》和《国有林区改革指导意见》的通知(中发〔2015〕6号)[Z]. 2015.
- [2] 中共云南省委, 云南省人民政府. 关于印发《云南省国有林场改革实施方案》的通知(云发〔2016〕13号)[Z]. 2016.
- [3] 何俊, 何丕坤. 参与式方法在集体林权制度改革中的应用思考[J]. 林业经济, 1995(2): 9-14.
- [4] 韩微. 国有林权改革的绩效观[J]. 林业经济问题,

2013(2): 131-135.

- [5] 于杰. 关于我国森林资源产权制度改革的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2001.
- [6] 杨秋益, 许彦红. 森林认证在云南国有林场的发展因素分析及建议[J]. 林业调查规划, 2018, 43(3): 163-167.
- [7] 徐高福, 郑慧, 余梅生. 淳安县林业总场科技创新状况调查研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(4): 125-129.
- [8] 云南省人民政府. 关于印发《云南省全民所有自然资源资产有偿使用制度改革实施方案》的通知(云政发〔2016〕84号)[Z]. 2016.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.034

自然教育研究进展

张亚琼¹, 曹盼¹, 黄燕¹, 周晨²

(1. 湖南农业大学东方科技学院, 湖南长沙 410128; 2. 湖南农业大学风景园林与艺术学院, 湖南长沙 410128)

摘要:通过文献查阅、对比分析、讨论总结等方法,梳理自然教育及环境教育、生态教育等相关概念。从国家立法、实践模式、组织机构、课程类型、解说体系、场域规划设计等方面阐述国内外自然教育的研究进展。总结出国内自然教育发展滞后的主要原因有自然教育未形成专门性立法,其实践缺乏稳定的市场环境;全国自然教育模式暂未定型,后备人才资源相对短缺;主要依靠教育机构推广,规模较小、形式单一、内容缺乏体系;社会主体自然教育意识薄弱等。

关键词:自然教育;实践模式;场域规划设计;自然体验;研究进展

中图分类号:S718.55;G40 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0174-06

引文格式:张亚琼,曹盼,黄燕,等.自然教育研究进展[J].林业调查规划,2020,45(4):174-178,183.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.034

ZHANG Yaqiong, CAO Pan, HUANG Yan, et al. Progress of Natural Education Research [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 174-178, 183. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.034

Progress of Natural Education Research

ZHANG Yaqiong¹, CAO Pan¹, HUANG Yan¹, ZHOU Chen²

(1. College of Orient Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. College of Landscape Architecture and Art Design, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: By means of literature review, comparative analysis, discussion and summary, this paper sorted out the concepts of natural education, environmental education, ecological education and so on, and expounded the research progress of natural education at home and abroad from the aspects of national legislation, practice mode, organization, curriculum type, explanation system, and field planning and design. The analysis showed that the main reasons for the lagging development of natural education in China were the lack of specialized legislation and stable market environment for the practice, the unshaped national model of natural education and shortage of the reserve talent resources, the promotion institutions with small scale, single form and deficient system, and the weak awareness of education social subjects.

Key words: natural education; practice mode; field planning and design; natural experience; research progress

收稿日期:2019-12-03.

基金项目:湖南农业大学青年基金(19QN45);湖南省教育厅科学研究项目一般项目(18C0153)资助.

第一作者:张亚琼(1991-),女,湖南益阳人,硕士,助教.研究方向为风景园林规划设计及自然教育场域规划与设计.

Email:915742658@qq.com

责任作者:周晨(1968-),女,湖南宁乡人,教授.研究方向为风景园林规划设计及自然教育场域规划与设计. Email:408451741@qq.com

1 自然教育及其相关概念

1.1 自然教育

17世纪捷克教育家夸美纽斯《大教学论》中主张学校应提供花园给孩子们观赏花草树木,享受自然,为后续自然教育思想奠定了基础^[1]。1762年法国教育家卢梭在《爱弥儿》中首次提出自然教育是一种顺应自然天性,依托乡村环境,培养自然人的教育方式^[2]。2010年《林间最后的小孩》从儿童成长视角提出自然体验和自然教育是治疗“自然缺失症”的有效方式,推动了自然教育在中国的迅猛发展^[3]。由于国内自然教育起步较晚,且其内容复杂,涉及多学科、多领域,目前尚未形成统一认可的概念界定。通过查阅文献,本文更倾向的定义:自然教育(Nature Education)是在自然中体验关于自然的事物、现象及过程的认知,目的是认识、了解、尊重自然,从而形成爱护、保护自然的意识形态^[4]。

1.2 环境教育

1970年世界自然保护联盟与联合国教科文组织首次将环境教育定义为一个认识价值和弄清概念的过程,这些价值和概念是为发展和评价人与其文化、生态环境之间相互关系所必须的技能与态度。环境教育还促使人们对环境质量问题做出决定,对本身的行为准则做出自我约束^[5]。

1.3 生态教育

温远光^[6]认为生态教育是将生态学思想、原理、方法等融入现代全民性教育,进而实现可持续发展和创建生态文明社会的生态学过程。蒙睿^[7]提出解构人类中心主义的生态伦理观,倡导人与自然和谐共处的生态伦理观是生态教育的目的。黄正福^[8]认为生态教育是以生态学为依据,传播生态知识和文化,提高人们的生态意识及素养,塑造生态文明的教育。

崔建霞^[9]认为环境教育以实现保护环境为目的,旨在提高人们的环境意识,培养人们能正确理解和评价与其环境之间相互关系所必须的技能与态度,是一种热爱自然的情感培育过程。刘慧^[10]在分析自然教育与环境教育关系的基础上提出,自然教育更强调人的成长和情感、价值观的培养,重视人自然天性的释放和回归。闫淑君^[11]指出以生态学为依据的生态教育,从学科上来讲,仅是自然科学中生物科学的一个分支,故而其研究内容的广度和深度不及自然教育。

2 自然教育研究现状

2.1 自然教育国家立法

2.1.1 国外自然教育立法

美国是最早提出发展环境教育并将其以立法的形式加以推广的国家^[12]。1970年美国颁布世界上第一部环境教育法——《美国环境教育法》,明确定义了环境教育,同时设立专门的环境教育办公室^[13]。1990年《美国国家环境教育法》颁布,标志着美国的环境教育立法进入成熟阶段^[14]。

1968年英国设立了环境教育委员会,负责环境教育管理工作。1995年发布环境教育指导性纲领——《迈入21世纪的环境教育》。1995年制定《环境法》,但至今仍未形成专门立法^[15]。

1999年巴西制定《巴西国家环境教育法》,并规定成立全国性环境教育政策管理机构和顾问委员会。

韩国重视自然山林的保护,倡导森林体验的自然教育。截至2015年共出台《山林法》、《山林基本法》、《树木保护法》、《森林修养法》、《森林教育法》等9部山林建设法^[16]。2008年通过了《韩国环境教育振兴法》。

日本是世界上第二个制定环境教育法的国家,2003年出台《增进环保热情及推进环境教育法》,使之成为在环境教育问题上第一个觉醒的亚洲国家,标志着日本环境教育走向法制化^[17]。

旅游国家菲律宾较早开设环境教育课程,并于2008年制定了《菲律宾国家环境意识与环境教育法》,将可持续发展作为环境教育的终极目标^[18]。

2.1.2 国内自然教育立法

截至2019年,中国暂未出台全国性专门的环境教育法律法规,但在《环境保护法》、《清洁生产促进法》、《自然资源保护法》等法律法规中都涉及到环境教育相关方面的规定^[19]。中国陆续颁布了《环境教育发展规划(草案)》、《2001—2005年全国环境教育工作纲要》、《国家教育事业第十二个五年规划》、《“十三五”生态环境保护规划(2016年)》等政策文件,大力推动环境教育在国内的发展。2010年中国台湾地区制定《环境教育法》,并于2011年正式生效。2011年宁夏通过《宁夏回族自治区环境教育条例》,成为全国第一部环境教育地方立法。此后,天津(2012年)、厦门(2013年)、洛阳(2014年)、广东(2018年)等城市相继开始制定地方环境教育条例。

2.2 自然教育实践模式

2.2.1 国外实践模式

李鑫等^[20]经过对比分析总结出美国的自然教育实践模式为“教学+自然学校+项目”。美国利用户外自然教育中心、国家公园、森林湿地等场域,将学校教育与自然体验活动有机结合,形成完善的自然教育体系^[21]。

日本的自然教育实践模式为“自然学校+社会+社区”,使其民众从幼儿到成人均在接收自然教育的熏陶^[20]。宋爽^[22]介绍了日本学校、企业、社会关于地域环境教育及实践活动的开展,从法律法规、国民意识、学科渗透、环境教育内容等方面总结出成功经验。

澳大利亚的自然教育实践为“全方位围绕式”,从政府奖励鼓励、可持续学校、社区合作等各方面渗透全方位的自然教育理念^[20]。

韩国拥有丰富的森林资源,形成了特殊的“森林体验式”自然教育实践模式^[20]。通过国立公园(如洪陵树木园、光陵国立树木园等)及森林博物馆(如仁川木材博物馆、庆尚北道博物馆等)等机构结合森林疗养师、林道体验师、自然解说员进行自然教育的活动规划和组织管理^[16]。

王民^[18]指出菲律宾的自然教育实践是依托于教育系统各组织机构和《国家服务培训计划》等法律法规,以学校教育为核心开展,进而渗透到社区和公民之中,形成“爱护环境的人—环境友好的公民—环境问题专家”的良性发展^[19]。

2.2.2 国内实践模式

中国借鉴其他国家的经验,形成了“教学+自然学校+自然体验”的自然教育实践模式^[20]。教学方面,国内各地学校开始重视自然教育理念的融入,如无锡市玉祁中心小学制定了本校自然教育纲要^[23]。自然学校和自然体验方面,截至 2019 年,中国自然教育委员会授牌了 20 个自然学校(基地),其中北京延庆野鸭湖湿地自然保护区、云南高黎贡山国家级自然保护区等 6 处均属于依托自然保护地进行自然体验的教育基地。范存祥^[24]等介绍了广东海珠湿地自然教育模式,在区域内形成了一定的影响。

2.3 自然教育组织机构

2.3.1 国外组织机构

美国政府在环境教育中担当服务者和监督者的角色,不直接以行政力量干涉环境教育;美国企业在绿色消费的影响下,成为环境教育的拥护者和资金提供者;非营利性组织(私人基金会、国家税收支

持)是美国环境教育活动的组织者和环境利益的保护者^[25]。美国波士顿自然中心由当地政府、奥杜邦学会和一些慈善机构共同建立,配备专职工作,同时也向社区、高校招募志愿者^[26]。

日本政府通过法规、政策及社会发展目标的制定,引导环境教育的发展。非营利、非政府的环境组织 NPO(如日本野鸟之会、世界自然基金日本委员会、日本自然保护协会等),利用自身灵活性遍布日本各地,发挥推动环境教育、传播环保知识、促进全球环境保护等作用^[27]。

2.3.2 国内组织机构

2010 年全国自然教育出现井喷式发展。据 2018 年全国自然教育行业发展调研报告显示,目前自然教育机构的有效统计共 398 家(如自然之友、山水自然保护中心、中日公益伙伴等),其数量为历届调研之最,其中工商注册、民政注册、个人或社群注册、事业单位或政府部门及其附属单位注册分别占 54%、21%、15%、10%。机构面向公众提供的服务主要集中在自然教育体验活动或课程、解说展示以及与自然教育相关的旅行规划。伴随自然教育机构的不断涌现,2013 年由发展较好的北京、上海、杭州等十几家机构发起全国自然教育论坛,为国内进行自然教育交流、行业协调共建和后备人才培养提供重要平台,截至 2019 年已成功筹办 5 届。

2.4 自然教育课程类型

2016 年环保部宣传教育中心主编的《自然学校指南》正式发布,其中第三章专门阐述教学课程在自然学校建设中的重要性及如何设计教学课程^[28]。周彩贤等^[29]提出从解说学习、手工制作、拓展游戏、五感体验、场地实践 5 方面划分自然教育活动类型。刘慧^[10]介绍了美国国家黄石公园针对不同人群(中小学生、大学生、一般人群)开展主题各异、特色鲜明的自然教育活动,同时展示了中小学生群体及初级护林员的项目内容。闫淑君^[11]基于中国台湾地区台北关渡自然公园 2016 年开展的系列活动,提出城市公园自然教育应从气候气象、地质地貌、土壤、生物、生态系统进行延伸设计,为中国城市公园自然教育活动的设置和开展指明方向。

2018 年全国自然教育行业发展调研结果显示,人才不足是当前自然教育机构发展的最大瓶颈。为培养自然教育人才,推动自然教育的发展,部分机构已探索开设人才培养项目:上海小路自然教育中心“紫米计划”、盖娅自然学校“自然体验师”培训体系、生态环境部宣传教育中心“自然学校注册讲师”

培训、云南在地自然教育中心“自然导师培养计划”、鸟兽虫木“自然解说员培训”体系、北研大自然教育研究院“大自然教育指导师”培训等。以2018年2月云南在地自然教育中心的自然教育网络基础培训为例,课程围绕自然教育概况、自然观察与体验、生态知识与生态伦理、保护区自然体验活动案例、安全管理等方面展开。

2.5 自然教育解说体系

环境解说最早萌芽于美国国家公园服务体系之中。1957年美国第一个遗产解说理论《解说我们的遗产》出版,提尔顿在该书中提出了解说的6项基本原则^[30]。孙燕梳理了美国国家公园解说的兴起与发展,介绍了公园管理局解说服务(解说员、解说主题项目、环境学习区)、公众参与(志愿者、兼职)、国家公园博物馆建立、出版物宣传(报刊、小册子)、国家公园户外自然史学校(解说培训指导)、教材编写等^[31]。国内香港、台湾地区自然教育解说发展相对成熟,陈世清^[32]等总结出香港郊野公园环境解说的主要形式:游客中心(清水湾郊野公园、西贡郊野公园等)、科普教育径(自然教育径、树木研习径、远足研习径、战地遗迹径)、主题教育活动(学校教育活动、公众教育活动)、其他解说媒介(网络、书籍、游客手册)。胡宏友^[33]总结台湾地区的6个国家公园代表,提出建立完善的旅游服务设施与解说宣传系统是加强台湾地区国家公园管理的重要途径。陶奎元^[34]介绍了台湾阳明山解说教育分为解说服务(义务解说员、游客中心及服务站、保育研究及资源调查)、解说牌示规划设计(路线解说、地图牌、人文史迹、地质特色、动物介绍等)、解说设施规划(电话预约、展示室、湖泊生态系统修复、步道石桥复旧等)、环境教育与解说宣导(义务解说员训练)、解说设施与服务评审(信息反馈)。蔡君^[35]提出中国三江源国家公园与生物多样性保护组织“山水自然保护中心”合作,在解说的社区参与和培养公众保护理念方面进行了新的探索。

2.6 自然教育场域规划设计

2.6.1 国外场域规划设计

自然教育与规划设计存在的关系由来已久。1892年现代生态规划设计先驱盖迪在爱丁堡建了一座塔楼以供学生观察、学习自然教育使用,开启了自然与教育的实践先河^[36]。1906年英国作家拉特在《儿童的学校园艺》一书中提出将学校花园作为儿童户外观察课堂,花园整体布局清晰,可提供一系列教学计划和学习活动^[37]。杨锐^[38]概括美国国家

公园体系发展的6个阶段,并提出在教育功能进一步强化的第六阶段,美国国家公园体系成为科学、历史、环境和爱国主义教育的重要场所。

2.6.2 国内场域规划设计

截至2019年,国内对自然教育场域规划设计的理论研究和实践项目已取得一定进展。郭庭鸿^[39]从风景园林学范畴出发,通过项目选址、功能组织、农耕情境引导、互动体验、探秘体察等对自然缺失症实验康复花园(成都)进行设计,以探讨康复花园重建儿童与自然联系的相关问题。刘慧^[12]基于已建成的四川苍溪回水湾湿地公园自然教育资源现状的调查,构建评价指标模型,展开面向市场、立足场地资源的自然教育体系设计。龚文婷^[40]通过对甘肃子午岭国家森林公园现有自然资源和文化科普资源分析,对自然教育基地基础建设布局和管理体制进行研究。李泽洲^[41]对福州市公园类、居住区类、幼儿园类儿童户外集体游戏场所现状进行实例调查及评价研究,总结出儿童户外集体游戏场所应从选址、功能分区、空间组织与尺度、设计要素等方面考虑自然教育的获得。成都麓湖生态城云朵乐园基于场地实际,划分冰之坚韧、云之幻化、水之灵动3大区块,将不同的活动功能和自然教育进行结合,密切人水关系,形成孩子们的自然博物馆^[42]。同济大学刘悦来团队设计的上海创智农园,通过设施服务区、公共活动区、朴门花园区、一米菜园区、园艺农事区等功能分区,为附近的小学生、居民提供自然观察探索、农耕知识学习、农事农活体验、园艺技能掌握等亲近自然的机会,同时农园聘请自然课程教师定期开展主题活动^[43]。湖南农业大学“娃娃农园”采取农业与城市绿地相结合的设计手法,将自然教育引入大学校园实践,满足儿童活动、居民休闲、教学、科研、科普、园艺栽培等需求^[44]。

3 结论与讨论

中国自然教育起步晚,发展相对滞后,主要原因:(1)自然教育未形成专门性立法,其实践缺乏稳定的市场环境;(2)全国自然教育模式暂未定型,后备人才资源相对短缺;(3)目前自然教育主要依靠教育机构(工商注册属性占最大比重)推广,普遍存在规模较小、形式单一、内容缺乏体系等弊端;(4)学校、社区、家庭等社会主体自然教育意识薄弱,对自然教育支持力度不够。

中国目前对自然教育的文献研究主要集中在《爱弥儿》思想解读、自然教育概念探讨、各国自然

教育发展历程、国外自然教育经验借鉴等方面,对自然教育的场域选择、实践推广、机构运营、课程开发等方面的梳理相对不足,自然教育场域的规划设计仍存在极大的研究前景。

参考文献:

- [1] 夸美纽斯. 大教学论·教学法解析[M]. 任钟印,译. 北京:人民教育出版社,2006.
- [2] 卢梭. 爱弥儿[M]. 李平沅,译. 北京:商务印书馆,1978.
- [3] 洛夫. 林间最后的小孩[M]. 长沙:湖南科技出版社,2010.
- [4] PALMER J A. Environmental Education in the 21st Century [M]. New York:Routledge,2003.
- [5] PALMER J,NEAL P. The Handbook of Environmental Education[M]. London:Routledge,1994.
- [6] 温远光. 世界生态教育趋势与中国生态教育理念[J]. 高教论坛,2004(2):52-55,59.
- [7] 蒙睿,周鸿. 我国生态教育体系建设[J]. 城市环境与城市生态,2003(4):76-78.
- [8] 黄正福. 高校生态教育浅析[J]. 黑龙江教育学院学报,2007(2):36-37.
- [9] 崔建霞. 环境教育:由来、内容与目的[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版),2007(4):147-153.
- [10] 刘慧. 四川苍溪回水湾湿地公园自然教育体系设计研究[D]. 雅安:四川农业大学,2017.
- [11] 闫淑君,曹辉. 城市公园的自然教育功能及其实现途径[J]. 中国园林,2018,34(5):48-51.
- [12] 崔凤,藏辉艳. 美国环境教育及其对我国的启示[J]. 华东理工大学学报(社会科学版),2009,24(2):93-98.
- [13] 王民,王元楣,李寒. 美国国家环境教育法的发展历程与动向[J]. 环境教育,2009(5):21-23.
- [14] 王民,祝真旭,沈海滨. 环境教育法国际比较与中国环境教育立法实践思考[J]. 世界环境,2013(5):21-22.
- [15] 陈玲. 我国环境教育立法研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2014.
- [16] 智信,王建明. 韩国森林休养与森林教育培训纪行[J]. 绿化与生活,2015(8):50-53.
- [17] 赵培吉. 环境教育立法的国际比较与借鉴[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2014,27(1):48,133.
- [18] 王民,王元楣,蔚东英,等. 菲律宾环境教育及《菲律宾国家环境意识与环境教育法》分析[J]. 环境教育,2009(8):7-9.
- [19] 时军. 我国的环境教育立法及其发展[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版),2013(5):87-91.
- [20] 李鑫,虞依娜. 国内外自然教育实践研究[J]. 林业经济,2017,39(11):12-18,23.
- [21] 魏智勇. 美国自然教育掠影——以参访美国三个颇有特色的自然教育中心为例[J]. 环境教育,2018(9):66-68.
- [22] 宋爽. 日本的环境教育及其启示[D]. 大连:大连理工大学,2007.
- [23] 陈卫平. 教育理性与现实突破——《无锡市玉祁中心小学自然教育纲要》及其标准的说明[J]. 江苏教育研究,2014(11):17-20.
- [24] 范存祥,钟文,蔡莹. 广东海珠湿地自然教育模式解读[J]. 湿地科学与管理,2017,13(4):24-26.
- [25] 臧辉艳. 美国环境教育及其立法研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2008.
- [26] 魏智勇. 美国自然教育掠影——以参访美国三个颇有特色的自然教育中心为例[J]. 环境教育,2018(9):66-68.
- [27] 李冬. 日本的环境 NGO[J]. 东北亚论坛,2002(3):81-82,86.
- [28] 金玉婷. 《自然学校指南》正式发布[J]. 世界环境,2016(1):56-57.
- [29] 周彩贤,马红,张玉钧,等. 自然体验教育活动指南[M]. 北京:中国林业出版社,2016.
- [30] TILDEN F. Interpreting Our Heritage[M]. Chapel Hill: University of North Carolina Press,1957.
- [31] 孙燕. 美国国家公园解说的兴起及启示[J]. 中国园林,2012,28(6):110-112.
- [32] 陈世清,陈丽丽,王新,等. 香港郊野公园环境解说主要形式及其启示[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2014,13(2):46-51.
- [33] 胡宏友. 台湾地区的国家公园景观区划与管理[J]. 云南地理环境研究,2001(1):53-59.
- [34] 陶奎元. 台湾阳明山地景、保育与解说考察记——对建设国家地质公园的启示[J]. 火山地质与矿产,2001(4):300-306.
- [35] 蔡君. 公园作为学习场所——国家公园解说和环境教育发展探讨[J]. 风景园林,2019,26(6):91-96.
- [36] UZUN F V, KELES O. The effects of nature education project on the environmental awareness and behavior[J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012(46):2912-2916.
- [37] LATTER L R. School Gardening for Little Children[M]. London:Swim Sonnensehein&Co,1906.
- [38] 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.
- [39] 郭庭鸿,董靓. 重建儿童与自然的联系——自然缺失症康复花园研究[J]. 中国园林,2015,31(8):62-66.
- [40] 龚文婷. 国家森林公园自然教育基地规划设计研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017.

(下转第 183 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.035

基于园林科学照明与造景艺术的园林夜景观规划设计研究

余卓立

(上海建桥学院,上海 201306)

摘要:以园林夜景观规划设计为研究对象,研究园林夜景观的设计要素和设计原则。结果认为,园林夜景观的设计要综合考虑景观类型、自然环境、固有夜景观影响、城市发展程度和景观的人文性及艺术性,并遵循安全性、统一规划、节能环保、经济性、具有一定美学价值的原则合理选取景观类型。根据照明设计的不同设计深度将科学照明设计分为 4 步,对每一步骤的设计要点和设计任务进行详细阐述。以某市广场园林景观照明为例给出了具体工程应用。

关键词:园林夜景观;规划设计;科学照明;造景艺术;设计要素

中图分类号:S731.9;P901;TM923 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0179-05

引文格式:余卓立:基于科学照明与园林造景艺术的园林夜景观规划设计研究[J].林业调查规划,2020,45(4):179-183. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.035

YU Zhuoli. Planning and Design of Garden Night Landscape Based on Scientific Lighting and Landscape Art[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 179-183. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.035

Planning and Design of Garden Night Landscape Based on Scientific Lighting and Landscape Art

YU Zhuoli

(Shanghai Jian Qiao University, Shanghai 201306, China)

Abstract: This paper studied the design elements and principles of garden night landscape. The results showed that the design of garden night landscape should consider the landscape type, natural environment, inherent night landscape impact, the degree of urban development, the humanity and artistry of landscape, and follow the principle of safety, unified planning, energy conservation, environmental protection, economy and aesthetic value to select the landscape reasonably. According to the different design depth, the scientific lighting design was divided into four steps, and the design points and tasks of each step were described in detail. The specific engineering application of the square landscape lighting of a city was illustrated.

Key words: garden night landscape; planning and design; scientific lighting; landscape art; design elements

随着我国居民生活水平的提高,人们的生活也逐渐丰富起来,而城市夜景观在满足人们休闲

娱乐,提高城市整体照明效果方面发挥着积极作用。园林景观作为城市建设的重要部分,不仅承载

收稿日期:2019-12-13;修回日期:2019-12-26.

第一作者:余卓立(1984-),女,硕士,讲师。研究方向为建筑设计、环境设计。

着完善城市基础设施,扩充城市结构的任务,更承载着一个城市的文化诉求,是城市精神文明建设的风向标^[1]。而园林夜景观设计作为景观设计的重要组成部分,越来越受到城市建设者的重视,景观的夜间照明也不再是单纯的照亮环境,而是在此基础上增加了美学功能,通过合理地调节灯光亮度、色调及选用具有艺术效果的灯具,在科学照明理论的指导下,使照明和景观融为一体,展现景观的独特艺术气息。

1 园林夜景观研究

园林夜景观属于城市夜景的一部分,属于城市景观范畴^[2]。而城市夜景照明包含了功能性照明和景观性照明 2 部分内容,因此,园林夜景观照明不仅是对城市景观整体效果的提升,更是对城市照明功能的进一步延伸^[3-4]。在对城市园林夜景观设计之前,要充分利用景观照明和城市照明的协调性及夜景观自身特性,通过景观与环境的作用以提高园林夜景观的功能属性,因此,园林夜景观的设计要综合考虑图 1 所示的以下因素:

1) 景观类型

园林景观的类型决定了其设计目的、思路和设计效果。不同类型的园林景观给观赏者带来不同的观赏体验,同时景观的不同类型也是对城市情感的完美表达。

2) 自然环境

自然环境是景观存在的物理条件,无论何种景观的设计,都要遵循景观所在的自然环境,不能违背自然规律,如气候条件、地形条件。

3) 固有夜景观影响

城市夜景观是一个整体的系统景观工程,园林中的夜景观要综合考虑原有的城市夜景观与设计景观的结合。

4) 城市发展程度

城市的发展程度是园林景观的社会环境,城市的发展为夜景观建设提供雄厚的资金支持,同时城市夜景观在一定程度上反映了当地的经济状况,园林夜景观设计要与当地经济发展相适应。

5) 注重人文性与艺术性

园林夜景观设计从功能上讲是满足照明需求,从艺术功能上讲是为了突出夜景观的美学价值和艺术功能,因此,在满足功能需求的前提下要充分发挥其艺术价值^[5]。

园林夜景观设计要综合考虑景观与环境及城市

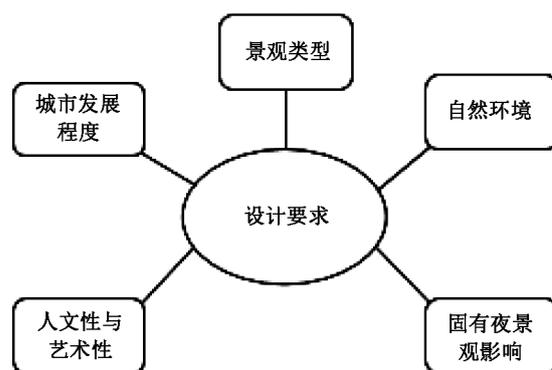


图 1 园林夜景观设计要素

Fig. 1 Design elements of garden night landscape

间的相互作用,以科学的设计理念为指导,通过景观设计、照明分析及价值研究提升夜景观的艺术气息和人文价值。因此城市夜景观设计必须遵循以下原则:

1) 安全性

园林夜景观的基本功能是为城市公共区域提供照明服务,其目的是预防黑暗环境下的违法犯罪,保障人民群众生命财产安全,相关调查显示^[6],夜间抢劫、斗殴等犯罪率是白天的数十倍,而在照明条件良好的城市空间,其夜间犯罪率比城市照明不良区域低出多倍,表 1 给出了光照和安全性关系。

表 1 光照和安全性关系

Tab. 1 Relationship between lighting and safety

亮度指数/勒克斯	距离/m	面孔识别程度
0.5	4	只需分辨面孔朝向
1.5	10	
1.0	4	能分辨眼睛、嘴巴和鼻子的位置
2.1	10	
1.8	4	能对人脸进行清晰辨识
5.0	10	

从表 1 中可以发现,合理的光照布置能提高城市安全性。此外,安全性还涉及照明硬件设施。夜景照明涉及到用电回路、照明设施及配电设备等综合系统,因此各个硬件设施必须安全可靠,不会发生触电、漏电事故。

2) 统一规划

园林夜景观涉及到景观和周围环境的协调性,因此其涉及到景观本身和环境的综合设计,考虑景

观和环境所构成的整体的功能性和艺术性,结合城市风格、人文特色和文化遗产等因素,对园林夜景景观照明进行功能设计、艺术塑造和照明色调调节,形成科学的照明体系^[7-8],图2为某地根据周围环境特色打造的沿江夜景



图2 沿江夜景设计

Fig. 2 Night view along the river

3) 节能环保

我国是人口大国,也是资源消耗大国,为缓解人口增长和资源环境持续恶化的矛盾,相关部门不断推行节能环保政策。城市园林夜景观设计也要遵循节能环保的原则,从照明设计、材料选择、绿色施工等方面入手,以最低的资源消耗达到既定照明效果。

4) 具有一定的美学价值

夜景观的美体现在其灵动变幻上,更体现在其光彩夺目中。园林夜景观的规划设计要通过光的运用和色彩改变营造出一种结构层次分明的艺术氛围。对于园林景观美学设计要从历史的角度出发,将中国传统园林的美学观念应用到现代设计中,营造出既符合中国人审美特色又符合现代西方美学价值的光影艺术,图3为某地金银塔夜景设计^[9]。

5) 经济性

夜景观的设计之所以有许多限制因素和约束条件,正是由于成本约束所致。其进行设计研究的目的是要用最小的资源投入获得最多目标的实现,因此夜景观设计的过程是投入和产出的平衡过程,要在设计中综合考虑费用成本、投融资方式、围护费用等各种因素,寻找一种全生命周期成本最小,目标效果最好的设计方案。

2 园林科学照明研究

园林科学照明指在确保照明功能实现的基础



图3 金银塔夜景设计

Fig. 3 Night view of Gold Tower and Silver Tower

上,通过对光照亮度、光照时间及光源的合理调节,减少光污染,提高照明效率,利用照明系统和园林景观的有机融合,使照明成为园林夜景观的一部分,形成安全可靠、经济合理、环保舒适并具有一定美学价值的照明技术^[10]。

科学照明设计的第一步是把握照明的整体性,通过环境调查、区域试验、照明总量控制,形成方案的总体布局。环境调查的任务是对园林夜景及绿地环境加以分析,划定照明区域,计算光照水平。区域试验是根据调查结果对重点照明区域进行光照试验,设计方案的形成不是一蹴而就的,需要根据实际效果不断调整,通过试验结果与预期结果对比会发现预先存在的问题,并针对发现的问题进一步优化方案。照明总量控制是将园林景观照明分为若干区域,通过不同区域的单元整合和资源调节,将孤立的点式分布景观连成线,利用照明手段将不同线连接成景观面^[11],图4为某地园林夜景观整体设计。



图4 园林夜景观整体设计

Fig. 4 Overall design of garden night landscape

科学照明设计的第二步是照明的详细设计。围绕景观的观赏路径合理布置沿线景观顺序,根据游客视觉焦点和景观层次人为划定主照明区域和次照明区域,根据不同区域的照明需求布设灯光设施,利用灯光色彩更加突出景观的层次感。

科学照明设计的第三步是选择照明方式和照明灯具。夜景观的照明要采用不同的照明方式呈现园林景观的美学效果,其照明方式主要有投光照明、轮廓照明、剪影照明和层叠照明,要根据景观效果和周围环境特点选用照明方式。照明灯具主要包括泛光灯、嵌入式埋地灯、水下灯、庭院灯和草坪灯,灯具的选择要综合考虑景观类型和场地特点,做到灯具和景观的协调

科学照明设计的第四步是照明的深入设计,针对景观的组成元素对各要素进行照明设计,包括道路、植物、建筑和景观水系统 4 部分。人行道照明的关键问题是将道路安全性和美学特性做到有机统一,例如道路中的台阶既要有一定的光照使步行者能区分台阶踢面和踏面,又要结合景观特点展现道路的曲线美^[12]。植物照明的目的是通过照明手法给予植物一定的光强,在不损害植物健康前提下促进其光合作用的进行,植物照度水平可参考表 2 所示的照度与日光关系。建筑是景观的主体部分,对建筑物的照明设计要从作者的情感出发,充分考虑作者所表达的感情色彩,对于不同情感的表达采用不同色调甚至采取无照明方式,同时要考虑建筑照明和整体照明效果及周围环境的协调性,充分发挥光照效果。景观的水系统包括流水、池塘、喷泉等部分,要根据不同水系特点采用水下照明或水上照明形式,用不同方式展现水在夜景观中的灵动性。

表 2 照度与日光关系

Tab. 2 Relationship between illuminance and sunlight

照度	照度等级	日光效果
750 ~ 1500 lx	低水平	遮蔽全部阳光
1500 ~ 2500 lx	中等水平	遮蔽部分阳光
2500 ~ 3500 lx	高水平	全部光照

3 应用案例分析

某省会城市位于华北平原北部,近年来该市的经济建设成绩斐然,市民生活水平不断提高,在此基础上,市民对日常文娱活动有了更高要求,因此该市新添一座体育广场,体育广场位于该市西南部,距市

中心约 5 km,为了满足广大市民的休闲娱乐需求,丰富市民的业余生活,根据公园建筑物特点打造了以运动休闲为主题的绚丽夜景观。广场中心处雕塑是广场的核心区域,该区域人流量大,因此对于雕塑的照明要突出层次感,在灯具选择上采用色调较为温和的聚光灯,其效果如图 5 所示。

为了凸出该广场的运动特性,在广场周围增加了高亮度的运动模型,将模型轮廓以高亮度 LED 灯加以界定,其效果如图 6 所示。

道路是游客游览广场的重要通道,其照明设计不仅关系到整个广场的安全,更关系到对照明线条的把握,本工程中道路采用高光源的柔和照明方式,其效果如图 7 所示。



图 5 雕塑照明

Fig. 5 Lighting of sculpture

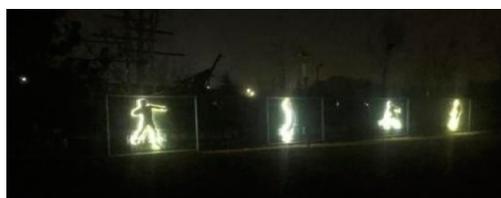


图 6 运动模型照明

Fig. 6 Lighting of motion model



图 7 道路照明

Fig. 7 Lighting of road

4 结论

从公园实际运营效果看,其耗电量为 2.9 W/mm²,满足绿色照明的相关标准。

园林夜景观不仅承载着人民群众日常休闲娱乐功能,更是一个地区经济实力的展现。本文从园林夜景观的规划设计入手,研究了夜景观的建造和景观的科学照明方法,得出以下结论:

1) 园林夜景观的设计要综合考虑景观类型、自然环境、固有夜景观影响、城市发展程度和景观的人文性及艺术性,并遵循安全性、统一规划、节能环保、经济性、具有一定的美学价值的原则合理选取景观类型。

2) 科学照明是园林景观的一部分,是通过对光照的合理运用以凸显园林景观的观赏效果。根据照明设计不同设计深度将科学照明设计分为 4 步,对每一步骤的设计要点和设计任务进行详细阐述。

3) 以某市的运动广场为例,根据广场主题和布局特点对广场中雕塑、道路及主题模型按照科学照明的原则进行了灯光设计,利用灯光效果营造了一种优美的休闲娱乐氛围。

参考文献:

[1] 谢伟斌,马若诗,徐俊丽. 苏州古典园林夜景观意境营造——以网师小筑为例[J]. 华中建筑,2019,37(7):

78-81.

[2] 徐俊丽. 地域文化视角下城市夜景观营造研究——以苏州为例[J]. 中国名城,2018(12):60-64.

[3] 牛爽. 植物景观在公园设计中的应用研究[D]. 长春:吉林建筑大学,2015.

[4] 吴鸣晓. 探究光影在风景园林中的艺术性表达[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017.

[5] 李忠明. 基于行为心理分析的重庆山地城市公园游步道照明规划设计策略研究[D]. 重庆:重庆大学,2017.

[6] 胡静静,吴小刚. 环境心理学在公园夜景观设计中的应用[J]. 长江大学学报(自科版),2013,10(35):41-44,51.

[7] 卞芳,李莞尔,冯焯森. 园林夜景观设计研究[J]. 乡村科技,2018(17):67-68.

[8] 周研. 城市公园景观照明分区设计研究——以长春市公园景观照明分区设计为例[J]. 吉林建筑大学学报,2015,32(4):42-44.

[9] 郭靖. 浅析传统园林现代艺术照明设计及 LED 的应用[J]. 照明工程学报,2015,26(3):52-56.

[10] 张晓艳. 光影在园林景观中的审美与应用研究[D]. 济南:齐鲁工业大学,2014.

[11] 胡静静. 福州市公园景观空间的艺术照明研究[D]. 福州:福建农林大学,2014.

[12] 赵鹏. 园林夜景观规划设计方法与模式构建研究[D]. 济南:山东建筑大学,2016.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 178 页)

[41] 李泽洲. 自然教育背景下的儿童户外集体游戏场所评价研究[D]. 福州:福建农林大学,2018.

[42] 张东,唐子颖. 孩子们的自然博物馆——成都麓湖生态城云朵乐园[J]. 景观设计学,2017,5(6):72-87.

[43] 刘悦来,尹科变,魏闯,等. 高密度城市社区花园实施机制探索——以上海创智农园为例[J]. 上海城市规

划,2017(2):29-33.

[44] 周晨,周湛曦,熊辉,等. 基于都市农业的社区童心园构建——以湖南农业大学“娃娃农园”为例[J]. 城市学刊,2017,38(6):69-73.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.036

昆明至丽江高速公路绿化美化设计思路

赵书学,周惠荣

(云南省林业调查规划院生态分院,云南昆明 650031)

摘要:对昆明至丽江高速公路路域环境进行调查,在充分掌握其本底的前提下,从公路产权内、外的绿化景观现状、全线景观风貌、自然景观、人文景观,以及负面环境影响因素等方面对景观进行分析和总体评价,在此基础上,从生态学和美学的角度对公路的绿化美化设计进行思考,并从设计理念、设计定位、设计原则、总体风貌呈现与分段控制、植物景观规划、景观层次规划、空间布局、植物规划等方面制定出公路绿化美化的设计方案。提出多部门联动、编制科学的实施方案和施工作业设计、多渠道筹集资金等美丽公路建设的建议。

关键词:路域环境;绿化美化;设计思路;昆明至丽江高速公路

中图分类号:S731.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0184-06

引文格式:赵书学,周惠荣.昆明至丽江高速公路绿化美化设计思路[J].林业调查规划,2020,45(4):184-189.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.036

ZHAO Shuxue,ZHOU Huirong. Design Ideas of Greening and Beautification of Kunming-Lijiang Expressway[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(4):184-189. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.036

Design Ideas of Greening and Beautification of Kunming-Lijiang Expressway

ZHAO Shuxue, ZHOU Huirong

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

Abstract: Based on the investigation of the road environment of Kunming-Lijiang Expressway, this paper analyzed and evaluated the landscape from the current situation of the green landscape inside and outside the highway property right, the landscape style, the natural landscape, the human landscape, and the negative environmental factors. This paper considered the design of highway greening and beautification from the view of ecology and aesthetics, formulated the design scheme from the aspects of design concept, design orientation, design principle, overall style presentation and sectional control, plant landscape planning, landscape level planning, spatial layout and plant planning, as well as put forward suggestions for beautiful highway construction, such as multi-department linkage, preparation of scientific implementation plan and construction operation design, multi-channel fund-raising, etc.

Key words: road environment; greening and beautification; design ideas; Kunming-Lijiang Expressway

党的十九大报告提出,建设生态文明是中华民族伟大复兴永续发展的千年大计,必须牢固树立和践行绿水

青山就是金山银山的理念,建设美丽中国,为人民创造良好的生产生活环境,为全球生态安全作出积极

收稿日期:2020-04-16.

第一作者:赵书学(1978-),女,贵州遵义人,高级工程师.主要从事林业调查规划设计工作. Email:214871064@qq.com

贡献,“生态”、“美丽”成了时代的命题。习近平总书记明确指示云南要努力建成中国最美丽省份,谱写好中国梦云南篇章。为全面贯彻党的十九大精神,深入贯彻落实习近平生态文明思想和对云南工作的重要指示精神,云南省提出了要坚持山、水、林、田、湖、草是生命共同体,要精心装扮山、坝、河、湖、路、田,做美每一条道路、每一条河流、每一个湖泊,大力推进全域旅游,着力展现云南群山叠翠、四季飞花、水清岸绿的秀美山川;到2020年,以怒江美丽公路,昆明—丽江、昆明—西双版纳高速公路,昆明主城区—昆明长水国际机场道路等为重点建设一批最美公路,建设大滇西旅游环线。建设美丽公路,打造最美丽省份靓丽风景线,通过大规模、高标准增绿,建设沿线高品质绿化带、景观带,提升服务区功能和品质,提高管理和运营水平,让人们在绿色长廊、鲜花大道、景点式服务区中时刻感到“路景交融、轻松舒畅”成了政府当前一段时间的重要任务,探索美丽公路建设已成为云南的时代课题。

在“生态”和“美丽”成为时代命题的当下,笔者提出了一些昆丽高速绿化美化设计的思路,以期能为该公路路域环境的绿化美化工作提供一些借鉴;同时,抛砖引玉,让更多的专家、学者一起探讨美丽公路建设。

1 主要设计思路

通过现状调查,摸清路域环境本底情况,在对现状进行分析评价的基础上,运用山水林田湖草是生命共同体的设计理念,进行合理的设计定位;遵循科学的设计原则,进行风貌控制、植物景观规划、景观层次规划、空间布局和植物规划。

2 公路基本情况

昆明至丽江高速公路(以下简称昆丽高速)从昆明碧鸡关隧道西口(K13+700)起,至丽江西(K195+500)止,全长484 km,涉及5个州(市),13个县(市、区)。由4段组成,依次为昆明至安宁段、安宁至楚雄段、楚雄至大理段和大理至丽江段。全线共有互通及立交39座,隧道16座,服务区14个,管理处(站)4处。

3 路域环境概况

3.1 自然环境

昆丽高速地处云贵高原西部和青藏高原东部,

沿线地形地貌复杂多样,海拔为1400~3000 m。路域范围气候类型多样,涉及“热带、亚热带、暖温带”3种不同的气候类型,具有“一山分四季、十里不同天”的自然景象。涉及地带性土壤为红壤、黄壤、黄棕壤等。涉及金沙江、澜沧江、怒江、红河四大水系,滇池、洱海两大高原湖泊。

3.2 植被和植物资源

根据現地调查,结合《云南植被》,昆丽高速沿线植被有半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖温性针叶林、温凉性针叶林、寒温性灌丛、暖性石灰岩灌丛、暖性灌丛、干热灌丛等12个天然植被亚型和人工乔木林、竹林、果树经济林3个人工植被。主要植物有:云南松、华山松、滇油杉、高山松、杉木、柳杉、柏木、喜马拉雅红豆杉、樟树、杨树、桉木、桉类、栎类、车桑子、悬钩子、小石积、金丝梅、苦刺、水红木、水锦树、清香木、柃木、野蔷薇、火棘、杭子梢、羊蹄甲、杜鹃、米饭花、三棵针、苹果、梨、桃、核桃、板栗、樱桃、茶叶、花椒、扭黄茅、黄背草、戟叶酸模、云南裂稗草、球米草等。丰富的植物资源,为公路绿化美化提供了丰富的植物选材。

3.3 周边旅游资源

昆丽高速是云南省重要的旅游通道之一,周边分布着众多的热门旅游景点。

昆明作为国家级历史文化名城,拥有滇池旅游度假区、西山风景区、云南民族村、金殿、世博园、筇竹寺、石林、云南陆军讲武堂旧址、国立西南联合大学旧址等著名景点。

楚雄是一个以彝族聚居神秘而又古老的地方,拥有彝人古镇、太阳历公园、福塔、紫溪山森林公园、禄丰恐龙谷等景区景点。

大理是著名的历史文化名城,旅游资源丰富,著名景点有苍山、洱海、大理古城、崇圣寺、蝴蝶泉、南诏风情岛、喜洲古镇、云南驿、大理地热国、剑川沙溪古镇、魏宝山等。

丽江是世界著名的旅游集散地,代表性的景区景点有玉龙雪山、老君山、丽江古城、束河古镇、泸沽湖等。

3.4 世居的主要少数民族及其特色文化资源

公路沿线分布着汉、彝、白、回、苗、纳西等少数民族,以楚雄彝族、大理白族、丽江纳西族人数最多、分布最广、最具代表性。以彝族、白族、纳西族为代表的少数民族,在民居建筑、饮食起居、民族服饰、节日庆典、宗教信仰、婚丧嫁娶等方面均形成了各自的特色,呈现出浓郁的民族风情和异彩纷呈的民族文

化,使昆丽高速成了一条展示少数民族文化的景观长廊。

4 现状分析评价

4.1 公路产权内绿化景观现状分析

公路产权内绿化景观缺乏色彩变化及分段主题设计,全线绿化景观较为单调。互通及立交区现状绿化体量单薄,绿化层次单一,植物品种和数量较少,色彩单调,植物配置缺乏美感,整体识别性较弱,植物生长不良,无法体现城市形象及地域特色。

4.2 公路产权外绿化现状分析

公路产权外 100 m 范围由于城镇建设、农业生产较集中,森林覆盖率仅为 26%,破碎化程度高;100~1 000 m 可视范围森林覆盖率为 49%,但仅有 1/4 的路段森林植被较完整,其余 3/4 路段森林植被较破碎,整体上未形成连续的绿色廊道。

4.3 全线景观风貌分析

经过对路域两侧 1 000 m 景观基质进行分析,全线景观本底基本呈现 5 种特色风貌类型:

城市景观 67 km、占 13.9%,位于昆明、楚雄城郊段,该风貌类型景观以道路、建筑为主。

山林景观 163 km、占 33.7%,在安宁、大理、楚雄、丽江等多有分布,该风貌类型景观以自然山地、森林为主,地形起伏较大。

田园村落景观 166 km、占 34.3%,以楚雄、祥云、大理、洱源、剑川为主,该风貌类型景观以农田水系、农田防护林网、农田大地艺术景观,以及乡村聚落建筑为主。

滨湖水域景观 57 km、占 11.7%,以大理洱海等高原湖泊景观为主。

热谷景观 31 km、占 6.4%,位于禄丰恐龙谷。

4.4 自然景观分析

在生态功能上各区段特点明显,安宁段、楚雄段、大理段由于城市干扰,生态功能相对薄弱;禄丰至楚雄段,南华至祥云段,祥云至凤仪段、剑川段、丽江段原生植被较好,能发挥良好的生态功能,沿线自然山林层峦起伏、苍山挺拔、洱海宽广,极具形体美。在线的体现上,路域范围内的绿色未形成统一的线性韵律。整体颜色以绿为主,色彩表现较单一,未体现出四季变化的动态美。

4.5 人文景观分析

路域人文景观丰富,从涉及民族来说,沿线主要有楚雄彝族、大理白族、丽江纳西族,有彝族火把节、禄丰恐龙谷、大理南诏古国都、丽江古城等一系列全

国乃至世界级的人文景观。

4.6 负面环境影响因素分析

通过对路域环境全面调查,发现存在许多影响视觉效果的因素,如:部分广告牌架设混乱;存在突兀的临时建筑和未拆除的破损建筑;部分道路沿线村庄,村容村貌不整洁,垃圾堆放在公路可视范围内;部分离公路较近的工厂未设置遮挡隔离带,厂内的凌乱状况一览无余;沿线有数量较多的采石场等。

4.7 总体评价

沿线景观的多样性。自然景观和人文景观丰富多样,不但有不同的植被景观、高原湖泊景观、雪山景观,而且还有特色民居、多民族民俗风情等人文景观。

沿线景观的地域性。高速公路贯通滇中及滇西北,跨热带(海拔因素影响的局部地段)、亚热带、暖温带,有半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖温性针叶林、温凉性针叶林、寒温性灌丛、暖性石灰岩灌丛、暖性灌丛、干热灌丛等天然植被和人工乔木林、竹林、果树经济林等人工植被,不同地域景观特点较突出。

沿线景观的融合性。沿线分布有森林、湖泊、雪山等自然景观,以及彝族、白族、纳西族等少数民族特色民居等人文景观,各类景观相辅相成,互为依托,呈现较高的融合度。

沿线景观生态性。沿线有约 1/3 的路段分布有天然森林植被,群落结构较完整,此外还有高原湖泊、人工水库等水体,以及森林、湿地等多种自然生态系统类型,保存较完好。

通过现场调查和对资料的分析得出,道路沿线自然景观虽丰富,但缺乏形式美,色彩不够艳丽;虽然人文景观多样且独特,但未有效整合;虽已实施绿化,但缺乏总体规划,分段主题不明显,绿化景观效果不佳;路域环境缺乏整治,脏、乱、差现象较突出。

5 设计思路

为打造出一条能“领略四季”、“走进异域”、“探寻秘境”、“畅游山水”、“穿越历史”、“追根溯源”和“体验民俗”的美丽公路,充分展示云南山川魅力和民族风情、促进全域旅游发展、提升公路沿线城乡人居环境,昆丽高速路域环境绿化美化设计重点对以下内容进行了研究。

5.1 设计理念

遵循山水林田湖草是生命共同体的共生关系原则,按照山上植树、坡地种草、森林涵水、水聚成湖、

湖养田地的可持续发展思路,统一规划、统筹治理;依据景观生态学原理,以高速公路绿化带连接城乡、村庄、风景区、湖泊水库等景观斑块,形成集功能性、实用性、欣赏性为一体的绿色生态景观长廊;融合彝、白、纳西等不同民族文化特色;动态展示沿线山地森林、田园村落、特色民居、高原湖泊、巍峨雪山等不同景观,达到改善路域景观及生态环境,推动全域旅游的目的。

5.2 设计定位

昆丽高速绿化美化定位为:绿色廊道;景观大道;文化之路;智慧之路。

绿色廊道:绿色廊道是构筑绿色生态屏障和生态网络空间的重要基础支撑。结合现状森林、湖泊、田园、村落、雪山等自然景观本底,对路域可视范围内可实施绿化的林地、农地及其他土地进行景观提升改造、绿色廊道修补及面山增绿复绿,提升公路沿线绿化品质,打造一条独具特色的绿色生态长廊。

景观大道:在原有森林、湖泊、田园、村落、雪山等自然景观的基础上,通过景观风貌控制和不同主题的植物景观营造,打造一条各路段主题鲜明,具有季相色彩变化的景观大道,实现“车在路上行,人在景中游”的效果。

文化之路:充分挖掘公路沿线彝族、白族、纳西族等少数民族文化资源,形成展示地域民族文化特色的纽带。

智慧之路:充分利用现有的一部手机游云南APP,结合道路运营及维护信息系统,采用5G等信息技术,让驾乘人员在行进过程中根据手机定位自动轻松获取沿途有关景点、民俗风情、特色产品等信息。

5.3 设计原则

明确主题、融入文化、强化特色:结合交通出行、旅游发展、生态建设、文化展示等,明确公路景观营造的主题特色,并围绕主题进行景观空间布局和分段设计。强化不同路段主题特色,结合地域特色、气候类型、景观本底、景观风貌类型、历史人文及民俗文化等因素,确定不同路段的主题,进行植物选择和绿化配置,融入地方文化元素,营造特色鲜明、变化丰富的道路景观空间。

强化节点景观:在路域绿色生态廊道建设的基础上,强化大型互通立交、出入口立交、重要隧道口等节点的景观打造。节点景观设计要强化色叶树、开花乔灌木等观赏植物的运用,适当点缀具有地域文化和民族文化元素的景观小品,形成特色和亮点。

注重内外衔接:公路产权内的景观改造提升应注重与公路产权外的绿色廊道及增绿复绿的协调统一,围绕主题段落,在边坡绿化植物选择上应相互衔接,内外形成较为统一的绿化景观风貌。强化内外衔接节点设计,对重要服务区延伸区域、旅游节点、特色自然景观、特色民俗村落过境区域、田园风光、重要湖滨景观、特色桥梁水库等区域进行重点打造,通过公路产权外植物的合理配置形成视线引导,优化公路产权内外视觉空间的关系。

以问题为导向:根据详尽的现地调查,找出现状景观存在的问题,以问题为导向,因地制宜提出公路绿化美化的策略、措施和方案。

5.4 总体风貌呈现及分段控制

“一条玉带衔明珠·一路青山探秘境”,昆丽高速如同一条绿色长廊贯穿东西,串起一个个城市乡村,一处处风景名胜,一个个少数民族村落,沿路而下探访云南的绿水青山、秘境人家。根据区域自然风貌,整条道路分昆明至楚雄、楚雄至大理、大理至丽江3段进行风貌控制(表1)。

昆明至楚雄段:自然景观包括城市延伸、工业文明,展现的人文景观为都市休闲风情,本段景观风貌为“春城无处不飞花,寻芳漫步入彝家”。

楚雄至大理段:自然景观包括山地森林、热谷和彝族图腾特色民居,呈现的人文景观是彝州秘境、远古的呼唤,本段景观风貌为“彝山灿然处处红,苍山洱海墨春秋”。

大理至丽江段:自然景观包括湖光山色、白族民居、田园风光,人文景观为乡愁白族人家,本段景观风貌为“晨步南原春尽艳,午登北岭雪无瑕”。

5.5 植物景观规划

要充分考虑驾乘人员的实际景观体验,根据注视5秒时间才能获得景物清晰印象及与车速关系,合理利用景观特色带和景观过渡带,形成有张有弛的动态景观序列,既要有变化又要有统一,既要有平缓又要有波折起伏等特点,避免景观过于复杂或过于单调。沿线景观采用“大尺度、大组团、大色块”为主要组景手法,突出粗线条、多层次的造景特点,每段景观单元长度不少于30 km,保证高速度下景观的连续性及与地域特色相融合。

5.6 景观层次规划

植物景观层次:利用常绿、落叶乔木树种与灌木的形态、个性参差群植,合理搭配,使局部景观层次分明,而景深赋予变化,形成林冠线,林缘线起伏多变,借以打破景观的单一性,给人以强烈的节奏感和

表 1 昆丽高速绿化美化植物景观规划表

Tab. 1 Plants landscape planning for afforestation and beautification of Kunming-Lijiang Expressway

分段	总体风貌	植物景观单元	单元区间
昆明段	春城无处不 飞花 寻芳 漫步入彝家	木兰探春	昆明西—安宁西—安丰营 (K13+700~K53+500)
		林海徜徉	安丰营—安宁 (K53+500~ K57+500)
楚雄段			安宁—长田 (K57+500~K70+ 500)
		侏罗世纪	长田—恐龙谷—彩云 (K70+ 500~K94+500)
		凤羽蓝花	彩云—程家坝 (K94+500~ K146+400)
		暮春含芳	程家坝—楚雄西 (K146+400~ K158+000)
楚雄段	彝山灿然处 处红 苍山 洱海墨春秋		楚雄西—南华 (K0+000~K22 +100)
		水岸竹韵	南华—下庄 (K22+100~K58+ 500)
		翠屏迎客	南华—下庄 (K58+500~K85+ 250)
大理段	晨步南原春 尽艳 午登 北岭雪无暇	花红百日	下庄—祥云 (K85+250~K114 +250)
		彩绣云岭	祥云—凤仪 (K114+250~ K133+250)
			祥云—凤仪 (K133+250~ K142+250)
		樱花长廊	凤仪—海东 (K0+000~K9+ 900)
			海东—邓川 (K9+900~K66+ 500)
丽江段	苍松傲雪	楸梓蒨蔚	邓川—剑川 (K66+500~K140 +500)
			剑川—丽江西 (K140+500~ K148+500)
			剑川—丽江西 (K148+500~ K195+500)

视觉冲击,同时开辟景观深远的视觉走廊。

景观空间层次:在空间的开合上,结合周边自然景观,以低矮灌木与高大乔木之间错落形成起伏,在空间上以打开透景线,让视线有远近开合的变化,加强空间的透视效果,又远借佳景,把沿线山、水、林、田、湖、村落融入高速公路景观,平衡高速公路因实行封闭而带来的隔绝感。

5.7 空间布局

根据绿化美化理念及景观风貌要求,将昆丽高速路域绿化美化空间布局为“一廊三段多点”。

一廊:即一条绿色生态景观廊道,通过整合可实施绿化的林地、其他土地空间,串联各区域版块,形

成一条绿色生态景观长廊。

三段:按州市级行政区域分为昆明至楚雄(含玉溪)、楚雄至大理、大理至丽江三段,依次展现“春城无处不飞花,寻芳漫步入彝家”、“彝山灿然处处红,苍山洱海墨春秋”、“晨步南原春尽艳,午登北岭雪无瑕”的景观风貌。三段中,又划分 12 个不同的植物景观单元。

多点:在大型立交互通、出入口、重要城镇设置景观节点,全线共设计碧鸡关隧道、恐龙谷收费站、大理东互通、拉市海湖滨等 4 个景观节点。

5.8 植物规划

植物规划遵循乡土性原则、景观性原则、特色性原则、自然群落原则、原真性原则、抗逆性原则和苗木繁育本地化原则进行。根据道路分段各区间立地条件、自然植被,结合“三段”景观风貌要求、植物景观单元及主题,分为 12 个区间(段)共 12 个植物景观主题进行规划,主要展现不同植物的花期、叶色、季相变化,达到“四季常绿、季相分明、四季有花、各具特色的立体、复合绿色生态景观廊道”目标。各区间(段)植物规划如下(表 1):

昆明西—安宁西—安丰营 (K13+700~K53+500):植物景观主题“木兰探春”,主选树种为广玉兰、深山含笑,备选树种有白玉兰、紫玉兰、二乔玉兰、望春玉兰、毛果含笑、翠柏、枫香、元宝枫等。所选树种均为春季开花,春的气息扑面而来。

安丰营—安宁—长田 (K53+500~K70+500):植物景观主题“林海徜徉”,在原有森林植被的基础上,以景观改造和提升为主。主选树种为山玉兰、深山含笑、元宝枫,山玉兰、深山含笑是对前段主题的适当延伸,元宝枫可增添色彩。备选树种有蓝花楹、冬樱花、清香木、复羽叶栎树、翠柏、三角枫,林海苍翠之中不时闪现一抹颜色。

长田—恐龙谷—彩云 (K70+500~K94+500):植物景观主题“侏罗世纪”,主选树种为加拿利海枣、棕榈,备选树种有老人葵、董棕、叶子花、清香木、滇朴、球花石楠等,以棕榈科树种为主,意在重现侏罗世纪、恐龙时代植物景观。

彩云—程家坝 (K94+500~K146+400):植物景观主题“凤羽蓝花”,主选树种为蓝花楹、攀枝花和翠柏,备选树种有复羽叶栎树、刺桐、枫香、云南拟单性木兰等,热谷风貌中呈现蓝色幻境、热情火红,与楚雄火的民族一样热烈奔放。

程家坝—楚雄西—南华 (K146+400~K158+000, K0+000~K22+100):植物景观主题“暮春含

芳”,主选树种为宫粉紫荆、云南樟,备选树种有红花紫荆、球花石楠、紫薇等,以展现“楚雄四月满芳菲”的景色。

南华—下庄(K22+100~K58+500):植物景观主题“水岸竹韵”,主选树种为慈竹,备选树种绵竹、大叶慈、椅子竹,远见江水缓缓、竹影婆娑。

南华—下庄(K58+500~K85+500):植物景观主题“翠屏迎客”,原有优势树种主要为云南松、滇油杉,主选三角枫、头状四照花、滇朴进行景观改造,备选树种有雪松、球花石楠、翠柏、紫薇、云南樟等,驶入林海听阵阵松涛,漫游青山看峰峦叠嶂。

下庄—祥云(K85+250~K114+250):植物景观主题“花红百日”,主选树种为紫薇、云南樟,备选树种为红花紫荆、刺桐、滇润楠、香樟。“盛夏绿遮眼,此花满堂红”是对紫薇的最好诠释,本区间路段取紫薇的花期长、花色红,借红花紫荆的花朵繁盛,以营造花红百日之盛景。

祥云—凤仪(K114+250~K142+250):植物景观主题“彩绣云岭”,在原有森林植被的基础上,选用球花石楠、冬樱花绿化造林或景观改造,备选树种有鹤庆冬樱花、云南樱花、云南樟、滇楸、雪松等,冬樱花花期较早,开启下段“樱花长廊”景观主题。才过繁花盛景,又入苍莽云岭;揽尽青山苍翠,步入云上芳华。

凤仪—海东—邓川(K0+000~K9+900~K66+500):植物景观主题“樱花长廊”,主景树种云南樱花、台湾牡丹樱,备选树种为垂丝海棠、鹤庆冬樱花、冬樱花、雪松,布局在大理海东前后,营造数十里花海,为大理的“花”再添一色,远看海西苍山如黛、海东花深似海,近览洱海水空濛、古镇风情浓。

邓川—剑川(K66+500~K140+500):植物景观主题“楸梓蔚蔚”,主选树种为滇楸、头状四照花、雪

松,备用树种有球花石楠、冬樱花、垂丝海棠、滇朴、滇杨等。《说文·木部》中曰:“楸,梓也”,楸梓二木相类。楸木树形高大、是为良木,花色淡红至淡紫,蒴果细圆柱形、长而下垂,观赏性极佳,很好地展现出“楸梓夹道,蔚蔚成林”景观。“梓”还含有故里之意,与本段“乡愁白族人家”的人文景观高度契合。

剑川—丽江西(K140+500~K148+500):植物景观主题“苍松傲雪”,借用远处雪山胜景和沿线几十公里的云南松林,青翠连绵。主选树种为红豆杉、雪松、香花槐,备选树种有染用卫矛、全缘石楠、球花石楠等,可作为景观改造、景观(遮挡)林带造林树种。

6 建议

1)美丽公路打造仅靠一两个部门是难以实现的,必须相关部门联合行动,根据负面问题清单,按归口管理各司其职,各行其事,共同发力,久久为功,方能成效显著。

2)有了清晰的思路,还必须科学编制实施方案和施工作业设计,作为将蓝图变为现实的重要依据。

3)美丽公路打造耗资十分巨大,在资金筹集方面需创新方式,多渠道筹措资金。

参考文献:

- [1] 云南省林业调查规划院. 昆明至大理至丽江高速公路路域环境绿化美化实施方案——景观提升改造工程说明书[Z]. 2019.
- [2] 云南省林业调查规划院. 昆明至大理至丽江高速公路路域环境绿化美化实施方案——绿色廊道及增绿复绿工程说明书[Z]. 2019.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.037

苏州市工业园区商圈屋顶花园的植物配置

孙雪,赵天然,沈言,陈思家
(苏州农业职业技术学院,江苏 苏州 215008)

摘要:屋顶花园作为城市园林绿化的重要组成部分,有着非常重要的生态作用。为更好地进行商业建筑屋顶花园的种植设计,对苏州市工业园区商圈的新光天地购物中心和圆融星座时代购物广场屋顶花园的植物配置进行调查,分析其植物配置的现状和特点,提出可以适当增加秋冬两季更具观赏性的植物,屋顶花园建成后要注意植物生长情况,经常修剪、清理枯枝落叶,及时更新草花等建议。

关键词:商业建筑;屋顶花园;植物配置;立体绿化景观;苏州市工业园区

中图分类号:S731.5;TU986.34 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0190-06

引文格式:孙雪,赵天然,沈言,,等. 苏州市工业园区商圈屋顶花园的植物配置[J]. 林业调查规划,2020,45(4): 190-195. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.037

SUN Xue, ZHAO Tianran, SHEN Yan, et al. Plant Configuration of Roof Garden in Business District of Suzhou Industrial Park[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(4):190-195. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.037

Plant Configuration of Roof Garden in Business District of Suzhou Industrial Park

SUN Xue, ZHAO Tianran, SHEN Yan, CHEN Sijia
(Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture, Suzhou, Jiangsu 215008, China)

Abstract: As an important part of urban landscape, roof garden plays a very important ecological role. In order to better design the planting of the roof garden for the commercial building, this paper investigated and analyzed the current situation and characteristics of the plant configuration of roof garden on Shin Kong Place shopping center and Harmony City shopping plaza in the business district of Suzhou Industrial Park, as well as suggested to add more ornamental plants in autumn and winter, pay attention to the plant growth after the completion of the roof garden, prune and clean up dead branches and leaves, and renew grass and flowers in time.

Key words: commercial building; roof garden; plant configuration; three-dimensional greening landscape; Suzhou Industrial Park

屋顶花园通常指建造在各类建筑物和构筑物的顶部,进行植物种植及各种造景活动的统称^[1]。由于城市的发展,各种不同风格的建筑逐渐增多,屋顶花园的功能不再局限于满足对建筑外观的美化上,

已逐渐向生态效益及功能实用等方面转化,在改善城市微气候等方面发挥积极作用的同时,也提高商业建筑屋顶空间的利用率,提升城市空间的生态品质,丰富购物过程体验,并逐渐成为重要的创意和

收稿日期:2019-12-19.

第一作者:孙雪(1979-),女,吉林四平人,硕士.研究方向为园林规划设计.Email:sunxue_w@126.com

亮点。

近年来随着苏州经济的发展,人们对垂直绿化,尤其是对屋顶花园的重视程度大为提高,出现了一些较好的商业建筑屋顶花园。本文对苏州工业园区商圈内新光天地购物中心和圆融星座时代购物广场的屋顶花园植物种类和配置方式进行探讨,旨在为今后商业建筑屋顶花园的建造提供一些理论依据和实践基础。

1 研究对象和方法

1.1 研究地点概况

苏州属亚热带季风海洋性气候,四季分明,气候温和,雨量充沛。年均降水量 1 100 mm,年均温 15.7℃,1月均温 0.3℃,极端低温-9.8℃,7月均温 30.3℃,极端高温 39.2℃。

1.2 研究对象概况

苏州市工业园区新光天地购物中心和圆融星座时代购物广场是金鸡湖商圈核心地带。新光天地购物中心于 2015 建成,其商业建筑和内部空间按照苏州园林的概念进行设计。西南侧 3~6 层仿照苏州园林中“园中有园”的结构样式,层层有退台,退台设计形成的露台,不仅让室内与室外得以自然衔接,也对整个商业区的采光系统起到积极的作用,营造出立体的屋面花园(图 1)。



图 1 新光天地购物中心屋顶花园效果图

Fig. 1 Design sketch of roof garden of Shin Kong Place shopping center

圆融星座购物中心位于苏州工业园区金鸡湖东岸,以坡地和峡谷的设计和一座称之为“圆融公园”的立体生态景观,将购物中心与商务办公楼、湖景公寓的多元空间巧妙结合。从购物中心的每个楼层直

接步入,都可以近距离欣赏到错落有致的大树、岩石、草坪、溪流等生态景观,配置出四季可观的“都市山林”景观(图 2)。



图 2 圆融星座时代购物广场屋顶花园效果图

Fig. 2 Design sketch of roof garden of Harmony City shopping plaza

1.3 研究方法

采用实地调研,记录屋顶花园的植物种类、高度、数量等信息,记录植物配置组团情况,绘制植物组团平面图;查阅江苏省和苏州市园林树种相关文献,以典型屋顶花园案例作为参考。

2 结果与分析

2.1 植物种类分析

1) 新光天地购物中心

对新光天地屋顶花园植物群落的调查结果显示:乔木树种为鸡爪槭、桂花、圆柏、杜英、樱花等;灌木主要为红叶石楠、金丝桃、八角金盘、南天竹、月季、洒金桃叶珊瑚等;草本植物主要为麦冬、红花酢浆草、大花萱草等(表 1)。

该屋顶花园在植物选择上比较丰富,而且大多为苏州地区园林绿化常用植物种类,总体生长状况良好。所种植乔木是各景点植物配置的基础与主体,形成了整个屋顶花园景观的框架,和建筑更加紧密地融为一体,丰富了建筑的美感。灌木运用得最多,且大多为常见灌木类型。同时,注重垂直绿化和绿墙的运用。观花植物有 12 种,花期集中在春夏,占比为 38%;色叶树种有 8 种,由多到少依次为红色、黄色和杂色,占比为 25%;观果植物有 4 种,观赏期在秋季,占比为 13%。

表 1 新光天地购物中心屋顶花园植物种类

Tab. 1 Plant species of roof garden of Shin Kong Place shopping center

序号	种类	中文名	拉丁名	科名	栽植形式及观赏特性
1	乔木	榉树	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	榆科	孤植, 树形、秋色叶树
2		鸡爪槭	<i>Acer palmatum</i> Thunb	槭树科	孤植或对植, 树形、叶形、叶色美观
3		桂花	<i>Osmanthus fragrans</i> (Thunb.) Lour.	木犀科	孤植, 常绿, 树姿优美, 有浓郁香气
4		圆柏	<i>Sabina chinensis</i> (Linn.) Ant.	柏科	孤植或对植, 树形优美, 具有障景功能
5		杜英	<i>Elaeocarpus decipiens</i> Hemsl.	杜英科	孤植或对植, 作为景观阵列点
6		东京樱花	<i>Cerasus yedoensis</i> (Matsum.) Yu et Li	蔷薇科	孤植或丛植, 观花
7		紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	千屈菜科	群植和多种树搭配种植、花美
8	灌木	海桐	<i>Pittosporum tobira</i>	海桐花科	球形孤植或绿篱, 常绿, 观叶
9		红花檵木	<i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>	金缕梅科	色块、色带、色叶树种
10		瓜子黄杨	<i>Buxus microphylla</i> Sieb. et Zucc.	黄杨科	球形孤植或绿篱, 常绿, 观叶
11		金叶女贞	<i>Ligustrum × vicaryi</i> Hort	木犀科	色块、色带、绿篱, 色叶树种
12		茶梅	<i>Camellia sasanqua</i> Thunb.	山茶科	孤植, 观花
13		蔓长春花	<i>Vinca major</i> L.	夹竹桃科	充当色带, 花色叶美观
14		红叶石楠	<i>Photinia × fraseri serrulata</i> Lindl.	蔷薇科	球形绿篱, 变色叶
15		金丝桃	<i>Hypericum monogynum</i> L.	藤黄科	维护护栏, 花色、花形美观
16		八角金盘	<i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. et Planch	五加科	造景搭配, 叶形独特
17		南天竹	<i>Nandina domestica</i> .	小檗科	与景石搭配, 秋色叶, 果色美观
18		月季	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	蔷薇科	丛植, 观花
19		洒金桃叶珊瑚	<i>Aucuba japonica</i> Variegata	山茱萸科	丛植或整形绿篱, 彩色叶树
20		云南素馨	<i>Jasminum yunnanense</i> Jien ex P. Y. Bai.	木犀科	花篱、花带或垂于墙, 观花、观叶
21	草本地被	麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i> (Linn. f.) Ker-Gawl.	百合科	覆盖性植被
22		红花酢浆草	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	酢浆草科	丰富种植池色彩
23		大花萱草	<i>Hemerocallis middendorffii</i> Trautv. et Mey.	百合科	增加色彩, 增强可观度
24		五叶地锦	<i>P. thomsoni bosyon ivy</i>	葡萄科	覆盖性能强, 墙面绿化
25		常春藤	<i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i> (Tobl.) Rehd	五加科	覆盖性能强, 地面、墙面绿化
26		阴绣球	<i>Cardiandra moellendorffii</i> (Hance) Migo	虎耳草科	丛植, 观花, 丰富种植池色彩
27		碰碰香	<i>Plectranthus hadiensis</i> var. <i>tomentosus</i>	唇形科	植株具香气, 品香
28	水生植被	睡莲	<i>Nymphaea alba</i> L.	睡莲科	增加水体生趣
29		再力花	<i>Thalia dealbata</i> Fraser Link.	竹芋科	增加水池周围景色
30		菖蒲	<i>Acorus calamus</i> L.	南天星科	丰富植物种类
31		铜钱草	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	伞形科	观赏、净化水体
32		金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	金鱼藻科	观赏、净化水体

2) 圆融星座时代购物广场

圆融星座时代购物广场屋顶花园植物种类调查结果见表 2。

在植物选择上, 圆融星座屋顶花园除了苏州园林中常用的植物, 如桂花、鸡爪槭、玉兰等外, 还有结合“星座”主题引进的植物种类, 各星座“幸运植物”

搭配不同月份花季植物(如处女座的幸运花为波斯菊和风信子)^[2]。彩叶树种有 9 种, 占比为 22%, 芳香植物有桂花、迷迭香、栀子、含笑、结香 5 种, 占比为 12%。植物种类比较丰富, 而且大多为苏州地区园林绿化常用植物种类, 总体生长状况良好。

表2 圆融星座时代购物广场屋顶花园植物种类
Tab.2 Plant species of roof garden of Harmony City shopping plaza

序号	种类	中文名	拉丁名	科名	栽植形式及观赏特性
1	乔木	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (Linn) Presl	樟科	孤植,常绿,树姿优美
2		鸡爪槭	<i>Acer palmatum</i> Thunb	槭树科	孤植或对植,树形、叶形、叶色美观
3		桂花	<i>Osmanthus fragrans</i> (Thunb.) Lour.	木犀科	孤植,常绿,树姿优美,有浓郁香气
4		东京樱花	<i>Cerasus yedoensis</i> (Matsum.) Yu et Li	蔷薇科	孤植或丛植,观花
5		紫荆	<i>Cercis chinensis</i> Bunge	豆科	孤植或丛植,观花、观干
6		朴树	<i>Celtis tetrandra</i> Roxb.	榆科	孤植,树姿优美,秋色叶树
7		苏铁	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	苏铁科	孤植或丛植,常绿,树姿优美
8		二乔玉兰	<i>Magnolia × soulangeana</i> Soul. -Bod	玉兰科	孤植或丛植,观花,树姿优美
9		广玉兰	<i>Magnolia grandiflora</i> L	木兰科	孤植,观花,树姿优美
10		黄金槐	<i>Sophora japonica</i> cv. Golden Stem	豆科	孤植或列植,彩色叶树
11	灌木	海桐	<i>Pittosporum tobira</i>	海桐花科	球形孤植或绿篱,常绿,观叶
12		红花檵木	<i>Loropetalum chinense</i> var. rubrum	金缕梅科	色块、色带、色叶树种
13		瓜子黄杨	<i>Buxus microphylla</i> Sieb. et Zucc	黄杨科	球形孤植或绿篱,常绿,观叶
14		大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i> Levl.	黄杨科	球形孤植或绿篱,常绿,观叶
15		金边黄杨	<i>Buxus megistophylla</i>	黄杨科	色块、色带、绿篱,常绿,观叶
16		茶梅	<i>Camellia sasanqua</i> Thunb.	山茶科	丛植,观花
17		毛鹃	<i>Rhododendron pulchrum</i> Sweet	杜鹃花科	丛植、绿篱,观花、观叶
18		四季桂	<i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>semperflorens</i>	木犀科	丛植,观花
19		狭叶十大功劳	<i>Mahonia fortunei</i> (Lindl.) Fedde	小檗科	丛植、绿篱,观叶
20		龟甲冬青	<i>Ilex crenata</i> f. <i>convexa</i> (Makino) Rehder	冬青科	绿篱,常绿
21		大花六道木	<i>Abelia × grandiflora</i> (Andre) Rehd	忍冬科	绿篱,观花、观叶
22		结香	<i>Edgeworthia chrysantha</i>	瑞香科	丛植,观花
23		红叶石楠	<i>Photinia × fraseri serrulata</i> Lindl.	蔷薇科	球形绿篱,变色叶
24		八角金盘	<i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. et Planch	五加科	造景搭配,叶形独特
25		洒金桃叶珊瑚	<i>Aucuba japonica</i> Variegata	山茱萸科	丛植或整形绿篱,彩色叶树
26		胡颓子	<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	胡颓子科	观果
27		栀子	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	茜草科	观花、观叶、品香
28		雪柳	<i>Fontanesia fortunei</i> Carrière	木犀科	丛植,观花
29		枸骨	<i>Ilex cornuta</i> Lindl. et Paxt.	冬青科	绿篱、丛植,观叶、观果
30	草本地被	麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i> (Linn. f.) Ker-Gawl.	百合科	覆盖性植被
31		亚菊	<i>Ajania pallasiana</i> (Fiscj. ex Bess.) Poljak.	菊科	做地被植物,叶形美观
32		大花萱草	<i>Hemerocallis middendorffii</i> Trautv. et Mey.	百合科	增加色彩,增强可观度
33		五叶地锦	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	葡萄科	覆盖性强,加强立体墙面绿化
34		彩叶络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i> 'Flame'	夹竹桃科	覆盖性强,增加色彩、可观度
35		迷迭香	<i>Rosmarinus officinalis</i>	唇形科	观叶、观花、品香
36		金边吊兰	<i>Chlorophytum comosum</i> f. <i>variegata</i>	百合科	观叶
37		金竹	<i>Phyllostachys sulphurea</i> (Carr.) A. et C. Riv.	禾本科	观叶、观干
38		波斯菊	<i>Cosmos bipinnata</i> Cav.	菊科	春夏观花
39		风信子	<i>Hyacinthus orientalis</i> L.	风信子科	春夏观花
40		常春藤	<i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i> (Tobl.) Rehd	五加科	覆盖性强,地面、墙面绿化
41	水生植被	鸢尾	<i>Nymphaea alba</i> L.	睡莲科	增加水体生趣

2.2 植物配置现状分析

1) 新光天地购物中心

新光天地屋顶花园是位于西南侧 4~6 层的 3 层露天立体绿化。第六层室外平台利用花坛花池中的灌木和多年生草本植物形成色块、色带,使建筑物与地面之间有了过渡空间,起稳定基础的作用,并密植一定高度的常绿树作背景;坐椅等停留空间旁种植庇荫、有香味的花木(图 3)。第五层室外绿化设置曲折水体,有大量停留休憩空间,植物配置方式为灌木色块和孤植、对植乔木;为克服景观的单调,以乔木、灌木、花卉、地被植物进行多层次配置;利用不同花色花期的植物相间分层配置,使植物景观丰富多彩(图 4)。第四层设置水幕与叠水,周围种植球形灌木并利用孤植置石手法形成园林景观,利用植物不同形态和高低形成对比和衬托;种植乔木时注意林冠线与透景线,选用姿态优美、色泽鲜明的乔木和灌木构成主景,与花草、景石结合装饰周围,选用观花或彩叶植物以取得丰富的景观效果(图 5)。



图 3 第六层室外平台

Fig. 3 Outdoor platform on the sixth floor

2) 圆融星座时代购物广场

圆融购物中心立体生态屋顶绿化景观形成阶梯式景观效果,连接 2 个商业大楼之间的立体绿化公园通过地势高差形成的循环流水贯穿整个园内景观,具有线索的功能。整体植物以多层次组团种植为主,底层种植浅根系草本植物,中层种植整形或半整形灌木,如红花檵木、金边大叶黄杨、红叶石楠、八角金盘等,上层大多为中小乔木,如桂花、鸡爪槭、樱花等。在顶层孤植香樟、黄金槐、沙朴等少量较大乔木,中层种植栀子、洒金桃叶珊瑚等,底层植物常用在台阶两侧,上层乔木为樱花,中层灌木为海桐、金叶女贞、龟甲冬青,地面草本为麦冬(图 6)。



图 4 第五层室外绿化

Fig. 4 Outdoor greening on the fifth floor



图 5 第四层绿化景观

Fig. 5 Greening landscape on the fourth floor

3 讨论

新光天地仿照苏州园林中“园中有园”的结构



图6 圆融购物中心屋顶绿化景观

Fig. 6 Roof greening landscape of Harmony City shopping plaza



图7 裸露的花坛绿化带

Fig. 7 Bare greenbelt of flower bed



图8 圆融购物中心屋顶花园变质水体

Fig. 8 Metamorphic water body of roof garden of Harmony City shopping plaza

样式,建造出退台式屋顶平面立体绿化景观。运用欲扬先抑和虚实结合的手法,充分地把地方文化融入园林景观和园林空间中,运用不同的造园手法来创造一个源于自然而高于自然的园林景观,以人为本,充分考虑人的心理和行为来进行屋顶花园的规划设计。

圆融购物中心屋顶平台花园的植物造景较新光天地的屋顶景观配置较为薄弱,但其立体花园的植物景观丰富。空中花园、屋顶绿植、山地岩壁、瀑布露台、生态坡地、公园式景观物业,提供了独具魅力的自然生态式体验生活方式。园里错落有致的大树、岩石、草坪、溪流、叠水等生态景物,运用前景和背景,俯景和仰景以及虚实结合的造景艺术手法。

在植物选择上,可以适当增加秋冬两季更具观赏性的植物,如腊梅、梅花、叶子花、枇杷、山茶、一品红等,增加色彩,丰富季相变化^[3]。

由于后期养护管理阶段的不足与缺失,2个屋顶花园均因植物生长不够好导致不同程度的花坛绿化带裸露和轻微病虫害情况(图7)。圆融时代广场屋顶花园的循环水体出现不流动、发臭、变质的情况,初期配置的部分草本植物已经没再出现(图8)。

屋顶花园建成后能否发挥其应有的作用要做到注意植物生长情况,对于生长不良植物及时采取措施,注意水肥管理,以勤浇少浇为主,经常修剪、及时清理枯枝落叶,防止排水系统被堵,草花也应及时更

新以免影响整体形象。

4 结论

城市作为一个人流量大、产能消耗量多的高密集区,其热岛效应越来越严重。为缓解都市热岛效应、节约能源、改善空气质量,屋顶绿化成为当今社会的主流力量,推动城市绿肺的发展^[4]。此次调查的地点均位于城市商业中心,这2处的绿色景观为城市居民营造了良好舒适的绿色环境,让居民在消费的同时感受到了自然的魅力,为人们提供了亲近自然的机会,在净化城市空气污染的同时,满足人性化设计和可持续发展原则的要求。

参考文献:

- [1] 赵玥,钱可敦. 商业建筑屋顶花园植物景观设计研究——以南京市水游城为例[J]. 艺术科技,2019,32(8):11-12.
- [2] 王岩. 南方城市屋顶花园设计研究[D]. 天津:天津大学,2016.
- [3] 车衍晨. 长三角地区屋顶花园植物景观营建[J]. 中国花卉园艺,2019(18):56-58.
- [4] 郭绯绯. 城市屋顶花园景观植物种植设计研究[J]. 乡村科技,2018(17):52-53.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.038

山丹县妇幼保健院的景观设计与植物配置

刘畅,王有国

(云南农业大学,云南昆明 650100)

摘要:介绍妇幼保健医院及康复性景观相关概念。阐述甘肃省山丹县妇幼保健院景观设计思路、总体布局、功能分区,各景观节点景观设计、植物配置,并对设计手法的应用及植物配置的种类、方式进行分析。

关键词:妇幼保健医院;观赏园艺;康复景观;园艺疗法;植物配置;甘肃省

中图分类号:S731.9;P901;TU986.34 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)04-0196-05

引文格式:刘畅,王有国.山丹县妇幼保健院的景观设计与植物配置[J].林业调查规划,2020,45(4):196-200.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.038

LIU Chang, WANG Youguo. Landscape Design and Plant Configuration of Shandan Maternal and Child Health Hospital[J].

Forest Inventory and Planning, 2020, 45(4): 196-200. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.04.038

Landscape Design and Plant Configuration of Shandan Maternal and Child Health Hospital

LIU Chang, WANG Youguo

(Yunnan Agricultural University, Kunming 650100, China)

Abstract: This paper introduced the concept of maternal and child health hospital and rehabilitation landscape, expounded the landscape design idea, general layout, functional division, design of each landscape node and plant configuration of Shandan Maternal and Child Health Hospital in Gansu Province, and analyzed the application of design methods and plant configuration.

Key words: maternal and child health hospital; ornamental gardening; rehabilitation landscape; horticultural therapy; plant configuration; Gansu Province

1 相关概念

1.1 妇幼保健医院

妇幼保健,是根据妇女和儿童不同时期、不同阶段下的心理和生理特征,针对影响甚至于威胁妇女儿童身心健康各种因素,运用基础医学、临床医学、心理学、教育学等多学科知识与技术,系统性地加以保护,预防他们的身心疾病,保证身心健康。

我国的妇幼保健院,以妇女和婴幼儿为服务对象,旨在保障妇女儿童的健康水平,提高出生人口的身体素质。妇幼保健院兼顾健康防疫和疾病诊疗,面向大众、关怀个体,为妇女儿童提供系统全面的保健服务。

1.2 康复性景观

康复景观是一种具有治疗、康复能力的景观类型,是为促进人体达到平衡健康状态而设计的花园

收稿日期:2020-02-07.

第一作者:刘畅(1996-),女,安徽池州人,硕士研究生.研究方向为园林植物与观赏园艺.

责任作者:王有国(1970-),男,甘肃张掖人,副教授.从事园林植物与观赏园艺等教研.

或景观。康复景观所需要的不仅是舒适的自然环境,同时要有丰富的户外活动空间。康复景观之所以能够疗养身心,主要是由于其通过丰富的植物层次,丰富的活动设施和内容,创造出适合人们室外活动的空间和舒适的自然环境,给予使用者轻松愉悦的心情,达到疗养身心的目的^[1]。

植物在康复景观中发挥着重要的作用。首先,树木的光电效应与空气作用产生大量空气负离子,能提高人体的免疫功能;其次,植物还可以净化空气;另外,植物还具备灭菌保健功能^[2]。

2 项目背景

2.1 区位及自然条件

山丹县地处河西走廊中部,属张掖市管辖,是塞上明珠、丝路重镇金张掖的东大门。东邻永昌,南接青海,北靠内蒙古阿拉善右旗,南北长 148 km,东西宽 89 km,总面积 5 402 km²。

山丹县海拔 1 550~4 441 m,三面环山,东南高,西北低。经济以农业和畜牧业为主,耕地 5.71 万hm²,常年耕种面积 3.07 万hm²。是一个半农半牧的县区。

地处高原高寒地带,全境属大陆性高原高寒半湿润气候,寒冷、四季分明、雨量集中,带有明显的垂直分带性的特点。冬季受西伯利亚冷空气影响,气候严寒干燥,降水稀少;夏季受太平洋副热带高压和印度洋暖湿气流影响,气候温凉,雨量集中,降水随海拔的升高自北向南有明显的垂直分带性。海拔 2 600~2 850 m 区域为寒冷半干旱区,海拔 2 850~4 933 m 为高寒湿润区。

境内年平均气温 1℃,昼夜温差大,无霜期 110 天左右。有效积温($\geq 0^{\circ}\text{C}$),海拔 2 500 m 处为 1 834℃,2 550 m 处为 1 752℃。全年光照充足,理论日照时数 2 823 h。

2.2 场地现状

山丹县妇幼保健院位于甘肃省张掖市山丹县城。紧邻学校和住宅区,靠近主干道。占地面积 13 364.6 m²。

场地南部有交通干道和两处公交站台,东部是主干道艾黎大道,交通便利。场地内有门诊大楼,四周是绿化,自然景观较好;地势平坦,视野开阔。

3 设计表达

3.1 设计思路

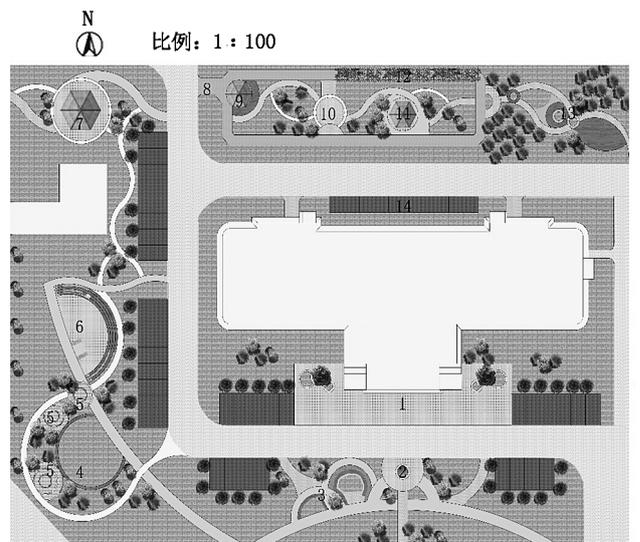
基于设计定位和设计理念,在景观设计中,以细

胞和细胞分裂为设计元素设计景观节点,构建道路系统,呼应妇幼保健院蕴含的生命、繁衍内涵。

3.2 总体布局

医院的主入口设置在南侧,西南部围绕着大量绿化,北部是月子中心。绿地围绕活动场地,营造出自然舒适的氛围,也为后期建设预留空间。

在植物配置上,草地、灌木、乔木多层次设置,选用槐树、榉树等耐寒、耐旱的乡土树种,同时考虑到安全性的要求。大楼周边的绿化以草地为主,力求视野开阔、通风采光效果好,而在西部、南部、北部的区域,则大量种植了乔灌木,以吸引孕产妇和儿童前来游览、休憩(图 1)。



1 入口广场 2 喷泉广场 3 清凉花园 4 绿色迷宫 5 连心广场
6 亲子广场 7 静心亭 8 健身步道 9 摇篮亭 10 妈妈广场
11 密语亭 12 长廊 13 杏园 14 停车场

图 1 山丹县妇幼保健院平面标注图

Fig. 1 Plan annotation of Shandan Maternal and Child Health Hospital

3.3 功能分区

功能分区上,分为以下五个功能区:入口广场区、景观展示区、亲子活动区、孕产妇交流区和独处休养区(图 2)。

4 景观节点设计

4.1 入口广场区

4.1.1 景观设计

入口景观区具有宽阔的入口广场,为救护车和访客提供充足的空间,使车辆和人群可以便捷地到达门诊大楼。



图 2 山丹县妇幼保健院功能分区

Fig. 2 Functional division of Shandan Maternal and Child Health Hospital

4.1.2 植物配置

两处圆形树池和周边带有坐凳的近圆形种植池,形成对景景观,具有观赏性和实用性。

圆形树池中构成对景的乔木是金丝柳 *Salix aureo-pendula* CL.; 适合种在种植池内的植物,灌木有水蜡 *Ligustrum obtusifolium* Sieb. et Zucc.、迎春 *Jasminum nudiflorum* Lindl.; 一二年生及多年生草本花卉有羽衣甘蓝 *Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC. f. *tricolor* Hort.、鼠尾草 *Salvia japonica* Thunb.、金鸡菊 *Coreopsis basalis*、福禄考 *Phlox drummondii* Hook. 等。另外,观赏草采用狼尾草属植物小兔子狼尾草 *Pennisetum alopecuroides* cv. 'Little Bunny'。其中,水蜡青翠的叶片作为背景,嫩黄唤起春的生机,淡蓝、蓝紫、深红迎来夏季,黄褐色主导秋天,再由深紫的羽衣甘蓝为冬天收尾。

4.2 景观展示区

景观展示区包括门诊大楼周围绿地,以及场地南部的清凉花园和喷泉广场区域。通过景观节点设置和植物配置营造出不同的景观效果。

4.2.1 门诊大楼周围绿地

门诊大楼四周紧挨场地内的车行道,为了减小噪音干扰,设置了绿篱和低矮灌丛,并搭配较高的乔木,以营造空间围合感,创造绿荫。其中运用了富有特点的植物如紫叶小檗 *Berberis thunbergii* var. *atropurpurea* Chenault, 它的叶、花、果都十分鲜艳美丽,作为边缘绿篱富有观赏价值。

4.2.2 喷泉广场和清凉花园

喷泉广场和清凉花园的景观设计旨在创造出静谧、亲切,让人感到放松的景观空间。

入口处的小喷泉制造水声白噪音,在促进人体放松的同时,也能遮蔽一部分周围人的说话声,达到一定的私密效果。伴随着水景,广场周围的绿地中种植了常绿的杜松 *Juniperus rigida* S. et Z. 作为背景,花卉类植物则包括了青葙属植物 *Celosia*、金盏花属植物 *Calendula*、金光菊属植物 *Rudbeckia*。

由喷泉广场南部、西部的小径,可以进入清凉花园。喷泉广场西部的空间设置了阶梯状的防腐木坐凳,以及略高于坐凳的花池。花池外种植了榆树 *Ulmus pumila* L. 和暴马丁香 *Syringa reticulata* (Blume) Hara var. *amurensis* (Rupr.) Pringle, 在它们之下种植细叶芒 *Miscanthus sinensis* cv. 和福禄考 *Phlox drummondii* Hook.; 花池里种植蓝紫色调为主、花期交替的羽扇豆 *Lupinus micranthus*、蛇鞭菊 *Liatris spicata* (L.) Willd 和鼠尾草 *Salvia japonica* Thunb., 间以黄色的金盏菊 *Calendula officinalis*.; 坐凳围绕的绿地,边缘种植粉白色调的百合 *Lilium brownii* var. *viridulum* Baker、小冠花 *Coronilla varia* L. 和小丽花 *Dahlia pinnate* cv.。这样,无论是坐在凳上、躺在草地上、走在场地中甚至是在坐凳上行走,都可以获得相应的观景体验。

4.3 亲子活动区

亲子活动区位于场地最西侧,紧邻两条车行道。和清凉花园营造的静谧氛围不同,亲子活动区的三个节点都是开放的、活泼的。其中,绿色迷宫适合 5~12 岁的孩子玩耍、探险;连心广场相当于一个过渡空间,也是为了亲子之间林下漫步、增进感情留出的区域;亲子广场则是一个稍宽阔的集散地,满足所有母亲、孩子以及家属休憩、活动、交流和观赏景色的需要。

在植物的选择上,此区域内特别注意了以下几点:

1) 注重安全性,要求植物无毒,也不能有锐利的刺和飞毛;容易招惹蚊蝇等害虫的植物要避免使用,以防儿童被叮咬。

2) 引起儿童对大自然的兴趣,能激发孩子的创造力。

3) 在植物配置中注意色彩搭配,使儿童保有乐观、稳定的情绪。

4) 结合儿童的审美特性,园林植物应颜色鲜艳、具有香味,或形状奇特。

4.3.1 绿色迷宫

绿色迷宫是一个绿荫环抱下的空间。弧形的木制矮墙划出场地边界,场地中的绿篱形成同心圆弧,每道绿篱修剪出阶梯状的抬起和下沉。绿篱采用的是高度修剪成1 m以内的灌木水蜡,绿篱下种植柔软的草本花卉。盛开花朵的香花槐 *Robinia pseudoacacia* cv. Idaho 和枝条奇异美丽的怪柳 *Tamarix chinensis* Lour., 提供绿荫的同时也启发了孩子们的想象力,激发孩子们对大自然的興趣。

4.3.2 连心广场

连心广场的景观空间由三个圆形广场、圆形广场之间衔接的汀步、夹道的植物共同营造。汀步由青石板铺筑,两旁种植蔷薇属植物 *Rosa* L., 花叶繁茂,引人入胜。广场周围还有国槐 *Sophora japonica* Linn. 和榆树 *Ulmus pumila* L. 提供大片绿荫;广场上的铺装之间空出同圆心的环形绿地,栽种黑麦草 *Lolium perenne* L.。

4.3.3 亲子广场

亲子广场的形态为半圆形,略微下沉于地面,具有一定的亲切感和私密性。从场地外围道路到广场之间,采用了宽大的台阶式坐凳处理高差。在每级台阶上,还设置了长度不一的草坪和水池。草坪上没有种植木本乔灌木,便于人们直接坐卧,与大自然接触。广场入口处还设置了坡道,便于婴儿车或轮椅通行。广场周围种植了高大乔木,提供绿荫。

4.4 孕产妇交流区

孕产妇交流区位于场地最北侧,在门诊大楼背阴处。为了保证光照,此处的上层植物以小乔木为主。此区域分为两个部分:由一条健身步道串联起来的部分,重要节点包括摇篮亭、密语亭、妈妈广场;健身步道之外,位于场地东北部的部分是一处杏园。

4.4.1 健身步道

健身步道给孕产妇一个休息、散步的空间,使孕产妇近距离感受自然。中间的长廊提供荫蔽,周围种植红刺玫 *Rosa rugosa* var. *cathayensis* 等植物,可以提振精神。

4.4.2 妈妈广场

妈妈广场位于健身步道环绕地带的中心,既是孕产妇活动的场所,也具有一定的私密性。广场旁的暴马丁香 *Syringa reticulata* (Blume) Hara var. *amurensis* (Rupr.) Pringle 等小乔木,可使妈妈们体会到安全感,避免孤独、抑郁情绪。

4.4.3 杏园

杏园位于孕产妇交流区最东端。孕产妇和年纪

稍大的孩子,可以在园艺师的带领下进行简单的园艺劳动,如修剪、浇水、施肥等。当家庭中一个新生命诞生,孕产妇和家人可以在这里栽种一棵新的杏树 *Armeniaca vulgaris* Lam. 作为特殊的纪念,也可增进家人间的感情。园艺活动也可以锻炼孕产妇和孩子的感官,促进身体各部位协调统一,维持社会交往和沟通能力,为他们回到日常社会做准备;还可以让他们释放情感,增加自我价值感,增添信心,感受新阶段生活的美好。

4.5 独处休养区

独处休养区位于场地西北角,亲子活动区的北端。此区域被小乔木和花灌木围合,圆形小亭“静心亭”界定出私密空间。

静心亭的顶部是一个圆形的平屋顶,圆心处有一个圆形镂空,阳光和少量雨水可以从这里泄入亭内。镂空处对应的花砖地面上,同样地设有一处圆形绿地,里面种植观赏草,如细叶芒和狼尾草属植物。考虑到亭子里可能过于阴凉,特意设置了柔软的沙发座椅供人休息。周围一圈的墙壁利用防腐木做出栅格化效果,便于亭中的人观景,也保证了一定的私密性。

植物选择上主要考虑观叶、观花、色彩明亮的中下层结构植物,包括白梨 *Pyrus bretschneideri* Rehd、北美海棠 *Malus micromalus* cv. “American”、蜀葵 *Althaea rosea* (Linn.) Cavan.、孔雀草 *Tagetes patula* L.、沙枣 *Elaeagnus angustifolia* Linn.、石竹 *Dianthus chinensis* L. 等。此外,还设置了小的景观石和砾石。

5 植物配置总结

植物是景观的重要组成部分。通过植物配置带来的季相变化,人们可以感知自然,体会生命,这是康复性景观设计的重要目标之一。

对于本次山丹县妇幼保健院康复性景观设计,首先要考虑的问题是如何挑选植物。设计者调查总结了山丹县的70余种乡土树种,利用Excel表归纳整理出每种植物的基础信息、体量信息、形态信息、物候时序信息、观赏色彩信息以及生态适应性信息。在这个基础上,尽可能挑选观花、观叶、适应性强的植物。例如,选用榆科植物 *Ulmaceae*、槐树属植物 *Sophora* L. 为上层结构植物,蔷薇科植物 *Rosaceae* 等小乔木及灌木为中层结构植物,菊科 *Compositae* 和胡颓子科 *Elaeagnaceae* 的各属种植物为下层结构植物,黑麦草、红豆草 *Onobrychis vicifolia* 等禾本科

植物则作为地被。

在确定了大致的选用范围后,对植物的选择要求如下:

颜色柔和——避免高饱和度或强对比度色彩,或大面积的白色、深蓝色;舒缓神经的淡蓝、蓝紫,抚慰心灵的淡黄、粉红,以及较明亮的绿色,都是可以考虑的色彩。

常绿植物和观花植物需要有一定比例。

有香味的植物,要保证香味无毒无害,且以清香、幽香为主,并且避免吸引蚊虫。

结果实的植物可以吸引鸟类,制造听觉氛围,但也要保证果实的安全性,并注意鸟类粪便问题。

尽量挑选低虫害植物,避免杀虫剂的使用。

锻炼儿童感官的植物,如迎春花 *Jasminum nudiflorum* Lindl. 等色彩明艳的植物带来视觉享受;红宝石海棠 *Malus micromalus* cv. “Ruby” 等吸引鸟类的植物引起听觉刺激;苹果树 *Malus pumila* Mill.、葡萄 *Vitis vinifera* L. 等植物的果实可以食用;臭椿 *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle 等植物的树干质感独特,可丰富触觉体验。

尺度适中的小乔木、灌木和宿根花卉可增进植物与人之间的亲切感,如杨柳科植物 Salicaceae、蔷薇科植物、菊科植物。

6 关于对象人群使用体验的收集

妇幼保健院的服务对象主要是妊娠期妇女、产褥期妇女、12岁以内的婴幼儿,以及就诊母婴的家属,尤其是孩子的父亲。作为妇幼保健景观最直接的使用人群,收集他们的体验和反馈,加以总结归纳,并在后期对景观的维护管理中做出优化和改进,是非常必要的。

对于妊娠期和产褥期妇女,设计者着重关注她们的情绪。在静心亭、摇篮亭和私语亭中,设置了小黑板,可让妈妈们和准妈妈们留下对孩子的寄语和祝福;在亭子中的小沙发上,也安放了心情小罐,妈妈们可以在彩色便签纸上写下当前的心情和想法,放进罐子里,作为宣泄情绪的方式,也便于医护人员和园艺治疗师了解到妈妈们的真实想法和需求,从而提供相应的帮助。

对于就诊的患儿,让他们意识到,在医院的时光也是成长的一部分。场地内供儿童玩耍游览的地方,除了必要的防护措施和植物配置上的特殊安排,不存在任何刻意的隔离、孤立,而是让孩子们尽情展

现自己的天性。此外,在绿色迷宫、亲子广场等儿童活动节点,设置小型展示架,孩子们可以在这里张贴自己的画作,书写自己的感受,充分给予孩子们展示自我的机会,架起他们和社会连接的桥梁,促进更好地更快地康复,回到更有活力的外部世界,回到健康快乐的生活当中。

对于就诊母婴的家属,他们对景观的感受往往更加客观。在清凉花园、静心亭、私语亭等家属等待、休憩、交流的区域,设置了意见箱和纸笔,家属们可以把自己的体验感受以及批评意见写下来,投入箱中。相对于妈妈们和孩子们的外放式表达,家属们——大部分是爸爸们,表达方式更加内敛,就诊的母子们甚至不知道他们写了什么,这样也避免了不同思维方式下不同声音的直接碰撞和冲突。

7 总结与展望

本场地是在繁忙的医疗环境之外特意开辟的一处贴近自然的窗口。在这里,孕产妇、孩子及所有这座景观的进入者,都会浸润在安宁的氛围之中,体会到蕴含在大自然当中的生机与能量。

康复景观不能代替医疗手段和设备,但康复景观也可以具有抚慰和治疗的作用,尤其当它被设置在妇幼保健院的背景中时,完全可以作为治疗的辅助和补充。此外,好的植物配置也发挥着重要的作用。在山丹县这样的地区,植物资源具有鲜明的区域特征,怎样充分利用乡土树种,结合自然地理条件合理配置,同时在植物的肌理、形状、颜色等方面体现美感,达到促进人们身心健康的效果,是在设计中需要重点关注的问题。

在这样一块低调沉静的土地上,建造这样一个康复景观的意义是什么呢?或许正如长眠百年的特鲁多医生所说:“有时去治愈,常常去帮助,总是去安慰。”

参考文献:

- [1] 邹雨岑. 康复花园植物景观设计[J]. 土木建筑与环境工程, 2015, 37(7): 133-138.
- [2] 吴嘉俊, 董蓉, 瞿树昊, 等. 康复景观结合医疗环境设计研究——以宿迁市四家医院绿地设计为例[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(10): 121-123.

(责任编辑 刘平书)

《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”



悬崖植被



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

