

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



林业调查规划

第44卷 第六期

Vol.44 No.6

二〇一九年十一月

2019 6

第44卷 第6期  
Vol.44 No.6

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

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第44卷第6期(总第234期) 2019年11月

# Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 44 No. 6 (Sum No. 234) Nov. 2019

主办单位 云南省林业调查规划院  
西南地区林业信息中心

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

## 《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

## 委员 (按姓氏笔画排序)

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

## 《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 刘平书 许易琦 吕鹏程  
杨焱熔 张林艳 张瑞君

英文责编 杨焱熔

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号  
云南省林业调查规划院

邮编 650051

电话 0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

订购处 《林业调查规划》编辑部

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

广告经营许可证号 5300004000093

国内定价 20.00元

## Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

## Members:

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

## Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

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

English Editor in Charge: YANG Junrong

## Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

Fax: 86-0871-63318347

Email: ynfip@vip.163.com

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

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Order Place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

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

Ad. Licence: 5300004000093

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

# 林业调查规划

第44卷 第6期

(总第234期)

2019年11月

## 目次

### ●森林经理

- ArcGIS 与 91卫图助手软件结合在永平县新一轮退耕还林工作中的应用 ..... 马晓伟,施俊美(1)
- 基于 GIS 的永平县泡核桃种植地块立地类型划分与评价 ..... 阳昭(5)
- 峨山县云南松天然林地位指数表的编制 ..... 桂伟峰(11)

### ●研究与探索

- 基于 CiteSpace 的绿色基础设施研究现状与热点分析 ..... 黄河,高雅玲,闫晨,郑智聪,许贤书(15)
- 荣经县天然林林分结构变化趋势研究 ..... 代顺民,黄贝贝,唐巍(23)
- 基于 AHP-模糊综合评价法的健身步道综合评价 ..... 陈泽宇,丁铮(30)
- 论水源涵养与蒸腾作用 ..... 孙兴田(34)

### ●生物多样性

- 保山市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫多样性研究 ..... 蒋华,李巧,杨建秀,郑美仙,黄俊娇(40)
- 广东惠州金桔自然保护区植物多样性调查研究 ..... 周于琼(45)
- 大理苍山洱海国家级自然保护区生物多样性保护对策研究 ..... 姜杰,姜健发(51)

### ●森林保护

- 楚雄市紫溪山林场华山松种子园病虫害调查 ..... 冯峻,赵航文,和玉华,董云祥,罗正平,熊忠平(56)
- 枸杞蚜虫与枸杞木虱发生规律及药剂防治效果调查 ..... 呼木吉勒图,吴秀花,魏春光,底姝霞,郑春梅(61)

### ●湿地保护

- 湿地植物景观营造与生态恢复研究进展 ..... 杨倩,蔡雨新(65)
- 丽江市湿地保护面临的问题及对策 ..... 黄丽春(69)
- 君山江湖口湿地保护利用的生态设计策略 ..... 李志华,冯超,甘静静,陈溪路(73)

### ●生态旅游

- 基于实践论的生态旅游在自然保护区实践偏差研究 ..... 鲁小波,陈晓颖(81)
- 基于游客感知的南宁青秀山风景名胜旅游区游憩动机分析  
..... 聂永雄,唐世斌,郑道,黄欣宇,聂锦燕,梁彩霞(88)
- 子午道旅游景观设计构建 ..... 杨湘涛(92)

### ●森林经营

- 千岛湖区森林季相景观现状与人工彩化林分构建 ..... 徐高福,余梅生,徐小忠(96)
- 数据挖掘技术在森林经营管理中的应用综述 ..... 童雅婷,董晨(101)
- 油橄榄灌溉研究进展 ..... 王雨霏,陈朝银,马婷,宁德鲁,李贤忠(107)
- 曲靖市混交林营造技术探讨 ..... 崔军(112)

## ●城市森林

- 郑州市中心城区行道树结构特征分析..... 郑潘婷,李 玉,田长丰,杨秋生(116)
- 基于 AHP 法的广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度测评  
..... 韩婷婷,唐世斌,严壮洧,黎敏芝,聂锦燕,陈 梅(123)
- 基于认知和期望视角的森林小镇藤蔓景观设计策略研究 ..... 徐阳丽,唐世斌,唐 庆,邓荣艳,李祖毅(129)

## ●森林资源管理

- 广西商品林采伐法律制度营商环境优化研究 ..... 蒋 凡,罗掌华,伍贤旭,石荣胜,许 明,王永富(135)
- 北京小西山资源植物现状及其发展对策研究 ..... 金莹杉,马润国,周晓东(140)

## ●森林培育

- “临 1 号”草果优良家系的选育研究 ..... 李秀君,杨建荣,万晓丽,樊绍光(144)
- PEG 模拟干旱胁迫对 3 个品种大叶醉鱼草种子萌发的影响研究 ..... 徐 芳,蒋汶江,刘 昆,李叶芳(148)
- 菜叶沼气液对云南红竹生长的影响研究..... 谭宏超,单 妍,谭汝强,刘啧啧(154)
- 4 个樱桃品种叶绿素荧光特性的比较研究 ..... 李 静(159)

## ●论坛

- 民族地区国家储备林公私合作供给机制与实施研究 ..... 李宜强,韦佳慧(164)
- 宝鸡市金台森林公园居民休闲满意度调查实证研究 ..... 张金凤(171)
- 普洱市林下有机三七产业发展优势及关键问题研究 ..... 余志飞,张瑞君(177)
- 太原市城市绿地生态系统服务供需平衡评价 ..... 李兆中,武小钢(182)

## ●湿地公园

- 湿地公园游客环境责任行为意愿影响因素研究 ..... 郭梅秀(188)
- 中山市湿地公园建设模式探讨 ..... 朱利永,黄泓杰(194)

## ●园林

- 湿地公园景观建筑使用状况评价体系构建初探 ..... 赵 瑜,李海荣,叶惠珠,潘 汝,谭秀梅(199)
- 海绵道路景观提升策略 ..... 魏翔燕(203)
- 重庆市中央公园植物景观配置模式分析 ..... 邓 瑞(207)
- 西南大学校园观赏植物资源调查与应用研究..... 孙樱毫,刘 磊(213)
- 重庆碧津公园植物景观及空间营造分析..... 杨析墨,吴 樾(218)
- 《林业调查规划》2019 年(第 44 卷)论文总目次 ..... (223)
- 宁湖湿地秋色 ..... 许易琦摄(封面)
- 金龟望北斗 ..... 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 ArcGIS and 91 Satellite Map Assistant Software in the New Round of Grain for Green in Yongping County ..... MA Xiaowei, SHI Junmei(1)
- Site Classification and Evaluation of *Juglans sigillata* Planting Plots in Yongping County Based on GIS ..... YANG Zhao(5)
- Establishment of Site Index Table for *Pinus yunnanensis* Natural Forest in Eshan County ..... GUI Weifeng(11)

### ● Research and Exploration

- Research Status and Hotspot Analysis of Green Infrastructure Based on CiteSpace ..... HUANG He, GAO Yaling, YAN Chen, ZHENG Zhicong, XU Xianshu(15)
- Study on Change Trend of Natural Forest Stand Structure in Yingjing County ..... DAI Shunmin, HUANG Beibei, TANG Wei(23)
- Evaluation of Fitness Trail Based on AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation Method ..... CHEN Zeyu, DING Zheng(30)
- Research on Water Conservation and Transpiration ..... SUN Xingtian(34)

### ● Biological Diversity

- Insect Diversity of Lepidoptera in Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City ..... JIANG Hua, LI Qiao, YANG Jianxiu, ZHENG Meixian, HUANG Junjiao(40)
- Investigation on Plant Diversity in Jinju Nature Reserve of Huizhou ..... ZHOU Yuqiong(45)
- Countermeasure of Biodiversity Conservation in Dali Cangshan-Erhai National Nature Reserve ..... JIANG Jie, JIANG Jianfa(51)

### ● Forest Conservation

- Investigation on Diseases and Pests of *Pinus armandii* Seed Orchard in Zixishan Forest Farm of Chuxiong City ..... FENG Jun, ZHAO Hangwen, HE Yuhua, DONG Yunxiang, LUO Zhengping, XIONG Zhongping(56)
- Occurrence Regularities and Chemical Control Effects of *Paratrioza sinica* and *Aphis* sp. on *Lycium* spp. .... HUMU Jiletu, WU Xiuhua, WEI Chunguang, DI Shuxia, ZHENG Chunmei(61)

### ● Wetland Conservation

- Wetland Landscape Construction and Ecological Restoration ..... YANG Qian, CAI Yuxin(65)
- Problems and Countermeasures of Wetland Conservation in Lijiang City ..... HUANG Lichun(69)
- Ecological Design Strategies for Wetland Conservation and Utilization in Junshan Jianghu Estuary ..... LI Zhihua, FENG Chao, GAN Jingjing, CHEN Xilu(73)

### ● Ecological Tourism

- Deviation of Ecotourism Practice in Nature Reserves Based on Practice Theory ..... LU Xiaobo, CHEN Xiaoying(81)
- Recreation Motivation of Qingxiushan Scenic Spot in Nanning Based on Tourists' Perception ..... NIE Yongxiong, TANG Shibin, ZHENG Dao, HUANG Xinyu, NIE Jinyan, LIANG Caixia(88)
- Design and Construction of Tourism Landscape along Ziwu Road ..... YANG Xiangtao(92)

### ● Forest Operation

- Present Situation of Forest Seasonal Landscape and Construction of Artificial Colored Forest Stand in Qiandao Lake Area ..... XU Gaofu, YU Meisheng, XU Xiaozhong(96)

Application of Data Mining Technology in Forest Management .....	TONG Yating, DONG Chen(101)
Research Progress of <i>Olea europaea</i> Irrigation .....	WANG Yufei, CHEN Chaoyin, MA Ting, NING Delu, LI Xianzhong(107)
Afforestation Technology of Mixed Forest in Qujing City .....	CUI Jun(112)

### ●Urban Forest

Structural Characteristics of Roadside Trees in Central Zhengzhou City .....	ZHENG Panting, LI Yu, TIAN Changfeng, YANG Qiusheng(116)
Evaluation on Landscape Satisfaction of Four Sightseeing Tea Gardens in Cangwu County of Guangxi Based on AHP .....	HAN Tingting, TANG Shibin, YAN Zhuangwei, LI Minzhi, NIE Jinyan, CHEN Mei(123)
Design Strategy of Vine Landscape in Forest Town Based on Cognition and Expectation .....	XU Yangli, TANG Shibin, TANG Qing, DENG Rongyan, LI Zuyi(129)

### ●Forest Resource Management

Optimization of Business Environment of Commercial Forest Logging Legal System in Guangxi .....	JIANG Fan, LUO Zhanghua, WU Xianxu, SHI Rongsheng, XU Ming, WANG Yongfu(135)
Present Situation and Development Strategy of Resource Plants in Xiaoxishan Mountain of Beijing .....	JIN Yingshan, MA Runguo, ZHOU Xiaodong(140)

### ●Forest Cultivation

Selection and Breeding of “Lin No. 1” <i>Amomum tsaoko</i> Superior Family .....	LI Xiujun, YANG Jianrong, WAN Xiaoli, FAN Shaoguang (144)
Effects on Seed Germination of Three <i>Buddleja davidii</i> Varieties under PEG Simulated Drought Stress .....	XU Fang, JIANG Wenjiang, LIU Kun, LI Yefang(148)
Effect of Vegetable Leaf Biogas Slurry on Growth of <i>Indosasa fuminensis</i> Gao .....	TAN Hongchao, SHAN Yan, TAN Ruqiang, LIU Penpen(154)
Comparison of Chlorophyll Fluorescence Parameters in Four Cultivars of Cherry .....	LI Jing(159)

### ●Forum

Supply Mechanism and Implementation of Public–Private Partnership of National Reserve Forests in Minority Areas .....	LI Yiqiang, WEI Jiahui(164)
Empirical Study on Residents’ Leisure Satisfaction of Jintai Forest Park in Baoji City .....	ZHANG Jinfeng(171)
Development Advantages and Key Problems of Organic <i>Panax notoginseng</i> Industry under Forest in Pu’er City .....	YU Zhifei, ZHANG Ruijun(177)
Evaluation of Supply and Demand Balance of Urban Green Space Ecosystem Service in Taiyuan City .....	LI Zhaozhong, WU Xiaogang(182)

### ●Wetland Park

Influencing Factors of Tourists’ Environmentally Responsible Behavior Intention in Wetland Park .....	GUO Meixiu(188)
Construction Mode of Wetland Park in Zhongshan City .....	ZHU Liyong, HUANG Hongjie(194)

### ●Landscape Architecture

Preliminary Study on Establishment of Evaluation System of Landscape Architecture Usage in Wetland Park .....	ZHAO Yu, LI Hairong, YE Huizhu, PAN Ru, TAN Xiumei(199)
Strategy of Sponge Road Landscape Improvement .....	WEI Xiangyan(203)
Analysis on Plant Landscape Configuration Mode in Chongqing Central Park .....	DENG Rui(207)
Investigation and Application of Ornamental Plant Resources in Southwest University .....	SUN Yingbo, LIU Lei(213)
Plant Landscape and Space Construction in Bijin Park of Chongqing .....	YANG Ximo, WU Yue(218)
<b>General Contents of Forest Inventory and Planning in 2019( Vol. 44) .....</b>	<b>(223)</b>

Autumn Scenery of Ninghu Wetland .....	Photographed by XU Yiqi(Front cover)
Scenery of Golden Turtle Gazing at the Big Dipper .....	Photographed by XU Yiqi(Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.001

## ArcGIS 与 91卫图助手软件结合在永平县 新一轮退耕还林工作中的应用

马晓伟<sup>1</sup>, 施俊美<sup>2</sup>

(1. 永平县林业和草原局, 云南 永平 672600; 2. 云南省林业调查规划院大理分院, 云南 大理 671200)

**摘要:**新一轮退耕还林工程,按照传统的林业工作方法实施,工作量大、勾绘不准确、进度慢。以永平县新一轮退耕还林工作为例,研讨将 ArcGIS 和 91卫图助手软件结合应用,通过计算坐标转换参数、求取公共点、地块勾绘、成果图层导出导入等方法及步骤,得到退耕还林小班矢量图层文件,即可用于作业设计文件的编制以及用作检查验收、工程的基础材料。二者的组合应用可快速高精度实现退耕还林作业设计,提高工作效率,为新一轮退耕还林工作的开展提供一种新的工作方法。

**关键词:** ArcGIS 10.0 软件; 91卫图助手软件; 新一轮退耕还林; 坐标转换参数; 地块勾绘; 永平县

中图分类号: S75; F301.24; P208; TP31 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0001-04

引文格式: 马晓伟, 施俊美. ArcGIS 与 91卫图助手软件结合在永平县新一轮退耕还林工作中的应用[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 1-4, 10.

MA Xiaowei, SHI Junmei. Application of ArcGIS and 91 Satellite Map Assistant Software in the New Round of Grain for Green in Yongping County[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 1-4, 10.

## Application of ArcGIS and 91 Satellite Map Assistant Software in the New Round of Grain for Green in Yongping County

MA Xiaowei<sup>1</sup>, SHI Junmei<sup>2</sup>

(1. Yongping Forestry and Grassland Bureau, Yongping, Yunnan 672600, China;

2. Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671200, China)

**Abstract:** According to the traditional methods of forestry work, the new round of grain for green project is characterized by heavy workload, inaccurate plotting and slow progress. Taking Yongping County as an example, this paper discussed the application of ArcGIS and 91 satellite map assistant software. By calculating coordinate conversion parameters, finding common points, drawing plots, exporting and importing result layers and other methods, the vector layer files of subcompartment were obtained, which could be used for the compilation of operation design documents, and as the basic materials for inspection, acceptance and project management. The combined application of ArcGIS and 91 satellite map assistant software would realize the operation design of grain for green quickly and accurately, improve the work efficiency, and provide a new working method for the new round of grain for green.

**Key words:** ArcGIS 10.0 software; 91 satellite map assistant software; new round of grain for green; coordinate conversion parameters; drawing plot; Yongping County

收稿日期: 2019-06-27.

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

责任作者: 施俊美(1969-), 女, 云南鹤庆人, 高级工程师. 从事林业调查规划工作.

新一轮退耕还林还草作业设计地块是依据第二次全国土地调查、2013 年度土地变更调查成果和乡镇土地利用总体规划,地块限定在 25°以上非基本农田坡耕地。通过对土地变更调查成果的分析,永平县新一轮退耕还林还草作业设计涉及农户多,符合条件的地块地形破碎,多分布在山区,交通不便,按传统的作业设计方式存在工作量大、勾绘不准确、易出偏差等问题。加之 1:50 000 地形图信息陈旧和调查设计人员的业务素质差异,勾绘精度难以保证,若要用最新的卫星航空影像数据,则成本较高,难以实施。若使用谷歌地球软件(免费版)无法直接求算面积,无坐标系转换功能。若使用 91 卫图助手软件和 ArcGIS10.0 软件结合,能在一定程度上提高工作效率,具有一定的实用价值。

## 1 软件简介

### 1.1 91 卫图助手(免费版)软件

91 卫图助手(免费版)软件具备强大的标注(勾绘)功能和图层管理功能,支持 KML、SHP 等多种格式矢量数据导入导出,支持 WGS84、西安 80、北京 54、国家 2000 以及地方独立坐标系等多种坐标系及投影。可下载 Google Earth 影像、历史影像、陆地及海洋高程,矢量路网建筑地名点影像无 google 字样水印,并且有明确的拍摄日期。支持坐标系转换、在线标注(勾绘)、等高线生成、图幅下载、格式转换、矢量套合等多种功能,支持与 ArcGIS 软件无缝对接。该软件的 Google Earth 卫星影像精度能满足退耕还林作业设计的基本要求。

### 1.2 ArcGIS10.0 软件

ArcGIS 是由 Esri 公司开发研制的一套完整的 GIS 应用平台。基于该平台可以完成地理信息系统的开发、地理信息的浏览、地理数据的编辑、分析和存储及地理信息的发布等基本的地理信息功能,是目前市场上流行的 GIS 应用平台之一。在退耕还林工作中可应用该软件的数据转换、面积计算、成果图制作等功能,实现内业数据整理及工程管理。

## 2 91 卫图助手软件的应用

使用 91 卫图助手软件形成的退耕还林地块调查结果(矢量文件),是可随意变换多种格式和多种坐标系的矢量数据,完全支持与 ArcGIS 10.0 软件的无缝对接,故在通过 91 卫图助手软件调查数据的同时就初步完成了数据的编制,可在 ArcGIS 10.0

软件中直接使用,减少额外的处理步骤,从而便于数据编辑、分析和管理的。

### 2.1 计算坐标转换参数

第一步:打开 91 卫图助手软件,在实用工具面板上点击“坐标转换参数”工具,弹出“计算坐标系转换参数”对话框,在 WGS84 坐标系经纬度投影下,点击点 0 文本框,再点击“请从地图中取点”,然后把鼠标移到 Google Earth 卫星影像一个公共点上并点击,WGS84 坐标系经纬度投影点 0 文本框中就出现经纬度值(如:99.739128589,25.141902250)。点 1、点 2 如此。

第二步:打开 ArcGIS10.0 软件,打开地形图、影像图或矢量图,建议使用具有西安 80 坐标系的影像图,在影像图上找到与 Google Earth 卫星影像同一位置的地物点,记下其坐标值。打开 91 卫图助手软件的“计算坐标系转换参数”对话框,在“西安 80 坐标系高斯投影”下点 0 文本框并输入记录的坐标值(如:574426,2781964)。点 1、点 2 如此。这样就获得 3 组(点 0、点 1、点 2)公共点的坐标。

第三步:在获得 3 组公共点的坐标后,点击“中央子午线自动计算”,若无特殊情况,软件会自动计算出当地的中央子午线。然后点击“计算参数”,“计算坐标系转换参数”对话框,“转换参数(七参数)”就自动计算出数值。最后点击“保存参数”,将计算的参数保存为“坐标转换参数.txt”文本文档,该坐标转换参数文件在后续软件应用中主要用于导出和导入矢量数据时参数设置(图 1)。

需要注意的是:坐标转换参数为国家机密。这里所指的坐标转换参数是通过 91 卫图助手软件结合 ArcGIS10.0 软件(需有地形图、影像图或矢量图)的公共点计算出来的。公共点必须是在 Google Earth 卫星影像和影像图同一位置且位置明显的地物点,地物点特征越明显,两者匹配的准确度越高,如房屋的拐角、道路的交叉口、池塘的拐角、甚至是一棵树等,为提高 2 个软件矢量数据的准确性、吻合度,公共点建议使用 3 组以上,并且 3 组公共点处于一个村民委员会或一个村民小组的行政界线范围内,若范围过大,则 2 个软件矢量数据的吻合度会有偏差。

### 2.2 退耕还林地块的勾绘

打开 91 卫图助手软件,通过选择行政区域确定项目区卫星影像,利用放大、缩小、漫游等功能对项目区卫星影像图进行观察,以村民小组为单位,在群众共同参与指认下,在矢量标绘面板上点击“多边



形”工具,勾绘符合作业设计要求的实施地块界线(图 2)。为确保退耕地准确实施造林项目,建议将 Google Earth 卫星影像图片下载打印成图,在群众共同参与指认下,结合现地情况在图纸上勾绘退耕地

块,完成后将外业勾绘的图斑转绘到 91 卫图助手软件中,形成地块矢量数据“水泄乡世兴村退耕还林地块”文件。



图 1 计算坐标转换参数

Fig. 1 Calculation of coordinate conversion parameters



图 2 勾绘地块

Fig. 2 Drawing plot

### 2.3 保存调查成果

待整个村民小组涉及的群众自愿将其纳入退耕还林管理的地块勾绘结束后,将勾绘的“水泄乡世兴村退耕还林地块”文件点击右键,在弹出的“保存矢量文件”文本框中,选择保存格式(. shp)→保存文件的位置→选择坐标投影(西安 80 坐标系高斯投影)→参数设置→导入参数(保存的参数文件)→确定。将调查成果保存到指定位置,形成“水泄乡世兴村退耕还林地块”矢量数据文件(图 3,图 4)。

### 3 ArcGIS10.0 软件的应用

通过 91 卫图助手软件保存的“水泄乡世兴村退耕还林地块”矢量数据文件,其字段属性无法达到退耕还林作业设计要求,需应用 ArcGIS10.0 软件进行分析处理,以期达到目标。

在 ArcMap 中打开保存的“水泄乡世兴村退耕还林地块.shp”图层文件,通过拓扑编辑处理后,点击右键打开图层属性表,添加县、乡镇、村委会、村民

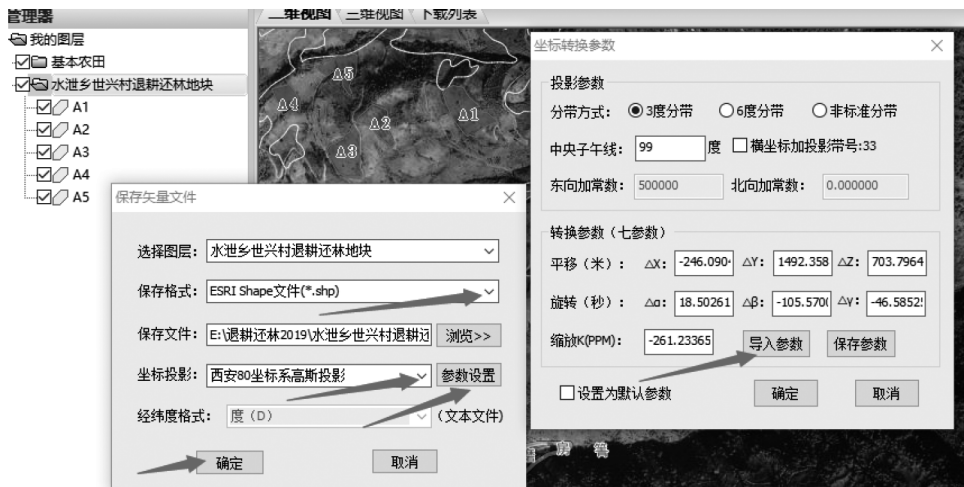


图 3 导出矢量数据

Fig. 3 Exporting vector data

电脑 > LENOVO (E:) > 退耕还林2019

名称	修改日期	类型	大小
水泄乡世兴村退耕还林地块.dbf	2019/6/16 16:50	DBF 文件	2 KB
水泄乡世兴村退耕还林地块.prj	2019/6/16 16:50	PRJ 文件	1 KB
水泄乡世兴村退耕还林地块.shp	2019/6/16 16:50	SHP 文件	2 KB
水泄乡世兴村退耕还林地块.shx	2019/6/16 16:50	SHX 文件	1 KB

图 4 保存的矢量数据

Fig. 4 Saved vector data

小组、林班号、小班号、小班面积、经营面积等作业设计要求的字段。在图层编辑状态下计算各农户退耕还林地块面积(导出属性表作为退耕还林补助资金公示、兑补依据),并根据小班区划办法,将相邻退耕地块合并为一个小班,最后根据作业设计要求制作出退耕还林成果图。

#### 4 退耕还林工程管理

退耕还林工程政策性强、检查验收严,往往要经过国家、省、州、县、乡镇的层层验收,在工程施工或检查过程中,通常使用地形图进行判读,由于工作人员识图水平不一致,易造成作业小班与实际有偏差。为了能准确定位退耕还林工程实施地块,使用卫星影像图比较直观,容易判读,即使是初学者也可以完全胜任此工作。将利用 ArcGIS10.0 软件已编辑整理好的退耕还林矢量图层直接加载入 91 卫图助手软件中,将文件叠加到 Google Earth 卫星影像图上,下载打印卫星影像图或在笔记本电脑上实现卫星影

像判读退耕还林地块,也可利用 91 卫图助手软件实现“.shp”格式文件转“.KML”格式文件的转换,将转换的“.KML”退耕还林成果图层文件导入手机版的 91 卫图助手、奥维互动地图或 LocaSpace Viewer 等软件中,便于工程管理人员外业工作开展,实现到现地进行准确定位,极大地提高了项目管理的质量和效果。

#### 5 结语

1) ArcGIS 与 91 卫图助手结合,可实现从地块勾绘、小班求积、标注、统计等计算机化管理,基本解决了传统林业规划设计工作量大、调绘难、进度慢、费用高的问题,极大地节省了人力、物力、财力及时间,可充分运用于退耕还林工程、造林规划设计、森林资源信息管理等林业工作中。

2) ArcGIS 与 91 卫图助手结合,实现了坐标系之间互转,解决了基层林业工作中坐标系转换的问题  
(下转第 10 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.002

## 基于 GIS 的永平县泡核桃种植地块立地类型划分与评价

阳 昭

(永平县林业和草原局,云南 永平 672600)

**摘要:**永平县泡核桃种植面积达 10.58 万  $\text{hm}^2$ ,对核桃种植地块进行立地类型划分与评价是管理决策的需要。根据泡核桃对立地条件的要求,选取土壤、海拔、坡度、坡向为立地类型划分的主导因子,运用 GIS 的 3D 分析、矢量数据叠加分析等工具在 ArcMap 10.2 下得到具有主导因子属性值的矢量型分析评价单元数据,再利用 Excel 2010 对数据属性表进行处理统计分析,划分并统计出立地类型和面积。结果表明,永平县 96.2% 的泡核桃种植在适宜、较适宜海拔区域,立地质量基本符合种植泡核桃要求。

**关键词:**立地类型划分;立地质量评价;核桃种植地块;立地因子;ArcGIS;矢量数据叠加分析

中图分类号:S792.13;S724;P208 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0005-06

引文格式:阳昭.基于 GIS 的永平县泡核桃种植地块立地类型划分与评价[J].林业调查规划,2019,44(6):5-10.

YANG Zhao. Site Classification and Evaluation of *Juglans sigillata* Planting Plots in Yongping County Based on GIS[J].

Forest Inventory and Planning,2019,44(6):5-10.

## Site Classification and Evaluation of *Juglans sigillata* Planting Plots in Yongping County Based on GIS

YANG Zhao

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

**Abstract:** The planting area of *Juglans sigillata* in Yongping County is 105 800  $\text{hm}^2$ , so it is necessary to classify and evaluate the site type of *Juglans sigillata* planting plot. According to the requirements of *Juglans sigillata* for site conditions and the dominant factors of soil, altitude, slope and aspect, the 3D analysis of GIS, vector data overlay analysis and other tools were used to obtain the vector analysis and evaluation unit data with the dominant factor attribute value under ArcMap10.2, and then Excel 2010 was used to analyze the data property sheet, divide and calculate the site type and area. The results showed that 96.2% of *Juglans sigillata* in Yongping County was planted at an appropriate altitude, and the site quality basically met the requirements of planting.

**Key words:** site classification; site quality evaluation; *Juglans sigillata* planting plots; site factor; ArcGIS; vector data overlay analysis

据 2017 年大理州核桃产量产值调查成果,截至 2017 年,永平县泡核桃种植面积达 10.58 万  $\text{hm}^2$ ,面

积占全县国土面积的 36.1%。挂果面积达 9.686 万  $\text{hm}^2$ ,2017 年干果产量 6.67 万 t,产值 15.93 亿元,

收稿日期:2019-03-12;修回日期:2019-04-10.

第一作者:阳昭(1973-),男(白族),云南永平人,高级工程师.主要从事营造林和林业调查规划设计等工作.

核桃已成为县域经济的支柱产业。又据永平县 2016 年森林资源规划设计调查(以下简称“二类调查”)成果数据,核桃达到区划条件的上图面积(连片面积 0.25 hm<sup>2</sup> 以上)达 6.09 万 hm<sup>2</sup>。永平县核桃主栽品种为良种漾濞泡核桃(*Juglans sigillata Dode*),种植立地条件差别很大。对核桃地块立地条件进行调查分类与评价,对摸清种植地条件,实行分类施策和精细化抚育管理,实现核桃产业提质增效具有重要意义。“二类调查”成果以小班为单位,用土壤、坡向为主导因子进行了立地分类,但小班面积大,包含差别较大地形因子,分类尺度大,结果宏观粗放,主导立地因子不能满足和反映核桃种植品种对立地条件的特殊要求。利用环境因子是进行森林立地类型划分与评价的方法之一,以环境因子立地类型划分方法为基础,采用 GIS(地理信息系统)技术为手段进行立地类型划分与评价得到广泛应用<sup>[1]</sup>。胡超等<sup>[2]</sup>、陈和彦<sup>[3]</sup>、王雪等<sup>[4]</sup>、蒋翌帆等<sup>[5]</sup>基于 ArcGIS 用栅格数据叠置分析方法对森林立地条件和土地适宜性进行类型划分与评价。栅格数据叠置分析建立在线性代数的二维矩阵分析法基础上,是对应栅格单元的运算,自动分析处理简单,模式化强,但各层面数据的重分类赋新值和权重确定、各层面信息关系模式的建立是难点、重点,且主观性强,对分析及分析质量影响很大<sup>[6]</sup>,有其使用局限性。基于 ArcGIS 用矢量数据分析方法进行森林立地分类与评价有其可行性,但未能找到相关文献。本文使用 ArcMap 10.2 的 3D 分析、矢量数据叠加分析等工具和常用的 Excel 进行数据处理统计分析和核桃地块立地类型划分与评价,用更小尺度从中观、微观方面作一些立地类型划分与评价的尝试探索,以期对永平县核桃产业发展起到一定的借鉴和参考作用。

## 1 研究区概况

永平县位于云南省大理州西部,地理坐标为 99°17′~99°56′E,25°03′~25°45′N。全县土地总面积 279 024 hm<sup>2</sup>,林地面积 242 967.1 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率 72.88%,林木绿化率 76.38%,属云南省重点林区县。地形属横断山脉云岭系,澜沧江流域,境内最高海拔 2 933 m,最低海拔 1 240 m,相对高差 1 693 m。气候属北亚热带季风气候区,日照充足、雨量充沛,冬无严寒、夏无酷暑。因海拔高差较大,立体气候较为明显。年均温 15.8℃,1 月均温 8.1℃,7 月均温 21.4℃,极端最低温-4.4℃,极端最

高温 33.8℃,≥10℃积温 5 085.4℃,年降雨量 966 mm,年日照时间 2 133.3 h,年蒸发量 1 679.8 mm,年均相对湿度 75%,有霜日数 72.8 d。森林土壤有棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、石灰土 5 个土类,其中紫色土面积最广。森林植被有灌丛、常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、稀树灌木草丛。永平县的气候、土壤适宜泡核桃种植。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

永平县等高线线矢量数据来源于永平县国土资源局,比例尺 1:50 000,等高距 20 m。永平县“二类调查”小班面、永平县范围面矢量数据来源于永平县林业局。所有数据投影坐标系为 Xian\_1980\_GK\_CM\_99E(高斯—克鲁格投影,西安 80 坐标系,6°分带,中央经线 99°),1985 国家高程基准。

### 2.2 研究数据获取与处理

#### 2.2.1 等高线数据生成 TIN

用等高线数据生成 DEM 先创建 TIN(不规则三角网)无论在效率还是内插精度上都是最优的<sup>[7]</sup>。在 ArcMap 10.2 中创建 TIN 利用“3D Analyst”(3D 分析)工具集内的“创建 TIN”工具完成,TIN 以文件目录形式存储。参与创建 TIN 的矢量数据为“永平县等高线线矢量数据”和“永平县范围面矢量数据”。等高线数据提供等高线上的折点为采样点并作为结点进行三角化,参数中高程字段为记录高程值的“BSGC”字段,“SF Type”(表面要素类型)为“Mass Points”(离散多点),“Tag Field”(标签字段)为“None”。裁剪 TIN 边界的矢量数据“永平县范围面”高程字段为“None”,“SF Type”为“Hard Clip”(硬裁剪),“Tag Field”为“None”。为了使 TIN 三角网的三角形不出现穿越等高线和 3 个顶点均在同一条等高线上(即“平坦三角形”),降低三角网与地表逼近程度,降低建模精度情况,再将“永平县等高线线矢量数据”作为隔断线参与三角网的生成。参数中高程字段为记录高程值的“BSGC”字段,“SF Type”为“Soft Line”(软断线),“Tag Field”为“None”。

#### 2.2.2 TIN 转换成规则格网 DEM

在 ArcMap 10.2 中利用“3D Analyst”工具集内的“TIN 转栅格”工具通过插值将 TIN 转换成栅格规则格网 DEM。DEM 文件名要以字母开头,存入地理数据库或文件夹时,不能添加文件扩展名。插值

方法为“LINEAR”(线性插值法)。根据何政伟等<sup>[8]</sup>的研究成果,输出栅格像元大小确定为 10 m,即采样距离为“CELLSIZE 10”。输出数据类型为“INT”(整型)。采样距离也就是数据空间分辨率,生成的 10 m×10 m(100 m<sup>2</sup>) 栅格单元是分析评价的基本单位。

### 2.2.3 提取研究范围数据

在 ArcMap 10.2 中用“分析工具”工具集内的“筛选”工具从“永平县二类调查小班面”矢量数据中提取出优势树种是核桃的小班,查询表达式为:优势树种=‘核桃’。用提取出的核桃小班作为掩膜图层数据,用“Spatial Analyst”(空间分析)工具集内的“按掩膜提取”工具从前面生成的永平县 DEM 中提取出核桃小班内的 DEM 数据作为下一步研究的源数据。

### 2.2.4 提取坡度、坡向栅格

DEM 数据栅格单元内存储的是地面海拔信息,在 ArcMap 10.2 中利用“3D Analyst”工具集内的“坡度”、“坡向”工具从 DEM 中提取坡度、坡向栅格。坡度、坡向单位为“DEGREE”(度),其中坡度取值范围为 0~90°;坡向取值范围按顺时针方向从 0~360°,平地赋值为-1。坡向对应关系为:阳坡为南坡(S) 157.5°~202.5°、平地;半阳坡为西坡(W) 247.5°~292.5°、东南坡(SE) 112.5°~157.5°、西南坡(SW) 202.5°~247.5°;阴坡为北坡(N) 0°~22.5°、337.5°~360°;半阴坡为东坡(E) 67.5°~112.5°、东北坡(NE) 22.5°~67.5°、西北坡(NW) 292.5°~337.5°。

### 2.2.5 坡度、坡向栅格单元值转为整型

提取出的坡度、坡向栅格单元值为浮点型,转化成整型值才能获取唯一值生成栅格属性表进行栅格数据转矢量数据的操作。在 ArcMap 10.2 中利用“Spatial Analyst”工具集内“转为整型”工具进行处理。DEM 数据栅格单元值已是整型,可直接使用。

### 2.2.6 栅格数据转换成矢量面数据

海拔、坡度、坡向栅格转换成矢量面数据,每个矢量要素是一个分析单元。在 ArcMap 10.2 中利用“转换工具”工具集内“栅格转面”工具处理。注意工具对话框中的“简化面”选项不能勾选。

### 2.2.7 海拔、坡度、坡向矢量面数据叠加分析合并图形和属性

海拔、坡度、坡向 3 个矢量面数据均由同一个 DEM 生成,要素位置一一对应,尺寸一致。矢量数据叠加分析生成一个新矢量数据,新数据根据操作

形式产生了新的空间、属性特征关系。在 ArcMap 10.2 中利用“分析工具”工具集内“标识”工具处理,输入要素与标识要素的重叠部分将获得标识要素的属性。2 个数据叠加分析后产生的新数据与第三个数据再叠加分析,最终生成新数据的每个要素均有海拔、坡度、坡向属性值。新数据有 3 个名为“gridcode”、“gridcode\_1”、“gridcode\_2”的字段分别存储海拔、坡度、坡向值,为简明易懂,非编辑状态下在数据属性的“字段”选项卡下将字段名对应重命名为“海拔”、“坡度”、“坡向”。

### 2.2.8 生成的具有高程、坡度、坡向属性值的数据与“二类调查”核桃小班数据叠加分析获取相关属性

生成的新数据与“二类调查”核桃小班数据叠加分析获取核桃小班的土壤属性数据,在 ArcMap 10.2 中利用“分析工具”工具集内“空间连接”工具处理。工具对话框内参数“连接要素”为“二类调查核桃小班数据”,“连接操作”、“匹配选项”、“连接要素的字段映射”的“合并规则”为系统默认。只保留需要的“海拔”、“坡度”、“坡向”和二类调查数据的“土壤亚类”、“土壤厚度”字段,其余的全部删除,以减少数据量,提高数据处理速度和效率。至此,与划分立地类型相关的所有基础数据已获得。注意的是此步只能用“空间连接”操作形式,原因是“空间连接”操作只会根据数据的空间关系传递属性,而不会改变目标数据的空间形状。

## 3 结果与分析

### 3.1 主导立地因子的确定

因地制宜、适地适树是造林工作的一项基本原则。立地条件是指在造林地上与森林生长发育有关的所有自然环境因子的综合。在一定程度上立地质量和立地条件是可以通用的,立地质量的好坏决定核桃产量和品质。立地类型划分依据主要是地形、土壤、植被、水文等立地因子的差异。划分立地类型应依据多因子的综合,其中主要依据主导地形因子和土壤因子<sup>[9]</sup>。众多学者、专家对云南省核桃适宜生境及立地分类进行了调查、分析和研究。肖良俊等<sup>[10]</sup>对云南省核桃适宜的气候因子进行了分析,得出了适宜的温度、水分、光照范围。地处澜沧江流域的永平县气候因子条件处于漾濞泡核桃种植的适宜范围。《云南森林立地类型分类及其应用体系》<sup>[11]</sup>结合云南北极其自然地理,认为云南森林立地类型划分应以土壤因子和地形因子为主要依据。张

伏全<sup>[12]</sup>对凤庆县 2 132 hm<sup>2</sup> 核桃示范基地进行了立地类型划分与评价,董润泉<sup>[13]</sup>、朱本祥<sup>[14]</sup>等对海拔、坡度、坡向对云南核桃的影响进行了观测调查。参考综合以上研究成果,选取对核桃生长、结果数量、品质有重大影响的土壤、海拔、坡向、坡度作为核桃种植地立地类型划分与评价的主导因子。要注意的是海拔和气候因子是人为难以改变的主要限制性因子,土壤、水、肥可人为采取措施改善。

### 3.2 主导立地因子等级划分

根据杨源<sup>[15]</sup>对澜沧江流域核桃分布环境因子条件的阐述和《大理州优质泡核桃生产技术规范》(DG5329/T 3.1~3.4-2009)对漾濞泡核桃种植区划条件的规范要求,澜沧江流域漾濞泡核桃的生态学特性为海拔 1 800~2 200 m 适宜,1 400~1 800 m、2 200~2 400 m 较适宜,低于 1 400 m、高于 2 400 m 不适宜。核桃是喜光阳性树种,阳坡、半阳坡优于阴坡、半阴坡,坡度越缓生长越好,土壤越深厚肥沃越好。在满足立地类型划分总体需求下,根据核桃的生态学特性,参照《云南省森林资源规划设计调查操作细则(2013 年修订)》的立地因子划分标准,简明扼要对主导立地因子作以下分级(表 1)。

表 1 主导立地因子与分级标准

Tab. 1 Dominant site factors and classification criteria

主导立地因子	土层厚度级 /cm	海拔级 /m	坡向级	坡度级
分级标准	中厚层(A层+B层≥40)	>2400 (不适宜) 2200~2400 (较适宜)	阳坡(S、W、SE、SW、平地)	平缓斜坡 (≤25°)
	薄层(A层+B层<40)	1800~2200 (适宜) 1400~1800 (较适宜) <1400 (不适宜)	阴坡(N、E、NE、NW)	陡急险坡 (>25°)

### 3.3 立地类型划分

根据《云南森林立地分类及其应用体系》<sup>[11]</sup>,永平县属哀牢山西部中山宽谷立地类型区,澜沧江东部中山宽谷立地类型亚区。依据地貌、土类分为 3 个立地类型组。在立地类型组内根据土类(亚类)、土层厚度和选定的地形主导因子划分立地类型。共划分 72 个立地类型(表 2)。

面积小的立地类型在生产实践中价值不大,但为了研究结果数据的原始真实予以保留。立地类型

表 2 永平县泡核桃立地类型

Tab. 2 Site types of *Juglans sigillata* in Yongping County

立地类型组	立地类型号	立地类型名称	面积 /hm <sup>2</sup>
I 黄棕壤立地类型组	I 1	阳坡陡急险坡不适宜海拔薄层黄棕壤	163.65
	I 2	阳坡陡急险坡不适宜海拔中厚层黄棕壤	2.90
	I 3	阳坡陡急险坡较适宜海拔薄层黄棕壤	143.29
	I 4	阳坡陡急险坡较适宜海拔中厚层黄棕壤	11.47
	I 5	阳坡陡急险坡适宜海拔薄层黄棕壤	11.97
	I 6	阳坡陡急险坡适宜海拔中厚层黄棕壤	0.60
	I 7	阳坡平缓斜坡不适宜海拔薄层黄棕壤	476.68
	I 8	阳坡平缓斜坡不适宜海拔中厚层黄棕壤	15.10
	I 9	阳坡平缓斜坡较适宜海拔薄层黄棕壤	330.17
	I 10	阳坡平缓斜坡较适宜海拔中厚层黄棕壤	11.53
	I 11	阳坡平缓斜坡适宜海拔薄层黄棕壤	18.07
	I 12	阳坡平缓斜坡适宜海拔中厚层黄棕壤	0.8
	I 13	阴坡陡急险坡不适宜海拔薄层黄棕壤	124.64
	I 14	阴坡陡急险坡不适宜海拔中厚层黄棕壤	3.65
	I 15	阴坡陡急险坡较适宜海拔薄层黄棕壤	148.96
	I 16	阴坡陡急险坡较适宜海拔中厚层黄棕壤	8.87
	I 17	阴坡陡急险坡适宜海拔薄层黄棕壤	12.13
	I 18	阴坡陡急险坡适宜海拔中厚层黄棕壤	0.87
	I 19	阴坡平缓斜坡不适宜海拔薄层黄棕壤	302.77
	I 20	阴坡平缓斜坡不适宜海拔中厚层黄棕壤	18.23
	I 21	阴坡平缓斜坡较适宜海拔薄层黄棕壤	232.46
	I 22	阴坡平缓斜坡较适宜海拔中厚层黄棕壤	7.24
	I 23	阴坡平缓斜坡适宜海拔薄层黄棕壤	14.36
	I 24	阴坡平缓斜坡适宜海拔中厚层黄棕壤	1.01
II 红壤立地类型组	II 1	阳坡陡急险坡不适宜海拔薄层红壤	82.63
	II 2	阳坡陡急险坡不适宜海拔中厚层红壤	7.39
	II 3	阳坡陡急险坡较适宜海拔薄层红壤	1244.42
	II 4	阳坡陡急险坡较适宜海拔中厚层红壤	81.01
	II 5	阳坡陡急险坡适宜海拔薄层红壤	2370.51
	II 6	阳坡陡急险坡适宜海拔中厚层红壤	92.88
	II 7	阳坡平缓斜坡不适宜海拔薄层红壤	162.29
	II 8	阳坡平缓斜坡不适宜海拔中厚层红壤	14.18
	II 9	阳坡平缓斜坡较适宜海拔薄层红壤	3800.98
	II 10	阳坡平缓斜坡较适宜海拔中厚层红壤	126.08
	II 11	阳坡平缓斜坡适宜海拔薄层红壤	7027.18
	II 12	阳坡平缓斜坡适宜海拔中厚层红壤	167.14
	II 13	阴坡陡急险坡不适宜海拔薄层红壤	125.05
	II 14	阴坡陡急险坡不适宜海拔中厚层红壤	3.09

续表 2

立地类型组	立地类型号	立地类型名称	面积 /hm <sup>2</sup>
	II 15	阴坡陡急险坡较适宜海拔薄层红壤	1477.43
	II 16	阴坡陡急险坡较适宜海拔中厚层红壤	63.88
	II 17	阴坡陡急险坡适宜海拔薄层红壤	3048.88
	II 18	阴坡陡急险坡适宜海拔中厚层红壤	118.18
	II 19	阴坡平缓斜坡不适宜海拔薄层红壤	112.39
	II 20	阴坡平缓斜坡不适宜海拔中厚层红壤	2.87
	II 21	阴坡平缓斜坡较适宜海拔薄层红壤	3528.76
	II 22	阴坡平缓斜坡较适宜海拔中厚层红壤	73.72
	II 23	阴坡平缓斜坡适宜海拔薄层红壤	6561.40
	II 24	阴坡平缓斜坡适宜海拔中厚层红壤	177.81
III 紫 色 土 立 地 类 型 组	III 1	阳坡陡急险坡不适宜海拔薄层紫色土	89.13
	III 2	阳坡陡急险坡不适宜海拔中厚层紫色土	12.52
	III 3	阳坡陡急险坡较适宜海拔薄层紫色土	1142.95
	III 4	阳坡陡急险坡较适宜海拔中厚层紫色土	51.75
	III 5	阳坡陡急险坡适宜海拔薄层紫色土	1807.13
	III 6	阳坡陡急险坡适宜海拔中厚层紫色土	102.21
	III 7	阳坡平缓斜坡不适宜海拔薄层紫色土	190.89
	III 8	阳坡平缓斜坡不适宜海拔中厚层紫色土	31.01
	III 9	阳坡平缓斜坡较适宜海拔薄层紫色土	2835.71
	III 10	阳坡平缓斜坡较适宜海拔中厚层紫色土	110.05
	III 11	阳坡平缓斜坡适宜海拔薄层紫色土	5823.78
	III 12	阳坡平缓斜坡适宜海拔中厚层紫色土	219.82
	III 13	阴坡陡急险坡不适宜海拔薄层紫色土	105.42
	III 14	阴坡陡急险坡不适宜海拔中厚层紫色土	2.48
	III 15	阴坡陡急险坡较适宜海拔薄层紫色土	1683.79
	III 16	阴坡陡急险坡较适宜海拔中厚层紫色土	77.59
	III 17	阴坡陡急险坡适宜海拔薄层紫色土	2892.61
	III 18	阴坡陡急险坡适宜海拔中厚层紫色土	174.98
	III 19	阴坡平缓斜坡不适宜海拔薄层紫色土	208.75
	III 20	阴坡平缓斜坡不适宜海拔中厚层紫色土	3.62
	III 21	阴坡平缓斜坡较适宜海拔薄层紫色土	3642.02
	III 22	阴坡平缓斜坡较适宜海拔中厚层紫色土	134.15
	III 23	阴坡平缓斜坡适宜海拔薄层紫色土	6715.22
	III 24	阴坡平缓斜坡适宜海拔中厚层紫色土	279.88
合计			60869.03

采用“坡向+坡度+海拔+土层厚度+土类(亚类)”命名。为简明易懂,其中海拔因子用表 1 中的“适宜海拔”、“较适宜海拔”、“不适宜海拔”来代表对应的

海拔区间。在 ArcMap 10.2 中将数据的属性表导出后利用 Excel 2010 根据表 1 的分级标准对数据进行重分类、归类整理,统计分析。获取的海量矢量型分析评价单元形成了 5 743 156 条(行)数据,数据行远远超出了 Excel 2010 的最大行数 1 048 567 的限制,只能将数据按乡镇或村拆分处理后再合并结果。

### 3.4 立地质量评价

对表 2 数据进行统计分析可知:纳入研究分析的 60 869.03 hm<sup>2</sup> 泡核桃种植面积中,按土类划分,红壤有 30 470 hm<sup>2</sup>,占总面积的 50.1%,紫色土有 28 337.46 hm<sup>2</sup>,占 46.6%,黄棕壤有 2 061.42 hm<sup>2</sup>,占 3.3%。按海拔级划分,适宜海拔区间(1 800~2 200 m)有 37 639.42 hm<sup>2</sup>,占总面积的 61.8%;较适宜海拔区间有 20 968.28 hm<sup>2</sup>(其中 1 400~1 800 m 有 10 809.5 hm<sup>2</sup>,2 200~2 400 m 有 10 158.78 hm<sup>2</sup>),占 34.4%;不适宜海拔区间有 2 261.33 hm<sup>2</sup>(其中 < 1 400 m 有 362.84 hm<sup>2</sup>, > 2 400 m 有 1 898.49 hm<sup>2</sup>),占 3.8%。按坡向划分,阳坡有 28 779.87 hm<sup>2</sup>,占总面积的 47.3%;阴坡有 32 089.16 hm<sup>2</sup>,占 52.7%。按坡度级划分,平缓斜坡有 43 378.12 hm<sup>2</sup>,占总面积的 71.3%;陡急险坡有 17 490.91 hm<sup>2</sup>,占 28.7%。按土层厚度划分,中厚层有 2 210.56 hm<sup>2</sup>,占总面积的 3.6%;薄层有 58 658.47 hm<sup>2</sup>,占 96.4%。综合看,永平县泡核桃种植在适宜和较适宜海拔区间的面积有 58 607.7 hm<sup>2</sup>,占总面积的 96.2%,不适宜海拔区间的面积仅占 3.8%。种植在阳坡、阴坡的面积悬殊不大。种植在平缓斜坡的面积远远大于种植在陡急险坡的面积。总体上种植地块立地质量基本符合核桃的生态学特性要求,地块选择适合。

## 4 结论与讨论

采用矢量数据叠加分析方法进行核桃立地类型划分与评价,先通过 ArcMap 的矢量叠加分析工具使分析评价单元取得与立地类型划分相关的属性,再根据要求利用 Excel 对数据属性表进行重分类、归类整理,统计分析。数据属性表是一个二维数据列表(二维数组),结构、对应数据的运算规则和矩阵一致。栅格数据叠置分析对应栅格单元的运算也就是二维数据列表中同行多列数据的对应运算,栅格数据叠置分析的运算完全可以在数据属性表中完成,限于篇幅不展开阐述。矢量型分析评价单元根据需求可以设置多个属性字段,数据信息量大,可从属性表中挖掘、提取更多信息。栅格数据叠置分析

方法中栅格单元只能存储一个值,信息量单一。海拔、坡度、坡向数据由等高线矢量数据生成的 DEM 提取,土壤数据来源于“永平县二类调查小班面”数据,立地分类结果受 DEM 精度和土壤调查数据准确性影响。紫色土的成土母质主要是紫色砂岩、页岩,土层薄的陡坡地水土流失严重,但优点是母质风化成土容易,土壤排水良好,富含磷钾,核桃根系可深入母质中,实际上在薄层紫色土上种植的核桃生长也不错,这是一种特殊情况。永平县泡核桃种植地的气候、地形、土壤等自然禀赋好,增收潜力大。要针对不同情况分类施策,>2 400 m 的高海拔地区要改种新疆核桃品系,<1 400 m 的低海拔地区要换种云南薄壳山核桃。在泡核桃价格下滑的形势下,要动员群众增强信心,巩固来之不易的发展规模和成果,加强抚育管理,满足泡核桃生长对土壤、水肥等的需要,适时进行有害生物防控和整形修剪,实现核桃增产增收。

### 参考文献:

- [1] 岳彩荣,袁华,李云梅. 遥感与地理信息系统讲义[Z]. 西南林学院,2004.
- [2] 胡超,于静,王瑞文. 基于 GIS 的湖北省核桃良种基地空间布局研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(19):8206-8210.
- [3] 陈和彦. 基于 ArcGIS 的云县核桃种植规划方法探讨[J]. 林业调查规划,2012,37(5):12-17.
- [4] 王雪,李益敏,赵筱青. 基于 GIS 的高山峡谷区耕地适宜性评价[J]. 西南农业学报,2014,27(3):1222-1227.
- [5] 蒋翌帆,邓钢,卢冬爱. 基于 GIS 的高山峡谷地区土地适宜性评价——以云南省澜沧县为例[J]. 测绘科学,2011,36(1):155-157.
- [6] 汤国安,杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程(第二版)[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [7] 汤国安,李发源,刘学军. 数字高程模型教程(第三版)[M]. 北京:科学出版社,2016.
- [8] 何政伟,许辉熙,张东辉,等. 最佳 DEM 分辨率的确定及其验证分析[J]. 测绘科学,2010,35(2):114-116.
- [9] 沈国舫,翟明普. 森林培育学(第二版)[M]. 北京:中国林业出版社,2011.
- [10] 张歆. 浅谈 GIS 的功能及在林业中的应用[J]. 林业勘查设计,2019,188(2):123-124.
- [11] 肖良俊,马婷,宁德鲁. 云南省核桃主产区气候因子分析[J]. 广东农业科学,2013,40(9):29-31.
- [12] 云南省林业调查规划院立地类型课题组. 云南森林立地分类及其应用体系[J]. 林业调查规划,1989(1):48-54.
- [13] 张伏全. 凤庆县核桃示范基地立地分类与评价[J]. 林业调查规划,1996(4):27-29.
- [14] 董润泉. 不同海拔高度带的云南核桃生长发育状况观测[J]. 西部林业科学,1998(2):39-43.
- [15] 朱本祥. 立地条件对泡核桃产量的影响[J]. 河北林业科技,2013(1):8,18.
- [16] 杨源. 核桃丰产栽培技术[M]. 昆明:云南科技出版社,2002.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 4 页)

题,制作出的 Google Earth 卫星影像成果图有利于退耕地块的判读,减少外业工作中的失误。

作为一个普通的林业技术人员,要完全掌握 2 个软件强大的功能是几乎做不到的,只有通过不断地学习实践,将二者结合运用到实际工作中,从而提高工作效率和工作质量是完全可行的。

### 参考文献:

- [1] 云南省退耕还林办公室. 云南省退耕还林文件汇编[Z]. 2015.
- [2] 永平县林业局,永平县志办公室. 跨世纪的永平林业[M]. 潞西:德宏民族出版社,2002.
- [3] 薛在军,马娟娟. ArcGIS 地理信息系统大全[M]. 北京:清华大学出版社,2013.
- [4] 钟文挺,徐家蓬,熊小波,等. 91 卫图助手在土壤普查工作中的应用——以新津县为例[J]. 四川农业科技,2017(8):59-61.
- [5] 马晓伟,李银猛. 谷歌地球在永平县新一轮退耕还林工作中的应用[J]. 林业调查规划,2017,42(2):16-19.
- [6] 郭意明. 森林资源规划设计调查中“3S”技术的运用[J]. 林业勘查设计,2018,187(3):55-56.
- [7] 柯德森. 基于 91 卫图助手软件平台影像与矢量图叠加分析[J]. 福建林业,2017(6):46-48.
- [8] 高群,党元君. 如何利用 ArcGIS 实现坐标和投影自由转换[J]. 林业勘查设计,2019,188(2):101-103.
- [9] 91 卫图助手影像高程下载专家[OL]. <http://www.91weitu.com>.

(责任编辑 许易琦)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.003

## 峨山县云南松天然林地位指数表的编制

桂伟峰

(云南省林业调查规划院昆明分院, 云南 昆明 650000)

**摘要:**以云南省第四次森林资源规划设计调查中云南松天然林地的小班数据资料为研究对象,统计分析各小班优势木平均树高与年龄的关系,确定云南松天然林的基准年为 26 a,以 log-modified 函数拟合树高生长导向曲线,编制峨山县云南松天然林地位指数表。采用卡方检验和落点检验,检验结果表明,其树高理论值与实际值无显著差异。该表可作为评定峨山县天然云南松林分质量及立地质量优劣的依据。

**关键词:**地位指数表;云南松天然林;基准年;导向曲线;卡方检验;落点检验;峨山县

中图分类号:S797.257;S758.6 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0011-04

引文格式:桂伟峰. 峨山县云南松天然林地位指数表的编制[J]. 林业调查规划,2019,44(6):11-14,33.

GUI Weifeng. Establishment of Site Index Table for *Pinus yunnanensis* Natural Forest in Eshan County[J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(6):11-14,33.

## Establishment of Site Index Table for *Pinus yunnanensis* Natural Forest in Eshan County

GUI Weifeng

(Kunming Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650000, China)

**Abstract:** Based on the subcompartment data of *Pinus yunnanensis* natural forest in the fourth forest inventory planning and design in Yunnan Province, the relationship between the average tree height and the age of dominant trees was analyzed, and the base year of *Pinus yunnanensis* natural forest was determined to be 26 years. The log-modified function was used to fit the growth guide curve of tree height, and the site index table of *Pinus yunnanensis* natural forest in Eshan County was compiled. The results of chi-square test and falling point test showed that there was no significant difference between the theoretical and actual tree height values. The table could be used as a basis for evaluating stand quality and site quality of *Pinus yunnanensis* natural forest in Eshan County.

**Key words:** site index table; *Pinus yunnanensis* natural forest; base year; guide curve; chi-square test; falling point test; Eshan County

立地质量是影响森林生长最重要的因素之一,立地质量的优劣对于如何进行更高效的森林经营活动具有非常重要的指导意义。使用林分中树木生长

高度(包括平均木、优势木树高)来表示立地质量和林分生长质量的好坏是直接评定立地质量、林分质量的方法之一<sup>[1]</sup>。地位级法是使用林分平均高与

收稿日期:2019-03-27.

第一作者:桂伟峰(1991-),男,湖南永州人,助理工程师。主要从事林业调查规划工作。

林分平均年龄之间关系来反映林地质量高低的研究方法;立地指数法是指以林分基准年龄时优势木的平均高来反映林地质量高低的方法。通过编制峨山县云南松天然林地位指数表,可以为当地的森林经营集约化管理、森林资源清查中的动态分析、抚育采伐、生长量及收获量的研究和林业用地生产潜力的评价等相关工作提供有力的技术支持<sup>[2]</sup>。

## 1 区域概况

峨山县地处云南省中部,地理位置为 101°52'~102°37'E,24°01'~24°32'N。东接玉溪市红塔区,东南与通海县交界,南与红河哈尼族彝族自治州石屏县接壤,西南与新平彝族傣族自治县山水相连,西北与楚雄彝族自治州双柏县隔江相望,北与易门县相接,东北与昆明市晋宁县毗邻。区域最大横距 74.6 km,纵距 56.7 km,国土总面积 193 206 hm<sup>2</sup>。

## 2 优势树特征分析

以云南省第四次森林资源调查成果数据为基础,使用 EXCEL2007、SPSS V17.0、DPS V7.05 等统计软件对调查数据进行分析。统计出各龄阶(阶距为 2 a)林木的平均年龄及优势木平均高,以各龄阶林木优势木平均高为基础,根据树高标准差剔除该龄阶内异常树高数据。标准差计算公式为:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum H_{ij}^2 - (\sum H_{ij})^2 \div n_i}{n_i - 1}} \quad (1)$$

式中: $S_i$  为第  $i$  龄阶树高标准差; $H_{ij}$  为第  $i$  龄阶中第  $j$  个小班优势平均木树高( $j=1,2,3,\dots,n_i$ ); $n_i$  为第  $i$  龄阶中小班数。

使用(1)式计算各龄阶优势木平均高标准差,检验计算后剔除生长异常及测量记录有明显误差等不符合要求的数据(表 1)。

## 3 基准年的确定

当树高生长趋于稳定且能灵敏反映立地条件差异的年龄即为基准年龄,基准年龄时优势木树高的变动范围除以指数级个数则为指数级距,国内常用的指数级距有 1 m 或 2 m<sup>[3]</sup>。

依据云南松天然林的各龄阶树高标准差及变异系数的变化幅度来确定基准年龄,当变化幅度接近 1 时,说明该龄阶树高生长趋于稳定<sup>[4]</sup>。通过变异系数  $CV_{i+1}$  除以  $CV_i$  计算变化幅度,经过变异系数对比变化趋势分析确定云南松天然林的基准年为

26 a ( $A_0=26$ )。各龄阶变异系数参照表 1。

表 1 优势木特征统计

Tab. 1 Characteristic statistics of dominant trees

龄阶 /a	小班数 /个	平均年龄 /a	平均树高 /m	标准差 S	变异系数 CV
4	4	3	1	0.00	0.00
6	15	5.3	2.0	0.93	45.31
8	26	7.9	3.3	1.33	40.74
10	46	10.0	4.8	2.04	42.96
12	58	11.9	5.4	1.09	20.37
14	53	13.7	5.9	1.50	25.37
16	371	15.1	6.1	1.31	21.56
18	517	18.0	6.7	1.28	19.08
20	163	20.0	7.2	1.30	18.02
22	1005	21.6	8.4	1.79	21.27
24	495	23.5	9.6	2.26	23.49
26	2146	25.2	9.6	1.96	20.38
28	672	27.9	10.5	2.16	20.49
30	419	29.9	10.7	1.92	17.88
32	70	31.9	11.1	1.86	16.71
34	56	33.3	10.7	1.70	15.90
36	650	35.0	12.8	1.85	14.38
38	37	37.7	12.9	1.95	15.07
40	163	40.0	12.6	1.85	14.74
42	9	41.8	12.0	2.48	20.68
44	1	43.0	12.3	0.00	0.00
46	68	45.0	13.8	2.46	17.89
48	1	48.0	12.3	0.00	0.00
50	43	50.0	14.5	1.95	13.46
52	6	52.0	15.3	0.52	3.41
56	11	55.0	16.4	2.07	12.62
60	2	60.0	13.5	4.95	36.66
62	1	62.0	18.5	0.00	0.00
66	1	65.0	17.0	0.00	0.00

基准年的林分树高变化范围可以作为确定指数级距的主要依据<sup>[5]</sup>,本研究中云南松的基准年 ( $A_0=26$ ) 时优势木的平均树高分布范围为 6.3~15.8 m,指数级距  $D=2$  m,最终得到 6 m、8 m、10 m、12 m、14 m 和 16 m 共 6 个指数级。

## 4 导向曲线的确定

导向曲线的选择是否符合实际直接关系到立地

指数质量的高低<sup>[3]</sup>。选择导向曲线时要考虑到符合树木高生长规律,同时取得最好的拟合效果。本研究通过 EXCEL2007、SPSS V17.0、DPS V7.05 等数据统计软件,使用 10 个曲线方程进行拟合实验,本实验列出了 4 个拟合优度较高且树木高生长规律

符合实际情况的方程式及计算结果,分析计算结果最终将拟合公式确定为: $H=(a+b \times A)^c$ ( $H$  为小班优势木平均高, $A$  为小班优势木年龄)。拟合公式及其参数详见表 2。

表 2 拟合公式及其参数  
Tab. 2 Fitting formula and its parameter table

公式	表达式	$R^2$	$a$	$b$	$c$
log-modified 函数	$H=(a+b \times A)^c$	0.9598	-4.6757	1.7433	0.605217
michealis 函数	$H=a \times A / (A+b)$	0.9597	33.8387	66.6925	
二次曲线函数	$H=a+b \times A+c \times A^2$	0.9564	0.4818	0.4065	0.002466
负指数函数	$H=a \times \text{EXP}(b/A)$	0.9251	20.6158	-18.3324	

### 5 地位指数表的编制

常用的地位指数表编制方法有标准差调整法、变动系数调整法和相对优势高法<sup>[3]</sup>,本文使用变动系数调整法进行编制,具体步骤如下:

- 1) 根据模型计算各龄阶树高、树高标准差、变动系数的理论值。
- 2) 以 26 a 为基准年,将理论树高 10.1 m 调整到 10.0 m,调整系数  $k_i=(10.1-10.0)/1.96$ (基准年的树高标准差) = -0.051。
- 3) 各龄阶的调整值 =  $K_i \times S_i$ (各龄阶的树高标准

差)

- 4) 10 指数级各龄阶树高 =  $H_i + K_i \times S_i$
- 5) 指数级之间的调整系数  $K_j=2/1.96$ (指数级距/基准年的树高标准差)
- 6) 每差一级的树高调整值 = 10 指数级各龄阶树高 +  $K_j \times S_i$
- 7) 各龄阶不同指数级树高范围 =  $H \pm$  每差一级的树高调整值/2

通过各步骤计算获得到峨山县云南松天然林地位指数表(表 3)。

表 3 峨山县云南松天然林地位指数表  
Tab. 3 Site index table of *Pinus yunnanensis* natural forest in Eshan County

龄阶	地位指数和树高值					
	6	8	10	12	14	16
6	0.5~1.4	1.4~2.4	2.4~3.3	3.3~4.3	4.3~5.2	5.2~6.2
8	0.9~2.3	2.3~3.7	3.7~5.0	5.0~6.4	6.4~7.7	7.7~9.1
10	0.3~2.4	2.4~4.4	4.4~6.5	6.5~8.6	8.6~10.7	10.7~12.8
12	3.0~4.1	4.1~5.3	5.3~6.4	6.4~7.5	7.5~8.6	8.6~9.7
14	2.8~4.3	4.3~5.8	5.8~7.4	7.4~8.9	8.9~10.4	10.4~11.9
16	3.6~5.0	5.0~6.3	6.3~7.6	7.6~9	9.0~10.3	10.3~11.7
18	4.5~5.9	5.9~7.2	7.2~8.5	8.5~9.8	9.8~11.1	11.1~12.4
20	5.1~6.4	6.4~7.7	7.7~9.0	9.0~10.4	10.4~11.7	11.7~13.0
22	4.5~6.3	6.3~8.1	8.1~9.9	9.9~11.8	11.8~13.6	13.6~15.4
24	3.9~6.2	6.2~8.5	8.5~10.9	10.9~13.2	13.2~15.5	15.5~17.8
26	5.0~7.0	7.0~9.0	9.0~11.0	11.0~13.0	13.0~15.0	15.0~17.0
28	5.3~7.5	7.5~9.7	9.7~11.9	11.9~14.1	14.1~16.3	16.3~18.5
30	6.2~8.2	8.2~10.2	10.2~12.1	12.1~14.1	14.1~16.0	16.0~18.0

续表 3

龄阶	地位指数和树高值					
	6	8	10	12	14	16
32	6.8~8.7	8.7~10.6	10.6~12.5	12.5~14.4	14.4~16.3	16.3~18.2
34	7.5~9.2	9.2~10.9	10.9~12.7	12.7~14.4	14.4~16.1	16.1~17.9
36	7.5~9.4	9.4~11.3	11.3~13.2	13.2~15.1	15.1~16.9	16.9~18.8
38	7.9~9.9	9.9~11.8	11.8~13.8	13.8~15.8	15.8~17.8	17.8~19.8
40	8.5~10.4	10.4~12.3	12.3~14.2	14.2~16.1	16.1~18.0	18.0~19.9
42	7.6~10.1	10.1~12.6	12.6~15.1	15.1~17.7	17.7~20.2	20.2~22.7
44	8.0~10.5	10.5~13.0	13.1~15.6	15.6~18.1	18.1~20.6	20.6~23.1
46	8.2~10.7	10.7~13.3	13.3~15.8	15.8~18.3	18.3~20.8	20.8~23.3
48	8.3~10.8	10.8~13.4	13.5~15.9	15.9~18.4	18.4~20.9	20.9~23.5
50	10.3~12.3	12.3~14.3	14.3~16.2	16.2~18.2	18.2~20.2	20.2~22.2
52	13.7~14.2	14.2~14.8	14.8~15.3	15.3~15.8	15.8~16.4	16.4~16.9
54	10.7~12.8	12.8~15.1	15.2~17.2	17.2~19.3	19.4~21.5	21.6~23.6
56	10.9~13.0	13.0~15.1	15.1~17.3	17.3~19.4	19.4~21.5	21.5~23.6

### 6 地位指数表的检验

地位指数表是对有限样本的抽样调查结果进行统计分析后编制而成的表, 以此为依据对现有林地的立地质量进行评价和预测, 误差是很难避免的, 因此, 对所编表的准确性和合理性进行检验是必不可少的。本实验采用卡方检验和落点检验 2 种检验方法对地位指数表的准确性进行检验。

#### 6.1 卡方检验

随机选取数据库中 100 株优势木的年龄和平均树高值, 在编制的地位指数表中查出相应的立地指数值, 求出各龄阶理论树高  $H_E$ , 然后与实际树高值  $H_0$  进行卡方检验, 检验公式为:

$$X^2 = \sum | (X_0 - X_e)^2 / X_e | \quad [1] \quad (2)$$

计算得出  $X^2 = 32.92$ , 查表得  $X^2 < X_{0.05}^2$ , 检验结果表明, 其树高理论值与实际值无显著差异, 检验合格。

#### 6.2 落点检验

随机选取 245 个小班中优势木的平均高值作散点图, 然后绘制立地指数曲线簇。结果表明, 有没有点落在所编的立地指数曲线外, 即所编地位指数表能够解释 100.0% 的优势木的生长情况, 检验合格 (图 1)。

### 7 云南松天然林地位指数表的运用

地位指数表在林业生产实践中占据重要位置且

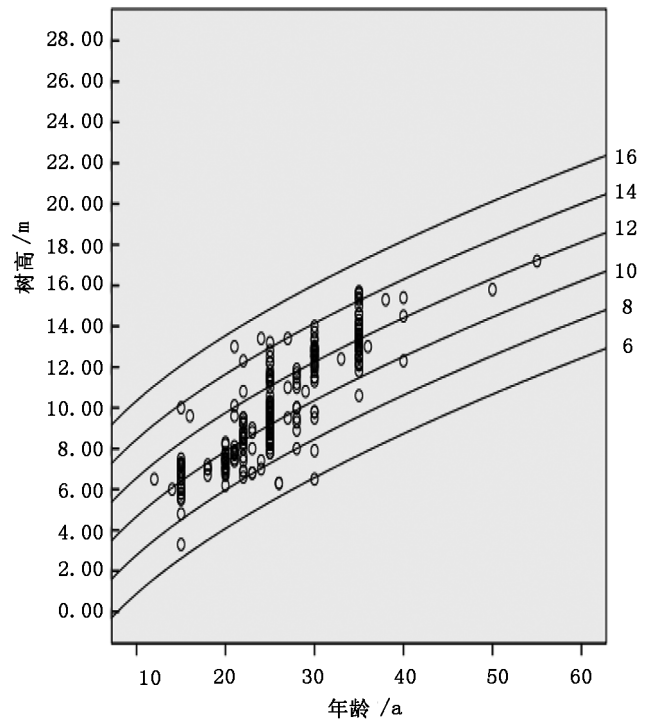


图 1 云南松天然林立地指数落点检验  
Fig. 1 Falling point test of site index of *Pinus yunnanensis* natural forest

运用广泛, 我国从 20 世纪 70 年代初开始使用地位指数法评价森林立地质量, 目前仍被广泛应用<sup>[6]</sup>。

使用峨山县森林资源规划设计调查中云南松天然林地的小班数据, 编制了峨山县天然云南松林地 (下转第 33 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.004

## 基于 CiteSpace 的绿色基础设施研究现状与热点分析

黄河<sup>1,2</sup>,高雅玲<sup>1,2</sup>,闫晨<sup>1</sup>,郑智聪<sup>1</sup>,许贤书<sup>1</sup>

(1.福建农林大学园林学院,福建福州350002;2.福建农林大学金山学院,福建福州350002)

**摘要:**基于文献统计分析方法与可视化工具,以WOS数据库中文献为材料源,利用CiteSpace对绿色基础设施(GI)相关研究进行分析,对当前GI主要内容、知识基础、研究热点予以评述。结果表明,以GI为主题的文献数量近年来呈现剧增趋势,以美国与欧洲发达国家为主要研究区域,且欧洲国家、机构间合作较为紧密。通过对共被引文献研究发现,GI知识基础由24篇文献构成,研究内容包括GI综合功能研究、调节功能研究、GI规划研究等。GI的研究热点由20个关键词构成,其最为热门的包括GI规划与管理,GI在生物多样性保护,气候调节,城市的可持续发展等。

**关键词:**绿色基础设施;文献计量;聚类共现分析;WOS数据库;CiteSpace;研究进展

中图分类号:S731;TU986.4;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0015-08

引文格式:黄河,高雅玲,闫晨,等.基于CiteSpace的绿色基础设施研究现状与热点分析[J].林业调查规划,2019,44(6):15-22.

HUANG He, GAO Yaling, YAN Chen, et al. Research Status and Hotspot Analysis of Green Infrastructure Based on CiteSpace[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 15-22.

## Research Status and Hotspot Analysis of Green Infrastructure Based on CiteSpace

HUANG He<sup>1,2</sup>, GAO Yaling<sup>1,2</sup>, YAN Chen<sup>1</sup>, ZHENG Zhicong<sup>1</sup>, XU Xianshu<sup>1</sup>

(1. College of Landscape Architecture, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002, China;  
2. Jinshan College, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** Based on literature statistical analysis and visualization tools, using literature in WOS database as material source, CiteSpace was used to analyze the related research on green infrastructure (GI), and review the main contents, knowledge base and research hotspots of GI. The results showed that the number of GI-themed documents increased dramatically in recent years, with the United States and European developed countries as the main research areas, and the cooperation between European countries and institutions was relatively close. The study of co-cited literature found that the GI knowledge base consisted of 24 articles, including GI comprehensive function research, regulation function research and GI planning research, etc. The research hotspots of GI were composed of 20 key words, the most popular of which include GI planning and management, GI in biodiversity conservation, climate regulation, urban sustainable development and so on.

收稿日期:2019-04-04.

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JAT170199);国家级大学生创新训练项目(201814046001).

第一作者:黄河(1986-),男,江西樟树人,博士,讲师.主要从事风景园林规划设计.

责任作者:许贤书(1967-),男,福建罗源人,讲师.研究方向:风景园林规划设计. Email: fjxxs@126.com

**Key words:** green Infrastructure; bibliometrics; cluster co - occurrence analysis; WOS database; CiteSpace; research status

绿色基础设施(Green Infrastructure,简称GI),是一个多层次的自然生态系统,可以是国土范围、区域、城市及社区等不同层次<sup>[1]</sup>。近年来,由于公众对人居环境的关注,各国政府机构与研究学者在不同层次不同角度对绿色基础设施进行了广泛的实践与研究。本研究旨在运用计量统计与CiteSpace V为基础平台与方法,对绿色基础设施相关研究文献进行计量统计、知识基础与热点等可视化分析,以不同层次、多维度视角评价与分析国内外绿色基础设施研究现状、热点、前沿等,以期为更深入开展绿色基础设施相关研究与实践提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料来源

研究材料主要收集公开发表的期刊论文。选择Web of science(WOS)数据库作为文献源。为了保证文献具有一定质量和代表性,选择WOS数据库中核心合集(包含SCI-Expanded,SSCI,CPCI-SS&H,CPCI-S,CCR 五大引文数据库),文献类型规定为Article,语言类型选择英语,并以TS(主题) = “Green Infrastructure”,时间截止日期为2018年4月30日,然后进行检索。剔除非相关的论文,共得到814篇文献记录,作为本研究的基础材料。

#### 1.2 研究方法

利用CiteSpace软件下所集合的引文网络可视化分析对文献材料进行分析研究。CiteSpace是陈超美等2004年将引文分析理论与共被引分析的应用范围进行扩展开发的信息可视化软件<sup>[2]</sup>。该软件通过对某领域文献进行计量统计,以探寻学科领域演化的关键路径及知识点,以探测学科领域前沿变化趋势。本研究根据文献材料中所包含的作者、机构、国家、标题、关键词、摘要、学科类别、基金、被引文献等信息,对绿色基础设施相关研究进行计量统计分析、国家合作分析、机构合作分析、被共引文献网络分析和关键词共现网络分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 文献量基础统计分析

根据绿色基础设施(GI)论文发表情况可知(图1),GI研究起步较晚,第一篇GI论文发表于2002

年,且2008年以前较少人关注;2008—2012年研究量略有上升,但从2012年开始发文量迅速增长,到2015年涨幅再度攀升,每年相关文献量超过100篇,几近成倍的增速;2017年研究成果达228篇。表明随着全球经济快速增长、城市化的迅速发展,城市环境问题也愈见明显且备受关注,各国学者对GI的关注度迅速上升。

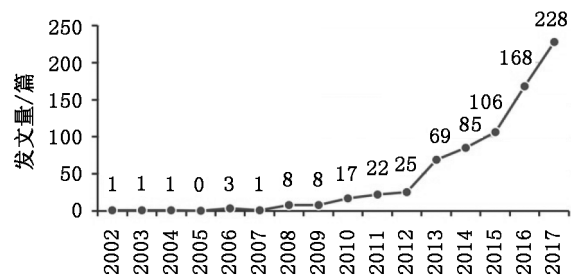


图 1 WOS 收录 GI 相关文献量

Fig. 1 Volume of GI-related literature included in WOS

从期刊文献量与期刊关系来看(表1),绿色基础设施相关研究最多的期刊有《LANDSCAPE AND URBAN PLANNING》和《URBAN FORESTRY URBAN GREENING》,均占有WOS文献的8.1%,其次为《SUSTAINABILITY》,占4.2%。这三个期刊属于景观规划、区域规划、生态规划及城市环境领域重要期刊。表明GI是景观规划、城市规划的重要内容,是改善当前人居环境、生态环境的重要方法和手段。

#### 2.2 国家合作分析

利用CiteSpace可以对发文国家进行聚类共现分析,该方法可以探知各国绿色基础设施相关文章发表量,以及各国的合作关系。

在CiteSpace软件中节点类型选择“country”进行聚类分析,共得到51个节点与89条连线构成的国家分布网络图谱(图2),并由此生成了引文量与中介中心度表(表2)。其中网络模块值Q=0.62,S=0.66,表明网络结构较好,聚类明显且可信度高(陈悦等,2015)。由此可以进一步进行分析。

从节点数和连线数来看,各国在GI研究上合作度较高。发文量从多到少排前10的国家依次是美国、英国、中国、德国、瑞典、意大利、澳大利亚以及加拿大,GI研究在这些国家较为热门。这些国家中除

表 1 排名前 10 的 GI 相关文献数量与期刊关系

Tab. 1 Relation between the number of GI related documents in top 10 and periodicals

排名	刊物名称	记录	占比/%
1	LANDSCAPE AND URBAN PLANNING	66	8.11
2	URBAN FORESTRY URBAN GREENING	66	8.11
3	SUSTAINABILITY	36	4.42
4	SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	22	2.70
5	LAND USE POLICY	20	2.46
6	URBAN ECOSYSTEMS	20	2.46
7	ECOLOGICAL ENGINEERING	19	2.33
8	ECOSYSTEM SERVICES	18	2.21
9	ECOLOGICAL INDICATORS	15	1.84
10	ENVIRONMENTAL SCIENCE POLICY	15	1.84

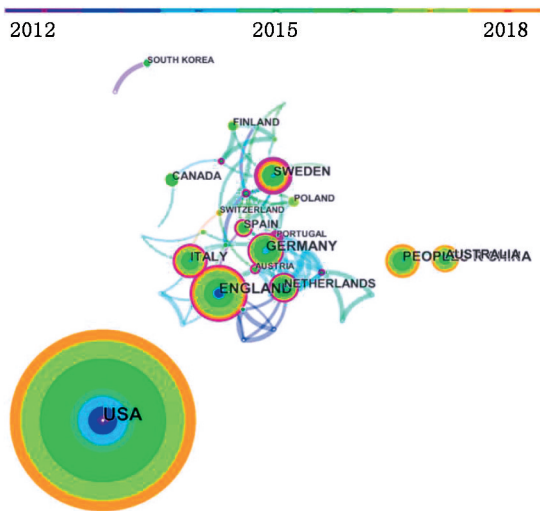


图 2 国家共现网络图谱

Fig. 2 Map of national co-occurrence network

表 2 GI 在各国的热度与影响力排名

Tab. 2 Ranking of popularity and influence of GI in different countries

排名	频次	国家	年份	排名	中心度	国家
1	224	美国	2002	1	0.31	瑞典
2	67	英国	2007	2	0.29	葡萄牙
3	45	中国	2014	3	0.14	新西兰
4	43	德国	2008	4	0.11	英国
5	42	瑞典	2013	5	0.11	西班牙

注:频次越高代表研究热度高,中心度越大代表影响力越大

繁荣、城市迅速蔓延,环境问题日益突出,这些国家对利用 GI 解决或缓和城市生态问题关注度较高。

图 2 中有 11 个国家具有紫色外环,说明中介中心度大于 0.1 的有 11 个(见表 2),中介中心度排名前五的有瑞典、葡萄牙、新西兰、西班牙等,表明这些国家的 GI 研究在各国中具有重要的中介作用,表明该国 GI 研究合作度高。中介中心度高,在一定程度上也表明该国 GI 研究的广泛性、前沿性,影响力较大。其中美国与我国引文量较多但中介中心度较小,与其它国家合作不够密切。

从文献时间上看,整体上图谱各节点颜色偏绿,对照图 2 时间线,表明 2013 年以前文章总量较少,且在 2013 年以前对 GI 研究的国家是美国占主导。另外,英国研究 GI 也较早,其它大部分 GI 文章发表于 2014 年以后,即近 5 年的研究成果。从各连线的颜色显示,这些国家在 GI 研究领域首次合作在 2014 年。

### 2.3 机构合作分析

通过对 GI 研究机构情况的分析,可以探知全球机构研究 GI 的热度、各机构相互合作情况以及这些机构在 GI 领域的关注方向。从图 1 与图 2 可知,GI 文献发文量在 2012 年以前较少。为了更细致地了解 GI 的研究现状,选择 2012 以来的文献进行研究。在 CiteSpace 软件中节点类型选择“institution”进行共现聚类分析,得到机构共现分析网络,其中节点数 127,连线数为 173,网络密度 0.022,表明机构合作密切程度较好。

图 3 显示了机构合作网络图谱。从引文图形大小来看,美国环境保护署(EPA)发文量最多,其次是瑞典农业科学大学(Swedish University Agriculture Science)、斯德哥尔摩大学、赫尔辛基大学等。其中中国香港大学与中国科学院引文也较高,表明我国 GI 研究代表性机构为该两个机构,它们在国际 GI 领域具有一定的影响力。从网络的中介中心度来看,贡献最大的机构是斯德哥尔摩大学(芬兰)、纽约州立大学(英国)、康奈尔大学等,表明这些机构与其它研究机构合作度高和影响力大。

### 2.4 文献共被引分析

知识基础反映科学领域的前沿本质,通常由一系列高被引文献组成<sup>[3]</sup>。由 CiteSpace 文献共被引分析得到图 4,图中显示,被引频次明显较高的是 2007 年 Tzoulas 发表在《LANDSCAPE AND URBAN PLANNING》杂志的“Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure : A

我国以外其它属于发达国家。随着二战后经济快速

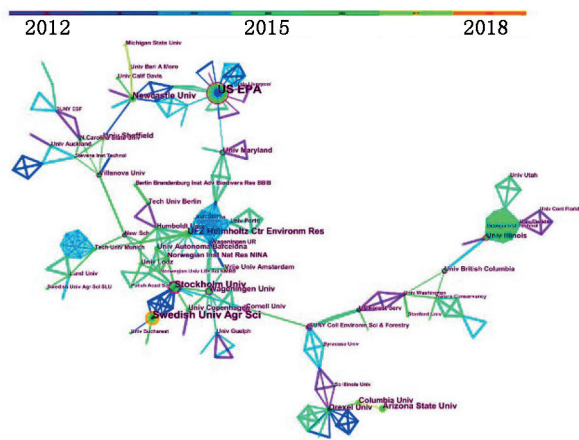


图 3 机构共现网络图谱

Fig. 3 Map of institutional co-occurrence network

literature review”,被引频次为 49。其次为 Gomez-baggethun 于 2013 年发表在《ECOLOGICAL ECO-NOMICS》的“Classifying and valuing ecosystem services for urban planning”,被引频次为 47。这两篇文章是被引用量最高的,是 GI 研究的核心文献。

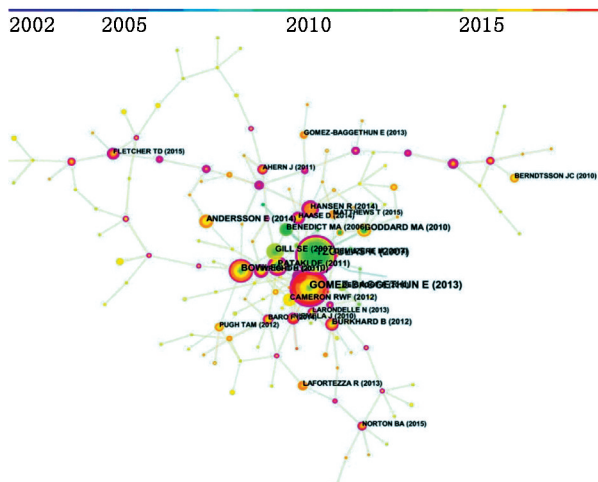


图 4 被引文献共现网络图谱

Fig. 4 Map of cited literature co-occurrence network

将共被引网络进行关键词聚类(图 4),共得到 10 个关键词聚类类型(表 3),根据图示,其分别为聚类 0 为 Nature perception,聚类 1 为 stormwater managment,聚类 2 为 ecological infrastructure,聚类 3 为 urban liveability,聚类 4 为 urban forests,聚类 5 为 micro-scale thermal environment,聚类 6 为 future,聚类 7 为 srommwater runoff,聚类 8 为 sustainability transitions,聚类 9 为 deliberative method。共被引文献关键词聚类是将共被引密切关联的文献群提取出现最

表 3 GI 共被引文献聚类型

Tab. 3 Clustering of GI co-cited documents

编号	标签	被引文数	Silhouette	类别
0#	Nature perception	23	0.80	C1
1#	stormwater managment	15	0.90	C2
2#	ecological infrastructure	15	0.85	C1, C3
3#	urban liveability	11	0.84	C1
4#	urban forests	13	0.91	C2
5#	micro-scale thermal environment	11	0.81	C2
6#	future	10	0.85	C1, C3
7#	srommwater runoff	8	0.95	C2
8#	sustainability transitions	9	0.81	C3
9#	deliberative method	9	0.85	C1

多的关键词,有利于了解高度相关文献群的内在关系,以掌握 GI 的研究现状与学科的知识基础。

由图 5 显示,引用高的文献集中于聚类 0 中,结合共现网络图谱(图 4)可知这些文献处在整个网络的中心,表明聚类 0 的文献群是目前 GI 研究的核心。为了厘清聚类各内在关系,通过阅读与研究各聚类中高被引文献,按照文献群的研究关注内容将 10 个聚类合并与归纳为 4 大类型,分别为 C1;GI 的综合服务功能研究,包括聚类有#0、#2、#3、#6、#9; C2:GI 的调节功能,如气候、水文、空气等调节,包括聚类有#1、#4、#5、#7; C3:规划方法与可持续性策略,包括聚类有#0、#2、#6、#8。

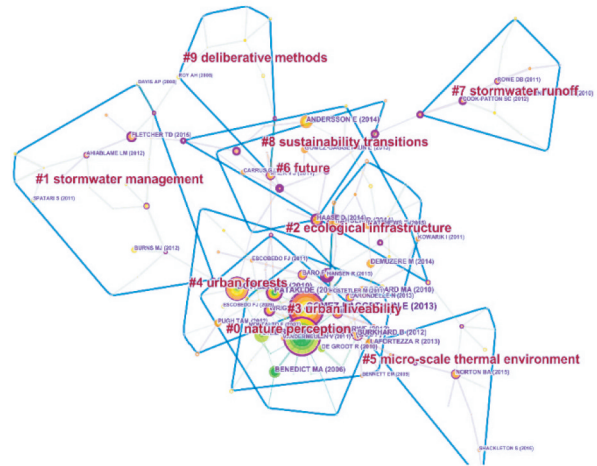


图 5 被引文献关键词聚类网络图谱

Fig. 5 Clustering network map of cited literature keywords



C1 类型包含的文献最多,是以综述的方法研究 GI 的生态系统服务的价值与多功能性<sup>[4-6]</sup>,且该类型起步最早,时间跨度也最大,从 2005 年至 2015 年一直处在较为活跃的状态,表明 GI 的研究起步较晚,有较多的文献在讨探其多功能与价值方面<sup>[7]</sup>处于概念框架成形阶段。但从时间线上看,GI 概念与框架在 2013 年以前已基本成型,其代表性文章有 Tzoulas 的“Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review”与 Pataki 的“Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions”。且在 2013 年以后对 GI 功能性框架研究热度减小,而是转向对 GI 各功能量化评价增多,其代表文献有 Gomez 的“Classifying and valuing ecosystem services for urban planning”。

C2 与 C3 类型常以 GI 某一方面功能为研究内容,基本开始于 2010 年以后。从高被引文献上看,文章更倾向城市的雨水管理<sup>[8,9]</sup>、降温效应<sup>[10-14]</sup>、空气调节<sup>[15,16]</sup>、生物多样性保护<sup>[17-19]</sup>以及相关规划方法<sup>[20-23]</sup>几个方面;从聚类的时间上看,后期主要倾向于对于城市环境的调节功能和规划方面,而对 GI 的生态系统支持功能较少研究。

根据高被引文献的研究内容,对照时间线图进行归纳整理,将 GI 的研究划为两个阶段(表 4),分别为 T1 阶段(2012 年及以前):GI 概念、功能、服务综述与评价;T2 阶段(2013 年至今):GI 规划方法与价值功能(服务价值)量化研究。

表 4 显示,第二阶段的 GI 研究是在第一阶段的基础上更进一步,不再是概念和功能的定义与综述,而是通过功能和价值的评估为城市规划、GI 规划提供方法,GI 的研究慢慢走向实践的方法论。其次,利用评价模型对 GI 不同功能进行量化的文献也逐渐增多,对 GI 的研究更加深入,但目前仍处在第二阶段的快速发展期,文献量也呈现爆发式的增长,这些高被引文献为 GI 后续研究提供了基础研究的支持。

2.5 关键词共现分析

学科领域的研究热点可以认为是该领域研究者共同关注的话题,从文献上看是近年来文献出现最多的关键词或主题。从文献计量学的角度,可以从文献关键词共现网络的频次、中介中心度来分析某研究领域的热点和主要研究方向。为充分体现当前 GI 最新研究热点和主要方向,在文献出现的时间上选择 2015 年以来发表的论文,时间切片选择 1 年,阈

表 4 GI 研究 T1、T2 阶段主要研究内容与代表文献

Tab. 4 Main contents and representative literature of GI research in T1 and T2 stages

阶段	研究内容	高被引文献(作者,发表时间)
T1 阶段 (2002 - 2012)	GI 的社会生态系统综合服务框架	Tzoulas et al., 2007; Benedict, 2006; Pataki, 2011; Wright et al., 2011; Burkhard et al., 2012; Cameron et al., 2012
	GI 的调节功能类型研究的综述	Gill se et al., 2007; Bowler et al., 2010; Goddard et al., 2010; Pugh, et al., 2012; Berndtsson, et al., 2010; Ahern et al., 2011
T2 阶段 (2013 - 至今)	GI 的功能评估与规划方法	Gomez - baggethun et al., 2013; Larondelle et al., 2013; Lafortezza et al., 2013; Hansen et al., 2014; Andersson et al., 2014; Haase et al., 2014
	GI 调节功能量化研究	Demuzere et al., 2014; Baro et al., 2014; Fletcher et al., 2015; Matthews et al., 2015; Norton et al., 2015; Wolch et al., 2014;

值参数选择如下:TopN 为 50, (C, CC, CCV) 值的三个时间段均为 (2, 2, 20), 以最小生成树法进行运算,得到 200 个节点和 333 条连线组成的关键词共现网络。网络的模块 Q 值为 0.6136, 平均轮廓值 S 为 0.5525, 表明网络结构较好, 聚类明显(图 6)。

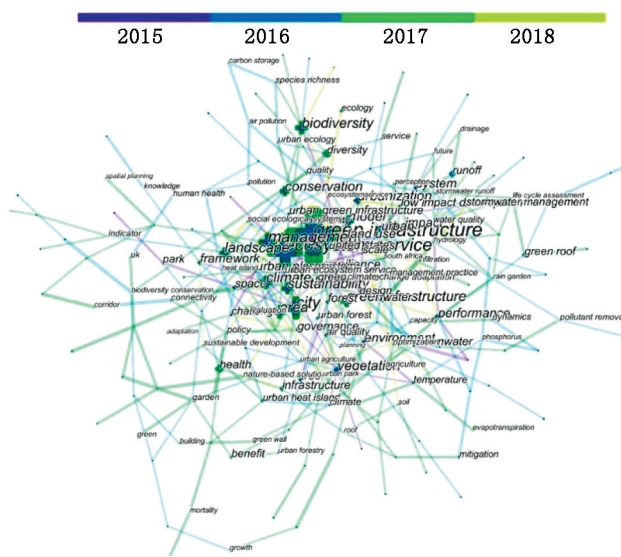


图 6 关键词共现网络图谱

Fig. 6 Map of key words co-occurrence network

根据以上关键词再结合相关文献阅读与研究,可以推断出当前 GI 研究的热点从以下几个方面

进行:

1) 从目的上,利用 GI 的生态系统服务功能,通过相关规划与管理方法来解决或缓解城市化进程中各类环境问题,以达到可持续发展的目标<sup>[24,25]</sup>。涉及到的关键词有 green infrastructure, ecosystem service, city, urbanization, management, conservation, land use, urban planning, landscape, sustainability(表 5)。

表 5 GI 文献关键词热点前 20 排序

Tab. 5 Top 20 ranking of key words in GI literature

排名	关键词	频次	中心度
1	green infrastructure	259	0.12
2	ecosystem service	134	0.18
3	city	85	0.11
4	management	75	0.14
5	biodiversity	54	0.09
6	Climate Change	53	0.03
7	landscape	47	0.14
8	sustainability	45	0.04
9	model	40	0.14
10	urbanization	37	0.04
11	conservation	35	0.03
12	vegetation	35	0.12
13	resilience	33	0.05
14	urban planning	28	0.12
15	land use	26	0.05
16	environment	26	0.11
17	health	24	0.05
18	LID	23	0.04
19	park	16	0.03
20	Air quality	14	0.07

注:关键词频次代表其出现次数越多,中心度越大则该关键词与网络中其它关键词同时出现的次数越多。

2) 从功能上,利用一定的模型和方法来量化研究 GI 的各种功能(model),如货币(monetary methods)与非货币指标法(non-monetary indicators)<sup>[26]</sup>、支付意愿法(willing to pay)<sup>[27]</sup>等。在功能分析上最为热门的话题是利用 GI 进行生物多样性保护(biodiversity, conservation)与气候调节功能(Climate Change)<sup>[28]</sup>,其次是弹性城市设计(resilience)<sup>[17]</sup>,以及对促进人类健康(health)<sup>[29]</sup>、水文调节(LID)、净化空气(Air quality)<sup>[30]</sup>等功能研究。

3) 在研究区域与对象上面。研究区关键词表

现为集中于城市层面(city),研究对象为植被(vegetation)与公园(park)。表明城市中的绿色基础设施主要由植被构成,公园是城市中植被主要的分布区域,公园在维持城市的生态环境与生态安全上具有不可替代的价值与贡献。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

绿色基础设施是当前景观规划等领域的研究热门,对历史以来 GI 文献进行统计分析,有利于全面掌握 GI 的内容、热点及其动态与发展,对当前 GI 的研究具有重要意义。本研究得出如下结论:

##### 1) 文献发表时间与刊载期刊

自绿色基础设施 20 世纪 90 年代初期提出以来,相关文献直到 2002 年业界开始关注,至 2012 年后得到了迅速发展,表明 21 世纪城市环境问题日益受到学术界关注。利用 GI 的方法来解决环境问题已炙手可热,是现代各国提出的可持续发展、精明增长、城市双修等战略的重要方法与落脚点。绿色基础设施是目前区域规划、城市规划等领域热切关注的议题。

##### 2) 各国发文量与关系

整体上美国发文量最高,且是最早研究 GI 的国家,表明美国在学术领域的前瞻性,在相关学术人才方面占有绝对优势。在整体合作程度上,合作程度较高。从国家共现图谱可知,合作关系上主要集中于欧洲国家。美国发文量虽多,但与其它国家较少合作。我国虽然发文量排名第三,但与其它国家合作较少。我国在 GI 研究方面应加强与其它国家的合作,特别是与美国等具有扎实研究基础的区域。

##### 3) 相关机构发文量及关系

美国的环境保护署(EPA)的 GI 相关文献最多,但 EPA 发文量虽多,与其它机构的合作关系却不够密切。在欧洲的各研究机构如斯德哥尔摩大学(芬兰)、纽约州立大学(英国)、康奈尔大学、瑞典农业科学大学、德国亥姆霍兹环境研究中心等有较多的发文量,且相互间合作甚为紧密,这些机构均分布于欧洲,这与国家合作网络关系得到相互印证。中国内地较为权威的研究机构中国科学院具有一定的发文量,但合作机构较少,从图谱上看仅与美国的亚利桑那州立大学有合作关系,且合作关系相对较弱。从国家合作与机构合作可以看出,我国 GI 研究要达到一定的影响力和深度,不仅要有一定量的文章支持,还应加大与其它国家与机构的合作。

#### 4) 共被引文献网络分析

由 24 篇文献构成了 GI 领域的知识基础,并将其归纳出四大基本研究内容(C1-C3)。各学者在 GI 研究内容和目的上较为统一,一致认为利用 GI 解决城市环境问题是科学有效的方法。其出发点是保护 GI 所支持的生态系统,保证生态过程的完整性和生态系统健康,将有益于人类的健康与可持续发展。在研究内容上主要集中于 GI 的生态调节功能,如水文调节、气候调节、气体调节等。而对食物供给、文化等服务功能关注度较弱。从全球范围来看,大多数国家的城市问题不再是温饱和食物来源问题,大都关注于更高品质的人居环境问题,因此 GI 的食物供给服务研究较少成为必然,是受时代与研究区域(大多研究来源于发达国家和城市区域)的影响而导致。文化服务被较少关注,其主要原因是 GI 起源于人们对自然的保护,其关注点在于自然界的森林、湿地、草原、荒漠等的保护以及对生命的支持,故在水文调节、气候调节等方面量化研究等较多。此外,文化服务较难以量化研究也是导致其研究较少之一。当前我国城市的人居环境问题,不仅仅是城市生态问题,在休闲、旅游、健身等开放空间相关的绿色基础设施方面也存在较大的问题,这是 GI 文化服务的主要内容,在当前城市绿色基础设施中占较大的比重,也是人们日益关注的内容,因此在文化服务方面需要进一步的研究与拓展。

#### 5) 关键词共现分析

除排名第一的“green infrastructure”以外,GI 领域的研究热点由 19 个关键词组成。且生态系统服务(ecosystem service)、景观(landscape)、管理(management)、模型(model)几个关键词受到研究者的广泛关注,表明了 GI 研究的几个共同关注的话题,一是 GI 建后的管理,二是 GI 理论或方法的模型构建,三是 GI 的核心内容即生态系统服务,四是 GI 研究一般是从大、中尺度的景观层面,表明了研究尺度的一致性。从关键词的总体特征来看,表明 GI 的热点是研究城市区域的生态环境问题,包括促进人体健康、水文调节、生物多样性保护等方面。此外,生物多样性(biodiversity)、气候调节(Climate Change)是城市化(urbanization)所带来的较为热门的话题,也是城市化过程中所带来的较受关注和影响深远的环境问题,是当前及今后 GI 领域所关注的热点。

CiteSpace 属于一种大数据分析的方法,它能够从庞杂的海量文献中利用施引文献与被引文献,以及文献的标题、关键词、摘要、作者信息等,通过可视化

方式为研究者找出目标领域研究的总体状况及其内在关系,是当前了解学科前沿的有效工具。

### 3.2 讨论

1) 在文献源方面,CiteSpace 虽然支持大多主流数据库,但不能将多个数据库的数据进行融合统一分析,如本研究就只选择了 WOS 数据库,在文献源方面较为单一。但 WOS 收录了 12000 多种世界权威、高影响期刊,是目前最为权威数据源之一,具有代表性。且该数据库是目前综述类研究材料的主要来源之一<sup>[31-33]</sup>。因此,选择 WOS 数据作为研究材料是目前掌握学科领域动态较为权威与可信的。

2) 在软件参数设置上,目前尚无统一标准,需根据研究者的经验判断进行设置。参数的大小影响图谱的结构与结果,不同的参数设置其图谱表现具有较大差异。本研究根据陈超美等文献研读与反复试验、经验判断<sup>[33]</sup>,针对不同类型的分析内容来设置对应参数,最终的结果需要满足模块值  $Q > 0.3$  和轮廓值  $S > 0.5$ <sup>[2,3]</sup>,同时保证图谱清晰美观,能够表达图谱内容及其相互关系。

### 参考文献:

- [1] Landscape Institute. Green Infrastructure: Connected and Multifunctional Landscapes [EB/OL]. [2010-05-23]. <http://www.landscapeinstitute.org>.
- [2] 陈超美,陈悦,侯剑华,等. CiteSpace II: 科学文献中新趋势与新动态的识别与可视化[J]. 情报学报, 2009(3): 401-421.
- [3] 陈悦,陈超美,刘则渊,等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [4] TZOULAS K, KORPELA K, VENN S, et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review[J]. Landscape & Urban Planning, 2007, 81(3): 167-178.
- [5] GÓMEZ-BAGGETHUN E, BARTON D N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning[J]. Ecological Economics, 2013, 86(1): 235-245.
- [6] PATAKI D E, CARREIRO M M, CHERRIER J, et al. Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions[J]. Frontiers in Ecology & the Environment, 2011, 9(1): 27-36.
- [7] HANSEN R, PAULEIT S. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas[J]. Ambio, 2014, 43(4): 516-529.
- [8] BERNDTSSON J C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review

- [J]. *Ecological Engineering*, 2010, 36(4) : 351–360.
- [9] FLETCHER T D, SHUSTER W, HHUT W F, et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage[J]. *Urban Water Journal*, 2018, 12(7) : 525–542.
- [10] BOWLER D E, Knight T M, et al. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2010, 97(3) : 147–155.
- [11] DEMUERE M, ORRU K, HEIDRICH O, et al. Mitigating and adapting to climate change: multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure[J]. *Journal of Environmental Management*, 2014, 146: 107–115.
- [12] GILL S E, HANDLEY J F, ENNOS A R, et al. Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure[J]. *Built Environment*, 2007, 33(1) : 115–133.
- [13] MATTHEWS T, LO A Y, BYRNE J A. Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2015, 138: 155–163.
- [14] DEMUZERE M, FAEHNLE M, ORRU K, et al. Evidence on the contribution of green urban infrastructure to climate change mitigation and adaptation [M]// *Understanding cities: Advances in integrated assessment of urban sustainability. Final Report of COST Action TU0902. 2014*: 316–321.
- [15] BARÓ F, CHAPARRO L, GÓMEZ-BAGGETHUN E, et al. Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, Spain[J]. *Ambio*, 2014, 43(4) : 466–479.
- [16] PUGH T A M, MACKENZIE A R, WHYATT J D, et al. Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons[J]. *Environmental Science & Technology*, 2012, 46(14) : 7692–7699.
- [17] AHERN J. From fail-safe, to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2011, 100(4) : 341–343.
- [18] GODDARD M A, DOUGILL A J, BENTON T G. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2010, 25(2) : 90–8.
- [19] HAINES-YOUNG R, POTSCHIN M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being// Raffaelli D G, Christopher L J F (eds). *Ecosystem Ecology: A New Synthesis* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- [20] BENEDICT M A, MCMAHON E. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities [J]. *Natural Areas Journal*, 2006(3) : 282–283.
- [21] LAFORTEZZA R, DAVIES C, SANESI G, et al. Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions [J]. *Forest Biogeosciences & Forestry*, 2013, 6(1) : 102–108.
- [22] BLOOMBERG M R, HOLLOWAY C. NYC Green Infrastructure Plan: A Sustainable Strategy for Clean Waterways [EB/OL]//NYC Environmental Protection. [2010–10–29]. [http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green\\_infrastructure/NYC\\_Green\\_InfrastructurePlan\\_High-Res.pdf](http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/NYC_Green_InfrastructurePlan_High-Res.pdf).
- [23] Hannah Wright. Understanding green infrastructure: the development of a contested concept in England [J]. *Local Environment*, 2011, 16(10) : 1003–1019.
- [24] LARODELLE N, HAASE D. Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: a cross-analysis of European cities. [J]. *Ecological Indicators*, 2013, 29(6) : 179–190.
- [25] PATZ J A, NORRIS D E. Land use change and human health [J]. *Ecosystems and Land Use Change*, 2004, 153: 159–167.
- [26] HAASE D, LARONDELLE N, ANDERSSON E, et al. A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments: Concepts, Models, and Implementation [J]. *Ambio*, 2014, 43(4) : 413.
- [27] BURKHARD B, KROLL F, NEDKOV S, et al. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets [J]. *Ecological Indicators*, 2012, 21(3) : 17–29.
- [28] NORTON B A, COUTTS A M, LIVESLEY S J, et al. Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes [J]. *Landscape & Urban Planning*, 2015, 134: 127–138.
- [29] WOLCH J R, BYRNE J, NEWELL J P. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough’ [J]. *Landscape & Urban Planning*, 2014, 125: 234–244.
- [30] PUGH T A, MACKENZIE A R, WHYATT J D, et al. Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons [J]. *Environmental Science & Technology*, 2012, 46(14) : 7692–7699.
- [31] 张灿灿, 孙才志. 基于 CiteSpace 的水足迹文献计量分析 [J]. *生态学报*, 2018, 38(11) : 4064–4076.
- [32] 侯剑华, 李莲姬, 杨秀财. 基于引文网络结构变换的大数据研究前沿预测 [J]. *情报科学*, 2018, 36(6) : 142–148, 168.
- [33] 陈悦, 陈超美, 胡志刚, 等. 引文空间分析原理与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2018: 24.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.005

## 荣经县天然林林分结构变化趋势研究

代顺民, 黄贝贝, 唐巍

(四川省林业和草原调查规划院, 四川 成都 610081)

**摘要:**利用荣经县 12 个天然林固定样地 3 次(10 年)的调查数据,选取林分密度、平均直径、生长率、各树种(组)重要值、混交度、大小比、角尺度等参数,研究天然林林分结构变化。结果表明,林分平均密度总体呈下降趋势,并趋于稳定;平均直径、平均综合净生长率呈增大趋势;高大乔木树种(组)重要值逐渐减小,中小乔木重要值逐渐增大;混交度、大小比、角尺度差值较小,总体呈下降趋势。林木处于随机分布,各树种种内之间的竞争较为激烈,天然林林分质量总体呈上升趋势。

**关键词:**天然林;林分结构;变化趋势;荣经县

中图分类号:S718.542 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0023-07

引文格式:代顺民,黄贝贝,唐巍.荣经县天然林林分结构变化趋势研究[J].林业调查规划,2019,44(6):23-29.

DAI Shunmin, HUANG Beibei, TANG Wei. Study on Change Trend of Natural Forest Stand Structure in Yingjing County [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 23-29.

## Study on Change Trend of Natural Forest Stand Structure in Yingjing County

DAI Shunmin, HUANG Beibei, TANG Wei

(Sichuan Institute of Forestry and Grassland Inventory and Planning, Chengdu 610081, China)

**Abstract:** Based on the data of 3 times (10 years) investigation in 12 natural forest fixed sample plots in Yingjing County, the parameters such as stand density, average diameter, growth rate, important value of each tree species (group), mixed degree, size ratio and angle scale were selected to study the structural change of natural forest. The results showed that the average density of the stand decreased and tended to be stable, the average diameter and the average comprehensive net growth rate increased, the important values of the tall tree species (groups) decreased, the important values of the small and medium trees increased, the differences of mixed degree, size ratio and angle scale were small, and the overall value decreased. The trees were in random distribution, the competition among all species of trees was intense, and the quality of natural forest stands was on the rise.

**Key words:** nature forest; stand structure; change trend; Yingjing County

天然林又称自然林,是未经人为措施而自然起源的原始林和天然次生林的总称,包括自然形成与人工促进天然更新或萌生所形成的森林。在未遭受破坏的林分内部存在着一些比较稳定的结构规律,

这种结构即为林分结构<sup>[1]</sup>。林分结构是指林木在林分中的分布状态,是重要的林分特征;它包括非空间结构和空间结构。非空间结构是指研究林分传统的特征,如平均直径、平均高、郁闭度、生物量等;空

收稿日期:2019-05-17.

第一作者:代顺民(1966-),男,四川营山人,高级工程师.主要从事林业调查规划设计研究工作. Email:550576514@qq.com

间结构是指反映森林内物种间的空间关系,包括林分中林木水平分布格局和空间排列方式。用森林结构可以有效地描述树种间的竞争关系及其优势度。国内外学者对天然林的森林群落、林分结构研究较多,对天然林林分结构变化趋势研究较少。本文采用现代森林生态和森林经理学方法,依据 2007 年、2012 年、2017 年 3 次固定样地调查种群数量、林分结构变化信息,选取林分密度、平均直径、生长率、重要值、混交度、大小比、角尺度等林分结构因子进行对比,研究未来变化发展趋势,其目的是为天然林自我恢复效果进行评价,为天然林可持续发展提供理论依据。

## 1 研究区概况

荥经县地处四川盆地西部边缘,位于雅安市中部,行政隶属于四川省雅安市,地理位置为 29°29′~29°56′N、102°20′~102°56′E。东北接雅安市雨城区,东南邻眉山市洪雅县,西南连汉源县,西靠甘孜藏族自治州泸定县,北靠天全县,东西长 61 km,南北宽 53 km,幅员面积 1 776.69 km<sup>2</sup>。属亚热带季风气候,气候温和,四季分明,雨量充沛;县城海拔 763 m,年均温 15.3℃,绝对最低温-4.9℃,绝对最

高温 34.8℃,年均相对湿度 81%,年降雨量 1 253 mm,年均雨日 196 d(多集中于夏季),全年无霜期 293 d,年积温(≥10℃)4 758.2℃,年均日照时间 935.3 h,平均风速 1.3 m/s。地势西南高、东北低,地貌类型主要是褶皱、断层作用形成的中山地貌;最高海拔 3 666 m,最低海拔 680 m,相对高差 2 986 m。县域内维管植物 160 多科、560 余属、1 050 余种。林地总面积 177 669.27 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率 80.30%,有林地面积 141 724.56 hm<sup>2</sup>,活立木蓄积 1 462.74 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。乔木林中天然起源面积 106 902.57 hm<sup>2</sup>,蓄积 12 866 403 m<sup>3</sup>,分别占乔木林总面积、总蓄积的 82.6%和 89.6%。

## 2 研究材料

资料来自 2007 年、2012 年、2017 年荥经县定期监测的固定样地调查数据。样地按 6 km×8 km 布设,样地 12 个,样地面积 0.066 7 hm<sup>2</sup>,边长 25.82 m,海拔 1 060~2 640 m,样木年龄 5~185 a,胸径 5.0~64.9 cm,郁闭度 0.4~0.85,植被盖度 90%~98%。固定样地基本情况见表 1。

表 1 固定样地基本情况统计

Tab. 1 Basic situation of fixed sample plots

固定样地号	海拔/m	坡度/°	坡向	部位	土壤	植被类型	郁闭度	植被总盖度/%	龄组
1	1810	39	东北	上	山地黄棕壤	常绿落叶阔叶混交林	0.8	95	过熟林
2	1660	42	西	上	山地黄壤	常绿阔叶林	0.8	97	成熟林
3	1060	25	东南	中	山地黄壤	落叶阔叶林	0.65	95	近熟林
4	1510	40	东北	下	山地黄壤	落叶阔叶林	0.8	93	近熟林
5	1710	34	北	上	山地黄壤	常绿落叶阔叶混交林	0.6	90	近熟林
6	1770	42	东南	下	山地黄壤	落叶阔叶林	0.85	96	过熟林
7	1570	37	西	下	山地黄棕壤	常绿阔叶林	0.8	90	近熟林
8	2640	19	北	中	山地黄棕壤	寒温性针叶林	0.5	90	成熟林
9	1060	14	东	下	山地黄壤	常绿落叶阔叶混交林	0.4	95	近熟林
10	1300	32	西	中	山地黄壤	常绿落叶阔叶混交林	0.45	85	成熟林
11	1520	18	西北	中	山地黄壤	常绿落叶阔叶混交林	0.45	95	中龄林
12	2215	12	东南	上	山地黄棕壤	落叶阔叶林	0.4	98	过熟林

## 3 研究方法

### 3.1 生长率计算

生长率用普来斯勒公式计算。其计算公式为:

$$P_x = \frac{X_a - X_{a-n}}{X_a - X_{a-n}} \times \frac{200}{n} \quad (1)$$

式中:  $P_x$ —材积的定期平均生长率(%);  $X_a$ —材积的现有生长量(m<sup>3</sup>);  $X_{a-n}$ —材积的  $n$  年前生长量

( $m^3$ );  $n$ —定期年龄( $a$ )。

### 3.2 间隔期生长率、平均直径、林分密度计算

间隔期材积生长率计算公式为:

$$P_{n+a} = P_n * (1+X)^a \quad (2)$$

式中: $P_n$ — $n$ 年时材积生长率(%); $P_{n+a}$ — $n+a$ 年时材积生长率(%); $X$ —材积生长变化率(%); $a$ —间隔期, $5a$ 。

间隔期平均直径生长量计算:用平均年生长量代替连年生长量。

间隔期林分密度变化量计算:用平均年度密度变化量代替连年密度变化量。

### 3.3 预测模型

#### 3.3.1 模型建立方法

利用组合模型进行趋势预测计算<sup>[2]</sup>。本次组合预测模型为:

$$Y_t = W_1 \times Y_{t1} + W_2 \times Y_{t2} \quad (3)$$

式中: $Y_t$ — $t$ 年时预测值; $W_1$ —GM(1,1)模型权重; $Y_{t1}$ —GM(1,1)模型预测值; $W_2$ —指数平滑模型权重; $Y_{t2}$ —指数平滑模型预测值。

组合预测中权重系数的计算采用标准误,计算公式为:

$$W_1 = S_1 / (S_1 + S_2) \quad (4)$$

$$W_2 = S_2 / (S_1 + S_2) \quad (5)$$

式中: $W_1$ —GM(1,1)模型预测值权重; $W_2$ —指数平滑模型权重; $S_1$ —GM(1,1)模型预测值标准误; $S_2$ —指数平滑模型预测值标准误。

本文指数平滑模型季节性采用自动选取最优方式计算。

#### 3.3.2 模型评价方法

采用残差平方和、平均相对误差、平均相对误差绝对值、预估精度作为模型评价指标。

### 3.4 重要值计算

树种的重要值:为相对频度、相对密度和相对优势度的均值<sup>[3]</sup>。

乔木重要值=(相对频度+相对多度+相对显著度)/3

$$\text{某个种相对多度} = \frac{\text{该种的所有株数}}{\text{样点测定的所有株数之和}} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{某个种相对频度} = \frac{\text{该种的所有频数}}{\text{所有种的频数之和}} \times 100\% \quad (8)$$

种的频度就是该种在所有样地中出现的次数。

$$\text{某个种相对显著度} = \frac{\text{该种所有植株的断面积之和}}{\text{所有植株的断面积之和}} \times 100\% \quad (9)$$

### 3.5 混交度

混交度被定义为参照树*i*的4株最近相邻木中与参照树不属同种的个体所占比例<sup>[4]</sup>,表达式为:

$$M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_{ij} \quad (10)$$

式中: $v_{ij}$ 为一个离散变量,其值定义为当参照树与第*j*株相邻木非同种时 $v_{ij}=1$ ,反之, $v_{ij}=0$ 。 $M_i$ 取值为0,0.25,0.5,0.75,1时相应表示零度混交、弱度混交、中度混交、强度混交、极强度混交。

### 3.6 大小比

大小比数被定义为大于参照树的相邻木数占所考察的全部最近相邻木的比例<sup>[5]</sup>,表达式为:

$$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 k_{ij} \quad (11)$$

式中: $k_{ij}$ 为离散型变量,其值定义为当参照树比第*j*株相邻木小时 $k_{ij}=1$ ,反之, $k_{ij}=0$ 。 $U_i$ 取值区间为0,0.25,0.5,0.75,1,相应表示优势、亚优势、中庸、劣势和极劣势。

### 3.7 角尺度

角尺度用来描述相邻树木围绕参照树*i*的均匀性。任意2个邻接最近相邻木的夹角有2个,小角为 $\alpha$ ,最近相邻木均匀分布时的夹角设为标准角 $\alpha_0$ 。角尺度被定义为 $\alpha$ 角小于标准角 $\alpha_0$ 的个数占所考察的4个夹角的比例<sup>[6]</sup>,表达式为:

$$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 z_{ij} \quad (12)$$

式中: $z_{ij}$ 为离散型变量,其值定义为当第*j*个 $\alpha$ 角小于标准角 $\alpha_0$ 时 $z_{ij}=1$ ;反之 $z_{ij}=0$ 。 $W_i$ 取值区间为0,0.25,0.5,0.75,1,相应表示很均匀、均匀、随机、不均匀、很不均匀。

混交度、大小比、角尺度计算采用 minkelmass

1.0 空间结构分析软件计算。

### 3.8 边缘效应

为了消除边缘效应,提高森林空间结构分析的准确性,一般在样地周边建立宽度为5m的缓冲带,本项目研究的固定样地均在林分之中,至少离林缘有100m以上的距离,已消除了林分边缘效应。

## 4 研究结果

### 4.1 林分密度

#### 4.1.1 现状

固定样地林分活立木密度为315~1650株/hm<sup>2</sup>,林分平均密度2007年为1110株/hm<sup>2</sup>,2008—2012降至1054株/hm<sup>2</sup>,2013—2017年降至1038株/hm<sup>2</sup>(表2)。

表 2 固定样地密度变化统计

Tab. 2 Density change statistics of fixed sample plots

株

固定样地号	2007 年		2012 年				2017 年				
	活立木株数	总株数	活立木	保留木	进界木	枯死木	总株数	活立木	保留木	进界木	枯死木
1	82	89	80	80		2	105	99	77	22	3
2	104	113	110	101	9	3	129	99	82	17	28
3	55	60	55	50	5	5	73	66	48	18	7
4	93	102	88	79	9	14	93	78	71	7	17
5	113	117	102	98	4	15	113	92	86	6	16
6	82	85	71	68	3	14	65	54	52	2	19
7	100	104	101	97	4	3	114	91	80	11	21
8	21	21	21	21			21	14	14		7
9	44	44	37	37		7	40	37	36	1	1
10	54	58	42	36	6	18	42	34	34		8
11	39	43	40	36	4	3	65	64	39	25	1
12	27	27	26	26		1	33	33	26	7	
合计	814	863	773	729	44	85	893	761	645	116	128
平均 (株·hm <sup>-2</sup> )	1110	1177	1054	994	60	116	1218	1038	880	158	175

4.1.2 未来变化趋势

株数预测组合模型为:

$$N_t = 0.458 \times N_{t1} + 0.542 \times N_{t2}$$

其中  $N_{t1}$  和  $N_{t2}$  分别是 GM(1,1)模型和指数平滑模型的预测结果。组合模型对荣经县 2018—2022 年天然林分平均密度预测结果如表 3 所示。

表 3 2018—2022 年林分平均密度预测

Tab. 3 Prediction of stand average density from 2018 to 2022

年度	GM(1,1)		指数模型		组合模型 预测值 (株·hm <sup>-2</sup> )
	预测值 (株·hm <sup>-2</sup> )	权重	预测值 (株·hm <sup>-2</sup> )	权重	
2018	1024	0.458	1035	0.542	1030
2019	1017	0.458	1032	0.542	1025
2020	1011	0.458	1029	0.542	1021
2021	1005	0.458	1026	0.542	1016
2022	998	0.458	1023	0.542	1012

4.2 平均直径

4.2.1 现状

固定样地林分平均直径为 11.02~32.88 cm,林

分平均直径 2007 年 16.77 cm,2008—2012 增至 17.15 cm,2013—2017 年增至 18.24 cm(表 4)。

表 4 固定样地林分平均直径变化

Tab. 4 Average diameter change of stand in fixed sample plots

cm

固定样地号	2007 年 平均直径	2012 年 平均直径	2017 年 平均直径
1	18.22	16.39	17.77
2	17.12	17.10	16.46
3	15.49	18.36	19.03
4	11.02	12.57	16.13
5	11.88	12.20	13.19
6	19.99	21.58	23.17
7	14.92	15.38	16.91
8	32.13	31.60	32.88
9	15.90	18.00	20.14
10	12.93	14.50	17.35
11	13.02	15.33	14.83
12	21.79	22.60	22.54
平均	16.77	17.15	18.24



4.2.2 未来变化趋势

平均直径预测组合模型为:

$$D_t = 0.4932 \times D_{t1} + 0.5068 \times D_{t2}$$

其中  $D_{t1}$  和  $D_{t2}$  分别是 GM(1,1) 模型和指数平滑模型的预测结果。组合模型对荣经县 2018—2022 年天然林分平均直径预测结果如表 5 所示。

表 5 2018—2022 年林分平均直径预测

Tab.5 Prediction of stand average diameter from 2018 to 2022

年度	GM(1,1)		指数模型		组合模型 预测值 /cm
	预测值 /cm	权重	预测值 /cm	权重	
2018	18.29	0.4932	17.45	0.5068	18.37
2019	18.46	0.4932	18.66	0.5068	18.56
2020	18.63	0.4932	18.87	0.5068	18.75
2021	18.79	0.4932	19.08	0.5068	18.94
2022	18.97	0.4932	19.30	0.5068	19.14

4.3 综合增长率

4.3.1 现状

固定样地林分平均总生长率为 2.56% ~ 3.89%, 平均枯损率为 1.03% ~ 1.62%, 平均综合净生长率为 1.53% ~ 2.27% (表 6)。

表 6 固定样地林分平均综合生长变化

Tab.6 Average comprehensive growth of stand in fixed sample plots %

固定 样地号	2008—2012 年			2013—2017 年		
	平均年 净生长率	平均年 总生长率	平均年 枯损率	平均年 净生长率	平均年 总生长率	平均年 枯损率
1	0.73	1.20	0.47	2.61	3.07	0.45
2	0.04	0.79	0.75	-1.31	2.99	4.30
3	7.13	7.54	0.41	6.24	6.80	0.56
4	4.95	6.32	1.37	2.52	7.05	4.53
5	0.17	3.53	3.35	0.61	4.44	3.83
6	-1.11	1.43	2.54	0.11	1.70	1.59
7	2.24	2.34	0.10	2.37	3.74	1.38
8	0.30	0.30	0	0.88	2.03	1.16
9	3.35	4.63	1.28	4.21	5.49	1.28
10	-2.99	0.55	3.55	4.04	5.28	1.24
11	7.74	8.35	0.61	8.53	8.69	0.17
12	2.63	2.95	0.32	3.62	3.62	0
平均	1.53	2.56	1.03	2.27	3.89	1.62

4.3.2 未来变化趋势

平均综合净生长率预测组合模型为:

$$P_t = 0.5041 \times P_{t1} + 0.4959 \times P_{t2}$$

其中  $P_{t1}$  和  $P_{t2}$  分别是 GM(1,1) 模型和指数平滑模型的预测结果。组合模型对荣经县 2018—2022 年天然林分平均综合净生长率预测结果如表 7 所示。

表 7 2018—2022 年林分平均综合净生长率预测

Tab.7 Prediction of average comprehensive net growth rate from 2018 to 2022

年度	GM(1,1)		指数模型		组合模型 预测值 /%
	预测值 /%	权重	预测值 /%	权重	
2018	2.4821	0.5041	2.3792	0.4959	2.4311
2019	2.6284	0.5041	2.4771	0.4959	2.5534
2020	2.7833	0.5041	2.5750	0.4959	2.6800
2021	2.9473	0.5041	2.6729	0.4959	2.8112
2022	3.1211	0.5041	2.7708	0.4959	2.9474

4.4 重要值

固定样地林分各树种(组)重要值为 0 ~ 12.99%。各树种(组)重要值见表 8。

4.5 混交度

固定样地林分混交度为 0.386 4 ~ 0.793 8, 2007 年平均为 0.586 4, 2012 年平均为 0.577 7, 2017 年平均为 0.581 6 (表 9)。

4.6 大小比

固定样地各林分大小比为 0.471 2 ~ 0.523 5, 2007 年平均为 0.508 2, 2012 年平均为 0.502 1, 2017 年平均为 0.502 1, 总体呈下降趋势 (表 10)。

4.7 角尺度

固定样地各林分角尺度为 0.535 ~ 0.686 4, 2007 年平均为 0.584 2, 2012 年平均为 0.592 5, 2017 年平均为 0.574 4, 总体趋于稳定 (表 11)。

5 结论与讨论

通过以上分析可以得出如下结论:

1) 天然林林分单位密度总体呈下降趋势, 并趋于稳定。

2) 天然林林分平均直径, 平均综合净生长率呈增大趋势。

表 8 固定样地各树种(组)重要值变化  
Tab. 8 Change of important values of tree species (groups) in fixed sample plots

%

树种(组)	相对多度			相对频度			相对优势度			重要值		
	2007	2012	2017	2007	2012	2017	2007	2012	2017	2007	2012	2017
灯台	4.67	4.69	4.40	7.69	7.42	6.67	3.43	3.95	4.30	5.26	5.35	5.12
冬青	1.27	1.07	4.06	2.56	2.47	5.56	0.41	0.24	0.72	1.41	1.26	3.45
峨眉冷杉	1.42	1.34	1.13	1.28	1.23	1.11	9.81	8.71	7.93	4.17	3.76	3.39
珙桐	3.54	3.62	4.62	5.13	4.94	4.44	3.53	3.78	4.17	4.07	4.11	4.41
光叶珙桐	0.71	0.67	0.68	1.28	1.23	1.11	0.24	0.27	0.37	0.74	0.72	0.72
黑壳楠	0.99	0.80	0.68	2.56	2.47	2.22	0.35	0.28	0.27	1.30	1.18	1.06
桦木	3.68	3.62	3.16	7.70	7.42	6.68	6.26	6.15	5.52	5.88	5.73	5.12
石栎	13.18	12.60	10.71	3.85	3.70	3.33	21.95	19.82	17.88	12.99	12.04	10.64
栗	6.37	5.36	4.74	3.85	3.70	3.33	9.72	7.71	7.03	6.65	5.59	5.03
麻栎	1.27	1.34	1.35	1.28	1.23	1.11	1.86	2.37	2.80	1.47	1.65	1.75
毛白杨	0.14	0.27	0.23	1.28	1.23	1.11	0.09	0.25	0.35	0.50	0.58	0.56
木荷	0.85	1.07	1.13	2.56	2.47	3.33	0.48	0.56	0.68	1.30	1.37	1.71
木姜子	2.27	2.28	2.59	1.28	1.23	3.33	1.26	1.30	1.48	1.60	1.60	2.47
楠木	1.70	1.61	1.35	2.56	2.47	2.22	0.40	0.40	0.40	1.55	1.49	1.32
桤木	0.28	0.27	0.23	1.28	1.23	1.11	0.37	0.43	0.42	0.64	0.64	0.59
漆树		1.47	1.24		1.23	1.11		2.18	2.36	0	1.63	1.57
其他软阔	10.07	10.60	10.70	10.27	12.36	11.12	8.15	9.34	10.16	9.50	10.77	10.66
其它硬阔	13.32	12.60	12.40	10.27	9.89	8.90	8.06	8.03	8.22	10.55	10.17	9.84
槭树	2.69	3.08	3.27	5.13	4.94	4.44	3.88	4.28	4.50	3.90	4.10	4.07
青冈	2.55	2.55	2.14	1.28	2.47	2.22	2.88	3.08	3.21	2.24	2.70	2.52
润楠	10.62	10.87	11.94	6.41	6.18	6.67	5.90	6.02	6.51	7.64	7.69	8.37
山桐子	1.56	2.14	2.03	5.13	4.94	4.44	0.97	1.43	1.60	2.55	2.84	2.69
山杨	0.28	0.13	0.11	1.28	1.23	1.11	0.24	0.17	0.23	0.60	0.51	0.48
铁杉	0.14	0.13	0.11	1.28	1.23	1.11	0.25	0.22	0.21	0.56	0.53	0.48
盐肤木	0.71	0.13	0.11	1.28	1.23	1.11	0.52	0.02	0.02	0.84	0.46	0.41
杨树	0.14	0.13	0.11	1.28	1.23	1.11	0.01	0.61	0.61	0.48	0.66	0.61
野胡桃	0.14	2.28	1.92	1.28	1.23	2.22	0.68	0.76	0.79	0.70	1.42	1.64
野樱桃	2.12	0	0.23	2.56	2.47	1.11	0.73	0	0.04	1.80	0.82	0.46
油樟	0.42	0.40	0.34	1.28	1.23	1.11	0.19	0.18	0.20	0.63	0.60	0.55
樟树	12.9	12.88	12.29	5.13	3.70	5.56	7.38	7.46	7.02	8.47	8.01	8.29

3)天然林分高大乔木树种(组)重要值逐渐减小,中小乔木重要值有逐渐增大趋势。

4)混交度、大小比、角尺度差值较小,总体呈下降趋势。林木处于随机分布。

林分各树种种内之间的竞争较为激烈,在区域

内互相交错存在,使得各优势树种多呈随机分布状态,天然林林分质量总体呈上升趋势。

本研究间隔期仅 10 a,固定样地仅 12 个,研究结果存在一定局限性,如果进一步增大固定样地数量,多调查收集几期数据,研究结果会更加准确。

表 9 固定样地混交度变化

Tab. 9 Change of mixed degree in fixed sample plots

固定样地号	混交度			变化值	
	2007 年	2012 年	2017 年	2008—2012	2013—2017
1	0.5915	0.5151	0.6357	0.0764	-0.1206
2	0.4615	0.4667	0.5484	-0.0052	-0.0817
3	0.6773	0.6773	0.6575	0	0.0198
4	0.6676	0.6676	0.6640	0	0.0036
5	0.3738	0.3738	0.4004	0	-0.0266
6	0.6000	0.5703	0.5644	0.0297	0.0059
7	0.6000	0.6029	0.5963	-0.0029	0.0066
8	0.3864	0.3587	0.3587	0.0277	0
9	0.7628	0.7628	0.7562	0	0.0066
10	0.7564	0.7679	0.7679	-0.0115	0
11	0.7847	0.7938	0.6731	-0.0091	0.1207
12	0.3750	0.3750	0.3561	0	0.0189
平均	0.5864	0.5777	0.5816	0.0087	-0.0039

表 10 固定样地各林分大小比变化

Tab. 10 Change of stand size ratio in fixed sample plots

固定样地号	混交度			变化值	
	2007 年	2012 年	2017 年	2008—2012	2013—2017
1	0.5152	0.4880	0.4881	0.0272	-0.0001
2	0.5264	0.5071	0.5116	0.0193	-0.0045
3	0.4727	0.4909	0.5103	-0.0182	-0.0194
4	0.4912	0.5235	0.5188	-0.0323	0.0047
5	0.5304	0.4907	0.5022	0.0397	-0.0115
6	0.5075	0.5000	0.5038	0.0075	-0.0038
7	0.5075	0.5123	0.5206	-0.0048	-0.0083
8	0.5682	0.5109	0.5000	0.0573	0.0109
9	0.4808	0.4744	0.4688	0.0064	0.0056
10	0.5128	0.5119	0.5000	0.0009	0.0119
11	0.5139	0.5250	0.5231	-0.0111	0.0019
12	0.4712	0.4904	0.4773	-0.0192	0.0131
平均	0.5082	0.5021	0.5021	0.0061	0

表 11 固定样地各林分角尺度变化

Tab. 11 Change of stand angle scale in fixed sample plots

固定样地号	混交度			变化值	
	2007 年	2012 年	2017 年	2008—2012	2013—2017
1	0.5579	0.5512	0.5381	0.0067	0.0131
2	0.6180	0.6405	0.6027	-0.0225	0.0378
3	0.5864	0.5864	0.5788	0	0.0076
4	0.5765	0.5765	0.5565	0	0.02
5	0.5841	0.5841	0.5776	0	0.0065
6	0.5350	0.6864	0.6212	-0.1514	0.0652
7	0.5350	0.5368	0.5367	-0.0018	0.0001
8	0.5795	0.5761	0.5761	0.0034	0
9	0.6026	0.6026	0.5938	0	0.0088
10	0.5962	0.5476	0.5479	0.0486	-0.0003
11	0.6042	0.5875	0.5423	0.0167	0.0452
12	0.6346	0.6346	0.6212	0	0.0134
平均	0.5842	0.5925	0.5744	-0.0083	0.0181

参考文献:

- [1] 舒娱琴. 基于林分生长规律的虚拟森林环境的构建研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2004.
- [2] 代顺民, 黄贝贝, 唐巍. 荣经县林分生长率研究[J]. 四川林勘设计, 2018(1): 8-12.
- [3] 柴宗政. 基于相邻木关系的森林空间结构量化评价及 R 语言编程实现[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [4] 惠刚盈, 胡艳波. 混交林树种空间隔离程度表达方式的研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(1): 23-27.
- [5] 惠刚盈, GADOW K V, ALBERT M. 一个新的林分空间结构参数: 大小比数[J]. 林业科学研究, 1999, 12(1): 1-6.
- [6] 惠刚盈. 角尺度: 一个描述林木个体分布格局的结构参数[J]. 林业科学, 1999, 35(1): 37-42.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.006

## 基于 AHP-模糊综合评价法的健身步道综合评价

——以福州市飞凤山奥体公园健身步道为例

陈泽宇, 丁铮

(福建农林大学艺术园林学院, 福建 福州 350000)

**摘要:**以福州市飞凤山奥体公园健身步道为研究对象,采用 AHP-模糊综合评价法对该健身步道的游客满意度进行分析。结果表明,飞凤山奥体公园健身步道的总体游客满意度达到优秀水平;准则层中游客满意度的排序为环境品质>体验感受>步道设计>配套设施,除配套设施外均为优秀水平;18个指标层中有12个指标达到优秀,6个良好。其中娱乐设施、智能设施与步道特色得分较低。建议相应地在配套设施的建设上增加娱乐设施,改善智能设施,在步道设计中体现城市色彩,丰富细节设计。

**关键词:**健身步道;层次分析法;模糊综合评价法;游客满意度;飞凤山奥体公园

中图分类号:S731.8;S711;F224.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0030-04

**引文格式:**陈泽宇,丁铮.基于 AHP-模糊综合评价法的健身步道综合评价——以福州市飞凤山奥体公园健身步道为例[J].林业调查规划,2019,44(6):30-33.

CHEN Zeyu, DING Zheng. Evaluation of Fitness Trail Based on AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation Method——A Case Study of Feifengshan Olympic Park in Fuzhou City [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 30-33.

## Evaluation of Fitness Trail Based on AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

——A Case Study of Feifengshan Olympic Park in Fuzhou City

CHEN Zeyu, DING Zheng

(School of Art and Landscape Architecture, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350000, China)

**Abstract:** The tourist satisfaction for the fitness trail of Feifengshan Olympic Park in Fuzhou City was analyzed by AHP-Fuzzy comprehensive evaluation method. The results showed that the overall tourist satisfaction of fitness trail in Feifengshan Olympic Park was excellent, and the order of tourist satisfaction in the criteria level was environment quality > trail experience > trail design > supporting facilities, which were all excellent except for supporting facilities, and 12 indicators reached the excellent level while 6 indicators were good in 18 indicator levels. The scores of entertainment facilities, intelligent facilities and trail features were lower. This paper suggested to increase entertainment facilities and improve intelligent facilities in the construction of supporting facilities, to reflect the urban color and enrich the detailed the details in the design of trails.

收稿日期:2019-06-10.

第一作者:陈泽宇(1994-),男,福建莆田人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计.

**Key words:** fitness trail; analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation; tourist satisfaction; Feifengshan Olympic Park

国家《全民健身计划纲要》提出,要积极发展城市休闲健身运动,为我国人民创造积极的体育健身环境。随着全民健身已上升为国家战略,我国已进入全民健身的时代,人们越来越重视健康生活和休闲体验。健身步道作为当前许多城市建设中的热点受到越来越广泛的关注。健身步道具有健身运动、娱乐休闲等多重功能,且占地面积小、服务人群广,逐渐成为国内越来越多城市重点建设的休闲运动设施。

目前国内对步道评价的研究中,以森林步道与登山步道居多,如徐晓玲等以福道为研究对象,构建满意度评价指标体系,分析影响游客满意度的显著因子<sup>[1]</sup>;张雪云以天际岭国家森林公园为例,研究森林步道环境特性对游客心理评价反应的影响<sup>[2]</sup>;丁洪建等以北京昌平国家登山健身步道为研究对象,提出由难度、吸引、避让三大因素共14个因子构成的步道建设适宜性评价因子体系,应用ArcGIS空间分析工具和层次分析法,构建步道建设适宜性评价技术方法<sup>[3]</sup>。

本文以福州飞凤山奥体公园健身步道作为研究对象,运用AHP-模糊综合评价法对飞凤山奥体公园健身步道的游客评价进行分析,提出相应的改善策略,从而使健身步道更好地为游客提供服务,同时也为健身步道的设计与管理提出指导和建议。

## 1 研究对象

福州市飞凤山奥体公园位于福州市仓山区,是一座定位为具有运动健身、休闲娱乐等功能的综合性公园,公园东面为福州奥林匹克体育中心,总面积80多hm<sup>2</sup>。环飞凤山的健身步道是飞凤山奥体公园最具特色的元素之一,步道沿飞凤山而上,途经设置多个景观节点,步道路面为黑绿两色,绿色作为跑步道、黑色作为散步道。2019年飞凤山公园与百度公司合作构建“智慧公园”,市民游客可以在飞凤山奥体公园体验到阿波龙自动驾驶车、智能识别杆上的“刷脸打卡”运动、无人售卖车等智能设施,体现了飞凤山奥体公园现代化、智能化的特点。

## 2 研究方法

采用AHP法与模糊综合评价法相结合的方法

对飞凤山奥体公园健身步道进行评价分析,利用AHP法构建层层分级的评价体系模型以确定指标权重,再通过问卷调查以及模糊综合评价法对飞凤山公园健身步道的各个指标进行游客满意度评价,使用YAAHP 12.1软件进行以上操作。YAAHP软件是一个可视化建模与计算软件,软件基于层次分析法的原理,能够便捷地构造层次模型、录入判断矩阵数据等;同时能够根据AHP法的结果进行模糊综合评价,导出问卷并对问卷数据进行计算。最终根据计算结果提出相应改进措施。

## 3 结果与分析

### 3.1 基于AHP法的游客满意度指标体系构建

通过检索近年来森林步道、游步道、绿道等相关具有权威性的文献,结合福州飞凤山奥体公园的特征梳理出相关指标。第一层为目标层A,即飞凤山公园健身步道游客满意度评价A;第二层为准则层B,分别为环境品质、配套设施、体验感受与步道设计4个指标;第三层是项目层C,共18个指标。

运用AHP法确定指标权重,根据各因素集构建的梯阶层结构,采用1-9比例标度法构建两两比较的判断矩阵模型进行专家征询并赋值(共征询14名专家,7名风景园林专业教师、4名园林绿化从业人员、3名风景园林专业硕士)。通过计算各层次结构权向量及一致性检验最终确定18项项目层指标、4项准则层指标与总目标层的权重。建立游客满意度指标体系(表1)。

### 3.2 模糊综合评价

数据主要来源于实地问卷调查。问卷调查于2019年5月在飞凤山奥体公园一次性完成,本次调查采用李克特5点量表(Five point likertscale),游客根据自身情况对每个指标层C指标按照很满意、满意、一般、不满意、很不满意进行选择,其分别代表5,4,3,2,1的得分。现场填写、访问、收回问卷。在实地访谈与问卷调查完毕后,使用YAAHP12.1软件对调查数据进行统计处理。

#### 3.2.1 游客特征分析

共发放调查问卷150份,其中有效问卷134份,有效率达89.9%。男女比例约为4.8:5.2;其中有92.3%的游客为本地市民;年龄段在26~45岁的人群最多,约为35.6%,其次是46~60岁的人群,约

表 1 飞凤山奥体公园健身步道满意度评价指标及权重

Tab. 1 Evaluation index and weight of tourist satisfaction for fitness trail in Feifengshan Olympic Park

目标层 A	准则层 B	权重	指标层 C	权重
飞凤山奥体公园健身步道满意度评价 A	环境品质 B1	0.1759	空气质量 C1	0.0551
			环境卫生 C2	0.0492
			水体环境 C3	0.0145
			绿化景观 C4	0.0492
			声环境 C5	0.0079
	配套设施 B2	0.1911	照明系统 C6	0.0242
			牌示标识 C7	0.0340
			卫生设施 C8	0.0902
			休憩设施 C9	0.0252
			娱乐设施 C10	0.0120
			智能设施 C11	0.0055
	体验感受 B3	0.5796	人体舒适度 C12	0.1425
			心情愉悦度 C13	0.3843
			安全感 C14	0.0528
	步道设计 B4	0.0536	路面完好度 C15	0.0083
			坡度合理性 C16	0.0202
			步道有效宽度 C17	0.0186
			步道特色 C18	0.0065

为 27.9%。通过访问得知,大部分游客的游玩目的是进行体育锻炼,这与飞凤山奥体公园的功能定位相符。

### 3.2.2 游客满意度评价结果

通过将问卷数据导入 YAAHP 软件进行分析和计算,结合游客满意度评价模型,得到飞凤山奥体公园健身步道游客综合评价结果(表 2),4 分以上为优秀,3~4 分为良好,2~3 分为一般,1~2 分为较差,0~1 分为很差。结果表明,飞凤山奥体公园健身步道总体的游客满意度评价分值为 4.3462,该得分属于优秀水平,表明游客对该健身步道的整体满意度较高,且步道能给游客带来较好的体育活动体验。

准则层综合分值按分值高低分别为:环境品质 4.520、体验感受 4.425、步道设计 4.234、配套设施 3.979。环境品质、体验感受与步道设计的游客满意度评价结果为优秀,而配套设施的评价结果仅为良好水平。可以看出,飞凤山奥体公园健身步道的环境优美,步道体验较好,可以吸引游客;而步道设计

表 2 飞凤山奥体公园健身步道游客满意度评价结果

Tab. 2 Evaluation result of tourist satisfaction for fitness trail in Feifengshan Olympic Park

目标层 A	综合分值	准则层 B	综合分值	指标层 C	综合分值	
飞凤山奥体公园健身步道满意度评价 A	4.3462	环境品质 B1	4.521	空气质量 C1	4.734	
				环境卫生 C2	4.546	
				水体环境 C3	4.109	
				绿化景观 C4	4.437	
				声环境 C5	4.125	
	配套设施 B2	3.979	照明系统 C6	3.984	牌示标识 C7	3.968
					卫生设施 C8	4.218
					休憩设施 C9	3.734
					娱乐设施 C10	3.093
					智能设施 C11	3.140
					体验感受 B3	4.424
	步道设计 B4	4.234	路面完好度 C15	4.437	心情愉悦度 C13	4.421
					安全感 C14	4.328
					坡度合理性 C16	4.140
					步道有效宽度 C17	4.343
					步道特色 C18	3.953

虽然满意度也较高,但还有提高的空间;配套设施分值较低,表明健身步道在配套设施的设置上还不够完善。

在 18 个指标层项目中有 12 个指标达到优秀水平,有 6 个达到良好水平,大多数指标的评价分值集中在 4.0~4.5 之间。空气质量与环境卫生的得分最高,分别为 4.734 与 4.547,再次证明飞凤山奥体公园的环境质量十分优秀。评分最低的 2 项指标是娱乐设施与智能设施,分别为 3.094 与 3.141。环境品质与体验感受下的 8 个指标均为优秀;步道设计除步道特色得分为 3.953 外,其余均为优秀水平;配套设施的 6 个指标除卫生设施达到 4.129 外,其余均为良好水平。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

从评价结果来看,飞凤山奥体公园健身步道空

气良好,绿化环境优美。游客在步道健身游玩时人体舒适度与心情愉悦度均较好,在环境与体验上均得到了较高评价。美中不足的是配套设施还有待提高,尤其是娱乐设施的布置与智能设施的使用率上还有很大的提升空间,休憩设施的布置也略微欠缺。同时准则层 B4 步道设计中唯一未达到优秀水平的步道特色指标也反映出飞凤山奥体公园健身步道虽然在功能上能够满足游客的基本健身需求,但是在步道的设计上还不够独特,与其他健身步道趋于一致。

## 4.2 建议

### 4.2.1 增加娱乐设施,改善智能设施

飞凤山奥体公园健身步道除跑步、散步运动以外几乎没有其他娱乐项目。包括在步道沿途的每个节点上也仅有休憩设施和自动贩卖机等设备。可以在节点处适当增加一些康体锻炼设备或专门设置儿童娱乐区为景观节点注入活力。同时,大部分游客并不能很好地体验到飞凤山最具特色的智能设施。究其原因,首先,无人驾驶车路线太短且需要预约才能使用,应适当改变无人车路线并增加游客使用手段;其次,AR 太极设置在公园入口附近,入口处人流量大,环境嘈杂,并不适合静下心来学习太极,建议将该设备移动到步道的节点上;此外,智能识别杆的“刷脸打卡”只在步道起点与终点设有打卡设备,在步道上运动时并不能时刻感受到智能设备带来的数据反馈,应在步道中多设立该设备,通过刷脸实时显示游客运动数据。通过将智能设施移动、增加到步道上,不但能够提升智能设施的使用率、增加娱乐设施,同时也能够展现飞凤山奥体公园步道智能化的

特色。另外还需适当增加休憩设施的布置,改善照明系统与标识系统。

### 4.2.2 体现城市色彩,丰富细节设计

在提升步道特色方面,可以考虑采用城市色彩为步道注入地域特色<sup>[4]</sup>。《福州市中心城区色彩规划》中提出福州城市未来主色调为暖白、暖灰色调,呈现古雅温润、历史悠久的海边城市印象。以及城市代表色榕绿和木黄,榕绿为福州市树榕树的颜色,木黄则取自福州本地民居中的木材原色。在步道设计的颜色配置上使用福州色彩,从步道标识系统设计、景观设施设计均紧随榕城的色彩定位,采用协调统一的设计手法,体现福州“色暖双江,古雅榕城”的总体色彩印象。在节点、设施的细节设计上力求变化,避免套用图纸、千篇一律的设计,将福州特色与奥体主题体现在设计中。

## 参考文献:

- [1] 许晓玲,朱志鹏,陈梓茹,等. 城市森林步道游客综合评价——以福道为例[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2018,54(4):109-115.
- [2] 丁洪建. 基于 GIS 的国家登山健身步道的建设适宜性评价——以北京昌平国家登山健身步道规划为例[J]. 城市发展研究,2015,22(9):109-114.
- [3] 张雪云. 森林步道环境特性对游客心理评价反应的影响[D]. 长沙:中南林业科技大学,2015.
- [4] 李玲玲,刘梦萱,范兆祥. 城市健身步道的地域特色塑造方法研究——以苏州环古城河健身步道为例[J]. 华中建筑,2019,37(4):64-66.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 14 页)

位指数表。表的编制过程均严格遵循相关理论,经验证该表精度较高,可作为评定峨山县天然云南松林分质量及立地质量优劣的依据,该表也可用于该地区周边地理条件相当的区域使用,但使用前应先对所评价林分进行详细调查,以保证使用效果。

## 参考文献:

- [1] 段劼,马履,贾黎明,等. 北京低山地区油松人工林立地指数表的编制及应用[J]. 林业科学,2009,45(3):7-12.

- [2] 王立勤,江隆,汪流波,等. 云南松天然林地位指数表的编制[J]. 林业调查规划,1980(2):1-9.
- [3] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
- [4] 李佩萍,武建林. 晋中东部山区油松人工林地位指数表的编制[J]. 山西林业科技,1999(4):19-27.
- [5] 张瑜,贾黎明,郑聪慧,等. 秦岭地区栓皮栎天然次生林地位指数表的编制[J]. 林业科学,2014(4):47-54.
- [6] 贾天松. 森林立地质量综合评价探讨[J]. 中南林业调查规划,1991(3):28-32.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.007

## 论水源涵养与蒸腾作用

孙兴田

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南昆明 650200)

**摘要:**从数学、生态学和哲学的角度论述森林生态系统水源涵养与蒸腾作用这一对立统一体,阐述水源涵养与蒸腾作用的矛盾对立和协调统一的运行机制,分析森林生态系统自身抑制和克服森林火灾及其隐患的自动调节机制,水源涵养与蒸腾作用的对立统一关系启示人类要维护森林的整体性,增强保护意识,关心森林涵养水源的价值,尊重生命元素,消除水源涵养心理误区。提出群落结构完整、形态结构复杂、营养结构相对完整、树种组成和生物多样性丰富、郁闭度大、自然度高以及生态合力等实现森林涵养水源功效大于蒸腾作用的技术措施。

**关键词:**水源涵养;蒸腾作用;森林火灾;数学模式;生态学内涵;哲学奥秘;蒸发量;生命元素

中图分类号:S727.21;S718.43 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0034-06

引文格式:孙兴田.论水源涵养与蒸腾作用[J].林业调查规划,2019,44(6):34-39.

SUN Xingtian. Research on Water Conservation and Transpiration[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 34-39.

## Research on Water Conservation and Transpiration

SUN Xingtian

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

**Abstract:** This paper discussed the unity of opposites of water conservation and transpiration in forest ecosystem from the perspectives of mathematics, ecology and philosophy, illustrated the contradictory and coordinated operation mechanism of water conservation and transpiration, and analyzed the automatic regulation mechanism of forest ecosystem to restrain forest fires and hidden dangers, which instructed to maintain the integrity of forests, enhance the consciousness of protection, care about the value of forest water conservation, respect the life elements and eliminate the psychological misunderstanding of water conservation. The technical measures for water conservation, such as complete community structure, complex morphological structure, relatively complete nutrient structure, abundant tree species composition and biodiversity, improving canopy density, high naturalness and ecological synergy, were put forward.

**Key words:** water conservation; transpiration; forest fires; mathematical model; ecological connotation; philosophical mystery; evaporation capacity; life elements

在森林生态系统中,水源涵养是最为重要的生态服务功能之一,在生态文明建设中起着至关重要

的作用;蒸腾作用是森林植被重要的生理过程。水源涵养与蒸腾作用共同担负着对森林植被水循环的

收稿日期:2019-03-27;修回日期:2019-05-13.

第一作者:孙兴田(1966-),男,云南宜良人,助理工程师。主要从事森林资源调查和规划设计工作。



有效调节、对森林生态系统的庇护和森林火灾隐患的有效抑制。然而,如今绝大多数的森林水源涵养与蒸腾作用已不能对其水循环进行有效调节,同时也很难实现对森林生态系统的庇护,更不能实现对森林火灾的有效抑制等。由此,全球各地陆续出现了局部水资源紧缺的状况,出现了越来越多的森林生态系统因人类过渡索取而逐步退化的现象,出现了森林火灾难防难控及发生次数增多的趋势。这些问题的出现均与水源涵养和蒸腾作用之间的对立关系、统一关系及其对立统一关系密切相关。

## 1 水源涵养与蒸腾作用的对立和统一

水源涵养是森林生态系统最重要的生态功能,这是客观存在的,同时也是举世公认的,森林生态系统如何涵养水源至今无人能够完全说清楚,因此,森林生态系统涵养水源的生态功能又具有一定的抽象性,因这一功能可惠及社会经济、人类的生产生活以及农业等其它生态系统,因此,森林生态系统涵养水源的生态功能极其强大。

蒸腾作用是森林的重要生理过程。森林的蒸腾量很大,据测定,林木在生长过程中所蒸腾的水分要比其本身重 300~400 倍。甘肃省子午岭的辽东栎林和山杨林在生长期内蒸腾水分分别达 2 868.5 t/hm<sup>2</sup> 和 2 524.4 t/hm<sup>2</sup>;一株高大的橡树每天因蒸腾作用所消耗的水分可达 570 kg;山毛榉林在生长季节中比同等面积的裸土地蒸发量约大 20 倍;森林越茂密和生长越旺盛,其蒸腾量也就越大;水热条件越优越,森林的蒸腾作用越强烈。因此,森林的蒸腾作用也极其强大。

水源涵养增加水分,而蒸腾作用则消耗水分,两者之间似乎存在着尖锐的矛盾对立,实际上两者之间确实存在着尖锐的矛盾对立、同时也是协调统一的整体。然而,森林生态系统的水源涵养与蒸腾作用的对立和统一不是固定不变的,更没有稳定的模式,对立和统一的地位也常常出现不平衡的现象,有时甚至走入极端,出现“对立超强”、“统一超弱”或“统一超强”、“对立超弱”的局面。

森林生态系统的水源涵养与蒸腾作用的关系因群落结构、形态结构、营养结构、树种组成、生物多样性、郁闭度、自然度等因子以及季节的变化和地形等因子(主要是海拔和坡向)的影响而千变万化,当然,这种变化只是两者之间量的对比上所产生的变化,这种量的变化使得对立和统一出现分化的走势。

对立和统一的分化走势本身具有较高的复杂

性,同时还具有一定的抽象性,因此,关于森林生态系统水源涵养与蒸腾作用对立统一的关系需要从多个角度或多学科来阐述方能充分认识其中的奥秘。有 3 种情况值得关注:①水源涵养与蒸腾作用的数学模式;②水源涵养与蒸腾作用的生态学内涵;③水源涵养与蒸腾作用的哲学奥秘。

在森林生态系统水源涵养与蒸腾作用对立统一的分化走势中,有一个不可忽视的因素始终伴随其中并且同样出现了分化的走势,甚至于出现极端现象,这个因素就是森林地表的蒸发量。当然,相对于蒸腾作用而言,蒸发量是微不足道的,但是,蒸发量在森林生态系统中也是客观存在的因素,并与水源涵养和蒸腾作用有着最直接最紧密的联系,因此,森林地表的蒸发量是一个不可忽视的客观因素。

### 1.1 水源涵养与蒸腾作用的数学模式

任何森林都具有水源涵养的功能,表面上,水源涵养增加森林生态系统内的水分,蒸腾作用则是减少森林生态系统内的水分;实际上水源涵养与蒸腾作用远非如此简单,其复杂程度需要分 3 种情况进行阐述。水源涵养与蒸腾作用的数学模式共有 3 种类型:水源涵养功效>蒸腾作用;水源涵养功效<蒸腾作用;水源涵养功效=蒸腾作用。

水源涵养功效大于蒸腾作用的森林,森林内的水分得到真正的涵养,森林内有清泉向外流出,在这样的森林生态系统内,林地表面的蒸发量也不会很大,森林火灾隐患由此而减少。水源涵养的功效大于蒸腾作用是一个抽象的概念,其幅度和范围均比较宽,因此两者之间差值的幅度和范围也比较宽,差值越大,水源涵养的功能越强,森林向外流出的清泉也越多;差值越小,水源涵养的功能越弱,森林向外流出的清泉也越少。

水源涵养功效小于蒸腾作用的森林,在这样的森林生态系统内,林地表面的蒸发量也会很大,森林火灾隐患由此而增加甚至爆发。水源涵养小于蒸腾作用同样是一个抽象的概念,其幅度和范围同样比较宽,因此两者之间差值的幅度和范围也比较宽,差值越大,林地表面的蒸发量也越大,森林火灾隐患也越大甚至爆发;差值越小,林地表面的蒸发量也越小,森林火灾隐患也越小。

水源涵养功效等于蒸腾作用的森林非常稀少,并且是暂时的或瞬间的,因此,水源涵养的功效等于蒸腾作用这种状态基本没有研究的意义。

### 1.2 水源涵养与蒸腾作用的生态学内涵

水源涵养与蒸腾作用的生态学关系比较复杂,

同时这种生态学内涵也非常丰富多彩。两者之间量的对比因森林群落结构、形态结构、营养结构、树种组成、生物多样性、郁闭度、自然度等因子的不同而异,也因季节的变化而不同。

一般来说,群落结构和营养结构越完整、郁闭度越大、形态结构越复杂、自然度越高、树种组成和生物多样性越丰富,即越接近原始林的森林生态系统,水源涵养的功效也越好,在原始林生态系统内,即使很长时期甚至半年内无大气降水,原始林生态系统仍然有清泉流出,这就是原始林生态系统非常强大的水源涵养功能,在这样的森林生态系统中,因林地地表的湿度与林中空气的湿度比较接近,林地蒸发量也就比较小。反之,水源涵养的功效也越差,林地蒸发量也会越大。

因季节的变化的影响分为 2 种情况:1) 降雨量对水源涵养的影响;2) 草本植物的荣枯和落叶树种叶片是否枯黄脱落对森林群落结构和郁闭度的影响,归根结底还是回到群落结构和郁闭度上。

### 1.3 水源涵养与蒸腾作用的哲学奥秘

森林作为水源涵养与蒸腾作用共同的物质基础,因群落结构、形态结构、营养结构、树种组成、生物多样性、郁闭度、自然度等因子动态变化的共同作用而使水源涵养功效与蒸腾作用的力量对比出现此消彼长的动态变化。这种动态变化大致可以分为 2 种状态,即水源涵养的功效小于蒸腾作用和水源涵养功效大于蒸腾作用。这 2 种状态表面上只是量的对比之间的差异,实质却是这 2 种状态的森林存在着质的差异。

#### 1.3.1 水源涵养功效小于蒸腾作用

在水源涵养功效小于蒸腾作用的森林中,水源涵养与蒸腾作用的矛盾对立处于不稳定和不平衡的状态中,为了寻求稳定和平衡,森林需要补充水分,需要大气降水或气象降水来补充水分。但是,在干旱季节这一需求很难实现,因而,蒸腾作用必然受到抑制,森林植被出现蔫萎并逐步加重,严重时生命力弱小的植株会出现死亡现象;若仍然不能找到平衡,这时森林地表的蒸发量会很大,那么生命力较强的植株也会出现死亡现象;若还找不到平衡,这时森林的水源涵养与蒸腾作用都非常微弱并使森林的生理过程遭受较大的损伤,森林地表的蒸发量会很大甚至达到峰值,森林会被干渴至死并使水源涵养与蒸腾作用一并消失,使原有的矛盾对立基本解除。

在水源涵养功效小于蒸腾作用的森林中,还有另一种极端的表现形式,即在干旱季节,森林需要补

充水分这一需求很难实现或很难完全实现,这时森林火灾隐患就随干旱时间的增加而增加,甚至暴发,烧毁森林,这种情况也使水源涵养与蒸腾作用一并消失,使原有的矛盾对立彻底解除。

#### 1.3.2 水源涵养功效大于蒸腾作用

在水源涵养功效大于蒸腾作用的森林中,水源涵养与蒸腾作用的矛盾对立也是处于不平衡的状态中,为了寻求平衡,森林中多余的水分会变成清泉源源不断地从林地和山涧流出森林之外,真正实现水源涵养服务于社会和经济的生态功能,这时森林的蒸腾作用也会愈加旺盛,使地表湿度与林中空气湿度的差值无限缩小,蒸发量也无限缩小,当地表湿度与林中空气湿度基本接近时,蒸发也就基本无法进行了,蒸发量也就基本接近于零;这时水源涵养与蒸腾作用好象相反,却不相反;好象冲突,却不冲突;好象不调和,却是调和的;好象对立,却是统一的;这时,水源涵养与蒸腾作用互为条件、互为因果关系,并进入良性循环的动态平衡中。

在干旱季节,森林的蒸腾作用也会愈加旺盛并达到最大峰值,地表蒸发量会有所增加,这时,森林中从林地和山涧流出的清泉会逐步缓慢减小直到雨季有气象降水为止。

## 2 水源涵养与蒸腾作用的启示

水源涵养与蒸腾作用表面是对立的而实质却不一定是对立的,现状大多是对立的而原本却都是协调统一的。同样是森林,却因其内部(水源涵养与蒸腾作用)的运行机制不同,使森林分为 2 种不同的类型并存在着质的差异。水源涵养与蒸腾作用对立面的扩大和发展甚至对全球大气候和大环境均产生了不利影响。因此,水源涵养与蒸腾作用的协调统一尤显重要。

### 2.1 森林防火的生态学机制

森林防火是绝大多数国家倍感头痛的问题,为了防止森林火灾,尽管投入了越来越多的人力、物力和财力,森林火灾仍然防不胜防,全球每年被烧毁的森林仍然呈现上升趋势,森林防火的难度同样有增无减。

森林防火有 2 种模式:①人防,即人类使用最先进的森林防火装备、技术和机制来防止森林火灾的发生和蔓延;②自防,即启动森林自身的防火机制自动防止森林火灾发生,这个自身的防火机制就是“水源涵养功效>蒸腾作用的森林”并使其步入良性循环的发展轨道。

对于森林火灾,人防的结果是防不胜防,结果是事倍功半,并且防火的难度有增无减,因此,唯有启动森林生态系统的自防机制,使森林火灾隐患大幅下降,由此而大幅度地减少森林火灾的发生。关于自防机制,森林生态系统对人类有一些简单的条件要求:①主观方面,要求人类对森林生态系统给予足够的尊重,对大自然给予足够的尊重;②客观方面,要求人类对森林生态系统减少干扰,放弃过度索取。就目前的状态而言,仅仅是减少干扰和放弃过度索取仍然不够,需要杜绝干扰并彻底放弃索取,甚至包括彻底放弃进入森林中的生态旅游等,使森林生态系统休养生息,让大量的水源涵养功效<蒸腾作用的森林逐渐演替为水源涵养功效>蒸腾作用的森林;③技术方面,要求人类大量培育群落结构和营养结构完整、郁闭度大、自然度高、形态结构复杂、树种组成和生物多样性非常丰富的森林(甚至包括经济林),使其水源涵养功效>蒸腾作用,并步入良性循环的轨道。

## 2.2 森林地表蒸发量的自动调节机制

森林地表蒸发量是人类倍感纠结的因素,森林防火难度增加常常怪罪于蒸发量太大。其实,森林地表蒸发量的大小和有无完全取决于人类,只要人类遵循自然规律并充分尊重自然和森林生态系统,森林地表蒸发量完全可以大幅减小甚至“自动消失”。

## 2.3 维护森林整体性,增强保护意识

从我国森林资源现状来看,森林资源减少、荒漠化、物种消失等问题依然严峻,因此,在寻求经济发展和经济效益而开发森林资源的时候,必须维护森林资源的整体性、维护生物物种的多样性、维护森林群落结构和营养结构的完整性、维护森林形态结构的复杂性等。

森林属于再生性资源,但是其再生力与利用是具有一定限度的,若超出了这一利用限度,就会破坏生物与环境之间、生物与生物之间的结构和比例关系,从而破坏彼此之间相互适应的整体功能,导致水源涵养与蒸腾作用的平衡状态被破坏,使森林生态系统中水源涵养功效小于蒸腾作用。

因此,无论从法律和道德的层面上提倡保护森林和森林资源,都是十分必要和迫切需要的。

## 2.4 关心森林涵养水源的价值并进行价值管理

所有森林均具有水源涵养的生态服务功能和涵养水源的重要价值。一方面,人类对森林涵养水源的价值一直很关心,尤其是在森林火灾频繁发生的

当今世界,但是,人类对水源涵养功效大于蒸腾作用的森林了解不多,关心不够,甚至根本就无关心可言,以至于全世界水源涵养功效大于蒸腾作用的森林(尤其是原始林)一直在不断减少,而水源涵养功效小于蒸腾作用的森林(主要指被人类过度索取后的次生林和人工林)其差值却在扩大,即水源涵养功效越来越小;另一方面,由于气候和环境等因素变迁的不利影响,使人类越来越重视生态建设。在生态建设方面对森林覆盖率和单位面积蓄积量非常重视,尤其是森林覆盖率,而对森林群落结构、形态结构、营养结构、树种组成、生物多样性、郁闭度、自然度等因子的重视程度却远远不够、对森林生态系统中水源涵养功效是否大于其蒸腾作用的重视程度也远远不够,甚至还不太了解,因此出现了太多水源涵养功效小于其蒸腾作用的森林,使水资源在全球绝大多数地方出现较为紧缺的局势。

在认识到森林群落结构、形态结构、营养结构、树种组成、生物多样性、郁闭度、自然度等因子对水源涵养与蒸腾作用关系的重要影响后,对森林生态系统真正涵养水源的价值才会有所发现。在森林火灾隐患较为突出和全球水资源较为紧缺的情况下,有针对性地对森林实施价值管理,使森林越来越接近原始林,最终要维护的是整个森林生态系统的完整、稳定和美丽,使森林和人类形成和谐、统一、完美的生命共同体。

## 2.5 尊重生命元素

在森林生态系统中,除群落结构、形态结构、营养结构、树种组成、生物多样性、郁闭度等因子直接影响着水源涵养与蒸腾作用的关系外,在森林生态系统中的草牧链、腐生链和寄生链通常交织在一起而构成总食物链和食物网,作为腐生链的微生物也对水源涵养与蒸腾作用的关系产生着间接的重要影响,具体表现为微生物能及时分解枯枝落叶等可燃物而减少森林火灾隐患,进而有效维护森林生态系统及其水源涵养功能和蒸腾作用。因此,尊重森林生态系统的每一个生命元素(外来有害生物除外),让每一个物种都能有效担当其在食物链和食物网中的生态功能,是维护生态平衡的基本条件,同时也是直接或间接地维护水源涵养功效大于蒸腾作用这一自然格局的基本条件,是对自然的尊重,归根到底还是对人类自身的尊重,对人与自然这个生命共同体的尊重。

## 2.6 水源涵养心理误区的消除

水源涵养因相关的专业概念和术语及其属性的

影响而或多或少在行业内外产生了一些心理误区。相关的专业概念和术语主要表现在森林生态服务功能和亚林种这 2 个方面。

### 2.6.1 水源涵养在生态服务功能方面的心理误区及消除

水源涵养在生态服务功能方面的心理误区无论对于行业内外均存在,行业外尤为突出。这种心理误区具体表现为:①认为水源涵养仅仅只是服务于人类的生产生活用水和社会经济发展方面的用水;②服务于森林生态系统自身重要生理过程的生存和生长用水常常被忽略或遗忘甚至根本就没有任何存在的印象,以及服务于森林生态系统自身重要生理过程的蒸腾作用常常被忽略或遗忘,普遍认为森林生态系统自身重要生理过程的生存和生长用水全靠大气降水,实际上森林生态系统水源涵养服务功能首先是服务于自身的生存和生长用水以及蒸腾作用。

人类突出重视自身的存在和感受而轻视其它生物物种的存在和感受,形成了水源涵养在生态服务功能方面的心理误区。

充分认识水源涵养功能首先是服务于森林生态系统自身重要生理过程的生存和生长用水及其蒸腾作用,充分认识各生物物种在食物链和食物网中重要的生态担当功能,充分认识各生物物种在自然界中均平等地享有生存权是消除这方面心理误区的前提条件。

### 2.6.2 水源涵养在亚林种方面的心理误区及消除

由于水源涵养林这一亚林种与其它亚林种(水土保持林、防风固沙林、农田牧场防护林、护岸林、护路林、防火林、其它防护林;国防林、自然保护区林、实验林、种质资源林、环境保护林、风景林、名胜古迹和革命纪念林;短轮伐工业原料用材林、速生丰产用材林、其它用材林;油料能源林、木质能源林;果树林、食用原料林、林化工业原料林、药用林、其它经济林)属于同一类型的林地因子并位于同一个层面上,由此,给人最直接的感觉是:只有水源涵养林才能涵养水源,而其它亚林种则只能保持水土、防风固沙、作食用原料和工业原料等。按字面意思各司其职是造成水源涵养在亚林种方面心理误区的重要原因。

客观方面,任何亚林种都具有涵养水源的功能,也就是说,任何森林均具有水源涵养的功能,灌木林和经济林均不例外。亚林种的划分则完全突出了人类强烈的主观愿望,这就是此类心理误区存在的

根源。

亚林种的设置是否科学合理,主观愿望与客观现实是否协调一致,如果不协调甚至产生背离,那么,这种设置就是不科学不合理的。因此,对现有亚林种的设置和使用理应及时更新,并由此而消除不该出现的心理误区。使速生丰产用材林、其它用材林、木质能源林等其它亚林种的森林不轻易成为采伐破坏的口实和依据,并充分发挥其惠及自身的涵养水源作用。

## 3 实现森林涵养水源功效大于蒸腾作用的技术措施

实现森林涵养水源功效大于蒸腾作用的技术措施,这种说法原本是不成立的。起初,地球上的人口还很少,人类对森林资源的索取也很少,那时的森林生态系统绝大多数是群落结构和营养结构完整、郁闭度大、形态结构复杂、自然度高、树种组成和生物多样性非常丰富的原始林生态系统,水源涵养与蒸腾作用互为条件、互为因果关系,并在良性循环的动态平衡中运行,因此,根本就不需要人类的任何技术措施。

如今,森林生态系统经过人类长时期的过度索取之后,全球整体生态比较脆弱,在此情况下,出现了大量的水源涵养功效小于蒸腾作用的森林,因此,需要技术措施来改变这种现状,并使其回归到原本的状态,或回归到至少是水源涵养功效大于蒸腾作用的状态。

### 3.1 生态学措施

#### 3.1.1 群落结构完整

完整的群落结构要求森林生态系统中有乔木层、灌木层和草本层,但是现有森林绝大多数只拥有乔木层、灌木层和草本层中的 2 个层或 1 个层,因此其水源涵养功效也基本上均小于其蒸腾作用。在技术上,就是要使用各种有效的措施使森林生态系统同时拥有乔木层、灌木层和草本层,如果还能使森林生态系统增加苔藓层、寄生植物、附生植物、藤本和地衣,那么,这样的森林生态系统将会产生更好的涵养水源功效。

#### 3.1.2 形态结构复杂

复杂的形态结构要求与天然林或原始林的形态结构相类似或等同,拒绝人工林在形态结构上的整齐划一,这是自然选择最基本的要求,因此,人工林的培育应模拟天然林或原始林的形态结构,使其形态结构相类似或等同原始林。

### 3.1.3 营养结构相对完整

对于绝大多数的次生林而言,完整的营养结构已经很难实现,但是相对完整的营养结构却不难实现。技术上,要求人类放弃对森林资源的过度索取,尽量减少或杜绝促使森林生态系统内食物链断裂和食物网破损的事件发生,如减少使用或不使用化肥农药,避免小微动物(蚂蚁和蚯蚓等)、小微植物(草本和地衣等)和微生物的种群数量大幅减少,并在食物链和食物网中能有效担当其原有的生态功能;腐生链的完整可使森林植物的枯枝落叶及时得到分解而增加土壤养分,更重要的是减少森林火灾隐患和森林火灾。

### 3.1.4 树种组成和生物多样性丰富度

树种组成和生物多样性丰富度并不与水源涵养功效直接相关,但是丰富的树种组成和生物多样性可大幅减少森林病虫害的发生,健康的森林是水源涵养的重要保证。

### 3.1.5 郁闭度的提高

对于水源涵养的功效而言,森林郁闭度的提高具有重要意义,一般需在0.65以上,在此前提下,实现乔木层、灌木层和草本层的综合盖度的有效提高。一般情况下,乔木层盖度( $\geq 65\%$ )、灌木层盖度和草本层盖度累加值超过150%的森林生态系统,其水源涵养功效会很好;乔木层盖度( $\geq 65\%$ )、灌木层盖度和草本层盖度累加值超过200%的森林生态系统,其水源涵养功效就更好,这样的森林生态系统会越来越减少或急剧减少,甚至基本就不存在了,这是大自然的基本法则。

### 3.1.6 自然度高

一般情况下,自然度高的森林其灌木层和草本层均比较完整,水源涵养功效也比较好,反之则较差。由此就要求人类对森林生态系统减少索取和干预。在自然度方面,技术仅仅可作参考使用,效果则需要相关的林政措施来完成。

对于森林生态系统而言,以上六大生态学措施

皆可由大自然的伟力来轻松完成,森林生态系统自然演替的终极目标就是原始林生态系统,其中间过程则大多处于水源涵养大于蒸腾作用的状态,最终结果则是水源涵养与蒸腾作用完全协调统一的最佳良性循环状态,水源涵养功效大于蒸腾作用的差值达到最大化,水源涵养功效达到最大化。但最关键的前提是人类必须完全放弃对森林资源的索取,包括进入森林中的生态旅游等。“无为而无所不为”这一古典的东方哲学智慧对现有的森林非常适用,但是,人类对森林资源的索取和过度索取已经形成了惯性思维 and 传统理念。要改变这种惯性思维和传统理念,生态学措施有可能也有必要演化成严格规范的林政措施和相关的法律措施。

## 3.2 生态合力

集中连片的大面积森林是形成生态合力的基本条件,当然也是水源涵养的重要条件。但是路网和工矿企业等建设项目的快速发展常常使绿水青山被分割包围,使森林碎片化和孤岛化,当然也使生态合力遭到较大削弱。因此,有效抑制建设项目的过快发展也是保证森林水源涵养功效大于其蒸腾作用的重要条件。

## 参考文献:

- [1] 张岂凡,蒋学良,唐世龙.等.森林生态学[M].北京:中国林业出版社,1985.
- [2] 李秀林,王于,李淮春.辩证唯物主义和历史唯物主义[M].北京:中国人民大学出版社,1982.
- [3] 肖明.哲学[M].北京:经济科学出版社,1991.
- [4] 刘晶.论生态整体主义思想对我国森林生态建设的启示[J].林业调查规划,2016,41(3):110-114.
- [5] 张新海.尖叶胡枝子的光合生理特性[J].林业勘察设计,2019,188(2):92-93.
- [6] 孙兴田.关于云南省林地因子更新的探讨[J].山东林业科技,2018,48(2):89-92.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.008

## 保山市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫多样性研究

蒋华<sup>1,2</sup>, 李巧<sup>2</sup>, 杨建秀<sup>2</sup>, 郑美仙<sup>2</sup>, 黄俊娇<sup>2</sup>

(1. 保山市林业技术推广总站, 云南 保山 678000;

2. 西南林业大学云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

**摘要:**为探明保山市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫多样性特点,提供青华海湿地生态系统昆虫多样性监测本底资料,于2018年7—10月采用网扫法和灯诱法对保山市青华海国家湿地公园的鳞翅目昆虫群落进行调查,分别在北庙湖、东湖、青华湿地、西湖4个地点采集到鳞翅目昆虫388头124种(含形态种69种)。网扫法采集鳞翅目昆虫19头15种,灯诱法采集369头111种。发现保山市新纪录种8种,云南特有昆虫2种。在北庙湖区域采集到鳞翅目昆虫222头83种;东湖55头25种;青华湿地22头20种;西湖89头28种。北庙湖区域鳞翅目昆虫多样性高,东湖、青华湿地及西湖鳞翅目昆虫多样性低。北庙湖区域是整个湿地公园的昆虫库,对在建的其他区域的昆虫多样性恢复具有重要作用,应予以严格保护。

**关键词:**鳞翅目昆虫;昆虫多样性;昆虫监测;网扫法;灯诱法;保山市青华海国家湿地公园

中图分类号:S718;S763.42;Q178.5;S759.91 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0040-05

引文格式:蒋华,李巧,杨建秀,等.保山市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫多样性研究[J].林业调查规划,2019,44(6):40-44.

JIANG Hua, LI Qiao, YANG Jianxiu, et al. Insect Diversity of Lepidoptera in Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 40-44.

## Insect Diversity of Lepidoptera in Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City

JIANG Hua<sup>1,2</sup>, LI Qiao<sup>2</sup>, YANG Jianxiu<sup>2</sup>, ZHENG Meixian<sup>2</sup>, HUANG Junjiao<sup>2</sup>

(1. Baoshan Forestry Technology Extension Station, Baoshan, Yunnan 678000, China;

2. Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The insect community of Lepidoptera was investigated by net sweeping and light trapping from July to October 2018 to reveal insect diversity of Lepidoptera in Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City, and provide the background information about insect diversity monitoring in wetland ecosystem. A total of 388 individuals including 124 species (69 morphospecies) were captured at 4 sites, namely Beimiaoahu, Donghu, Qinghua, and Xihu. 19 individuals including 15 species were captured by sweeping and 369 individuals including 111 species were captured by light trapping. 8 species were first recorded in Baoshan City, and 2 endemic species in Yunnan were found. 222 individuals including

收稿日期:2019-04-04.

资助项目:保山市林业局委托项目“保山青华海湿地2018年昆虫监测”。

第一作者:蒋华(1989-),男,工程师。主要从事林业技术推广工作。Email:2585706105@qq.com

责任作者:李巧(1970-),女,教授,博士生导师。主要从事昆虫多样性研究。Email:lqfcb@126.com

83 species were captured at Beimiaohu, 55 individuals including 25 species at Donghu, 22 individuals including 20 species at Qinghua, and 89 individuals including 28 species at Xihu. The insect diversity of Lepidoptera was very high at Beimiaohu, while those were very low at Donghu, Qinghua, and Xihu. It seemed that the area of Beimiaohu was just like an insect bank and played an important role in restoration of insect diversity at the rest areas in Qinghuahai National Wetland Park, so it should be protected strictly.

**Key words:** Lepidoptera; insect diversity; insect monitoring; net sweeping; light trapping; Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City

保山市青华海位于保山坝子中部,民间历称东海子,是远古时代哀牢古湖演变的孑遗部分,历史上是永昌—保山外八景之一,自然风光优美,既是风景名胜,又是保山水产资源丰富的渔场和优质藕粉产地;20世纪70年代后,稻田成为青华海的主要景观<sup>[1]</sup>;2016年底国家林业局批准建设云南保山青华海国家湿地公园,保山市将实施青华海湿地生态恢复工程,倾力打造一个集保护与恢复、科普宣教和合理利用于一体的国家湿地公园。

生物体是生态恢复的关键成分,生物多样性在生态恢复计划、项目实施和评估过程中具有重要作用,是极其重要的生态恢复目标和定量评价指标<sup>[2-3]</sup>。昆虫多样性约占全球生物多样性的一半,是生物多样性的重要组成部分<sup>[4]</sup>。鳞翅目蝶蛾类昆虫全世界已知13~16万种,占据昆虫多样性的15%左右,在生物多样性监测及评估中具有极其重要作用<sup>[5-7]</sup>。

保山青华海国家湿地公园自建设以来,对其植被多样性<sup>[8]</sup>、鱼类及两栖爬行类多样性均有报导<sup>[9-10]</sup>,但湿地公园的昆虫调查尚未进行,昆虫多样性本底信息缺乏。本文是在保山市林业局委托项目“保山青华海湿地2018年昆虫监测”项目资助下,鳞翅目蝶蛾类的调查结果。

## 1 调查地点与方法

分别于2018年7月和10月进行了2次昆虫调查,运用网扫法和灯诱法在保山市青华海国家湿地公园的北庙湖、东湖、青华湿地、西湖4个地点进行了鳞翅目昆虫标本采集及群落调查。将采集到的蝶蛾类昆虫标本带回实验室进行展翅,参考《中国蝴蝶志》、《中国蛾类图鉴》等系列工具书进行种类鉴定<sup>[11-18]</sup>,暂时无法鉴定的,根据形态特征的不同进行形态种划分并记录数量数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 鳞翅目昆虫采集概况

2018年在保山市青华海国家湿地公园通过网扫法和灯诱法共采集鳞翅目昆虫388头(不包括小蛾类),对其中的188头完成了种类鉴定,涉及20科55种;尚有200头未完成种类鉴定,通过形态特征的不同进行了形态种的初步鉴定,计有69种(形态种)(表1)。

表1 保山市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫采集概况  
Tab.1 Collection of Lepidoptera in Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City

采集方法	采集地点	已鉴定		待鉴定		个体数小计/只	物种数小计/种
		个体数/只	物种数/种	个体数/只	物种数/种		
网扫法	北庙湖	6	5	1	1	7	6
	东湖	2	1	3	1	5	2
	青华湿地	3	3	1	1	4	4
	西湖	1	1	2	2	3	3
网扫法小计		12	10	7	5	19	15
灯诱法	北庙湖	121	35	94	42	215	77
	东湖	12	6	38	17	50	23
	青华湿地	8	7	10	9	18	16
	西湖	35	7	51	18	86	25
灯诱法小计		176	45	193	66	369	111
合计		188	55	200	69	388	124

通过网扫法共采集鳞翅目昆虫19头15种(含形态种5种),占个体总数的4.9%,占物种总数的12.1%;通过灯诱法采集鳞翅目昆虫369头111种(含形态种66种),占个体总数的95.1%,占物种总数的89.5%。从采集地点来看,在北庙湖采集到的鳞翅目昆虫222头83种(含形态种43种),分别占个体总数的57.2%和物种总数的66.9%;在东湖采

集到鳞翅目昆虫 55 头 25 种(含形态种 18 种),分别占个体总数的 14.2%和物种总数的 20.2%;在青华湿地采集到鳞翅目昆虫 22 头 20 种(含形态种 10 种),分别占个体总数的 5.7%和物种总数的 16.1%;在西湖采集集到鳞翅目昆虫 89 头 28 种(含形态种 20 种),分别占个体总数的 22.9%和物种总数的 22.6%。

### 2.2 鳞翅目昆虫多样性

保定市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫中已鉴定的种类及其分布地点见表 2。

表 2 保定市青华海国家湿地公园鳞翅目种类名录

Tab. 2 Species list of Lepidoptera in Qinghuahai National Wetland Park of Baoshan City

科名	种名	采集地点
刺蛾科 Limacodidae	仿姹刺蛾 <i>Chalcoscelides castaneipars</i>	青华湿地
	丽绿刺蛾 <i>Parasa lepida</i>	北庙湖
	广东油桐黑刺蛾 <i>Scopelodes venosa kwangtungensis</i>	北庙湖
	中国扁刺蛾 <i>Thosea sinensis</i>	东湖、北庙湖
网蛾科 Thyrididae	三带网蛾 <i>Rhodoneura taeniata</i>	北庙湖
枯叶蛾科 Lasiocampidae	柳毛虫 <i>Bhima rotundipennis</i>	北庙湖
	云南松毛虫 <i>Dendrolimus houi</i>	北庙湖
	长翅杂枯叶蛾 <i>Kunugia placida</i>	北庙湖
大蚕蛾科 Saturniidae	绿尾大蚕蛾 <i>Actias selene ningpoana</i>	西湖
	明目大蚕蛾 <i>Antheraea frithii javanensis</i>	北庙湖
钩蛾科 Drepanidae	一线山钩蛾 <i>Oreta unilinea</i>	北庙湖
尺蛾科 Geometridae	桉星尺蛾 <i>Arichanna jaguararia</i>	北庙湖
	四川尾尺蛾 <i>Ouraapteryx ebuleata szechuana</i>	北庙湖
	叉线青尺蛾 <i>Tanaoctenia dehaliarai</i>	西湖
天蛾科 Sphingidae	条背天蛾 <i>Cechenena lineosa</i>	北庙湖
	红天蛾 <i>Deilephila elpenor</i>	西湖、东湖
	松黑天蛾 <i>Hyloicus caliginus sinicus</i>	北庙湖
	鹰翅天蛾 <i>Oxyambulyx ochracea</i>	北庙湖
	构月天蛾 <i>Parum colligata</i>	西湖
舟蛾科 Notodontidae	黑蕊尾舟蛾 <i>Dudusa sphingiformis</i>	北庙湖
	珠掌舟蛾 <i>Phalera parivala</i>	北庙湖
鹿蛾科 Amatidae	环鹿蛾 <i>A. cingulata</i>	东湖、青华湿地
灯蛾科 Arctiidae	八点灰灯蛾 <i>Cretonotus transiens</i>	东湖、西湖、北庙湖、青华湿地
	黑条灰灯蛾 <i>Cretonotus gangis</i>	青华湿地
	黑带美苔蛾 <i>Miltochrista maculifasciata</i>	东湖、西湖、北庙湖、青华湿地

续表 2

科名	种名	采集地点
	粉蝶灯蛾 <i>Nyctemera adversata</i>	北庙湖
	黑须污灯蛾 <i>Spilarctia casigneta</i>	北庙湖
	土白污灯蛾 <i>S. strigatula</i>	北庙湖
夜蛾科 Noctuidae	超桥夜蛾 <i>Anomis fulvida</i>	北庙湖
	银纹夜蛾 <i>Argyrogramma agnata</i>	东湖、青华湿地
	柳裳夜蛾 <i>Catocala electa</i>	北庙湖
	马蹄两色夜蛾 <i>Dichromia sagitta</i>	北庙湖
	粘虫 <i>Leucania separata</i>	东湖
	平嘴壶夜蛾 <i>Oraesia lata</i>	北庙湖
	淡银纹夜蛾 <i>Puriphusia purissima</i>	北庙湖
	斜纹夜蛾 <i>Spodoptera litura</i>	西湖
毒蛾科 Lymantriidae	雾黄毒蛾 <i>Euproctis conistica</i>	北庙湖
	漫星黄毒蛾 <i>E. plana</i>	北庙湖
	珊毒蛾 <i>Lymantria viola</i>	北庙湖
	榕透翅毒蛾 <i>Perina nuda</i>	北庙湖
拟灯蛾科 Hypsiidae	楔斑拟灯蛾 <i>Asota paliura</i>	北庙湖
带蛾科 Eupterotidae	金黄斑带蛾 <i>Eupterote geminate</i>	北庙湖、西湖
	丽江带蛾 <i>Palirisa cervina mosoensis</i>	北庙湖
	丝光带蛾 <i>Pseudojana incandescens</i>	北庙湖
蛱蝶科 Nymphalidae	钩翅眼蛱蝶 <i>Junonia iphita</i>	北庙湖
	翠蓝眼蛱蝶 <i>J. orithya</i>	青华湿地
灰蝶科 Lycaenidae	美男彩灰蝶 <i>Heliophorus androcles</i>	北庙湖
粉蝶科 Pieridae	斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i>	东湖、西湖
	大菜粉蝶 <i>Pieris brassicae</i>	青华湿地
	东方菜粉蝶 <i>P. canidia</i>	东湖
	云粉蝶 <i>Pontia edusa</i>	青华湿地
凤蝶科 Papilionidae	碧凤蝶 <i>Achillides bianor</i>	北庙湖
	美凤蝶 <i>Papilio (Menelaides) memnon</i>	北庙湖
斑蝶科 Danaiidae	异型紫斑蝶 <i>Euploea mulciber</i>	北庙湖
眼蝶科 Satyridae	白带黛眼蝶 <i>Lethe confusa</i>	北庙湖

在已鉴定的 55 种鳞翅目昆虫中,蝶类有 6 科 11 种,蛾类有 14 科 44 种。在科级水平上,夜蛾科物种最丰富,有 8 种,其次是灯蛾科,有 6 种,天蛾科有 5 种,刺蛾科、毒蛾科及粉蝶科各有 4 种,枯叶蛾科、尺蛾科、带蛾科各有 3 种,其余科仅 1~2 种。从个体数来看,数量最多的是中国扁刺蛾 *Thosea sinensis*,有 36 头;其次是金黄斑带蛾 *Eupterote geminate*,



有26头,柳毛虫 *Bhima rotundipennis* 有14头,雾黄毒蛾 *Euproctis conistica* 有13头,八点灰灯蛾 *Cretonotus transiens* 有11头,其他不足10头。有8种是保山市新纪录种,分别是:椋星尺蛾 *Arichanna jaguararia*、土白污灯蛾 *Spilarctia strigatula*、黑带美苔蛾 *Miltochrista maculifasciata*、淡银纹夜蛾 *Puriplysia purissima*、环鹿蛾 *Amata cingulata*、雾黄毒蛾 *Euproctis conistica*、美凤蝶 *Papilio (Menelaides) memnon*、云粉蝶 *Pontia edusa*。保山市青华海国家湿地公园有云南特有昆虫2种,分别是三带网蛾 *Rhodoneura taeniata* Warren、土白灯污蛾 *Spilarctia strigatula* Walker。

### 3 结论与讨论

此次在保山市林业局委托项目“保山市青华海湿地2018年昆虫监测”项目资助下,采集到鳞翅目昆虫388头124种(含形态种69种)。从已鉴定的鳞翅目昆虫来看,有8种为保山市新纪录种,分别是:椋星尺蛾、土白污灯蛾、黑带美苔蛾、淡银纹夜蛾、环鹿蛾、雾黄毒蛾、美凤蝶、云粉蝶;云南特有昆虫2种,分别是三带网蛾和土白灯污蛾。保山地区关于鳞翅目多样性的报导主要见于高黎贡山自然保护区和小黑山自然保护区,前者有蛾类27科262种,蝶类9科134种<sup>[19]</sup>;后者有蛾类16科86种,蝶类7科34种<sup>[20]</sup>。与高黎贡山自然保护区与小黑山自然保护区鳞翅目种类相比,保山市青华海国家湿地公园蛾类多样性居于中间水平。

在青华海国家湿地公园内,不同区域鳞翅目昆虫多样性不同,北庙湖区域鳞翅目昆虫多样性高,而西湖、东湖及青华湿地鳞翅目昆虫多样性低。在4个不同区域中,北庙湖区域鳞翅目昆虫种类和个体数量最多,多样性最高,这得益于该区域属于水源保护区,一直处于较好的保护中,且以自然植被为主,而这些自然植被在湿地建设中被认为具有重要的保护价值<sup>[8]</sup>;西湖区域次之,鳞翅目昆虫多样性相对东湖和青华湿地较高,该区域是近年来人工重建的园林生态系统,区域内种植了较多的乔灌木、草本花卉,为一些鳞翅目昆虫提供了食物资源及栖息场所;东湖区域与西湖区域毗邻,该区域也是人工重建的园林生态系统,但在西湖区域建成后才开始建设,目前只是大部分完成,故其鳞翅目昆虫种类及数量均低于西湖;而青华湿地鳞翅目昆虫种类和数量最少,这是由于该区域原有的农耕系统已大部分被破坏,正在进行工程施工,因而在此次调查中鳞翅目昆

虫多样性最低。从不同区域鳞翅目昆虫多样性的多寡来看,北庙湖区域在青华海国家湿地公园建设中占据举足轻重的地位,是整个湿地公园的昆虫库,对在建的其他区域的昆虫多样性恢复具有重要作用,应予以严格保护。而从几个人工重建的区域中较低的鳞翅目昆虫多样性来看,大面积工程施工对昆虫多样性的破坏力极大,在湿地公园建设中应重视这一问题,适于或能够进行自然恢复的区域,宜选择自然恢复,尽可能避免大范围的工程施工。

对鳞翅目昆虫的监测,网扫法和灯诱法是最常用到的采集方法,网扫法适宜在晴朗的白天进行,对采集蝶类效果好;灯诱法则在无雨的夜间进行,能十分高效地采集蛾类<sup>[4,21]</sup>。从本次调查来看,蝶类采集量总体较少,不同区域间的多样性差别不大;而蛾类的采集量较丰富,不同区域间蛾类多样性差异较大。因此,在保山市青华海国家湿地公园开展昆虫监测时,本着科学可行、效率优先的原则,宜在湿地公园内定点、定时,运用灯诱法进行蛾类多样性的监测。

建设青华海国家湿地公园,是保山市委市政府在大力加强生态文明建设的背景下提出的湿地生态环境建设项目,其目的是在对原有湿地进行科学有效的保护与恢复,全面打造绿色、生态、环保青华海,重现青华海昔日美景,改善保山市总体环境面貌。通过湿地生态系统动植物监测,掌握动植物多样性的变化动态,为实施科学管理提供参考,这就是湿地生物监测的根本。然而,在大多数监测项目中,动物的监测主要依赖脊椎动物,而占据绝大部分生物多样性的无脊椎动物却被忽视。对保山市青华海国家湿地公园动物多样性的调查显示,鱼类物种多样性较低甚至匮乏;而两栖爬行类物种多样性比较丰富<sup>[9-10]</sup>。鱼类的多样性和两栖爬行类多样性表现出不同的结果,在这种情况下,昆虫多样性的监测结果就显得尤为重要。鳞翅目昆虫多样性的监测结果表明,保山市青华海国家湿地公园昆虫多样性水平总体上比较丰富,但在湿地公园内的分布极不均衡,北庙湖区域多样性高,而西湖、东湖及青华湿地的多样性低。

对湿地生态系统进行昆虫监测,陆生的鳞翅目昆虫类群不能被忽视<sup>[22-23]</sup>,而水生半水生昆虫类群应是重点监测对象<sup>[24-25]</sup>。需要对这些类群进行调查,比较其与鳞翅目昆虫多样性之间的关系,以及昆虫多样性所代表的无脊椎动物多样性与鱼类、两栖爬行类多样性之间的关系,为青华海国家湿地公园

生物多样性监测选择最佳的生物监测类群,为科学合理地进行生物多样性监测与评价提供参考。

此次的昆虫监测首次对保山市青华海国家湿地公园的鳞翅目昆虫多样性进行了报导,相信随着湿地公园的全面建设及恢复,鳞翅目昆虫多样性必然增加。

### 参考文献:

- [1] 耿德铭,王自军,杨斌焱. 青华海的前世今生[J/OL]. 保山新闻网. (2016-07-11) [2019-01-15]. <http://www.baoshan.cn/561402@108041.htm>.
- [2] 彭少麟,陆宏芳. 恢复生态学焦点问题[J]. 生态学报, 2003, 23(7): 1249-1257.
- [3] 吴舒尧,黄姣,李双成. 不同生态恢复方式下生态系统服务与生物多样性恢复效果的整合分析[J]. 生态学报, 2017, 37(20): 6986-6999.
- [4] 欧晓红,宋劲忻,熊江. 昆虫调查[M]//喻庆国. 生物多样性调查与评价. 昆明:云南出版集团公司,云南科技出版社,2007:216.
- [5] BECCALONI G, SCOBLE M, KITCHING I, et al. LepIndex: The Global Lepidoptera Names Index. In: Roskov Y, Ower G, Orrell T, et al, eds. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life [DB/OL]. (2012-01-11) [2019-03-10] <http://www.catalogueoflife.org/col>.
- [6] BLAIR R B, LAUNER A E. Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient[J]. Biological Conservation, 1997, 80(1): 113-125.
- [7] MCKINNEY M L. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals[J]. Urban Ecosystems, 2008, 11(2): 161-176.
- [8] 吴兴华,余昌元. 青华海国家湿地公园植被多样性调查研究[J]. 林业调查规划, 2017, 42(6): 61-66.
- [9] 严娟,李明会,龚力波,等. 云南保山青华海湿地公园的两栖爬行类[J]. 产业与科技论坛, 2018, 17(16): 43-44.
- [10] 严娟,李明会,余昌元,等. 云南保山青华海湿地公园的鱼类[J]. 产业与科技论坛, 2018, 17(8): 49-51.
- [11] 刘兰英. 中国动物志·昆虫纲·第19卷·鳞翅目·灯蛾科[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [12] 刘友樵. 中国动物志·昆虫纲·第47卷·鳞翅目·枯叶蛾科[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [13] 武春生. 中国动物志·昆虫纲·第31卷·鳞翅目·舟蛾科[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [14] 中国科学院动物研究所. 中国蛾类图鉴 I[M]. 北京:科学出版社,1981.
- [15] 中国科学院动物研究所. 中国蛾类图鉴 II[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [16] 中国科学院动物研究所. 中国蛾类图鉴 III[M]. 北京:科学出版社,1982.
- [17] 中国科学院动物研究所. 中国蛾类图鉴 IV[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [18] 周尧. 中国蝶类志(上下册)[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1999.
- [19] 张培毅. 高黎贡山昆虫生态图鉴[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2011.
- [20] 喻庆国,钱德仁. 小黑山自然保护区[M]. 昆明:云南科技出版社,2006.
- [21] MILLAR I M, UYS V M, URBAN R P. Collecting and Preserving Insects and Arachnids[M]. ARC-Plant Protection Research Institute, Pretoria, 2000: 54.
- [22] 尤平,李后魂,王淑霞. 天津北大港湿地自然保护区蛾类的多样性[J]. 生态学报, 2006, 26(4): 999-1004.
- [23] KOREN T, VUKOTIC K, CRNE M, et al. Diversity of the moth fauna (Lepidoptera: Heterocera) of a wetland forest: A case study from Motovun forest, Istria, Croatia[J]. Periodicum Biologorum, 2015, 117(3): 399-414.
- [24] DAVIS J, HORWITZ P, NORRIS R, et al. Are River Bioassessment Methods using Macroinvertebrates Applicable to Wetlands[J]. Hydrobiologia, 2006, 572(1): 115-128.
- [25] 于昕,卜文俊,朱琳. 应用蜻蜓目昆虫进行生态环境评价的研究进展[J]. 生态学杂志, 2012, 31(6): 1585-1590.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.009

## 广东惠州金桔自然保护区植物多样性调查研究

周于琼

(广东省岭南综合勘察设计院,广东 广州 510642)

**摘要:**在实地调查与查阅资料的基础上,对广东省惠州市惠阳区金桔自然保护区植物多样性及其区系进行分析评价。结果表明,保护区内野生维管束植物多样性较为丰富,共有153科493属804种;植物区系以热带成分为主,热带性质的属有261属,占总属数的80.32%;温带性质的属仅有64个,占总属数的19.71%;保护区植被可分为4个植被型,主要有亚热带常绿阔叶林,以及呈斑块状分布的针阔混交林、马尾松林和荔枝林。针对保护区的现状问题与面临机遇,提出保护植物多样性、保持生态系统的连贯性和完整性与加强管理等建议。

**关键词:**植被类型;分布区类型;维管束植物;植物多样性;金桔自然保护区

中图分类号:S718;S759.93 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0045-06

引文格式:周于琼.广东惠州金桔自然保护区植物多样性调查研究[J].林业调查规划,2019,44(6):45-50.

ZHOU Yuqiong. Investigation on Plant Diversity in Jinju Nature Reserve of Huizhou[J]. Forest Inventory and Planning, 2019,44(6):45-50.

## Investigation on Plant Diversity in Jinju Nature Reserve of Huizhou

ZHOU Yuqiong

(Lingnan Integrated Exploration and Design Institute of GuangDong, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** The plant diversity and flora of Jinju Nature Reserve in Huiyang District, Huizhou City, Guangdong Province were analyzed and evaluated by the field investigation and reference data. The results showed that the diversity of wild vascular plants in the reserve was rich, with a total of 804 species in 493 genera and 153 families, and the flora was mainly tropical, with 261 genera of tropical nature, accounting for 80.32% of the total genera, only 64 genera of temperate nature, accounting for 19.71%, and the vegetation in the reserve could be divided into 4 types, mainly with subtropical evergreen broad-leaved forest, and patchy-distribution coniferous and broad-leaved mixed forest, *Pinus massoniana* forest and *Litchi chinensis* forest. In view of the current problems and opportunities of the reserve, this paper suggested to protect plant diversity, maintain the continuity and integrity of the ecosystem and strengthen management.

**Key words:** vegetation type; areal types; vascular plants; plant diversity; Jinju Nature Reserve

### 1 研究区自然地理概况

目前,保护生物多样性主要有两种方式,一种是

就地保护,一种是迁地保护<sup>[1]</sup>。建立自然保护区是对生物多样性的就地保护,也是保护生物多样性最直接、最有效的措施。广东省惠州市惠阳金桔市级

收稿日期:2019-06-21;修回日期:2019-08-26.

第一作者:周于琼(1984-),男,广东雷州人,工程师.主要从事林业调查规划设计工作

自然保护区(以下简称保护区),于 2000 年 12 月获得批准建立,行政隶属于惠阳市,东与惠东县白花镇交界,南与惠州市大亚湾经济开发区的霞涌镇、澳头镇交接,西与淡水街道新桥村鹊婆岩山相接,北接沙田水库,处于铁炉嶂山脉西北面,地处南回归线以南。地理坐标为 114°32'24"~114°35'53"E,22°48'03"~22°51'22"N,总面积 2 221.5 hm<sup>2</sup>,其中核心区 763 hm<sup>2</sup>,缓冲区 569.9 hm<sup>2</sup>,实验区 888.6 hm<sup>2</sup>。

保护区地层古老,主要为下古生界形成的浅海相沉积岩和新生界第四系地层,地貌主要为低山丘陵,山体最大相对高差约 700 m,坡度多在 25°左右。年平均气温 21.7℃,年平均降水量 1 720.2 mm。土壤分布有赤红壤和山地红壤 2 个土类。属森林生态及野生动物类型的自然保护区,主要保护对象为南亚热带常绿阔叶林、珍稀动物和水源涵养林,是珠江三角洲东南部一处保存较完好的自然生态区域。与此同时,全球北回归线附近由于森林植被遭受严重破坏,又高温缺水,土壤严重沙化,几乎形成北回归线沙漠带,仅存我国境内广东、广西、云南等省区的森林,被称为北回归线上的绿洲,金桔保护区是这片绿洲中一颗璀璨的明珠,在南亚热带气候带中具有生物多样性的典型代表意义。

## 2 研究方法

### 2.1 植物调查

植物调查主要采用样方法和样线法,通过实地调查,现场记录所见植物种类,辅以标本采集。根据所采标本的鉴定,以及结合相关的文献资料,编撰了金桔自然保护区维管束植物名录。利用 Excel 2010 进行科、属、种的统计分析,根据吴征镒对种子植物属分布区类型的划分原则<sup>[2]</sup>进行种子植物区系分析。

### 2.2 植被调查

植被调查主要采取样方法,确定样地位置后用 GPS 测定样地海拔高度、经纬度,记录样方内所有物种。在记录的同时采集未能确定物种的凭证标本,并拍摄群落外貌及重要物种照片。遵循群落学—生态学的分类原则,及根据考察所得的样地材料,进行植被划分。

## 3 保护区植物多样性组成及其区系

### 3.1 植物种类

据初步实地调查和有关资料统计,金桔保护区

共调查记录到维管束植物 153 科 493 属 804 种,其中,蕨类植物有 22 科 37 属 58 种,裸子植物 6 科 6 属 10 种,被子植物 125 科 450 属 736 种(其中双子叶植物 107 科 371 属 632 种、单子叶植物 18 科 79 属 104 种),其植物类群组成见表 1。

表 1 惠州金桔自然保护区植物数量结构统计

Tab. 1 Statistics of plant quantity structure in Jinju Nature Reserve of Huizhou

分类群	科		属		种	
	科数	占比/%	属数	占比/%	种数	占比/%
蕨类植物	22	14.38	37	7.51	58	7.21
裸子植物	6	3.92	6	1.22	10	1.24
双子叶植物	107	69.93	371	75.25	632	78.61
单子叶植物	18	11.76	79	16.02	104	12.94
合计	153	100	493	100	804	100

### 3.2 植物多样性分析

#### 3.2.1 科的数量结构分析

金桔自然保护区共有维管束植物 153 科,有 10 种及以上的科的排序见表 2。

由表 2 中可知,有 10 种及以上的科有 19 个,占该区总科数的 12.42%。这些科包含了 222 属,占总属数的 45.03%;共计 382 种,占总种数的 47.51%。含 25 种以上的科有菊科、大戟科、茜草科、蝶形花科、禾亚科以及樟科,这 6 个科在保护区为优势科。

从科内属一级的分析来看,在保护区内仅出现 1 属的科有 71 科,占总科数的 46.41%,共计 71 属,占总属数的 14.40%;出现 2~5 属的科有 62 个,占 40.52%,共计 183 属,占 37.12%;出现多于 5 属的科有 20 科,占 13.07%,共计 239 属,占 48.48%。可以看出,在保护区内仅出现 1 属的科与出现 2~5 属的科所占组成比例相差不大,但二者与出现多于 5 属的科所占组成比例差距较为悬殊。因此,这些所含属、种数不多的科,在某种程度上对保护区物种多样性的形成和发展具有重要的意义。保护区维管束植物科内属的数量结构见表 3。

从科内种一级的分析来看,在保护区内仅出现 1 种的科有 46 个,占总科数的 30.07%,共有 46 种,占总种数的 0.06%;出现 2~5 种的科有 60 科,占 39.22%,共有 179 种,占 22.26%;种数多于 5 种的科有 47 科,占 30.72%,共有 579 种,占 72.01%。

表 2 惠州金桔自然保护区维管束植物有 10 种以上的科

**Tab. 2 Families containing over 10 species of vascular plants in Jinju Nature Reserve of Huizhou**

科中文名	科拉丁名	属数	种数
菊科	Asteraceae	34	50
大戟科	Euphorbiaceae	18	31
茜草科	Rubiaceae	17	30
蝶形花科	Papilionaceae	19	29
禾亚科	Gramineae	25	27
樟科	Lauraceae	9	26
桑科	Maraceae	6	20
莎草科	Cyperaceae	12	18
蔷薇科	Rosaceae	8	16
玄参科	Scrophulariaceae	9	16
唇形科	Labiatae	13	16
芸香科	Rutaceae	10	15
紫金牛科	Myrsinaceae	5	15
马鞭草科	Verbenaceae	6	15
桃金娘科	Myrtaceae	8	13
壳斗科	Fagaceae	4	13
茶科	Theaceae	4	12
含羞草科	Mimosaceae	5	10
兰科	Orchidaceae	10	10
合计		222	382

**表 3 惠州金桔自然保护区维管束植物科内属的数量结构**

**Tab. 3 Genera quantity structure of families of vascular plants in Jinju Nature Reserve of Huizhou**

类型	科数	占总科数比例/%	属数	占总属数比例/%
仅出现 1 属的科	71	46.41	71	14.40
出现 2~5 属的科	62	40.52	183	37.12
出现 5 属以上的科	20	13.07	239	48.48
合计	153	100	493	100

保护区维管束植物科内种的数量结构见表 4。

### 3.2.2 属的数量结构分析

金桔保护区维管束植物共 493 属,仅出现 1 种的属有 340 个,占总属数的 68.97%,共有 340 种,占总种数的 42.29%,说明以“单种属”形式存在的维管束植物所占比例较大;出现 2~3 种的属有 116 个,占总属数的 23.53%,共有 264 种,占总种数的 32.84%;出现 3 种以上的属有 37 个,占总属数的

**表 4 惠州金桔自然保护区维管束植物科内种的数量结构**

**Tab. 4 Species quantity structure of families of vascular plants in Jinju Nature Reserve of Huizhou**

类型	科数	占总科数比例/%	种数	占总种数比例/%
仅出现 1 种的科	46	30.07	46	0.06
出现 2~5 种的科	60	39.22	179	22.26
出现 5 种以上的科	47	30.72	579	72.01
合计	153	100	804	100

0.08%,共有 200 种,占总种数的 24.88%。保护区维管束植物属内种的数量结构见表 5。

**表 5 惠州金桔自然保护区维管束植物属内种的数量结构**

**Tab. 5 Species quantity structure of genera of vascular plants in Jinju Nature Reserve of Huizhou**

类型	属数	占总属数比例/%	种数	占总种数比例/%
仅出现 1 种的科	340	42.29	340	42.29
出现 2~3 种的科	116	23.53	264	32.84
出现 3 种以上的科	37	0.08	200	24.88
合计	493	100	804	100

### 3.2.3 珍稀濒危植物

根据国务院 1999 年公布的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》<sup>[3]</sup>,其中野生保护植物 6 科 6 属 6 种,全部为国家 II 级保护的植物;在《国家重点保护野生植物名录(第二批)》(讨论稿)中,包括保护植物 2 科 9 属 9 种,均为 II 级保护。根据《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES),包含保护植物 4 科 11 属 11 种,均属 II 级保护。根据《世界自然保护联盟》(IUCN),含有野生保护植物 5 科 11 属 11 种;其中近危、濒危均 1 种,易危 2 种,低危 8 种。还有 3 种为中国特有,分别是土沉香、巴戟天和广东石豆兰。这类植物是保护区的主要保护对象(表 6)。

### 3.3 种子植物属的分布区类型分析

保护区共有野生种子植物 356 属,其中裸子植物 6 属,被子植物 350 属。根据吴征镒对种子植物属分布区类型的划分原则<sup>[2]</sup>,金桔保护区 356 属分别归属于 13 个分布区类型和 13 个分布变型(表 7)。世界分布属是指几乎遍布世界各大洲而没有特殊分布中心的属,或虽只有一个或数个分布中心而包含世界广布种的属。金桔保护区这一类型共有 31 属,它们主要隶属于一些世界广布的大科。除世

表 6 惠州金桔自然保护区珍稀濒危及保护植物种类

Tab. 6 Rare and endangered and protected plant species in Jinju Nature Reserve of Huizhou

种名	拉丁学名	科名	保护等级	CITES	IUCN	特有性
金毛狗	<i>Cibotium barometz</i>	蚌壳蕨科	国家 II 级	II		
苏铁蕨	<i>Brainea insignis</i>	乌毛蕨科	国家 II 级		易危(VU)	
桫欏	<i>Alsophila spinulosa</i>	桫欏科	国家 II 级	II	近危(NT)	
樟树	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科	国家 II 级		低危(LC)	
土沉香	<i>Aquilaria sinensis</i>	瑞香科	国家 II 级	II	易危(VU)	中国特有
巴戟天	<i>Morinda officinalis</i>	茜草科	国家 II 级			中国特有
金线兰	<i>Anoectochilus roxburghii</i>	兰科		II	濒危(EN)	
广东石豆兰	<i>Bulbophyllum kwangtungense</i>	兰科		II	低危(LC)	中国特有
墨兰	<i>Cymbidium sinense</i>	兰科		II	易危(VU)	
华美冠兰	<i>Eulophia graminea</i>	兰科		II	低危(LC)	
高斑叶兰	<i>Goodyera procera</i>	兰科		II	低危(LC)	
见血青	<i>Liparis nervosa</i>	兰科		II	低危(LC)	
石仙桃	<i>Pholidota chinensis</i>	兰科		II	低危(LC)	
绶草	<i>Spiranthes sinensis</i>	兰科		II	低危(LC)	

表 7 惠州金桔自然保护区种子植物属的分布区类型

Tab. 7 Genera area-types of seed plants in Jinju nature reserve of Huizhou

分布类型	属数	占比/%
1. 世界分布	31	扣除
2. 泛热带分布	112	34.46
2-1. 热带亚洲、大洋洲和中、南美洲(墨西哥)间断分布	3	0.92
2-2. 热带亚洲、非洲和南美洲间断分布	6	1.85
3. 热带亚洲至美洲间断分布	10	3.08
4. 旧世界热带分布	30	9.23
4-1. 热带亚洲、非洲和大洋洲间断分布	4	1.23
5. 热带亚洲至热带大洋洲间断分布	23	7.08
6. 热带亚洲至热带非洲间断分布	11	3.38
6-2. 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布	1	0.31
7. 热带亚洲(印度-马来西亚)分布	51	15.69
7-1. 爪哇(或苏门达腊)、西马拉雅间断或星散分布到华南、西南	6	1.85
7-2. 热带印度至华南(尤其云南南部)分布	2	0.62
7-4. 越南(或中南半岛)至华南或西南	2	0.62
8. 北温带分布	19	5.85
8-4. 北温带和南温带间断分布	6	1.85
8-5. 欧亚和南美洲温带间断分布	1	0.31
9. 东亚和北美洲间断分布	12	3.69

续表 7

分布类型	属数	占比/%
10. 旧世界温带分布	5	1.54
10-1. 地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布	2	0.62
10-3. 欧亚和南部非洲(有时也在大洋州)间断分布	1	0.31
11. 温带亚洲分布	1	0.31
14. 东亚分布	8	2.46
14-1. 中国-西马拉雅	3	0.92
14-2. 中国-日本	4	1.23
15. 中国特有分布	2	0.62
合计	356	100

界分布属以外,保护区热带性质的属有 261 属,占总属数的 80.32%(扣除世界分布属,下同);温带性质的属与热带性质的属的比例相差较大,仅有 64 属,占总属数的 19.71%。这一结果表明保护区植物区系以热带成分为主,显示该区系具有很强的热带性;东亚分布型及其 2 个变型共有 15 属,占总属数的 4.61%,虽然数量不多,但它们的出现增添了温带成分入侵的色彩。

### 3.4 植被多样性

据野外实地调查,按照《中国植被》对其植被类型的划分<sup>[4;5]</sup>初步统计,保护区植被可分为 4 个植

被型,保护区植被主要为亚热带常绿阔叶林,主要群丛有黧蒴+鼠刺、木荷+黧蒴、樟树+鸭脚木、鸭脚木+

土沉香等,以及呈斑块状分布的马尾松林、针阔混交林和荔枝林(图 1、表 8)。

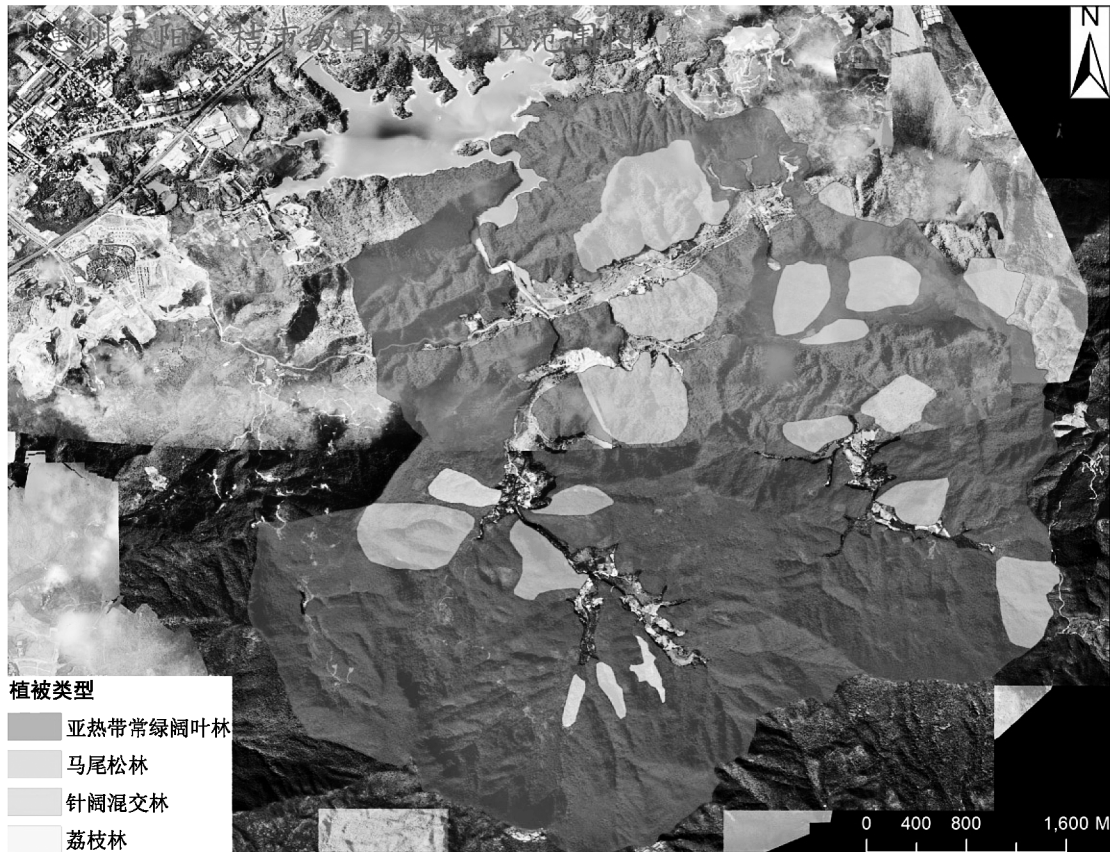


图 1 惠州市金桔自然保护区植被类型分布

Fig. 1 Distribution of vegetation types in Jinju nature reserve of Huizhou

## 4 植物资源评价与保护建议

### 4.1 植物资源评价

金桔保护区内植物资源丰富,类型多样,其中不少种类具有开发和可持续利用的价值。除珍稀濒危及保护植物外,金桔自然保护区具有一定经济价值的植物较多,如三白草(*Saururus chinensis*)、草珊瑚(*Sarcandra glabra*)、土茯苓(*Smilax glabra*)、地胆草(*Elephantopus scaber*)、巴戟天等药用植物;朴树(*Celtis sinensis*)、罗浮锥(*Castanopsis fabri*)等材质坚重,有弹性,纹理直,耐腐,易加工,为车、船、梁、柱、建筑及家具的优质用材;杨梅(*Myrica rubra*)叶可提芳香油,果可食。此外,保护区内具有开发作为景观植物的植物资源十分丰富,观形植物有白蜡树(*Fraxinus chinensis*)、浙江润楠(*Machilus chekiangensis*)、红鳞蒲桃(*Syzygium hancei*)、山蒲桃(*Syzygium levinei*)、麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)等;观叶植物

苏铁蕨、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、半边旗(*Pteris semipinnata*)、金星蕨(*Parathelypteris glanduligera*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、常春藤(*Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis*)等;观花植物毛棉杜鹃(*Rhododendron moultainense*)、深山含笑(*Michelia maudiae*)、红花荷(*Rhodoleia championii*)、白花油麻藤(*Mucuna birdwoodiana*)、珊瑚树(*Viburnum odoratissimum*)、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)、首冠藤(*Bauhinia corymbosa*)等。

### 4.2 保护建议

#### 4.2.1 保护植物多样性

目前地球上的生物物种每年以 0.1%~1.1% 的速率在急剧减少,人类社会开始进入保护生物多样性的时代<sup>[6]</sup>。自然生境大规模、快速丧失使得生物多样性急剧减少。自然保护区在生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性的保护中,有着不可替代的地位和作用<sup>[7]</sup>。因此,要科学制定相应措施对

表 8 金桔保护区植被类型

Tab. 8 Vegetation types in Jinju nature reserve of Huizhou

植被型	分布类型	主要分布带	群落	群落特征
亚热带常绿阔叶林	连片状分布	海拔 200~500 m 的山地	1. 黧蒴+鼠刺	常绿, 树木高大, 郁闭度 0.75 以上, 林冠整齐, 林层分层明显
			2. 木荷+黧蒴	
			3. 樟树+鸭脚木	
			4. 鸭脚木+土沉香	
亚热带针阔混交林	斑块状分布	海拔约 250~500 m 的山地	5. 马尾松+木荷	林冠不整齐, 林下植被杂乱, 次生性较强; 郁闭度 0.60 以上
			6. 马尾松+猴耳环	
			7. 马尾松+绒毛润楠	
马尾松林	斑块状分布	海拔 200~400 m 的丘陵山地	8. 马尾松	常绿, 林相整齐, 乔木层高 6~10 m, 冠层盖度达 50%, 草本层盖度达 90% 以上
荔枝林	斑块状分布	海拔 220 m 以下的山地丘陵地区	9. 荔枝	人工栽植, 灌木层、草本层植物种类少

保护区内的原生植物加以保护。针对保护区内金毛狗、苏铁蕨、桫欏、土沉香、巴戟天、金线兰等珍稀濒危物种, 应因地制宜地建立保护点, 并对其分布区域应严格加以控制, 以促进其自然更新。

#### 4.2.2 保持生态系统的连贯性和完整性

自然保护区提供了物种生存以及自然进化的场所<sup>[8]</sup>, 特定空间中生物群落与其环境相互作用的统一体组成生态系统由生物群落和无机环境组成。自 2000 年建区以来, 保护区内修建防火隔离带 21.50 km(截至 2018 年), 且周边共有 8 个村民小组与保护区相接, 道路较多。因此, 在保护区规划及修复中, 要避免人工设施的大范围覆盖, 以保证生物生态

廊道的通畅, 保持保护区与周边自然环境的连贯性, 避免保护区生境的过分割割而造成环境退化。与此同时, 要保护保护区生态的循环体系和缓冲保护带, 避免周遭乡镇发展与高密度、高频度的人为活动对保护区环境的过度干扰。

#### 4.2.3 加强管理

保护区虽已设立自然保护区管理所, 但各项基础设施匮乏, 不利于保护区自然资源保护。此外, 在国家自然保护地整合优化评估的档口要抓住机遇, 认真研习《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系指导意见》(中发办[2019]42 号), 积极配合广东省自然保护地整合优化工作, 构建统一的自然保护地分类分级管理体制, 提高保护区管理效能和生态产品供给能力。

#### 参考文献:

[1] 顾万春, 李文英. 我国林木种质资源共享现状及建议[J]. 世界林业研究, 2007(1): 66-69.

[2] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(S4): 1-139.

[3] 国家林业局和农业部. 中国国家重点保护野生植物名录(第一批)[EB/OL]. [http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content\\_60072.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content_60072.htm). 1999.

[4] 王伟铭, 李春海, 舒军武, 等. 中国南方植被的变化[J]. 中国科学: 地球科学, 2019, 11(3): 1-13.

[5] 陈瑛瑛, 陈雯, 武威, 等. 中国南方植被 NPP 时空变化及其对气候因子的响应[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2015, 36(3): 104-110.

[6] 方精云. 探索中国山地植物多样性的分布规律[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 1-4.

[7] 李新平. 自然保护区在山西生物多样性保护中的地位与作用[J]. 山西林业, 2013(2): 21-23.

[8] 龚洵, 武全安. 自然保护区在保护生物多样性中的作用和意义[J]. 广西植物, 1993(4): 25-28.

(责任编辑 刘平书)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.010

## 大理苍山洱海国家级自然保护区生物多样性保护对策研究

姜杰,姜健发

(云南省林业调查规划院大理分院,云南大理 671000)

**摘要:**从动物多样性、植物多样性、景观多样性3方面探讨大理苍山洱海国家级自然保护区丰富的生物多样性。分析其面临的威胁因素包括:资金投入不足、不合理的人类活动、外来物种入侵、森林火灾、生态旅游和科考等。提出加快建立保护区的资金投入机制,加大资金投入,加强对不合理的人类活动的管理,减少对保护区资源的依赖,加强对外来入侵物种的清除和管理,强化林火管理,加强森林防火体系建设,加强生态旅游和科学考察的管理等建议。

**关键词:**生物多样性;维管束植物;威胁因素;保护对策;大理苍山洱海国家级自然保护区

中图分类号:S718;S759.93 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0051-05

引文格式:姜杰,姜健发.大理苍山洱海国家级自然保护区生物多样性保护对策研究[J].林业调查规划,2019,44(6):51-55,60.

JIANG Jie,JIANG Jianfa. Countermeasure of Biodiversity Conservation in Dali Cangshan-Erhai National Nature Reserve [J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(6):51-55,60.

### Countermeasure of Biodiversity Conservation in Dali Cangshan-Erhai National Nature Reserve

JIANG Jie, JIANG Jianfa

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

**Abstract:** This paper discussed the rich biodiversity of Dali Cangshan-Erhai National Nature Reserve from the aspects of animal diversity, plant diversity and landscape diversity, analyzed the the threat factors to the biodiversity including insufficient investment, unreasonable human activities, invasion of alien species, forest fires, ecotourism and scientific research, as well as suggested to speed up the establishment of fund investment mechanism, improve the management of unreasonable human activities, reduce the dependence on the resources of the reserve, increase the removal and management of alien invasive species, strengthen the construction of forest fire prevention system and the management of ecotourism and scientific investigation.

**Key words:** biodiversity; vascular plants; threat factors; conservation strategies; Dali Cangshan-Erhai National Nature Reserve

收稿日期:2019-05-14.

第一作者:姜杰(1975-),男,云南大理人,助理工程师.研究方向:林业规划、森林资源调查在林业资源中的应用. Email: ihopehappyeveryday@163.com

责任作者:姜健发(1985-),男,助理工程师.研究方向:林业规划、地理信息技术在林业中的应用. Email:513415906@qq.com

## 1 保护区概况

云南大理苍山洱海国家级自然保护区(以下简称“保护区”)位于大理白族自治州境内,地理位置为 90°57′~100°18′E, 25°26′~26°00′N, 是将苍山、洱海两部分作为一个具有陆生和水生生态系统的整体进行全面规划和保护的自然保护区。1981 年经省人民政府批准建立苍山洱海省级自然保护区, 1994 年经国务院批准晋升为国家级自然保护区。保护区地跨 1 市 2 县, 苍山东坡为大理市、西坡为漾濞县、北端为洱源县, 洱海湖面属于大理市。总面积为 79 700 hm<sup>2</sup>, 其中:核心区 21 092 hm<sup>2</sup>, 缓冲区 27 488 hm<sup>2</sup>, 实验区 31 120 hm<sup>2</sup>。属于自然生态系统类别的大型保护区。主要保护对象:高原淡水湖泊水体湿地生态系统;第四纪冰川遗迹高原淡水湖泊;以苍山冷杉—杜鹃林为特色的高山植被及生态景观;以大理裂腹鱼(大理弓鱼)为主要成分的特殊鱼类区系<sup>[1,4]</sup>。

保护区有草甸、灌丛、稀树灌木草丛、竹林、硬叶常绿阔叶林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、温性针叶林、暖性针叶 9 个植被型, 占云南省的 75%, 占全国的 31%;有高山草甸、亚高山草甸、寒温性灌丛、暖性石灰岩花丛、暖性稀树灌木草丛、温性竹林、寒温山地硬叶常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、落叶阔叶林、寒温性针叶、温凉性针叶林、暖温性针叶林 13 个植被亚型, 占云南省的 38%, 占全国的 21%。

## 2 生物多样性

保护区地处哀牢山和横断山脉的过渡地带, 由陆生和水生两部分生态系统组成, 由于海拔的差异、地形的复杂、环境的多样, 使保护区形成了丰富多样的生物资源和景观。

### 2.1 动物多样性

保护区地处滇中高原西部与横断山脉南端交汇地带, 由苍山、洱海两大部分组成。苍山森林茂密、自然环境复杂多样, 而洱海为国家重要湿地, 为野生动物提供了良好的栖息地, 孕育了丰富的生物多样性。保护区共记录脊椎动物 407 种, 隶属于 4 纲 36 目 89 科, 包括兽类 10 目 31 科 86 种, 鸟类 18 目 42 科 263 种, 两栖爬行类 4 目 9 科 28 种, 鱼类 4 目 7 科 30 种。

#### 1) 鱼类资源

洱海共记录鱼类 30 种, 隶属于 4 目 7 科 19 属,

包括 17 种土著鱼类和 13 种外来鱼类, 其中油吻孔鲃 *Poropuntius exiguous*、颌突吻孔鲃 *Poropuntius cogginii*、大理裂腹鱼 *Schizothorax taliensis*、洱海鲤 *Cyprinus barbatus*、大理鲤 *Cyprinus daliensis*、春鲤 *Cyprinus longipectoralis*、大眼鲤 *Cyprinus megalophthalmus* 和洱海副鳅 *Paracobitis erhaiensis* 等 8 种为洱海特有鱼类; 云南裂腹鱼 *Schizothorax yunnanensis* 为洱海、剑湖等滇西湖群特有种; 杞麓鲤 *Cyprinus carpio chilia* 为云贵高原湖泊特有种。

#### 2) 两栖爬行类资源

保护区共记录到两栖爬行动物 4 目 9 科 28 种, 其中国家重点保护物种仅红瘰疣螈 *Tylostrotion verucosus* 1 种。双团棘胸蛙 *Rana yunnanensis* 被列入 IUCN 红色名录(被界定为濒危物种)。保护区内的两栖爬行类动物中, 红瘰疣螈和大蹼铃蟾微蹼亚种 *Bombina maxima microdeladigitora* 为云南省特有种; 而滇蛙 *Rana pleuraden* 和昭觉林蛙 *Rana chaochiaoensis* 属云贵高原特有种; 无指盘臭蛙 *Rana grahami* 和杜氏泛树蛙 *Rhacophorus dugritei* 为中国特有种。

#### 3) 鸟类资源

根据《云南鸟类志》、《云南湿地》、《苍山志》和《大理苍山东坡鸟类初步调查》等文献资料记载及此次实地考察, 保护区共记录鸟类 18 目 42 科 263 种。鸟类组成以雀形目 PASSERIFORMES 为主, 共记录 158 种, 占保护区鸟类的 60.08%, 其中以鹟科 Muscicapidae 种数最多, 共 92 种, 占保护区鸟类的 34.98%。保护区记录的鸟类有黑颈长尾雉 *Syrmatius humiae* 1 种国家 I 级重点保护野生动物, 有黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、雀鹰 *Accipiter nisus*、普通鵟 *Buteo buteo*、高山鹰鵟 *Spizaetus nipalensis*、白尾鸢 *Circus cyaneus*、红隼 *Falco tinnunculus*、游隼 *Falco peregrinus*、血雉 *Ithaginis cruentus*、红腹角雉 *Tragopan temminckii*、白鹇 *Lophura nycthemera*、白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*、棕背田鸡 *Porzana bicolor*、楔尾绿鸠 *Treron sphenura*、厚嘴绿鸠 *Treron curvirostra*、大紫胸鹦鹉 *Psittacula derbiana*、灰头鹦鹉 *Psittacula himalayana*、小鸦鹃 *Centropus toulou*、草鸮 *Tyto capensis*、鵞 *Bubo bubo*、领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*、斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides* 等 21 种国家 II 级重点保护野生动物及斑头雁 *Anser indicus*、灰雁 *Anser anser*、山斑鸠 *Streptopelia orientalis* 等 170 种国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物, 受国家保护鸟类共计 192 种。此外, 血雉、白腹锦鸡、

大紫胸鸚鵡、领雀嘴鹎 *Spizixos semitorques*、棕头雀鹛 *Alcippe ruficapilla*、白领凤鹛 *Yuhina diademata* 和滇鹛 *Sitta yunnanensis* 为中国特有种。

#### 4) 兽类资源

根据《大理苍山洱海国家级自然保护区生物多样性名录》、《大理苍山洱海自然保护区的小型兽类》以及本次调查,保护区共记录到哺乳动物 10 目 31 科 64 属 86 种,其中:豹 *Panthera pardus*、云豹 *Neofelis nebulosa*、熊猴 *Macaca assamensis* 和林麝 *Moschus berezovskii* 4 种属国家 I 级重点保护野生动物;小熊猫 *Ailurus fulgens*、大灵猫 *Viverra zibetha*、小灵猫 *Viverricula indica*、金猫 *Catopuma temminckii*、丛林猫 *Felis chaus*、猕猴 *Macaca mulatta*、黑熊 *Ursus thibetanus*、水鹿 *Rusa unicolor*、中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii*、川西斑羚 *Naemorhedus griseus*、中国穿山甲 *Manis pentadactyla* 和黄喉貂 *Martes flavigula* 12 种为国家 II 级重点保护野生动物。

## 2.2 植物多样性

据相关资料统计,截至目前,保护区有维管束植物 215 科 972 属 3 119 种(包括种下等级)。其中蕨类植物 44 科 102 属 345 种,裸子植物 5 科 8 属 14 种,被子植物 166 科 862 属 2 760 种(表 1)。

表 1 大理苍山洱海国家级自然保护区维管束植物统计

Tab. 1 Statistics of vascular plants in Dali Cangshan-Erhai National Nature Reserve

植物类群	科数	属数	种数
蕨类植物	44	102	345
种子植物	171	870	2774
裸子植物	5	8	14
被子植物	166	862	2760
合计	215	972	3119

苍山片区有维管束植物 208 科 954 属 3 086 种;洱海片区有水生维管束植物 23 科 38 属 52 种。保护区种子植物区系的地理成分复杂,联系广泛,分布镶嵌交错。种子植物 171 科可划分为 8 个类型和 10 个变型;870 属可划分为 15 个类型和 18 个变型;2 774 种可划分为 15 个类型、25 个亚型、11 个变型及 4 个小型。根据种一级的统计分析结果,保护区种子植物 2 774 种中,有热带性质计 604 种(不计世界广布种),占全部种数的 21.8%;有温带性质计 2 146 种,占 77.9%。

保护区有国家级重点保护植物 9 种,国家 I 级重点保护植物有红豆杉、银杏 2 种。国家 II 级保护植物有扇蕨、秃杉、子宫草、西康玉兰、毛红椿、金荞麦、水青树、硫黄杜鹃、蓝果杜鹃、似血杜鹃、胡桃、黄牡丹、滇山茶、长叶竺麻、云南红景天、长鞭红景天、青篙、白菊木等 18 种。中国特有种有滇藏木兰、豹子花、假百合 3 种。云南特有种有云南红豆杉、高河菜、滇黄芩、龙女花 4 种。苍山特有种有苍山杜鹃、阔叶杜鹃、蓝花大叶报春、大理独花报春、美报春 5 种。苍山陆生系统花卉植物资源丰富,有云南八大名花的全部种类,如山茶花、杜鹃花、木兰花、报春花、百合花、龙胆花、兰花、绿绒篙等;有药用植物 199 科 601 种;有经济果木茶、核桃、板栗、石榴、柑桔、梅、杏、李、桃等<sup>[1]</sup>。

## 2.3 景观多样性

保护区优越的地理位置、丰富的生物多样性、保存完整与独特的文化特征和冰川遗迹,造就了丰富多样的景观,包括:种植稻、麦、豆类、玉米为主的农田景观;茶叶、棕榈、油桐、核桃、桃、梅、李等旱地景观;保护区内外各具特色的白族、彝族、汉族等民族村落聚落景观;村落、乡镇、县城连通的土路、水泥路、柏油路等道路景观;苍山十八溪、黑惠江等河流景观;洱海、苍山洗马潭等高原湖泊景观;苍山上以云南松、南烛、杜鹃为主的云南松林景观;以华山松、栲、栎类萌生树为主的华山松、栎类林景观;以云南铁杉、石栎、高山栲为主的针阔混交林景观;以苍山冷杉、云南铁杉、箭竹为主的箭竹冷杉林景观;以苍山杜鹃、常绿高山杜鹃、草类苔藓为主的高山杜鹃草甸林景观;以生长有稀少的低等植物雪茶、地衣为主的高山荒漠景观;以草本、龙胆为主的高山草甸景观。整个保护区水陆相依,山川辉映,形成独特的“风花雪月”风貌,综合价值较高<sup>[2-10]</sup>。

## 3 生物多样性的威胁因素

### 3.1 资金投入不足,管理压力大

保护区的资金主要来自国家专项财政资金投入和国家、省级生态公益林补偿,地方经济发展比较落后,支柱产业少,地方财政相对紧缺,配套投入到保护区的资金相对不足。另外,保护区周边人口密度较大,人为活动较频繁,财政对保护区周边社区的经济补偿较低,有的几乎没有补偿。保护区洱海片区周边建有环洱海公路,交通便利,环境优美,旅游资源丰富,外来资金大量流入周边社区发展旅游业,建大量的旅游客栈、餐饮和民宿,环洱海的污水处理

系统没有较好地运行和维护,游客自由进出保护区,对洱海的管理带来较大压力。

### 3.2 不合理的人类活动

保护区是云南省唯一的城市近郊型保护区,位于地级市州政府的所在地。周边有大量的城镇、村庄和农田,居住着大量的土著居民,随着经济、生活水平的提高和居民对美好生活的向往,对保护区内的自然资源如药材、水、渔业、水产品、旅游、土地等的需求越来越大,对保护区内生物多样性构成威胁,主要表现在 4 方面。

1) 保护区内和周边居民生产生活活动对生物多样性的影响。洱海片区周边居民对洱海渔业和海藻等资源的大量需求,生活生产用水的排放以及种植大蒜、蔬菜、烟草等农作物对高氮磷钾农药化肥的大量使用,导致洱海水水质下降,对水质要求较高的生物造成影响,进一步威胁洱海水生生物多样性。苍山片区的部分区域,有的阔叶林正被云南松、华山松等类型的人工林所取代,原有的次生植被类型和数量正在减少,对苍山生物多样性造成严重影响。

2) 保护区内的大量放牧活动对其生物多样性带来威胁,如在苍山花甸坝片区天然草地上大量放养牦牛、山羊、黄牛等,加上近些年气候多变,季节性干旱水涝出现频繁,易造成水土流失,对天然草场的草本和灌木造成破坏,影响草本和灌木的天然恢复、自然更新,进而加速草地、灌木林地的沙漠化、荒漠化,对保护区的生物多样性构成威胁。

3) 苍山保护区内和外围的居民砍伐架豆杆和薪材活动对保护区的生物多样性带来影响。苍山东坡经济好,靠近州政府所在地,经济较好,居民谋生的方式较多,较少有砍伐架豆杆和薪材。苍山西坡地处漾濞县内,北坡地处洱源县境内,远离经济较好的州府所在地,经济条件较差,而且主要是山区,以旱地为主,主要种植大豆、玉米等农作物,存在着村民砍伐架豆杆和薪材的现象,使保护区内灌木和幼树大量减少,甚至使原有的各类次生灌丛完全消失,取而代之的是大量草本和蕨类植物,对保护区的生物多样性构成威胁。

4) 保护区内大量采挖药材活动对保护区的生物多样性带来影响。苍山片区药材资源相当丰富,有滇黄芩、滇贝母、灯芯草、滇重楼、白芨等珍贵药材。近些年来,市场对药材资源的需求越来越大,周边居民为了获得较好的经济效益,大量地采挖药材,导致野生的药材资源大量减少甚至灭绝,如野生白芨和滇重楼几乎灭绝,对保护区的生物多样性带来

威胁。

### 3.3 外来物种入侵

由于历史原因,保护区外来入侵物种数量和分布面积难以抑制。根据实地调查,苍山片区周边外来入侵物种主要是紫茎泽兰,主要分布在苍山片区的下线,但有的生长范围已突破了海拔 3 000 m 的高度,并有逐渐扩大蔓延的趋势。由于紫茎泽兰是排斥药用的蜜源植物,在雨季疯狂地生长,能生长 2~3 m,导致林分抵抗力下降,原生种群衰退。在冬季,紫茎泽兰大面积枯萎,给保护区带来重大的火灾隐患。

根据《洱海水生态现状调查》报告,洱海现有鱼类 30 种,以外来鱼类为主,其中土著鱼 7 种,外来鱼类 23 种,以乌鳢、食蚊鱼、革胡子姑、圆尾斗鱼、太湖新银鱼、大鳞副泥鳅为主。大量外来鱼种与大理裂腹鱼、大理鲤等土著鱼种进行种间竞争,争食物和产卵场所,并吞食土著鱼种的鱼卵,导致土著鱼数量大量减少。另外,凤眼莲、水花生、粉绿狐尾藻、紫莎草等外来入侵物种也呈现蔓延趋势,破坏原生生态系统,对保护区内生物多样性造成威胁。

### 3.4 森林火灾

保护区苍山片区森林植被茂密,草本灌木较多,加上多年来的天保工程和封山育林,林下积累了较厚的落被物。冬季,在苍山片区下线低海拔地区生长着的大量蜜源入侵植物紫茎泽兰和草本大面积枯萎。有的地方可燃物、易燃物的累积量已超过了森林火灾的临界值,火险等级非常高。保护区下线布设有专门的防火消防设施,但大部分的区域没有布设专门的消防设施,高海拔的大部分区域离现有的防火公路较远,防火手段比较落后,一旦发生森林火灾对保护区的生物多样性造成灾难性的威胁。

### 3.5 生态旅游和科考

苍山洱海既是自然保护区又是国家风景名胜区,自然风光秀丽,文物古迹众多,有着优越的历史文化、旅游及气候资源,是南北动植物交错过渡地带,生物资源富集区域,每年吸引了大量的中外游客和科考人员。保护区苍山片区内有感通索道、苍山索道、苍山大索道、上观花天龙洞索道等旅游索道;七里桥—清碧溪游步道—玉带路—中和寺—三月街的人行游步道,该步道贯穿了感通索道、苍山索道、苍山大索道;苍山电视台—黄龙潭—无为寺为苍山高山生态旅游环线。洱海片区管理范围为洱海水域面积,属于全开放式,周围交通发达。近些年开通了环洱海景观公路和洱海湖上的旅游观光游轮,吸引

了大量的游客前来观光和旅游,游客进入保护区后大声喧哗,野外露宿,在环洱海景观公路边烧烤、摆摊、丢垃圾等。尤其是近些年发展起来的自驾游,大量的游客进入保护区,破坏了动植物的栖息环境,生物多样性受到威胁。

保护区丰富的自然资源吸引了大量的科考人员和教学单位前来实习,科研和教学往往要采集一定数量的标本,对保护区内珍稀濒危物种及整个生物种群造成威胁。

## 4 保护对策

### 4.1 加快建立保护区的资金投入机制,加大资金投入

加快建立保护区的资金投入机制,改变以国家专项财政资金投入为主的方式,鼓励民间社会资本的投入,如建立保护区公益基金、爱鸟组织等,让有能力、爱护、保护环境的组织和个人参与投入到保护区的建设。提高对保护区周边社区的经济补偿水平,如提高对保护区周边旅游客栈、餐饮等旅游活动的税费,收取的费用用来补偿周边社区居民,让居民在保护环境的同时也能享受到一些效益,减少对环境的破坏。

### 4.2 加强对不合理的人类活动的管理,减少对保护区资源的依赖

为了减小人类对保护区不合理的活动,应建立健全长效的保护机制,妥善处理保护区保护与村庄发展、居民对美好生活追求的矛盾。

1) 引导保护区内及周边社区利用区位优势,转变以往低效的生产方式,提高耕地质量,引导社区调整种植和产业发展结构,帮助社区居民转变与资源保护不相适宜的生产和生活方式,减少对保护区资源的依赖,比如靠近州府、城镇等人口密集的社区,发展生态蔬菜瓜果种植项目;远离城镇、州府的山区可以发展合作社,发展生态养殖、生态种植、中草药种植等项目。

2) 建立社区参与保护的生态护林员机制,加大吸收社区力量参与保护的力度,优先聘用社区居民,特别是建档立卡贫困户,或没有经济来源的居民参与保护区的管护工作。

3) 鼓励生态环境保护组织支持社区发展,根据资源特点,引导社区规范开展观鸟、自然教育、传统保护文化展示、林下产品合理利用等活动,促进保护区友好型产业发展,降低社区群众对保护区的依赖程度,逐步提高周边社区发展能力,缓和社区发展与自然保护之间的矛盾。

4) 在尊重村民意愿的基础上,对保护区内具有重大潜在压力的村社实施异地安置,减轻保护区的压力。

5) 探索特许经营费用补偿社区因保护减少的机会收入机制,提高社区参与保护积极性。

6) 加强生态宣传教育,实现社区共管,加强对周边居民关于保护区建设的意义、作用、价值的宣传教育,使其自觉地参与到自然保护区建设和保护的队伍里,实现保护区与社区共管。

### 4.3 加强对外来入侵物种的清除和管理

对保护区范围内的外来物种进行详细调查,明确外来物种的种类、分布、数量及入侵危害等级;对具有入侵危害的物种制定定期和不定期清除和管理的方案,并长期坚持。加强对洱海银鱼和西太公鱼等外来鱼类的科学监测研究,提出中长期控制目标、可行技术和管理途径,研究特设捕捞期和作业工具等;引进专业机构开展洱海水生土著物种的培育研究,为洱海土著物种的恢复提供技术性支撑。加强洱海水域生态系统恢复,包括土著水生植物种植和管理及水生土著物种投放。

### 4.4 强化林火管理,加强森林防火体系建设

保护区苍山片区植被覆盖度高,林下可燃物、易燃物积累量较多,加之保护区资金投入不足,不能较好地管理保护区周边的人类活动及旅游和科考活动。

1) 加强保护区的防火管理,在进入保护区的重要路口设置卡、管护点或者管护站,加强对进入林区人员的防火检查和防火宣传。在保护区周边社区和村庄粘贴、发放关于森林防火的通知、宣传图册等。

2) 加强防火基础设施建设,在保护区内布设专门的消防设施、防火公路,加快建设和完善保护区内通信与信息指挥系统、火险预警监测系统。

3) 加强防火物资储备,及时更新和处理失效的防火物资,注意对防火物资防潮、防湿、防水的定期和日常检查,以保证物资和装备的正常使用。

4) 加强森林消防专业队伍培训,定期或不定期地对森林消防人员进行知识培训和实地消防演练,时刻做好森林消防准备。

### 4.5 加强生态旅游和科学考察的管理

1) 加强对旅游路线和考察路线的合理规划,规划路线尽量选在保护区的实验区,避开缓冲区、核心区 and 生物资源丰富的区域,避免对保护区的生物多样性造成较大的威胁。

(下转第60页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.011

## 楚雄市紫溪山林场华山松种子园病虫害调查

冯峻<sup>1</sup>,赵航文<sup>1</sup>,和玉华<sup>2</sup>,董云祥<sup>3</sup>,罗正平<sup>3</sup>,熊忠平<sup>2</sup>

(1. 云南省林木种苗工作总站, 云南 昆明 650215; 2. 西南林业大学云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224; 3. 楚雄市林业和草原局, 云南 楚雄 675000)

**摘要:**采用踏查和专题调查相结合的调查方法,对楚雄市紫溪山林场华山松种子园病虫害进行详细调查研究。结果表明,种子园内共有病虫害9种,其中虫害7种:华山松球果螟,华山松球蚜,云南梢斑螟,华山松木蠹象,南华松叶蜂,松纵坑切梢小蠹,松大蚜;病害2种:华山松煤污病;松落针病。查清不同虫害的发生特点,危害程度等情况,以及不同病害的症状及病原,针对不同虫害和病害提出防治建议。探讨种子园病虫害发生危害与周围环境之间的关系,提出下一步开展不同无性系抗病虫性调查和选育的工作思路。

**关键词:**华山松种子园;病虫害调查;危害程度;生活史;防治建议;紫溪山林场

中图分类号:S791.241;S722.83;S763 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0056-05

引文格式:冯峻,赵航文,和玉华,等. 楚雄市紫溪山林场华山松种子园病虫害调查[J]. 林业调查规划,2019,44(6):56-60.

FENG Jun, ZHAO Hangwen, HE Yuhua, et al. Investigation on Diseases and Pests of *Pinus armandii* Seed Orchard in Zixishan Forest Farm of Chuxiong City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6):56-60.

## Investigation on Diseases and Pests of *Pinus armandii* Seed Orchard in Zixishan Forest Farm of Chuxiong City

FENG Jun<sup>1</sup>, ZHAO Hangwen<sup>1</sup>, HE Yuhua<sup>2</sup>, DONG Yunxiang<sup>3</sup>, LUO Zhengping<sup>3</sup>,  
XIONG Zhongping<sup>2</sup>

(1. Yunnan Forest Seedling Station, Kunming 650215, China;

2. Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

3. Chuxiong Forestry and Grassland Bureau, Chuxiong, Yunnan 675000, China)

**Abstract:** The methods of field survey and special investigation were used to investigate the diseases and pests of *Pinus armandii* seed orchard in Zixishan Forest Farm of Chuxiong City. The results showed that 9 kinds of diseases and pests were observed in the seed garden, including 7 kinds of pests: *Dioryctria rubella*, *Pinus pinarmandii*, *Dioryctria yuennanella*, *Pissodes punctatus*, *Diprion nanhuaensis*, *Blastophagus piniperda* and *Cinara piniformosana*, as well as 2 kinds of diseases: sooty blotch and flyspeck and needle cast of pine. This paper investigated the occurrence characteristics, damage degree, symptoms and pathogens of different pests and diseases, put forward control suggestions, discussed the relationship

收稿日期:2019-06-03;修回日期:2019-09-29.

基金项目:楚雄市紫溪山国家华山松良种基地良种补助项目;云南省林业科技推广华山松种实害虫防治技术推广项目(2018ts04)资助.

第一作者:冯峻(1979-),男,云南昆明人,硕士,高级工程师.主要从事森林培育和林木遗传育种工作. Email:78732475@qq.com

责任作者:罗正平(1972-),男,云南楚雄人,助理工程师.主要从事华山松种子园经营管理工作.

between the occurrence of diseases and pests in seed orchard and the surrounding environment, and provided the idea of further investigation and breeding of different clones resistance to pests and diseases.

**Key words:** *Pinus armandii* seed orchard; diseases and pests investigation; damage degree; life history; control suggestions; Zixishan Forest Farm

华山松 (*Pinus armandii* Franch) 是云南的重要造林绿化树种,更新繁殖容易,生长较快,树干通直,材质优良,种子可食,经济价值较高<sup>[1-2]</sup>。每年造林绿化需要大量的种子,为改变“见树采种,见种造林”的落后习惯,实现造林良种化的目标,原云南省林业厅于20世纪80年代在楚雄市紫溪山林场营建华山松初级无性系种子园<sup>[3]</sup>。2012年楚雄市紫溪山华山松种子园被国家林业局确定为第二批国家重点林木良种基地,2012—2018年,共提供优良华山松种子24 390 kg,为云南生态文明建设、林产业发展起到了重要作用。

近年来,华山松种子园随着结实面积和产量的逐年增加,森林病虫害时有发生,病虫害传播与扩散的风险较大<sup>[4]</sup>,阻隔病虫害传播途径难度较大<sup>[5]</sup>,病虫害给良种生产带来严重影响<sup>[6]</sup>,其中:虫害的致死力最强<sup>[7]</sup>。保护现有优良华山松育种资源,加强病虫害防治是保障种子园丰产、丰收的重要措施。为摸清华山松种子园病虫害发生规律,明确重点防治对象,是种子园良种生产及育种资源保护亟待解决的问题。为此,2018年1—12月对紫溪山林场华山松种子园病虫害进行了详细调查研究。

## 1 种子园概况

楚雄市紫溪山林场华山松种子园位于省级楚雄市紫溪山自然保护区,总面积51 hm<sup>2</sup>,分为优树收集区、良种生产区、子代测定区和实验示范区等,周围植物种类繁多,植被类型多样,森林气候宜人,是天然的森林公园。种子园距楚雄市西南20 km,地处北纬24°58′58″~25°04′02″,东经101°22′29″~101°26′7″,海拔2 200~2 400 m,地势平缓,光照充足,该地属北亚热带温凉湿润气候,年均温12℃,年均最高温20℃,最低温-6℃左右,年均降雨量1 000 mm,平均相对湿度达80%~85%。土壤为发育于砂岩山地暗红壤,土层深厚,有机质含量高,分解较快,质地疏松,吸水性、透气性良好,土壤中氮、磷、钾等有效成分含量较高。

## 2 调查方法

根据华山松种子园生产经营管理中

对病虫害的了解情况,调查方法以踏查和专题调查相结合的方法进行<sup>[8]</sup>。通过踏查全面掌握病虫害的种类和分布情况,并采集标本。在全面踏查的基础上,发现华山松母树受可疑病虫害危害并产生症状时作专题调查,专题调查每个样方调查株数为30株,逐株查明病虫害种类、数量、危害及损失等情况。采集标本,拍摄病虫害及被害照片,作好详细记录,进行分类鉴定<sup>[9-14]</sup>,再按规范制作标本,统一编号,对不能确定的病虫害及时送请有关专家鉴定。

## 3 结果与分析

### 3.1 虫害

主要的虫害有7种:华山松球果螟,华山松球蚜,云南梢斑螟,华山松木蠹象,南华松叶蜂,松纵坑切梢小蠹,松大蚜。

1) 华山松球果螟 (*Dioryctria rubella* Hampson), 属鳞翅目螟蛾科。

①危害:成虫产卵于2年生球果表面。初孵幼虫由球果表面侵入,在球果中蛀食种鳞和种子,致使种子不能发育或中空,影响种子的质量和产量。

②生活史及习性:1年发生2代,以老熟幼虫在受害的球果内越冬。越冬代幼虫翌年3月开始化蛹,4月上旬成虫开始羽化。4月中旬卵始现,1周左右幼虫孵化,5月下旬开始化蛹。6月上旬第一代成虫羽化。6月中、下旬孵出幼虫,蛀入并取食2年生华山松球果。第二代幼虫在球果内历时5个月,1年先后有2次危害,成虫具趋光性。

③防治建议:利用华山松球果挥发性物质和性信息素作为引诱剂进行虫情监测和防治;加强经营管理,促进林木健康生长,以增强抗虫能力;利用黑光灯诱杀成虫;及时清除越冬虫源,可在秋季将树上球果摘光,利用纱网罩住,防止成虫外出,压低虫口密度,并保护和释放天敌。

2) 华山松球蚜 (*Pineus piniarmandii* Zhang), 属同翅目球蚜科。

①危害:该虫群集在嫩梢、针叶吸食汁液危害,受害针叶和嫩梢上布满白色蜡状物,虫体排出蜜露诱发煤污病。

②生活史及习性:1年发生8代,虫态发育极不

整齐。以成虫、老熟幼虫和卵等多种虫态越冬。2月上旬当日均温达到8℃左右时越冬雌成虫开始产卵繁殖。雌成虫在全年大部分时间均能产卵,3月中旬、5月下旬和10月中旬出现3次产卵高峰。温度、降水量等自然因素和天敌对华山松球蚜种群有很大影响。

③防治建议:每年4月中旬至5月上旬虫口密度最大时期,用40%氧化乐果1:1000倍液喷洒,喷至针叶湿润滴水为度。喷洒农药应在天敌较少或不足控制蚜虫密度时进行,保护和利用七星瓢虫(*Coccinella septempunctata* L.)等天敌控制华山松球蚜。适当控制林分郁闭度,人工剪除若虫密集枝条及卵枝,杀灭若虫及卵。

3) 云南梢斑螟(*Dioryctria yuennanella* Caradja), 属鳞翅目螟蛾科。

①危害:幼虫蛀食主侧梢,被害后树冠形成扫帚状,致使树干弯曲并在节间处造成伤症,影响生长。

②生活史及习性:1年发生2代,以老熟幼虫在被害枝干内越冬。翌年4月越冬幼虫开始化蛹,5月中下旬为羽化盛期。成虫产卵于嫩枝上,幼虫孵化后从枝杈处向枝干木质部内蛀食,在枝干内形成蛀道,老熟后在枝干内结茧化蛹。8月中旬是第一代成虫羽化盛期。第二代幼虫孵化后继续在枝干内危害、越冬。卵产于树顶第一轮枝杈上;第二代幼虫在枝条内危害,蛀食枝梢髓部,一年危害2次。成虫寿命5~10 d,具趋光性。

③防治建议:加强抚育管理,增强植株的抗虫能力,及时剪除受害枝条,并集中烧毁。用性外激素引诱雄蛾,干扰成虫正常交尾产卵;在成虫羽化盛期,利用黑光灯、振频杀虫灯诱杀成虫。

4) 华山松木蠹象(*Pissodes punctatus* Langor et Zhang), 属鞘翅目象甲科。

①危害:成虫补充营养蛀食枝、干皮层韧皮部组织及松针叶鞘,导致树势衰弱。幼虫于枝、干韧皮部形成层组织与木质部之间蛀食为害,形成不规则的坑道,切断输导组织,轻者树势衰弱,重者整株死亡。

②生活史及习性:1年发生1代,世代重叠,以老熟幼虫和成虫越冬。越冬老熟幼虫翌年3月上旬至5月下旬化蛹,4月上旬至6月下旬羽化,6—11月为产卵期,6月下旬幼虫开始孵化,9月底以后以老熟幼虫越冬。产卵后的成虫当年不死,依旧下树越冬至翌年3月上树继续取食活动,3月中旬至6月上旬再次产卵,产完卵后的越冬成虫15~30 d死亡。4月中旬卵开始孵化出幼虫,9月下旬至11月化蛹,

并羽化为成虫越冬。成虫寿命长,有假死性,林间少见飞翔,靠爬行觅食、迁移。

③防治建议:加强抚育管理,及时伐除虫害木,集中烧毁或剥皮喷洒敌敌畏或速灭杀丁等药剂,或采用磷化铝进行熏蒸灭幼虫和成虫。在成虫取食补充营养期喷洒高效氯氰菊酯等内吸性很强的药剂或利用烟剂进行熏烟防治。

5) 南华松叶蜂(*Diprion nanhuaensis* Xiao), 属膜翅目松叶蜂科。

①危害:幼虫群聚取食针叶。大发生时整株针叶被食光,连年危害后可导致树木死亡。

②生活史及习性:1年发生2代,以末龄幼虫在落叶层内结茧呈预蛹越冬。翌年5月上旬开始羽化。5月上旬至8月上旬为第一代幼虫危害期。8月中旬幼虫结茧化蛹,第一代成虫羽化。8月下旬至11月中旬为第二代幼虫危害期。11月中旬老熟幼虫开始下树结茧化蛹。雌虫产卵时首先用产卵器将针叶组织划破,然后将卵产入,卵呈条形排列。

③防治措施:人工剪除幼虫群集枝及有卵枝叶,挖掘越冬茧蛹并集中烧毁。成虫羽化盛期应用敌敌畏插管烟剂熏杀,80%敌敌畏乳油1:2000倍液喷洒防治幼虫。

6) 松纵坑切梢小蠹(*Blastophagus piniperda* Linnaeus), 属鞘翅目小蠹科。

①危害:成虫补充营养取食枝梢蛀入髓心,受害枝梢枯萎影响生长,幼虫蛀食枝干韧皮部和边材,切断输导组织,严重时导致树木死亡。

②生活史及习性:1年发生1代,以成虫越冬。越冬成虫补充营养后寻找衰弱木,雌虫先蛀入筑交配室,然后雄虫进入交尾。成虫期内2次产卵,产生“姊妹”世代。6月中下旬为新成虫羽化盛期,新成虫羽化后取食枝梢补充营养,成虫除蛀干繁殖外,其余时间均在枝梢内,一般1头成虫至少危害10个以上枝梢。

③防治建议:严格检疫,做好监测与测报,发现虫害木及时清除处理,保护和利用天敌对其有控制作用。在树干基部打孔注射氧化乐果乳油,防止成虫聚集钻蛀。

7) 松大蚜(*Cinara piniformosana*), 属同翅目蚜科。

①危害:该虫群集在华山松嫩梢、针叶上吸食汁液,被害嫩梢变短或停止生长,还排出蜜露诱发煤污病。

②生活史及习性:以卵在松针上越冬。4月初



越冬卵孵化为无翅胎生雌蚜,进行孤雌生殖,在松枝上繁殖为害。10月下旬出现性蚜(有翅雄、雌成虫),交配后雌虫产卵越冬。4—5月、10月是2次为害的高峰,尤以春、秋季为害较重。

③防治建议:加强抚育管理,保护利用天敌。冬季剪除蚜卵着生枝叶,集中烧毁。在春季越冬卵孵化时期喷洒20%氰戊菊酯乳油3000倍液防治。

### 3.2 病害

主要的病害有2种:华山松煤污病,松落针病。

1) 华山松煤污病,常与华山松球蚜混生,影响植株的光合作用。

①症状:在针叶上出现黑色颗粒状物,针叶变黄、萎缩,逐渐增多,在针叶和枝条表面覆盖一层黑色煤状物。

②病原:散播烟霉(*Fumago vagans* Pers)。

③防治建议:重点要做好华山松球蚜的防治工作,加强营林抚育管理,保持林分合理密度,改善通风透光条件。喷洒1度石硫合剂或杀菌剂也有杀菌效果。

2) 松落针病,该病感染后导致针叶枯落,影响光合作用。

①症状:林木发病后针叶出现黑色颗粒状物。针叶褪色变黄,脱落严重。

②病原:扰乱散斑壳菌(*Lophodermium seditionum* Minter & Staley et. Millar)。

③防治建议:加强营林抚育管理,增强树势,提高母树抗病性,减少侵染病源。在春季收集落地的病针集中烧毁。喷洒退菌特粉剂等杀菌剂。

## 4 讨论

1) 通过对楚雄市紫溪山林场华山松种子园病虫害全面详细调查,掌握了病虫害的种类、发生特点、危害程度等,为今后加强病虫害综合治理提供可靠的科学依据。紫溪山林场华山松种子园位于省级楚雄市紫溪山自然保护区内,自然保护区是一个完整的有机整体,自然保护区的物种多样性对病虫害有隔离作用,阻隔了病虫害的传播和扩散迁移;植被和森林资源的多样性可保护和提高生物多样性,植物种类丰富也适合天敌的生存和繁衍<sup>[15]</sup>。华山松种子园尽管树种单一,结构简单,自我调节能力差,但与周围的天然混交林有密切联系,除华山松球果螟呈中度危害外,其余均为轻度危害。在综合防治中要将华山松球果螟作为重点监测和防控对象,有必要作全面清理,彻底清除隐患。人工彻底摘除被

害球果,采用纱网罩住不仅能除治华山松球果螟,而且还有利于保护释放天敌,是防治该虫有效的方法之一。

华山松种子园及周围混交林中天敌资源比较多,如七星瓢虫(*Coccinella septempunctata* L.)、异色瓢虫(*Harmonia axyridis* Pallas)、奇斑瓢虫(*Harmonia eucharis* Mulsant)、食蚜虫(*Syphus* sp.)、草蛉(*Chrysopa* sp.)和小花蝽(*Orius* sp.)等,在不同时期对华山松球蚜种群数量有明显的控制作用。这与周围良好的森林生态环境有密切关系,应加强保护利用,以便天敌资源能在种子园内和周围森林环境中长期定居,形成常年控制华山松球蚜的自然种群。

2) 华山松种子园病虫害主要有以下几类:第一类种害虫华山松球果螟;第二类枝梢害虫松大蚜、华山松球蚜、松梢斑螟;第三类食叶害虫松叶蜂;第四类蛀干害虫华山松木蠹象、纵坑切梢小蠹;第五类叶部病害华山松煤污病、松落针病。这些病虫害中,球果种害虫危害重,致死力强,可造成种子产量减少、品质下滑,这与以前有关种子园病虫害的研究结果一致<sup>[7,16,17]</sup>。

3) 一些研究对种子园抗病虫害能力与无性系树体和个体间是否有差异进行了探讨,认为叶片厚大、粗糙、颜色浓绿的无性系抗病虫害能力强<sup>[18]</sup>,但病虫害的危害程度与种源、无性系和同一无性系个体间的受害情况均无显著差异<sup>[19-20]</sup>;一些学者在种子园内开展不同无性系抗虫性调查和选育,选择了一批抗虫的无性系<sup>[21]</sup>。在本次调查中也对华山松种子园129个无性系的受害情况进行了初步调查,发现一些无性系不同程度地受到病虫害的为害,摸清了病虫害种类和发生规律,下一步工作中将开展不同无性系抗病虫性的调查和选育。

**致谢:**在野外调查过程中得到西南林业大学2017级研究生熊鑫鑫和2016级本科生杨金晓、马福仙等同学的帮助;承蒙西南林业大学潘涌智教授审阅全文,在此一并表示衷心感谢!

### 参考文献:

- [1] 薛纪如. 云南森林[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1988: 15-118.
- [2] 郭志礼. 云南主要林木种质资源[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1993: 1-22, 68-72.
- [3] 王秀荣, 赵杨, 李桐森. 华山松无性系种子园结实习性观测与分析[J]. 山地农业生物学报, 2007, 26(5): 392-396.

- [4] 蔡欣. 川东丘陵地区四区县樟科园林植物病虫害调查研究[D]. 南充: 西华师范大学, 2017: 25.
- [5] 李洪. 浅析紫溪山保护区主要森林病虫害发生危害规律及防控措施 [C]//第八届云南省科协学术年会论文集. 楚雄: 云南省科学技术协会, 2018: 33-34.
- [6] 王亚维, 谢维斌. 马尾松种子园害虫防治对产量的影响分析[J]. 种子, 2012, 31(5): 79-81.
- [7] 舒金平, 潘涌智. 华山松球果生命表研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 729-733.
- [8] 伍建榕, 马焕成, 刘婷婷, 等. 干热河谷地带麻疯树主要病虫害调查[J]. 中国森林病虫, 2007, 27(4): 18-21.
- [9] 张巍巍, 李元胜. 中国昆虫生态大图鉴[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2011.
- [10] 管致和. 昆虫学通论[M]. 北京: 农业出版社, 1996.
- [11] 萧刚柔等. 中国松叶蜂属昆虫研究[J]. 林业科学, 1983, 19(3): 267-283.
- [12] 周仲铭. 林木病理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [13] 西南林学院, 云南省林业厅. 云南森林病害[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1992.
- [14] 中国林业科学研究院. 中国森林病害[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- [15] 吴雪芬, 周英, 杨泽, 等. 苏州市园林植物病虫害天敌资源调查及保护利用[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(4): 16-19.
- [16] 舒金平, 潘涌智. 华山松主要种实害虫种类及发生危害调查[J]. 植物保护, 2007, 33(1): 112-116.
- [17] 钱范俊, 翁玉榛, 余荣卓, 等. 杉木种子园的主要病虫害及其为害情况的研究[J]. 中南林学院学报, 1992, 12(2): 152-155.
- [18] 徐清乾, 何建华, 许忠坤. 杉木种子园球果病虫害监测研究[J]. 湖北林业科技, 2007(6): 35-38.
- [19] 杜凌, 兰星平, 陈恩军, 等. 马尾松种子园球果害虫研究初报[J]. 林业科技开发, 1994(3): 44-45.
- [20] 兰星平, 杜凌, 黄海勇, 等. 贵州省华山松种子园主要病虫害发生及防治的初步研究[J]. 贵州林业科技, 1994, 22(1): 14-19.
- [21] 余荣卓, 钱范俊, 陈孝丑, 等. 杉木种子园种实害虫的综合治理[J]. 森林病虫通讯, 1998(1): 28-30.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 55 页)

2) 对将要进入保护区的游客和科考人员, 先进行爱护环境、动物、植物的宣传教育, 对不文明、不礼貌的行为进行教育批评, 情节严重的进行必要的罚款等。

3) 对前来保护区实习和采集标本的科考人员和教学单位进行管理, 要求少采集和不采集实物标本, 尽量采用电子照片采集标本, 以减少对生物多样性的威胁。

### 参考文献:

- [1] 石妍, 高成广. 大理苍山洱海国家级自然保护区专项规划(2011—2020)[D]. 昆明: 西南林业大学, 2012.
- [2] 李黎立, 蒋万杰, 吴记贵, 等. 北京松山自然保护区生物多样性现状与保护对策[J]. 林业调查规划, 2008, 33(5): 51-54.
- [3] 邓勇, 浦发光. 安徽天马国家级自然保护区珍稀濒危植物保护现状及对策[J]. 安徽林业科技, 2015, 41(3): 35-38.
- [4] 沈兵. 大理苍洱自然保护区生物多样性保护及其开发利用[J]. 生物多样性, 1998, 6(2): 152-156.
- [5] 张正全. 哀牢山自然保护区生物多样性现状及保护管理对策[J]. 林业调查规划, 2007, 32(3): 68-70, 75.
- [6] 张丽, 黄建华, 黄启岗. 广西龙虎山自然保护区生物多样性现状及保护对策[J]. 中南林业调查规划, 2007, 26(4): 65-67.
- [7] 何金权. 广东东源康禾自然保护区陆生野生动物资源现状及保护对策[J]. 内蒙古林业调查设计, 2018, 41(5): 33-35.
- [8] 包合江. 集贤县太平林场森林生态系统物种多样性的研究[J]. 林业勘查设计, 2019, 188(1): 18-19.
- [9] 薛华, 贺有为. 建平老虎洞山省级自然保护区野生动植物资源现状及保护对策[J]. 吉林林业科技, 2017, 46(6): 34-36.
- [10] 薛华. 太白山自然保护区生物多样性保护管理现状与对策探讨[J]. 防护林科, 2018, 180(9): 88-91.
- [11] 杨忠兴, 尹五元, 艾建林. 西双版纳国家级自然保护区野生植物资源现状及保护对策研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(62): 9746-9748, 9764.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.012

## 枸杞蚜虫与枸杞木虱发生规律及药剂防治效果调查

呼木吉勒图<sup>1</sup>, 吴秀花<sup>1</sup>, 魏春光<sup>2</sup>, 底姝霞<sup>3</sup>, 郑春梅<sup>4</sup>

(1. 内蒙古自治区林业科学研究院, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 内蒙古鄂尔多斯生态环境职业学院, 内蒙古 鄂尔多斯 017010; 3. 晋中职业技术学院, 山西 榆次 030600; 4. 阿尔泰游乐园管理处, 内蒙古 呼和浩特 010051)

**摘要:**调查枸杞蚜虫和枸杞木虱发生规律及丁硫克百威和阿维菌素2种药剂及其混剂对这2种害虫的田间防治效果。结果表明:枸杞蚜虫在试验地一年发生多代,6月中下旬和8月中下旬出现2个发生高峰,枸杞木虱在试验地一年发生4~5代,6月上中旬1代若虫达到小高峰,若虫和成虫7月上中旬和8月中下旬出现2个发生高峰;2种药剂对2种枸杞害虫的防治效果均在67%以上;相同稀释浓度下,2种药剂的混剂的防治效果比单剂好,对枸杞木虱和蚜虫的防治效果分别为83%和95%。生产中2种药剂适当混施,可减少施药次数,提高防治效果。

**关键词:**枸杞木虱;枸杞蚜虫;丁硫克百威;阿维菌素;发生规律;田间防治效果

中图分类号:S763.3;S759.82 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0061-04

引文格式:呼木吉勒图,吴秀花,魏春光,等. 枸杞蚜虫与枸杞木虱发生规律及药剂防治效果调查[J]. 林业调查规划,2019,44(6):61-64,111.

HUMU Jiletu, WU Xiuhua, WEI Chunguang, et al. Occurrence Regularities and Chemical Control Effects of *Paratrioza sinica* and *Aphis* sp. on *Lycium* spp. [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6):61-64, 111.

### Occurrence Regularities and Chemical Control Effects of *Paratrioza sinica* and *Aphis* sp. on *Lycium* spp.

HUMU Jiletu<sup>1</sup>, WU Xiuhua<sup>1</sup>, WEI Chunguang<sup>2</sup>, DI Shuxia<sup>3</sup>, ZHENG Chunmei<sup>4</sup>

(1. Inner Mongolia Academy of Forestry Sciences, Hohhot 010010, China; 2. Ordos Vocational College of Eco-Environment, Ordos, Inner Mongolia 017010, China; 3. Jinzhong Vocational & Technical College, Yuci, Shanxi 030600, China; 4. Management Office of Altai Amusement Park, Hohhot 010051, China)

**Abstract:** The occurrence regularities of *Paratrioza sinica* and *Aphis* sp. on *Lycium* spp. and the control effects of two pesticides carbosulfan and avermectin on both pests were investigated in field. The results showed that *Aphis* sp. occurred multi-generation with two peaks in mid to late June and mid to late August while *Paratrioza sinica* occurred 4~5 generations with a small peak of 1st generation nymph in early to mid June, two peaks of nymph and adults in early to mid July and mid to late August. The control effects of two pesticides were 67% at least. At the same diluted concentration, the mixed application of these two pesticides had the better control effect with an average control efficiency of 83% and 95% on *Paratrioza sinica* and *Aphis* sp. respectively. The proper mixed application of two chemicals in production

收稿日期:2019-05-14.

第一作者:呼木吉勒图(1974-),男,内蒙古呼和浩特人,工程师.主要从事园林绿化与植物养护. Email:1925728721@qq.com

责任作者:吴秀花(1973-),女,甘肃静宁人,博士.主要从事森林经营与保护研究. Email:wuxiuhua-73@163.com

could reduce frequency of spraying and enhance control efficiency.

**Key words:** *Aphis* sp. ; *Paratrioza sinica*; carbosulfan; avermectin; occurrence regularities; control effect

枸杞木虱(*Paratrioza sinica* Yang et Li)和枸杞蚜虫(*Aphis* sp.)是枸杞(*Lycium* spp.)的主要和常发性害虫,与白枸杞瘤瘿螨(*Aceria pallida* Keifer)并称为枸杞栽培中的三大害虫<sup>[1]</sup>。枸杞蚜虫属同翅目(Homoptera)蚜总科(Aphidoidea)蚜科蚜属,广泛分布于中国枸杞种植区。以成、若蚜群集于枸杞嫩梢、叶背及叶基部、花蕾、青果等部位刺吸汁液,影响枸杞开花结果及生长发育,受害严重的枝梢卷曲,停止生长,全株被蚜虫蜜露覆盖,易引发煤污病,影响光合作用,降低枸杞的产量和质量<sup>[2]</sup>。枸杞木虱属同翅目(Homoptera)木虱科(Psyllidae),以若虫、成虫吸食叶片汁液,导致叶片枯黄,树势衰弱,落叶落果,枸杞果实的质量和产量下降<sup>[3]</sup>。这2种害虫在内蒙古枸杞产区均一年发生多代,常以繁殖能力强、世代重叠、扩散蔓延快、为害时间长、易产生抗药性而成为枸杞生产中的难点<sup>[4-6]</sup>。本文调查了这2种害虫在当地的发生规律和2种药剂丁硫克百威和阿维菌素及其混剂对这2种害虫的田间防治效果,为其有效防治提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古自治区中部、大青山南麓、黄河上中游分界处北岸的土默川平原托克托县五申镇团结村,属冲积平原,由冲积砂质黏土堆积而成。土地由黄河水灌溉,盐渍化普遍,其间沼泽零星分布。试验地为枸杞纯林,株行距为1 m×2.5 m,品种为宁杞1号,树龄9~10 a,大田常规管理。

### 1.2 供试药剂

试验药剂为20%丁硫克百威乳油(邯郸市建华植物农药厂),1.8%阿维菌素乳油(浙江世佳科技有限公司)。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 发生规律调查

取试验地附近农户家未施过农药的散生枸杞植株调查枸杞蚜虫和枸杞木虱在当地的发生规律。4月上旬至10月下旬,每10 d调查1次。调查3株,每株从东、西、南、北不同方向各取3个新发枝条,调查枝条上20 cm长嫩梢的害虫发生情况,统计嫩梢上平均害虫数量。

#### 1.3.2 施药及防治效果调查

设3个试验,试验1和试验2为单剂,试验3为混剂,均以清水为对照,每一试验地面积为300 m<sup>2</sup>,各试验地间隔至少10 m。结合试验地历年防治用药情况,试验药剂单剂稀释1 500倍、2 000倍,混剂稀释2 000倍。在晴天无风时用背负式手动喷雾器(15 L)喷施药剂,使叶面正反两面受药均匀。试验药剂、浓度及用量见表1。

表 1 试验处理

Tab. 1 Experiment treatments

试验	配施方式	防治对象	处理	药剂及稀释倍数	用药量
试验 1	单剂	蚜虫	处理 1	丁硫克百威 1500 倍液	清水+药剂 = 15 L + 10 mL
			处理 2	丁硫克百威 2000 倍液	清水+药剂 = 15 L+7.5 mL
			CK	清水	清水 15 L
试验 2	单剂	木虱	处理 1	阿维菌素 1500 倍液	清水 + 药剂 = 15L + 10 mL
			处理 2	阿维菌素 2000 倍液	清水 + 药剂 = 15L + 7.5 mL
			CK	清水	清水 15L
试验 3	混剂	蚜虫、木虱	处理 3	丁硫克百威 2000 倍液 + 阿维菌素 2000 倍液	清水 + 药剂 1 + 药剂 2 = 15 L + 7.5 mL + 7.5 mL
			CK	清水	清水 15L

采用5点取样法调查防治效果。每一试验地取生长和受害状态接近的5株枸杞,每株从东、西、南、北不同方向各取3个生长和受害状态相近的枝条,调查枝条上20 cm长嫩梢的害虫量,统计嫩梢上平均害虫数量。喷清水的枸杞相应方位枝条嫩梢上的虫口数作为对照。施药前调查害虫虫口基数,枸杞木虱于施药后1、3、5、7、9、12、15、20 d分别调查虫口数,枸杞蚜虫于施药后1、3、5、7、10 d分别调查虫口数,计算防治效果。公式如下:

$$\text{对照虫口增长率}(\%) = \frac{\text{虫口基数} - \text{调查日虫口数}}{\text{虫口基数}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{虫口减退率}(\%) = \frac{\text{药前虫口数} - \text{药后虫口数}}{\text{药前虫口数}} \times 100\%$$

$$100\% \quad (2)$$

$$\text{防治效果}(\%) = \frac{\text{处理区虫口减退率} - \text{对照区虫口减退率}}{100 - \text{对照区虫口减退率}} \times 100\%$$

$$100\% \quad (3)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 枸杞蚜虫发生规律

枸杞蚜虫在试验地区一年发生多代,世代重叠,以卵在枝条腋芽及树皮裂缝处越冬,其危害从 4 月持续到 10 月。4 月初始见越冬卵孵化,枸杞发芽后,在越冬地块的根蘖苗或徒长嫩枝上开始为害;5 月中下旬虫口数量开始上升,大量成、若虫群集嫩梢、嫩芽上为害,进入盛夏虫口有所下降,入秋后又开始上升,8 月中下旬出现第 2 次高峰(图 1)。枸杞蚜虫越冬卵的孵化率及初孵干母的存活率受气候影响很大,当孵化期多风、温差变化大时,死亡率高,越冬后虫口基数显著下降。生产上施用氮肥过多,生长过旺的植株受害较重。

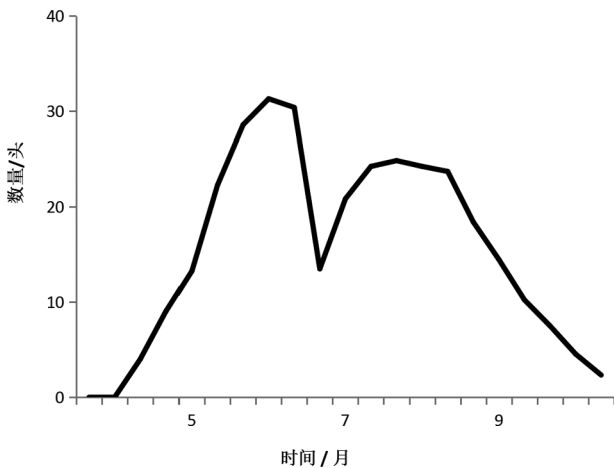


图 1 枸杞无翅蚜虫田间发生规律

Fig. 1 Occurrence regularity of apterous *Aphis* sp. in field

### 2.2 枸杞木虱发生规律

枸杞木虱在试验地区一年发生 4~5 代,以成虫在树皮缝、枯枝落叶下、土缝等处越冬,翌年 4 月中下旬枸杞萌芽时,成虫开始活动产卵。越冬木虱产卵于芽苞或初展开叶片上,卵于 5 月上中旬孵化,初孵若虫爬出卵壳,顺着卵柄爬向枸杞叶片,固定刺吸叶片。随着气温的升高,若虫的数量逐渐上升,6 月上中旬,1 代若虫的数量达到一个小高峰;6 月中下旬,2 代成虫开始产卵孵化成若虫,世代开始重叠,木虱卵和若虫的虫口数量激增,到 7 月上中旬形成发生高峰,之后数量有所下降,到 8 月中下旬形成又

一个发生高峰(图 2)。羽化较早的 4 代成虫可产卵,部分卵可完成发育到成虫羽化而成为 5 代。枸杞木虱一年内世代重叠,从 5 月到 10 月几乎均能找到各虫态。

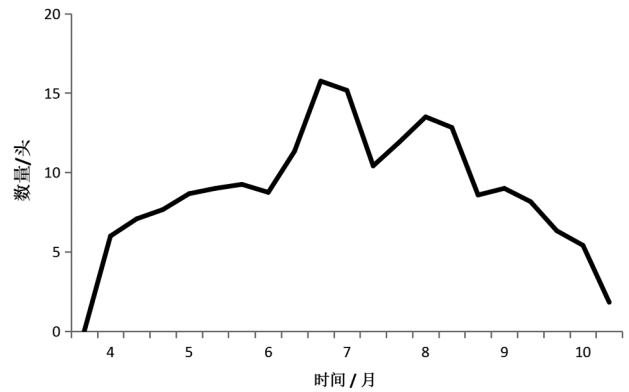


图 2 枸杞木虱卵和若虫田间发生规律

Fig. 2 Occurrence regularity of *Paratriozia sinica* in field

### 2.3 大田药剂防治效果

单剂田间防治效果调查结果表明:丁硫克百威对枸杞蚜虫的防治效果较好,1 500 倍和 2 000 倍 2 种稀释浓度处理 3 d 后的防治效果均达 60% 以上,10 d 后 2 种处理的防治效果均达 87% 以上;随着时间的推移,清水为对照的枸杞蚜虫数量呈上升态势,药后 10 d 虫口数量约增加了 55%(图 3)。

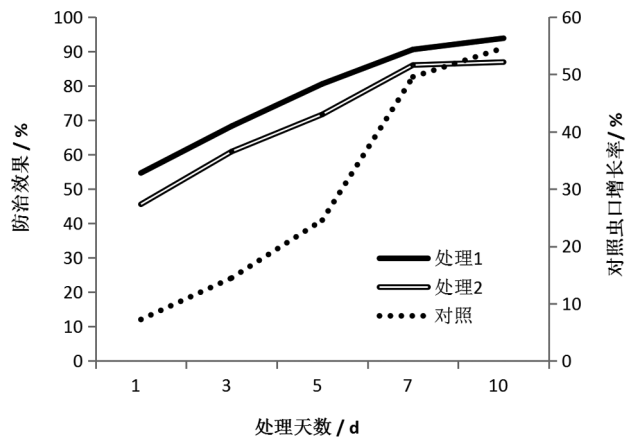


图 3 不同浓度丁硫克百威对枸杞蚜虫的田间防治效果

Fig. 3 Control effects of different concentrations of carbosulfan on *Aphis* sp. in field

阿维菌素 1 500 倍和 2 000 倍 2 种稀释浓度对枸杞木虱卵和若虫的防治效果较好,药后 3、5、7、9 d 的防治效果较为接近,施药 20 d 后的防治效果分别

达到 79%、67%，对照枸杞木虱的数量一直保持上升的趋势，药后 20 d 虫口数量增加约 39% (图 4)。

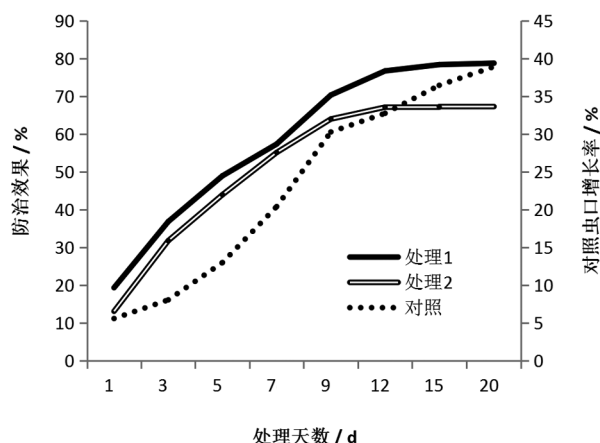


图 4 不同浓度阿维菌素对枸杞木虱卵和若虫的田间防治效果

Fig. 4 Control effects of different concentrations of avermectin on egg and nymph of *Paratrioza sinica* in field

丁硫克百威和阿维菌素混用后的田间防治效果调查结果表明:施药 12 d 后,枸杞木虱卵和若虫的数量从原来的平均 8.5 头递减到 1.8 头,施药后 12、15 和 20 d 卵和若虫的数量均为 1.8 头,而施药后 20 d,对照枸杞木虱的数量从原来的 6.6 头增加到 8.3 头,防治效果达 83% (表 2);施药 10 d 后,枸杞蚜虫的数量从原来的平均 20.6 头减少到 2 头,对照枸杞蚜虫的数量从原来的 23.3 头增加到 45.8 头,防治效果达 95% (表 3)。

表 2 混剂对枸杞木虱卵和若虫的防治效果

Tab. 2 Control effects of mixed carbosulfan and avermectin on egg and nymph of *Paratrioza sinica*

施药后 天数/d	平均虫口数/头		虫口减退率/%		防治效果 /%
	处理	对照	处理	对照	
1	8.5	6.6	-	-	-
3	5.7	6.6	32.9	-1.5	33.9
5	3.3	6.7	61.2	-1.5	61.8
7	2.5	7.1	70.6	-7.6	72.7
9	2.2	7.3	74.1	-10.6	76.6
12	1.8	7.4	78.8	-12.1	81.1
15	1.8	8.1	78.8	-22.7	82.7
20	1.8	8.3	78.8	-25.8	83.16

表 3 混剂对枸杞蚜虫的防治效果

Tab. 3 Control effects of mixed carbosulfan and avermectin on *Aphis* sp.

施药后 天数/d	平均虫口数/头		虫口减退率/%		防治效果 /%
	处理	对照	处理	对照	
1	20.6	23.3	-	-	-
3	13.4	27.1	34.95	-16.31	44.07
5	4.0	24.5	80.58	-5.15	81.53
7	2.2	30.2	89.32	-29.61	91.76
10	2.0	45.8	90.30	-96.6	95.06

### 3 结论与讨论

调查表明,2 种药剂丁硫克百威和阿维菌素对枸杞主要虫害枸杞木虱和枸杞蚜虫均有良好的防治效果,相同稀释浓度下,2 种药剂混施的防治效果好于单剂。丁硫克百威 1 500 倍液和 2 000 倍液对蚜虫的防治效果分别为 94% 和 87%;阿维菌素 1 500 倍液和 2 000 倍液对枸杞木虱的防治效果分别为 79% 和 67%;2 000 倍混剂对木虱和蚜虫的防治效果分别为 83% 和 95%。丁硫克百威击倒性强,可在短期内降低虫口数量;阿维菌素渗透性强,对虫口密度有较长时间地抑制,2 种药剂能够混用。生产中混配施用,可提高防治效果,减少施药次数。在一定的虫口发生量范围内,药剂不同浓度的防治效果比较接近。因此,在虫口密度不太大的情况下,本着经济和保护生态环境的原则,应尽量使用低浓度的药剂防治,以避免对植物产生药害,尽可能减少对天敌的伤害,也节约生产成本。

药剂防治施用时间的科学性非常重要,错过关键期,农药的使用量增加而防治效果甚微,事倍功半,且易造成农残超标。因而,综合食品安全、防治效果、经济效益等因素,枸杞木虱和枸杞蚜虫的防治应抓住关键时期,在害虫发生高峰期前采取有效防治措施。采用“两头重,中间轻”的施药原则,早春清园封园灭虫源;采果前期药剂防治降低虫口基数;夏果期生物防控确保食品安全;秋果期协调控制减少药剂用量;秋季封园降低虫口基数,达到提质增效的目的。

此外,枸杞木虱成虫和有翅蚜虫个体较小,且活动扩散能力相对较强,难以准确调查统计数量,因而本调查中未统计相应数据,或可能对试验结果产生

(下转第 111 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.013

## 湿地植物景观营造与生态恢复研究进展

杨倩,蔡雨新

(云南省林业和草原科学院,云南昆明 650201)

**摘要:**湿地有着独特的景观和重要的生态功能,但日益退化的湿地景观会削弱其生态系统功能。文章就湿地植物群落与景观以及植物群落与生态恢复等方面进行综述,提出湿地植物景观营造中存在的盲目引外来物种,景观单一,过度开发原有湿地,片面研究等问题,并从国家需求、学科发展、GIS和大数据等智能技术应用等方面预测其发展趋势。

**关键词:**湿地植物;景观营造;生态恢复;植物群落;生态功能

中图分类号:S759.93;Q178.5;TU986.34 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0065-04

引文格式:杨倩,蔡雨新.湿地植物景观营造与生态恢复研究进展[J].林业调查规划,2019,44(6):65-68.

YANG Qian, CAI Yuxin. Wetland Landscape Construction and Ecological Restoration[J]. Forest Inventory and Planning, 2019,44(6):65-68.

## Wetland Landscape Construction and Ecological Restoration

YANG Qian, CAI Yuxin

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

**Abstract:** Wetland has unique landscape and important ecological functions, but the increasingly degraded wetland landscape will weaken its ecosystem functions. This paper summarized the plant community and landscape of wetland and the restoration of plant community and ecology, and put forward some problems in the construction of wetland plant landscape, such as blind introduction of alien species, single landscape, over development of the original wetland and one-sided research, and predicted its development trend from national demand, discipline development, GIS and big data and other intelligent technology applications.

**Key words:** wetland plants; landscape construction; ecological restoration; plant community; ecological function

湿地具有独特的景观和重要的生态功能,在世界湿地保护和研究中倍受重视。然而,随着人口增长、城市化加速、追求短期效益,许多湿地受到严重影响。日益退化的湿地景观会削弱其生态系统功能,长此以往,产生负面累积效应<sup>[1]</sup>。因此,恢复湿

地的重要组分,提高湿地物质循环及生产力,加强生物多样性保护,是湿地恢复的关键<sup>[2]</sup>。湿地植被是湿地生态系统中重要组成部分,也是物质循环、能量转化的重要枢纽<sup>[3-4]</sup>,是湿地恢复工作的重要内容之一。从景观角度上讲,植物可以形成具有空间感

收稿日期:2019-08-08.

基金项目:云南省应用基础研究计划青年项目“外来物种对大山包退化湿地恢复的影响及机制”(2016FD099).

第一作者:杨倩(1985-),女,四川仁寿人.硕士研究生,助理研究员.主要从事生态学研究. Email:236589178@qq.com

责任作者:蔡雨新(1978-),女,助理研究员.主要从事生态学研究. Email:99826458@qq.com

和美感的造景效果;从生态功能角度讲,湿生植物可净化水体、阻滞泥沙、维护湿地生态平衡和生物多样性<sup>[5-6]</sup>。湿地植被的恢复有利于整个生态系统的自我平衡<sup>[7]</sup>。因此,将景观规划的理念融入于湿地的保护与营建,科学地利用湿地植物,是实现保护和提高湿地水质和生境质量的目标,也是改善水禽栖息地质量、满足湿地多种功能的需要<sup>[8-12]</sup>。

## 1 研究现状

### 1.1 植物群落与景观

近年来,世界各国都在积极地进行湿地恢复保护和开发利用领域发展,特别是城市湿地,国外学者很早就意识到湿地植物在景观规划中的地位和作用,美国、澳大利亚等国在该领域的研究处于领先地位<sup>[13]</sup>。如哥伦比亚 Columbia 湿地废水处理项目,应用湿地植物景观设计理念结合湿地植被净化水质的特点,将生物多样性保护等生态功能和景观游憩的娱乐功能相结合,改造成公众参与的具有教育意义的娱乐场所<sup>[14]</sup>。崇明东滩湿地公园利用植物的不同特性,构成湿地特有的自然景观,通过配置抗污水生植物,减少水中有机污染物,形成具有自我更新能力的湿地生态群落。

王向荣、熊瑶、邓志平等<sup>[15-18]</sup>提出湿地的开发和利用必须以保护湿地原生生态环境为前提,保护植被群落和动物栖息地、水系整理与水质净化相结合。利用植物恢复水体的自净能力<sup>[19]</sup>,选择适宜不同水深生长又有净化能力的本土植物种类,再根据不同水势梯度,构建由中生植被带—湿生植被带—挺水植物带—浮叶植物带—沉水植物带组成的过渡型结构,增加群落的多样性,创造丰富的景观类型。冯育青等<sup>[20]</sup>通过对苏州太湖湖岸带生态修复,通过优化调整湖滨带植被生态系统结构,改善水体质量,营建水上花卉浮岛,发展生态种植以及渔乡休闲旅游文化,实现生态、经济及社会效益的和谐统一。郭宝金、张起风等<sup>[21-22]</sup>提出了培养和建立本土木本湿生植物群落模式,突出地域性、生态性,使湿地群落更加乡土化,既有利于群落自然演替,又有利于环境恢复与保护。

### 1.2 植物群落与生态恢复

地表水质是评价湿地生态系统脆弱性的重要指标<sup>[23]</sup>。近 30 年来开展的湿地生态恢复研究表明,水生植物具有抑制有害藻类繁殖、净化水体的能力<sup>[24-27]</sup>。在人工湿地中,水生植物占据着举足轻重

的地位<sup>[28]</sup>。湿地生态系统种植植物和不种植物对污水处理有明显的差异<sup>[29]</sup>,根据 70 年代德国学者 Kichuth 提出根区法(The Root Zone Method)的理论,栽种挺水植物对污水处理极为有效。如成水平等人<sup>[30]</sup>研究栽种水烛(*Typha angustifolia*)和灯心草(*Juncus effusus*)的人工湿地基质去除氮、磷的效果比无植物的人工湿地基质好。较为常见的水生植物有芦苇、灯心草、宽叶香蒲等,这些植物净化力、适应力和耐受力强<sup>[31]</sup>,被广泛应用。

尹澄清<sup>[32]</sup>等人对白洋淀芦苇群落的研究表明:芦苇对水体有很好的净化能力,芦苇根区土壤对地表径流总氮的截留率为 64%,对总磷截留率为 92%。高镜清<sup>[33]</sup>等人采用人工模拟的方法,在春夏 2 个季节分别对东湖重度富营养化水体磷的去除效果进行了比较研究,结果表明,金鱼藻、伊乐藻、菹草、狐尾藻和苦草既能较好地吸收上覆水中的磷,又可抑止底泥中磷的释放。王国祥等<sup>[34]</sup>利用由浮水、浮叶、沉水植物为优势种构成的不同空间配置的群落进行湖泊饮用水源区藻类及氮污染控制实验,结果表明,富营养化湖水经净化后,藻类生物量下降,藻类数量下降,水质得到明显改善。李莎莎<sup>[35]</sup>等人根据污染源特点,选择相应对这些污染物富集、降解效果好的植物对不同空间配置的湿地植物群落对生活污水的净化作用进行研究表明,沉水植物多的群落具有更好的除氮效果,根系发达的植物具有更强的净化效果。符文超等<sup>[36]</sup>依据植物的生物学特性,选择剑湖湿地本地物种,通过湿地植物空间配置及动态调控构建适应水文周期以及削减入湖污染负荷、发挥最大净化效益的植物群落<sup>[37]</sup>,发现多生活型、多种类的植物配置模式对生活污水的净化效果较好。根据长期研究成果,采用挺水与浮水植物相结合的原则,合理组合,对水质起很好的净化作用,而且景观别致<sup>[38]</sup>。目前世界上已有越来越多的湿地污水处理系统,许多国家通过建设人工湿地进行水质的净化和污水处理,该方面的研究也正方兴未艾<sup>[39]</sup>。

## 2 存在的问题

### 2.1 盲目引入外来物种

在湿地植物景观营造时,应注重对群落中关键物种的保留,不能盲目引进外来种,导致土著种的灭绝<sup>[40]</sup>。滇池曾面临凤眼莲、狐尾藻等外来物种的侵害,破坏滇池生态系统,致使许多珍稀水生动植物也因此濒临灭绝。江苏盐城自然保护区疯长的互花米



草就是引进物种,其生长迅速一度堵塞河道,阻碍了其他本地物种的生长<sup>[41]</sup>。因此,湿地是独特而脆弱的生态环境,一旦遭到破坏,很难恢复。在景观营造植物选择时,不能因为暂时的视觉效果而盲目引入外来物种。

## 2.2 景观单一

植物景观构建过程中,常侧重于平面布局而忽视了立体空间开发,应注意创造多样的生境,发展多样的湿地植被,有助于增强湿地的稳定性和生物多样性。同时,要遵循适地造景的原则,考虑与周边环境的相容性<sup>[42]</sup>。

## 2.3 过渡开发原有湿地

在营造湿地植物景观时,应最大限度地保留原生境。过于注重景观的美化,而忽视了湿地的生态功能,会造成植被演替向退化方向发展,降低生物多样性,甚至对生态平衡造成负面影响。

## 2.4 片面研究

一般的研究主要考虑湿地植物的环境适应能力和水质净化效果,而忽略了植物作为湿地中必需元素而发挥的景观作用。要么单方面研究植物对水质净化作用,要么仅考虑用于景观的布置,从美观角度来选择植物。要实现景观的可持续发展,应能满足当前人们对其需要,同时又不对环境或人类的未来发展需求产生冲击<sup>[43]</sup>。如何将植物景观美学的理念和方法与景观尺度的湿地恢复研究有机结合起来,有许多需要深入探讨的科学问题。

# 3 发展趋势

## 3.1 国家需求

近年来我国湿地研究受到国家政府、科研部门以及国际组织的高度重视,湿地研究正处于蓬勃发展时期<sup>[44]</sup>,一些分布于城市周边的湿地,由于其特殊的地理环境和区位,极易遭到人为破坏,导致生物多样性下降,生态系统失衡,自然景观衰退。因此,尽快修复受损湿地刻不容缓。我国湿地公园起步较晚,目前正在逐步形成以湿地自然保护区为主体,湿地公园等多种保护形式并存的湿地保护管理体系。

## 3.2 学科发展

生态学原理在景观设计中的应用可以帮助寻求资源和空间利用的最有效方式,从而实现可持续的景观设计<sup>[45]</sup>。湿地景观研究是湿地科学研究新的生长点,研究内容丰富,但涉及到的景观过程、生态功能和监测管理等研究内容有待进一步研究。为此,应以生态学、经济学、湿地学和生物工程学等理

论为指导,结合景观生态学理论,在保护湿地的基础上充分发挥湿地资源的生态、社会与经济效益。

## 3.3 GIS 和大数据等智能技术应用

建立植物物种—生境数据库,开展大数据分析。海量的物种分布数据为湿地恢复和保护研究、外来物种入侵态势预测等提供了有力支撑<sup>[46]</sup>,遥感和GIS技术的普遍应用为湿地景观空间化和量化研究提供了重要数据来源和技术支持<sup>[47]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 刘红玉,吕宪国,张世奎. 湿地景观变化过程与累积环境效应研究进展[J]. 地理科学进展,2003,22(1):60-70.
- [2] 肖笃宁. 景观生态学[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [3] 种云霄,胡洪营,钱易. 大型水生植物在水污染治理中的应用研究进展[J]. 环境污染治理技术与设备,2003,4(2):36-40.
- [4] 成水平,吴振斌,况琪军. 人工湿地植物研究[J]. 湖泊科学,2000,14(2):179-184.
- [5] 王学雷,刘兴土,吴宜进. 洪湖水环境特征与湖泊湿地净化能力研究[J]. 武汉大学学报(理学版),2003,49(2):217-220.
- [6] 王为东,王亮,聂大刚,等. 白洋淀芦苇型水陆交错带水化学动态及其净化功能研究[J]. 生态环境学报,2010,19(3):537-543.
- [7] 王凌,罗述金. 城市湿地景观的生态设计[J]. 中国园林,2004,20(1):39-41.
- [8] 王浩,汪辉,王胜永,等. 城市湿地公园规划[M]. 南京:东南大学出版社,2008.
- [9] HENRY C P, AMOROS C, GIULIANI Y. Restoration ecology of riverine wetlands(II): An example in a former channel of the Rhone River[J]. Environmental Management, 1995,19(6):903-913.
- [10] 李晓文,肖笃宁,胡远满. 辽河三角洲滨海湿地景观规划“预案”设计及其实施措施的确定[J]. 生态学报,2001,21(3):353-364.
- [11] 李晓文,肖笃宁,胡远满. 辽河三角洲滨海湿地景观规划各预案对指示物种生境适宜性的影响[J]. 生态学报,2001,21(4):550-560.
- [12] 吕新华,刘清. 长江流域的湿地资源及其恢复保护[J]. 地理与地理信息科学,2003,19(1):70-73.
- [13] 于敬磊,鞠美庭,邵超峰. 城市湿地管理与恢复[J]. 湿地科学与管理,2007,3(1):36-39.
- [14] 骆林川. 城市湿地公园建设研究[D]. 大连:大连理工大学,2009.
- [15] 王向荣,林箐,沈实现. 湿地景观的恢复与营造——浙江绍兴镜湖国家城市湿地公园及启动区的规划设计

- [J]. 风景园林, 2006(4): 20-23.
- [16] 熊瑶, 杨云峰. 风景园林规划中的湿地恢复与利用探讨——秦皇岛海滨国家森林公园湿地园林规划设计[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2010, 35(1): 175-178.
- [17] EBRENFELD J G. Evaluating Wetlands Within an Urban Context[J]. Ecological Engineering, 2000, 3(15): 253-265.
- [18] 邓志平, 俞青青, 朱炜, 等. 生态恢复在城市湿地公园植物景观营造中的应用——以西溪国家湿地公园为例[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(6): 162-165.
- [19] [美] 克雷格·S. 坎贝尔·H. 奥格登. 湿地与景观[M]. 吴晓芙, 译. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [20] 冯育青, 王邵军, 阮宏华, 等. 苏州太湖湖滨湿地生态恢复模式与对策[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2009, 33(5): 126-130.
- [21] 郭宝金, 乔聪, 王安静, 等. 济宁市湿地公园建设与植物景观配置初探[J]. 湿地科学与管理, 2016(2): 11-14.
- [22] 张起凤, 胡海波, 鲁小珍, 等. 连云港西双湖湿地公园植物景观营造技术[J]. 林业科技管理, 2013(4): 11-14.
- [23] 高兴国, 王磊, 齐代华, 等. 基于 PSR 模型的湿地生态安全评价——以大山包湿地为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2013, 36(1): 86-90.
- [24] 况琪军, 夏宜琮, 吴振斌, 等. 人工模拟生态系统中水生植物与藻类的相关性研究[J]. 水生生物学报, 1997, 21(1): 90-93.
- [25] 朱彤, 许振成. 人工湿地污水处理系统应用研究[J]. 环境科学研究, 1991, 4(5): 17-22.
- [26] 况琪军, 武振斌, 夏宜琮, 等. 人工湿地生态系统的除藻研究[J]. 水生生物学报, 2000, 24(6): 655-658.
- [27] 崔保山, 刘兴土. 湿地生态系统设计的一些基本问题探讨[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 145-150.
- [28] BRIX H. Functions of macrophytes in constructed wetlands[J]. WatSci Tech, 1994, 29(4): 71-78.
- [29] 吴振斌, 詹德昊, 张晟, 等. 复合垂直流构建湿地的设计方法及净化效果[J]. 武汉大学学报(工学版), 2003, 36(1): 12-16.
- [30] 成水平, 夏宜琮. 香蒲、灯心草人工湿地的研究//净化污水的机理[J]. 湖泊科学, 1998, 10(2): 66-71.
- [31] GEORGE T, FRANKLIN L B. Wastewater Engineering treatment, Disposal and Reuse[M]. New Ybrk: McGraw-Hill College, 1990: 994-995.
- [32] 尹澄清. 内陆水—陆地交错带的生态功能及其保护与开发前景[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 331-335.
- [33] 高镜清, 熊治廷, 张维昊, 等. 常见沉水植物对东湖重度富营养化水体磷的去除效果[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(6): 796-800.
- [34] 王国祥. 用镶嵌组合植物群落控制湖泊饮用水源区藻类及氮污染[J]. 植物资源与环境, 1998, 7(2): 35-41.
- [35] 李莎莎, 田昆, 刘云根, 等. 不同空间配置的湿地植物群落对生活污水的净化作用研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(8): 1951-1955.
- [36] 符文超, 田昆, 肖德荣, 等. 滇西北高原入湖河口退化湿地生态修复效益分析[J]. 生态学报, 2014, 34(9): 2187-2194.
- [37] 卢少勇, 张彭义, 余刚, 等. 滇池王家庄湖滨带人工湿地农业径流中磷去除的干湿季节性规律[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(5): 1313-1317.
- [38] 张琼华, 吉倩倩, 王晓昌, 等. 城市景观水体水质净化的人工湿地设计[J]. 环境工程学报, 2009, 3(11): 1965-1968.
- [39] 柳 骅, 夏宜平. 水生植物造景[J]. 中国园林, 2003, 19(3): 59-62.
- [40] 潮洛蒙, 李小凌, 俞孔坚. 城市湿地的生态功能[J]. 城市问题, 2003, 113(3): 9-13.
- [41] 刘晶. 我们对湿地的关注[J]. 中国国家地理, 2004, 54(4): 30-33.
- [42] 邓志平, 俞青青, 朱炜, 等. 生态恢复在城市湿地公园植物景观营造中的应用——以西溪国家湿地公园为例[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(6): 162-165.
- [43] [美] 格兰特, W. 里德. 园林景观设计从概念到形式[M]. 陈建业, 赵寅, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [44] 刘红玉, 李玉凤, 曹晓, 等. 我国湿地景观研究现状、存在的问题与发展方向[J]. 地理学报, 2009, 64(11): 1394-1401.
- [45] 路毅. 城市滨水区景观规划设计理论及应用研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2007: 15-30.
- [46] 李锟, 朱珠, 赖梅东. 环境大数据在生态环境管理中的应用前景[J]. 中国战略新兴产业, 2018, 172(40): 20-21.
- [47] 杨帆, 赵冬至, 马小峰, 等. RS 和 GIS 技术在湿地景观生态研究中的应用进展[J]. 遥感技术与应用, 2007, 22(3): 471-478.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.014

## 丽江市湿地保护面临的问题及对策

黄丽春

(丽江市林业局,云南 丽江 674100)

**摘要:**丽江市湿地资源丰富,多样的湿地类型孕育了丰富的湿地植被及野生动物,但现有湿地同时存在资源分布不均,生态服务功能显著、生态地位高,生态系统脆弱,水质差别大、受干扰程度高等特点;针对湿地保护面临的机构不健全、管理体制不完善,天然湿地减少、沼泽湿地退化,环境污染严重,亟待建立保护地,保护主体意识薄弱,资金投入不足等问题;提出加强湿地保护队伍建设、建立规范的管理体制,强化湿地修复、提高湿地保护率,制定保护发展规划、科学有序开展修复保护,加大执法管护、明确保护责任,加大资金投入,强化保护主体意识,加强科普宣传等湿地保护对策。

**关键词:**湿地资源;保护;特点;丽江市

中图分类号:S76;Q178.5 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2019)06-0069-04

引文格式:黄丽春.丽江市湿地保护面临的问题及对策[J].林业调查规划,2019,44(6):69-72.

HUANG Lichun. Problems and Countermeasures of Wetland Conservation in Lijiang City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 69-72.

## Problems and Countermeasures of Wetland Conservation in Lijiang City

HUANG Lichun

(Lijiang Forestry Bureau, Lijiang, Yunnan 674100, China)

**Abstract:** The wetland resources, wetland types and wetland vegetation and wildlife were rich and various in Lijiang City. However, the existing wetlands also had the characteristics of uneven resource distribution, significant ecological service function, high ecological status, fragile ecosystem, large difference of water quality and high degree of interference. To solve the problems of imperfect institutions and management system, reduction of natural wetlands, degradation of swamp and wetland, serious environmental pollution, insufficient protected area, weak awareness of conservation and deficient investment, this paper suggested to construct wetland conservation team, establish standardized management system, strengthen wetland restoration, improve conservation rate, make conservation and development plans, carry out restoration and protection scientifically and orderly, enhance law enforcement, clear conservation objectives, increase capital investment, raise protection awareness, and strengthen science popularization.

**Key words:** wetland resources; conservation; characteristics; Lijiang City

丽江市湿地资源丰富,类型多样,在长江上游湿地生态区具有重要的区位,但由于存在湿地占用和

湿地排水垦殖、过度放牧和无序旅游开发和水体污染等现象,如何协调湿地资源的保护与可持续开发

收稿日期:2019-05-09;修回日期:2019-06-03.

第一作者:黄丽春(1971-),女,云南丽江人,高级工程师.主要从事湿地保护管理工作.

利用成为丽江市湿地保护的主要任务。为了保护好湿地,统筹山水林田湖草系统治理,文中归纳了丽江市湿地保护管理面临着的一系列困难问题,有针对性地提出了湿地保护的对策与建议。

## 1 湿地资源概况

丽江高原湿地的形成、分布、类型有着独特的地域性,在全球生态和生物多样性保护中具有重要的地位,对长江流域的生态安全起着至关重要的作用,是长江上游的重要绿色屏障。

丽江市湿地资源丰富,境内分布有金沙江和澜沧江两大水系,泸沽湖、程海、拉市海三大高原湖泊。根据 2012 年云南省第二次湿地资源调查,丽江市湿地面积为 36 211.62 hm<sup>2</sup>,分布有 4 个湿地类 10 个湿地型。其中:自然湿地面积为 31 610.52 hm<sup>2</sup>,占 87.3%;人工湿地面积为 4 601.10 hm<sup>2</sup>,占 12.7%<sup>[1]</sup>。2018 年湿地资源变化核查,全市湿地面积为 44 201.00 hm<sup>2</sup>,其中:自然湿地面积为 30 221.73 hm<sup>2</sup>,人工湿地面积为 13 979.27 hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。与 2012 年全省第二次湿地资源调查相比,新增湿地总面积 7 989.38 hm<sup>2</sup>,其中,自然湿地减少 1 388.79 hm<sup>2</sup>,人工湿地增加 9 378.17 hm<sup>2</sup>。

多样的湿地类型孕育了多样的植被类型和丰富的湿地植物,从生长环境看,有水生、沼生、湿生型植物;从植物生活类型看,有挺水型、浮叶型、沉水型和漂浮型;从植物生长类型看,有草本类、灌木类、乔木类。全市湿地植被共有 2 个植被型组,7 个植被型,7 个植被亚型,69 个群系<sup>[3]</sup>。有湿地植物 120 科 800 余种,其中,分布有国家 I 级重点保护野生植物高寒水韭(*Isoetes hypsiphila*),国家 II 级重点保护野生植物金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、野菱(*Trapa incise*)等;主要的湿地植物种有眼子菜(*Potamogeton distinctus*)、波叶海菜花(*Ottelia acuminata*)、双穗雀稗(*Paspalum paspaloides*)、灯芯草(*Juncus effusus*)等,这些植物主要生长在沼泽地、泥炭地、土壤潮湿或者有浅层积水的环境以及水深不超过 6 m 的水域中,形成典型的湿地生态系统。

丽江市湿地野生动物种类丰富。鸟类以拉市海国际重要湿地最具代表性,已记录鸟类 17 目 44 科 130 属 233 种,其中:国家 I 级保护鸟类 7 种、II 级保护鸟类 29 种,国家保护的有益的或有重要经济、科学研究价值的鸟类 144 种,是我国重要的迁徙水禽鸟类越冬地之一,每年在此越冬的候鸟多达 10 万余只。重要的保护种类有黑鹳(*Ciconia nigra*)、黑

颈鹤(*Grus nigricollis*)、白头鹤(*G. manacha*)、灰鹤(*G. grus*)、胡兀鹫(*Cypaetus barbatus*)、白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、鸳鸯(*Aix galericulata*)、大天鹅(*Cygnus cygnus*)、中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)、棕背田鸡(*Porzana bicolor*)、花脸鸭(*Anas formosa*)、斑头雁(*Anser indicus*)等<sup>[4]</sup>。鱼类以泸沽湖和程海为代表,分布有众多特有种,泸沽湖湿地鱼类特有种有厚唇裂腹鱼(*Schizothorax labrosus*)、宁蒗裂腹鱼(*Schizothorax ninglangensis*)、小口裂腹鱼(*Schizothorax microstomus*) 3 种,程海鱼类特有种有程海白鱼(*Anabarilius liui chenghaiensis*)、程海鮡(*Culter mongolicus elongates*)、程海蛇鮡(*Saurogobio dabryi chenghaiensis*)、长鳔云南鳅(*Yunnanilus longibulla*) 4 种<sup>[5]</sup>。

## 2 湿地资源特点

### 2.1 湿地资源分布不均

丽江市内湿地资源分布不均,其中:玉龙纳西族自治县和永胜县、宁蒗彝族自治县境内分布的湿地明显较多,丽江市的高原湖泊及大部分沼泽湿地分布在这 3 县中;古城区和华坪县分布较少,湿地资源以河流湿地和一些人工湿地为主。

### 2.2 湿地生态服务功能显著、生态地位高

丽江独特的地理条件,使境内湿地的生态功能得以充分展现和发挥,湿地生态系统在整个自然生态系统中具有较高的生态地位。比如丽江的拉市海被列入国际重要湿地,湿地保护区内有完善的动植物生态系统,也是很多迁徙候鸟的重要栖息地,发挥着较好的生态系统保护和维持功能。程海和泸沽湖被列入国家重要湿地,保存着珍稀的湿地动植物物种,是重要的湿地物种资源库。这 3 大高原湖泊湿地承担着冰雪融水和降雨后的径流,湖水补给稳定,在防止和控制洪水以及保持长江和澜沧江中下游的水量均衡方面发挥着重要作用,具有较高的生态地位。

### 2.3 湿地生态系统脆弱

丽江市湿地类型多样,以拉市海等为代表的湖泊湿地在涵养水源、净化水体、调节小气候、调蓄洪水、防止自然灾害、碳汇功能、保护生物多样性等方面发挥着极高的生态服务功能。但受高原气候的影响,这些湖泊水蒸发量较大,湖泊极易萎缩、湖面减小,而且这些湖泊多为半封闭型,湖水置换周期长,容易受面源污染而富营养化,影响原生态系统的稳定。拉市海和程海的湿地功能已在退化,特别是程

海,受污染影响的面积大,达到 3 000  $\text{hm}^2$ 。长江干流因水利工程和引排水工程建设,影响洄游鱼类,影响面积达 4 015  $\text{hm}^2$ 。老君山和宁蒗沼泽湿地由于森林采伐等原因,植被减少,有潜在的水土流失威胁。另外,受旅游和生活垃圾的影响,丽江的湿地生态功能总体在退化,湿地生态系统的脆弱性在显现。

#### 2.4 湿地水质差别大、湿地受干扰程度高

近年来,由于丽江旅游业的大力发展,人为活动对湿地自然环境及生态系统构成威胁,如拉市海周边随着旅游人数的增加,生活污水无序排放对附近水体的破坏,导致水质下降、原生物种减少。程海发展湿地生物产业,大面积的人工种养殖,导致水体污染严重。2018年调查结果显示,水质保护得最好的是泸沽湖,为Ⅰ类水质,拉市海是Ⅲ类,程海是Ⅴ类,长江干流丽江段是Ⅱ类。总体来看,由于利用状况的不同及湿地周边环境差异,丽江各湿地间水质差别较大。

### 3 湿地保护面临的问题

#### 3.1 湿地管理机构不健全、管理体制亟待完善

目前,除丽江市成立了湿地保护管理中心外,其它县(区)还未成立专门湿地保护管理机构。如泸沽湖还由特设的市级直管部门泸沽湖管理委员会来管理,各部门在各自的职责范围内开展湿地保护相关工作,导致出现职责不清的状况,现行的管理体制难以适应当前湿地保护形式,难以系统性地开展湿地管理保护和修复工作。

#### 3.2 天然湿地面积减少、沼泽湿地退化

水土流失、湿地水位下降,造成了天然湿地面积减少。如永胜程海湖高原湖泊湿地,受到泥沙淤积、外来物种入侵、水面污染等负面影响,水位线降低,面积不断减少。由于目前丽江市的多数湿地区域尚未通过认定列入保护范围,部分山区为种植药材,大面积排干开垦沼泽湿地,加之一些地区老百姓在沼泽湿地区域过度放牧和开垦土地,破坏湿地植被,造成了沼泽湿地面积减少,陆地化加剧,功能衰退。2012年云南省开展第二次湿地调查时,除金安桥电站淹没区外,金沙江流经永胜县的区域被调查为自然湿地中的永久性河流湿地和洪泛平原湿地,之后随着金沙江“一库八级”电站建设的推进,龙开口水电站、鲁地拉水电站、观音岩水电站建成蓄水,库区淹没致使丽江自然湿地大面积减少。其中:永胜县减少 0.18  $\text{hm}^2$ ;华坪县减少 0.03  $\text{hm}^2$ ;古城区减少

0.03  $\text{hm}^2$ 。

#### 3.3 湿地环境污染严重

主要是农业面源污染和旅游活动带来的污染。农业生产过程中使用的地膜、农药、化肥等残留物和流域内部分居民将生活垃圾、固体废弃物就地丢弃,被雨水带入湖区造成面源污染。同时无序旅游发展带来的垃圾、污水乱排放,也是湿地水质恶化的重要原因。如拉市海,随着旅游业蓬勃发展,拉市镇 18 个大型马场,共有马匹上千匹,马场的粪便未完全进行无害化处理,直接流入或被雨水冲刷至湖区,造成湖区水体污染。骑马观光沿线存在马尿、马粪污染环境,加之游客多、流动性大,如水上划船、餐饮、酒店也产生较多的生活垃圾,使得水域环境恶化。

#### 3.4 亟待建立湿地保护地

多年来,丽江市通过建立自然保护区、风景名胜区、水产种质资源保护区、水源保护区、湿地保护小区等各类保护地,使 16 043.50  $\text{hm}^2$  的湿地得到有效保护,湿地保护率为 36.06%,但与云南省不低于 52% 的目标差距较大,其中,华坪县 0%、古城区 13.90%、宁蒗县 29.32%;永胜县 42.80%、玉龙县 45.79%<sup>[2]</sup>。全市仍有 28 157.50  $\text{hm}^2$  的湿地未得到保护,受到污染、外来物种入侵、过度放牧等因素威胁,湿地保护任务艰巨。一些重要的湿地区域(沼泽湿地集中分布区等)为湿地保护空缺区域,亟需通过建立保护地来加强保护。

#### 3.5 湿地保护主体的意识薄弱

保护湿地需要全社会的关注和参与,广大公众对湿地的功能和价值缺乏足够的认识,全社会保护湿地的意识尚未形成,社区参与湿地保护与资源可持续利用的意识还有待增强。丽江市随着旅游产业的快速发展,人口流动量大,仅仅靠主管部门来保护湿地是不够的。公众对湿地环境保护的重要性认识不足,导致生态环境问题,如拉市海周边的旅游垃圾污染是水质下降的主要原因;湿地受到潜在的威胁,主要是外来生物对本土物种的破坏、原动植物减少、生物多样性保护能力降低。

#### 3.6 保护管理资金投入不足

湿地保护管理牵涉面广、涉及部门多。由于丽江市未将湿地保护纳入地方国民经济与社会发展规划中,地方财政预算中没有安排专门的湿地保护与恢复资金,导致在湿地保护管理建设等方面缺乏专门的资金支持,使得全市的保护管理工作尚未走上系统化、科学化水平。

## 4 加强湿地保护的对策

### 4.1 加强湿地保护队伍建设,建立统一规范的管理体制

要做好对湿地的保护和管理,需要一定的组织保障。目前丽江市已成立湿地保护管理中心,但仍需要其他部门的配合与协调,才能进行全面有效地保护与管理,因此加强管理机构建设,建立制度完善的湿地管理协调机制势在必行。由于湿地保护管理牵涉的面广、部门多,各部门在湿地保护、利用和管理方面的目标不同、利益不同,各自为政导致的矛盾突出。应制定湿地保护管理的地方性法规,确定统一的湿地开发利用方针、原则和行为规范,明确各级、各部门职责,规范管理程序、加大对违法行为的处罚力度,加强市、县(区)两级湿地保护管理机构的建设,规范各级湿地保护管理机构设置,制定科学合理的人员编制标准。要着手建立一支业务能力强、结构合理、人员稳定、爱岗敬业的专业队伍,肩负起湿地保护管理工作的重任。通过进修、培训等方式,提高湿地保护管理队伍的业务水平。

### 4.2 强化湿地修复,提高湿地保护率

通过开展湿地植被修复、野生动物栖息地修复、沼泽湿地修复、外来入侵物种防控、退耕还湿、退林还湿、退养还滩、生态补水等措施,修复湿地自然状态及生态功能,扩大湿地面积。结合河长制、湖长制工作,加大湿地类型自然保护区、湿地公园、水源保护区、水产种质资源保护区、风景名胜区、保护小区等保护地建设力度。根据丽江实际,加快湿地公园、湿地保护小区建设步伐,全面提高丽市湿地保护率。

### 4.3 制定湿地保护发展规划,科学有序开展湿地修复保护

根据丽江市湿地资源的现状,结合区域整体发展目标,制定丽江市湿地保护发展的中长期规划,在大力发展经济的同时高度重视湿地生态环境保护。对各类湿地开发项目,必须按规定进行环境影响评价和科学论证,确保项目建设符合生态伦理,不产生湿地环境污染。使湿地在改善生态环境、维护生态平衡、促进人与自然和谐、实现经济社会可持续发展中发挥更大的作用。

### 4.4 加大执法管护,明确湿地保护责任

进一步落实湿地保护责任,将湿地保护管理工作纳入经济社会发展考核指标,进一步加大湿地管护力度,严厉打击破坏湿地的行为,确保湿地资源总

量不减少。加强湿地保护的组织协调,落实林业、发改、财政、环保、国土、住建、农业等部门湿地保护的职责,做好湿地保护有关工作。

### 4.5 进一步强化保护主体意识

加强湿地保护宣传工作,加快湿地保护专项立法,使湿地保护管理有法可依,走上法治化、规范化轨道。建立社区参与湿地保护的共管机制,调整产业结构,扶持群众发展生态农业等方式,确保湿地周边居民在维持良好生计的基础上,积极参与湿地保护和管理。向广大公众宣传普及湿地保护知识,增强民众的保护湿地意识及保护的自觉性。针对旅游、生活垃圾污染问题,加强垃圾回收,扩大废物资源化利用,加强河流治理,增加植被覆盖。

### 4.6 加大资金投入,保障工作经费

为确保湿地保护管理资金足额到位、专款专用,建议将湿地保护纳入地方国民经济与社会发展规划中,将湿地保护管理经费纳入地方政府财政预算,并加强对资金使用的监管。鼓励社会资本参与湿地保护,确保各项工作建设资金有保障。

### 4.7 加强科普宣教工作,强化保护意识

首先是抓各级领导干部,只有他们懂得了保护湿地的重要性,才能在各级生态保护的决策中,把湿地保护放在重要位置。其次是抓广大社会公众,让大家认识到保护湿地的重要性,认识到破坏湿地也是违法行为。充分利用“世界湿地日”“湿地宣传月”等重大宣传活动,加强湿地保护宣传工作。通过印发宣传资料、悬挂宣传横幅、放置宣传展板等多种形式进行宣传。引导广大市民、游客告别不文明行为,提高公众湿地保护意识,以多种方式强化新闻媒体及社会公众对湿地保护管理的监督。

## 参考文献:

- [1] 温庆忠. 中国湿地资源·云南卷[M]. 北京:中国林业出版社,2015:44-46.
- [2] 云南省林业和草原局. 2018年云南省湿地资源变化核查报告[R]. 2019.
- [3] 杨忠兴. 云南丽江常见植物图鉴[M]. 昆明:云南科技出版社,2014:1-3.
- [4] 国家林业局昆明勘察设计院. 丽江拉市海高原湿地省级自然保护区总体规划(2015-2025)[Z]. 2015.
- [5] 杨忠兴,胡宗华. 云南省丽江市湿地资源现状与保护管理对策[J]. 福建林业科技,2015(2):236-241.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.015

## 君山江湖口湿地保护利用的生态设计策略

李志华,冯超,甘静静,陈溪路

(湖南省农林工业勘察设计研究总院,湖南长沙410007)

**摘要:**君山江湖口湿地体验园的建设从湿地保护、修复以及合理利用出发,基于调查分析项目地周边环境对项目地生境的历史演变为导向,为项目地湿地保护、修复和利用提供方向与参考,采用自然修复以及鸟类栖息地修复、鸟类食源补给地建设、鸟类栖息林建设等人工促进修复方式,改善和修复湿地生境。合理利用项目地的湿地、设施等资源,进行可持续的生态设计,在为市民提供生态科普宣教场所和自然体验地的同时,保证湿地生态系统功能的不断优化。

**关键词:**生态设计;自然修复;人工促进修复;保护利用;君山江湖口湿地

中图分类号:S718.557;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0073-08

引文格式:李志华,冯超,甘静静,等.君山江湖口湿地保护利用的生态设计策略[J].林业调查规划,2019,44(6):73-80,87.

LI Zhihua, FENG Chao, GAN Jingjing, et al. Ecological Design Strategies for Wetland Conservation and Utilization in Junshan Jianghu Estuary [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 73-80, 87.

## Ecological Design Strategies for Wetland Conservation and Utilization in Junshan Jianghu Estuary

LI Zhihua, FENG Chao, GAN Jingjing, CHEN Xilu

(Hunan Prospecting Designing and Research Institute for Agriculture Forestry and Industry, Changsha 410007, China)

**Abstract:** The construction of Junshan Jianghu Estuary Wetland Experience Park was based on the protection, restoration and rational utilization of wetlands. By exploring the surrounding environment and the historical evolution of habitats in project site which provided reference for the protection, restoration and utilization of wetland, the methods of natural restoration and bird habitat restoration, bird feeding land construction and bird habitat forest construction were adopted to improve and restore wetland habitats. The wetland and facilities in the project site should be rationally utilized and the sustainable ecological design should be carried out to ensure the continuous optimization of wetland ecosystem functions as well as provide the public with places for ecological science education and natural experience.

**Key words:** ecological design; natural restoration; artificially promoted restoration; protection and utilization; Junshan Jianghu Estuary Wetland

自国家推动长江经济带发展以来,坚持走生态优先、绿色发展之路。习近平总书记分别在重庆和

武汉推动长江经济带发展座谈会上强调,“长江经济带建设要共抓大保护,不搞大开发,要把长江生态

收稿日期:2019-03-22.

第一作者:李志华(1985-),男,风景园林工程师。从事风景园林规划设计和森林城市研究工作。Email:280505504@qq.com

修复放在首位”。君山江湖口湿地体验园位于长江干线的滩涂地,本着湿地生态系统的保护与修复为主方向,致力于解决湿地生态功能退化或消失等问题,还原湿地生态系统的完整性和原真性,为鸟类特别是冬季候鸟提供栖息地,并以湿地资源为载体,提供公众丰富多样的自然湿地体验。

## 1 项目地概况

君山江湖口湿地体验园位于洞庭湖出口与长江干流两水会合处,系由洞庭湖与长江流域淤积而成的冲积平原湖区,地处东经  $112^{\circ}57'7'' \sim 113^{\circ}8'7''$ ,北纬  $29^{\circ}24'34'' \sim 29^{\circ}31'39''$ ,东隔洞庭湖出口与岳阳市毗邻,南接东洞庭湖,西与君山城区接壤,北隔长江与湖北相望。总面积  $5\,777\text{ hm}^2$ 。独特的地理位置赋予了项目地特有的生物多样性资源。

## 2 基于周边环境分析为导向

### 2.1 动物资源

项目地所在的东洞庭湖自然保护区是东亚—澳大利亚候鸟迁徙路线上重要中转站和季节性栖息地,享有“全球小白额雁最主要的越冬地”、“长江中游的明珠”和“拯救濒危鹤类与淡水豚类的希望地”的声誉。与场地相距不到  $1\text{ km}$  的长江故道所形成的内陆湖—濠河,由于拥有丰富的水生昆虫、幼虫、蠕虫和软体动物等小型无脊椎动物,成为反嘴鹬重要的栖息地,每年冬天吸引数万只反嘴鹬前来,成为了观鸟的天堂。

江豚在整个长江流域里的数量不足  $1\,000$  头<sup>[1]</sup>,项目地内华龙码头相对的 2 个浅沙滩是江豚逐食的理想地,据当地居民介绍,每当天气较好时总能看到一群群的江豚起舞、嬉戏,成为了江豚最佳的生活栖息地之一,也成了志愿者们守护、观测江豚的最佳观测点(图 1)。

### 2.2 湿地资源

项目地为滨江季节性淹没带,地面高程为  $20 \sim 30\text{ m}$ ,主要以洪水期被淹没,枯水季节出露的河湖洲滩为主,湿地植物资源丰富。由于历史原因,项目地植物以大面积的芦苇、南荻和杨树林为主,占总面积的 95% 以上。其它有少面积的菱蒿灌草丛、灰化苔草群落、假活血草群落、问荆群落、菹草群落、茵草+水芹群落、荇菜群落、槐叶蘋群落等(图 2)。在项目地西北角有一处面积约为  $1.5\text{ hm}^2$  的少人工干扰的自然湿地,湿地植物丰富多样(图 3),还发现了发现



图 1 项目地及周边主要湿地资源

Fig. 1 Main wetland resources in and around the project site

湖南省新纪录植物 2 种,分别为假活血草 *Scutellaria tubrifera* 和翼果薹草 *Carex neurocarpa*。这些发现为项目地湿地修复提供了参考和发展方向。

## 3 基于历史演变分析为导向

根据君山县志、历史影像以及当地走访和实地调查,以建设前、建国后至 1998 年(三峡大坝修建)、1998 年至今分 3 个阶段分析社会经济发展给场地环境带来的干扰和变迁(图 4),以期指导项目地湿地环境的修复和保护。

### 3.1 建国前

建国之前,项目地是一片处于自然状态的洲滩湿地,人为干预较小<sup>[2]</sup>。植被类型丰富多样,主要植被类型有:枫杨林、桑树+枫杨林、樟树林、川三蕊柳林、南荻灌草丛、菱蒿灌草丛、野蔷薇灌草丛、芦苇灌草丛、藨草群落、灰化苔草群落、假活血草群落、问荆群落等植物群系。野生动物资源丰富,是洞庭湖湿地鹤鹬类大型涉禽、鸕鹚类涉禽、雁鸭类游禽的重要栖息地,各类越冬候鸟种群数量达万只以上<sup>[2]</sup>,亦是白鹤、白头鹤、黑鹳、东方白鹳、白琵鹭、小天鹅等珍稀、濒危物种的重要栖息、觅食场所。

### 3.2 建国后至 1998 年

1955 年,为改善居民生活、生产条件,开始修建君山堤垸,发展农作物种植。60 年代,由于造纸业的兴起,大围垦办场,伴随君山区芦苇场的成立,开始大面积的芦苇生产围垦圈地<sup>[2]</sup>,芦苇的种植加速了洲滩泥沙的淤积。20 世纪 90 年代,由于河床湖床的不断抬高,加修加固大堤,兴修水利;同时,在湖滩地栽种速生杨树(欧美黑杨、意大利杨等),种植面积急剧扩大,低位洲滩被大面积抬高,植物群落格



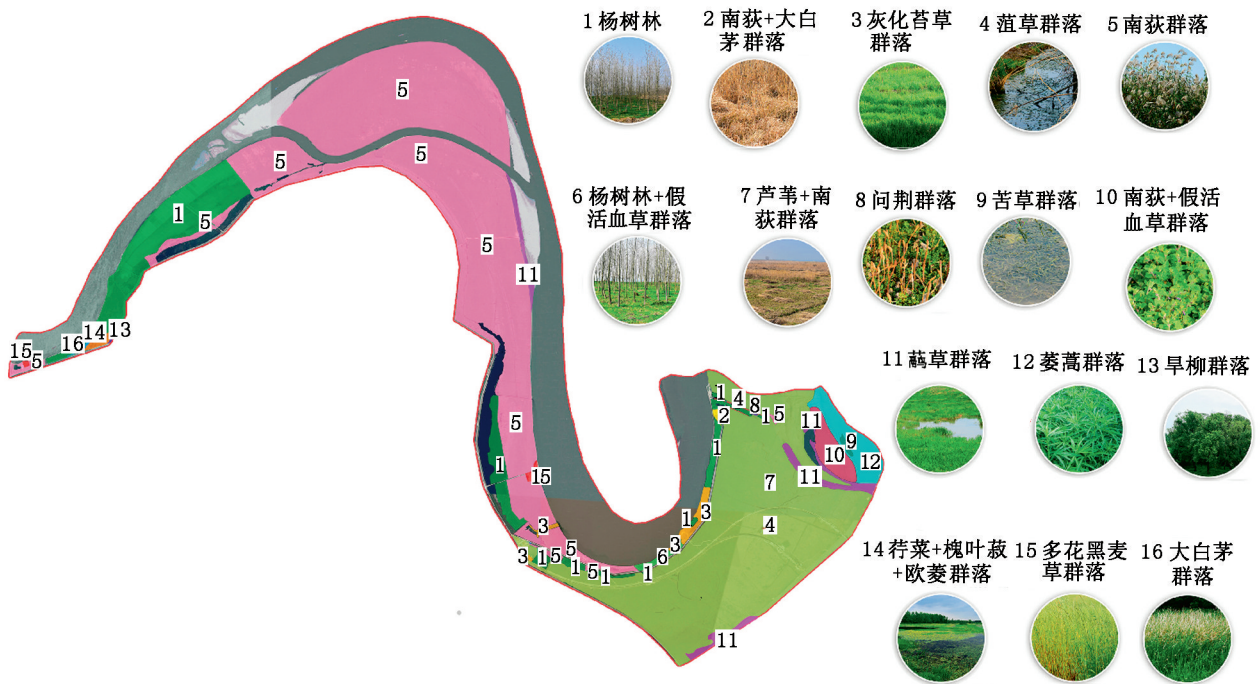


图 2 项目地植物群落分布

Fig. 2 Distribution of plant community in project site



图 3 项目地少人工干扰的自然湿地

Fig. 3 Natural wetland with less artificial disturbance in project site



a. 建国前期

b. 建国前期至1998年

c. 1998年至今

图 4 项目地周边环境的历史演变卫星影像

Fig. 4 Surrounding environment changing images in different periods of project site

局发生改变,水生植物群落面积逐渐减少。

大面积人工种植芦苇、南荻和杨树等对生物多样性的危害主要有以下 2 个方面:①直接破坏原生湿地植被,枫杨林、川三蕊柳林等慢慢被芦苇、南荻、杨树林等人工植被替代,造成区域植物物种多样性降低,植被单一,破坏了湿地景观格局。②为降低洲滩地下水水位以满足芦苇和杨树旺盛生长的需要,需要对洲滩进行开沟排水。泥沙的淤积是双向促进的一对依存因子,越淤积芦苇生长越好,芦苇的生长又加速了泥沙的淤积。洞庭湖的无苇洲滩泥沙年淤积为 3.5 cm,而有芦苇的区域泥沙年淤积达 5 cm<sup>[3]</sup>。开沟排水和泥沙淤积,一方面造成洲滩地下水水位降低,另一方面造成洲滩抬高,二者共同造成了项目地冬季洲滩的低水位,导致湿地景观结构变化,干扰了湿地生态类型的自然规律,破坏了鸟类的栖息环境。同时,经营芦苇、南荻需大量使用农药,对湿地造成无法挽回的后果。

### 3.3 1998 年至今

三峡大坝建成后,长江洪水与湘、资、沅、澧四水的高峰期相互顶托的局面得到了缓解。夏季水位通过大坝的调控相应地降低了 1~2 m,而冬季水位将提前下落,从而导致滩地提前出露。专家认为,水位的变化将引起水生和陆生动植物带的演替,进而影响鱼类、豚类以及鸟类觅食、栖息和分布。而横跨项目地的蒙华铁路、杭瑞高速的修建与运行进一步加大了对项目地生态环境的干扰。圈湖捕捞和钓鱼等活动,不仅使项目区鱼类资源受到影响,进而影响到鸟类食物。据监测,以鹤形目、雁形目、鸕形目为代

表的湿地类型冬候鸟除少量出现在项目地东北区域和外围沿岸区域外,其他区域已难得一见。

## 4 保护修复策略与技术

通过调查分析项目地及周边的湿地生态环境,以及项目地生境的历史演变,运用湿地生态学和恢复生态学原理,通过保护管理和人工促进的方式,对退化或消失的湿地进行修复或重建,再现或仿效湿地受干扰前的生态系统结构、功能、多样性和动态变化过程,以及相关的物理、化学和生物学特性,为鸟类、江豚、其他各类动植物提供更好的生境。主要的保护修复方法包括自然修复、人工促进修复以及可持续设计等。

### 4.1 自然修复

自然修复是以自然的自我设计为主,即偏重于借助自然生态系统的自我修复能力进行湿地修复<sup>[4]</sup>。以最小的人为干预,即通过去除修复区域的人为干扰,为湿地生态系统修复提供基础条件。

以项目地现有的一处少人工干扰的自然湿地为参考,全面禁止项目地内的农业开垦行为,并封闭为降低地下水水位而挖的排水沟以抬升地下水水位;全面禁止项目地内的捕鱼行为,保护项目地内鱼类资源和水鸟资源;消除水源污染,拆除堤坝围堰等,恢复水文状况,充分利用当地和邻近区域湿地的种子库,通过植物的自然生长、植被的自然更替,逐步恢复湿地的结构和功能。



图 5 项目地内及周边自然形成的生态岛屿、多样性边缘与丰富的湿地植物

Fig. 5 Naturally formed ecological islands, diversity edges and abundant wetland plants in and around the project site

### 4.2 人工促进修复

人工促进修复涉及自然干预,即人类直接控制湿地修复的过程,以恢复重建湿地生态系统。这种

修复方式强调人的积极主动介入,师法自然,以近自然工法修复湿地的基底结构、水文状况和植被结构等。主要包括:建设生态保水设施,修复大水面,为

鸟类提供适宜生境;恢复廊道、连接景观斑块;改善斑块边缘,增加生物多样性;营造生态岛,为鸟类提供理想栖息地;湿地植被修复,为鸟类提供食物和栖

息地;营造森林,提供栖息林以及鸟类食源补给地的建设等(图 6)。

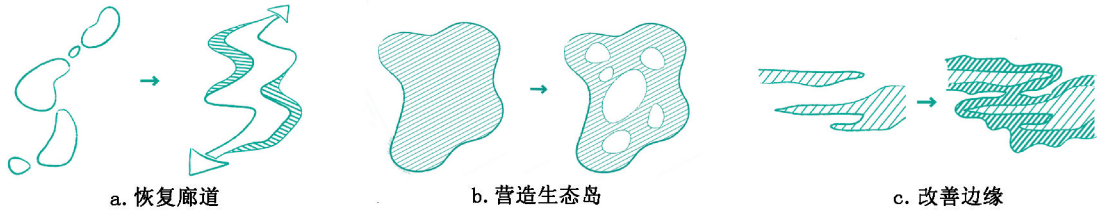


图 6 人工促进自然修复方法  
Fig. 6 Methods of artificially promoted restoration

1) 鸟类(水鸟)栖息地修复

水位变化,特别是冬季缺水和大规模的垦殖,是项目区湿地生境退化的主要原因。三峡大坝建成运行后,据保护区多年来的监测结果表明,项目地每年提前 1~2 个月便进入了枯水期,且枯水期增长(每

年约有 6 个月左右时间为干涸期)(图 7),生态缺水情况十分严重,湿地生境退化严重,不利于冬候鸟的栖息。因此,进行冬季生态补水,建设生态保水设施来调控水位(图 8),严禁大规模的垦殖活动,对退化湿地生境的修复至关重要。

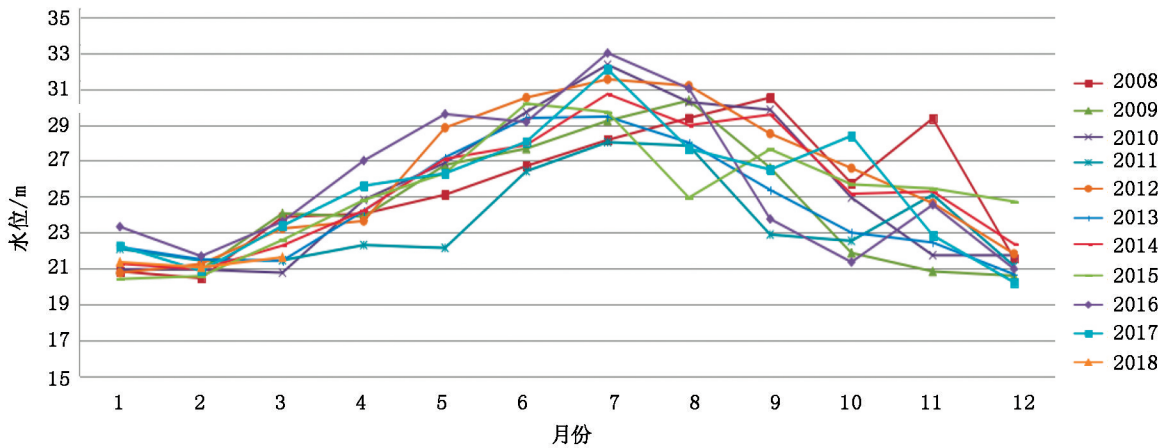


图 7 项目地近 10 年每月水位变化曲线  
Fig. 7 Monthly water level variation curve of the project site in the past 10 years

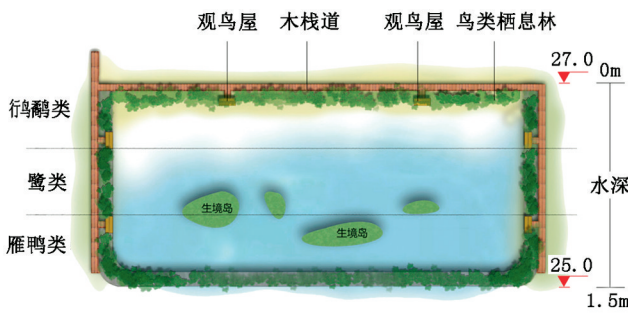


图 8 生态保水设施及生态岛的营建  
Fig. 8 Construction of water conservation facilities and ecological islands

根据项目地地形和季节性水位变化情况,规划在项目地南部海拔 25.5 m 处建设生态保水设施,总长度约 2.7 km,宽约 2.5 m,高约 1.5 m,恢复区域内水生植物和底栖动物,提供鸬鹚类大型涉禽、鸬鹚类涉禽、雁鸭类游禽等越冬候鸟栖息地生境,在冬季缺水季节为越冬候鸟增加约 149 hm<sup>2</sup> 湿地生境。

2) 鸟类食源补给地建设

根据鸬鹚类、雁鸭类、鸬鹚类等鸟类对生境和食物的不同需求,选择在生态保水设施建设区内的深水域(水深 1 m 以上)适当种植芡实、睡莲等浮叶植物,水深 0.8~1.0 m 区域种植水葱、菖蒲、菰、莲花

等挺水植物,水深 0.5~0.8 m 区域种植荇菜、灯心草、水毛花、香蒲等浮叶或挺水植物,水深 0.2~0.5 m 浅水域种植苦草、眼子菜、菹草、金鱼藻等沉水植物作为鱼、虾类繁殖场所;高位洲滩种植苔草、藨草、

冬小麦、野燕麦等雁类食物(图 9)。通过投放底栖动物、鱼类、两栖类等增加鸟类食物,以减少因洞庭湖季节性鸟类食源不足造成的威胁。

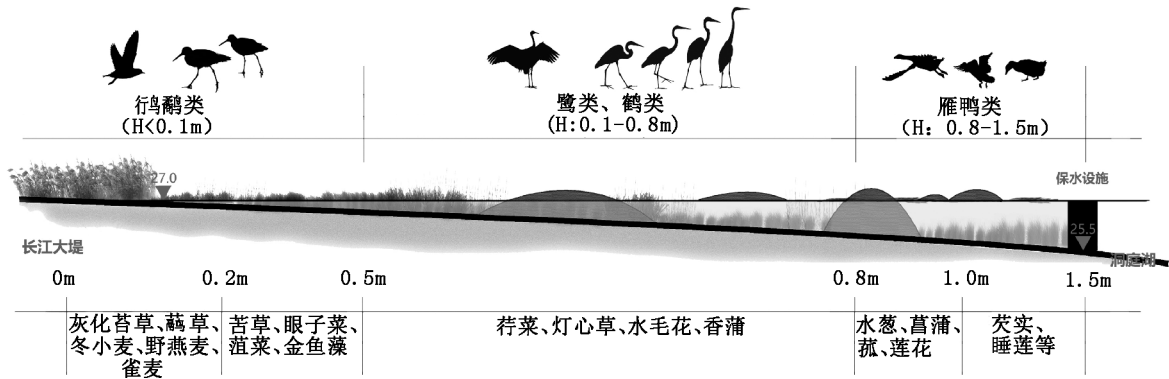


图 9 不同水位区域的植物种植

Fig. 9 Plants in different water level areas

### 3) 鸟类栖息林建设

在鸟类(水鸟)栖息地修复区和鸟类核心保育区周边营造鸟类栖息林,建设面积为 100 hm<sup>2</sup>。根据不同鸟类对栖息生境的需求,在常年干涸滩地上种植高大乔木,边缘缓滩浅水区种植湿生草本植物,水域内种植挺水或沉水植物。适当保留原有高大乔木,乔木种植可以选择枫杨、池杉、川三蕊柳、桑树、

樟树、旱柳等,以营造适合鹭鸟、鹤鹳类涉禽活动的生境,并搭配种植草本植物,营造野鸭等隐蔽筑巢的生境,草本植物选择藨草、黍、李氏禾、大白茅、灰化苔草等禾本科及莎草科植物种类,沉水植物选择眼子菜、苦草等乡土植物,并适当种植莲、欧菱、荇菜、芡实等观赏性乡土植物,提高景观效果及生物多样性,以利于开展科普宣教活动(图 10)。

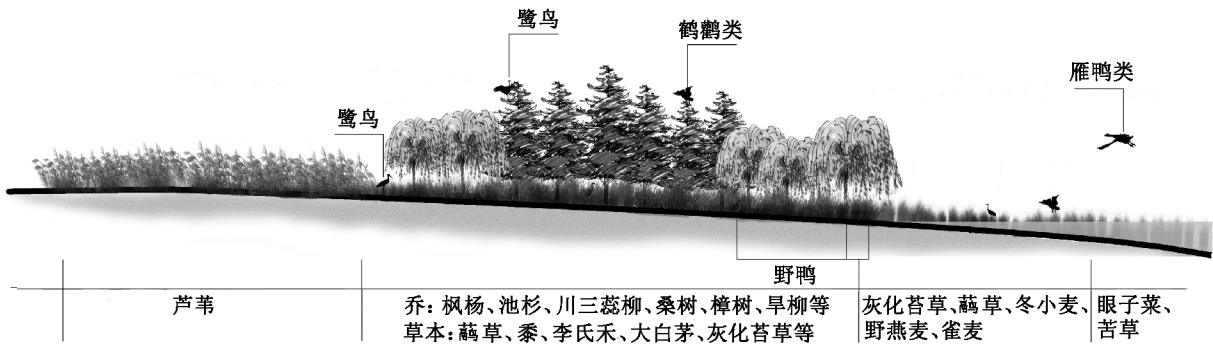


图 10 鸟类栖息林植物种植

Fig. 10 Plants in bird habitat forest

### 4) 湿地植被修复

项目地成片植于洲滩的杨树林抑制了原有自然植被的生长,改变了原生湿地植被的群落结构,使原有的自然湿地生态景观破碎化、斑块化、走廊化程度加重。针对杨树林种植区域,以采取清理杨树林,栽植湿地植物的方式进行人工促进湿地植物群落恢

复,选取种植的当地原生湿生植物种类包括枫杨、川三蕊柳、榔榆、桑树、旱柳、藨草、菱蒿、蚕茧草、虾须草、灰化苔草等,采用分时分块的方式进行种植,达到更好的恢复效果。

### 5) 生态廊道建设

生态廊道建设包括生物保护廊道、道路生态隔

离带和拦沙堤生态隔离带。考虑到生态廊道兼具生物栖息地、生物迁移通道<sup>[5]</sup>、防风、隔音等功能,能够减缓高架交通对野生动物的影响。选择能够满足鸟类保护和保护生物多样性的比较合适的宽度,以减缓游人对鸟类的影响,根据专家对生态廊道适宜宽度的研究成果,确定生物保护廊道长 200 m<sup>[6]</sup>,道路两侧设置 100 m 的缓冲带<sup>[7]</sup>,拦沙堤两侧规划种植 50~100 m 的生态隔离带。

### 4.3 基于保护的合理利用

城市周边的自然生态用地不仅能够为城市居民提供体验城市生态和享受自然环境的机会。同时也是开展科普教育和科学研究的良好基地<sup>[8]</sup>。项目地是一块位于君山区与岳阳主城区之间的生态处女地,作为科普宣教场所和自然体验地,具有大多数处于偏远山区的自然保护地无法比拟的区位优势。合理利用项目地的湿地、设施等资源进行可持续的生态设计,在提供市民生态产品的同时,保证湿地生态系统功能的不断优化。

#### 1) 可持续的开发利用

为尽可能减少改变和干扰项目地质朴的自然风貌,合理的功能分区和建设布局是项目地可持续发展的基础(表 1)。根据项目地生物资源、地形地物等自然环境因素进行生态敏感度分析(图 11),服务设施和人为活动较高的项目建设,尽量避免选择在高敏感和易敏感区内。根据敏感性分析,对游客人数和游览线路加以控制和引导,以减少人为活动对生态环境的影响,尽可能地保持生态系统完整性,有利于为鸟类和其他水生物提供适宜的生长、栖息环境。

#### 2) 自然资源的合理利用

场地内的万亩芦苇、自然湿地以及长江江豚、候鸟等动物资源是项目地所具有的独特资源优势。科普宣教活动主要是围绕候鸟、湿地、江豚为主题,合理利用现有的湿地和生物资源,通过拦沙堤道路改造、架空木栈道、浮桥以及沉水廊道建设,让游客零距离接触湿地,提供游客多样的湿地体验,拉近人与湿地的距离。

#### 3) 场地设施的循环利用

杭瑞高速大桥锚碇资源的循环利用是项目可持续发展的创新点,锚碇建筑呈 N 字造型,锚碇内部空间高 29.04 m,侧面最宽处达 31.38 m,内部空间非常大,利用该空间设置科普宣教配套功能建筑,既避免服务建筑重新占用湿地,也满足了科普宣教功能上的需求。根据设计,内嵌式锚碇建筑总面积为

表 1 功能分区与建设目标类型

Tab. 1 Functional zoning and construction objectives

规划分区	面积 /hm <sup>2</sup>	占比 /%	建设目标	配套景观设施
湿地保育区	3167	54.8	保护湿地生态系统。仅开展保护、监测、科学研究等必需的保护管理,不得进行任何与湿地生态系统保护和管理无关的其他活动。	尽量减少人为干预,不作为开放性空间,可借助望远镜和其他观鸟设施及平台等进行观察。
恢复重建区	429	7.4	培育和恢复湿地生态系统。通过湿地生境的恢复达到招引鸟类的目的,并进行鸟类科研监测系统的建设。	湿地植物的补植与恢复,保水设施建设,湿地生境营造。不作为开放性空间,可借助望远镜和其他观鸟设施及平台等进行观察。
合理利用区	2181	37.8	开展以生态展示、科普教育为主的宣教活动。可开展不损害湿地生态系统功能的生态体验及管理服务等活动。让游客体验芦苇荡景观、江湖口湿地景观、江豚及桥梁等人文工程。	瞭望塔、监测站、宣教中心、博物馆、木栈道、绿道、观光码头、箱式木栈道、沉水栈道、浮桥、景观小品、特色观景平台、观鸟屋、江豚监测与救护设施。

4 724 m<sup>2</sup>。底层架空层为访客中心,一层为桥梁数字博物馆,二层、三层为洞庭湖自然博物馆,四层为观景平台区(图 12)。利用桥梁下面的钢桁架梁开发一条跨越洞庭的观光通道。观光通道从锚碇至桥塔并向洞庭湖方向延伸 200 m,总长 696 m,将原有 1 m 的检修道拓宽为 2 m,并增设网状安全护栏。同时在观光通道上外挑若干个观景平台,营造别样的体验空间(图 13)。

## 5 总结

通过对项目地及其周边的自然环境和社会环境进行详实的调查与研究,并分析项目地环境的历史演变,以现有的动植物资源和存在的生境问题为导向,把生态保护和修复工程作为推动项目发展的优先选项,针对湿地保护恢复和科普宣教进行可持续的生态设计,充分利用现有设施资源加以合理改造利用,使之发挥更大的生态效益和社会效益。在长江经济带共抓大保护,不搞大开发,走绿色可持续发

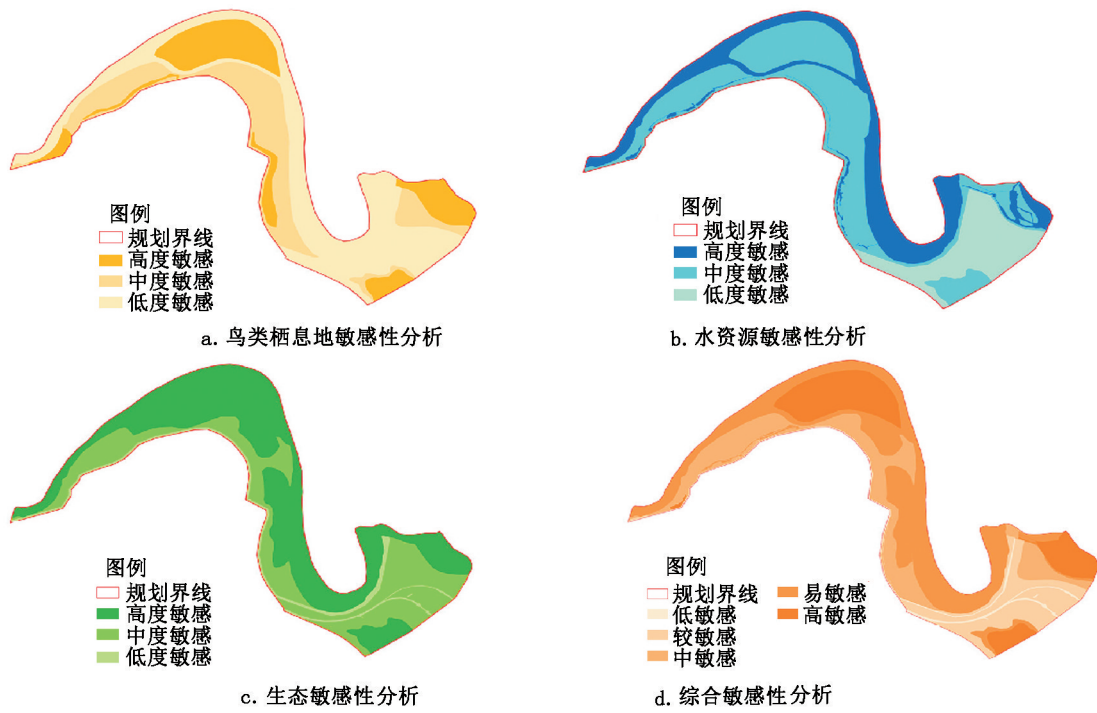


图 11 生态敏感度分析

Fig. 11 Ecological sensitivity analysis



图 12 桥梁锚锭资源改造效果

Fig. 12 Revamping effect of bridge anchor resources



图 13 杭瑞大桥的钢桁架梁改造成观光通道效果

Fig. 13 Effect of transforming steel truss girder of Hangrui Bridge into sightseeing passageway

(下转第 87 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.016

## 基于实践论的生态旅游在自然保护区实践偏差研究

鲁小波,陈晓颖

(1.渤海大学管理学院,辽宁 锦州 121013; 2.渤海大学辽宁沿海经济带发展研究院,辽宁 锦州 121013)

**摘要:**自然保护区是生态旅游最主要的实践基地,生态旅游在自然保护区实践中普遍存在5种偏差:人们对生态旅游的理解和认识偏差;生态旅游在自然保护区开发建设的偏差;生态旅游对自然保护区及其周边造成环境、社会与经济3方面的负面影响;生态旅游在自然保护区实践管理方面的偏差;社区参与方面的偏差。其主要原因是缺乏有效管理,环境保护不力,当地社区参与不充分。从《实践论》的角度对生态旅游在自然保护区实践偏差的种类、原因及研究不足展开研究,指出对自然保护区生态旅游实践活动进行深入研究,揭示清晰的理论原则,构建有效的指标体系,并补充和完善生态旅游的理论体系。提出中国未来治理生态旅游在自然保护区实践偏差的对策:明确问题,找到根源,治理乱象,与生态文明建设相融合。

**关键词:**生态旅游;自然保护区;实践偏差;实践论;环境影响评价;生态文明建设

中图分类号:S759.9;S788.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0081-07

引文格式:鲁小波,陈晓颖.基于实践论的生态旅游在自然保护区实践偏差研究[J].林业调查规划,2019,44(6):81-87.

LU Xiaobo, CHEN Xiaoying. Deviation of Ecotourism Practice in Nature Reserves Based on Practice Theory[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 81-87.

## Deviation of Ecotourism Practice in Nature Reserves Based on Practice Theory

LU Xiaobo, CHEN Xiaoying

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

2. Research Institute of Liaoning Coastal Economic Belt Development, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China)

**Abstract:** The nature reserve is the main practice base of ecotourism. There are five kinds of deviation in the practice of ecotourism: people's understanding of ecotourism, development and construction of ecotourism, ecotourism's negative impact on the environment, society and economy of the nature reserve and its surrounding areas, management of ecotourism and community participation. The main reasons for the deviation of ecotourism in the nature reserve includes lack of effective management, poor environmental protection and inadequate participation of local communities. From the perspective of Practice Theory, this paper studied the types, causes and deficiencies of ecotourism practice deviation in nature reserves,

收稿日期:2019-07-04.

基金项目:国家自然科学基金项目“基于利益相关者理论的自然保护区生态旅游健康度评价”(41301137)研究成果;2016年国家旅游局“万名旅游英才计划”项目(WMYC20165-1011);2016年度北京市教委社科一般项目(SM201612448002).

第一作者:鲁小波(1978-),男,甘肃景泰人,博士,副教授,硕士生导师.主要从事生态旅游、旅游地理与旅游规划方面的研究.  
陈晓颖(1978-),女,辽宁法库人,硕士,讲师.主要从事旅游地理与旅游规划方面的研究.

pointed out that the in-depth study of ecotourism activities in nature reserves would reveal clear theoretical principles, build the effective indicator system, and improve the theoretical system of ecotourism, as well as put forward the countermeasures to deal with the deviation of ecotourism practice in the future, including clearing the problems, finding the root causes, controlling the chaos, and integrating with the construction of ecological civilization.

**Key words:** ecotourism; nature reserve; practice deviation; practice theory; environmental impact evaluation; ecological civilization construction

截至 2016 年底,中国大陆(不包括港澳台)共建立自然保护区 2 740 处,446 处为国家级自然保护区,我国 14.84% 的陆地面积为自然保护区范围,国家级自然保护区面积较大,总面积达 9 698 万  $\text{hm}^2$ ,是所有自然保护区面积的 65.79%,成功建设了非常系统的广义“生态环境”保护体系,也成为中国生态文明建设的核心物质基础。20 世纪 80 年代提出的生态旅游迅速在全球很多自然保护区进行了实践活动。自然保护区生态旅游实践中获得最主要的成功经验为:建立生态旅游认证制度,促进社区有效参与的管理机制和构建生态旅游实践标准。为了让自然保护区发挥“环境教育”和“生态知识传播”等生态文明建设的重要作用,国务院相关部门明文规定自然保护区只能开展“生态旅游”。但在规划设计、施工开发、经营管理、游览活动等具体的实践过程中不断发生偏离“生态旅游”核心理念的情况,更为严重的情况是将道路和旅游设施修建到了许多自然保护区的核心区<sup>[1]</sup>。《实践论》中指出:“通过实践发现真理,再通过实践证实真理和发展真理。……实践、认识、再实践、再认识,这种形式,循环往复以至无穷,而实践和认识之每一循环的内容都比较地进到了高一级的程度。”<sup>[2]</sup>中国自然保护区生态旅游的实践活动中逐步发生了脱离甚至违背生态旅游核心理念和根本思想的情况,引发了一系列突出的生态问题和社会矛盾。自然保护区是生态文明建设重要的物质基础,生态旅游是生态文明建设的重要途径,将自然保护区生态旅游与生态文明建设有机融合是生态文明建设的必然要求,对自然保护区生态旅游实践偏差的研究与治理将有助于我国生态文明建设理论体系完善和实践内容科学规范。

## 1 生态旅游在自然保护区实践偏差的类型分析

### 1.1 生态旅游与自然保护区的关系

在 1986 年的国际环境会议上正式确认了由国际自然保护联盟(IUCN)特别顾问谢贝洛斯·拉斯喀瑞(墨西哥人)于 1983 年提出的“生态旅游”概

念。为推动各国生态旅游的发展,联合国将 2002 年定为国际生态旅游年,很多国家很快做出积极响应<sup>[3]</sup>,生态旅游成为 21 世纪初旅游发展的重要内容,以年增长率 20%~25% 的速度快速扩张<sup>[4,5]</sup>。“生态旅游”在中国早已不是新事物,已经家喻户晓,“中国首届生态旅游研讨会”于 1995 年在云南西双版纳召开,发布了《发展中国生态旅游的倡议》。全国各地的自然保护区均建立在自然与生态基础好、自然生态资源丰富、景观优美的地区,自然成为我国生态旅游实践的最佳、最主要场所,经过 20 多年的发展,生态旅游与自然保护区密切结合,成为自然保护区的一项重要职责<sup>[6]</sup>。自然保护区第一职责——“保护”是毫无疑问的,以不影响保护为前提,适度发展生态旅游,“以游(生态旅游)养保(保护区)”是生态旅游在自然保护区实践的科学道路<sup>[7]</sup>。1999 年的调查显示“因开展旅游活动导致 22% 的自然保护区受到破坏,11% 的自然保护区出现旅游资源退化情况”,张广瑞早就对生态旅游在自然保护区实践偏差提出过警示<sup>[8]</sup>。有学者对 8 个分布在法国、英国和西班牙的自然保护区进行调查发现:成熟的监测指标体系是防范生态旅游在自然保护区实践中出现偏差的重要举措<sup>[9]</sup>。2013 年的初步调查发现:中国大约 80% 的自然保护区都开始了旅游相关经营,国家有关部门明确规定自然保护区的旅游开发必须先拿出“生态旅游规划”,但地方监管很难落实,旅游成为自然保护区遭受破坏和威胁的重要因素<sup>[1]</sup>。

### 1.2 生态旅游在自然保护区实践偏差的内涵分析

生态旅游在自然保护区实践偏差,指的是生态旅游在自然保护区的发展理念、开发决策、规划设计、施工建设、营销经营、监督管理、社区参与、旅游体验、环境教育、生态补偿、环境修复等活动中发生忽略、偏离甚至违反生态旅游原则、标准、理念、内涵和本质的现象与行为,造成对自然保护区生态环境和保护对象的破坏,导致当地社会关系紧张,引发不利经济后果等负面效应,与生态旅游和自然保护区



的初衷背道而驰的情况。根据生态旅游实践中出现的问题情况,实践偏差在全国各地的自然保护区普遍存在(表 1)。

表 1 生态旅游实践偏差的情况分析

Tab. 1 Analysis on deviation of ecotourism practice

生态旅游状态	最优模式	中等模式	最差模式
类型	“真正的”生态旅游	“过渡性”生态旅游	“偏差性”生态旅游
原则落实	严格按照原则实践	部分落实相关原则	很少落实原则指导相关经营活动
管理标准	制定有效政策与行为规范并认真落实	有时用相应理论指导政策与行为	运营政策和行为活动完全偏离生态旅游要求
体验重点	体验所有 6 要素的生态内涵	以自然体验为主以及环境教育体验	用“生态旅游”作为营销的幌子,体验所谓的绿色旅游
实践偏差	很少	较多	很多
实践偏差原因	缺乏实践经验	认识不足	有意为之

资料来源:根据 Donohoe, Needham(2008) & Fennell(2015) 研究成果整理获得。

### 1.3 梳理生态旅游在中国自然保护区实践偏差的类型

中国自然保护区生态旅游还处于初级实践阶段,问题必然不少,但其中一些普遍性问题需要认真研究。

#### 1.3.1 人们对生态旅游的认识偏差

民众普遍存在对生态旅游理解不足、认识不深和错误的情况,生态旅游规划不科学、不合理;“伪生态旅游”随处可见<sup>[10,11]</sup>。

#### 1.3.2 生态旅游在自然保护区建设方面的偏差

保护区内开山劈石大修公路,甚至将旅游线路扩展至缓冲区和核心区;保护区内建设酒店、宾馆、商店等<sup>[12]</sup>。

#### 1.3.3 生态旅游引发的自然保护区不良影响

其中环境负面影响尤为突出<sup>[13]</sup>,如破坏植被,破坏生态,破坏动物栖息地、偷捕盗猎珍稀物种,景观可欣赏度降低等。宝天曼自然保护区生态旅游造成对地表、土壤、水体、动植物以及大气环境等的负面影响<sup>[14]</sup>。王金叶构建了包括景观与生态系统 2 方面 13 个指标的负面影响评价体系<sup>[15]</sup>(图 1)。

马建章,程鲲研究发现,生态旅游对自然保护区内的野生动物的影响包括直接和间接 2 种<sup>[16]</sup>。还有学者通过构建评价指标体系研究了游客活动对九寨沟土壤、植被的非污染生态影响<sup>[17]</sup>。

#### 1.3.4 自然保护区生态旅游管理的偏差

1) 国家宏观层面:法律法规不完善、国家发展战略缺乏;管理混乱,业务主管与行政主管缺乏联系,部门间目标难协调。

2) 保护区层面:认识生态旅游不深入;总体规划缺乏;专业管理人才不足;管理不到位。

3) 游客与保护区:环境教育功能缺失;对游客

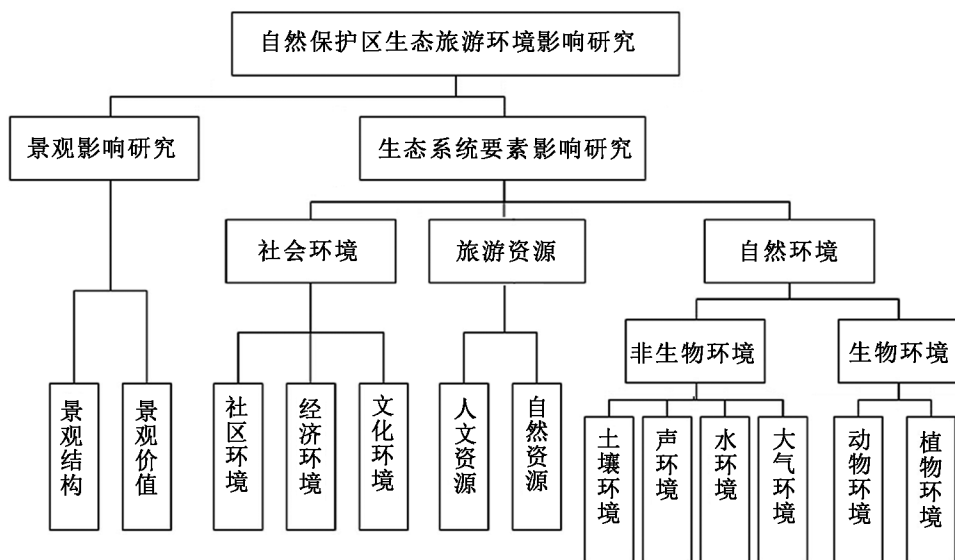


图 1 自然保护区生态旅游环境影响评价研究体系

Fig. 1 Evaluation system of ecotourism environmental impact in nature reserves

活动的监管不足。

4) 社区与保护区: 社区参与不足; 收益分配不合理, 矛盾重重。

5) 旅游经营者与保护区: 经营与保护不协调; 旅游收入很少部分用于保护。

6) 生态环境与保护区: 对旅游引发的生态环境变化的检测体系不完善<sup>[18]</sup>。

### 1.3.5 社区参与自然保护区生态旅游的偏差

从目前实践来看, 普遍存在社区参与模式单一, 程度低, 效益差, 当地居民在管理、决策、规划中未能充分发挥作用等问题。限制社区参与生态旅游有主观与客观 2 种因素, 当地土地权属虚空是最根源性因素, 结果往往是企业与当地政府联合操控旅游经营, 当地居民的参与只能停留在表面<sup>[19]</sup>。因此, 自然保护区生态旅游的社区参与需要通过林权制度改革、建立科学机制、提高居民素质等多途径, 以促进当地社区居民参与自然保护区生态旅游。

### 1.4 生态旅游在自然保护区实践偏差的原因探析

生态旅游如何发展? 世界各地都在探索与思考, 中国也在实践。生态旅游在中国自然保护区实践出现偏差的最主要原因是管理方面的问题:

1) 产权不明, 矛盾突出。方怀龙等研究发现: 自然保护区生态旅游实践中约有 81.3% 存在矛盾冲突, 最严重的是保护区与当地社区、旅游企业、政府之间的矛盾<sup>[20]</sup>。

2) 与当地社区缺乏协调沟通体系。

3) 管理体系不成熟, 尚未建立完善的生态旅游科学监管体系。

4) 生态旅游目标定位不科学, 很多生态旅游成了“反生态”旅游。

5) 紧盯经济效益, 轻视资源管理和保护, 致使环境质量逐渐下降<sup>[21, 22]</sup>。

自然保护区生态旅游实践出现偏差的另外一些原因:

1) 自然保护区与项目开发矛盾冲突;

2) 权属与收益不协调;

3) 体制机制不完善, 法律法规不落实<sup>[10]</sup>;

4) 旅游活动强度大, 景区严重超载;

5) 科学的监控体系不完善;

6) 社区居民参与不足;

7) 专业人才缺乏;

8) 资金不足, 科研不够;

9) 环境保育措施不当, 科技支撑作用不足;

10) 交通不便, 通讯滞后, 基础设施薄弱, 自然

灾害频发等因素<sup>[23]</sup>。

## 2 《实践论》的基本原理

中国共产党内部的经验主义与教条主义的错误思想使中国革命实践活动在 1931~1934 年出现了偏差, 中国共产党为此付出了巨大代价。根据这一经验教训, 毛泽东运用马克思主义认识论深入分析了党内的经验主义和教条主义, 深刻揭露了教条主义的主观主义错误, 并于 1937 年 7 月写作完成《实践论》, 这是马克思主义认识论的代表著作, 1951 年被收入《毛泽东选集》第 1 卷<sup>[2]</sup>。《实践论》不仅指导中国革命, 同样也为其他实践活动提供了指导。《实践论》强调在认识事物过程中, 应该由表及里、由浅入深、逐步深入了解事物的演变规律、分清事物间的关联、大胆假设、严谨求证、循环验证、逐步提升对事物的认识。

《实践论》以“知”——认识与“行”——实践的辩证关系为核心, 深入系统地发展了马克思主义认识论。首先, 介绍了实践的形式、实践和认识的关系及实践在认识中的作用。“马克思主义认为最基本的实践活动是人类的生产活动”<sup>[2]</sup>。所以“辩证唯物论的认识论把实践放在第一位, 认为人的认识根本不能脱离实践, 必须抵制否认实践重要性、使认识脱离实践的错误思想与理论。”人类的实践活动是认识的根源和动力, 也是检验认识正确性的标准。“实践的观点是辩证唯物主义的认识论之第一的和基本的观点。”认识要经历由感性认识到理性认识和由理论到实践的 2 次飞跃。2 次飞跃之后, 认识为“既完成了, 又没有完成”, 认识是阶段性和无限性的统一。此外, 《实践论》对真理的相对性和绝对性进行论述。强调绝对真理存在于相对真理之中, 离开相对真理, 绝对真理不能单独存在。绝对的真理是由无数相对真理组成。《实践论》最后部分对马克思辩证唯物主义认识论的核心进行了高度概括: “通过实践而发现真理, 又通过实践而证实真理和发展真理。从感性认识而能动地发展到理性认识, 又从理性认识而能动地指导革命实践(或其他一切实践活动), 改造主观世界和客观世界, 实践、认识、再实践、再认识, 这种形式循环往复以至无穷, 而实践和认识之每一循环的内容都会进入高一级的程度。这就是辩证唯物论的全部认识论, 这就是辩证唯物论的知行统一观<sup>[2]</sup>。”按照《实践论》, 揭示任何事物发展规律必须坚持: 大胆假设, 谨慎求证, 循

环验证,由浅入深地提高对事物的认识程度,循序渐进地探索事物发展规律,并对事物未来趋势进行科学预测。实践论的核心思想是为人们认识世界、改造世界提供科学指导。

### 3 生态旅游在自然保护区实践偏差研究展望

#### 3.1 从《实践论》角度分析生态旅游在中国自然保护区发展中面临的问题

综合来看,有反对生态旅游在自然保护区发展的,也有支持的。当前质疑和反对生态旅游在自然保护区发展的论点迎合了“大众对于环境破坏担忧”的普遍心态,获得了较多的关注和支持。但是,生态旅游到底可不可持续?自然保护区应不应该发展生态旅游?生态旅游的理论存在缺陷吗?这些问题困扰大家,不知道生态旅游在自然保护区实践产生问题的原因到底在哪里,真可谓“迷雾重重”!当前有关自然保护区生态旅游的研究与观点大多数均属“就事论事”,没有跳出具体自然保护区与生态旅游范畴,从更高层次的发展规律角度来看待这一问题。根据《实践论》,生态旅游在中国自然保护区发展面临的问题与困难均属正常现象,从实践到理论再到实践,必然会出现一些偏差与失误,通过分析总结,采取纠正措施,减少失误,促进“再实践”的逐步规范,这是一个有效的实践过程。未来应加强对生态旅游在中国自然保护区实践偏差的类型与根源研究,为治理提供依据,促进未来生态旅游在中国各类自然保护区的实践逐步走向规范。

#### 3.2 正本清源:从国外案例与文献梳理生态旅游实践经验与理论原则

生态旅游的理论来源于肯尼亚、哥斯达黎加等国家或地区,借助“生态旅游”保护了当地的野生动物与热带雨林免遭人类猎杀和破坏,且获得了更好的经济效益。由此引发了生态旅游研究和在更广的范围内生态旅游实践活动。澳大利亚、加拿大、南非、泰国、尼泊尔、欧洲等地均逐步推进生态旅游发展,研究成果也大量涌现。研究和总结世界各地生态旅游实践中的成功经验与失败教训,结合对学者们理论研究成果的梳理,更加清晰、系统地揭示生态旅游的理论框架和实践标准,为“生态旅游在中国自然保护区实践的标准指标体系”构建奠定基础。

#### 3.3 构建生态旅游在中国自然保护区实践的标准指标体系

“无规矩不成方圆,无五音难正六律”,生态旅

游在中国自然保护区的实践必须要有完备的标准指标体系。构建的“生态旅游在中国自然保护区实践的标准指标体系”既是分析发展中存在问题的重要工具,也是未来指导和规范生态旅游在中国自然保护区科学实践的原则与准则。与以往构建的无论是资源、环境、容量、影响的单项评价指标体系,还是可持续性、适应性等综合指标体系相比,构建的“生态旅游在中国自然保护区实践的标准指标体系”除了同样具有分析问题的研究方法基本功能外,还具有指导实践与规范实践活动的实际应用价值。

#### 3.4 基于实践论的中国自然保护区生态旅游发展理论的补充与完善

根据《实践论》,理论来源于实践,反过来要指导实践,并且在不断的实践中继续检验和完善理论<sup>[2]</sup>。所以,理论与实践的相互关系是一个持续不断的相互作用过程。从生态旅游的发展来看,20世纪60年代至80年代,肯尼亚、哥斯达黎加的生态旅游发展(实践探索)与20世纪90年代至2002年世界生态旅游魁北克峰会召开(理论总结),可谓实践——理论的第一次相互作用。20世纪90年代生态旅游引起国际社会的关注,在全世界范围推广,为第二轮生态旅游实践,目前应该处于对第二轮实践进行理论总结和提升阶段。中国也在20世纪90年代引入生态旅游,2009年“中国生态旅游年”之后,生态旅游得到了蓬勃发展,自然保护区成为中国生态旅游实践的主阵地,问题的不断出现引发了更多学科背景专家对生态旅游在中国自然保护区发展的关注和研究。因此,有必要系统分析发展现状、存在问题、问题根源、实践标准和管理机制等内容,总结规律、提升层次,形成理论内容,为第二轮理论总结做出贡献,提供补充。

### 4 纠正自然保护区生态旅游实践偏差的建议

#### 4.1 揭示中国自然保护区生态旅游实践偏差的严重程度

生态旅游在肯尼亚、哥斯达黎加取得成功之后,生态旅游的发展范围迅速扩大,很快也传入了中国。生态旅游在中国自然保护区实践之初,学者们极力支持和呼吁“生态旅游在自然保护区的发展”,随着发展的深入,问题逐步显现引发了“质疑”和“反对”生态旅游在中国自然保护区发展的声音。无论什么实践,不可能一帆风顺,不能因为实践中出现问题和挫折就对“生态旅游”失去信心,从一个“绝对支持”的极端走向另一个“彻底反对”的极端。实践的道

路总是充满坎坷,生态旅游在中国自然保护区的发展目前面临的主要障碍是理论缺陷还是实践中的偏差?表面上只是一个“二选一”的选择题,但在实际操作中是一个事关全国 2740 个自然保护区、上千的旅游景区、数十万就业人员、周边上万个村庄和千万当地社区居民、数亿游客的重大问题。

#### 4.2 从中国特殊国情角度诊断生态旅游在自然保护区实践偏差的类型与根源

任何外来事物都会出现“水土不服”的情况,必须经过“本土化”的过程,才能适应中国的国情,生根发芽,茁壮成长,生态旅游也是如此。20 世纪 90 年代,生态旅游被引入中国,在自然保护区经历了 20 多年的实践,当今应通过总结成败得失与纠正实践偏差,促使中国的“生态旅游”进入本土化发展阶段。以中国特殊国情为基本分析背景,结合当前国家的政策体制、产权制度、法律体系、思想观念、人才队伍等具体形势,系统归纳生态旅游在自然保护区实践偏差的类型,分清主次,抓住重点,找准制约当前中国自然保护区生态旅游健康发展的主要实践偏差,并进一步揭示引发这些实践偏差的深层次原因(实践偏差的根源),找准“病因”,为下一步治理和规范奠定基础。

#### 4.3 探索自然保护区生态旅游健康发展的措施与对策

拨乱反正:纠正生态旅游在自然保护区乱开发、乱建设、乱经营、乱管理等实践偏差,恢复正确的实践。探索纠正生态旅游在中国自然保护区实践偏差,严格落实实践标准,进行规范生态旅游活动,促进自然保护区生态旅游健康发展。

发展起来以后的问题不比不发展时少<sup>[24]</sup>。生态旅游在中国自然保护区的发展必然会引起更多的问题,不能因为产生问题而不发展生态旅游,但也不能因为产生问题是情理之中的事而放任自流,还是要高度重视这些问题,全面调查、深入分析,分门别类,分清主次,抓大放小,追根溯源,找到深层次、根本性的原因,然后“对症下药”,采取“多措并举”的有力方式纠正错误,回归正轨,促进生态旅游在中国自然保护区的科学实践,严格落实标准原则,规范发展,充分实现自然保护区生态旅游的经济、社会与环境价值,为生态文明建设贡献积极作用。从当前的现实情况看,“意识淡薄”、“条块分割”、“体制障碍”、“监管不力”、“权力失衡”、“标准缺乏”、“教育不足”、“管理不严”等是中国自然保护区生态旅游发展诸多问题的根源。学术界将会对这些根源进行

更加系统、全面和深入的研究,结合中国深化体制机制改革、简政放权、精准扶贫、旅游扶贫、资源有偿使用、生态文明体制改革、生态文明建设目标评价考核等政策与条件,探索健全政策、法律法规管理体制,完善监督管理机制,落实社区共管、效益分享、环境保护与地区发展的综合方案,实现经济、社会与环境效益协调发展。

#### 4.4 促进中国自然保护区生态旅游实践与生态文明建设的融合

生态旅游在肯尼亚、哥斯达黎加的成功在于实现了自然生态资源的可持续利用。中国建立自然保护区的目的是为了保护日益濒危的自然环境、生物资源和地质遗迹。生态文明建设是为了实现可持续发展而进行的中国特色绿色发展模式。综合来看,生态旅游、自然保护区与生态文明建设具有共同的目标,但各有侧重,自然保护区是一个被动的防御,生态旅游仅限于自然旅游资源范围内,而生态文明建设则是综合各行各业、各个领域的发展战略与目标。从目前的形势来看,生态文明建设的巨大挑战不在于技术层面,而是人们的思想观念,即所谓的“攻心为上”,只有每个人都从心灵深处意识到环境问题的严重性和保护环境的急迫性,从每个人的日常行为做起,保护环境,即达到“每个人自觉行动起来”的效果,生态文明建设才能取得成功。生态文明建设中当前的硬性处罚、管理措施仅是一种“过渡措施”,能够延缓环境危机,但不能根本扭转这一趋势。问题的关键还是要扭转人们的观念,空洞的宣传与教育无法让人们彻底接受生态文明的理念。“绝知此事要躬行”,生态文明的教育要接地气,有载体,自然保护区是一个非常好的生态文明教育载体,而生态旅游又是绝佳的“环境教育”媒介。因此,以自然保护区为基地,以生态旅游为主要途径,切实落实生态文明建设中环境教育、扭转人们生态文明观念的实施方案是非常重要的工作和有效的方式。生态旅游在中国自然保护区的实践中绝大多数都忽视了“环境教育”这一重要内容。将生态旅游在中国自然保护区实践与生态文明建设融合发展具有非常重要的现实意义。

#### 参考文献:

- [1] 罗春菊,杨恒. 我国目前有 80% 的自然保护区在发展旅游,但由于管理跟不上,旅游现在成为破坏自然保护区生态的重要因素,旅游开发与生态保护能否兼顾? [N]. 中国环境报,2013-12-13.

- [2] 毛泽东. 毛泽东选集(第一卷)[M]. 北京:人民出版社,1992:282-298.
- [3] 万绪才. 国外生态旅游研究进展[J]. 旅游学刊,2002,17(2):68-72.
- [4] 陈忠晓,彭建. 生态旅游的内涵辨析[J]. 桂林旅游高等专科学校学报,2001(1):56-57.
- [5] 梁慧. 国际生态旅游发展趋势展望[J]. 当代经济,2007(1):72-73.
- [6] 张玉钧,石玲. 自然保护区开展生态旅游的意义及潜在风险[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2013(1):7-10.
- [7] 郭来喜. 中国生态旅游——可持续发展的基石[J]. 地理科学进展,1997,16(4):1-10.
- [8] 张广瑞. 生态旅游的理论与实践[J]. 旅游学刊,1999,4(1):51-55.
- [9] DONALD E, HAWKINS. A Protected Areas Ecotourism Competitive Cluster Approach to Catalyse Biodiversity Conservation and Economic Growth in Bulgaria[J]. Journal of Sustainable Tourism,2004,12(3):219-244.
- [10] 徐正春. 广东省自然保护区生态旅游问题探讨[J]. 西南林业大学学报,2012(3):73-79.
- [11] 宗雪. 中国森林类型自然保护区生态旅游开发存在的问题及对策[J]. 林业资源管理,2016,45(1):14-18.
- [12] 罗菊春,王灵艳. 论我国自然保护区生态旅游问题[J]. 北京林业大学学报,2010(3):221-224.
- [13] 刘洋,吕一河,陈利顶,等. 自然保护区生态旅游影响评价:进展与启示[J]. 自然资源学报,2005,20(5):771-779.
- [14] 文军,胡天淑,刘洋,等. 广西大明山自然保护区生态旅游开发中的社区参与研究[J]. 中南林业调查规划,2009,28(2):38-42.
- [15] 王金叶. 自然保护区生态旅游环境影响评价——以猫儿山国家级自然保护区为例[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2010(1):105-108.
- [16] 马建章,程鲲. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响[J]. 生态学报,2008,37(6):2818-2827.
- [17] 刘春艳,李文军,叶文虎. 自然保护区旅游的非污染生态影响评价[J]. 中国环境科学,2001,21(5):399-403.
- [18] 刘青,王智,钱谊,等. 我国自然保护区生态旅游存在问题分析[J]. 生态与农村环境学报,2009,25(3):11-15.
- [19] 丛艳国,蔡秀娟. 集体林权制度改革对自然保护区生态旅游社区参与的影响——以广东省为例[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2013,12(2):31-35.
- [20] 方怀龙,王宝,张东方,等. 林业自然保护区生态旅游利益相关者的利益矛盾起因及对策[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):252-257.
- [21] 李国平,郭勇,刘大为. 自然保护区管理效率评价研究——以牛背梁国家自然保护区为例[J]. 旅游学刊,2015,30(3):76-85.
- [22] 蒋明康,吴小敏. 自然保护区生态旅游开发与管理对策研究[J]. 农村生态环境,2000(3):1-4,14.
- [23] 贺昭和,秦卫华,王智,等. 我国自然保护区生态旅游发展的存在问题及对策[J]. 生态环境,2007,16(1):253-256.
- [24] 冷溶,汪作玲. 邓小平年谱(下卷)[M]. 北京:中央文献出版社,2004:1364.

(责任编辑 许易琦)

(上接第80页)

展的大背景下,本项目立足于把长江生态修复放在首位,以满足惠及人民生态福祉为目标,进行湿地保护修复与利用,为长江岸线生态修复及其他同类型项目建设提供参考。

### 参考文献:

- [1] 范云波. 我国对长江江豚实行“迁地保护”希望留住江豚种群[EB/OL]. <http://www.xinhuanet.com/politics/htm,2015-03-27/2018-10-18>.
- [2] 万石明. 岳阳市君山区志[M]. 北京:中央文献出版社,2009:4.
- [3] 国家林业局. 湖南省东洞庭湖自然保护区总体规划(2016-2025)[Z].
- [4] 马广仁. 国家湿地公园湿地修复技术指南[M]. 北京:中国环境出版社,2017:20.
- [5] 国家林业局. 陆生野生动物廊道设计技术规程[S]. 2012.
- [6] 朱强. 景观规划中的生态廊道宽度[J]. 生态学报,2005,25(9):2407-2412.
- [7] 胡智英. 铁路交通廊道与城市绿色廊道兼容设计研究——国内外相关案例的启示[J]. 城市,2013(11):69-72.
- [8] 宫宾. 城市自然遗留地综合评价方法及实例研究[D]. 上海:上海交通大学,2007:1-30.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.017

## 基于游客感知的南宁青秀山风景名胜旅游区游憩动机分析

聂永雄<sup>1,2</sup>, 唐世斌<sup>1</sup>, 郑道<sup>1</sup>, 黄欣宇<sup>1,2</sup>, 聂锦燕<sup>1,2</sup>, 梁彩霞<sup>1,2</sup>

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530004; 2. 苍梧县国有天洪岭林场, 广西梧州 543005)

**摘要:**以南宁青秀山风景名胜旅游区为研究对象, 基于游客感知, 通过因子分析法并结合实际调查问卷, 借助“推拉阻”模型, 对南宁青秀山风景名胜旅游区的游憩动机进行分析。分析结果得到3个推力公因子、4个拉力公因子和3个阻力公因子。依据重要性分析得出影响南宁青秀山风景区游憩动机最重要的推力因子是“回归自然、游览美丽郊野风光”, 最重要的拉力因子是“森林覆盖率高、空气清新”, 最重要的阻力因子是“区位条件、空间距离远近”。

**关键词:**游憩动机; 游客感知; 因子分析法; 公因子; 南宁青秀山风景名胜旅游区

中图分类号: S788.2; S759.92 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0088-04

引文格式: 聂永雄, 唐世斌, 郑道, 等. 基于游客感知的南宁青秀山风景名胜旅游区游憩动机分析[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 88-91.

NIE Yongxiong, TANG Shibin, ZHENG Dao, et al. Recreation Motivation of Qingxiushan Scenic Spot in Nanning Based on Tourists' Perception[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 88-91.

## Recreation Motivation of Qingxiushan Scenic Spot in Nanning Based on Tourists' Perception

NIE Yongxiong<sup>1,2</sup>, TANG Shibin<sup>1</sup>, ZHENG Dao<sup>1</sup>, HUANG Xinyu<sup>1,2</sup>, NIE Jinyan<sup>1,2</sup>,  
LIANG Caixia<sup>1,2</sup>

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530004, China;

2. State-owned Tianhongling Forest Farm of Cangwu, Wuzhou, Guangxi 543005, China)

**Abstract:** Based on the perception of tourists, the recreation motivation of Qingxiushan scenic spot in Nanning was analyzed by the factor analysis method and the actual questionnaire with the help of the “push-pull-resistance” model, which obtained three push common factors, four pull common factors and three resistance common factors. The importance analysis concluded that the most important push factor affecting the recreation motivation of Qingxiushan scenic spot was “returning to nature and visiting beautiful countryside scenery”, the most important pull factor was “large forest coverage and fresh air”, and the most important resistance factor was “location conditions and distance”.

**Key words:** recreation motivation; tourists' perception; factor analysis; common factor; Qingxiushan scenic spot in Nanning

收稿日期: 2019-07-25.

基金项目: 广西科技基地和人才专项项目《广西特色藤本植物种质资源库建设与应用研究》(桂科 AD17129021)与《广西苍梧县六堡茶种质资源、生态茶园造景技术开发研究》(广西大学 20170102)联合资助。

第一作者: 聂永雄(1978-), 男, 广西苍梧人, 工程师。研究方向: 森林培育与林业经营管理。Email: GXWCNYX@163.com

责任作者: 唐世斌(1963-), 男, 重庆梁平人, 硕士, 副教授, 硕士生导师。研究方向: 风景园林建筑工程与规划设计。Email: tshibin@163.com

步入 21 世纪以来,随着生活水平的日益提高,追求健康、幸福生活已成为广大人民群众奋力奋斗的动力。城市化迅速发展的今天,旅游游憩成为提高生活水平的重要方式之一,人民群众去往城市公园绿地游憩休闲、放松身心的次数和频率越来越高。而处在城市近郊的风景名胜旅游区,由于其便捷的交通区位条件、优美的环境,极大地吸引着群众前往游憩。特别是在当今城镇化大背景下,近郊的风景名胜旅游区已成为城市印象的重要名片。而青秀山风景名胜旅游区作为南宁市重要城市印象名片,对于其游憩动机的研究显得尤为必要。

在游憩动机理论模型研究中有驱力理论、期待价值、推拉理论等几种学说,其中学术界普遍接受和应用的是“推拉理论”模型<sup>[1]</sup>。在旅游研究领域,1977 年丹恩就对推力和拉力 2 个概念进行了解释定义,推力是旅游活动发生的内在动力与动机,拉力则是旅游地客观存在的外在吸引力<sup>[2]</sup>。推拉理论在旅游研究领域得到了广泛运用,其中主要是对游憩者动机行为因素的研究(表 1),在旅游吸引力方面也有涉及。无论是哪个研究方向领域,对于推力、拉力的定义都是通用的,只是对于不同的研究对象,推拉力的因素会有所不同而已。总而言之,推力代表着旅游游憩者自身的动机和行为需求,拉力通过旅游地客观存在的属性(资源、环境、特色)拉动着游憩者的到来。

## 1 研究对象概况

南宁青秀山在晋朝时期就已成为邕南避暑胜地,兴于隋唐、盛行于明,自 1989 年被评为广西壮族自治区风景名胜区以来,当地政府加大了对景区开发和建设力度,目前已累计投资超过 15 亿元。截至 2018 年,青秀山风景名胜旅游区已成为南宁市 AAAAA 级国家旅游景区,也是南宁市最大的公园绿地,坐落在蜿蜒流淌的邕江旁,更是处在城市核心区域的风景名胜区。从旅游角度,青秀山风景名胜旅游区是南宁市最靓丽的特色名片,在面向东盟开放共享中起着“绿城”良好效应。

## 2 调研过程

### 2.1 研究思路、指标选取与测度确定

在对南宁青秀山风景名胜旅游区进行现场初步调研和资料收集整理分析的基础上,采取文献研究法、先导性探索法等,基于游客的感知对影响景区游

表 1 国内“游憩动机”研究进展

Tab. 1 Research progress of “recreation motivation” in China

领域	作者	分析方法	研究内容	时间
游憩动机	刘昌雪	因子分析法	对古村落游憩动机行为进行分析 <sup>[3]</sup>	2005
	郑宗清	因子分析法	对大学生旅游动机进行分析,并且得出不同特质大学生群体的旅游动机是哪些 <sup>[4]</sup>	2008
	郑鹏	因子分析、单因素方差分析和皮尔逊相关分析	对西安入境游憩者进行流动机理分析。	2010
	李敏	主成分提取法	对广州生态园游憩者进行游憩原因分析	2011
	张子竞	数理统计	对西安城郊的游憩动机形成机制以及构成要素进行分析 <sup>[5]</sup>	2012
	刘民坤	单因素方差分析法	分析不同人口性别差异下拉力及推力的不同影响因素 <sup>[6]</sup>	2018
	施小燕	因子分析法	通过对城市休闲旅游的探究,得出影响吸引力的公因子 <sup>[7]</sup>	2019

客游憩动机的“推拉阻”模型进行探索研究,结合相关专家意见,拟定出南宁青秀山风景名胜旅游区影响其游憩的“推力”、“拉力”、“阻力”因子,并通过因子分析法得出潜在的推、拉、阻力公共因子。

调查问卷采用李克特量表 5 分评分法,分别为“最重要”、“较重要”、“无所谓”、“较不重要”、“最不重要”,对应给每个回答的评分值为 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分。主要是为了计算游憩者去青秀山风景名胜旅游区进行游憩活动的动机,以及青秀山景区吸引游憩者前往的原因和影响游憩者前往青秀山景区游憩的外部阻力。

### 2.2 数据的采集与处理

根据拟定的景区影响游憩的“推力”、“拉力”、“阻力”因子,结合景区的实际状况设定调查问卷,进行项目调研数据的采集。

为保证评价结果的科学性和准确性,问卷调查对象包含了不同年龄、职业、收入等人群,且在发放调查问卷的同时对受访者进行一定程度上的访谈调查。

研究小组于 2018 年 9 月至 2019 年 4 月,选取天气晴朗的节假日、工作日,在青秀山进行了多次实地调研,并发放 318 份游憩者调查问卷,回收有效问

卷 298 份。

通过 EXCEL、SPSS 软件对采集到的数据进行数据的统计与分析。

### 3 游憩动机“三力”重要性分析

游憩者对南宁青秀山风景名胜旅游区游憩动机的“三力”重要性分析见表 2。

表 2 游憩动机“三力”重要性分布

Tab. 2 Importance distribution of “three forces” in recreation motivation

三力	因子	打分均值 (m)
推力	T <sub>1</sub> : 回归自然, 游览美丽郊野风光	4.52
	T <sub>2</sub> : 摆脱单调乏味的日常生活	4.41
	T <sub>3</sub> : 结交朋友, 增进家人朋友感情	4.23
	T <sub>4</sub> : 增长见识, 获得不同体验	3.52
	T <sub>5</sub> : 锻炼身体, 康体疗养	3.41
	T <sub>6</sub> : 休闲, 缓解学习工作压力	3.17
	T <sub>7</sub> : 将旅游经历与家人朋友分享	2.47
拉力	P <sub>1</sub> : 森林覆盖率大, 空气清新	4.64
	P <sub>2</sub> : 丰富的植物景观资源	4.41
	P <sub>3</sub> : 风光优美, 景色奇特	3.76
	P <sub>4</sub> : 交通便利	3.52
	P <sub>5</sub> : 园景丰富	3.41
	P <sub>6</sub> : 浓郁的地方特色	3.41
	P <sub>7</sub> : 便利设施与服务质量	3.17
	P <sub>8</sub> : 历史人文风情	3.11
	P <sub>9</sub> : 安静的环境	3.05
阻力	R <sub>1</sub> : 区位条件, 距离远近	4.52
	R <sub>2</sub> : 景区的口碑	4.41
	R <sub>3</sub> : 景区景色是否优美	4.35
	R <sub>4</sub> : 内部交通设施便利性	3.88
	R <sub>5</sub> : 是否存在安全隐患	3.76
	R <sub>6</sub> : 营销活动与力度	3.11
	R <sub>7</sub> : 门票价格	2.47

由表 2 可知,“回归自然, 游览美丽郊野风光”是推动游憩者来青秀山风景名胜旅游区游憩的最重要的推力因子, 其  $m = 4.52$ , 其次是“摆脱单调乏味的日常生活”, 然后是“结交朋友增进家人朋友感情”。说明游憩者去青秀山风景名胜旅游区游憩的最大动机就是要回归自然。在城市化日益发展扩大

的今天, 回归自然已成为市民游憩活动的最大动机之一, 而城市远郊的森林公园已成为了游憩者实现这种诉求的最经济可行的方式。人们长期处于快节奏的都市化生活中, 外出摆脱单调乏味的日常生活也是游憩者前往青秀山风景名胜旅游区的重要推力。

### 4 游憩动机“三力”因子分析与公因子提取

通过因子分析法对 7 个推力因子、9 个拉力因子、7 个阻力因子进行分析, 得出南宁青秀山风景名胜旅游区游憩活动动机的潜在特征与共性。

通过将数据输入 SPSS 20.0 中, 运用主成分分析法对每项因子进行公因子提取。并通过 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 检验法对因子的相关性进行分析, 当 KMO 大于 0.7 时, 说明各因子之间具显著的相关性, 此时因子分析的效果是可信的。

通过主成分分析法对推力因子进行了因子分析。公因子提取采用了特征值大于 1 为界限, 通过标准化的正交旋转法得出公因子。

#### 4.1 推力因子分析

通过 SPSS20.0 检验 KMO 可知推力指标相关性为 0.814, 说明问卷推力部分适合做因子相关性分析。

在 7 个推力因子中得到了 3 个公因子, 且 3 个公因子对总体方差的解释达到 51.503%。

公因子一: “回归自然, 游览美丽郊野风光”、“结交朋友, 增进家人朋友感情”、“摆脱单调乏味的日常生活”, 这 3 个因子主要是解释与家人朋友一起游历自然获取不同感受, 可以解释为“寻郊探友”。公因子二: “锻炼身体, 康体疗养”、“休闲缓解学习工作压力”, 这 2 个因子可以解释为: 追求健康休闲。公因子三: “增长见识, 获得不同体验”、“将旅游经历与家人朋友分享”, 这 2 个因子可以解释为: 分享获得体验。

#### 4.2 拉力因子分析

同理, 进行 KMO 相关性检验,  $KMO = 0.889$ 。在 9 个拉力因子中得出 4 个公因子, 且 4 个公因子对总体方差的解释达到 61.983%。

公因子一: “历史人文风情”, “浓郁的地方特色”, 这 2 个因子可以解释为: “历史文脉与特色”。公因子二: “森林覆盖率大, 空气清新”、“园景丰富”, 这 2 个因子可以解释为: “森林与园景”。公因子三: “便利设施与服务质量”、“交通便利”, 这 2 个因子可以解释为: “交通与服务”。公因子四: “丰富



的植物景观资源”、“风光优美,景色奇特”、“安静的环境”,这3个因子可以解释为:“环境优美景色奇特”。

#### 4.3 阻力因子分析:

同理,进行KMO相关性分析, $KMO=0.946$ 。在7个阻力因子中得出3个公因子,且3个公因子对总体方差的解释达到56.188%。

公因子一:“内部交通设施便利性”、“是否存在安全隐患”、“区位条件,距离远近”,这3个因子可以解释为:“区位条件及安全”。公因子二:“景区的口碑”、“景区景色是否优美”,这2个因子可以解释为:“美誉度及美景度”。公因子三:“门票价格”、“营销活动与力度”,这2个因子可以解释为:“花费费用”。

## 5 结果分析

利用SPSS 20.0进行因子分析和重要性分析可知,影响游憩者游憩动机中最重要的推力因子是“回归自然,游览美丽郊野风光”,拉力因子是“森林覆盖率大,空气清新”,阻力因子是“区位条件,距离远近”。总体可以解释为,由于景源地优美的风景和自身向往回归自然,游览美丽郊野风光是青秀山风景名胜旅游区游憩活动最重要的原因。

通过因子相关性分析可知,运用主成分分析法对游憩动机进行因子分析,得到推力公因子3个:“寻郊探友”、“追求健康休闲”、“分享获得体验”;拉力公因子4个:“历史文脉与特色”、“森林与园景”、“交通与服务”、“环境优美景色奇特”;阻力公因子3个:“区位条件及安全状况”、“美誉度及美景度”、“花费费用”。

城市绿地美化生态环境,是人们交往游乐的重要空间。在这里结交新的朋友、增进与朋友和家人之间的感情也成为主要的推力之一。“宗教朝拜”、“将旅游经历与家人朋友分享”,显然不是游憩者前往游憩的最主要因素。深究其原因可以发现,虽然

青秀山风景名胜旅游区有佛教宗教活动胜地名刹观音禅寺,但是青秀山风景名胜旅游区丰富的南亚热带植物景观以及各类植物专类园和具特色的地域文化建筑才是吸引游憩者的外在因素。通过对拉力因子的分析得知,“森林覆盖率大,空气清新”是青秀山吸引游憩者的最重要拉力因子,其 $m=4.64$ ;“丰富的植物景观资源”则是吸引游憩者前往的第二大重要拉力因子,“空气清新,森林覆盖率大”也已成为吸引游憩者前来的名片。而“安静的环境”不是很重要的拉力因子。青秀山虽自古以来就是南宁市重要的景点之一,也留下了非常多的诗词歌赋,但是景区在开发建设过程中并未适当地向游憩者展示。最后则是阻力因子的分析,“区位条件,距离远近”是影响游人前去游憩最重要的阻力因子;景区的口碑是景区外在形象的重要构成元素,因此,景区的管理者在景区建设过程中应注重为游憩者着想,不能为了一时的利益驱使而使景区的口碑变差。

## 参考文献:

- [1] 陈燕丽. 基于旅游体验的影视主题公园游憩者满意度研究[D]. 杭州:浙江大学,2007.
- [2] DANN G M S. Anomie, ego-enhancement and tourism [J]. *Annals of Tourism Research*, 1977, 4(4): 184-194.
- [3] 刘昌雪. 世界遗产地旅游推力—引力因素研究——以西递和宏村为例[J]. *旅游学刊*, 2005(5): 15-20.
- [4] 郑宗清, 赖正均. 基于推力—拉力因素理论的大学生旅游动机实证研究——以华南师范大学学生为例[J]. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 2008(2): 121-128.
- [5] 张子竞. 城市居民城郊休闲旅游行为及其机理的实证研究[D]. 西安:陕西师范大学, 2012.
- [6] 刘民坤, 杨小杰, 李威. 基于推—拉理论的康养旅游行为影响因素研究——以广西巴马为例[J]. *四川旅游学院学报*, 2018(1): 36-40, 56.
- [7] 施小燕, 施强强, 蔡志坚. 城市休闲旅游吸引力的影响因素分析——以南京市为例[J]. *经济研究导刊*, 2019(2): 97-99.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.018

## 子午道旅游景观设计构建

杨湘涛

(安康学院艺术学院,陕西安康725000)

**摘要:**子午道作为潜在的旅游开发地,具有其独特的地域资源优势。本文从文化资源和自然景观资源2方面,对子午道沿途进行旅游景观开发设计的构建分析。分段打造山体、水体、古镇风情、生产性景观等4个核心休闲景观区,利用旅游联盟、共生发展的方式,实现沿线旅游的良性互动,应用艺术手法展现子午道历史,提升子午道沿线旅游景观的内涵和吸引力,通过游览时间及道路设计,促进沿线旅游产业发展。

**关键词:**文化资源;历史遗迹;自然景观资源;核心休闲景观区;设计构建;子午道

中图分类号:S788.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0092-04

引文格式:杨湘涛.子午道旅游景观设计构建[J].林业调查规划,2019,44(6):92-95.

YANG Xiangtao. Design and Construction of Tourism Landscape along Ziwu Road[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6):92-95.

## Design and Construction of Tourism Landscape along Ziwu Road

YANG Xiangtao

(School of Art, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000, China)

**Abstract:** Ziwu Road is a potential tourism development place with unique regional resource advantages. This paper analyzed the design and construction of tourism landscape along Ziwu Road from two aspects of cultural resources and natural landscape resources. Four core leisure landscape areas, including mountain, water, ancient town and productive landscape, were built in sections. By means of tourism alliance and symbiotic development, the positive interaction of tourism along the road would realize. The art techniques were used to show the history of Ziwu Road which could enhance the connotation and attraction of the tourism landscape. The design of tour time and road would promote the development of tourism industry along the road.

**Key words:** cultural resources; historical sites; natural landscape resources; core leisure landscape area; design and construction; Ziwu Road

中国悠久的历史与先民的生存智慧,造就了许多承载着历史信息与重大价值的古道文化线路。子午道是我国众多古道路之一,连接着古代与现代文

明,沿途保存了大量的文物古迹,因没有适当地保护而侵蚀、损毁严重,潜在的价值隐藏在大山之中没有得到利用。本研究以子午道为例,进行古道沿线旅

收稿日期:2019-06-27;修回日期:2019-08-27.

基金项目:陕西省教育厅专项科研计划项目“陕南子午道文化景观构成分析与保护利用研究”(18JK0009);四川革命老区发展研究中心项目“荔枝道文化线路的保护和景观构建研究”(SLQ2018B-12).

第一作者:杨湘涛(1968-),女,陕西临潼人,副教授.主要从事景观艺术和美术教学研究. Email:1024585062@qq.com

游资源与景观设计构建的实践,进一步整合沿线文化、遗产、自然资源,使之服务于当代人的文化旅游。

## 1 子午道概况

巴蜀自古以来是西南重地,关中平原和四川盆地之间出于军事、商贸、文化的需求而来往频繁,这些都要靠道路来实现。先民们在悬崖绝壁间穴山为孔、插木为梁,铺木板联为栈阁,逢山开道、遇水架桥,形成了独特的山间栈道,完成了巴蜀与古长安的交通运输驿道,形成了穿越秦岭的四大古栈道:子午道、傥骆道、褒斜道、陈仓道,和穿越巴山的阴平道、金牛道、米仓道、洋巴道,共同组成了蜀道。子午道是其中开通最早的一条道路,经古长安纵贯南北,处在中间位置,成为神州大地的中轴线<sup>[1]</sup>。

子午道又叫子午谷,北起长安子午镇,途经安康宁陕县、石泉县,入汉中西乡县子午河与汉江的交汇口,全长420 km。子午道的最早开辟时间无详细史料记载,根据出土文物推测,开通时间是在商朝<sup>[2]</sup>,直到秦时期才逐步成为关中地区与巴蜀之间商贸流通的民间主要道路。有关子午道文字的记载,最早见于《战国策》:“长安有子午谷,北山是子,南山是午,子午道秦南道也”,子午之名由此而来。秦末的“鸿门宴”后,刘邦被项羽所逼由子午道去巴蜀当汉王,听从张良妙计,在平河梁山东段的古礞碛(今宁陕县)附近烧掉了古栈道,造成永绝后路不再还关中的假象。西汉末年王莽持政时,直向南面秦岭疏通子午道,意为北子南午,南北贯通,阴阳结合,子午道成为中国历史上著名的风水之道<sup>[1]</sup>。在东汉和三国时期子午道一度成为重要的交通要道和著名的古战场,这期间由于战争的影响,子午道几经废除又几经修复利用。直到南朝时期,梁将军王神念在今宁陕、石泉境内改建新道,新道略向西移,到达西乡南子午镇后,路线与旧线重合。新道从汉中到关中平原近了许多,难度也少了许多,但旧道依然存在,依然是商旅和民间自由往来的通道<sup>[1]</sup>。

在唐代子午道被确定为驿道,唐玄宗时期更是修建了子午道与涪陵的运输道路,为给杨贵妃运送川南荔枝而备受关注。唐末至北宋时期,由于国家政治经济中心向东南迁移,子午道官驿大道的功能逐渐转变为联系关中与巴蜀的交通经济带,带动了沿途乡镇的经济发展。南宋时期因长期与金、蒙的战争,子午道又成为兵家重地,军队长期驻守,使子午道的贸易运输功能减弱,常年的战争对栈道、驿馆破坏严重,后来部分道路采用“碛道”的土石路代替

了原来的木制栈道<sup>[2]</sup>。明清时期,子午道成为行人、马帮和南北商旅通行的大道,尤其是对陕西丝绸和茶的对外运输起到重要作用,西北少数民族对茶的需求确保了大西北茶叶市场的经久不衰<sup>[3]</sup>。解放战争时期,子午道是党的一个重要地下交通线,是从南京、重庆等敌占区给革命圣地延安运送枪支弹药、药品、传递情报、护送党高级领导的重要之路<sup>[4]</sup>,为中华民族的解放事业做出贡献。

## 2 子午道沿线景观资源

随着岁月的流逝,子午道已不再具有昔日的辉煌,但沿途所蕴藏的历史文化、遗迹资源依然留存在秦岭之中,与秦岭地区独特的自然资源共同形成了旅游产业的资源元素,深入挖掘子午道沿线的旅游资源,能为旅游产业的发展营造良好的环境。

### 2.1 文化资源

#### 2.1.1 历史事件

子午道曾发生过诸多的历史事件,也记录着众多鲜为人知的故事。历史上与子午道相关的著名人物事件有:自关中出发率部从子午道进入汉中的汉王刘邦;西汉末年疏通子午道的王莽;三国时期,著名的“子午谷奇谋”,但诸葛亮认为魏延此计过于凶险难于成功,未采纳他的意见,“子午谷奇谋”成为中国军事史上争论不息的话题;魏国的曹真从子午道南下伐蜀;魏镇西将军钟会分从斜峪、骆峪、子午道直袭汉中,与征西将军邓艾配合,一举夺取成都,迫降刘禅;东晋时期,梁州刺史司马勋曾率军出子午道以策应对关中的进攻。

子午道达到中国古道发展史上最辉煌的时期是在唐天宝年间。唐玄宗为满足杨贵妃喜食荔枝的嗜好,从涪陵荔枝园取道洋巴道、子午道运送荔枝,并在此二道上设置专驿。当时的子午道被定为国家级驿道,荔枝七日之内送到华清宫保证了鲜润程度,驿使三十里一换人,六十里一换马,紧鞭急蹄,日夜兼程,战马身负荔枝,马上驿使手持铜铃,“未到时先振铃,不让路者马虽踏死亦不追究”,百姓“闻铃变色”<sup>[3]</sup>,驿站传送荔枝不知累死多少驿卒和马匹。杜甫《子午谷》一诗中“忆昔南州使,奔腾献荔枝。百马死山谷,至今耆旧悲”,杜牧《过华清宫绝句》中“一骑红尘妃子笑,无人知是荔枝来”,以及宋代词人苏轼的《荔枝叹》中“宫中美人一破颜,惊尘溅血流千载”都在诉说着荔枝道上这一段心酸的血泪史。以荔枝为代表的南方水果源源北运,拓宽了南北经济文化交流的范围,唐代盛行的文学题材——

诗歌,在荔枝道上同样得到充分体现,留下了杜甫、李白、杜牧、岑参等诗人的佳作,直至以后历代皆有相关子午道的诗词流世。

南宋时期,宋代守将王彦与金军大战于饶风关(子午道上的一个关口)。解放战争时期,中共代表张文津、吴祖贻、毛楚雄 3 位革命先烈牺牲于子午道西江口;李先念、徐向前曾带部队出入子午峪;西安解放后胡宗南残部逃至子午峪的小午台,准备将子午道作为逃跑的后路,被人民解放军一举歼灭<sup>[5]</sup>。解放战争时期子午道也是一条地下交通线,为中华民族的解放事业做出了贡献。

### 2.1.2 历史遗迹

据考古发现,子午道沿途分布的历史文物达 100 多处,古建筑(寺庙、翠微宫遗址、舍利残塔、古民居等)、桥梁、古碑、古栈道、摩崖石刻、古战场遗迹、古街古村落、兵马俑遗址等遍布各处。除上述遗产外,子午道沿途还遗存有大量的民俗、宗教、道路等印迹,以及关墙、营盘等。有些古迹仍隐藏在大山之中,掩映在荒草丛内,似在不时唤醒子午道古老沧桑的记忆,这些资源是人们探究历史的宝贵财富和珍贵史证<sup>[6]</sup>,同时也为发展旅游业提供了丰富的人文资源。

### 2.2 自然资源

子午道穿梭在群山之间,循水而行,沿途林地、农田分布,植物种类繁多,周边的生态环境保存较好,自然肌理丰富,可开发的自然景观众多。这些自然景观中,有原生态的自然景观(原有自然风貌,未经人类影响或间接受到人类影响,但影响轻微,使原有自然风貌未发生太大变化的景观资源)和生产性自然景观(受人工管理的自然景观)<sup>[7]</sup>。子午道沿途原生态自然景观有自然山脉、高山峡谷、自然河流、小溪、瀑布、茂密的天然植物林地、森林公园、野生动物、种类繁多的野生灌木、乔木、花卉、高山草甸等。生产性自然景观有人工林地、果林、农田、茶园、农庄等。

## 3 子午道景观设计构建

子午道目前的文化资源、自然景观资源没有得到充分挖掘,潜在的旅游价值仍隐藏在茫茫深山。发展旅游观光无疑要讲历史、讲文化,子午道所具有的景观价值为旅游景观的开发提供着丰厚的支撑内容。对子午道文化线路的旅游景观资源进行综合塑造设计,能够增加人们对古道文化的整体关注度,促进沿线旅游产业的发展。

### 3.1 打造核心休闲景观区

在子午道沿线选择适宜的区段,如:黄峪寺村、广货街、江口、胭脂坝、腰竹岭、观音山、龙王、蒿沟、月河梁等地或遗迹遗址分布较多的地方形成核心景区,设置景观节点。每一个核心景区运用可利用的自然资源及文化、遗迹打造 4 个不同特色的休闲旅游景观区,再将每一个休闲区串联起来,通过旅游联盟、共生发展的方式,在子午道上形成一条线性旅游的最佳路线。以子午道沿途山区独特的资源、区位、文化等为载体进行资源整合,使游人获得高质量的文化和自然风光的休闲体验。

#### 3.1.1 山体的打造

选择适宜的山体,营造登山、攀岩、吊桥、玻璃栈道、索道、树屋、廊亭等项目,使之与山上茂密的植物融为一体,野趣天成。山体可以考虑将当地的野生动物,如金丝猴、红腹锦鸡、羚羊、林麝等引入游览区附近用丝网隔离,让游人近距离进行观赏,满足其好奇心。对山体上遗留的部分古梯道、摩崖造像等遗迹进行有效保护,使游人可以近观不能触摸,这样既满足了游人亲近自然的需求,又满足了其挑战自我的愿望。这种山体开发形式符合“登山经济”的发展需要,能为古道旅游带来商机。

在游人视线可达处结合地形和当地植物条件营造花坡景观,利用当地自然生长的野花以及本地具有特色的乡土植物,结合草本、藤本营造植物组团景观。游人可以观山、赏花、听水,实现对自然风光的美学提炼和利用。

#### 3.1.2 水体的打造

子午道沿路的水体水质清澈无污染,非常适合开发旅游项目。选择适宜的水体设置垂钓、漂流、水上秋千,修建滚水坝使水形成落差后设置水上竞技等游乐项目,修建小桥,营造小河流水的景观区域,满足游人亲水性的需求,与周围的山体、植物、农田、林木等构成天然的山水景色。游客可以通过观水、戏水、听水、瞰水来感受自然之美。设计遵循“绿水青山就是金山银山”的思路,在保护原有自然生态的基础上进行开发,充分体现出自然资源的活力所在,为游客营造高质量的休闲体验。

#### 3.1.3 古镇风情的打造

在有古街遗存的村镇,运用生产性自然资源开展农业生态观光、农产品采摘、特色养殖、民族特色美食、民宿体验等项目。同时运用古街、古民居打造一条商业形式的街巷,并将当地的艺术品、特色商品、纪念品等进行展示与交易,活跃商业氛围。增加

当地的特色项目,如藤编、麻编、推磨等,把一些手工传统技术转化为旅游产品,为游客提供一个自己动手学习的平台,满足其参与性,实现生产、交换、消费在空间上同时并存,与游客之间建立联系和互动,传统技术得到保留、传播与推广,让即将消失的关中、陕南特色古村落、古民宅再次焕发新的魅力,为游客提供多样化的民俗体验,当地居民的原材料出售也能增加经济效益。

### 3.1.4 生产性景观的打造

在农田、茶园、果树等区域,让游客参与到农事活动中充分体验农业生产的乐趣,并将农作物设置成供游客劳动体验和购物功能为一体的“作坊”,实现生产性自然景观与经济的协同发展,既保留了传统业态,又提升了附加价值。在配套的基础设施方面,结合旁边的道路,适当仿建子午道古亭阁,供游客远眺农田、茶园、果园等田园风光。

### 3.2 应用艺术手法展现子午道历史

除了以自然资源打造景观外,历史文化资源仍是不可或缺的重要内容。将古道文化与自然资源有机地结合,才能满足游人的多元化需求,实现古道文化传承的目的。子午道上历史文化的展示应突出古道文化的独特性和地域性,寻求适合的艺术表现手法进行直观地展示,让游客更深层次理解子午道历史,例如:运用浅浮雕的形式在古道沿线景区的山体墙上,表现出明清时期繁华的盐、茶、丝绸等交易集市的各种场景,并辅以文字说明;运用圆雕表现出刘邦、诸葛亮、魏延、杨贵妃、高迎祥以及解放战争时期的张文津、吴祖贻、毛楚雄等著名历史人物及革命前辈的形象及事迹;运用书法的形式在置石上撰写、篆刻白居易、李白、杜甫、杜牧、苏轼等关于荔枝道的诗词,或以连环画的形式将历史人物、事件、诗词等内容展现在山体墙上并配以文字说明等。对于历史遗迹,如摩崖造像、古道遗址、寺庙、石刻、石碑、古桥等古道要素,应加以保护,游客只可近距离观看而不能触摸,以便更好地保存文物的原真性不遭到破坏。自然资源、文化资源、遗迹资源相结合的旅游开发项目,能够满足户外休闲和文化体验这种大众旅游的新方式,为古道旅游吸引充足的客源。

### 3.3 游览时间设计

山体、水体、古镇风情、生产性景观等4个节点应以合并经营的模式,共同连接成为一条“线”,一旦启动这条“线”,每个“点”都能被激活。4个景点的游览时间不少于2天,而不是游客游一天就走,每个“点”串联起来构建子午道沿线旅游大景区,满足游客多样化的需求,就能够留住游客住宿、吃饭、游

览、乘车、购物、娱乐,完善旅游过程的整体性,才可以赢得更大的经济效益。

### 3.4 道路设计

子午道经过的地方,现大部分已修建了公路,与210国道重合,所以4个节点所在地都可以选择在210国道的过境区。主干道依靠210国道,通往节点的各支道,已经存在的充分利用,无路的重新修建通车支道,在支道适宜的地方修建停车场。并在各景点之间的道路上选择适宜的地方仿建子午道古亭阁,史书记载子午道上桥梁百计,亭台楼阁也有不少,是昔日秦岭山一道亮丽风景。设置观景台,让游客放慢脚步,在观赏与体验中感悟古子午道视觉美感,使游客对古栈道形成直观的认识。

## 4 结语

历史的风尘已湮灭古道昔日的辉煌,但古道上深厚的历史文化积淀依然散发着独特的魅力,加之子午道沿线现存的良好自然生态环境,为开发高品质旅游观光景点提供了良好的条件。对于午道的旅游景观节点进行深层次构建分析,打造文化线路的核心休闲景区,力求增加人们对古道文化的整体关注度,促进沿线旅游产业的发展,促进文化的传承,也是功在当代,利在千秋的重要举措。

### 参考文献:

- [1] 王晓群. 中国子午道[M]. 香港:中国国际文化艺术出版社,2013:6-9,27,123,192,201.
- [2] 薛倩. 古道遗址的保护与利用——关于子午道旅游开发的探讨[D]. 西安:西安建筑科技大学,2011.
- [3] 谭波才. 永不落没的秦岭古栈道[EB/OL]. (2014-03-29) [2019-06-26]. <http://www.chinavalue.net/General/Blog/2014-3-29/2018-3-2>.
- [4] 宁陕县地方志编纂委员会. 宁陕县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1992:233.
- [5] 萧建安. 子午道今昔[EB/OL]. (2007-10-30) [2019-06-26]. [http://www.xiancn.com/gb/wbpaper/2007-10/30/content\\_1355167.htm](http://www.xiancn.com/gb/wbpaper/2007-10/30/content_1355167.htm).
- [6] 陕西省宁陕县委员会学宣文卫委员会. 宁陕文史资料:第四辑[M]. 安康:陕西省宁陕县委员会学宣文卫委员会(内部出版),2012:131.
- [7] 沈存,姚明. 基于乡村景观资源保护与利用的农业公园营建策略探究[J]. 中国城市林业,2018,16(5):77.

(责任编辑 杨焱焱)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.019

# 千岛湖区森林季相景观现状与人工彩化林分构建

徐高福,余梅生,徐小忠

(淳安县新安江生态开发集团有限公司,浙江 淳安 311700)

**摘要:**在向往美好生活的新时代,人们对森林季相彩色景观寄予了厚望。在分析千岛湖区四季森林自然景观典型树种观赏价值基础上,按照森林近自然经营、合理布局与主题特征匹配、兼顾生产经营能力的原则,以改造、改建、封育、新建等建设方式,提出配置秋色叶植物、地带性常绿阔叶林共建种、保健与色叶树种、观花类树种等千岛湖区针叶林阔叶彩色化改造模式,以构建人与自然交融的健康稳定彩色化林分。

**关键词:**森林季相景观;典型树种观赏价值;阔叶彩化配置;改造模式;近自然经营;千岛湖区

中图分类号:S727.4;S753.3;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0096-05

引文格式:徐高福,余梅生,徐小忠. 千岛湖区森林季相景观现状与人工彩化林分构建[J]. 林业调查规划,2019,44(6):96-100.

XU Gaofu, YU Meisheng, XU Xiaozhong. Present Situation of Forest Seasonal Landscape and Construction of Artificial Colored Forest Stand in Qiandao Lake Area[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 96-100.

## Present Situation of Forest Seasonal Landscape and Construction of Artificial Colored Forest Stand in Qiandao Lake Area

XU Gaofu, YU Meisheng, XU Xiaozhong

(Xin'an River Development Corporation of Chun'an County, Chun'an, Zhejiang 311700, China)

**Abstract:** People place great hopes on the forest seasonal colored landscape in the new era of yearning for a better life. Based on the analysis for the ornamental value of typical tree species of forest natural landscape in Qiandao Lake area, this paper followed the principles of close-to-nature management, matching reasonable layout and theme characteristics, and consideration of production and management capacity, and put forward the construction methods of transformation, reconstruction, enclosure and construction, such as allocation of autumn colour-leaved plants, zonal evergreen broad-leaved forest species, health care tree species and flowering species to construct a healthy and stable colored stand.

**Key words:** forest seasonal landscape; ornamental value of typical tree species; colorization of broad-leaved forest species; transformation mode; close-to-nature management; Qiandao Lake area

### 1 问题的提出

在我国,无论是林业界还是旅游界,生态问题已

经渗透其中而受到广泛重视,然而,与国外发达国家相比,森林景观的可持续利用还未真正实现以自然资源保护为导向<sup>[1]</sup>,尚处于简单的经济和美学价值

收稿日期:2019-05-22.

基金项目:杭州市重点软科学研究项目(20150834M12).

第一作者:徐高福(1963-),男,浙江淳安人,正高级工程师.从事风景园林与森林经理工作. Email:caxajkfz@163.com

为目标的视觉景观规划及其相应的旅游设施建设阶段<sup>[2-3]</sup>。

在向往美好生活的新时代,人们还是多从外部视野看森林景观美学功能与价值,主要体现在植物的形、色、香、韵等方面,并与地形、地貌等自然景观相协调,与历史文化相融洽,与蓝天、碧海、金沙、奇石等自然景物融为一体,构成一个独特、丰富多彩、以自然景观和自然景物为基础的综合体<sup>[4-6]</sup>。

千岛湖是上世纪80年代我国首批建立的南方最大森林公园,对千岛湖植物景观已有一些初步研究报告,当地的林业科技工作者通过产学研形式,对千岛湖景观林目的树种进行了定量分析研究<sup>[7]</sup>,提出点、线、面结合的空间构建模式<sup>[8]</sup>;对千岛湖万顷森林林相改造进行了景观作业设计<sup>[9-10]</sup>,列入省重点项目于2015—2017年付诸实施,开辟了大地造景为主的特色化经营新途径<sup>[11-12]</sup>。

千岛湖区是研究景观破碎化对生物多样性影响的理想场所和康美之地<sup>[13]</sup>,大自然可以称得上是人类的导师,正因如此,森林近自然经营理念迄今依然盛行。笔者从千岛湖自然植物季相景色入手,研究其典型树种类型与景观价值,进而为千岛湖人工彩化林分构建提供启发,提出相应建议。

## 2 千岛湖区四季森林自然景观典型树种及其观赏价值

从大尺度视角、长时间维度看森林是多彩的,赤橙黄绿青蓝紫,各种色彩深深浅浅如彩虹一般,每种森林都有其各自独特的色调,一年四季,颜色变幻,分布各异,一望无际者有之,点缀其间有之,或鲜艳夺目,或静谧淡雅,或清新宜人,或纯净可爱。

由于历史的原因,千岛湖形成60年,以天然更新的马尾松 *Pinus massoniana* 为优势树种的林分居多,常见人工营造的树种多为杉木 *Cunninghamia lanceolata*、柏木 *Cupressus funebris* 等用材树种以及干水果、茶叶 *Camellia sinensis* 等经济树种,千岛湖地区的植被属中亚热带常绿阔叶林北部亚地带,在自然演替过程中有优势种、共建种、伴生种或偶见种,这些树种在一年四季中色彩会随着林分生长或干扰发生不同程度变化,其形态、视觉、味觉、意境也有差异,不同年份、不同季节各有其特色。

### 2.1 春季森林自然景观典型树种及其观赏价值

鲜花浪漫、充满生机的春季,是踏春赏花的美好季节。马尾松林是千岛湖的优势植被,正值清明时节,金黄色的马尾松花粉随风而飘,秉承春季生发、

条畅之木气,既可观赏,又可作为保健食用,在千岛湖更是有机鱼的天然饵料。千岛湖畔的常绿阔叶林中的上层高大的石栎 *Lithocarpus glaber*、苦槠 *Castanopsis sclerophylla*、香樟 *Cinnamomum camphora*,其形态雄伟,其叶光鲜嫩绿,落叶乔木化香 *Platycarya strobilacea*、香椿 *Toona sinensis*、朴树 *Celtis sinensis*,漫山嫩黄娇绿,林下吸引眼球的有山茶 *Camellia japonica*、满山红 *Rhododendron mariesii* 乃至千岛湖常见白栎 *Quercus fabri* 自然开放着黄色花序,白色花系列更多,有欆木 *Loropetalum chinense*、格药铃 *Eurya japonica*、四川山矾 *Symplocos setchuensis*、毛花连蕊茶 *Camellia japonica* 等,先叶开放的不仅有高大的檫木 *Sassafras tzumu*,还有紫藤 *Wisteria sinensis*,一派春意盎然(表1)。

表1 千岛湖区春季森林自然景观典型树种观赏价值

Tab. 1 Ornamental value of typical tree species of forest natural landscape in Qiandao Lake area in Spring

树种(观赏部位)	观赏及景观(生态)价值
马尾松(观花)	常绿乔木,雄球花淡红褐色,圆柱形,聚生于新枝下部苞腋,穗状,雌球聚生于新枝近顶端,淡紫红色。为针叶林和针阔混交林优势种。马尾松林是本区优势植被。
石栎(观叶)	枝叶茂密,枝干笔直光滑,叶片有光泽,为常绿阔叶林共建种。
苦槠(观形)	常绿乔木,树干高耸,树叶茂密,当年生枝红褐色,叶片革质,成长叶叶背淡银灰色。为常绿阔叶林优势种。
香樟(观叶)	冠大荫浓,树姿雄伟,叶片嫩绿,香气宜人。春天时漫山嫩黄娇绿。
檫木(观花)	落叶乔木,总状花序,先叶开放,花黄色。
化香(观叶)	落叶小乔木,羽状复叶,表面暗绿色,背面黄绿色。
朴树(观叶)	冠大荫浓,抗风强,叶片优美。
四川山矾(观叶)	常绿小乔木,嫩枝有棱,黄绿色,叶片长椭圆形。
格药铃(观叶、观花)	常绿小乔木,叶片淡绿色,有光泽。嫩枝黄绿色,果实圆球形。花白色贴着枝条生长。
山茶(观花)	常绿灌木,小枝黄褐色,花色有白、红、淡红、白加粉,艳丽动人。
毛花连蕊茶(观花)	常绿灌木,花顶生兼腋生,白色,有芳香。千岛湖区常绿阔叶林林下灌木层共优种
欆木(观花)	常绿灌木或小乔木,花多白色,繁密而显著。
白栎(观花)	落叶小乔木,花黄绿色,坚果长椭圆形。
满山红(观花)	灌木或小乔木,花朵艳丽,花色多样。
山樱(观花)	植株优美漂亮,叶片油亮,花朵鲜艳亮丽,枝叶繁茂旺盛。
紫藤(观花)	先叶开花,紫穗满垂缀以稀疏嫩叶,十分优美。

## 2.2 夏季森林自然景观典型树种及其观赏价值

千岛湖区夏季的树林繁茂而热闹,像一幅美丽的风景画。略懂林业常识的人都知道木荷 *Schima superba* 是常用的防火树种,正是木荷在夏季开出了白色的花朵,其作为常绿阔叶林优势种、针阔混交林共建种,生态地位不小。红楠 *Machilus thunbergii* 果梗肉质增粗,鲜红色,是常绿阔叶林共建种中最为漂亮而又珍贵的树种,千岛湖区夏季的森林中,粉红色的山合欢 *Albizia kalkora*,白色的硕苞蔷薇 *Rosa bracteata*、栀子花 *Gardenia jasminoides* 引人注目。林下的马银花 *Rhododendron ovatum* 绮丽多姿,紫红色花冠的美丽胡枝子 *Lespedeza formosa* 是绿化的先锋树种。还有林中毛果南烛 *Lyonia ovalifolia*、四照花 *Dendrobenthamia japonica*、野鸦椿 *Euscaphis japonica* 兼有观赏价值。千岛湖区夏季山中的野果既可观又可食的莫过于杨梅 *Myrica rubra* 与山莓 *Rubus chorifolius* (表 2)。

表 2 千岛湖区夏季森林自然景观典型树种观赏价值

Tab. 2 Ornamental value of typical tree species of forest natural landscape in Qiandao Lake area in Summer

树种(观赏部位)	观赏及景观(生态)价值
山合欢(观花)	5—7月开花,花丝黄白色或淡粉红色。
栀子(观花)	常绿灌木,花白色香浓,花期5—7月。
野鸦椿(观果)	落叶灌木或小乔木,蓇葖果,果皮软革质,紫红色,有纵脉纹。种子近圆形,假种皮黑色。
美丽胡枝子(观花)	直立灌木,三出复叶,花冠紫红色,先锋树种。
马银花(观花)	常绿灌木,花单生枝顶叶腋,枝繁叶茂,绮丽多姿。
硕苞蔷薇(观花)	铺散常绿灌木,花单生或2~3朵集生,花瓣白色,倒卵形,花期5—7月。
木荷(观花)	常绿乔木,花白色,单独腋生或数朵集生枝顶,芳香,为常绿阔叶林优势种、针阔混交林共建种。
红楠(观果)	常绿乔木,果梗肉质增粗,鲜红色,为常绿阔叶林共建种。
毛果南烛(观花)	落叶灌木或小乔木,合瓣花,花萼与花瓣5裂,花冠白色,椭圆状坛形。
四照花(观花为主)	落叶乔木,头状花序球形,总苞片4,初时白色,后变淡黄色,花4基数,果序球形,橙红色或暗红色,夏观花秋看果。
杨梅(观果)	枝繁叶茂,树冠圆整,初夏又有红果累累,十分可爱。
山莓(观果)	落叶灌木,聚合果球形,红色,密被细柔毛。

## 2.3 秋季森林自然景观典型树种及其观赏价值

千岛湖区的秋季森林硕果累累,叠翠流金,绚丽

多彩。秋天到了,森林里一片金黄,仿佛一枚枚金黄色的邮票,邮来了秋天凉爽,铺满林地,有银杏 *Ginkgo biloba*、枫香 *Liquidambar formosana*、无患子 *Sapindus mukorossi*、鸡爪槭 *Acer palmatum*、黄连木 *Pistacia chinensis*、麻栎 *Quercus acutissima*、榉树 *Zelkova serrata*、山胡椒 *Lindera glauca*,更有如火如荼的乌桕 *Sapium sebiferum*,橙色的盐肤木 *Rhus chinensis*。千岛湖区的秋季森林也是果实丰收的时节,青岗 *Cyclobalanopsis gauca* 的壳斗果,全缘栎树 *Koelreuteria bipinnata* 的灯笼果,橙黄色的野柿 *Diospyros kaki*,而杜鹃花科的短尾越橘 *Vaccinium carlesii*、乌饭树 *Vaccinium bracteatum*、江南越橘 *Vaccinium mandarinorum* 等结出成熟度不同的果实,色彩各异(表 3)。

表 3 千岛湖区秋季森林自然景观典型树种观赏价值

Tab. 3 Ornamental value of typical tree species of forest natural landscape in Qiandao Lake area in Autumn

树种(观赏部位)	观赏及景观(生态)价值
枫香(观叶)	落叶乔木,树皮灰褐色,深秋红叶艳艳、灿若披锦。
乌桕(观叶)	乔木,树冠整齐,叶形秀丽,秋叶如火如荼,十分美观。
银杏(观叶、观果)	树形伟岸优美,叶形如扇,微风吹拂,枝摇扇舞,深秋季节满树金黄,秋叶金黄。
无患子(观叶、观果)	树干通直,枝叶广展,绿荫稠密。到了秋季,满树叶色金黄,果实累累,橙黄美观。
盐肤木(观叶、观果)	叶橙色,核果成熟时红色,适应性强,生长快,耐干旱瘠薄,根蘖力强。
榉树(观叶)	叶秋季变色,有黄色系和红色系2个品系。
黄连木(观叶)	春季红褐,夏季黄绿,秋季橙黄,冬季萧条,四季交替。
鸡爪槭(观叶)	落叶小乔木,树皮深灰色,秋叶鲜红,与绿叶相衬,色彩明艳。
麻栎(观叶)	叶有光泽,适应性强,抗风性强。
山胡椒(观叶)	直立性及叶面深绿,秋季变红,冬季枯叶不落。
青冈(观果)	常绿乔木,枝叶茂密,树姿优美,果实壳斗碗形,为常绿阔叶林共建种。
黄山栎树(观果)	乔木,皮孔圆形至椭圆形,春季嫩叶红色,夏季满树金黄色,秋季果似灯笼。
野柿(观果)	果实不大,一般不超过5cm,橙黄色,扁球形。
短尾越橘(观果为主)	林下灌木层优势种,浆果球形,熟时紫红色,被白粉,无毛。
乌饭树(观果为主)	常见灌木,浆果球形,被细柔毛或白粉,熟时紫黑色。
江南越橘(观果为主)	常见灌木至小乔木,浆果球形,熟时红色至深红色,无毛。

## 2.4 冬季森林自然景观典型树种及其观赏价值

千岛湖区森林在冬季是神秘而又美丽的。主要树种松柏常青,还有与之相伴壳斗科 *Fagaceae* 的苦



楮、石栎、青冈,樟科 Lauraceae 的香樟 *Cinnamomum camphora*、浙江樟 *Cinnamomum Chekiangense*、紫楠 *Phoebe shearerii* 等常绿乔木,叶厚光亮的厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*, 结着红色球果的朱砂根 *Ardisia crenata*, 冬天方显其生命的强者,吸天地之灵气,集日月之精华,滋养了一身肃穆高洁,生就一副傲骨,苦守一分执着,坚持一种信念,迎霜傲雪,日夜守卫着千岛湖(表4)。

表4 千岛湖区冬季森林自然景观典型树种观赏价值

Tab. 4 Ornamental value of typical tree species of forest natural landscape in Qiandao Lake area in Winter

树种(观赏部位)	观赏及景观(生态)价值
马尾松(观形)	常绿乔木,枝干笔直,姿态优美。
柏木(观形)	四季常青,树形优美,树冠浓密秀丽。
香樟(观形)	常绿乔木,冠大荫浓,树姿雄伟,为常绿阔叶林共建种。
紫楠(观叶、观形)	常绿乔木,叶片革质,倒卵形或阔倒披针形,小枝、叶柄密被柔毛或绒毛,为常绿阔叶林共建种。
浙江樟(观形等)	常绿乔木,树干端直,树冠整齐,叶茂荫浓,气势雄伟。为国家Ⅱ级重点保护野生植物。
厚皮香(观叶)	常绿小乔木,枝平展成层,叶厚光亮,姿态优美。初冬部分叶片由墨绿转绯红,远看疑是红花满枝,分外鲜艳。
朱砂根(观果等多用)	常绿小灌木或灌木,伞形花序或聚伞花序,果球形,鲜红色,花柱与花萼宿存。

### 3 千岛湖区针叶林阔叶彩化改造模式构建

针叶林阔叶彩化改造指通过营造、抚育、补植等技术措施,对千岛湖以马尾松为主的针叶林及针阔混交林进行阔叶彩化配置,加入能体现一年四季变化的优良彩色阔叶树种,山林将变得缤纷而生动,同时其涵养水源、保持水土、净化空气、美化环境以及保护生物多样性的生态功能也会得到明显改善。

#### 3.1 针叶林阔叶彩化改造原则

##### 3.1.1 森林近自然经营

从德国引进的森林近自然经营理念,在现实应用中主要是要遵循自然演替规律,从目前千岛湖森林自然演替阶段看,针叶林阔叶彩化改造从自然林中寻求乡土树种、森林结构与更新方向,大多数是将简单结构林分改造成阔叶彩化的混交、异龄、复层和近自然林分<sup>[14]</sup>。对于杉木、柏木等人工纯林的阔叶彩化配置,要有中国园林中“虽由人作,宛如天开”的深邃智慧和手法。总而言之,要构建人与自然交

融的健康稳定的林分。

##### 3.1.2 合理布局与主题特征匹配

千岛湖山水线状片段化景观和四通八达的交通主干道,是千岛湖针叶林阔叶彩化改造布局重点。换言之,要围绕线型生态廊道展开阔叶彩化改造,突出点状、斑状及林缘地的彩林效果,做好观叶、观花、观果、观形等彩色森林的营建,注重融入森林保健、当地民俗等元素,深化景观的人文底蕴,在完善森林结构的基础上,突出主题功能的匹配性,在景观节点、不同林种中构建专题林。

##### 3.1.3 兼顾生产经营能力

针叶林阔叶彩化改造是一项系统工程,林业生产周期长,不能一蹴而就,在自然景观植物树种选择时,要充分研究树种生物学、生态学特性,育苗造林经验及其可复制、可推广性,现有苗木市场与自繁自育能力,森林培育的可及度,经营措施对接度等,要从森林全周期经营角度综合考虑生产经营的可行性。

#### 3.2 针叶林阔叶彩化改造模式

针叶林阔叶彩化林分构建主要是不同时相阶段,通过叶、花、果等不同的景观效果表达,通过不同的植物种类、种植方式、色彩配置来体现各类景观特征,给人以不同的观赏体验。

对于重要森林旅游景点照面山大部分针叶林的彩叶化改造,主要通过配秋色叶树种,形成彩化的常绿针叶落叶阔叶混交林;对景观无特殊要求的近自然林建设或马尾松疏林的改造,以配置地带性常绿阔叶林共建种为主;对现有立地条件较好的针叶林改建,适度配置保健与色叶树种,形成彩化的常绿针阔混交林;对视域开阔处的阔叶彩化林建设,配置地带性常绿阔叶林共建种与色叶树种,形成彩化的常绿阔叶落叶阔叶混交林;对于景观重要区域的阔叶彩化林建设,配置观花类为主树种,形成彩化的落叶阔叶林(表5)。

### 4 结论与讨论

1) 千岛湖实施林相改造多年,在原有四季自然景观的基础上的确有锦上添花的作用。当下,千岛湖已有松材线虫病发生,要加强枯死松木调查和清理除治工作,建立健全松材线虫病防控网格化管理系统<sup>[15]</sup>,全力控制和压缩疫情,保障生态安全。结合世界银行贷款项目《新安江流域森林生态系统修复工程》,开展生态脆弱地修复和森林彩化改造。

2) 就生态演替规律而言,彩化是有一定历史阶

表 5 千岛湖区针叶林阔叶彩化改造模式

Tab. 5 Transformation mode of colored broad-leaved forest species in coniferous forest

序号	植被类型	建设方式	树种组成	配置方式	阔叶彩化方式	备注
1	常绿针叶落叶阔叶混交林	改造	马尾松、杉木等针叶树种+枫香、黄连木、乌桕、榆类、全缘栎树等色叶树种	色叶树种占 20% ~ 40%,小团状分布或均匀分布	配置秋色叶树种	适用于重要森林旅游景点照面山大部分针叶林的彩叶化改造
2	常绿阔叶林	改建或封育	木荷、苦槠、青冈、石栎等地带性常绿树种	近自然混交	配置地带性常绿阔叶林共建种	适用于对景观无特殊要求的近自然林建设或马尾松疏林改造
3	常绿针阔混交林	新建或改建	马尾松、杉木等+浙江樟、红楠等樟楠类植物+银杏、枫香、无患子、乌桕等色叶树种	近自然混交,点缀色叶树种	适度配置保健与色叶树种	此模式主要用于对现有立地条件较好的针叶林改建
4	常绿阔叶落叶阔叶混交林	新建或改建	木荷、苦槠、青冈、石栎等地带性常绿树种+枫香、黄连木、乌桕、榆类、全缘栎树等	色叶树种占 30% ~ 50%,小团状随机分布	配置地带性常绿阔叶林共建种与色叶树种	适用于视域开阔处的阔叶彩化林建设
5	落叶阔叶林	新建	檫木、玉兰 <i>Magnolia denudata</i> 、含笑 <i>Michelia figo</i> 类乔木+山茶、杜鹃类灌木	沿路或林缘种植,花灌木林下配置	配置观花类为主树种	适用于景观重要区域的阔叶彩化林建设

段性的。对千岛湖整体而论,要以绿为基调,以彩为点睛,营造“万绿丛中一点红”的意境,一味追求视觉感官冲击力、震撼力的森林景致是片面的、不科学的。

3) 植被彩化景观的构建需要多方面的知识体系作支撑,长期监测实证的案例不多。善于学习就是善于进步。千岛湖的科研人员和经营工作者任重而道远,需要积极创新、创业、创造,不断破旧立新,引入新的思维方式,为建设康美千岛湖夯实植物景观生态根基。

参考文献:

[1] 房仕钢. 国内外森林公园规划建设的对比研究[J]. 防护林科技, 2008(4): 82-84.  
 [2] 刘春喜. 森林公园植物景观设计分析[J]. 科学技术创新, 2018(6): 166-167.  
 [3] 刘海英. 浙江省森林公园建设管理现状与发展对策[J]. 浙江林业科技, 2017, 37(4): 89-94.  
 [4] 宋雪丽, 周永斌, 王均喜. 辽宁省东部山区天然风景林单体景观美学评价[J]. 中国林副特产, 2009, 98(1): 40-42.  
 [5] 文益君, 周根苗, 张晓蕾, 等. 基于粗糙集的风景林景观美学评价[J]. 林业科学, 2009, 45(1): 1-7.

[6] 史久西, 董建文, 章志都, 等. 乡村绿地景观美学质量评价研究[J]. 中国城市林业, 2013, 11(3): 5-8.  
 [7] 徐高福, 袁位高, 卢希. 生态景观林目的树种选择定量研究[J]. 绿色科技, 2012(3): 10-14.  
 [8] 徐高福. 千岛湖山地景观林构建技术探析[J]. 现代园林, 2015(3): 235-239.  
 [9] 徐高福, 孙益群, 王翊. 千岛湖万顷森林林相改造景观设计[J]. 林业调查规划, 2008, 33(4): 104-107, 111.  
 [10] 董飞岳, 黄燕, 陈煜初, 等. 千岛湖国家森林公园植物景观设计研究[J]. 华东森林经理, 2014, 28(1): 60-64.  
 [11] 徐高福, 何建平, 郑兴年. 新时期千岛湖国家森林公园森林旅游发展策略[J]. 绿色科技, 2011(12): 199-201.  
 [12] 徐高福. 千岛湖区林相特色化经营探究[J]. 中国城市林业, 2013, 11(1): 27-29.  
 [13] 徐高福, 胡静波, 方建华, 等. 建设康美千岛湖理论与实践研究[J]. 中国林业经济, 2017(2): 37-39.  
 [14] 张二亮. 森林近自然经营探析[J]. 现代农业科技, 2019(9): 143-144.  
 [15] 潘图平, 俞春来, 徐高福. 千岛湖区松材线虫病防控探析[J]. 防护林科技, 2019(2): 90-92.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.020

## 数据挖掘技术在森林经营管理中的应用综述

童雅婷<sup>1</sup>,董晨<sup>1,2</sup>

(1. 浙江农林大学信息工程学院, 浙江 杭州 311300; 2. 浙江省林业智能监测与信息技术研究重点实验室, 浙江 杭州 311300)

**摘要:** 森林资源数据通常庞杂而繁重,如何科学合理地收集并利用森林资源数据是科学地开展森林经营的基础。现在,数据挖掘技术发展迅速并不断涉及到更多应用领域。为了利用数据挖掘技术来分析复杂的森林资源信息,以更好地管理现有数据,从而实现优质森林经营,国内学者对数据挖掘与林业经营管理进行了大量的研究,并取得了一些成果。文章对数据挖掘关键技术中的关联规则、决策树、神经网络技术、聚类分析、遗传算法、粗糙集等进行了分析,并阐述其在森林资源调查监测、森林生长与收获预测、森林防火、林业可视化、病虫害防治与森林健康分析等方面的应用。

**关键词:** 森林经营管理;数据挖掘技术;决策树;神经网络;遗传算法

中图分类号:S750;TN919.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0101-06

引文格式:童雅婷,董晨. 数据挖掘技术在森林经营管理中的应用综述[J]. 林业调查规划,2019,44(6):101-106.

TONG Yating, DONG Chen. Application of Data Mining Technology in Forest Management[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 101-106.

## Application of Data Mining Technology in Forest Management

TONG Yating<sup>1</sup>, DONG Chen<sup>1,2</sup>

(1. College of Information Engineering, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, China;

2. Zhejiang Key Laboratory of Forestry Intelligent Monitoring and Information Technology, Hangzhou 311300, China)

**Abstract:** The data of forest resource is usually complex and cumbersome. How to collect and utilize data scientifically and reasonably is the basis of forest management. The data mining technology develops rapidly and involves more and more application fields at present. Domestic scholars have conducted a large amount of research on data mining and forest management and eventually achieved some findings to apply data mining in analyzing collected data to better manage the existing data and further achieve high-quality management of forest resource. This paper analyzed the key technologies of data mining, such as association rules, decision tree, neural network, cluster analysis, genetic algorithm and rough set, and discussed its application in forest resource investigation and monitoring, forest growth and harvest prediction, forest fire prevention, forest visualization, disease and pest control and forest health analysis.

收稿日期:2019-05-09.

基金项目:浙江省教育厅一般项目(Y201636009);浙江农林大学学校科研发展基金项目(2016FR036);浙江省科技重点研发计划资助项目(2018C02013).

第一作者:童雅婷(1998-),女,江苏常州人,在读本科生. Email:1545841478@qq.com

责任作者:董晨(1989-),女,浙江金华人,讲师. 研究方向:森林资源管理与决策. Email:dongchen@zafu.edu.cn

**Key words:** forest management; data mining technology; decision tree; neural network; genetic algorithm

森林是人类诞生的摇篮,是人类生存和进化的基础,森林资源在生态系统的平衡与整体经济环境方面有着很大影响力。通过查看国家第八次全国森林资源连续清查数据得到,我国森林面积到 2014 年已有 2.08 亿  $\text{hm}^2$ 。较第七次清查,总面积增加了 1254.78 万  $\text{hm}^2$ ,增幅 6.42%,蓄积净增 14.16 亿  $\text{m}^3$ ,增幅 11%;森林蓄积净增量比第七次清查多 2.93 亿  $\text{m}^3$ ,增幅增加 2 个百分点,增长速度稳中有升<sup>[1]</sup>。若想要森林资源得到充分利用,森林经营管理必不可少。由于森林经营管理是一项带有长期性、艰巨性和复杂性的工作,目前,虽然我国森林资源保持面积和蓄积的双增长,但存在着重造林轻经营的现象,这导致了森林质量和林木产出的低下,加强森林经营管理已成为提高林分质量和生产力最重要的途径之一。与此同时,随着国民经济发展、人口增长以及人们对环境质量要求的提高,传统的经营管理模式已不能满足现代化森林经营发展的步伐。提高森林经营管理手段,不仅需要管理方式的更新,还需要更先进的科技方式。

进入大数据时代后,深入了解与利用数据挖掘技术,可以更好地处理干扰信息、管理庞杂数据。普通分析方法无法清晰地反应森林资源的变化,因此需要利用数据挖掘技术才能更准确、迅速和动态地进行林业经营分析,更快地实现经营目标。

基于此,本文根据目前我国森林经营管理现状,对数据挖掘的发展和数据挖掘的关键技术进行了阐述,并从森林资源调查与监测,林木生长与收获预测,森林防火,林业可视化,病虫害防御,森林健康分析等方面综述了数据挖掘关键技术 in 森林经营管理中的应用,并对数据挖掘技术在森林资源管理领域的应用前景进行了展望。本文可辅助经营者科学地进行森林经营活动,对人工林高效经济产出经营有着重要的理论意义。

## 1 数据挖掘的发展和关键技术

### 1.1 数据挖掘的发展

伴随着人类活动的发展和技术的进步,人们能够以更快、更简单、更便宜的方式收集和存储数据及其信息,因此数据与其所包含的信息量激增。原有的简单数据处理工具与存储工具早已不能满足日渐庞大的海量数据。1980 年以来,数据库的出现为进

一步分析数据奠定了基础。

20 世纪 80 年代末,数据挖掘产生;到 90 年代,数据挖掘开始更新与应用;进入 21 世纪,数据挖掘进入了高速发展时期。任何一种技术的开发都必将服务于实际。一批数据挖掘系统被开发出来,并在商业、经济、金融、管理等领域都取得了应用性成果<sup>[2-3]</sup>。数据挖掘包含了多个领域的研究成果,随着硬件环境、挖掘算法的改进及应用经验的积累,数据挖掘技术与应用将会得到长足的进展<sup>[1]</sup>。

信息社会中,充满了复杂、无规律以及隐藏的数据,这些都可作为数据挖掘的原始数据。经过一系列的数据转化与挖掘后才能提取出研究所需的内在规律。数据挖掘流程如图 1 所示。

### 1.2 数据挖掘的关键技术

数据挖掘是一种具有广阔前景的新兴技术,面对信息时代中庞大而复杂的信息,数据挖掘是一种有效的处理手段。数据挖掘不是一种单调的技术,它涵盖了包括计算机、统计等方面在内的多种现代技术。当需要分析处理复杂数据时,数据挖掘中的各种技术根据原始数据特点,为各个领域做出贡献。以下为数据挖掘中的关键技术。

#### 1.2.1 关联规则

关联规则挖掘是数据挖掘中的重要组成部分,其目的是发现数据库中不同元素之间的关系。这些关联规则可以帮助用户发现决策所需的行为特征。例如,在分析某商店顾客购物篮时,可获得“很多顾客会在购买面包时同时购买沙拉酱”的信息,因此可通过打折促销面包,使面包和沙拉酱的销售额都得到提升。现在关于关联规则的应用研究集中在提出各类不同的规则挖掘算法,提高已有算法的效率以及将算法应用于新领域中。在各种领域里,发现相关事物并寻找其规律都是十分重要的,这就决定了关联规则在实际应用中的普遍性。

#### 1.2.2 决策树

决策树作为数据分类算法中最常用的一种算法,它的表示方法较为简便,通过分步方式将分析对象分成不同种类。构建决策树,可以简单地分为三步:第一步,选取数据量最大的字段作为一个节点;第二步,以字段中属性值为条件对比其中的差别建立分支;第三步,重复一、二步。J. R. Quinlan 提出的 ID3 方法可以处理离散型描述属性,这是最早的并

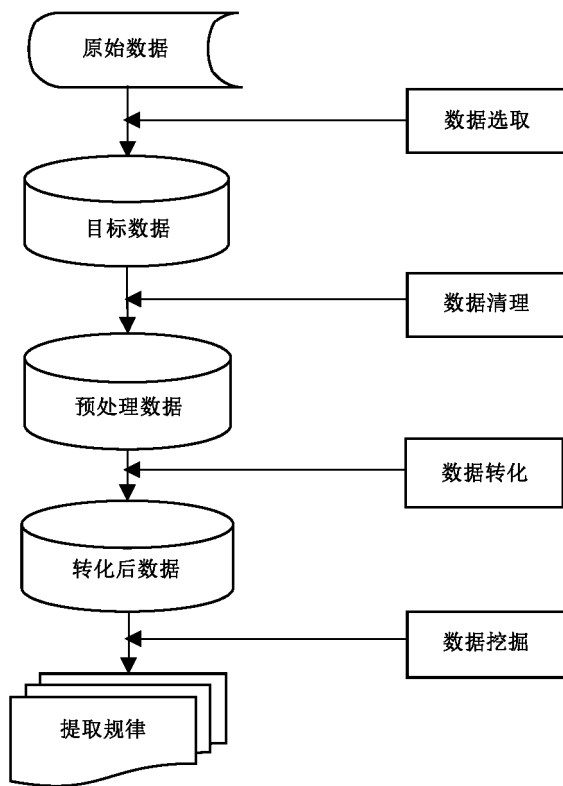


图 1 数据挖掘流程  
Fig. 1 Data mining flowchart

且影响力最大的方式。ID4.5、ID5.0 添加了连续描述性属性的处理函数。由于基于决策树的分类规则是比较直观的,比较易于理解<sup>[4]</sup>,从而在各行业的应用中,决策树具有广泛的适应性。

1.2.3 神经网络技术

人工神经网络,简称神经网络,是一种旨在模仿人脑结构及其功能的人脑式智能信息处理系统<sup>[5]</sup>。通过对比神经网络与人脑发现两个共同点:①外部知识都通过学习过程进入系统;②内部神经元(突触权值)用来存储获取的知识信息<sup>[6]</sup>。图 2 为简单神经网络结构。

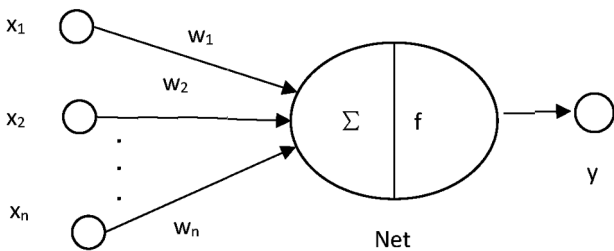


图 2 人工神经元模型  
Fig. 2 Artificial neuron model

图 2 中,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  作为输入值输入上图中神经元。  $w_1, w_2, \dots, w_n$  分别为  $x_1, x_2, \dots, x_n$  对于神经元的作用强度,  $\Sigma$  是神经元内部各种状态反映的和,一般是  $x_i$  与  $w_i$  的乘积和,  $f$  非线性函数用来表示神经元的活动,  $y$  为神经元的输出值。重复学习是神经网络技术的基础,首先在研究对象中列出先例,然后进行训练和学习,从而发现各种样本间所产生的不同特征和模式。

不同方向、不同层次的仿真使神经网络的类型多样化。以 BP 神经网络为例,给定训练集,导出神经网络每个特征函数的参数,从而对数据进行输出预测。神经网络技术可以学习高度非线性的系统,承受噪声数据的能力较高,从而能很好地对一些复杂的问题进行预测。

1.2.4 数据聚类

数据聚类在面对需要分析处理的数据时,将整体数据通过分类方法划分成多个类别,其中同一类中的每个个体之间的相似度高,不同类别个体之间相似度低。聚类分析作为无监督学习方法中一种非常重要的形式,有很多经典的算法如 K-均值聚类算法、快速聚类法、层次聚类法等,其中 K-均值聚类算法最为常用。在实际应用中,原始数据通常是杂乱无序的,若想从中找出所需规律,数据聚类显得尤为重要。

1.2.5 遗传算法

遗传算法与其他经典算法相比,是一个正在快速发展的新技术。遗传算法的原理正如其名,它以达尔文的“优胜劣汰”为依据,即取其精华,去其糟粕。在运用遗传算法时,对样本数据进行数据选择、数据交叉、数据变异等动作,循序渐进地靠近最优目标。面对多维、非线性和多峰问题,它能很好地显示出它的优点。它由美国教授 J. Holland 提出,其主要特点是采取群体搜索策略和在群体中个体之间进行信息交换,利用简单的编码技术和繁殖机制来表现复杂的现象,不受搜索空间的限制性假设的约束,不要求诸如连续性、导数存在和单峰等假设<sup>[7]</sup>。科技与自然间存在着种种相关性,在信息技术发展迅速的 21 世纪,数据仓库中的数据也隐藏着更多重要信息。遗传算法这种逐步求精算法在某种程度上反应了目前原始数据的特点。

1.2.6 粗糙集

粗糙集理论是一种刻画不完整性和不确定性的数学工具,能有效地分析不精确、不精致和不完整等各种不完备的信息,还可以对数据进行分析 and 推理,

从中发现隐含的知识,揭示潜在的规律<sup>[8-9]</sup>。与其他技术相比,粗糙集可以处理的原始数据范围更广。粗糙集所产生的数据处理结果简单、直观。它为了解决不完整、不精确和不确定性问题的数据挖掘问题提供了一个科学的方法,近年来成为国内外研究的热点<sup>[2]</sup>。

## 2 数据挖掘技术在森林经营管理中的应用

### 2.1 森林资源调查与监测

森林资源调查和监测是森林经营管理的基础,通过对森林资源定期调查和监测,可以对森林生长、森林经营效果有大概的了解。面对森林地域广、传统调查开展困难、调查数据杂乱庞大等问题,利用信息技术可使生产和搜集数据的能力大幅度提高。

面对海量森林数据,数据挖掘的多种关键技术通过分析再加工等方式,在森林资源调查与监测方面发挥了应有的作用。

李广水利用构建决策树的方法对广东省九曲水林场森林资源数据进行整理,调用本地属性约减数据预处理服务,生成精简属性事务表,算法中心的决策树归纳服务通过分析该事务表,生成决策树<sup>[10]</sup>。李明阳、刘方等学者以紫金山风景林森林资源数据库为主要信息源,通过空间热点探测、趋势面分析、地理加权回归、决策树分析等数据挖掘方法,可以揭示数据库中没有清楚表现出来的知识和空间关系,从而为森林空间规划和经营措施设计提供科学依据<sup>[11]</sup>。吴超用数据挖掘工具将收集到的森林资源数据进行处理与分析,从庞杂数据中提取出不同的数据,并进行了数据标准化产品化、数据挖掘等方面的深入研究。将复杂问题简单化,为林业管理部门提供管理和决策支持,也为科研人员和普通民众提供个性化数据<sup>[12]</sup>。

### 2.2 林木生长与收获预测

运用现代技术手段处理林木生长数据,能从多方面分析林木在整个生命周期中的动态过程,从而为林业规划提供优质有效的林木培育方法。通过数据挖掘技术,可以更准确地预测林木生长与收获。

数据挖掘在林木生长预估的应用研究中多见于粗糙集、决策树和神经网络方法的使用。在粗糙集和决策树方面,张宗义等人利用粗糙集选取了与森林质量有关的因子,并根据辽宁省抚顺市胡桃森林资源的数据建立了 C5.0 决策树。以粗糙集方法选择因子作为输入变量的决策树模型具有规模小、复

杂度低、决策规则简单、预测精度高的特点<sup>[13]</sup>。高萌用关联规则和决策树,对孟家岗林场的落叶松林进行了生物量预测和分类<sup>[14]</sup>。神经网络的应用方面:车少辉等利用人工神经网络技术,以江西大岗山林场的测试数据为基础,通过不同条件下林分生长的模拟,预测各因子对林分生长的影响,为杉木人工林科学经营提供理论依据<sup>[15]</sup>;林卓利用 BP 神经网络、支持向量、遗传算法等分析方法,通过对比与分析得到,模型精度的提高对森林资源的精确监测和森林生长动态预测具有重要的理论价值<sup>[16]</sup>。

### 2.3 森林防火

每年都有大量林木因林火变成灰烬。森林火灾是一种蔓延迅速、后果严重的自然灾害。在森林防火领域,关联规则、聚类分析等方法得到了充分的应用,通过分析森林大火的诱因,构建森林防火模型,在一定程度上预防了森林大火的发生。

通过关联规则方法,可以深度挖掘引发森林大火的主要因素。例如,温继文等基于 APRIORI 算法对森林覆盖率、退耕还林率、火灾发生率等影响林业碳汇的自然和人为因素与碳量的关联关系,得出高火灾发生率的地区林业碳储量一般较低的结论,其支持度在 60% 上,与实际情况相符<sup>[17]</sup>。

利用森林大火历年数据,通过聚类分析,可以对森林火险等级按照地域进行区划,从而根据等级制定相关的火险防范措施。例如谭三清通过创建出森林火灾评判准则,将相关基础数据进行处理,并利用数据聚类手段,将广州市森林火险区划分为 3 类,分析了各类的火险<sup>[18]</sup>。

此外,采用数据挖掘技术构建森林防火模型也是预防森林大火的一大措施。陈海燕和邱兆文等根据支持向量(SVM)原理,通过大兴安岭地区 1990—2009 年 20 年间森林火灾数据,得到该地区森林火灾预测模型,着火案例判对率为 81.4%。该回归模型较符合实际情况,具有较好的预测效果,能够为当地林业部门制定防火策略提供参考<sup>[19]</sup>。

由上可知,通过聚类分析、支持向量等关键技术可有效地预测森林火灾、规划火险区域,从而制定防火策略,减少森林资源损失。

### 2.4 林业可视化

我国幅员辽阔,森林面积大、森林资源丰富,普通的分析技术很难全面而有效地对森林资源进行统计。实践证明,可视化数据挖掘技术在数据挖掘中具有更大的优势,结合 GIS、GPS 等技术,可以应对复杂的林业数据资源,进行数据特征以及空间数据

关系的分析,从而找出大量的隐性数据,掌握空间数据在发展中的规律<sup>[20]</sup>。

巩垠熙利用 C5.0 决策树,通过引入敏感度分析的机制并采用共轭梯度法改进了 BP 神经网络模型,以落叶松为例建立了立地宜林性能预测模型,对结果进行可视化表达,提高了立地宜林性能的预测精度,并且具有大范围多时相预测的潜力,可为森林立地生产潜力评价提供有效依据<sup>[21]</sup>。孙建国在概述和总结有关空间数据挖掘理论与方法的基础上,针对包含基础地理要素和林业专题要素的地图分层数据集,在 GIS 开发平台上设计和开发一个空间数据挖掘原型系统,试图将产生的空间知识规则应用到有关林业决策和分析中,显示了所得知识的有效性和应用价值<sup>[22]</sup>。黄伟平通过将林业理论知识与数据挖掘相结合,总结出林业信息的三个方面,即应用植被指数和纹理特征的综合方法提取林区面积;通过提取树冠表面反射率最大点的方法提取林分密度和基于面向对象尺度分割的多特征分析方法来提取城区道路绿地信息<sup>[23]</sup>。

## 2.5 病虫害防御

森林病虫害是一种影响植物生长和收获的灾害,在森林经营管理中如何有效解决这一问题是一个重要研究方向。病虫害问题中,病虫害种类多、分布广是难点。数据挖掘可以根据已有的病虫害数据进行多方面分析处理,从而达到减轻森林病虫害的目的。多位优秀学者利用数据挖掘技术对这一问题进行了探究。

黄国胜和夏朝宗以辽宁、吉林和黑龙江三省为研究区,通过林木病害的属性特征,利用基于事例的推理算法,生成了森林病害特征属性矩阵,借助算法寻找矩阵中的同类实例,最终聚类得到最佳的病害解决方案,得到良好的应用效果<sup>[24]</sup>。杨露等利用关联分析方法对落叶松毛虫的发生及其危害程度与降雨量、积温、湿度之间的关联关系,通过 10 年病害发生数据验证,关联规则准确率在 90%<sup>[25]</sup>。解决问题一定要抓住问题关键,病虫害问题中,对森林有害的各类昆虫就是关键点。以上学者都利用数据挖掘分析了关于病虫害的数据,结果表明,应用数据挖掘技术能有效地预估和防治森林病虫害的发生。

## 2.6 森林健康

森林健康与否直接影响森林资源的价值,通过良好的管理手段实现森林健康对于整个森林经营管理体系来说十分重要。若想得到直观准确的森林健康分析,需要强大的数据处理与分析功能。因此在

森林健康分析领域,学者们通过数据挖掘的几种关键技术对森林健康进行了测评与分析。

施明辉等将自组织特征映射(SOM)神经网络引入森林健康评价领域,与地理信息系统技术(GIS)相结合,基于森林经营小班尺度,对长白山白河林业局 3 个主要森林类型的森林健康状况进行定量评价,并分析了不同平均年龄段、不同平均树高、不同郁闭度森林小班的健康状况<sup>[26]</sup>。徐婷等将数据挖掘中的聚类分析算法与 GIS、SPSS 软件相结合,得到了有关于森林健康的结论。在森林健康空间聚类的 3 种类别中,林分生产活力的大小导致了类别 1 和类别 2 之间的差异,而类别 2 和类别 3 的差别主要集中于环境胁迫要素的差异<sup>[27]</sup>。面对海量数据,学者们根据所处理数据的特点,选出相对应的数据挖掘技术,并通过实践得到了所需结果。数据挖掘技术在森林健康评价中的应用,使得评价结果更加真实有效,使林农对森林生长健康发展有了更直观的了解。

数据挖掘技术加上 ArcGIS、SPSS 等分析工具,可以直观而清晰地分析森林健康状况。因此,数据挖掘技术的有效利用可为林业部门提供帮助,为森林经营管理提供方向。

## 3 数据挖掘技术在森林经营管理中的应用展望

从森林资源利用中若想获得更大的价值同时维护生态环境,必须对森林资源进行合理的分配与管理。数据挖掘在森林经营管理中的应用是一个极具前景的领域,在国内外学者的努力下取得了初步成果。结合森林经营管理的目标,需要进一步探讨和解决的问题有主要有以下几个方面:

1) 数据整理方式的完善。现有的数据挖掘技术仍然不能完全分析和处理森林资源中存在的各种空间、时间方面错综复杂的数据,面对这个问题,如何更加高效地处理并分析这些数据还需要不断努力。

2) 数据挖掘结果的整合。数据挖掘的结果一般都存储在各地区的林业部门,其数据结构与存储方式也有差异。

3) 数据可视化技术的更新。现在数据可视化技术还不算成熟,若想更精确地定位与预测森林资源,还需要更强大的可视化技术。

4) 建立林业数据模型。进行分析时需要与其相匹配的数据挖掘模型,所以有必要研究针对林业

行业的特点设计和开发数据挖掘的原型系统和相应的数据挖掘算法<sup>[28]</sup>。

#### 4 结论

目前,数据挖掘这一技术在森林经营管理领域得到了较广泛应用。森林资源数据种类多、数量庞大、隐含信息丰富,需采用不同于传统方式的数据挖掘技术进行处理、分析,发掘出其中规律及隐藏的重要信息。在国内外学者的努力下,数据挖掘技术必将为森林经营管理提供更好的技术支持,创造更大的价值。

#### 参考文献:

- [1] 第八次全国森林资源清查主要结果[EB/OL]. <http://www.forestry.gov.cn/>, 2014.
- [2] 梁协雄,雷汝焕,曹长修. 现代数据挖掘技术研究进展[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2004(3): 21-27.
- [3] 蔡猷花,张岐山. 数据挖掘技术及其应用[J]. 管理科学文摘, 2003(2): 57-59.
- [4] 泽雪,韩中元. 基于数据仓库的决策支持系统[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2004, 6: 67-69.
- [5] 汪木兰. 神经网络硬化实现的共性技术在电力传动中应用研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2010.
- [6] 邹永祥. 基于神经网络的信息融合技术与应用[D]. 成都:成都理工大学, 2008.
- [7] HOLLAND J H. Adaptation in Nature and Artificial Systems[M]. Cambridge: MIT Press, 1975.
- [8] PAWLAK Z, SKOWRON A. Rudiments of rough sets [J]. Information Sciences, 2007, 177(1): 3-27.
- [9] PAWLAK Z, SKOWRON A. Rough sets: some extensions [J]. Information Sciences, 2007, 177(1): 28-40.
- [10] 李广水. 基于服务的森林资源调查数据挖掘系统的研究[D]. 南京:南京林业大学, 2010.
- [11] 李明阳,刘方,徐婷,等. 基于 GIS 的森林资源空间数据挖掘方法研究——以紫金山为例[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(3): 180-186.
- [12] 吴超. 森林资源数据挖掘与产品化研究[D]. 杭州:浙江农林大学, 2018.
- [13] 张宗艺,刘鹏举,唐小明. 基于粗糙集与 C5.0 决策树的林地质量评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(3): 126-130.
- [14] 高萌. 基于数据挖掘的区域森林乔木层生物量估算与评价研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学, 2015.
- [15] 姚山. 基于数据挖掘技术的造林决策研究[D]. 北京:北京林业大学, 2008.
- [16] 林卓,吴承祯,洪伟,等. 基于 BP 神经网络和支持向量机的杉木人工林收获模型研究[J]. 北京林业大学学报, 2015, 37(1): 42-47.
- [17] 温继文,孙雪,赵淑颖,等. 基于关联规则与聚类方法的林业碳汇区域划分研究[A]. 低碳经济时代的林业技术与管理创新, 2010.
- [18] 谭三清. 聚类分析法在森林火险区划分中的应用[J]. 中南林业科技大学学报, 2008(1): 81-84.
- [19] 陈海燕,张伟,邱兆文. SVM 模型在森林火灾判断中的应用[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(12): 53-56.
- [20] 莫明勋. 林业数据挖掘与可视化的应用分析[J]. 信息通信, 2016(2): 161-162.
- [21] 巩根熙. 多元林业信息融合的立地知识发现研究[D]. 北京:北京林业大学, 2013.
- [22] 孙建国. 空间数据挖掘技术在林业中的应用[D]. 兰州:西北师范大学, 2003.
- [23] 黄伟平. 遥感图像林业信息挖掘及案例分析[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2010.
- [24] 黄国胜,夏朝宗. 基于 MODIS 的东北地区森林生物量研究[J]. 林业资源管理, 2005(4): 40-44.
- [25] 杨露. 基于关联规则挖掘的林业病虫害数据分析与讨论[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2013.
- [26] 施明辉,赵翠薇,郭志华,等. 基于 SOM 神经网络的白河林业局森林健康分等评价[J]. 生态学杂志, 2011, 30(6): 1295-1303.
- [27] 徐婷,李明阳,吴文浩. 基于 GIS 下的蜀镇森林健康知识空间数据挖掘方法研究[J]. 林业调查规划, 2012, 37(4): 13-18.
- [28] 杨卫民. 数据仓库和数据挖掘在林业决策支持系统中的应用研究[D]. 株洲:中南林学院, 2005.

(责任编辑 刘平书)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.021

## 油橄榄灌溉研究进展

王雨霏<sup>1,2</sup>, 陈朝银<sup>2</sup>, 马婷<sup>2</sup>, 宁德鲁<sup>2</sup>, 李贤忠<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学, 云南昆明 650224; 2. 云南省林业科学院, 云南昆明 650201)

**摘要:** 油橄榄属于耐旱树种, 但对于水分的需求仍必不可少。为给我国油橄榄灌溉、需水制度以及相关研究提供参考, 利用 Web of science 和 CNKI 数据库, 对 2000—2018 年油橄榄灌溉研究的发文情况进行分析, 并对油橄榄灌溉需水量、水分监测、灌溉计划制定以及灌溉与油橄榄产量和质量的相关性进行分析。结果表明, 目前国内油橄榄灌溉领域的发文量虽呈逐年上升趋势, 但总量仍然较少, 且多为理论指导。国外的相关研究较多, 且研究方向多为技术性的指导, 为我国油橄榄灌溉技术提供了实际性的依据。未来油橄榄灌溉仍然是一个热点研究领域, 需要开展更深层次的研究。

**关键词:** 油橄榄; 灌溉; 文献计量; 发文量; 水分管理

中图分类号: S565.7; S753.533 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0107-05

引文格式: 王雨霏, 陈朝银, 马婷, 等. 油橄榄灌溉研究进展[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 107-111.

WANG Yufei, CHEN Chaoyin, MA Ting, et al. Research Progress of *Olea europaea* Irrigation [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 107-111.

## Research Progress of *Olea europaea* Irrigation

WANG Yufei<sup>1,2</sup>, CHEN Chaoyin<sup>2</sup>, MA Ting<sup>2</sup>, NING Delu<sup>2</sup>, LI Xianzhong<sup>1</sup>

(1. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China)

**Abstract:** Olives is drought tolerance but essential for moisture. In order to provide reference for *Olea europaea* irrigation, water demand system and related research in China, this paper studied the documents of *Olea europaea* irrigation research from 2000 to 2018 by using Web of science and CNKI database, and analyzed the water demand, water monitoring, irrigation plan formulation and the correlation between irrigation and yield and quality of *Olea europaea*. The results showed that although the amount of papers on *Olea europaea* irrigation was increasing year by year, the total output was still small and was mostly theoretical guidance. Related researches were numerous abroad, which were mostly technical guidance, providing practical basis for *Olea europaea* irrigation technology in China. In the future, *Olea europaea* irrigation was still a hot field, which needed further research.

**Key words:** *Olea europaea*; irrigation; bibliometrics; quantity of papers issued; water management

油橄榄 (*Olea europaea* L.) 又名齐敦果、阿列布, 属木犀科 (Oleaceae) 木犀榄属植物。是著名的

木本油料树种, 国际上有“植物油皇后”和“液体黄金”之称<sup>[1]</sup>。早些年油橄榄种植园大都选择在较为

收稿日期: 2019-06-27.

基金项目: 云南省科技惠民项目 (项目编号: 2017RA012).

第一作者: 王雨霏 (1994-), 女, 内蒙古通辽市, 硕士研究生. 研究方向: 经济林栽培. Email: 447880515@qq.com

责任作者: 宁德鲁 (1974-), 男, 硕士, 研究员. 研究方向: 经济林良种选育及栽培研究. Email: ningdelu@163.com

干旱的农业区,随着油橄榄的商业化与市场化,其种植区域逐步向美国以及其他气候相似区域扩张。我国自 20 世纪 60 年代开始了油橄榄的规模化引种<sup>[2]</sup>。根据国际油橄榄理事会 (IOC) 统计数据,2017 年全球油橄榄的种植面积已超 1 亿  $\text{hm}^2$ ,其中 95% 分布在地中海国家。自 20 世纪 90 年代至今,尽管全球油橄榄鲜果量已从 160 万  $\text{t/a}$  增加到 270 万  $\text{t/a}$ ,但种植面积增长不大,主要是滴灌、水肥一体化等集约化栽培技术的应用提高了鲜果产量。

油橄榄虽为耐旱树种,但合理灌溉对其生长发育及开花坐果极为重要。其原产地属于地中海亚热带气候,夏季干热,冬季温暖<sup>[3]</sup>。我国油橄榄引种区气候类型与地中海恰好相反,“夏季炎热多雨,冬季干旱少雨”。目前,西班牙、意大利、突尼斯、希腊、以色列等国家在油橄榄水分需求及灌溉方面开展了大量研究工作,而我国在油橄榄灌溉方面尚处于起步阶段。借鉴国外研究成果,根据我国气候特点开展油橄榄灌溉技术研究,对中国油橄榄产业科技进步起到重要支撑作用。

文献计量学是针对学科研究趋势、文献量、出版年的发展规律及文献管理等方面的定量分析研究<sup>[4]</sup>。从定量的角度出发,通过对各学科研究文献数量进行科学计量分析和比较,有助于研究者了解相关机构、研究学者、研究国家和研究内容,便于通过这些规律性的东西去研究现状和预测未来<sup>[5]</sup>。目前文献计量学已运用到诸多方面。

利用 Web of science 数据库和 CNKI 数据库,通过文献计量学的方法,对数据库中收录的国内外文献从数量与内容 2 方面了解国内外科研人员在油橄榄灌溉研究领域的科研进展。并对油橄榄主要灌溉技术进行阐述分析,旨在为中国学者开展油橄榄灌溉研究提供参考。

## 1 数据来源及研究方法

采用国外文献收录较多的 Web of science 检索库的数据 (TI=Olive AND irrigation,) 以及国内内容较丰富的 CNKI 数据库的数据 (TI=油橄榄 and 灌溉) 作为分析源。于 2019 年 3 月进行检索,分析了 2000—2018 年国内外有关油橄榄灌溉的发文情况。使用 Web of science 数据库和 CNKI 数据库中的分析检索结果和计量可视化分析功能对其数据进行分析,部分数据使用 Excel 进行分析。通过 CNKI 数据库与 Web of science 数据库结合与对比分析,探究国内外油橄榄灌溉的研究进展与发展趋势。

## 2 结果与分析

### 2.1 油橄榄灌溉的动态分析

#### 2.1.1 文献发表量研究分析

关于油橄榄灌溉的研究论文,在 Web of science 数据库中共检索出 1 283 篇。在 CNKI 数据库中共检索出 23 篇 (图 1)。

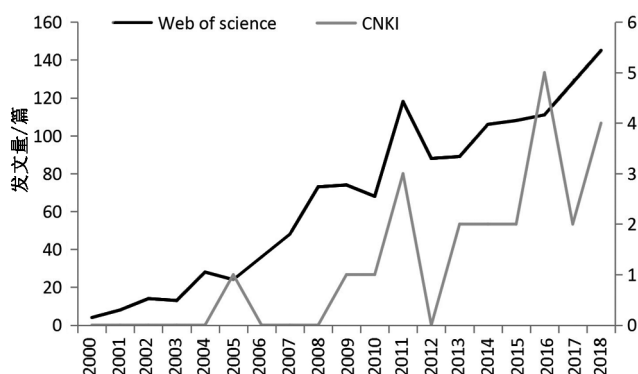


图 1 油橄榄灌溉发文量年度分布 (2000—2018 年)

Fig. 1 Annual distribution of *Olea europaea* irrigation papers

根据图 1,国外关于油橄榄灌溉的研究较多,在 2000—2018 年期间 Web of science 数据库中油橄榄灌溉的发文量呈上升趋势。根据 CNKI 数据库显示,2004 年起国内学者开始油橄榄灌溉方面的研究工作,但年度发文量较少,2016 年发文量最多,达 5 篇,与国际油橄榄灌溉研究还有非常大的差距。

#### 2.1.2 油橄榄灌溉研究发文量国家分布

在 Web of science 数据库中共检索出 65 个国家发表了关于油橄榄灌溉的研究论文,利用文献的检索结果进行整合分析,结果如图 2 所示。发文量前五位的国家依次是西班牙 439 篇,意大利 242 篇,突尼斯 104 篇,希腊 103 篇,以色列 80 篇。可以得出,在世界范围内,地中海地区的国家油橄榄灌溉研究处于世界领先地位。

#### 2.1.3 油橄榄灌溉研究作者分析

##### 1) 国际发文作者分析

在 Web of science 数据库中共检索出 6 507 名作者发表了关于油橄榄灌溉的文献,其中 5 位高产作者来自于西班牙和以色列,可见地中海地区的学者在油橄榄灌溉研究方面的成绩非常突出 (表 1)。

发文量处于第一位的作者是西班牙的 FER-NANDEZ. Jose. E,共发表 62 篇关于油橄榄灌溉的文

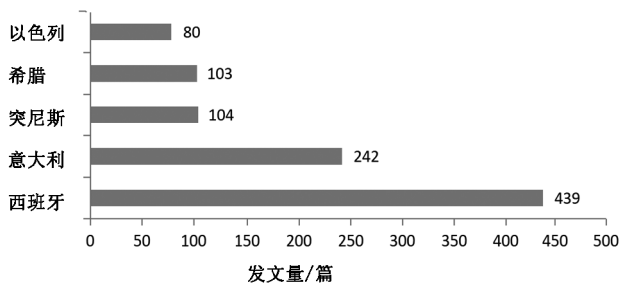


图 2 2000—2018 年油橄榄灌溉研究发文量前五位国家发文统计

Fig. 2 Statistics of papers issued by the top five countries on *Olea europaea* irrigation research from 2000 to 2018

表 1 油橄榄灌溉研究发文量前五位国外作者发文统计

Tab. 1 Statistics of papers issued by the top five foreign authors on *Olea europaea* irrigation research

排名	作者	发文量	国家	机构	主要研究内容
1	FERNANDEZ. Jose. E	62	西班牙	塞尔维亚自然农业生物学研究所	农业、亏缺灌溉、灌溉策略
2	DAG. Arnon	40	以色列	农业研究组织 Gilat 研究中心	农业、灌溉水平、灌溉评价
3	DIAZ-ESPEJOA	40	西班牙	塞尔维亚自然农业生物学研究所	生物学、水分胁迫、水分变化
4	TESTIL. L	31	西班牙	农业研究所	农业、水分需求、灌溉制度
5	BEN-GAL. Alon	31	以色列	农业研究组织 Gilat 研究中心	农业、灌溉速率、水分胁迫

献。近 2 年,其研究领域主要集中在亏缺灌溉与油橄榄产量及橄榄油质量的关系,研究结果表明,亏缺灌溉可以提高油的品质,但会在一定程度上降低今后几年油橄榄的产量<sup>[6-7]</sup>。第二位是以色列的 DAG. Arnon,发表了 40 篇关于油橄榄灌溉的文献。主要研究灌溉水平对橄榄树体状况的影响,结果表明,随着灌溉水平的提高,叶片养分浓度会受品种的影响。其研究有助于为灌溉的橄榄园制定不同的施肥建议<sup>[8]</sup>。第三位和第四位均来自于西班牙,分别是 DIAZ-ESPEJOA (40 篇) 和 TESTIL (31 篇)。第五位是以色列的 BEN-GAL. A,发表了 31 篇文献,其主要与 DAG. Arnon 一起研究灌溉对橄榄油品质的影响<sup>[9]</sup>。

## 2) 国内发文作者分析

利用 CNKI 数据库检索结果中的计量可视化分析功能,对中国作者的油橄榄灌溉的文献进行整合

分析,共有 24 位作者发表了有关油橄榄灌溉的研究文献(图 3)。

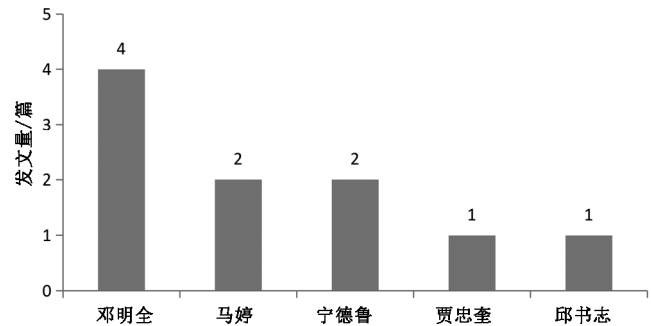


图 3 2000—2018 年油橄榄灌溉研究中文发文量前五位作者发文统计

Fig. 3 Statistics of papers issued by the top five Chinese authors on *Olea europaea* irrigation research from 2000 to 2018

根据图 3,发文量第一位的是中国林业科学院林业研究所的邓明全,发文 4 篇。主要对油橄榄生长与结果习性、油橄榄栽培和营养施肥与果园管理、灌溉和排水以及整形修剪方面做了详细介绍,总结出一套在我国适生区种植油橄榄的实用技术<sup>[10-13]</sup>。其次为云南省林业科学院的宁德鲁和马婷,发文各 2 篇。其余研究者发文均为 1 篇,且大多为综述,缺乏具体技术内容,对油橄榄灌溉的指导意义不大。

结合 Web of science 数据库,国外作者发表的文章为我国油橄榄灌溉研究提供了重要的指导依据,值得我国学者借鉴、学习和创新。

## 2.2 油橄榄灌溉研究进展

在油橄榄灌溉研究方面, Morolles-Sillero 等人对 2 种灌溉条件下橄榄树的果实和油产量以及树体的需水量进行相关研究<sup>[14]</sup>。计算需水量时,张东升等人对需水量计算方法进行阐述分析,并且表明最常用的方法为作物系数法<sup>[2]</sup>。在马婷的研究中了解到,需水量的计算公式为:  $ET_i = ET_p \times K_{crop} \times \% cover$ 。其中计算 ETP 的方法是使用蒸发皿或者使用自动化气象站记录的数据并通过适用于本地区的经验方程计算。K<sub>crop</sub> 为经验值,可以参照以色列值<sup>[15,2]</sup>。FERNANDEZ. Jose. E, Rodriguez-Dominguez. CM 等在监测橄榄园水分方面进行试验研究,认为使用叶片挟持压力探针针对橄榄园水分进行监测可以代替压力室进行监测<sup>[16]</sup>。Tanasijevic L 等人则根据天气变化对地中海地区橄榄作物蒸散和灌溉需求进行监测<sup>[17]</sup>。Zipori-I 等在灌溉水平方面进行相关

研究。结果强调灌溉水平与橄榄的营养状况之间有很强的联系,这些发现有助于为橄榄园制定不同的施肥计划<sup>[18]</sup>。国外的研究还偏向于污水灌溉,如 Batarseh M I, Petousi. I 等人研究污水灌溉对橄榄树的影响,研究表明,污水处理可以成功地灌溉橄榄林<sup>[19-20]</sup>。Ramos A F, Rosecrance RC, Gómez-del-Campo 等人研究不同灌溉处理对橄榄果实生长、产量及油品质成分的影响,以期提高橄榄园的果产与质量<sup>[21-23]</sup>。还有研究认为,灌溉对油橄榄果实产量影响较大,而对最终榨取的橄榄油产量影响较小<sup>[1]</sup>。Proietti 发现,灌溉只会影响到果实大小和含水量,并不能影响其形状<sup>[24]</sup>。但是, Gomez-Rico<sup>[25]</sup> 等研究认为,对于大多数品种,榨取的橄榄油与灌溉与否基本无关,灌溉仅仅影响的是产果量,而非产油量。结合油橄榄学者进行的栽培实践研究可以得知,水分管理对于油橄榄的产量与质量起到决定性作用,也是获得丰产的重要保障<sup>[1]</sup>。

### 3 结论与讨论

目前文献计量学的理论和方法已被广泛应用于科研评价、学科评价和科研机构评价等方面<sup>[26]</sup>。通过文献计量学分析,为进一步提高我国油橄榄灌溉的竞争力,要做到密切关注发达国家和机构的研究现状,并且要扎实深入科研,争取发高水平的文章,动态跟踪油橄榄灌溉的热点研究。通过检索 Web of science 数据库可以得知,国外关于油橄榄灌溉的研究较多,在 2000—2018 年期间 Web of science 数据库中油橄榄灌溉的发文量为 1 283 篇,总体呈上升趋势。西班牙发文量最多,共 439 篇。意大利次之,共 241 篇。通过对作者进行分析得知,发文量前 5 位的作者来自于西班牙和以色列,可见地中海地区的学者在油橄榄灌溉研究方面的成绩非常突出。对 CNKI 数据库检索结果分析可知,国内关于油橄榄灌溉的研究文献共 23 篇,国内学者从 2004 年起开始油橄榄灌溉方面的研究工作,但年度发文量较少且现有的文章缺乏实际的技术指导与具体的实践结论。与国际油橄榄灌溉研究还有非常大的差距。在今后的研究中应清楚我国油橄榄灌溉趋势以及薄弱点,注重油橄榄灌溉技术。借鉴国外研究成果,在根据气候特点制定灌溉计划、灌水条件下对橄榄园的评价、水分胁迫对油橄榄影响等方面进行深层次研究。

油橄榄是一种常见的经济树种,在日常生活中有很高的价值,我国通过引种油橄榄并且长期进行

栽培管理,确定适生区培育新品种,但仍与油橄榄原产地存在较大差异,油橄榄产量的增加还未达到更好的效果。灌溉技术作为油橄榄获得丰产与提高油的品质的重要保障,需要根据不同区域的气候特点和油橄榄实际栽培应用,开展相应的技术研究,为油橄榄获得高产稳产提供技术支撑<sup>[1]</sup>。油橄榄的灌溉在近几年一直是广受关注的最热门的话题。我国的气候类型虽与地中海的气候类型相差很大,但产量的增加意味着我国油橄榄灌溉技术在一定程度上取得了很大成就,因此仍然需要我国学者进行更深层次的探究,以期今后油橄榄灌溉技术提供技术性指导,中国也将成为世界油橄榄大家庭的重要成员。

### 参考文献:

- [1] 韩华柏,罗洪平,廖明安,等. 油橄榄水分的研究进展[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(3):85-89.
- [2] 张东升. 油橄榄灌溉管理研究进展[J]. 林产工业,2011,38(1):58-61.
- [3] ANGELIKI L, CHRISTINA G. Olive groves: "The life and identity of the Mediterranean" [J]. Agriculture and human Values, 2003(20):87-95.
- [4] 曹亚龙,揭波,王磊,等. 基于文献计量学的核桃研究动态分析[J]. 果树学报,2018,35(9):1128-1140.
- [5] 黄宝晟. 文献计量法在基础研究评价中的问题分析[J]. 研究与发展管理,2008,20(6):108-111.
- [6] GARCIA J M, CUEVAS M V, FERNANDEZ J E. Production and oil quality in 'Arbequina' olive (*Olea europaea*, L.) trees under two deficit irrigation strategies [J]. Irrigation Science, 2013, 31(3):359-370.
- [7] LUISA H M, VELAZQUEZ-PALMERO D, DOLORES S M. Effect of a regulated deficit irrigation strategy in a hedgerow 'Arbequina' olive orchard on the mesocarp fatty acid composition and desaturase gene expression with respect to olive oil quality. [J]. agricultural watermanagement, 2018, 31(204):100-106.
- [8] ZIPORI, YERMIVAHU U, EREL R, et al. The influence of irrigation level on olive tree nutritional status [J]. Irrigation Science, 2015, 33(4):277-287.
- [9] NAOR A, SCHNEIDER D, BEN-GAL A, et al. The effects of crop load and irrigation rate in the oil accumulation stage on oil yield and water relations of 'Koroneiki' olives [J]. Irrigation Science, 2013, 31(4):781-791.
- [10] 邓明全. 油橄榄果园栽培管理技术(一) [J]. 林业科技通讯, 2016(4):19-22.
- [11] 邓明全. 油橄榄果园栽培管理技术(二) [J]. 林业科技通讯, 2016(5):27-31.

- [12] 邓明全. 油橄榄果园栽培管理技术(三)[J]. 林业科技通讯,2016(6):25-29.
- [13] 邓明全. 油橄榄果园栽培技术(四)[J]. 林业科技通讯,2016(7):16-19.
- [14] MORALES-SILLERO A, GARCÍA J M, TORRES-RUIZ J M, et al. Is the productive performance of olive trees under localized irrigation affected by leaving some roots in drying soil [J]. *Agricultural Water Management*, 2013, 123: 79-92.
- [15] 马婷, 景跃波, 宁德鲁. 以色列水肥精准化控制技术对云南油橄榄园管理的启示[J]. 林业科技通讯, 2017(4):19-22.
- [16] FERNÁNDEZ J E, RODRIGUEZ-DOMINGUEZ C M, PEREZ-MARTIN A, et al. Online-monitoring of tree water stress in a hedgerow olive orchard using the leaf patch clamp pressure probe [J]. *Agricultural Water Management*, 2011, 100(1):0-35.
- [17] TANASIJEVIC L, TODOROVIC M, PEREIRA L S, et al. Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region [J]. *Agricultural Water Management*, 2014, 144:54-68.
- [18] ZIPORI I, YERMIYAHU U, EREL R, et al. The influence of irrigation level on olive tree nutritional status [J]. *Irrigation Science*, 2015, 33(4):277-287.
- [19] BATARSEH M I, RAWAIFEH A, IOANNIS K K, et al. Treated Municipal Wastewater Irrigation Impact on Olive Trees (*Olea Europaea* L.) at Al-Tafilah, Jordan [J]. *Water Air and Soil Pollution*, 2011, 217(1-4):185-196.
- [20] PETOUSI I, FOUNTOLAKIS M S, SARU M L, et al. Effects of reclaimed wastewater irrigation on olive (*Olea europaea* L. cv. 'Koroneiki') trees [J]. *Agricultural Water Management*, 2015, 160:33-40.
- [21] RAMOS A F, SANTOS F L. Yield and olive oil characteristics of a low-density orchard (cv. Cordovil) subjected to different irrigation regimes [J]. *Agricultural Water Management*, 2010, 97(2):0-373.
- [22] ROSECRANCE R C, KRUEGER W H, MILLIRON L, et al. Moderate regulated deficit irrigation can increase olive oil yields and decrease tree growth in super high density 'Arbequina' olive orchards [J]. *Scientia Horticulturae*, 2015, 190:75-82.
- [23] GÓMEZ-DEL-CAMPO M, PÉREZ-EXPÓSITO M, HAMMAMI S B M, et al. Effect of varied summer deficit irrigation on components of olive fruit growth and development [J]. *Agricultural Water Management*, 2014, 137:84-91.
- [24] PROIETTI P, ANTOG NOZZI E. Effect of irrigation on fruit quality of table olives (*Olea europaea*), cultivar "Ascolena tenera" [J]. *Crop Hortic., Sci.*, 1996, 24: 175-181.
- [25] GOMEZ-RICO A, SALVADOR M D, MORIANA A, et al. Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. Olive orchard on virgin olive oil composition and quality [J]. *Food Chemistry*, 2007, 100: 568-578.
- [26] 韩冬丽. 高校图书馆学科服务中的文献信息分析实践 [J]. 图书馆杂志, 2013, 32(1):44-50.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 64 页)

一定的影响。本试验使用的 2 种药剂,其使用说明推荐的稀释倍数是丁硫克百威 2 000~3 000 倍,阿维菌素 1 500~3 000 倍。结合试验地历年防治用药导致害虫产生较强抗药性的实际情况,选择确定了试验的稀释倍数,稀释梯度较少,存在一定的缺陷,在今后的调查研究中将注意并加以改进。

### 参考文献:

- [1] 吴福楨,高兆宁. 宁夏枸杞害虫区系分析及种类记述 [J]. 宁夏农林科技,1984(5):22-29.
- [2] 王爱清. 枸杞对枸杞蚜为害的诱导反应初探 [D]. 呼

和浩特:内蒙古农业大学,2009.

- [3] 段立清. 枸杞木虱及其天敌的生物学和行为机制的研究 [D]. 哈尔滨:东北林业大学,2003.
- [4] 刘爱萍,徐林波,王慧. 枸杞害虫及其天敌的种类和发生规律调查 [J]. 中国植保导刊,2007,27(8):31-33.
- [5] 赵玉根,王双运,樊程远. 枸杞蚜虫的预测预报 [J]. 内蒙古林业科技,2005(2):23-24.
- [6] 段立清,邹晓林,冯淑军,等. 枸杞上的主要害虫、天敌及其综合管理 [J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2002,23(4):51-54.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.022

## 曲靖市混交林营造技术探讨

崔军

(曲靖市林业和草原局,云南 曲靖 655000)

**摘要:**以曲靖市为例,阐述了营造混交林在充分利用空间和营养面积、有利于改善立地条件、提高林产品的数量和质量、增加林分的生态效益和社会效益、抗灾害能力强等方面的意义与优势,分析了营造混交林的造林目的、立地条件、树种特性、经营条件等应用条件,总结了确定主要树种、选择混交树种、确定混交比例、选择混交方法、控制造林时间、抚育调控种间关系等混交林营造的关键技术,以期为曲靖市或者其它兄弟州市营造混交林提供一定的技术参考。

**关键词:**混交林营造;应用条件;关键技术;曲靖市

中图分类号:S725.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0112-04

引文格式:崔军. 曲靖市混交林营造技术探讨[J]. 林业调查规划,2019,44(6):112-115,217.

CUI Jun. Afforestation Technology of Mixed Forest in Qujing City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 112-115, 217.

## Afforestation Technology of Mixed Forest in Qujing City

CUI Jun

(Qujing Forestry and Grassland Bureau, Qujing, Yunnan 655000, China)

**Abstract:** Taking Qujing City as an example, this paper expounded the significance and advantages of mixed forest construction in making full use of space and nutrient area, improving site conditions, improving the quantity and quality of forest products, increasing the ecological and social benefits of the stand, and having strong ability of disaster resistance, analyzed the afforestation purpose, site conditions, tree species characteristics and management conditions, and summarized the key technologies of mixed forest afforestation, such as the determination of main tree species and mixed proportion, the selection of mixed tree species and mixed method, the control of afforestation time and the regulation of interspecific relationship, to provide some technical reference for the afforestation of mixed forest in Qujing City or other cities.

**Key words:** mixed forest afforestation; application conditions; key technology; Qujing City

近年来,曲靖市在“生态立市”大战略引领下,持续加强造林绿化工作,营造了较大面积的华山松、云南松、杉木和桉木等纯林,加快了辖区国土绿化,为提高曲靖市森林覆盖率,推进生态文明建设作出了积极贡献。但是,大面积的纯林树种单一、结构简

单、养分种类少,导致林木生长不良、稳定性差、抗病虫害能力弱,纯林的弊端开始显露。实践证明,营造混交林是解决纯林弊端的重要途径。与营造纯林相比,营造混交林要求立地条件较高,营造技术复杂,培育难度大。树种选择,确定混交比例、混交类型和

收稿日期:2019-05-14;修回日期:2019-07-22.

第一作者:崔军(1971-),男,云南沾益人,高级工程师.主要从事天保工程及退耕还林等工作.

混交方法及抚育管理是混交林营造的关键技术,也是研究探讨的重点。

## 1 概况

曲靖市是云南省重点林区之一,位于东经 $103^{\circ}03'44''\sim 104^{\circ}32'36''$ ,北纬 $24^{\circ}21'00''\sim 27^{\circ}03'24''$ ,处长江上游、珠江源头,国土总面积 $2.89$ 万 $\text{km}^2$ ,辖3区1市5县和1个国家级经济技术开发区,总人口 $652.97$ 万人。居住着汉、彝、回、壮、布依、苗、水、瑶等8个主体民族,其中少数民族 $52.14$ 万人。地势西北高东南低,平均海拔 $2000$  m。据统计,全市森林面积为 $126.3$ 万 $\text{hm}^2$ ,其中混交林为 $12.1$ 万 $\text{hm}^2$ ,仅占森林面积的 $9.6\%$ 。另据西南林业大学西南山地森林资源与利用教育部重点实验室董琼博士调查,以曲靖市的罗平县为研究对象,截至2017年年底,罗平县乔木林(纯林和混交林)面积为 $7.4$ 万 $\text{hm}^2$ ,其中混交林面积为 $0.5$ 万 $\text{hm}^2$ ,仅占乔木林面积的 $6.8\%$ ;罗平县森林优势树种单一,以杉木为主,面积为 $2.0$ 万 $\text{hm}^2$ ,占乔木林面积的 $27.0\%$ ;其次为华山松,面积为 $1.2$ 万 $\text{hm}^2$ ,占乔木林面积的 $16.2\%$ 。

## 2 营造混交林的意义与优势

### 2.1 充分利用空间和营养面积

营造混交林,可以把不同生物学特性的树种搭配在一起,如将阳性与阴性、深根性与浅根性、速生与慢生、针叶与阔叶、常绿与落叶、宽冠幅与窄冠幅、喜肥与耐瘠薄等树种搭配,各种林木在各自的适生条件下生长发育,可较充分地利用地上和地下空间,有利于各树种在不同时间和不同层次多方位利用光照、水分和养分,提高林地生产力。

### 2.2 有利于改善立地条件

混交林所形成的复杂林分结构,有利于改善林地小气候(光、热、水气等);混交林还能缓解纯林中林木对某些土壤营养元素的过量吸收,防止土壤理化性质恶化,地力衰退;阔叶树(尤其是固氮树种)与针叶树种混交,不仅能够使林分的总落叶量增加,养分回归量增大,而且还可大大加快枝落物的分解速度,加快养分的积累和循环,提高土壤养分的有效化水平,改善土壤结构,使土壤疏松、肥沃。据四川省林科院调查,6年生杉木纯林与杉木混交林土壤养分含量比较,混交林的土壤养分均比纯林有所提高,如有机质含量提高了 $1\%\sim 3\%$ ,速效磷含量提高

了 $2\%\sim 3\%$ ,速效钾含量提高了 $0.5\%\sim 1.4\%$ ,全氮含量提高了 $0.1\%\sim 0.4\%$ 。另外,混交林的土壤更加疏松。

### 2.3 提高林产品的数量和质量

不同生物学特性的树种适当混交,能充分利用营养空间,有效地提高了单位面积产量,而且由于伴生树种的辅佐作用,主要树种圆满通直,自然整枝迅速,干材质量好。据俞新妥等研究,南方14省(自治区)的混交组合试验中,开展了9组(不同树种)与杉木混交试验,开展了11组(不同树种)与松树混交试验,开展了25组(不同树种)与阔叶树混交试验,试验结果显示:木材的单位面积产量均比纯林提高 $20\%$ 以上,多的达 $1\sim 2$ 倍。

### 2.4 提升了林分的生态效益和社会效益

混交林的层次较多、林冠结构复杂,拦截雨量能力大于纯林,对大风风速的减缓作用也较强。林下枯枝落叶层和腐殖质较纯林厚,林地土壤质地疏松,持水能力和透水性较强,加上不同树种的根系相互交错,分布较深,提高了土壤的孔隙度,加大了降水向深土层的渗入量,减少了地表径流和表土的流失。所以,混交林能较好地发挥森林涵养水源、保持水土、调节林地小气候的作用。另一方面,混交林对净化空气、吸氧制氧、防止污染和保护环境等均比纯林效果好。

### 2.5 抗灾害能力强

由多种树种组成的混交林系统食物链较长,营养结构多样,有利于各种动物栖息和菌类繁殖,使众多的生物种类相互制约达到生态平衡,因而可以防止病虫害的大量发生。而且,也由于混交林内生物多样性丰富,能形成较完整的森林生态系统,减少鼠害、风害、霜冻、日灼等灾害的发生和蔓延。

## 3 营造混交林的应用条件

### 3.1 造林目的

生态公益林要最大程度地发挥森林的防护作用,要求有特殊的林分结构,应提倡营造混交林;用材林应将木材收益与生态效益很好地结合起来,所以只要条件允许应尽量多造混交林。果用经济林要求品种纯正,避免自然杂交,一般不宜营造混交林(除非是短期混交)。

### 3.2 立地条件

在立地条件较差的造林地上,能生长良好的乔木树种本来就少,而在有限的适生树种中关系协调的树种就更少,很难做到合理搭配树种,一般不适合

营造混交林。反之,立地条件好的林地,能适合多种树种生长,并且目的树种在此立地条件下,会显示较高的生产力,应该提倡营造混交林。

### 3.3 树种特性

一些树种天然整枝能力良好、生长稳定、直干性强、单产高,甚至在稀植的条件下,这些优良性状也能表现得很突出,对于这类树种可营造纯林,也可以营造混交林;有些树种营造纯林容易发生病虫害(如:纯松林易发生松毛虫危害,纯杨树林易发生舟蛾危害),还有一些阔叶树种营造纯林时树木多分枝、干形较差(如桉木或麻栎纯林天然整枝不好、干形较差),则应营造混交林,特别应营造针阔混交林。

### 3.4 经营条件

集约经营的人工林,可通过人为的措施来持续调节种间竞争关系的,可营造纯林。相反,在经营粗放的地方,调节种间竞争关系主要通过生物自身生长来实现,如营养空间竞争、抑制杂草生长等,应该提倡营造混交林。

## 4 混交林营造的关键技术

### 4.1 确定主要树种

营造混交林首先需确定主要树种,它是培育的目的树种,根据林种不同,或要求防护效能好,或要求经济价值高,或要求风景价值高。它在混交林中一般数量最多,种类 1 个或 2~3 个,是林分中的优势树种。根据造林目的、森林主导功能和经营目标需要,遵从适地适树等原则先确定出主要树种。然后,深入分析已经确定的主要树种纯林可能会有何生长缺陷或主要树种与造林地立地条件之间是否存在一定的矛盾。如针叶纯林的共同缺陷是林分的防护效益差、地力衰退快、林地生产力下降。此外,不同树种有其自身的特点,如华山松纯林易受松毛虫危害,杉木对立地条件(尤其是大气相对湿度)要求高等。解决这些生长缺陷或矛盾,就是混交要达到的目的。通过两种或两种以上树种组成混交林,通过林木之间的自然生长调节,解决好纯林的这些生长缺陷或矛盾,才能充分发挥混交林的优势互补作用。

### 4.2 选择混交树种

#### 4.2.1 混交树种选择原则

选择混交树种总的原则:生态要求和生长特点应与主要树种协调一致;同时,又要考虑到混交树种本身的适地适树问题,保证造林的预期目的能实现。

一般情况下,两个树种的生态要求差别大,如一个喜肥沃与一个耐瘠薄,一个喜光与一个耐荫,种间关系常表现为“协同与互助”为主,则适于混交;如果两者对生态条件的要求都不高,如均耐贫瘠、均耐荫,这种情况通常也常表现为“协同与有利”,则适于混交;相反,两个树种的生态要求相同或相近且生态要求都很高,如两个都喜光、或两个都喜肥沃、都喜水分,那么种间关系就常表现为“竞争与有害”为主,则不适于混交。

#### 4.2.2 混交树种选择条件

应与主要树种有不同的生态要求,如一个喜肥沃与另一个耐瘠薄,一个喜光与另一个耐荫,种间才能表现为协同与互助关系;充分利用天然条件(更新幼树和灌木);有较高的经济价值和生态、美学价值;具有良好的辅佐、护土和改土作用(选择时可侧重某一方面),为主要树种生长创造良好的环境条件;具有较强的适应性、耐火和抗病虫害性,不与主要树种有相同病虫害;最好萌芽力强,容易繁殖,以便于调整和伐后恢复。

#### 4.2.3 混交树种选择方法

借鉴成功经验法。通过查阅文献资料,借鉴已成功试验过的混交林树种搭配,再分析这些树种搭配是否符合当地的立地条件和气候特征,进而筛选出合适的混交树种。这样可以节省人力物力,混交成功率也较高。如:据南方 14 省(自治区)混交林科研协作组报道,与杉木混交效果较好的有柳杉、光皮桦等,这些树种均是曲靖市目前的主要造林树种,可以借鉴大胆尝试营造混交林。

分析树种的特征特性法。暂时找不到可供借鉴的混交成功经验的地方,可以先分析备选混交树种的特性特征条件,找出与主要树种相适应的树种,在此基础上,先进行小面积混交试验,试验成功后方可大面积推广,避免造林失败。通过分析树种的特性特征,曲靖市可采用的乔乔混交类型有:云南松与滇油杉混交、云南松与栎类混交、云南松与桉木混交、华山松与刺槐混交等;可采常用的乔灌混交类型有:云南松与车桑子混交,云南松与苦刺混交,云南松或华山松与马桑混交等。

### 4.3 确定合理的混交比例

混交比例直接关系到种间关系的发展趋向,关系到林木生长状况及混交效果、经济效益、生态效益、社会效益的发挥。一般来说,混交林中针叶树比例大则经济效益高,而生态效益和社会效益相对较低;反之,混交林中阔叶树比例大则生态效益和社会



效益好,经济效益相对较差。因此,在营造混交林时,应根据森林的经营方向确定合理的混交比例,使混交林后期的组成符合造林的要求,才能兼顾森林三大效益。在确定混交比例时:要保证主要树种始终占据优势地位;主要树种竞争能力强的,比例可小些,反之,可大些,一般在50%~75%之间;混交树种竞争力强的,比例可小些,反之,可大些;立地条件好时,混交树种比例不宜过大(其中,伴生树种比例应大于灌木树种),反之,立地条件差时,混交树种比例可适当大些,可不用或少用伴生树种,而多用灌木树种。如以杉木、桉木为主要树种的混交林较适合的比例有7:3、8:2、6:4。

#### 4.4 选择适当的混交方式

混交方式是指不同树种在造林地上的配置和排列的方式。同一比例的混交林,可以采用不同的混交方式,不同的混交方式会影响到种间竞争出现的早晚和激烈的程度。在同一块造林地上混交的方法有株间混交、行间混交、行带混交、星状混交、带状混交、块状混交和植生组混交等。从各种混交方法的特点来看,株间混交的种间关系密切,矛盾出现较早,且矛盾不易调节,施工不便;行间混交的种间关系密切,种间矛盾出现晚,矛盾容易调节,便于施工;星状混交的种间矛盾也较缓和,较易成功,但施工较麻烦;带状混交、行带混交和块状混交的种间关系相对不那么密切,一旦发生种间矛盾也较缓和,较易成功,且施工也较容易;植生组混交的种间关系相对不那么密切,种间矛盾也较缓和,但施工较麻烦。从现实生产的角度看,曲靖市目前宜采用行间混交、块状混交、带状混交和行带混交,这些混交方式成功的经验较多,也便于施工和调节种间关系。

#### 4.5 控制造林时间

许多研究和实践证明,造林时通过控制造林时间来调节种间关系,也是混交林营造成功的实用技术之一。有些竞争力较强的树种,可以适当延迟造林时间或用稍小苗龄的苗木造林,或者直接采用播种造林,防止其过度压抑其它树种;生长速度相差过于悬殊的树种,或耐荫显著不同的树种,也可以通过控制造林时间来缓冲树种间的竞争关系,先种植好生长速度慢的树种或喜阳的树种,延迟种植生长速度快或喜荫的树种,常会收到良好的造林效果。如杉木和云南松或华山松混交,可以先期以较稀的密度营造云南松或华山松,待其形成林冠,再栽植杉木,先松后杉的混交效果较好;营造阳性树种与阴性树种搭配的混交林时,可以分期造林,确保“阳上阴

下”或“不相上下”,种间关系才能协调发展,表现为“协同与互助”。

#### 4.6 抚育调控种间关系

通过以上控制调节,在相当长的时间可使混交树种间关系维持“协同与互助”的状态,不出现“竞争与有害”的种间关系。但是,随着年龄的增长,树种间及同种的不同个体间的竞争将加剧,耐荫树种也有可能超过喜光树种而居于上层,两个阳性树种的生长会产生“一高一矮”的明显差距,影响混交林的稳定性和混交效果。因此,混交林种植后,除了与纯林一样需加强常规抚育管理之外,还要根据各混交树种的生长情况有针对性地进行抚育调节,在生长过程中也可采用修枝、去顶、抚育间伐、平茬、环剥、断根或偏重施肥等方法来抑制次要树种的生长,人工促使种间关系继续维持“协同与互助”的状态,以保证主要树种的正常生长,确保造林成功。

### 5 结语

混交林是一个复杂的动态系统,虽然有很多优势,但是其营造技术复杂,要始终贯穿着“调控种间关系,兴利避害”这条主线,要求树种搭配适当,结构合理,抚育及时。在营造混交林时不仅要考虑到不同树种的生物学、生态学特性与造林立地条件的适应性,还需确定合理的混交比例,选择适当的混交方式,控制造林时间,通过抚育调控种间关系,才能趋利避害,最大程度的发挥混交林的优势。要大力提倡营造混交林,《造林技术规程》(GB/T 15776-2016)指出:“应根据树种生物学特征和立地条件,选择适应性、抗逆性和种间相协调的树种混交,宜针叶树种与阔叶树种、落叶树种与常绿树种、喜光树种与耐荫树种、固氮树种与非固氮树种、深根性树种与浅根性树种、乔木树种与灌木树种等混交。”文中结合自己多年营造混交林的实践,归纳综合了混交林的营造技术,以期为曲靖市或者云南省其它州市在营林生产中推广应用混交林营造技术提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 吕树英. 关于营造混交林的几个基本观点[J]. 云南林业科技, 2001, 1(1): 26-28.
- [2] 张良实. 云南混交林营造技术研究[J]. 林业调查规划, 2004, 29(21): 35-38.
- [3] 夏炎. 浅谈东北造林绿化的情况与建议[J]. 林业勘查设计, 2019, 188(2): 43-44.

(下转第217页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.023

## 郑州市中心城区行道树结构特征分析

郑潘婷,李玉,田长丰,杨秋生

(河南农业大学林学院,河南 郑州 450002)

**摘要:**采用抽样调查法,对郑州市中心城区145条街道、146个样点的行道树,分市域和城区2个层次对行道树的树种结构、应用频度、多样性、胸径结构、树高、冠幅及季相特征等进行研究,并将新老城区进行对比分析。结果表明:郑州市行道树共有19种,隶属15科18属;新城区行道树树种丰富度总体高于老城区,老城区行道树平均胸径、树高、冠幅大于新城区;新老城区行道树在季相特征上,均以秋季景观为主,夏季次之,春、冬季景观较薄弱,新城区季相结构更合理。提出了增加树种丰富度、控制常绿与落叶树种比例、优化行道树径阶分布、合理配置季相结构分布等改进建议。

**关键词:**行道树;树种结构;多样性;季相景观;郑州市

中图分类号:S731.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0116-07

引文格式:郑潘婷,李玉,田长丰,等.郑州市中心城区行道树结构特征分析[J].林业调查规划,2019,44(6):116-122,139.

ZHENG Panting, LI Yu, TIAN Changfeng, et al. Structural Characteristics of Roadside Trees in Central Zhengzhou City [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 116-122, 139.

## Structural Characteristics of Roadside Trees in Central Zhengzhou City

ZHENG Panting, LI Yu, TIAN Changfeng, YANG Qiusheng

(College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** By using the method of sampling survey, the structure of tree species, application frequency, diversity, DBH structure, tree height, crown diameter and seasonal characteristics of roadside trees in 145 streets and 146 sample points in the central urban area of Zhengzhou were studied, and the new and old urban areas were compared and analyzed. The results showed that there were 19 species of roadside trees in Zhengzhou, belonging to 18 genera and 15 families. The richness of roadside trees in the new urban area was generally higher than that in the old urban area, and the average DBH, height and crown diameter of roadside trees in the old urban area were larger than that in the new urban area. The roadside trees in the new and old urban areas were dominated by autumn landscape, followed by summer landscape, spring and winter landscapes were weaker, and the seasonal structure in the new urban area was more reasonable. This paper suggested to increase the species richness, control the proportion of evergreen and deciduous species, optimize the diameter distribution, and reasonably allocate the seasonal structure.

**Key words:** roadside trees; species composition; diversity; seasonal landscape; Zhengzhou City

收稿日期:2019-05-09.

基金项目:河南科技智库调研课题项目(HNKJZK-2019-32B).

第一作者:郑潘婷(1993-),女,河南登封人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计与理论.

责任作者:杨秋生(1958-),男,辽宁阜新人,教授,博士生导师.研究方向:风景园林规划设计与理论.

随着城市化进程的加快,人们对城市森林的建设日益重视起来,行道树作为构成城市森林的一部分,通过线性的形态,连接起城市中散落的绿地斑块,形成完善的城市绿地系统<sup>[1]</sup>。行道树不仅是城市外在形象的直接体现,也可以反映出城市的文化内涵。因此,行道树的选择既要突出城市的特色,也要满足生态系统上的平衡<sup>[2]</sup>。

在多数城市的发展建设中,行道树带来的环境及经济效益并未被充分认知,因此在行道树上投入的财力物力更加局限<sup>[3]</sup>。要让行道树产生最大效益,需要合理的规划及有关部门的强力监管。然而,现实中往往由于城市的快速发展,相关信息更新不及时,规划及监管部门对于城市行道树的物种组成、多样性结构、空间分布等最新信息缺少及时有效的参考依据,为后期行道树的管理和规划带来诸多不便,也为城市森林的生态平衡埋下隐患<sup>[4]</sup>。目前,虽已有学者从不同角度对郑州市行道树进行了研究<sup>[5]</sup>,但随着国家中心城市发展战略的提出,郑州市城市规模和城区街道面貌发生了天翻地覆的变化,因此从新的角度对中心城区行道树结构进行研究显得尤为重要。

本文参照自然群落的研究方法,通过随机布点取样获取郑州市新老城区行道树相关信息,分析行道树的种类、多样性、规格与季相结构,并将新老城区对比研究,以期为老城区改造和新城区发展建设中的道路绿化设计提供参考。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

郑州市地处中原腹地,是黄河中下游与伏牛山脉东北翼向黄淮平原过渡的交界地带,地理坐标为东经 112°42'~114°14'、北纬 34°16'~34°58',属北温带大陆性季风气候。冬季干冷,雨雪稀少;春季少雨,冷暖多变;夏季炎热,降水集中;秋季凉爽,时间短促<sup>[6]</sup>。

此次调查范围包括老城区的二七区、中原区、管城区和金水区,新城区的郑东新区和高新区(图1)。

### 1.2 研究方法

通过随机抽样确定调查样点,新老城区共布设 146 个样点,涉及郑州市 145 条街道,其中金水区 34 条,二七区 20 条,管城区 20 条,中原区 18 条,郑东新区 27 条,高新区 26 条。每个样点取 100 m 长,记录行道树的种类、数量、胸径、冠幅、树高等相关数据。将行道树胸径分为  $D < 12$  cm、 $12$  cm  $\leq D < 24$

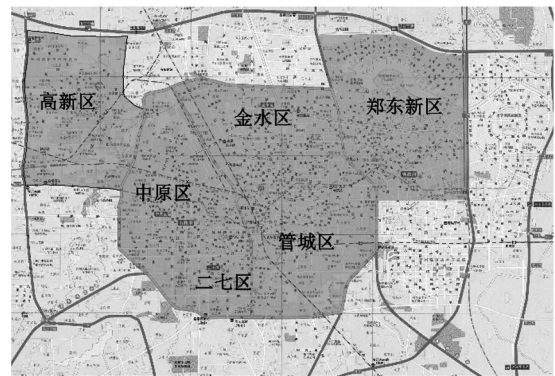


图1 郑州市新老城区调查区域

Fig. 1 Survey scope of new and old urban areas in Zhengzhou

cm、 $24$  cm  $\leq D < 40$  cm、 $D \geq 40$  cm 4 个组,冠幅分为  $P < 6$  m、 $6$  m  $\leq P < 10$  m、 $10$  m  $\leq P < 15$  m、 $P \geq 15$  m 4 个组,树高分为  $H < 7$  m、 $7$  m  $\leq H < 12$  m、 $12$  m  $\leq H < 15$  m、 $\geq 15$  m 4 个组<sup>[7]</sup>。

### 1.3 数据处理

以调查数据计算行道树的应用频度、多度<sup>[8]</sup>以及多样性指数<sup>[9]</sup>。

各指标计算方法如下:

频度 (%) = (某树种出现的样地数/全部样地数)  $\times 100\%$

相对频度 (%) = (某树种的频度/全部种的频度和)  $\times 100\%$

相对多度 (%) = (某树种的个体数/全部种的个体数)  $\times 100\%$

多样性指数(H) (Shannon-Weiner index):反映的是调查样本中,物种自身分布的不确定性,不确定性越高,物种组成的多样性也就越高,物种分布均匀度指数(D) (Simpson's diversity index) 是对构成群落的物种多样性的测算。计算公式如下:

$$H = - \sum_{i=1}^S H_i \log_2 P_i \quad (1)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (2)$$

式中,  $P_i$  是指第  $i$  种的个体数量占所有样方中个体总数的比例,  $S$  为总体物种数目。

根据相关公式用 Excel 2016 表格对数据进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 行道树树种结构分析

#### 2.1.1 市域行道树树种结构分析

郑州市 146 个样点调查数据显示,行道树(乔

木)共有 19 种,隶属于 15 科 18 属,其中,常绿乔木 5 种(隶属 5 科 5 属),落叶乔木 14 种(隶属 12 科 13 属),常绿树种与落叶树种的应用频度比为 1:6。慢生树种 4 种,分别为黄山栎、银杏、香樟和广玉兰,应用频度为 11.73%;中生树种只有白蜡,应用频度为 11.03%;速生树种 14 种,应用频度为 77.24%。

郑州市行道树种中悬铃木数量最多,占总数的 50.26%;其次为女贞和国槐,分别占总数的 9.33% 和 9.04%;白蜡和黄山栎分别居于第四第五,占总数的 8.05% 和 6.18%。以上 5 种行道树占郑州市行道树总数的 82.85%(图 2)。可见,郑州市域行道树种结构不尽合理,不利于生态安全稳定,树种的单一应用也导致景观丰富度的降低。

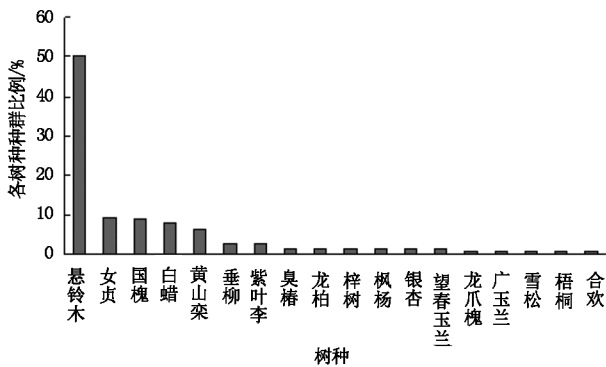


图 2 郑州市行道树种组成比例

Fig. 2 Proportion of roadside tree species in Zhengzhou

2.1.2 城区行道树种结构分析

在郑州市 6 个区中,郑东新区行道树种类相比最为丰富,达到 13 种;中原区和管城区行道树种类较为单一,均只有 4 种(表 1)。

表 1 郑州市 6 个城区树种分布

Tab. 1 Distribution of tree species in six urban areas of Zhengzhou

区域	科	属	种
老城区	管城区	3	4
	中原区	4	4
	金水区	7	7
	二七区	9	9
新城区	高新区	9	11
	郑东新区	12	13

郑州市老城区行道树总数 12 种,其中常绿树种

3 种,落叶树种 9 种(表 2);新城区行道树总数 17 种,常绿树种 4 种,落叶树种 13 种(表 3)。新城区行道树种类丰富度高于老城区。其中有 10 种是新老城区共有,梧桐、臭椿只有老城区有,新城区树种增加了垂柳、枫杨、合欢、广玉兰、龙柏、龙爪槐和梓树 7 个树种。老城区悬铃木出现在 55 个样方中,应用频度为 59.75%,而新城区减少了悬铃木的应用。

表 2 郑州市老城区行道树种类

Tab. 2 Species of roadside trees in the old urban area of Zhengzhou

编号	树种	学名	多度	相对多度 / %	频度	相对频度 / %
1	女贞	<i>Ligustrun lucidum</i>	447	14.16	14	13.59
2	悬铃木	<i>Platanus orientalis</i>	1682	53.28	55	53.40
3	国槐	<i>Sophora japonica.</i>	438	13.87	13	12.62
4	紫叶李	<i>Prunus cerasifera Ehrthar f. atropurpurea</i>	22	0.70	1	0.97
5	白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>	301	9.53	9	8.74
6	黄山栎	<i>Koelreuteria bipinnata var. integrifoliola</i>	114	3.61	3	2.91
7	望春玉兰	<i>Magnolia biondii</i>	8	0.25	1	0.97
8	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	12	0.38	1	0.97
9	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	30	0.95	1	0.97
10	雪松	<i>Cedrus</i>	32	1.01	3	2.91
11	梧桐	<i>Firmiana platanifolia</i>	31	0.98	1	0.97
12	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	40	1.27	1	0.97

2.2 行道树多样性结构分析

2.2.1 市域行道树多样性结构分析

根据调查数据计算,郑州市域行道树多样性指数 Shannon-Wiener index 为 5.65,物种分布均匀度指数 Simpson's diversity index 为 0.76,反映出郑州市行道树的物种丰富度比较高,但是物种分布不均匀,出现了集聚现象,存在一定的生态安全风险。

2.2.2 城区行道树多样性结构分析

郑州市各城区行道树物种丰富度 (Shannon-Wiener index) 为郑东新区>高新区>二七区>金水区>管城区>中原区;物种分布均匀度 (Simpson's diversity index) 为金水区>郑东新区>高新区>二七区>管城区>中原区(表 4)。在 6 个区中只有郑东新区行道树多样性结构相对合理。

表 3 郑州市新城区行道树种类

Tab. 3 Species of roadside trees in the new urban area of Zhengzhou

编号	树种	学名	多度	相对多度 / %	频度	相对频度 / %
1	女贞	<i>Ligustrum compactum</i>	185	7.85	5	7.25
2	悬铃木	<i>Platanus orientalis</i>	722	30.62	19	27.54
3	国槐	<i>Sophora japonica.</i>	186	7.89	5	7.25
4	紫叶李	<i>Prunus cerasifera Ehrhar f. atropurpurea</i>	119	5.05	6	8.70
5	白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>	264	11.20	7	10.14
6	黄山栾	<i>Koelreuteria bipinnata var. integrifoliola</i>	332	14.08	9	13.04
7	望春玉兰	<i>Magnolia biondii</i>	36	1.53	1	1.45
8	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	41	1.74	2	2.90
9	雪松	<i>Cedrus</i>	6	0.25	1	1.45
10	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	40	1.70	1	1.45
11	垂柳	<i>Salix babylonica</i>	152	6.45	4	5.80
12	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>	53	2.25	2	2.90
13	合欢	<i>Albizia julibrissin</i>	22	0.93	1	1.45
14	广玉兰	<i>Magnolia Grandiflora</i>	38	1.61	1	1.45
15	龙柏	<i>Juniperus chinensis 'Kaizuka'</i>	62	2.63	2	2.90
16	龙爪槐	<i>Sophora japonica japonica pendula</i>	42	1.78	1	1.45
17	梓树	<i>Catalpa ovata</i>	58	2.46	2	2.90

表 4 郑州市行道树多样性指数

Tab. 4 Diversity index of roadside trees in Zhengzhou

区域	物种丰富度指数	物种分布均匀度指数
中原区	1.23	0.45
管城区	1.77	0.66
金水区	2.01	0.87
二七区	2.44	0.76
高新区	3.06	0.83
郑东新区	3.14	0.85

新城区的物种丰富度指数 Shannon-Wiener index 达 3.29,物种分布均匀度指数 Simpson's diversity index 达 0.85,2 项指标均大于老城区(表 5)。

表 5 郑州市新老城区行道树多样性指数

Tab. 5 Diversity index of roadside trees in new and old urban areas of Zhengzhou

区域	物种丰富度指数	物种分布均匀度指数
老城区	2.15	0.67
新城区	3.29	0.85

### 2.3 行道树规格结构分析

#### 2.3.1 市域行道树规格结构分析

由图 3 可知,郑州市行道树胸径在  $12\text{ cm} \leq D < 24\text{ cm}$  范围的超过半数,胸径主要分布在  $12\text{ cm} \leq D < 24\text{ cm}$  和  $24\text{ cm} \leq D < 40\text{ cm}$  2 个组别范围的,共占调查样本总数的 88.46%。胸径在  $D < 12\text{ cm}$  和  $D \geq 40\text{ cm}$  2 个组别范围的仅有 5.85% 和 5.69%。郑州市小胸径的行道树数量较少,行道树径阶分布不尽合理,根据生态学上的金字塔型增长模式会出现发展潜力不足等问题。因此,以后可多选用一些小胸径行道树。

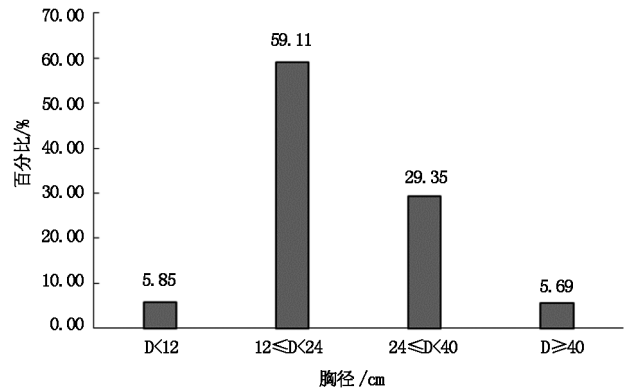


图 3 郑州市行道树胸径分布

Fig. 3 DBH distribution of roadside trees in Zhengzhou

郑州市行道树树高在 7 m ~ 12 m 范围的最多,树集中分布在  $H < 7\text{ m}$  和  $7\text{ m} \leq H < 12\text{ m}$  2 个组别的共占调查总数的 76.64%(图 4)。树高大于 15 m 的树种全部为悬铃木。

#### 2.3.2 城区行道树规格结构分析

郑州市 6 个城区行道树胸径分布显示(图 5),以中径阶居多,高新区、郑东新区建设时间较短,没有大径阶行道树。老城区行道树的平均胸径为 25.18 cm,新城区行道树的平均胸径为 20.31 cm,总体上新城区行道树胸径比老城区小(图 7)。

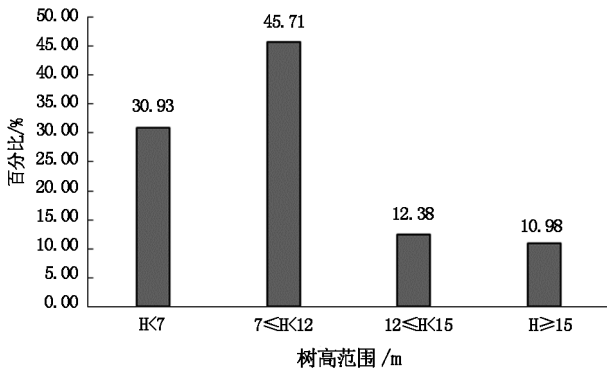


图 4 郑州市行道树树高分布

Fig. 4 Height distribution of roadside trees in Zhengzhou

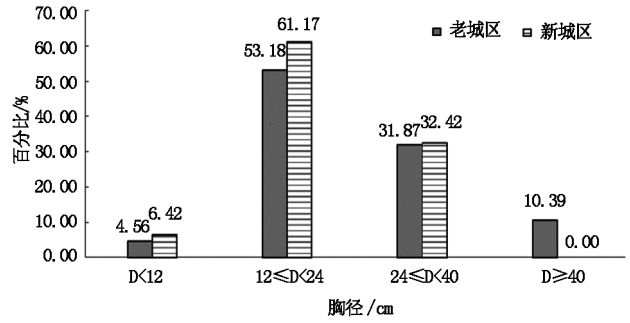


图 7 郑州市新老城区行道树胸径分布

Fig. 7 DBH distribution of roadside trees in new and old urban areas of Zhengzhou

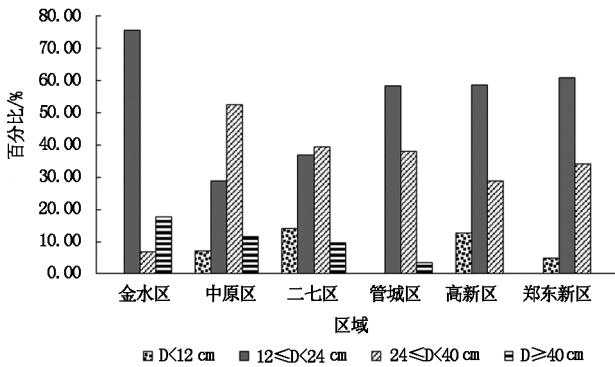


图 5 区域行道树胸径分布

Fig. 5 DBH distribution of regional roadside trees

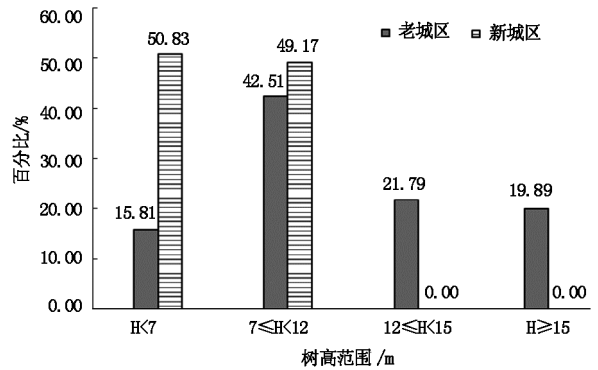


图 8 郑州市新老城区行道树树高分布

Fig. 8 Height distribution of roadside trees in new and old urban areas of Zhengzhou

中原区采用了速生树种与慢生树种相结合的模式,35.18%的行道树树种高于 15 m,在 6 个城区中居于首位(图 6)。老城区行道树的平均树高为 10.41 m,新城区则为 6.71 m,新城区行道树的平均树高比老城区矮很多(图 8)。

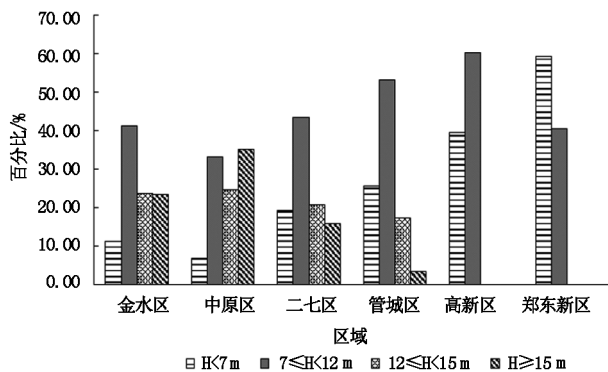


图 6 区域行道树树高分布

Fig. 6 Height distribution of regional roadside trees

从郑州市新老城区行道树冠幅分布可知,新城区行道树的冠幅集中分布在 6 m 以下,占比为 71.08%,明显比老城区小(图 9)。相反,老城区行道树冠幅分布较为均匀,这与新老城区开发时间的早晚和行道树栽植时间的长短相互印证。冠幅小的行道树,一方面生态效应较弱<sup>[10]</sup>,生长势较差;另一方面行道树可以为行人、非机动车及机动车等遮阴,行道树冠幅越大,遮阴效果越好,可以减少机动车在夏季车内空调的使用<sup>[11]</sup>。因此,需要加强对新城区小冠幅行道树的维护管理,使树木达到冠大浓荫。

### 2.4 行道树季相特征分析

#### 2.4.1 市域行道树季相结构分析

郑州市有明显季相变化的行道树有 15 种,观赏季节主要集中在春、夏、秋三季,观赏季节在春季和夏季的各有 5 种,在秋季的有 6 种(表 6)。

在色相组成上,白色系占 15.17%,红色系占 3.45%,而黄色系占 75.86%,整个色相组成上黄色系的秋色叶树种占主导地位。

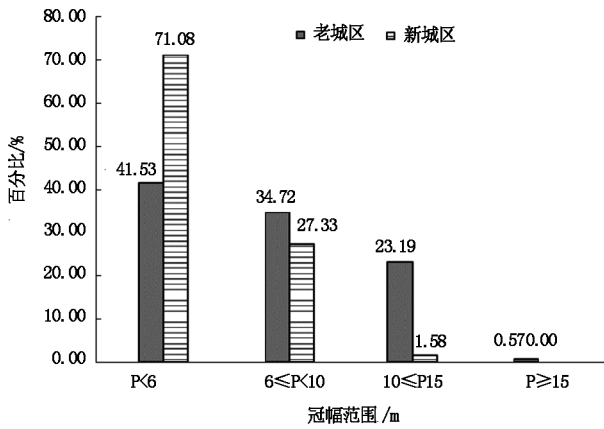


图 9 郑州市新老城区行道树冠幅分布

Fig. 9 Crown diameter distribution of roadside trees in new and old urban areas of Zhengzhou

表 6 郑州市行道树观赏特性

Tab. 6 Ornamental characteristics of roadside trees in Zhengzhou

季节	植物种类	观赏特性	主色调	应用频度/%	
春	紫叶李	叶	紫红色	1.38	
	望春玉兰	花	白色	1.38	
	臭椿	叶	红色	1.38	
	广玉兰	花	白色	0.69	
夏	国槐	花	白色	12.41	
	垂柳	叶	绿色	2.76	
	合欢	花	淡红色	0.69	
	梓树	花	黄色	1.38	
	龙爪槐	花	白色	0.69	
	秋	悬铃木	叶	黄色	51.03
		白蜡	叶	黄色	11.03
黄山栾		叶	黄色	8.28	
银杏		叶	黄色	2.07	
枫杨		花	黄色	1.38	
梧桐		叶	黄色	0.69	

2.4.2 城区行道树季相结构分析

中原区和管城区春季季相景观变化突出的树种极少,景观效果较为单调(图 10)。

新老城区色相上都以黄色系居多,新城区色相为红色系的行道树应用频度高于老城区(图 11)。行道树不同的色彩和形状有利于缓解驾驶员的疲劳,使驾驶员注意力集中,降低交通事故发生率<sup>[12]</sup>。因此,郑州市新老城区相比而言,新城区行道树在季相结构上更加合理,在季节感和景观效果上也会给

人带来更加不同的感觉。

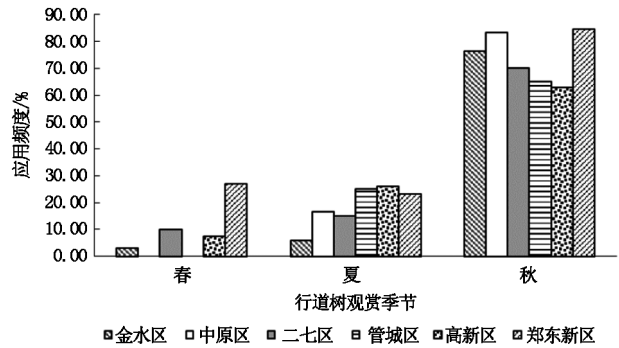


图 10 区域行道树季相结构分布

Fig. 10 Distribution of seasonal structure of regional roadside trees

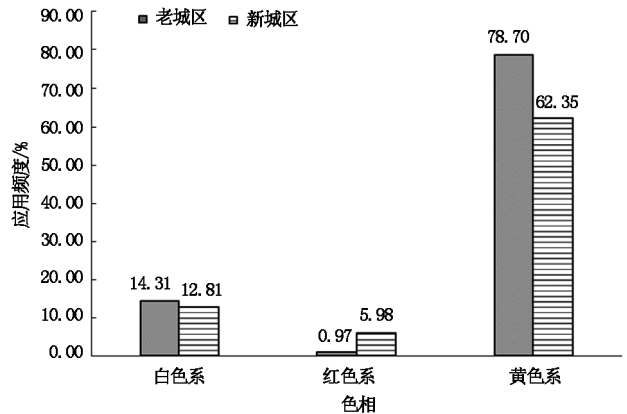


图 11 郑州市新老城区行道树色相分布

Fig. 11 Color distribution of roadside trees in new and old urban areas of Zhengzhou

3 建议

3.1 提高行道树树种丰富度

本次调查的郑州市行道树仅有 19 种,老城区行道树种类少于新城区,且分布不均匀,导致每个街区大同小异,因此应加强行道树树种的引种应用力度,提高行道树的物种丰富度。

通过对调查数据的分析发现,郑州市行道树中悬铃木应用频度超过 50%,而 Clark 在城市森林可持续发展的模式研究中指出一种树种的种群数不宜超过总数的 10%<sup>[13]</sup>。郑州市行道树中悬铃木的应用频度已经远超适宜范围,这将会对城区的景观丰富度及生态系统的稳定性带来不良的影响。此外,过量种植也会带来病虫害发生率提高、树木长势弱等问题<sup>[14]</sup>,如杭州市行道树主要树种以悬铃木居多,造成现在树木的虫害问题相当严重,新种植的悬

铃木也不断死亡,其他树木因为受到悬铃木病虫害的影响也相继死亡,即使园林部门进行喷药捉虫,虫害依旧越来越严重<sup>[15]</sup>,因此,行道树树种的选择和种植中应当避免单一树种的过量种植。

### 3.2 控制常绿与落叶行道树树种比例

城市绿化行道树常绿树种的过量应用会使得冬季的城市略显沉寂之感,但适宜常绿树种的应用又可以改善落叶行道树的缺点,弱化冬季景观的萧条感,增加城市生气和色彩变化<sup>[16]</sup>。据研究,在北方城市行道树常绿与落叶树种比例控制在 1:3 较为适宜<sup>[17]</sup>。

郑州市整体行道树常绿树种与落叶树种应用频度比值约为 1:6,老城区和新城区的比例分别为 1:5 和 1:7,由此可知,郑州市无论整体还是新老城区行道树常绿树种与落叶树种的应用均未达到适宜的比例。因此,控制行道树常绿与落叶树种的比例将是郑州市老城区改造和新城区建设中道路绿化工作的重点之一。新老城区可以适当增加常绿树种的使用,例如增加女贞、广玉兰、龙柏等树种的使用,提高常绿行道树的比例。

### 3.3 优化新老城区行道树径阶分布

总体上郑州市新城区行道树径阶较老城区小,新城区行道树平均胸径、树高和冠幅都偏低。老城区行道树虽径阶较大,但小胸径的行道树数量较少,行道树径阶分布上合理性欠缺,根据生态学上的金子塔型增长模式,在后续时间里老城区行道树会出现发展潜力不足等问题,相反新城区随着时间的推移会表现出更大的发展潜力。

因此,在城市行道树选用中不必一味追求选用大规格树木,更应注重行道树发展的连续性,可根据郑州市老城区现状在增加选用小胸径行道树的同时,注意大径阶行道树的保护,维持行道树结构的稳定,减少因道路建设或其它改造施工对行道树的砍伐,在城区改造中加大对大径树木的保护<sup>[18]</sup>,减少对树木的损伤。

而新城区因规划发展时间较晚,行道树整体胸径都偏小,新植树木及小径树木数量大,在未来的规划中,新植行道树宜选用胸径在 10~15 cm 范围内的树木<sup>[19]</sup>,将速生树种与慢生树种相结合种植,当景观成熟之后,循序渐进地更替大龄的速生树种,这样可以使新城区行道树规格结构更加科学,并使行道树发挥出最佳的生态效益。

### 3.4 合理配置行道树季相结构

园林树木随着季节的变化表现出不同的季相特

征,春季花团锦簇,夏季郁郁葱葱,秋季枫叶尽染,冬季枝干遒劲,为城市带来不同的景观<sup>[20]</sup>。郑州市老城区夏季可观花的行道树以国槐为主,树种较为单一,丰富度欠缺。新城区夏季观花的行道树相比老城区增加了合欢、梓树及龙爪槐,景观比老城区更加丰富。鉴于此,老城区可在道路绿化建设中推广新城区中应用良好的合欢等树种,以增加观花树种的种类,从而丰富老城区夏季景观的多样性。

郑州市新老城区整体季相变化均以秋季为主,夏季次之,春、冬两季较为薄弱,在今后的行道树景观建设时,可通过不同特点的树种组合搭配,形成四季季相变化丰富的道路景观,在任何季节都能在街道上看到多彩的自然景观。整体上新老城区可以适当增加石楠(*Photinia serrulata*)、朴树(*Celtis sinensis*)等春色叶树种,刺楸(*Kalopanax septemlobus*)、白玉兰(*Michelia alba*)、七叶树(*Aesculus chinensis*)等春花树种的应用<sup>[11]</sup>,丰富行道树春季的季相景观。

### 参考文献:

- [1] FEMANDEZ-JURICIC E. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape [J]. *Conservation Biology*, 2000 (14): 513-521.
- [2] 林晨,王紫雯,赵可新. 城市行道树规划的生态学探讨 [J]. *中国园林*, 1998(6): 41-42.
- [3] PAULEIT S. Urban street tree plantings; identifying the key requirements [J]. *Municipal Engineer*, 2003(156): 43-56.
- [4] NAGENDRA H, GOPAL D. Street trees in Bangalore: Density, diversity, composition and distribution [J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2010(9): 129-137.
- [5] 党运宽,朱超辉,徐欣欣. 郑州市区行道树树种多样性的初步研究 [C]. 河南风景园林——学术论文集(第三期), 2005: 4.
- [6] 程炳岩,周子平,钱晓燕. 郑州城市温度分布特征 [J]. *河南气象*, 1997(2): 18-19.
- [7] 张楠,董丽,郝培尧,等. 北京市中心城区行道树结构的研究 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2014(5): 101-106.
- [8] 杨宁,邹冬生,李建国. 衡阳盆地紫色土丘陵坡地自然恢复灌丛阶段主要种群空间分布格局 [J]. *生态环境学报*, 2009(3): 996-1001.
- [9] 吴毅,曹基武,周国英. 湖南衡山优势种群金钱松群落研究 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2012, 32(11): 85-88.
- [10] PAULEIT S, DUHME F. GIS assessment of Munich's urban forest structure for urban planning [J]. *Journal of Arboriculture*, 2000(26): 133-141.

(下转第 139 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.024

## 基于 AHP 法的广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度测评

韩婷婷<sup>1</sup>, 唐世斌<sup>1</sup>, 严壮洵<sup>2</sup>, 黎敏芝<sup>2</sup>, 聂锦燕<sup>2</sup>, 陈梅<sup>2</sup>

(1. 广西大学林学院, 广西 南宁 530004; 2. 苍梧县国有天洪岭林场, 广西 梧州 543005)

**摘要:**采用 AHP 法结合 Delphi 法构建以植物景观、水体景观、建筑及小品景观、配套设施、交通系统及文化体验 6 个方面为评价准则的广西苍梧县观光茶园景观满意度测评体系, 并选取广西苍梧县 4 个观光茶园作为研究对象, 通过发放调查问卷的形式收集数据, 了解游客对苍梧县观光茶园的景观满意度现状。结果显示, 准则层权重排序为植物景观(0.335 9) > 水体景观(0.206 8) > 文化体验(0.188 5) > 建筑及小品景观(0.108 4) > 交通系统(0.088 4) > 配套设施(0.072 0)。4 个观光茶园总体满意度等级排序为苍松六堡茶厂生态茶园 > 八集山庄生态茶园 > 双贵生态茶园 > 天洪岭六堡茶生态茶园。广西苍梧县观光茶园现状景观存在着景观单调, 文化底蕴不足, 体验项目缺乏创新, 配套设施不完善等问题。藉此, 提出提升茶园景观, 丰富文化内涵, 创新体验项目及完善配套设施等建议。

**关键词:** 茶园景观; 满意度测评; 层次分析法; 苍梧县

中图分类号: S759.5; Q149; S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0123-06

引文格式: 韩婷婷, 唐世斌, 严壮洵, 等. 基于 AHP 法的广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度测评[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 123-128, 158.

HAN Tingting, TANG Shibin, YAN Zhuangwei, et al. Evaluation on Landscape Satisfaction of Four Sightseeing Tea Gardens in Cangwu County of Guangxi Based on AHP[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 123-128, 158.

## Evaluation on Landscape Satisfaction of Four Sightseeing Tea Gardens in Cangwu County of Guangxi Based on AHP

HAN Tingting<sup>1</sup>, TANG Shibin<sup>1</sup>, YAN Zhuangwei<sup>2</sup>, LI Minzhi<sup>2</sup>, NIE Jinyan<sup>2</sup>, CHEN Mei<sup>2</sup>

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530004, China;

2. State-owned Tianhongling Forest Farm of Cangwu, Wuzhou, Guangxi 543005, China)

**Abstract:** The AHP method and Delphi method were used to construct the landscape satisfaction evaluation system of sightseeing tea garden in Cangwu County of Guangxi based on the evaluation criteria of plant landscape, water landscape, architecture and sketch landscape, supporting facilities, transportation system and cultural experience. The data of selected four sightseeing tea gardens were collected by questionnaire to understand the tourists' satisfaction with the landscape of tea gardens in Cangwu County. The results showed that the weight order of criterion layer was plant landscape (0.335 9) > water landscape

收稿日期: 2019-04-29.

基金项目: “广西苍梧县六堡茶种质资源、生态茶园造景技术开发研究”项目(广西大学 20170102)资助.

第一作者: 韩婷婷(1993-), 女, 广西北海人, 硕士研究生. 研究方向: 风景园林规划设计. Email: 624270455@qq.com

责任作者: 唐世斌(1963-), 男, 重庆梁平人, 硕士, 副教授, 硕士生导师. 研究方向: 风景园林建筑工程与规划设计. Email: tshibin@

(0.206 8) > cultural experience (0.188 5) > architecture and sketch landscape (0.108 4) > transportation system (0.088 4) > supporting facilities (0.072 0). The overall satisfaction levels of the four sight-seeing tea gardens were as follows: Cangsong Liubao Ecological Tea Garden > Baji Villa Ecological Tea Garden > Shuanggui Ecological Tea Garden > Tianhongling Liubao Ecological Tea Garden. On this basis, this paper summarized the current problems of tea garden landscape in Cangwu County, including monotonous landscape, insufficient cultural heritage, lack of innovation in experience projects and imperfect supporting facilities, and suggested to improve tea garden landscape, enrich cultural connotation, innovate experience projects and improve supporting facilities.

**Key words:** tea garden landscape; satisfaction evaluation; analytic hierarchy process; Cangwu County

观光茶园作为观光农业园的一种类型,依靠我国茶产业蓬勃发展的优势,逐步发展起来并成为人们亲近大自然的出游首选<sup>[1]</sup>。广西苍梧县以六堡茶闻名中外,拥有种植六堡茶得天独厚的优越自然条件,浓厚的六堡茶文化底蕴是发展观光茶园旅游的优选之地。然而,目前广西苍梧县观光茶园的建设面临诸多问题,成为广西苍梧县发展观光茶园旅游业的主要阻碍因素。近年来,随着广西苍梧县《关于加快六堡茶产业化发展的决定》以及广西壮族自治区《关于营造山清水秀的自然生态实施金山银山工程的意见》的提出,促使茶农开始积极关注茶园的旅游产业发展及茶园景观建设,为苍梧县发展观光茶园旅游提供了契机。由此,综合苍梧县观光茶园建设概况,关于苍梧县观光茶园景观规划的研究显得尤为必要。因此,本研究通过构建观光茶园景观测评模型,对广西苍梧县 4 个观光茶园景观现状进行综合评价,了解游客对苍梧县观光茶园的整体满意程度,总结苍梧县观光茶园景观存在的问题,并提出建议,以期为未来苍梧县观光茶园的景观规划提供参考。

## 1 研究对象、内容与方法

### 1.1 研究对象

选取广西苍梧县较具代表性的 4 个观光茶园——八集山庄生态茶园、双贵生态茶园、苍松六堡茶厂生态茶园、天洪岭六堡茶生态茶园为研究对象。其中,八集山庄生态茶园面积约 20 hm<sup>2</sup>,始建于清朝光绪年间,是六堡镇仅存完好的百年古茶园<sup>[2]</sup>。双贵生态茶园始建于 2006 年,预计建成面积约 147 hm<sup>2</sup>,当前已建成面积约 71 hm<sup>2</sup>,是目前苍梧县乃至梧州市最大的六堡茶原产地生产基地。苍松六堡茶厂生态茶园建于 1955 年,是六堡最古老的茶园<sup>[3]</sup>。天洪岭六堡茶生态茶园预计投入建设茶园面积约

67 hm<sup>2</sup>,目前已建成面积约 40 hm<sup>2</sup>,其中一期茶园面积约 9.5 hm<sup>2</sup>,二期茶园面积 21.3 hm<sup>2</sup>,三期目前已建成面积约 10 hm<sup>2</sup>。

### 1.2 研究内容

为较全面地反映游客对观光茶园景观的满意程度,构建以植物景观(茶树品种多样性、茶田外观、观赏植物品种多样性、观赏植物层次丰富度、观赏植物色彩与季相变化及植物景观整体协调度)、水体景观(水环境质量、水体面积及水体优美度)、建筑及小品景观(景观吸引度、景观艺术性及科学文化内涵)、配套设施(环卫设施、休憩游乐设施及宣传导向设施)、交通系统(景点通达性与道路铺装)及文化体验(茶事体验、茶艺表演、茶历史与文化展示、茶饮食、茶工艺品、历史遗迹、特色民俗工艺、特色节庆、歌舞表演、特色饮食)6 个方面为主要评价准则的测评体系。

### 1.3 研究方法

采用 AHP 法与 Delphi 法相结合<sup>[4]</sup>构建苍梧县观光茶园景观满意度测评体系,并得出各评价指标的权重,根据李克特量表法对游客问卷收集的数据进行量化处理,得出各单项指标的平均分,结合 AHP 法与 Delphi 法相结合所得出的指标权重,采用综合评分法即可计算出单项指标评价的综合得分。

## 2 茶园景观满意度测评体系及模型构建

### 2.1 指标选取及测评体系确立

评价指标是否合理直接影响评价体系的科学性与准确性,因此,评价指标的选取在遵循客观、科学、完整、有效的原则上,应充分考虑茶园景观的构成特点,结合研究对象的实际情况,选取相应的指标,做到可量化与可行性相结合<sup>[5]</sup>。

在文献查阅设立初选指标和茶园景观构成要素中,由于苍梧县 4 个观光茶园的地形均为山体,其景

观评价比较的意义不大,因此选取自然景观要素中的植物与水体景观元素,人工景观要素中的建筑及小品景观、配套设施景观、以及由园路及广场组成的交通系统景观,人文景观由茶文化及地域文化景观元素表达。在此基础上,通过 Delphi 法咨询专家意见进行相应调整,最终确定苍梧县观光茶园景观满意度测评体系(表 1)。

表 1 广西苍梧县观光茶园景观评价体系层次结构模型  
Tab. 1 Hierarchy model of landscape evaluation system of sightseeing tea garden in Cangwu County of Guangxi

目标层 (A)	项目层 (B)	指标层 (C)
观 光 茶 园 景 观 评 价 体 系 A	植物景观 B1	茶树品种多样性 C11
		茶田外观 C12
		观赏植物品种多样性 C13
		观赏植物层次丰富度 C14
		观赏植物色彩与季相变化 C15
		植物景观整体协调度 C16
	水体景观 B2	水环境质量 C21
		水体面积 C22
		水体优美度 C23
	建筑及小品景观 B3	景观吸引力 C31
		景观艺术性 C32
		科学文化内涵 C33
	配套设施 B4	环卫设施 C41
		休憩游乐设施 C42
		宣传导向设施 C43
	交通系统 B5	景点通达性 C51
		道路铺装 C52
	文化体验项目 B6	茶事体验活动(采茶、制茶、品茶、鉴茶) C61
		茶艺表演 C62
茶历史与文化展示 C63		
茶饮食 C64		
茶工艺品 C65		
历史遗迹 C66		
特色民俗工艺 C67		
特色节庆、歌舞表演 C68		
特色饮食 C69		

的相对重要程度,其直接影响评价结果的合理性<sup>[6]</sup>。苍梧县观光茶园景观满意度指标权重根据确定好的测评指标,邀请风景园林相关专业的专家学者共计 36 名对各指标进行两两对比打分,采用算术几何平均法对收集的调查数据进行计算,从而构建判断矩阵,通过计算矩阵得出各因素的权重系数(表 2)。

表 2 广西苍梧县观光茶园景观满意度测评体系指标权重分配结果  
Tab. 2 Index weight distribution of landscape satisfaction evaluation system of sightseeing tea garden in Cangwu County of Guangxi

目标层	项目层	权重	指标层	权重	对总目标的权重
苍 梧 县 观 光 茶 园 景 观 满 意 度 测 评 体 系	1 植物景观 B1	0.3359	茶树品种多样性 C11	0.0633	0.0213
			茶田外观 C12	0.2450	0.0823
			观赏植物品种多样性 C13	0.1530	0.0514
			观赏植物层次丰富度 C14	0.0946	0.0318
			观赏植物色彩与季相变化 C15	0.0962	0.0323
			植物景观整体协调度 C16	0.3479	0.1168
	水体景观 B2	0.2068	水环境质量 C21	0.4401	0.0910
			水体面积 C22	0.3283	0.0679
			水体优美度 C23	0.2316	0.0479
	建筑及小品景观 B3	0.1084	景观吸引力 C31	0.1944	0.0211
			景观艺术性 C32	0.1572	0.0170
			科学文化内涵 C33	0.6484	0.0703
	配套设施 B4	0.0720	环卫设施 C41	0.1746	0.0126
			休憩游乐设施 C42	0.5951	0.0428
			宣传导向设施 C43	0.2303	0.0166
	交通系统 B5	0.0884	景点通达性 C51	0.7529	0.0666
			道路铺装 C52	0.2471	0.0218
	文化体验项目 B6	0.1885	茶事体验活动(采茶、制茶、品茶、鉴茶) C61	0.1670	0.0315
			茶艺表演 C62	0.0569	0.0107
茶历史与文化展示 C63			0.1284	0.0242	
茶饮食 C64			0.0411	0.0077	
茶工艺品 C65			0.0882	0.0166	
历史遗迹 C66			0.3011	0.0568	
特色民俗工艺 C67			0.1024	0.0193	
特色节庆、歌舞表演 C68			0.0648	0.0122	
特色饮食 C69			0.0501	0.0095	

2.2 指标权重的确定

评价指标的权重反映各评价指标在评价模型中

由表 2 经层次分析法所计算出的指标权重结果可知,在苍梧县观光茶园景观满意度测评体系中,项目层因素影响力排序为植物景观(0.335 9)>水体景观(0.206 8)>文化体验项目(0.188 5)>建筑及小品景观(0.108 4)>交通系统(0.088 4)>配套设施(0.072 0)。

2.3 综合测评模型的构建

对广西苍梧县观光茶园景观进行综合评价有利于更为全面、直观地反映游客对茶园景观的满意度情况<sup>[7]</sup>。本研究采用综合评分法中的多目标线性加权函数法对苍梧县 4 个观光茶园景观满意度进行综合评价,其函数表达式为:

$$S = \sum_{k=1}^m S_k C_k = \sum_{k=1}^m (\sum_{j=1}^m I_j D_j) C_k$$

由上述函数表达式可知,观光茶园景观满意度综合测评值 S 等于项目层各分项景观满意度评分值乘以项目层各分项权重 C<sub>k</sub> 的总和,其中,S<sub>k</sub> 等于指标层单项指标的评分值 I<sub>j</sub> 乘以指标层单项指标在该项目层下的权重 D<sub>j</sub> 的总和,式中 m,n 分别表示

项目层个数及指标层个数。

按上述公式计算即可得出评价结果,观光茶园景观满意度评判集标准见表 3。

表 3 观光茶园景观满意度评判标准

Tab. 3 Evaluation standard of landscape satisfaction of sightseeing tea garden

综合测评值 S	>4.5	3.5~4.5	2.5~3.5	1.5~2.5	<1.5
评判标准	很满意	满意	一般	不满意	很不满意

3 结果与分析

3.1 观光茶园景观满意度综合评分结果

基于广西苍梧县观光茶园景观满意度测评体系及综合测评模型,根据游客调查问卷数据统计可得广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度综合评分结果(表 4)。

表 4 广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度综合评分结果

Tab. 4 Result of the comprehensive satisfaction evaluation of four sightseeing tea gardens in Cangwu County of Guangxi

目标层评分 S	项目层评分 S <sub>k</sub>			指标层评分 I <sub>j</sub>			
	A	B	C	八集	双贵	苍松	天洪岭
八集山庄生态茶园 (3.611)	B1	八集(3.744)	C11	3.576	3.941	4.192	3.385
		双贵(3.616)	C12	4.000	4.941	4.423	3.333
		苍松(3.783)	C13	3.769	3.294	3.884	2.298
		天洪岭(2.721)	C14	3.461	3.000	3.615	2.368
	B2	八集(3.433)	C15	3.153	3.058	3.384	2.263
		双贵(2.623)	C16	3.826	3.088	3.370	2.578
		苍松(3.263)	C21	3.480	2.764	3.506	2.631
		天洪岭(2.566)	C22	3.250	2.823	3.230	2.508
双贵生态茶园(3.048)	B3	八集(3.537)	C23	3.596	2.074	2.846	2.526
		双贵(2.822)	C31	3.576	3.352	3.692	2.070
		苍松(3.755)	C32	3.596	3.411	3.584	2.029
		天洪岭(1.984)	C33	3.519	2.529	3.815	1.947
苍松六堡茶厂生态 茶园(3.706)	B4	八集(3.247)	C41	3.672	3.364	3.807	2.113
		双贵(2.482)	C42	3.124	2.352	3.595	2.043
		苍松(3.706)	C43	3.249	2.411	3.918	2.105
		天洪岭(2.072)	C51	3.653	3.764	3.755	3.105
	B5	八集(3.648)	C52	3.634	3.117	3.738	2.638
		双贵(3.604)	C61	3.961	2.705	3.923	1.929
		苍松(3.751)	C62	3.923	2.315	4.153	1.837
		天洪岭(2.990)	C63	4.019	2.588	3.692	1.912

续表 4

目标层评分 S	项目层评分 S <sub>k</sub>			指标层评分 I <sub>j</sub>			
	A	B	C	八集	双贵	苍松	天洪岭
天洪岭六堡茶生态茶园(2.073)	B6	八集(3.737)	C64	3.884	2.525	3.346	2.035
		双贵(2.586)	C65	3.961	2.470	3.576	1.947
		苍松(4.001)	C66	3.576	2.647	4.423	1.806
		天洪岭(1.932)	C67	3.442	2.586	3.358	2.263
			C68	3.500	2.438	2.692	1.887
			C69	3.423	2.571	2.653	2.136

由表 4 内容可知,在广西苍梧县 4 个观光茶园中,苍松六堡茶厂生态茶园景观总体满意度评分最高,为 3.706 分,属于基本满意等级。天洪岭六堡茶生态园景观总体满意度评分最低,为 2.073 分,处于不满意等级。4 个观光茶园总体满意度等级排序为苍松六堡茶厂生态茶园>八集山庄生态茶园>双贵生态茶园>天洪岭六堡茶生态茶园。

### 3.2 植物景观满意度分析

广西苍梧县 4 个观光茶园中,苍松六堡茶厂生态茶园植物景观评分最高,为 3.783 分,其次是八集山庄生态茶园,为 3.744 分,再者是双贵生态茶园,为 3.616 分,均处于基本满意状态,而天洪岭六堡茶生态茶园评分最低,仅 2.721 分,处于一般状态。

在植物景观满意度指标层调查中,苍松六堡茶厂生态茶园茶树品种最为丰富,观赏植物品种也最具多样性,层次丰富度最高,植物色彩与季相变化最为明显;双贵生态茶园茶田外观最为优美;八集山庄生态茶园的植物景观整体协调度最高;天洪岭六堡茶生态茶园由于处于建设初期,各方面建设未完善,是造成游客满意度评分低的主要因素。

总的来说,广西苍梧县观光茶园植物景观总体较为美观,与其他观赏植物的搭配也较为协调,观赏植物品种较为丰富,种植方式高低错落有致,景观效果较好,但在观赏植物的选择上缺乏对植物色彩与季相变化的掌握,以至于景观色彩不够丰富,是造成游客满意度较低的原因之一。

### 3.3 水体景观满意度分析

水环境质量、水体面积与水体优美度是影响游客对茶园水体景观满意度评分的重要因素。广西苍梧县 4 个观光茶园的水体景观满意度评分均未超过 3.5 分,仅处于一般状态。在水体景观满意度影响因素评分情况调查中,八集山庄生态茶园与苍松六堡茶厂生态茶园的水体景观满意度指标层各项评分

均高于双贵茶园及天洪岭六堡茶生态茶园。在八集山庄生态茶园及苍松六堡茶厂生态茶园中,水体景观因保持原有形状不过多施行人工改造而受游客喜爱,说明在自然的鬼斧神工与人工精雕细琢之间,游客更倾向于选择原生态的自然之景,但由于受地形等其他因素制约,水体面积不宜扩大,不利于游客亲水活动的开展以及雨后山体冲刷流入池塘导致水体质量下降,均成为影响游客对水体景观满意度的评分因素。

### 3.4 建筑及小品景观满意度分析

建筑及小品景观的满意度评分受景观吸引度、景观艺术性以及科学文化内涵影响较为深刻。广西苍梧县 4 个观光茶园中,苍松六堡茶厂生态茶园与八集山庄生态茶园通过相对独特的建筑造型,运用富有地域特色的建筑材料以及挖掘独特的文化内涵,获得游客较高的满意度评分值,属于基本满意等级。而双贵生态茶园与天洪岭六堡茶生态茶园当前处于建设期,各方面设施有所欠缺,茶园中的建筑及小品景观几乎没有,未能满足游客基本需求,导致整体评分较低。

### 3.5 配套设施满意度分析

通过数据调查结果可知,苍松六堡茶厂生态茶园配套设施较为完善,景观满意度评分值为 3.706 分,处于满意等级;八集山庄生态茶园配套设施建设稍有欠缺,满意度得分不高,属于一般等级;而双贵生态茶园和天洪岭六堡茶生态茶园配套设施未完善是满意度评分低下的重要原因。说明当前苍梧县生态茶园目前的设施仍满足不了游人日益增长的需求,还应继续完善设施建设。

### 3.6 交通系统满意度分析

目前游客对八集山庄生态茶园、双贵生态茶园及苍松六堡茶厂生态茶园的的道路系统基本满意,无论是景点通达性还是道路铺装方面,满意度评分均

达到 3.5 分以上,证明茶园的交通系统基本能满足游客需求。而天洪岭六堡茶生态茶园无论是景点通达性还是道路铺装均处于较低评分,达不到游客的满意度,建设状况亟待解决。

### 3.7 文化体验满意度分析

在文化体验项目中,以苍松六堡茶厂生态茶园的满意度评分最高,其次是八集山庄生态茶园,均处于满意状态。而双贵生态茶园评分较低,处于一般状态,天洪岭六堡茶生态茶园评分最低,处于不满意状态。

在文化体验项目景观指标层评分情况调查中发现,八集山庄生态茶园在文化体验各方面评分均较高,以茶历史与文化展示最受游客欢迎;苍松六堡茶厂生态茶园的茶事体验活动、茶艺表演以及历史遗迹的保护较好,获得游客好评如潮。而双贵生态茶园及天洪岭六堡茶生态茶园中缺乏文化体验项目致使满意度评分低下,应加强文化体验建设。

总的来看,广西苍梧县 4 个观光茶园景观总体满意度不高,植物景观中茶田外观满意度较高,但观赏植物种类少、缺乏季相变化成为满意度偏低的主要原因。水环境质量不佳、水体面积小等是导致水体景观满意度不高的原因。造成建筑及小品景观满意度偏低的原因是缺乏特色,内涵不足,从而吸引力下降。配套设施不完善造成游客体验差,活动项目少且缺乏文化特色,导致游客吸引力不足,交通系统基本能够满足游客需求,但部分景点通达性不高,致使景观利用率低。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度等级排序为苍松六堡茶厂生态茶园>八集山庄生态茶园>双贵生态茶园>天洪岭六堡茶生态茶园,总体满意度不高,景观现状存在以下问题:

#### 1) 景观单调

广西苍梧县观光茶园普遍以大面积的茶田景观为主,植物景观以茶树和场地原生植物为主,观赏植物种类较少,且缺乏色叶植物点缀,季相变化亦不明显,导致茶园植物景观单调。水体景观以保留场地原有水体为主,水体面积较小,水环境质量不佳,水体形态不加人工修饰或稍加人工雕琢,景观质量较差。建筑及小品以亭、廊为主,点缀少量雕塑,景观形式多样性不够,特色不明显。

#### 2) 文化底蕴不足

广西苍梧县观光茶园虽然不乏茶事体验、茶艺

观赏、茶博馆展览等茶文化景观形式以及通过建筑材质、色彩等表达地域文化,但却忽略了当地特有的民俗文化,缺乏与地域特色民俗文化、六堡茶叶品种科普、六堡茶叶历史文化等结合的景观和小品,导致茶园文化内涵不够,底蕴不足,历史文脉难以传承与发展。

#### 3) 体验项目缺乏创新

广西苍梧县观光茶园的功能多以茶叶生产与茶园观光为主,茶园文化体验活动项目以茶叶采摘、制茶等茶事体验、茶艺表演、茶饮食等为主,与地域特色有关的六堡茶文化体验活动较少,活动项目形式缺乏创新,降低了苍梧县观光茶园对游人的吸引力。

#### 4) 配套设施不完善

广西苍梧县观光茶园在配套设施上存在严重问题,即缺乏综合旅游配套服务设施、缺少后期维护管理。环卫设施方面,有的茶园公共卫生间数量少、偏远脏乱,垃圾桶数量较少,位置分布不合理;休憩游乐设施方面缺乏座椅、游乐场所等设施;宣传导向设施不完善,宣传不到位,导览图被破坏甚至缺乏导览图,导致游人游览不便。

### 4.2 建议

针对基于广西苍梧县观光茶园景观现状的景观满意度分析基础上归纳总结所得出的景观单调、文化底蕴不足、配套设施不完善、体验项目缺乏创新等问题,提出广西苍梧县观光茶园景观规划建议。

#### 1) 提升茶园景观

在不破坏茶田外观的基础上,选取各种高矮乔木、灌木、艳丽多彩的花卉植物、清新自然的地被类植物等进行组合配置种植,营造层次明显、色彩丰富的植物景观效果。水景的营造既可以结合建筑、小品等元素表达,也可以通过改变原有水体的流向或水体形态,增加跌水、喷泉、瀑布等形式,动静结合,丰富水景的景观形式。增设建筑及小品样式,风格与园区主题相符。

#### 2) 丰富文化内涵

通过设置茶事体验、茶艺观赏、茶博馆以及六堡茶文化与历史展示、地域民俗文化展示、农耕文化展示等形式,促进茶文化与地域文化的融合,丰富茶园文化内涵,传承历史文脉。

#### 3) 创新体验项目

除基本的茶叶采摘、炒茶制茶、品茶饮食等活动体验项目外,可根据园区资源增设其他旅游活动项

(下转第 158 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.025

## 基于认知和期望视角的森林小镇藤蔓景观设计策略研究

徐阳丽<sup>1</sup>,唐世斌<sup>1</sup>,唐庆<sup>2</sup>,邓荣艳<sup>2</sup>,李祖毅<sup>3</sup>

(1.广西大学林学院,广西南宁 530004; 2.广西壮族自治区林业科学研究院,广西南宁 530002;  
3.广西壮族自治区国有七坡林场,广西南宁 530225)

**摘要:**以项目课题知情者和南宁市居民为主要调查对象,通过统计学分析,研究受访者对森林小镇藤蔓景观的认知度和期望度。研究表明,受访者对森林小镇藤蔓景观的认知度整体较高,以藤蔓植物营造出的立体绿化景观在慢慢地为人所知。通过受访者对森林小镇藤蔓景观7个评价指标22个评价项目的期望度分析,得出各评价项目的均值和变异系数,经与临界值的对比和综合评价指数的数值计算,得到受访者对每一评价项目的整体评价,由此总结出有针对性的设计提升策略,并对7个设计策略中的不同项目逐一进行分析。

**关键词:**藤蔓景观;设计策略;认知度;期望度;森林小镇

中图分类号:S731.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0129-06

引文格式:徐阳丽,唐世斌,唐庆,等.基于认知和期望视角的森林小镇藤蔓景观设计策略研究[J].林业调查规划,2019,44(6):129-134,176.

XU Yangli, TANG Shibin, TANG Qing, et al. Design Strategy of Vine Landscape in Forest Town Based on Cognition and Expectation[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 129-134, 176.

### Design Strategy of Vine Landscape in Forest Town Based on Cognition and Expectation

XU Yangli<sup>1</sup>, TANG Shibin<sup>1</sup>, TANG Qing<sup>2</sup>, DENG Rongyan<sup>2</sup>, LI Zuyi<sup>3</sup>

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530004, China; 2. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning 530002, China; 3. Guangxi State-owned Qipo Forest Farm, Nanning 530225, China)

**Abstract:** The cognition and expectation of the interviewees who were project subjects and residents of Nanning to the vine landscape in the forest town were studied by statistical analysis. The results showed that the interviewees had a high overall awareness to the vine landscape in the forest town, and the three-dimensional greening landscape created by the vine plants was gradually known. The expectation analysis of 22 items in 7 evaluation indexes of vine landscape obtained the average value and variation coefficient of each evaluation item. Through the comparison with the critical value and the numerical calculation of the comprehensive evaluation index, the overall evaluation of each evaluation item by the interviewee was obtained. Therefore the targeted design and improvement strategies were summarized, and the

收稿日期:2019-04-29.

基金项目:广西科技基地和人才专项项目《广西特色藤本植物种质资源库建设与应用研究》(桂科 AD17129021)资助.

第一作者:徐阳丽(1993-),女,广西阳朔人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计.Email: 610563921@qq.com

责任作者:唐世斌(1963-),男,重庆梁平人,硕士,副教授,硕士生导师.研究方向:风景园林建筑工程与规划设计.Email: tshibin@163.com

differences among the 7 design strategies were analyzed in detail.

**Key words:** vine landscape; design strategy; cognition; expectation; forest town

广西国有七坡林场作为广西区域传播森林文化和林业科技的重要平台,更是森林生态产品的原产地,七坡森林小镇的营建是响应国家森林小镇政策国有林场改革的应时之举,在当前大力推广森林小镇和立体绿化的背景下,地域藤蔓植物素材区别与其他类别而作为有生命的载体,承载着物质文化和非物质文化的属性<sup>[1]</sup>,游客对森林小镇藤蔓景观的认知度和期望度如何?游客的期望度是否对森林小镇藤蔓景观营建和日后旅游的传播和宣传带来影响?能否吸引到更多慕名而来的旅游者?本文就以上问题展开调查,提出有针对性的设计策略,以便更好地实施该项目课题研究,推动森林小镇藤蔓景观的旅游发展。

## 1 研究概况

### 1.1 研究内容与方法

对受访者藤蔓景观认知度和森林小镇藤蔓景观期望度进行统计学分析,建立森林小镇藤蔓景观评价模型,从而在理论层面和实践层面探寻该课题如何基于期望度来更好地设计和提升森林小镇藤蔓景观营建策略。

在研究方法上,通过向受访者介绍该课题森林小镇藤蔓景观评价指标,评价项目采取李克特五级量表测算,因变量是一个有序递进的数值数列排列,基于该法采用均值分析和变异系数求值与临界值比较<sup>[2]</sup>。

### 1.2 调查内容与样本统计

#### 1.2.1 调查内容

数据来源于 2018 年 10 月国庆黄金周至 11 月底的实地走访调查与网络调查,其中向本项目课题的参与者、知情者以及相关行业人士等征询的网络问卷达 190 份;实地走访本地市民居民,并向其介绍该项目课题,征询的实地走访问卷达 110 份,有效问卷共计 300 份,回收率达 100%。

调查共分为 3 个部分,第一部分包括受访者的基本信息情况,即涵盖不同性别、不同年龄层、不同职业群体,以达抽样调查覆盖面之广;第二部分为受访者对森林小镇藤蔓景观的认知度,根据已设选项进行选择;第三部分为受访者对森林小镇藤蔓景观指标的期望程度,包括植物景观构成、植物艺术构成、植物文化意蕴、心理基本需求、心理感受质量、服

务功能质量、生态功能质量 7 个评价指标的 22 个评价项目;根据期望程度采用五级量表赋分,建立评价集:非常期望,比较期望,一般,不期望,非常不期望;由受访者根据自身感知赋予 1~5 分值。

#### 1.2.2 样本统计

在 300 名受访者中,为保证男女比例的普遍性,抽样中尽可能均衡,但仍有些微差异,其中接受调查的男性有 134 名,占 45%,女性有 166 名,占 55%,女性相较于男性而言更注重景观细节,对藤蔓景观的调查更感兴趣。在年龄层级样本中,18 岁及以下年龄段有 12 人,主要是高中生和大一新生,占 4%;19~30 岁年龄段有 192 人,占 64%,此为出行和出游最多的年龄段,这部分人群关注城市园林建设,了解生态新思想和动态,对藤蔓景观这样的垂直立体绿化给予关注并渴望更深层次地了解;31~50 岁年龄段有 75 人,占 25%,这部分群体多与家庭结伴出行,需要照看小孩或老人,不便参与调查,只有少部分人积极关心绿化应用;51 岁以上年龄段有 21 人,占 7%,这个年龄段主要是老年人,这类群体多悉心琐事娱乐,对园林绿化不关心、不了解,有的甚至不识字而无法接受调查。

对样本的受访者进行职业统计,其中相关行业的专业人士(园林绿化、景观、城规、建筑等)有 64 人,占 21%;在非相关行业专业人士中,公职人员有 68 人,占 23%;企业员工有 53 人,占 18%;个体有 31 人,占 10%;在校学生有 47 人,占 16%;退休离职人员有 21 人,占 7%;其他职业,比如自由撰稿人等职业群体有 16 人,占 5%。总体来看,相关行业人士、公职人员、企业员工所占比例比较大,这部分群体文化水平普遍偏高,相关行业人士关心园林景观动态,公职人员和企业员工关心城市绿化进程。

## 2 森林小镇藤蔓景观游客认知度

就城镇建设进程中藤蔓景观的普及情况,同时针对已建成的立新站点紫藤景观作出介绍,对于“您知道城镇建设中推行的藤蔓景观吗?”一题,样本中选择“知道并熟悉”的有 24 人,占 8%;选择“基本知道”的有 99 人,占 33%;选择“听说过而已”的有 83 人,占 28%;选择“不了解”的有 94 人,占 31%,可见大部分受访者知道藤蔓景观这样的园林绿化形式,在此营造出的垂直绿化和立体绿化景观



也在慢慢地为人所知,熟悉并了解深入的人也越来越多。

在“您所生活或者学习工作的建筑是否有藤蔓景观?”一题中,选择“是”的有133人,占44%;选择“否”的有167人,占56%,反映出城镇中的藤蔓运用占有一定比例,有一定的体现程度。在“您对城镇建设中的藤蔓景观是否在意?”一题中,选择“非常在意”的有33人,占11%;选择“在意”的有163人,占54%;选择“不在意”的有48人,占16%;选择“没关注”的有56人,占19%。“非常在意”和“在意”的比例居多,市民和居民对藤蔓景观有诉求和需求,对于选择“不在意”的受访者,主要原因是担忧藤蔓景观绿化会引来蚊虫、壁虎、蛇等问题。

在“您认为对藤蔓景观的感知方式有哪些?(可多选)”一题中,选择“视觉:观看、欣赏”的有291票,获得最高票数,占总票数的44%;选择“嗅觉:闻花香”的有182票,获得总票数的27%;选择“听觉:聆听”的有56票,占总票数的8%;选择“触觉:触摸”的有99票,占总票数的15%;选择“味觉:品味食品”的有37票,占总票数的6%。由结果可看出,受访者大多数认为藤蔓景观是通过最直观的观察方式以及有气味的用嗅觉方式;对于“听觉、触觉”,大多数受访者表示不赞同,听觉表示很难感受到,而触觉不易于生态环保;不选味觉的受访者表示造景的藤蔓植物多希望是观叶和观花为主。

### 3 森林小镇藤蔓景观游客期望度

在分析了森林小镇藤蔓景观受访者认知度后,本研究进一步分析了森林小镇藤蔓景观的期望度。先用软件SPSS25.0进行数据输入和统计,进行可信度分析(表1)。

表1 森林小镇藤蔓景观期望度测评表可信度分析

Tab.1 Reliability analysis of expectation evaluation form of vine landscape in forest town

克隆巴赫	基于标准化项的克隆巴赫	项数
0.804	0.808	22

当可信度系数介于0.600~0.700,表示可信度难以接受且要改进;当其介于区间0.700~0.800时,表明数据可以接受;当其在0.800~0.900区间内,则代表着可信度较高;而当其大于0.900时,表

明可信度基本可信。在此次的300份问卷中,检验的结果为0.808,说明可信度较高,问卷设置合理可行。

再运用SPSS25.0软件进行KMO分析,KMO作为主成分分析的效度检验指标之一,当KMO数值大于0.600时,就能达到因子研究的标准。经计算,得出结果为0.763(表2)。

表2 森林小镇藤蔓景观期望度测评表KMO检验

Tab.2 KMO test of expectation evaluation form of vine landscape in forest town

KMO 取样适切性量数		0.763
巴特利特球形度检验	近似卡方	1437.451
	自由度	231
	显著性	0.000

最后运用SPSS25.0软件进行均值分析,计算各指标层的平均得分和标准偏差,进而求出变异系数,从而判断受访者对森林小镇藤蔓景观的期望度结果(表3)。

在统计学中一般认为变异系数的临界值为0.25,大于该值表示指标协调程度不够<sup>[3]</sup>。

通过上述对数据的处理统计,本研究进一步分析受访者期望度对其行为的影响。

1)植物品种多样性:平均得分3.85,综合评价指数77.07%,变异系数 $0.20 < 0.25$ ,受访者大多数对藤蔓植物品种持有好奇的心态,希望通过这个项目契机能够欣赏到更多的藤蔓物种。

2)植物季相丰富度:平均得分4.05,综合评价指数80.93%,变异系数 $0.19 < 0.25$ ,受访者普遍认为,四季之中有不同的景致,春夏能观新叶赏繁花,秋冬能观色叶树种,期望藤蔓景观的营建能有如此的吸引力。

3)空间层次变化度:平均得分4.15,综合评价指数83.00%,变异系数 $0.17 < 0.25$ ,受访者普遍认为,在景观中设置多样的空间变化会使场地变得有趣味,增加人的参与性。

4)与周围环境协调性:平均得分4.31,综合评价指数86.13%,变异系数 $0.16 < 0.25$ ,大部分受访者对这个指标没有争议,评分多集中在4.00或5.00分。

5)区域特色体现:平均得分4.13,综合评价指数82.67%,变异系数 $0.18 < 0.25$ ,大部分受访者期望区域特色的藤蔓植物栽培,普遍认为满足广西的

表 3 森林小镇藤蔓景观期望度测评

Tab. 3 Items statistics of expectation evaluation form of vine landscape in forest town

指标层	最大值	最小值	平均分	标准偏差	变异系数	综合评价指数
植物品种多样性	5.0000	2.0000	3.8533	0.75302	0.1954	0.7707
植物季相丰富度	5.0000	2.0000	4.0467	0.77015	0.1903	0.8093
空间层次变化度	5.0000	2.0000	4.1500	0.71825	0.1731	0.8300
与周围环境协调性	5.0000	3.0000	4.3067	0.70304	0.1632	0.8613
区域特色体现	5.0000	2.0000	4.1333	0.76431	0.1849	0.8267
色彩丰富度	5.0000	2.0000	3.6900	0.75883	0.2056	0.7380
色彩调和性	5.0000	3.0000	4.0567	0.70837	0.1746	0.8113
植物形态观赏性	5.0000	1.0000	4.3033	0.77459	0.1800	0.8607
植物芳香度	5.0000	1.0000	3.2833	0.84781	0.2582	0.6567
种植形式科学性	5.0000	2.0000	4.1200	0.71224	0.1729	0.8240
科研科普性	5.0000	1.0000	3.4667	0.80688	0.2328	0.6933
场所主题内涵	5.0000	1.0000	4.2100	0.74907	0.1779	0.8420
文化意境营造	5.0000	1.0000	4.1867	0.75745	0.1809	0.8373
心理安全感	5.0000	2.0000	3.4300	0.73501	0.2143	0.6860
景观接纳感	5.0000	2.0000	4.0100	0.70585	0.1760	0.8020
心情愉悦度	5.0000	3.0000	4.4867	0.65670	0.1464	0.8973
意境感知度	5.0000	2.0000	4.2167	0.68651	0.1628	0.8433
旅游标志性	5.0000	2.0000	3.7500	0.73664	0.1964	0.7500
可停留度	5.0000	3.0000	4.1933	0.70542	0.1682	0.8387
空间导向性	5.0000	1.0000	3.7633	0.76765	0.2040	0.7527
美化环境功能	5.0000	3.0000	4.4267	0.67290	0.1520	0.8853
净化空气功能	5.0000	3.0000	4.3600	0.72490	0.1663	0.8720

地域性原则,藤蔓植物才适合生长。

6) 色彩丰富度: 平均得分 3.69, 综合评价指数 73.80%, 变异系数  $0.21 < 0.25$ , 受访者普遍对这个指标持有中立的态度, 与上文认知度中选择期望以观叶为主一致的是受访者更喜欢赏绿, 而选择以观花为主的则对该指标评分较高。

7) 色彩调和性: 平均得分 4.06, 综合评价指数 81.13%, 变异系数  $0.17 < 0.25$ , 受访者大多数评分较高, 藤蔓植物的颜色搭配和谐是受访者普遍期望的。

8) 植物形态观赏性: 平均得分 4.30, 综合评价指数 86.07%, 变异系数  $0.18 < 0.25$ , 受访者普遍对

该指标评分较高, 根据植物的观赏部位不同, 观赏的类型可以是观花、观叶、观形、观果等, 受访者期望形态和姿态的观赏特性能够带来感观的审美体验。

9) 植物芳香度: 平均得分 3.28, 综合评价指数 65.67%, 变异系数  $0.26 > 0.25$ , 受访者对该指标的评分参差不齐, 最低评分至 1.00 分, 部分受访者表示不期望种植有气味的藤蔓植物。

10) 种植形式科学性: 平均得分 4.12, 综合评价指数 82.40%, 变异系数  $0.17 < 0.25$ , 受访者普遍评分较高, 藤蔓植物种植得合理科学才具有意义。

11) 科研科普性: 平均得分 3.47, 综合评价指数 69.33%, 变异系数  $0.23 < 0.25$ , 受访者对该项指标评分略有差异, 基于自身的兴趣偏好, 一部分受访者期望具藤蔓景观的同时保有科研科普性, 既能赏景又能学习, 在景中游学; 而另一部分受访者则选择一般或者不期望, 评分偏低, 更期望景观突出, 期望打造具大众亲和力。

12) 场所主题内涵: 平均得分 4.21, 综合评价指数 84.20%, 变异系数  $0.18 < 0.25$ , 受访者普遍表示非常期望和比较期望, 场所有主题, 藤蔓景观能够围绕主题去营建, 更期待这样的森林小镇。

13) 文化意境营造: 平均得分 4.19, 综合评价指数 83.73%, 变异系数  $0.18 < 0.25$ , 受访者普遍期望景观能够营造出文化和意境。

14) 心理安全感: 平均得分 3.43, 综合评价指数 68.60%, 变异系数  $0.21 < 0.25$ , 受访者对该项指标评分略有差异, 一部分选择一般, 对藤蔓植物的运用没有太多的要求和期望, 大部分品种能够接受。

15) 景观接纳感: 平均得分 4.01, 综合评价指数 80.20%, 变异系数  $0.17 < 0.25$ , 受访者对该指标评分较高, 普遍期望藤蔓景观的营建能够带来认同感。

16) 心情愉悦度: 平均得分 4.49, 综合评价指数 89.73%, 变异系数  $0.14 < 0.25$ , 受访者普遍认为藤蔓景观的营建能给人们带来舒适愉悦的心情是其所期待的, 景观能够带来舒适的情绪体验, 这就是最基本的要求。

17) 意境感知度: 平均得分 4.22, 综合评价指数 84.33%, 变异系数  $0.16 < 0.25$ , 受访者对该指标普遍评分较高, 繁忙的都市生活节奏, 人们期望在景观赏玩中还能找到一丝情怀。

18) 旅游标志性: 平均得分 3.75, 综合评价指数 75.00%, 变异系数  $0.20 < 0.25$ , 受访者对该指标的评分多集中在 4.00 分和 3.00 分, 受访者大部分认为藤蔓景观的营建对打造成旅游标志性景观稍有难

度,但仍有期待。

19)可停留度:平均得分4.19,综合评价指数83.87%,变异系数 $0.17 < 0.25$ ,受访者普遍对该指标评分较高,多集中在5.00分和4.00分,普遍期待藤蔓景观能吸引人们驻足停留,或者以供休憩的场地欣赏藤蔓植物。

20)空间导向性:平均得分3.76,综合评价指数75.27%,变异系数 $0.20 < 0.25$ ,受访者对该项指标评分略有不同,大部分认同藤蔓景观进行空间的分隔和指引,小部分受访者表示,藤蔓景观仅仅适合局部种植和展示,不适合大面积栽种。

21)美化环境功能:平均得分4.43,综合评价指数88.53%,变异系数 $0.15 < 0.25$ ,受访者普遍没有争议,评分较高,对于植物本身所具有的功能认同和期待。

22)净化空气功能:平均得分4.36,综合评价指数87.20%,变异系数 $0.17 < 0.25$ ,受访者普遍评分较高,普遍对植物的生态功能要求较高。

## 4 研究结论和设计策略分析

### 4.1 研究结论

基于受访者对森林小镇藤蔓景观的相关调研数据,通过统计性分析得知,对森林小镇藤蔓景观的认知度和期望度整体较好,受访者覆盖面较广。在森林小镇藤蔓景观的具体认知上,有些内容需要加强和宣传;受访者的期望度反馈具有正向影响,本课题的营建需要努力为游客提升满意度和体验值,进一步提升森林小镇藤蔓景观的潜在客源,推动区域森林小镇藤蔓景观的发展。

### 4.2 设计策略分析

#### 4.2.1 植物景观构成的设计策略

1)植物品种多样性:针对场所不够优化分类的品种情况,要以每个站点有藤蔓主角为造景前提,即少又精,其次,根据场地地形路坡、绿地配植、园桥遮挡等的需要选取合适的藤蔓品种造景。

2)植物季相丰富度:场所本来单一的季相特点,基于此,藤蔓植物应当常绿、落叶兼顾,观花、观叶、观果、观形尽可能运用,让游客感受到藤蔓景观花色、叶色、果色随季节变换的魅力。

3)空间层次变化度:需将游客视线在场所空间从高引至到低,场地内的建筑为场所空间的高处,藤蔓植物利用本来的建筑墙面和阳台造景,可在新桥站利用实用常绿等藤蔓植物攀附建筑墙面,那丹站和七坡站利用观花类藤蔓植物分别在天台和阳台造

景;高低有致的廊架、景观小品以及篱垣、室内的盆栽运用等可为整个空间的视线中部,而路坡、绿地可为整个空间的视线低处,从这一方面也意味着因造景的需求而利用藤蔓植物的习性特征,也就是木质、草质、藤本及蔓性植物的运用;除此之外,场所空间还有深与近的关系,即将游客由入园引至园内或景观单体由近至远且移步有景。

4)与周围环境协调性:需要在此基础上,特别是针对场地边界围墙、裸露的路坡山坡等不良景观进行合适的配植攀附,以便较好地组合成景观,加强藤蔓植物的运用。

5)区域特色体现:为满足区域特色,顾名思义,应经济、生态,就地取材,利用地域藤蔓资源,使得乡土藤蔓植物占有较大比例,体现当地特色。在广西国有七坡林场7个站点和二十一公里生态廊道中,除了可在7个站点的7种主题藤蔓植物大面积运用之外,其中山石的绿配可采用柔枝黄蝉(*Allemanda cathartica* (Linn. f.) Bhandari)、橡胶紫茉莉(*Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.)等,水边驳岸柔边化可采用耐水湿的探春花(*Jasminum floridum* Bunge.)、鹰爪花(*Artabotrys hexapetalus* (L. f.) Bhandari)等,园路护坡和园桥遮挡可采用观叶观形的扶芳藤(*Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand. - Mazz.)等,园区山坡可以配植念珠藤(*Alyxia fascicularis* Champ. ex Benth.)等,园区绿地地被可植以络石(*Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem.)、蔓长春花(*Vinca major* Linn.)等,大型乔木附着可攀附清明花(*Beaumontia grandiflora* Wall.)、球兰(*Hoya carnosa* (Linn. f.) R. Br.)等,突出其原生、野趣、习性强健特色,尽可能地以乡土藤蔓植物为主。

#### 4.2.2 植物艺术构成设计策略

1)色彩丰富度:藤蔓植物呈现的是季节性时间轴的变换,场地现有的藤蔓品种单一,主要以观叶常绿为主,可以在规划中增加观花类藤蔓如蔷薇科的木香花(*Rosa banksiae* Ait.)、野蔷薇(*Rosa multiflora* Thunb.)和落叶藤蔓,引导游客感知生命变化。

2)色彩调和度:一方面是考虑藤蔓植物不同种之间花色的色彩搭配,考虑相近色系搭配,如在总场考虑紫色系铁线莲(*Clematis florida* Thunb.)和粉色系藤本月季(*Rosa chinensis* Jacq.)的搭配;另一方面,场地内大部分现有建筑白墙可以搭配色彩明艳的藤蔓,在七坡站建筑阳台规划种植叶子花(*Bougainvillea spectabilis* Willd.)、在那丹站红砖墙和深色灰墙则可搭配常绿观叶藤蔓、廊架和景观小品以及山

石的搭配等,也可以此类推。

3)植物形态观赏性:一些藤蔓植物的花、叶、果的形态具有形态观赏价值,游客喜欢这样的藤蔓,在造景时运用就能在花季、果季吸引游客到来;此外还应注意的,对同科同属变种可以进行筛选,避免相似花型叶型出现。

4)植物芳香度:在藤蔓植物的选取中可用部分芳香型品种,以此增加藤蔓景观的多样化,风吹过,清香袭人,别有一番情调,满足不同游客的欣赏角度。

5)种植形式科学性:场所原有的藤蔓植物品种数量少,藤蔓景观规模小,可以在藤蔓景观营造前合理布局、高瞻远瞩,尽可能做到科学布局,以免后期迁种管理不必要的麻烦和维护。

#### 4.2.3 植物文化意蕴的设计策略

1)科研科普价值:对珍贵藤蔓及药用藤蔓进行挂牌并设置二维码,利用网络和实体展示共同实现科普目的,如在二十一公里生态大道行道树攀附扁担藤(*Tetrastigma planicaule* (Hook.) Gagnep.)、新桥站小体量围墙攀附药用藤蔓金银花(*Lonicera japonica* Thunb.),由于不常应用于造景中,配以铭牌解释;场所还应利用康宁站的生态养殖基地、七坡站的特色温室展示区、那琴站的林下养殖基地建立藤蔓植物种质基因库以满足科研人员科学实验研究的需求。

2)场所主题内涵:目前项目地的7个站点均可设置一个主题藤蔓,一种人格化意境赋予一种内涵,一种品种强化一个主题,在此基础上用其他藤蔓植物辅助造景;总场可选用铁线莲,立新站可选用紫藤(*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet),那丹站可选用炮仗花(*Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl.) Miers),七坡站可选用叶子花,康宁站可选用蒜香藤(*Mansoa alliacea* (Lam.) A. H. Gentry),新桥站可选用薜荔(*Ficus pumila* Linn.),那琴站可用禾雀花(*Mucuna birdwoodiana* Tutch.)。

3)文化意境营造:藤蔓植物本身除了自然美之外,还有人们常说的意境美,即人赋予的一种象征,传统园林云“岁寒三友”,将松、梅、竹赋予了君子高洁坚贞的品德;现代的说法更亲民化,紫藤表示迎客,常春藤表示友谊和信任等,如果将这些人格化的藤蔓巧妙应用,则能在场所赋予美的意境,可在立新站点入口处种植紫藤,以示热情好客;可在新桥站点将中华常春藤(*Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis* (Tobl.) Rehd.)与薜荔相配,寓意广西省与各地

人民友谊坚厚长久,欢迎常来。

#### 4.2.4 心理基本需求设计策略

1)心理安全感:应考虑在人多停留的节点尽可能不配植有毒的藤蔓,如大部分夹竹桃科品种的白色汁液有毒,可不予选用或者使之远离人群;对于有钩刺的藤蔓,要有标识牌提示,保证游客特别是带着小孩的家长在旅途中安全放心。

2)景观接纳度:场地重点打造的藤蔓景观和旅游项目要对游客有吸引力,使游客在游玩过程中真切切的欣赏喜欢,乐在其中。

#### 4.2.5 心理感受质量设计策略

1)心情愉悦度:藤蔓景观不仅是主题的展示,还应顺势增加旅游项目,那丹站可在蔬果佳期增设采摘丝瓜、苦瓜、葡萄等日常藤本蔬果的农忙活动,让游客体验劳动,放松身心;七坡站可在多彩花畦增设花田栈道,使游客漫步花海,体味花香,亲近自然。

2)意境感知度:除了部分前文提到的在室外可以利用的常见藤蔓植物人格化意蕴是广知的外,还有一些小体量的藤蔓可以在总场养生会馆里布置盆栽,可种植吊兰(*Chlorophytum comosum* (Thunb.) Baker)、文竹(*Asparagus setaceus* (Kunth) Jessop),增加绿意情调;在新桥站休憩茶吧内的墙柱上布置香草兰(*Vanilla peanigoeia* Ancer),寓意君子的高尚节操,花香伴着缕缕茶香,和品茶的情境贴切契合;通过这些小物件的增设,制造意境氛围,引导游客的情绪、情感和联想。

#### 4.2.6 服务功能质量设计策略

1)旅游标志性:挖掘每个站点各自的景观特色 and 历史文化,将藤蔓植物融于其间,对外加大宣传力度,应花季、果季举行节事活动,提高森林小镇的知名度,尽可能地让游客感受到特别的旅游特征。

2)可停留度:在配植藤蔓植物时,要向游客提供可停留、活动的空间,可根据每个站点的场地特点布置停留空间,加强构筑物、景观小品的建设,对道路、铺装广场进行拓宽,在场地已有的停车场、餐厅、民宿等基础设施上进行藤蔓景观规划。

3)空间导向性:根据场地现有的建筑、基础设施布局进行藤蔓景观营造,有必要时增加廊架、景观小品等,使游客身临其中感受到空间的分隔和导向。

#### 4.2.7 生态功能质量设计策略

1)美化环境功能:在大力进行乔、灌、草绿化的同时,还可利用藤蔓植物营造出新式绿化空间,可利用藤蔓植物对景观小品、假山石进行装饰、点缀,可

(下转第 176 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.026

## 广西商品林采伐法律制度营商环境优化研究

蒋凡<sup>1,2</sup>, 罗掌华<sup>1</sup>, 伍贤旭<sup>3</sup>, 石荣胜<sup>1</sup>, 许明<sup>3</sup>, 王永富<sup>1</sup>

(1. 广西生态工程职业技术学院, 广西柳州 545004; 2. 北京林业大学经济管理学院, 北京 100083;  
3. 广西壮族自治区林业局, 广西南宁 530028)

**摘要:**为优化广西商品林采伐法制营商环境,对广西具有代表性的市县林业局和林业企业进行调研,针对广西商品林采伐法制营商环境存在的林木采伐制度加剧了商品林采伐指标供需不均衡;现林木采伐制度对采伐限额进行面积和蓄积双重限制,对种植水平较高的农户不利;商品林采伐需同时办理采伐许可证和运输证双重审批;租地造林采伐许可证办理困难等问题。提出取消桉树采伐许可限额制度进行试点,尽快推广桉树采伐智能核准制度;将采伐面积作为广西林木采伐指标的限额;取消木材省内运输许可制度;完善租地造林采伐证办理制度,推广租地造林统一合同文本等优化广西商品林采伐法制营商环境的政策建议。

**关键词:**商品林;林木采伐;营商环境;优化

中图分类号:S782.1;S727.1;DF463 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0135-05

引文格式:蒋凡,罗掌华,伍贤旭,等. 广西商品林采伐法律制度营商环境优化研究[J]. 林业调查规划,2019,44(6):135-139.

JIANG Fan, LUO Zhanghua, WU Xianxu, et al. Optimization of Business Environment of Commercial Forest Logging Legal System in Guangxi [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 135-139.

## Optimization of Business Environment of Commercial Forest Logging Legal System in Guangxi

JIANG Fan<sup>1,2</sup>, LUO Zhanghua<sup>1</sup>, WU Xianxu<sup>3</sup>, SHI Rongsheng<sup>1</sup>, XU Ming<sup>3</sup>, WANG Yongfu<sup>1</sup>

(1. Guangxi Eco-engineering Vocational and Technical College, Liuzhou, Guangxi 545004, China;  
2. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;  
3. Guangxi Forestry Bureau, Nanning 530028, China)

**Abstract:** The representative municipal and county-level forestry bureaus and enterprises were investigated to optimize the business environment of commercial forest logging legal system in Guangxi. The current logging system exacerbated the imbalance between the supply and demand of commercial forest logging indicators, had double restrictions on the area and accumulation of logging quota, which was unfavorable to the farmers with higher planting level. The commercial forest logging was approved by both the logging license and the transportation license, and it was difficult to obtain forest logging licenses for afforestation of the leased land. This paper suggested to cancel the quota system of Eucalyptus logging license, popularize the intelligent logging approval system, take the logging area as the quota of Guangxi's

收稿日期:2019-07-25.

基金项目:国家林业局林业软科学研究课题“林业发展与生态文明建设视角下的林业人才队伍建设对策研究”(2017-R16).

第一作者:蒋凡(1984-),男,湖北钟祥人,在读博士,工程师.研究方向:林业营商环境制度优化. Email:jf16896@163.com

责任作者:罗掌华(1969-),男,湖南安化人,研究员.研究方向:林业营商环境优化.

forest logging index, cancel the system of timber transportation license in the province, perfect the system of afforestation license, and promote the unified contract text, which were beneficial to optimize the business environment of commercial forest logging legal system in Guangxi.

**Key words:** commercial forests; forest logging; business environment; optimization

近年来,中央高度重视营商环境建设和优化。2016年公布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(以下简称“规划纲要”)提出,要“完善法治化、国际化、便利化的营商环境”。2017年,习近平总书记在中央财经领导小组第十六次会议上强调指出,要改善投资和市场环境,降低市场运行成本,营造稳定、公平、透明、可预期的营商环境。2018年我国政府工作报告提出:要不断优化营商环境,进一步激发市场主体的活力,提升经济发展的质量。

《规划纲要》把营造优良营商环境的内涵,概括为四个方面:营造高效廉洁的政务环境、公平竞争的市场环境、公正透明的法律政策环境和开放包容的人文环境。法制环境是构成营商环境的重要内容之一,也是政务环境、市场环境、人文环境的有力支撑,公开、公平、公正的法制是营造优良营商环境的最根本、最稳定、最长久的制度保障。<sup>[1]</sup>因此,法制建设是营造优良营商环境的基础性工作。

商品林是我国发展现代林业,保障国土生态安全和维护木材供给安全,建设生态文明建设的重要载体,同时也是满足经济社会发展对木材刚需的物质基础。20世纪80年代以来,我国各级政府采取了一系列有力措施强化商品林木采伐监管,形成了一套较为严格的商品林采伐管理体系,在保护我国森林资源中发挥了重要作用。但随着我国市场经济体制的不断完善,集体林权制度改革后的林业生产关系发生了重大变化,广大林农拥有了林地承包经营权、林木的所有权及处置权。然而,林木采伐管理与落实林农处置权的要求,以及与森林经营的矛盾却日益突出,特别是林木采伐证办理程序复杂、林木权属证明材料获取渠道不畅,林木采伐指标分配不合理,打击了林农和林业企业对森林经营的热情。因此,完善商品林采伐法律制度,对保障我国生态安全和维护木材供给安全,释放林业生产力,实现生态受保护、林农得实惠,促进林业可持续发展等方面具有重要意义。

广西具有得天独厚的光、热、水、土等自然优势,商品林培育有较大的发展空间。经过多年的发展,广西已成为中国面积最大、资源最多、质量最优的木

材战略核心储备基地,也是全国速丰林、人工林面积最大和商品材产量最大的省区。2017年,广西全区活立木蓄积量达到7.75亿 $m^3$ ,木材产量约占全国木材产量的1/3。广西“十三五”期间人工商品林采伐年限额为4109.9万 $m^3$ ,约占全国人工商品林采伐限额总量的28.65%,年商品林采伐限额居全国第一。因此,优化广西商品林采伐制度对保障我国木材供应具有重要的意义。为进一步完善广西商品林采伐公平竞争的市场环境,降低商品林采伐成本,提高商品林采伐运行效率,提升广西林业竞争力,迫切需要对广西商品林采伐法制营商环境进行优化。笔者对广西南宁市、百色市、贵港市等10个有代表性的地级市林业局,横县、田林县、上思县等10个林业大县的林业局以及广西乐林林业开发有限公司、广西横县威林木材市场投资有限公司等10家具有代表性的林业企业进行调研,发现广西商品林采伐法制营商环境存在的主要问题,进一步分析并提出了优化建议。

## 1 国家及广西商品林采伐涉及到的相关法律制度

国家层面的商品林木采伐法律制度主要包括:《中华人民共和国森林法》(主席令6届第17号)、《中华人民共和国森林法实施条例》(令第278号)、《森林采伐更新管理办法》、《国家林业局关于开展森林采伐管理改革试点的通知》(林资发[2008]263号)、《国家林业局关于进一步深化森林采伐管理改革试点工作的通知》(林资发[2010]251号)、《国家林业局关于印发《商品林采伐限额结转管理办法》的通知》(林资发[2011]267号)、《国家林业局关于贯彻落实<国务院批转林业局关于全国“十二五”期间年森林采伐限额审核意见>》(国发[2011]3号)、《国务院关于全国“十三五”期间年森林采伐限额的批复》(国函[2016]32号)等相关文件。

广西壮族自治区级层面的商品林木采伐法律制度主要包括:《广西壮族自治区森林管理办法》、《广西壮族自治区林木采伐管理办法》([2013]16号)、《广西壮族自治区林业厅关于规范“十三五”期省级备用年森林采伐限额追加工作的通知》(桂林政发

[2018]5号)等。

## 2 广西商品林采伐法制营商环境存在的主要问题

### 2.1 现行林木采伐制度加剧了广西集体及个人商品林木采伐指标供需不均衡

《中华人民共和国森林法》(以下简称“森林法”)和《中华人民共和国森林法实施条例》(以下简称“森林法实施条例”)对集体及个人商品林采伐指标制定了原则,并对指标供应实行严格的审批制度。《森林法》第二十九条规定:国家根据用材林的消耗量低于生长量的原则,严格控制森林年采伐量;《森林法实施条例》第二十八条规定:个人所有的林木、集体所有的森林和林木,以县为单位制定年森林采伐限额,并由省、自治区、直辖市人民政府林业行政主管部门汇总、平衡,经本级人民政府审核后,报国务院批准。可见,我国集体及个人商品林采伐指标,首先由林木生长量来限定,且实行了严格的审批制度。

2016年以前,我国商品林采伐限额政策可以结转。国家层面,2011年国务院印发的《国务院批转国家林业局关于全国“十二五”期间年森林采伐限额审核意见的通知》第二条第三款规定:商品林采伐限额年度有结余的,可以在“十二五”期间向以后各年度结转使用;2011年国家林业局印发的《商品林采伐限额结转管理办法》第三条规定:商品林采伐限额结转限于限额执行期内;当年有结余需结转的编限单位应在次年3月底前提出申请,逾期未提出申请的视为放弃。广西壮族自治区级层面,2014年修订的《广西壮族自治区实施〈中华人民共和国森林法〉办法》中第三十一条规定:商品林采伐限额实行五年总控的管理方式;编制年森林采伐限额的单位剩余的年度一般人工用材林采伐限额,经自治区人民政府林业主管部门核实,可以结转下一年度使用;工业原料林实行采伐限额单列;在一个采伐限额执行期内,各森林经营单位当年剩余的采伐限额,经自治区人民政府林业主管部门核实,可以结转使用。2013年《广西壮族自治区林木采伐管理办法》第八条规定:商品林采伐限额年度有结余的,在编限期内可以结转使用。

然而,2016年《国务院关于全国“十三五”期间年森林采伐限额的批复》规定:林木采伐限额要分解落实到限额编制单位,省、市级均不得截留;且不同单位间的采伐限额不得挪用,同一单位各分项目

额不得串换使用;即林木采伐指标不能在不同单位之间调剂,也不能在同一单位上下年度内结转。

2017年广西桉树种植面积达188万 $\text{hm}^2$ ,占全国桉树种植面积的41%;年采伐蓄积2705万 $\text{m}^3$ ,占广西人工商品林年采伐限额的65.8%,占全国人工商品林年采伐限额的18.86%。由于广西桉树种植面积大,轮伐周期短,一旦桉木价格上涨,将有大量的林农及林业企业希望在短期内采伐出售,桉树种植大县的采伐指标需求量将急剧增加,导致林木采伐指标短缺;相反,一旦桉木价格下跌,大量的农户及企事业单位希望桉树继续生长,桉树种植大县的采伐指标需求量迅速减少,导致林木采伐指标又大量剩余。因此,当桉木价格波动较大时,若林木采伐指标不能结转,林木采伐指标的需求量与采伐指标的供给量难以达到平衡。调研中,这类现象在广西横县(2018年商品林林地面积为14万 $\text{hm}^2$ ,其中桉树林地面积约为8.9万 $\text{hm}^2$ ;商品林活立木总蓄积量约760万 $\text{m}^3$ ,而商品林采伐指标仅为87.6万 $\text{m}^3$ )和田林县(2018年商品林林地面积为23.3万 $\text{hm}^2$ ,其中桉树林地面积约为3.8万 $\text{hm}^2$ ;商品林活立木总蓄积量约890万 $\text{m}^3$ ,而商品林采伐指标仅为64.7万 $\text{m}^3$ )比较突出。由于2018年桉木价格较好,两县均在2018年5月就用完了全年的林木采伐指标,若上级不追加林木采伐指标,林农及林业企业的林木采伐只能等到翌年,大大增加了翌年林木采伐指标的供给压力,也给林农及林业企业造成了经济损失。广西田林县为了保证林农及林业企业的林木采伐指标供给公平,采用抽签的方式分配林木采伐指标,而这种方式也只有少部分林农和林业企业能获得采伐指标。现行采伐监管制度加剧了采伐指标供需的不平衡,也会给林农及林业企业造成巨大损失,极大地打击了林农及林业企业发展桉树速丰林的积极性。

### 2.2 现林木采伐制度对采伐限额进行面积和蓄积双重限制,对种植水平较高的农户不利

《森林法》第三十四条规定:国有林业企事业单位申请林木采伐许可证时,须提出伐区调查设计文件;其他单位申请林木采伐许可证时,须提出有关林木采伐的林种、林况、目的、地点、蓄积、面积、方式和更新措施等内容的文件。《森林法实施条例》第三十条规定:申请林木采伐许可证,除应当提交申请采伐林木的所有权证书或者使用权证书外,其他单位还应当提交包括采伐林木的林种、林况、目的、地点、蓄积、面积、蓄方式和更新措施等内容的文件;个人

还应当提交包括采伐林木的地点、树种、株数、蓄积量、面积、更新时间等内容的文件。

上述法律制度对林木采伐量的规定,在广西壮族自治区实际执行过程中同时使用了采伐面积和林木蓄积 2 个指标来控制林木采伐量,导致在林木采伐指标供给不足背景下,对于经营水平较高的农户(比如同一个轮伐期内,单位面积木材出材量远高于平均水平)或者趋向于种植大径材的农户和林业企业(在采伐时需占用的林木蓄积量指标更多)获得林木采伐指标竞争更加激烈。

### 2.3 商品林采伐需同时办理采伐许可证和运输证双重审批,略显冗余

国家和广西壮族自治区对林木采伐后的运输制定了严格的审批制度。《森林法》第三十七条规定:从林区运出木材,必须持有林业主管部门发给的运输证件,国家统一调拨的木材除外;依法取得采伐许可证后,按照许可证的规定采伐的木材,从林区运出时,林业主管部门应当发给运输证件。《森林法实施条例》第三十五条规定:从林区运出非国家统一调拨的木材,必须持有县级以上人民政府林业主管部门核发的木材运输证;木材运输证自木材起运点到终点全程有效,必须随货同行;没有木材运输证的,承运单位和个人不得承运;第三十六条进一步规定:申请木材运输证,应当提交林木采伐许可证或者其他合法来源证明,以及检疫证明。《广西壮族自治区森林管理办法》第四十条以及《广西壮族自治区实施〈中华人民共和国森林法〉办法》第三十六条规定:运输原木、锯材、竹材、木片和自治区人民政府规定的其他木材,必须依法办理运输证件,对无运输证件的,公路、铁路、航运等交通运输部门不得承运。

而《广西壮族自治区林木采伐管理办法》第二十三条第三款规定:林木采伐许可证发放实行一小班一张证,不得多地一证。即一张林木采伐许可证最多只能审批一个小班的林木采伐,而一个小班的林木采伐往往需要开几十份运输证。因此,林木从采伐到运输、出售,不仅需要办理采伐许可证,还需要办理多张与之匹配的木材运输证。由于木材运输是林木采伐后的必经程序(特殊情况除外),而且林木采伐后较少运出省,大多运到就近的木材厂进行加工,现行政策需要同时办理林木采伐许可证和木材运输证,增加了林农和林业企业的行政成本,同时也增加了林木运输监管部门的审批工作量。

### 2.4 租地造林的林木采伐许可证办理困难

各级规范性文件规定对权属不清或有争议的林

木,不得发放林木采伐许可证。《森林法》第十七条第三款规定:在林木、林地权属争议解决以前,任何一方不得砍伐有争议的林木。《广西壮族自治区森林管理办法》第九条第三款规定:在森林、林木、林地权属争议未解决前,争议各方应当维持现状,任何一方不得砍伐有争议的林木,林业主管部门不得发给林木采伐许可证。《广西壮族自治区林木采伐管理办法》第二十四条第一款规定:林木权属不清或有争议不得发放林木采伐许可证。

而《广西壮族自治区林木采伐管理办法》第二十一条第二款规定:申请林木采伐许可证,林木所有者应当提交林木权属证明;采伐集体林地上的林木,应提交全国统一式样的林权证书,没有林权证书的,应提交县级人民政府规定的可以林木权属证明的有效材料。由于广西林权证发放率较低,对于在承包的没有获得林权证的林地上造林,林木采伐时,需要经过在林地所在地的村屯进行公示、村长签字、乡镇林业站再公示等环节作为林木权属证明的有效材料,才能办理采伐证。而这一环节有时会遇到村民、村长及乡镇林业站站长利用这种机会获取各种吃、拿、卡、要等回扣。这一额外的支出,会致使林业大户或林业企业在租用没有林权证的林地上造林、采伐许可证办理方面困难,增加了采伐成本。调研中,某村村民们要求某国有林场租地造林(没有林权证)时每亩租金需从原合同金额 20 元/年涨到 60 元/年,才帮忙签字办理林木采伐许可证,增加了租地造林的采伐生产成本。

## 3 优化广西商品林采伐法制营商环境的政策建议

为进一步完善广西商品林采伐公平竞争的市场环境,降低采伐成本,提高林木采伐效率,提升广西林业竞争力,建议对广西商品林采伐法制营商环境进行优化。

### 3.1 开展取消桉树采伐限额制度试点,尽快推广桉树采伐智能核准制度

①广西作为我国桉树的主产区,桉树采伐指标需求量大,采伐指标占据广西年采伐指标的大部分。因此,取消桉树采伐指标限额,将对保障我国木材供应产生积极影响。②桉树轮伐周期短,采伐时间对林农及林业企业的收益影响较大。因此,取消桉树采伐指标限额,有利于林农及林业企业更好地应对市场风险,减少价格波动造成的损失。③桉木不是木材检疫对象,实践中也较少有执法人员对大量的



桉木实地检疫。为进一步完善广西商品林采伐限额管理制度,深化集体林权制度配套改革,促进森林科学经营和合理利用,建议对取消桉树采伐限额制度进行试点,尽快推广桉树采伐智能核准制度。即桉树种植林农和林业企业通过网上上传相应的材料,如林木采伐申请表、伐区调查设计材料、林地和林木权属证明材料等,由县级以上林业行政管理部门网上审核后,即发放采伐证,但不纳入采伐限额管理;而对广西其他商品林和公益林的采伐,应严格控制限额,以维护国家生态安全。

### 3.2 将采伐面积作为广西林木采伐指标的限额

①从国家宏观调控的角度看,采伐面积作为林木采伐限额比木材蓄积量限额更容易掌控。②为鼓励培育大径材和提高单位面积木材产量,同时延长轮伐周期,减少采伐次数,防止因多次采伐造成水土流失隐患,将采伐面积作为林木采伐指标限额比蓄积量指标限额更有利于商品林经营和生态保护。③仅将面积作为林木采伐指标的限额,可减少林农和林业企业办理采伐证需要提供的材料,同时减少审批单位的审核内容,提高审核效率。因此,建议广西区内除桉树以外的林木采伐,采用林地面积指标作为林木采伐限额。

### 3.3 建议取消木材省内运输许可制度

林木采伐后一般要通过运输到指定位置,因而林木采伐及木材运输具有一定时效性。为简化林农和林业企业办证的手续,建议向国家林业行政主管

部门提议,在广西试点,对于仅在广西区内运输的木材,取消木材运输许可制度;对于跨省或出口运输的木材,按照现行政策执行,应同时办理植物检疫证和木材运输证。

### 3.4 完善租地造林采伐证办理制度,推广租地造林统一合同文本

由于租地造林的单位或个人仅具有林木所有权,为能更加简便地提供申请办理林木采伐许可证所需的权属证明材料,同时防止错采、盗伐、权力寻租等行为,建议在全区推广统一规范的租地造林合同,并在县级林业行政主管部门登记备案,在申请林木采伐时,将该租地造林合同作为林地使用权权属证明,以解决未取得林权证的租地造林林木权属证明问题,消除因村民、村长及乡镇林业站存在吃、拿、卡、要造成的额外费用支出,降低林木采伐成本。

### 参考文献:

- [1] 李洪雷. 营商环境优化的行政法治保障[J]. 重庆社会科学, 2019(2): 17-25.
- [2] 王群. 林木采伐权的法律问题探讨[J]. 林业科学, 2009, 45(5): 132-136.
- [3] 冯宗科. 商品林木采伐管理制度对森林经营的影响[J]. 现代园艺, 2015(6): 227-229.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 122 页)

- [11] 王献,郭英,田朝阳. 郑州市道路绿化分析、评价及模式构建[J]. 中国园林, 2017(5): 80-85.
- [12] KAPLAN R, KAPLAN S. The Experience of Nature: A Psychological Perspective [M]. Cambridge UK: Cambridge University, 1989.
- [13] JAMES R, CLARKAND, NELDA P, et al. A model of urban forest sustainability: application to cities in the United States [J]. Journal of Arboriculture, 1998, 24(2): 17-39.
- [14] 成夏岚,陈红锋,陈慧桃. 湛江城区行道树的结构特征研究[J]. 中国园林, 2017(3): 67-70.
- [15] 金荷仙. 试论杭州市行道树的选择与配植[J]. 北京林业大学学报, 2001(S2): 100-102.
- [16] 朱学南,应求是,冯有林,等. 常绿与落叶行道树冬季环境效应比较[J]. 浙江林学院学报, 2002(4): 399-402.
- [17] 张喆. 基于公众响应评价的森林色彩特征及其影响研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2017.
- [18] 王迪生. 基于生物量计测的北京城区园林绿地净碳储量研究[D]. 北京:北京林业大学, 2010.
- [19] 韩阳瑞,卢杰,庄宸,等. 苏州市平江区行道树应用现状及分析[J]. 江苏林业科技, 2014(1): 27-29.
- [20] 李淑凤. 北京公园绿地中的植物配置[J]. 中国园林, 1995(3): 34-39.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.027

## 北京小西山资源植物现状及其发展对策研究

金莹杉<sup>1</sup>, 马润国<sup>2</sup>, 周晓东<sup>1</sup>

(1. 北京市西山试验林场, 北京 100093; 2. 北京丹青园林绿化有限公司, 北京 10093)

**摘要:**以北京小西山资源植物为研究对象,对该区资源植物种类及分布状况进行调查,分析植物区系组成,将该区资源植物划分为食用类植物、药用植物、保护和改造环境植物、野生观赏植物、森林文化植物5种类型,对各类型资源植物的具体组成特征进行分析,指出资源植物利用现状问题:对资源植物的潜在价值认识不深,对特色资源植物生境的保护意识不够,利用形式单一,缺乏系统利用,人为干扰严重。提出建立资源植物数据库,实行资源植物动态监测机制,确立资源植物保护以生境保护为先的整体保护理念,与森林多功能利用相结合,统筹发展资源植物,与森林文化建设相结合,突出地方资源植物特色等资源植物保护与利用建议。

**关键词:**资源植物;区系组成;类型划分;保护与利用;多功能森林;森林文化

中图分类号:S718.521.2;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0140-04

引文格式:金莹杉,马润国,周晓东.北京小西山资源植物现状及其发展对策研究[J].林业调查规划,2019,44(6):140-143,202.

JIN Yingshan, MA Runguo, ZHOU Xiaodong. Present Situation and Development Strategy of Resource Plants in Xiaoxishan Mountain of Beijing[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 140-143, 202.

### Present Situation and Development Strategy of Resource Plants in Xiaoxishan Mountain of Beijing

JIN Yingshan<sup>1</sup>, MA Runguo<sup>2</sup>, ZHOU Xiaodong<sup>1</sup>

(1. Xishan Experimental Forest Farm, Beijing 100093, China; 2. Beijing Danqing Landscaping Co., Ltd, Beijing 100093, China)

**Abstract:** The species and distribution of resource plants in Xiaoxishan mountain were investigated, and the floristic composition was analyzed. The resource plants in the area were divided into five types: edible plants, medicinal plants, plants for environmental protection and transformation, wild ornamental plants and forest cultural plants, which were analyzed from the specific composition characteristics. The status problems of resource plants utilization were that the potential value of plants was not well understood, the protection awareness of the habitat of characteristic plants was not enough, the utilization form was single, the systematic utilization was lack, and the human interference was serious. It was suggested to construct the database and the dynamic monitoring mechanism of resource plants, establish the overall protection concept based on habitat protection, combine with the multi-functional utilization of forest, coordinate the development of plant resource, combine with the construction of forest culture, and highlight the characteristics of local resource plants.

收稿日期:2019-04-29.

第一作者:金莹杉(1977-),女,博士,高级工程师.主要研究方向为森林多功能经营、城市森林.

**Key words:** resource plants; floristic composition; type classification; protection and utilization; multi-functional forest; forest culture

小西山位于北京城区西北近郊,属太行山脉北端,山脉主脉自东北向西南延伸,支脉由中部向西北、西南延伸,构成了单独的小西山山系,被称为距离北京城区最近的自然森林群落。区内层峦叠嶂、森林类型多样,自然和人文景观丰富,是京西北重要的生态屏障,同时构成了西山永定河文化带的重要腹地,是森林生态、景观、文化多功能利用的典型代表。丰富的植物资源是小西山地区森林多功能利用的基底和根本,精准掌握森林植物资源现状,对于促进小西山森林群落的可持续发展,确保森林多功能效益的稳定高效发挥具有重要作用。为此,20世纪90年代路端正等对小西山维管束植物进行了系统调查并形成了完整的植物名录<sup>[1]</sup>,阎海平等则对小西山植物区系构成进行了初步分析<sup>[2]</sup>,但截至目前还未见对小西山资源植物系统全面的报道。资源植物是指被人类直接或间接利用的一切植物的总称<sup>[3]</sup>。从资源植物的角度对小西山森林植被进行相关研究,是促进森林多功能效益高效精准发挥的重要基础。本研究的开展对于摸清植物资源家底,因地制宜地保护和利用植物资源,保障森林多功能效益的高效发挥具有重要的现实意义。

## 1 研究区概况

研究区位于北京市西山试验林场(下文简称西山林场),位于北京市西郊五环路的外缘,地跨海淀、石景山和门头沟3个行政区,与香山、八大处、植物园等公园相邻。该区属于低山区,一般海拔在300~400 m,最高峰海拔800 m,最低山脚线海拔100 m左右。其平均坡度 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ,主脉的阴坡较陡,一般在 $30^{\circ}$ 以上,阳坡较缓。

气候属温带大陆性季风气候类型,夏季干旱多风,年均降水量500 mm左右,大部分集中于7—8月份,占全年降水量的70%左右。

土壤母岩种类多,其中以硬砂岩为主,约占70%,多分布在主脉大梁的中心部,其次为辉绿岩,约占15%,多分布在西北支脉,其余为软砂岩,页岩和砾岩。

土壤属于山地褐色土,其中主要种类有淋溶褐色土,典型褐色土和盐酸褐色土。

对象区森林覆盖率为93.20%,林木绿化率为98.91%。

## 2 研究方法

主要研究方法包括植物物种调查、相关文献资料查询。

植物物种调查于2014年开展,调查对象为北京市西山试验林场营林区全部植物物种,植物物种调查采用线路调查记录与标本收集相结合的方法。对国家和北京市重点保护植物进行GPS定位和数量统计,开展生态环境和受威胁程度调查。采集和鉴定植物标本150余份,拍摄植物图片3000余张。

基于植物物种调查结果,结合小西山植物物种研究相关文献收集结果,对小西山资源植物进行全面分析。主要分析内容包括小西山植物区系组成、资源植物类型划分、各资源植物类型具体组成、资源植物利用现状分析。最后对小西山资源植物保护与利用提出建议。

## 3 植物区系组成

小西山资源植物共有维管束植物442种18变种1变型,隶属于82科264属。其中:蕨类植物7科7属10种,裸子植物2科6属6种,被子植物73科251属426种18变种1变型。

植物科的组成以菊科、豆科、禾本科最多,主要为温带属成分。本区单种属、寡种属占大多数,维管束植物中单种属数量达165个,占总属数62.5%,种数占总维管束植物种数的37.3%,植物区系起源具一定的古老性。

生活型组成以多年生草本最多,有234种,占52.9%;1~2年生草本104种,占23.53%;灌木59种,占13.35%;乔木种类较少,为41种,占9.28%。

根据吴征镒<sup>[4]</sup>的中国种子植物区系划分,本区全部15种分布类型均具备,植物分布类型多样,地理成分较为复杂。本区内北温带分布属最多,其次为世界分布属,泛热带分布属数居第三。

## 4 资源植物类型划分

研究区植物群落的主要功能定位为稳定生态、景观游憩及文化普及,而该区属于华北石质山区,相对瘠薄的立地条件是限制植物生长的重要因子。因此,资源植物类型的划分以改善立地及生长环境、利

于景观及文化利用、利于生态稳定为基本原则,基于小西山植物区系研究结果,筛选出本区主要资源植物,将其统计、归类为食用类植物、药用植物、保护和改造环境植物、野生观赏植物、森林文化植物 5 个类型,为合理开发利用和保护本区植物资源提供参考。

## 5 主要资源植物类型概述

### 5.1 食用类植物

食用类植物主要分为人类食用及饲用两大类。其中,食用类植物中用作食物、饮料、调味品的食用植物有 127 种,科属组成较为分散。食用部位以嫩茎叶和果实为主,其中嫩茎叶占食用植物的 43.6%,其次为果实利用,占 33.3%,较少为嫩叶、幼苗的利用,极少根系利用。在生活型组成上,草本植物占 25%、灌木占 5%、乔木占 8%、藤本植物占 1%。有桔梗(*Platycodon grandiflorus*)、白榆(*Ulmus pumila*)、酸模(*Rumex spp.*)、大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、山杏(*Prunus sibirica*)、山楂(*Crataegus pinnatifida*)、藜(*Chenopodium album*)、猪毛菜(*Salsola collina*)、薄荷(*Mentha haplocalyx*)、车前(*Plantago asiatica*)、蒲公英(*Taraxacum officinale*)等。

能够被家畜家禽和野生植食性动物食用的植物众多,分布极广,所有植物均可被取食不同部位饲用,主要为禾本科、豆科、菊科等植物。只有少数有毒和纤维粗硬的除外。主要饲用植物有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、野大豆(*Glycine soja*)、米口袋(*Gueldenstaedtia multiflora*)、大油芒(*Spodiopogon sibiricus*)、野青茅(*Calamagrostis arundinacea*)、菝葜(*Arthraxon hispidus*)等。

### 5.2 药用植物

区内药用植物种类繁多,适于药用的植物约有 302 种,科属组成较为分散,生活型组成以草本最多,约占总数的 79.7%,其次为灌木和乔木。主要药用利用部位为根系及全草利用,根系利用植物种和全草利用植物种分别占药用植物总种数的 32.4%和 25.4%。

比较常见的药用植物主要有防风(*Saposhnikovia divaricata*)、苍术(*Atractylodes lancea*)、蒲公英(*Taraxacum officinale*)、紫花地丁(*Viola philippica*)、车前(*Plantago asiatica*)、玉竹(*Polygonatum odoratum*)、西伯利亚远志(*Polygala sibirica*)、桔梗(*Platycodon grandiflorus*)、白首乌(*Cynanchum bungei*)、益母草(*Leonurus heterophyllus*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)、蝙蝠葛(*Menispermum dahuricum*)、白屈菜

(*Chelidonium majus*)、龙牙草(*Agrimonia pilosa*)、毛茛(*Ranunculus japonicus*)、北柴胡(*Bupleurum chinense*)、知母(*Anemarrhena asphodeloides*)、祁洲漏芦(*Rhaponticum uniflorum*)等。

### 5.3 保护和改造环境植物

此类植物主要包括一些固氮类植物和立地条件指示类植物。

固氮类植物全部为豆科植物,共 38 种,代表植物有杭子梢(*Campylotropis macrocarpa*)、北京锦鸡儿(*Caragana pekinensis*)、草木樨状黄芪(*Astragalus melilotoides*)、鸡眼草(*Kummerowia stipulacea*)等。区内暂未发现非豆科固氮植物。

立地条件指示类植物科属组成比较分散,区内常见土壤指示代表植物有葎草(*Humulus scandens*)、华北蹄盖蕨(*Athyrium nipponicum*)、照山白(*Rhododendron micranthum*)等;气候指示代表植物有五角枫(*Acer mono*);大气指示代表植物有小叶白蜡(*Fraxinus bungeana*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、银杏(*Ginkgo biloba L.*)等。

### 5.4 野生观赏植物

区内野生花卉资源十分丰富,约有 200 多种。具有观果价值的植物有构树(*Broussonetia papyrifera*)、孩儿拳头(*Grewia biloba var. parviflora*)、山楂叶悬钩子(*Rubus crataegifolius*)、欧李(*Prunus humilis*)、接骨木(*Sambucus williamsii Hance*)、野海茄(*Solanum japonense*)等;观花价值高,且可用于庭院美化的植物有白头翁(*Pulsatilla chinensis*)、石竹(*Dianthus chinensis*)、照山白(*Rhododendron micranthum*)、薄皮木(*Leptoder misoblonga*)、小红菊(*Den-dranthe machanetii*)、桔梗(*Platycodon grandiflorus*)、翠雀(*Delphinium grandiflorum*)、山丹(*Lilia pumilum*)等;观叶类植物有黄栌(*Cotinus coggygia*)、五角枫(*Acer truncatum*)、槲树(*Quercus dentata Thunb.*)、槲栎(*Quercus aliena*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、栾树(*Koelreuteria paniculata*)等。

### 5.5 森林文化植物

森林文化植物是与宗教祭祀、民俗礼仪、精神崇拜等有关的植物。小西山森林文化植物主要集中在寺院园林植物、礼仪植物、形意植物 3 种类型。其中,主要寺院园林植物有紫薇(*Lagerstroemia indica L.*)、银杏(*Ginkgo biloba L.*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、暴马丁香(*Syringa reticulata*)、紫丁香(*Syringa oblata Lindl.*)等;礼仪植物有月季(*Rosa chinensis*)、芍药(*Paeonia lacti-*

*flora* Pall.)、牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.);形意植物有紫藤(*Wisteria sinensis*)、西府海棠(*Malus micromalus*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)、金银忍冬(*Lonicera maackii*)、山桃(*Prunus davidiana*)、山杏(*Prunus armeniaca* var. *ansu*)、小叶鼠李(*Rhamnus davurica*)、六道木(*Abelia biflora*)等。物种种类较少,总体组成上,栽培种多、乡土种较少,灌木本多、乔木少,集中分布在林内寺庙遗址周边及森林公园中心景区内。在文化内涵挖掘上还不够深入,特别是对山桃、山杏等具有潜力的乡土乔木树种文化内涵挖掘不够。

## 6 资源植物利用现状分析

### 6.1 对资源植物的潜在价值认识不深

多年来,从资源保护利用的角度对区内植物的研究及总结较少,对资源植物的潜在价值认识不深,缺乏对资源植物的系统培育和利用。导致在森林资源管理过程中,对一些具有发展前途的乡土资源植物特别是灌木、草本植物的潜在价值重视不够或利用不当的情况出现,不利于森林生态系统多功能的有效发挥。如对象区为华北典型石质山区,立地条件不甚理想,土地相对瘠薄,因此,挖掘固氮植物等资源植物优势对于立地条件的改善具有一定的现实意义,但目前区内对此类植物的利用探索仍属空白,仅有的一些固氮植物组成也比较单一,分布较分散,不利于利用。

### 6.2 对特色资源植物生境的保护意识不够

部分资源植物需在特定的环境下才能生存,一旦某些关键的环境因子发生改变,将对其生存产生毁灭性的影响<sup>[5]</sup>。多年来对资源植物的保护缺乏类型化和系统化,关注点多在单纯性地减少游客采摘破坏上,未精准到具体种对具体特殊生境的具体需求和具体的影响因子上,对关键因子的把握还远远不够,未做到因地制宜和高效率地对资源植物具体生境进行系统、体系化保护。

### 6.3 资源植物利用形式单一,缺乏系统利用。

区内资源植物种类丰富、类型多样,但利用形式极其单一。在观赏价值利用方面有所涉及,其他利用形式很少;对乡土资源植物观赏价值利用程度低,特别是对灌木、草本植物应用开发少,对乔木利用也主要集中在黄栌、元宝枫等彩叶树种上;利用方式上缺乏整体的统一规划和利用。

### 6.4 人为干扰严重

小西山位于大西山前山脸,属于浅山区,做为距

离北京城区最近的城市森林,随着绿色生活方式的深入人心,多年来游客人数与日俱增,对该区资源植物的人为干扰也日益严重。对植物种质资源的人为干扰影响主要表现在一些药用和食用植物资源上。如穿山龙(*Dioscorea nipponica*)、柴胡(*Bupleurum chinense*)等药用植物和栎树(*Koelreuteria paniculata*)、榆树(*Ulmus pumila* L.)、蒙桑(*Morus mongolica*)等食用植物。导致部分植物数量骤减,特别是草本药用植物;存在乔木树体遭严重破坏、生长势减弱甚至出现枯死现象。

## 7 资源植物保护与利用建议

### 7.1 建立资源植物数据库,实行资源植物动态监测机制

根据详细的资源植物调查结果,建立资源植物数据库,为精确掌握资源植物的组成特点、分布格局、利用形式和方法提供基础数据和决策依据。实行资源植物动态监测机制,定期进行资源植物生境调查、物种调查、生长状况调查,实时掌握资源植物整体发展动态,为资源植物群落稳定高质量发展提供保障。

### 7.2 确立资源植物保护以生境保护为先的整体保护理念

建立生态系统保护的理念,以生境保护为基本着眼点,实现以植物群落系统稳定发展,确保资源植物个体的高质量发展的同时,加强宣传、减少人为干扰,确保生境保护成果的可持续发展。

### 7.3 与森林多功能利用相结合,统筹发展资源植物

资源植物的利用保护与森林多功能利用紧密结合,探索与不同森林功能类型相对应的资源植物培育保护和利用模式,做到资源植物利用效率的精准提升。以乡土保护和改造环境植物类型为主建立森林生态功能资源植物培育保护及利用模式;以野生观赏植物类型为主建立森林景观功能资源植物培育保护及利用模式;以食用类植物、药用植物、森林文化植物类型为主建立森林文化功能资源培育保护及利用模式。

### 7.4 与森林文化建设相结合,突出地方资源植物特色

在深入掌握森林文化植物的生物学特性、生境需求特点的基础上,进一步挖掘森林文化植物的文化内涵。一方面,以现有小西山书院文化建设为载体,发展寺院园林植物,同时,以山桃、山杏等乡土森

(下转第202页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.028

## “临1号”草果优良家系的选育研究

李秀君, 杨建荣, 万晓丽, 樊绍光  
(临沧市林业科学院, 云南 临沧 677000)

**摘要:**通过初选、复选、决选, 确定“临1号”草果优良家系, 以地方老品种家系为对照, 对其进行遗传测定试验。结果表明:“临1号”草果优良家系良种种植的产量和产值分别是地方老品种的285%和300%, 干草果挥发油含量是地方老品种的250%, 具有产量高, 品质好, 抗病、抗逆性强, 且连年丰产等特点, 适合具备水湿条件的林下区域大面积推广种植。

**关键词:**“临1号”草果; 优良家系; 选育; 遗传测定; 产量; 产值; 生长情况; 挥发油含量

中图分类号: S722.33; S573.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0144-04

**引文格式:**李秀君, 杨建荣, 万晓丽, 等. “临1号”草果优良家系的选育研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 144-147, 181.

LI Xiujun, YANG Jianrong, WAN Xiaoli, et al. Selection and Breeding of “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* Superior Family [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 144-147, 181.

### Selection and Breeding of “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* Superior Family

LI Xiujun, YANG Jianrong, WAN Xiaoli, FAN Shaoguang  
(Lincang Academy of Forestry, Lincang, Yunnan 677000, China)

**Abstract:** The primary selection, re-selection and final selection determined the superior family of “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* which was carried out the genetic test with the old native varieties as the control. The results showed that the yield and output value of “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* superior family were 285% and 300% of the native old varieties respectively, and the content of volatile oil in dried fruit was 250% of the native old varieties, indicating that this superior family had the characteristics of good quality, strong disease resistance and stress resistance, and high yield in successive years, and was suitable for large-scale planting in forest areas with water and humidity conditions.

**Key words:** “Lin No. 1” *Amomum tsaoko*; superior family; selection and breeding; genetic test; yield; output value; growth status; volatile oil content

草果 (*Amomum tsaoko* Crevost et Lemaire) 为姜科豆蔻属植物, 又名草果仁、草果子。在我国主要生长于广西、云南、福建、贵州等省区, 是亚热带山区常绿阔叶林下生长的一种重要经济作物。其果实含挥发油, 有特异的香辛气味, 在中药上有广泛的用途。

具有燥湿健脾, 除痰截疟的功能, 主治脘腹胀满, 反胃呕吐, 食积疟疾等症。许多中成药配方如透骨搜风丸、益肾丸、开郁舒肝丸、宽胸利膈丸、洁白丸等均含草果。此外草果还是烹饪佐料上品, 广泛作为食品加工调味香料, 被人们誉为食品调味中的“五香”。

收稿日期: 2019-04-29.

第一作者: 李秀君 (1974-), 女, 河南太康人, 高级工程师。主要从事森林培育和林业技术推广等工作。

责任作者: 杨建荣 (1970-), 男, 云南云县人, 正高级工程师。主要从事林业科技研究与推广工作。

之一”<sup>[1]</sup>。

为更好地把林下草果产业做强做大,全面推广优良品种,让山区更多的百姓走上致富之路,临沧市林业科学院开展了林下草果优良家系的选育工作。

## 1 选育过程

### 1.1 选育技术路线

草果优良家系的选育技术路线见图 1。

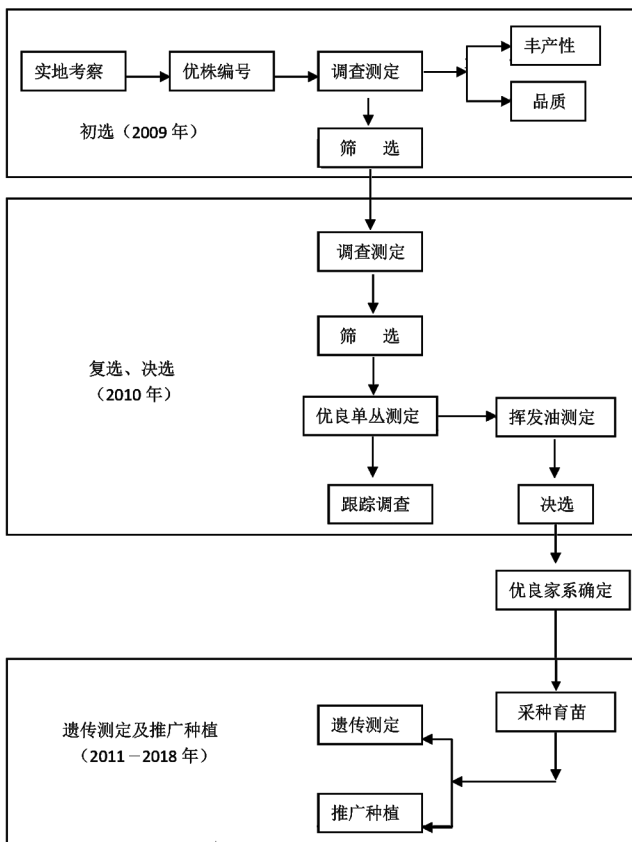


图 1 草果优良家系选育技术路线

Fig. 1 Breeding technology route of *Amomum tsaoko* superior family

### 1.2 选育指标

#### 1.2.1 初选

在林下种植草果种群中选择生长健壮,叶片生长茂盛,无病虫害危害,每丛株数在 50 株以上,单丛果穗数在 35 束以上,平均单穗鲜果重在 0.5 kg 以上,平均地径在 3.5 cm 以上,鲜果颜色鲜亮、饱满、大小均匀的植株。共初选出 5 丛优良单株。

#### 1.2.2 复选

在初选的基础上,每年对初选出的 5 丛优良单株进行萌发株数量,开花、结果情况,抗性等生长情况的调查。

#### 1.2.3 决选

在复选的基础上,通过对优良单株萌生枝数量、生长量、开花、结果束数量、果大小、均匀度、抗性等方面的复查及干果挥发油含量检测,选择了一个产量最高、品质最优良的单丛 2 号试验品种作为家系母本,决选出“临 1 号”草果优良家系(表 1)。

### 1.3 选育过程

2009 年临沧市林业技术推广站在临沧市镇康县木场乡木场村进行草果优良单株初选,2009 年 3—11 月进行实地考察和核实植株结构、开花结果习性、生长环境、植物学特性等,对入选的优株进行编号和标记,共初选出 5 丛优良单株。

“临 1 号”草果优良家系母本为草果实生优良单株。生长于临沧市镇康县木场乡木场村独水井组老王寨山,坡向为东坡,海拔 2 012 m,林龄 8 a,每丛有 62 个单株,平均丛高 3.14 m,平均地径 3.62 cm,平均果高 4.24 cm,平均果径 2.56 cm,单丛果穗数 46 束,单穗结果 33 个,平均果穗重 0.59 kg,单丛产量 27.14 kg。花期 4—6 月,花黄色,蒴果长圆形,果期 7—11 月,成熟时紫红色。该家系具有丛体生长旺、丰产、果大、果实优质和抗性强等特点,具有很好

表 1 草果初选优良单丛情况

Tab. 1 Superior individuals of *Amomum tsaoko* in primary selection

编号	平均高 /m	平均地径 /cm	每丛株数 /株	果形	果色	平均果高 /cm	平均果径 /cm	单丛果穗数 /束	单穗果数 /个	平均果穗重 /kg
1	2.96	3.61	57	近球形	紫色	3.9	3.4	38	30	0.52
2	3.14	3.62	62	长圆形	紫红色	4.24	2.56	46	33	0.59
3	3.05	3.53	58	纺锤形	朱砂红	4.66	2.6	37	32	0.51
4	3.11	3.56	56	长圆形	紫红色	4.21	2.54	42	31	0.54
5	2.93	3.58	54	近球形	紫色	3.6	3.3	39	29	0.55

的推广和应用价值。

#### 1.4 遗传测定

##### 1.4.1 遗传测定的基本情况

2009年1月—2018年9月分别在镇康县木场乡木场村上寨一组、独水井组大沟洼子、芹菜塘村小旺地间组等3个不同海拔和位置点进行种植,开展与地方老品种的栽培对照试验,从产量、产值和稳定性方面进行对比。

##### 1.4.2 遗传测定试验设计

试验设计采用简单对比试验,试验家系共2个,以地方老品种家系为对照,对照参试家系数量1个。种植株行距2.5 m×2.5 m。

观测指标包括物候指标(发芽期、展叶期、开花期、坐果期、采收期)、生长指标(茎秆、叶片、果实)、产量、品质、抗性等。

观测方法:物候指标通过日常观测记录“临1号”草果优良家系的生长发育规律,生长指标、产量、品质等通过游标卡尺、电子秤等仪器测定,抗性通过对比分析。

2010年选定优良单丛后,采用2号优良单丛用种子繁育方式进行繁殖10万株。2011年7月,选择生长健壮的种苗进行试验种植,实际种植苗木为11 700株,分别在3个地点种植,镇康县木场乡木场村上寨一组3 900株,独水井组大沟洼子3 900株,芹菜塘村小旺地间组3 900株,对照种植均采用地方老品种。从种植后第4年开始,每个点和对照分别随机选择30丛进行测产,连续测产4年(2015—

2018年),得出试验结果。

##### 1.4.3 测定结果

物候指标:11月—翌年3月萌发花芽、枝芽,2—4月抽穗和萌芽,4月初—6月中旬开花,5月下旬坐果,6月中旬—8月果实膨大期,9—10月果实营养和芳香积累,10—11月收果。

生长指标:“临1号”草果优良家系丛高2.8~3.8 m,叶长34~105 cm,叶宽13~24 cm,芽肥大,花黄色,果实紫红色、长圆形,果实饱满,平均果径达2.56 cm。

结实及产量指标:“临1号”草果优良家系平均丛高3.13 m,平均冠幅4.1 m,平均地径3.52 cm,种植第3年初花挂果,种植第4年投产,6年可进入丰产,以后产量逐年增加,8年后稳定。平均果高4.24 cm,果径2.56 cm,单果重16.3 g,果束高14.7 cm、宽11 cm,单穗果实33个,果穗重0.41 kg,单丛果穗15束,单丛产鲜果6.15 kg,平均亩产鲜果615 kg。干草果挥发油含量4.86 mL/100 g。

地方老品种(对照):草果平均丛高2.74 m,平均冠幅3.62 m,地径3.3 cm,果高3.7 cm,果径2.25 cm,单果重12.94 g,果束高12.5 cm、宽10.2 cm,平均单穗果实17个,果穗重0.24 kg,单丛果穗9束,单丛重量2.16 kg,平均亩产鲜果216 kg。销售价格低于优良品种1元/kg。干草果挥发油含量1.94 mL/100 g。

“临1号”草果优良家系生长情况见表2,结实及产量情况见表3。

表 2 6年生“临1号”草果优良家系生长情况

Tab. 2 Growth status of 6-year-old “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* superior family

地点	平均单丛 萌生枝数 /枝	增长率 /%	平均 丛高 /m	增长率 /%	平均 地径 /cm	增长率 /%	平均 果高 /cm	增长率 /%	平均 果径 /cm	增长率 /%
木场村上寨一组	35	105.9	3.07	12	3.42	3.6	4.21	13.8	2.53	12.4
木场村独水井组	39	129.4	3.15	15	3.53	7.0	4.25	14.9	2.57	14.2
芹菜塘村小旺地间组	37	117.6	3.17	15.7	3.61	9.4	4.26	15.1	2.58	14.7
平均	37	117.6	3.13	14.2	3.52	6.7	4.24	14.6	2.56	13.8
对照	17		2.74		3.3		3.7		2.25	

从表2看出,6年生“临1号”草果优良家系平均单丛萌生枝数、丛高、地径、果高、果径分别超过对照117.6%、14.2%、6.7%、14.6%、13.8%。

从表3看出,6年生“临1号”草果优良家系平均单穗果数、单果重、单丛果穗数、果穗重、亩产鲜果

量分别超过对照94.1%、25.6%、66.7%、70.8%、185%。产量和产值分别是地方老品种的285%和300%,干草果挥发油含量是地方老品种的250%。

“临1号”草果优良家系植株生长旺盛、草果产量高、品质优,表现出良好的丰产性和抗性。通过苗



表 3 6 年生“临 1 号”草果优良家系结实及产量情况

Tab. 3 Growth and yield of 6-year-old “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* superior family

地点	单穗果数 / 个	增长率 / %	平均单果重 / kg	增长率 / %	单丛果穗数 / 束	增长率 / %	平均果穗重 / kg	增长率 / %	平均亩产鲜果 / kg	增长率 / %
木场村上寨一组	32	88.2	15.7	21.3	15	66.7	0.407	69.6	610.5	183
木场村独水井组	33	94.1	16.4	26.7	15	66.7	0.411	71.2	616.5	185
芹菜塘村小旺地间组	34	100	16.8	29.8	15	66.7	0.412	71.7	618	186
平均	33	94.1	16.3	25.6	15	66.7	0.41	70.8	615	185
对照	17		12.94		9		0.24		216	

期、种植初期生长情况、初产期和丰产期产量调查及数据分析,生长性状和遗传性状体现了母株的优良品质。

## 2 “临 1 号”草果优良家系植物学特性

“临 1 号”草果优良家系植株呈直立状,顶端稍弯,平均丛高 3.13 m,最高可达 3.8 m,平均地径 3.52 cm,每丛有 16~65 个单株。每个单株有叶 11~13 片,叶片椭圆形,长 34~105 cm,宽 13~24 cm,先端渐尖,基部渐狭,穗状花序从根茎抽出,卵形或长圆形,长 10~17 cm;花期 4—6 月,每一花序有 45~80 朵花,花冠黄色;果实成熟期 10—11 月,蒴果长圆形,果大,饱满,密集,紫红色,长 3~5 cm,直径 2~3 cm,种子易取,食味香纯。其特性是植株生长好,发苗能力强,芽苞较大,单株抽穗 1~3 穗,根系发达,产量高,品质好,无病虫害,抗逆性强。

## 3 “临 1 号”草果优良家系物候特征

“临 1 号”草果优良家系为多年生草本植物,植株全年均能生长,植株 1 年开花结果 1 季,其物候特征见表 4。

## 4 栽培技术要点

### 4.1 种植地选择

选择地势平缓、土层深厚、肥沃疏松、排水良好、富含腐殖质的砂质壤土以及阴湿的地块作为种植地<sup>[1]</sup>。在海拔 1 400~2 200 m、年均温 16~19℃、光照强度 30%~50%<sup>[6]</sup>、年降水量 1 200 mm 以上、空气湿度 75%以上,干季挖开土壤要很潮湿的地方才能种,最好在有长流水的地方种植<sup>[2]</sup>。

### 4.2 繁殖技术要点

11 月份果实充分成熟、果皮呈紫红色时采收,

表 4 “临 1 号”草果优良家系物候特征

Tab. 4 Phenological characteristics of “Lin No. 1” *Amomum tsaoko* superior family

物候	指标
抽笋期	匍匐茎开始生长到抽笋,历期 122~165 d;全年均可抽笋,但以 3—5 月份为抽笋盛期
植株生长期	成笋到出现顶叶,历期 380~421 d,全年均能生长
茎秆生长期	茎秆生长到茎秆死亡,历期 650~845 d,全年均有死亡
花芽分化期	当年 10 月份到翌年 1 月份花芽开始分化,3 月中旬花芽开始明显生长,4 月初到 6 月中旬花蕾露白,历期 60~75 d
孕蕾期	4 月初到 5 月下旬,从花蕾露白到花序第一朵花绽放,历期 10~15 d
开花期	4 月初到 6 月中旬,持续 75~90 d,盛花期为 5 月上旬至 5 月底
幼果形成期	5 月下旬至 7 月初,从授粉结果到果实基本定型,盛期为 6 月初到 6 月下旬,历期 32~36 d
果实成熟期	7 月下旬到 10 月下旬,果实基本定型到果实完全成熟,历期 65~68 d
植株衰老期	从出现顶叶到地上部分枯死,历期 202~270 d,全年各时期均有枯死

剥去外果皮,取出种子团,用草木灰搓散种子团和外层的果肉及胶质后播种,条播,行距 6 cm、株距 2 cm 点播种子,播后均匀、薄薄地覆盖 1 层细土,并用遮荫网遮荫,追施草木灰和腐熟的畜肥,经培育 1~2 年,苗高 25~45 cm,可出圃定植<sup>[3]</sup>。

### 4.3 栽培技术要点

6—7 月雨季初期种植,行距为 2~2.5 m,株距为 2~2.5 m,每亩种植 106~166 塘,每塘 2 苗。植穴规格为 0.5 m×0.5 m×0.3 m。在定植时,将种苗的匍匐茎向下或水平放置,使新生匍匐茎上的芽

(下转第 181 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.029

## PEG模拟干旱胁迫对3个品种大叶醉鱼草 种子萌发的影响研究

徐芳<sup>1</sup>, 蒋汶江<sup>1</sup>, 刘昆<sup>1</sup>, 李叶芳<sup>2</sup>

(1. 云南交投市政园林工程有限公司, 云南 昆明 650031; 2. 云南农业大学园林园艺学院, 云南 昆明 650021)

**摘要:**为研究干旱胁迫对大叶醉鱼草种子萌发的影响, 试验设计5%、10%、15%、20%、25%、30% 5个浓度梯度的PEG-8000模拟干旱胁迫, 以桑塔纳、皇红、帝国蓝3个品种大叶醉鱼草种子为试验材料, 统计不同渗透势下醉鱼草种子的发芽率、发芽势、发芽指数、发芽时间等指标, 并分析比较其萌发抗旱指数。结果表明, 随着胁迫处理PEG-8000浓度的增加, 3个品种大叶醉鱼草种子的萌发受到不同程度的抑制, 发芽率、发芽势、发芽指数、发芽时间等指标总体呈下降趋势, 在25%、30%浓度PEG溶液影响下, 3个品种大叶醉鱼草的种子均不萌发, 3个品种在20%浓度PEG溶液下萌发数不足总数的1%, 种子萌发最低阈值为15%, 在此浓度下的萌发抗旱指数顺序为: 帝国蓝(值为0.029) > 皇红(值为0.008) > 桑塔娜(值为0.008)。

**关键词:**种子萌发; 大叶醉鱼草; PEG模拟干旱胁迫; 萌发抗旱指数

中图分类号: S728.2; S722.36; S718.521.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0148-06

引文格式: 徐芳, 蒋汶江, 刘昆, 等. PEG模拟干旱胁迫对3个品种大叶醉鱼草种子萌发的影响研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 148-153, 187.

XU Fang, JIANG Wenjiang, LIU Kun, et al. Effects on Seed Germination of Three *Buddleja davidii* Varieties under PEG Simulated Drought Stress[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 148-153, 187.

### Effects on Seed Germination of Three *Buddleja davidii* Varieties under PEG Simulated Drought Stress

XU Fang<sup>1</sup>, JIANG Wenjiang<sup>1</sup>, LIU Kun<sup>1</sup>, LI Yefang<sup>2</sup>

(1. Yunnan Communications Investment & Construction Municipal Garden Engineering Co., Ltd, Kunming 650031, China;  
2. Yunnan Agricultural University, Kunming 650021, China)

**Abstract:** To study the effect of drought stress on the seed germination of *Buddleja davidii*, three varieties, namely Santana, Huanghong and Diguolan were tested by adding 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% concentration of PEG-8000 to record the germination rate, germination potential, germination index and germination time of *Buddleja davidii* seeds under different osmotic potentials, and to analyze and compare their germination and drought resistance indexes. The results showed that with the concentration increase of PEG-8000, the germination of three varieties was inhibited to varying degrees, and the indicators such as germination rate, germination potential, germination index and germination time

收稿日期: 2019-04-23; 修回日期: 2019-05-13.

第一作者: 徐芳(1975-), 女, 四川仁寿人, 高级工程师. 主要从事市政园林管理工作. Email: 158066692@qq.com

责任作者: 李叶芳(1974-), 男, 云南镇沅人, 硕士, 讲师. 研究方向: 园林植物.

showed the downward trend. The seeds of three varieties did not germinate in 25% and 30% PEG concentration, the germination number was less than 1% of the total in 20% PEG concentration, and the lowest threshold of seed germination was 15%. The order of germination and drought resistance index was Diguolan (0.029) > Huanghong(0.008) > Santana (0.008).

**Key words:** seed germination; *Buddleja davidii*; PEG simulated drought stress; germination and drought resistance index

## 1 引言

对植物产生危害的环境称为逆境,又称为胁迫。植物最容易受到的胁迫之一不仅仅是干旱,但是自然界最常见的逆境胁迫因素就是干旱。干旱不仅引起植被结构与功能的时空变化,也制约着植物的产量与生长发育。因此,植物逆境适应策略研究的一个热点一直是植物对干旱胁迫的适应及机制<sup>[1-3]</sup>。作物抗旱性的试验研究方法有许多种方式,对于适应能力的研究,植物对干旱胁迫的适应过程中,植物对干旱的受伤害程度与植物对干旱胁迫的程度以及植物体本身的抗性有十分紧密的联系,并通过生理功能,生物生产力,生化代谢,形态适应及生长发育等多种方式展现出来<sup>[3-5]</sup>。植物生态学研究领域的热点问题是植物与土壤有效水分之间的关系。许多植物在轻度或短期土壤缺水的情况下叶片气孔关闭,水势下降,限制了二氧化碳摄取光合作用的速率,在长期干旱严重的情况下就会抑制植物生长,从而导致形态结构发生变化,甚至导致植物死亡<sup>[6]</sup>。大多数实验是在人工模拟干旱或人工控制的干旱条件下进行。其主要方式是用室外盆栽控制水分,苗期室内水培或砂培采用PEG渗透胁迫、气候室、人工控制的温室和培养箱等。其中,PEG渗透胁迫法简单、方便操作、重复性好、条件容易控制、实验周期比较短<sup>[7]</sup>。任永霞等研究了3种野豌豆属牧草种子萌发情况,在实验中利用聚乙二醇模拟干旱,结果表明,随PEG浓度胁迫强度的增加,3种牧草种子的相对发芽率、相对发芽势、相对活力指数与相对发芽指数总体均呈下降趋势<sup>[8]</sup>。郭晋梅等研究了PEG干旱胁迫下对白羊草种子萌发的影响,结果指出PEG溶液浓度胁迫影响下,白羊草种子的发芽势、发芽率均随PEG浓度的增加先上升后下降,活力指数和发芽指数均呈下降趋势<sup>[9]</sup>。王莹等利用PEG干旱胁迫研究讨论了5种禾本科牧草种子的萌发期的抗旱性,研究结果表明,低浓度的PEG胁迫有助于蒙古冰草种子和蒙农杂种冰草种子萌发<sup>[10]</sup>。本实验也采用聚乙二醇(PEG)溶液模拟干旱胁迫的

方法,研究干旱胁迫对帝国蓝,皇红,桑塔娜3种醉鱼草种子发芽率的影响,并初步探讨醉鱼草种子的抗逆机理,期望能够应用于园林生产实践中,为节水园林提供理论依据。

大叶醉鱼草(*Buddleja davidii* Franch)原产于中国的中、西部和日本的部分地区;广泛分布于温带、亚热带及热带<sup>[11]</sup>。为灌木和亚灌木,高0.5~5 m,落叶或常绿,枝条下弯并向外展开,茎与四棱形相似,幼枝、叶片的下面、叶柄和花序均密被灰白色星状短绒毛。叶片膜质至薄纸质,叶对生,狭卵形、狭椭圆形至卵状披针形,稀宽卵形,边缘具细状锯齿<sup>[12-13]</sup>,聚伞形圆锥花序着生在指端位置,在叶腋处通常孕有2个侧花序<sup>[11]</sup>,花序十分硕大,长达约40 cm<sup>[13]</sup>。大叶醉鱼草是我国醉鱼草属植物中非常有观赏价值的一种植物,我国虽然拥有丰富的种质资源,但还未进行开发利用。本实验将初步探讨大叶醉鱼草在模拟干旱胁迫下的发芽情况,使醉鱼草在园林中具有良好的发展前景。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验地点

实验研究于2017年11月至2018年3月在云南农业大学3号教学楼537园林园艺学院品质分析实验室完成。

### 2.2 试验材料

试验研究所用皇红,桑塔娜,帝国蓝3个品种的大叶醉鱼草种子均由云南省农业科学院花卉所基地提供。

#### 1) 高锰酸钾处理种子

将皇红,桑塔娜,帝国蓝3种醉鱼草种子分别放置在3个培养皿中,在培养皿中倒入1%高锰酸钾溶液直至种子完全被浸泡。浸泡15 min后将种子用蒸馏水清洗至水变清,取出晾干表面水分待用。

#### 2) 配制不同浓度梯度的PEG-8000

CK(对照):500 mL蒸馏水。

5%PEG:25 g PEG-8000+100 mL蒸馏水溶解,定容到500 mL。

10%PEG:50 g PEG-8000+100 mL 蒸馏水溶解,定容到 500 mL。

15%PEG:75 g PEG-8000+100 mL 蒸馏水溶解,定容到 500 mL。

20%PEG:100 g PEG-8000+100 mL 蒸馏水溶解,定容到 500 mL。

25%PEG:125 g PEG-8000+100 mL 蒸馏水溶解,定容到 500 mL。

30%PEG:150 g PEG-8000+100 mL 蒸馏水溶解,定容到 500 mL。

### 3) 准备培养皿

将不同渗透势的溶液浸湿滤纸。在直径 9 cm 的无菌干燥培养皿中分别放置好不同渗透势 PEG 溶液的滤纸并等待播种。

### 4) 播种

选择饱满、大小均匀一致的种子,每个培养皿中播种 100 颗种子,将种子均匀置于滤纸上,每个浓度梯度 3 次重复,根据不同浓度不同品种做好标记。最后放置在光照培养箱中继续培养萌发,培养箱条件为:温度(25℃),光照时间为 12 h,相对湿度为 60%,光照强度为 12 000 lx。试验期间为保证培养皿中胁迫强度保持恒定,每日 15:00 在不同培养皿中加入 1 mL 不同浓度梯度溶液,为保持滤纸渗透势,隔 4 d 更换一次滤纸。

## 2.3 指标测定

发芽标准是当胚根突破种皮时确定为发芽<sup>[14]</sup>,每天下午 15:00 记录一次发芽的种子数。以 3 d 内发芽数不足总数 1% 为停止发芽标准,连续观察记录 25 d。

发芽势(%) = 实验第 7 d 发芽的种子数/供试种子总数;

发芽率(%) = 实验第 25 d 发芽的种子数/供试种子总数;

发芽指数(GI) =  $G_t / D_t$

种子萌发指数 =  $1.00R_{d2} + 0.75R_{d4} + 0.50R_{d6} + 0.25R_{d8}$ ;

种子萌发抗旱指数 = 处理组萌发指数/对照组萌发指数;

式中: $G_t$  是第  $t$  日的种子发芽数, $D_t$  是对应的种子的发芽天数,1.00、0.75、0.50、0.25 分别为第 2 天、第 4 天、第 6 天、第 8 天所赋予的抗旱系数, $R_{d2}$ , $R_{d4}$ , $R_{d6}$ , $R_{d8}$  分别是相应天数所对应的种子发芽率。各种相对指标均为对照和干旱胁迫处理的比值<sup>[5]</sup>。

## 2.4 数据分析与处理

实验数据采用 Microsoft Excel 2010 软件编辑录入数据并计算数据,然后做图。用 Spss17.0 统计软件进行单因素方差分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 PEG 模拟胁迫对醉鱼草种子发芽势的影响

在一定浓度范围内,供试大叶醉鱼草种子发芽势均随 PEG 胁迫强度增加而呈下降趋势。当 PEG 浓度为 25%、30% 时所有种子均不发芽。当 PEG 浓度为 5% 时,3 个品种的大叶醉鱼草种子发芽势均较高,与对照相比差异不显著(表 1)。当 PEG 浓度为 10% 时,桑塔娜与帝国蓝种子发芽势明显降低,显著低于 CK,而皇红的种子发芽势并没有明显降低,说明 PEG 拟干旱胁迫对皇红种子发芽势抑制作用最弱。当 PEG 浓度为 15% 时,3 个品种大叶醉鱼草种子的发芽势均明显下降,显著低于 PEG 浓度为 10% 时的值。当 PEG 浓度为 20% 时,3 个品种大叶醉鱼草种子发芽势均接近于 0,表明发芽几乎完全被抑制。

表 1 不同浓度 PEG 溶液胁迫对 3 个品种醉鱼草种子发芽势的影响

Tab. 1 Effects of different concentrations PEG on seed germination potential of three varieties of *Buddleja davidii*

品种名称	CK (PEG 0)	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG
皇红	0.59670	0.29000	0.10000	0.00670	0.00000
桑塔娜	0.65000	0.32330	0.21670	0.02000	0.00330
帝国蓝	0.74330	0.47670	0.13670	0.02000	0.00000

### 3.2 PEG 模拟干旱胁迫对醉鱼草种子发芽率的影响

3 个品种的大叶醉鱼草种子在 PEG 胁迫下的发芽率下降明显,发芽率均随 PEG 胁迫强度增加而呈下降趋势(表 2)。PEG 浓度为 5%、10% 时,各品种的种子发芽率已受到明显抑制,显著低于对照。PEG 浓度为 15% 时,皇红与帝国蓝种子发芽率显著低于 PEG 浓度为 10% 时的值,而桑塔娜种子发芽率与 10%PEG 浓度相比下降不明显。桑塔娜种子与帝国蓝种子在 PEG 浓度为 20% 时的值显著低于 PEG 浓度为 15% 时的值。由此可见,在 PEG 浓度为 15% 之前,PEG 干旱胁迫对桑塔娜种子发芽率抑制

作用相对较小,对皇红和帝国蓝种子发芽率抑制作用相对较大。

表 2 不同浓度 PEG 溶液胁迫下对 3 个品种醉鱼草种子发芽率的影响

Tab. 2 Effects of different concentrations PEG on seed germination rate of three varieties of *Buddleja davidii*

品种名称	CK (PEG 0)	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG
皇红	0.7100	0.4867	0.3867	0.1900	0.1000
桑塔纳	0.7967	0.4400	0.5067	0.2867	0.0033
帝国蓝	0.8300	0.7000	0.4733	0.1600	0.0033

### 3.3 PEG 模拟干旱胁迫对醉鱼草种子发芽指数的影响

3 个品种的大叶醉鱼草种子的发芽指数整体上随 PEG 胁迫强度增加而呈下降趋势(表 3)。PEG 浓度为 5% 时,3 个品种的大叶醉鱼草种子发芽指数下降不明显,与对照相比差异不显著。3 个品种的种子发芽指数均在 10% 时显著低于 5% 时的值。皇红种子和帝国蓝种子发芽指数随 PEG 胁迫强度的进一步增加而迅速降低,均在 PEG 浓度为 15% 时与 PEG 浓度为 10% 时相比显著降低;而桑塔娜种子发芽指数下降较慢,在 PEG 浓度为 15% 时与 PEG 浓度为 10% 时相比差异不显著。3 个品种的大叶醉鱼草种子发芽指数均在 PEG 浓度为 20% 时显著低于 15%。上述研究结果表明,桑塔娜种子发芽指数受 PEG 胁迫的影响相对于皇红和帝国蓝要小。

表 3 不同浓度 PEG 溶液胁迫下对 3 个品种醉鱼草种子发芽指数的影响

Tab. 3 Effects of different concentrations PEG on seed germination index of three varieties of *Buddleja davidii*

品种名称	CK (PEG 0)	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG
皇红	15.5567	7.7633	4.7667	1.6033	0.0500
桑塔纳	17.6233	7.7833	6.4967	2.5567	0.0567
帝国蓝	16.9500	11.7100	5.4767	1.5533	0.0300

### 3.4 PEG 模拟干旱胁迫对大叶醉鱼草种子发芽时间的影响

#### 3.4.1 PEG 模拟干旱胁迫对皇红种子发芽时间的影响

播种第 3 天皇红 CK 对照组开始发芽,在第 4

天达到峰值(发芽数为 57 粒),之后逐渐降低,第 12 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 5%、10% 的种子在第 4 天开始发芽,浓度为 5% 种子在第 5 天达到峰值(发芽数为 28 粒),之后逐渐降低,第 25 天开始不再发芽。浓度为 10% 种子在第 9 天达到峰值(发芽数为 23 粒),之后逐渐降低,第 23 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 15% 的种子在第 6 天开始发芽,在第 10 天达到峰值(发芽数为 14 粒),之后逐渐降低,第 24 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 20% 的种子在第 20 天开始发芽,在第 22 天达到峰值(发芽数为 2 粒),之后逐渐降低,第 23 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 25%、30% 的种子均未发芽。皇红种子在第 4 天至第 10 天发芽数较高,发芽高峰期时间较为集中,种子发芽数随 PEG 干旱胁迫强度的增加而减少(表 4)。

#### 3.4.2 PEG 模拟干旱胁迫对桑塔娜种子发芽时间的影响

播种第 3 天桑塔娜 CK 对照组开始发芽,在第 4 天达到峰值(发芽数为 68 粒),之后逐渐降低,第 16 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 5% 的种子在第 4 天开始发芽,在第 5 天达到峰值(发芽数为 44 粒),之后逐渐降低,第 19 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 10%、15% 的种子在第 5 天开始发芽,浓度为 10% 的种子在第 6 天达到峰值(发芽数为 29 粒),之后逐渐降低,第 21 天开始不再发芽;浓度为 15% 的种子在第 14 天达到峰值(发芽数为 18 粒),之后逐渐降低,第 25 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 20% 的种子在第 6 天开始发芽并达到峰值(发芽数为 1 粒),第 7 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 25%、30% 的种子均未发芽。桑塔娜种子在第 4 天至第 14 天发芽数较高,发芽高峰期时间较为分散,种子发芽数随 PEG 干旱胁迫强度的增加而减少(表 5)。

#### 3.4.3 PEG 模拟干旱胁迫对帝国蓝种子发芽时间的影响

播种第 3 天帝国蓝 CK 对照组和 PEG 胁迫浓度为 5% 处理的种子开始发芽,CK 在第 4 天达到峰值(发芽数为 70 粒),之后逐渐降低,第 13 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 5% 的帝国蓝种子在第 5 天达到峰值(发芽数为 46 粒),第 15 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 10% 的种子在第 4 天开始发芽,在第 9 天达到峰值(发芽数为 27 粒),之后逐渐降低,第 25 天开始不再发芽。PEG 胁迫浓度为 15% 的种子在第 5 天开始发芽,在第 10 天达到峰值



### 3.5 PEG 模拟干旱胁迫下大叶醉鱼草品种的种子萌发抗旱指数分析

萌发抗旱指数是检验种子萌发情况的常用指标<sup>[7]</sup>。统计分析结果表明,随着 PEG 溶液浓度的上

升,3 个品种的大叶醉鱼草种子的萌发指数逐渐降低。萌发抗旱指数也开始逐渐降低。PEG 溶液浓度为 15% 时,3 种醉鱼草种子萌发抗旱指数大小顺序为:帝国蓝>皇红>桑塔娜(表 7)。

表 7 不同浓度 PEG 溶液胁迫下 3 个品种大叶醉鱼草种子萌发抗旱指数

Tab. 7 Germination and drought resistance index of three varieties seeds of *Buddleja davidii* under different concentrations PEG

	品种	ck (PEG 0)	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	25% PEG	30% PEG
萌发指数	皇红	0.2075	0.1217	0.0525	0.0017	0	0	0
	桑塔娜	0.2167	0.1058	0.0675	0.0017	0.0017	0	0
	帝国蓝	0.2550	0.1142	0.0492	0.0075	0	0	0
萌发抗旱指数	皇红	0.5863	0.2530	0.0080	0	0	0	
	桑塔娜	0.4885	0.3115	0.0077	0.0077	0	0	
	帝国蓝	0.4477	0.1928	0.0294	0	0	0	

## 4 结论与讨论

1) 水分不仅制约着植物的生长和植被分布,也是影响种子萌发的关键生态因子。水分对于干旱荒漠植物的影响非常重要。试验研究数据表明,随 PEG 干旱胁迫强度的增加,3 个品种大叶醉鱼草种子的发芽势、发芽率、发芽指数、萌发抗旱指数总体均呈下降趋势。除了桑塔娜种子在 PEG 胁迫浓度为 10% 时发芽率增加后随着 PEG 胁迫浓度增加发芽率又继续下降外,在 PEG 模拟干旱胁迫条件下,由于 PEG 溶液浓度增强,造成溶液渗透势下降,超过了种子的正常生长承受能力,抑制了醉鱼草种子的萌发生长,因此,干旱环境对醉鱼草种子发芽存活会产生较大影响。

2) 皇红、帝国蓝发芽时间较为集中,约为 4~10 d,桑塔娜发芽时间较为分散,约为 4~14 d。发芽峰值比较结果为:

ck:帝国蓝>桑塔娜>皇红

5%:帝国蓝>桑塔娜>皇红

10%:桑塔娜>帝国蓝>皇红

15%:桑塔娜>帝国蓝=皇红

20%:皇红>帝国蓝=桑塔娜

25%:帝国蓝=桑塔娜=皇红

30%:帝国蓝=桑塔娜=皇红

研究结果显示,桑塔娜发芽峰值在不同浓度 PEG 模拟干旱胁迫条件下相对高于皇红和帝国蓝。所以在发芽时间和发芽峰值有高要求的条件下可优

先考虑使用桑塔娜作为园林树种。

3) 低浓度萌发抗旱性强的种子为皇红,在 PEG 胁迫浓度为 5% 时种子萌发抗旱指数为 0.586 345;高浓度萌发抗旱性强的种子为桑塔娜,在 PEG 胁迫浓度为 20% 时萌发抗旱指数为 0.007 692,而皇红和帝国蓝种子在该浓度下已不再发芽。在 PEG 胁迫浓度高于 20% 后,3 个品种的大叶醉鱼草种子萌发抗旱指数均为 0,高浓度的 PEG 已完全抑制了种子发芽。

在耐旱性研究中广泛使用聚乙二醇(PEG)进行胁迫试验,该方法具有简单易行,重复性好,周期短等特点。在本次试验中采用的 PEG 浓度分别为 5%、10%、15%、20%、25%、30% 等 6 个梯度。试验过程中发现皇红种子的萌发抗旱指数达到了 0.58,比其他品种的萌发抗旱指数更高。最终评价出低浓度时皇红种子的抗旱能力最强,高浓度时桑塔娜种子的抗旱能力最强。可根据不同地区的干旱情况选择不同品种的大叶醉鱼草进行园林种植。

4) 由于 3 个品种大叶醉鱼草种子在 PEG 溶液浓度为 25%、30% 时萌发数为 0,在 PEG 溶液浓度为 20% 时萌发数不足总数的 1%,因此,3 个品种大叶醉鱼草种子萌发的 PEG 浓度最低阈值为 15%。在 PEG 溶液浓度为 15% 时的种子萌发抗旱指数顺序为:帝国蓝(值为 0.029)>皇红(值为 0.008)>桑塔娜(值为 0.008)。因此认为:3 个品种中,帝国蓝种子萌发抗旱性最强。(下转第 187 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.030

## 菜叶沼液对云南红竹生长的影响研究

谭宏超<sup>1</sup>, 单妍<sup>2</sup>, 谭汝强<sup>3</sup>, 刘喷喷<sup>4</sup>

(1. 云南师范大学竹类研究所, 云南 昆明 650500; 2. 昆明医科大学海源学院, 云南 昆明 650106;  
3. 云南珍竹农业科技有限公司, 云南 嵩明 661700; 4. 云南师范大学生命科学学院, 云南 昆明 650500)

**摘要:**在昆明市富民新国竹苗培育基地开展不同浓度、用量、发酵时间等的菜叶沼液对不同年龄云南红竹生长影响的试验。结果表明:2 a 生云南红竹的生长和沼液浓度呈正相关,其中稀释3倍的沼液为最适浓度;稀释2倍的沼液对云南红竹生长的影响与竹龄呈负相关,竹龄越小,促进作用越明显;施用量为6 000 kg/hm<sup>2</sup>时,云南红竹的生长量最高;厌氧发酵区的沼液促进云南红竹生长的作用更强;在一定的发酵时间范围内,发酵时间越长,对云南红竹生长的促进作用越明显,90 d最佳。

**关键词:**菜叶沼液;云南红竹;稀释浓度;高度;地径;产苗量

中图分类号:S795;S723.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0154-06

引文格式:谭宏超,单妍,谭汝强,等.菜叶沼液对云南红竹生长的影响研究[J].林业调查规划,2019,44(6):154-158.

TAN Hongchao, SHAN Yan, TAN Ruqiang, et al. Effect of Vegetable Leaf Biogas Slurry on Growth of *Indosasa fuminensis* Gao[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 154-158.

## Effect of Vegetable Leaf Biogas Slurry on Growth of *Indosasa fuminensis* Gao

TAN Hongchao<sup>1</sup>, SHAN Yan<sup>2</sup>, TAN Ruqiang<sup>3</sup>, LIU Penpen<sup>4</sup>

(1. Institute of Bamboo Research, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 2. Kunming Medical University Haiyuan College, Kunming 650106, China; 3. Yunnan Zhenzhu Agricultural Science and Technology Development Co., Ltd., Songming, Yunnan 661700, China; 4. School of Life Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

**Abstract:** Experiments were carried out in Xinguo Bamboo Seedling Cultivation Base of Fumin, Kunming City to study the effects of different concentration, application amount and fermentation time of vegetable leaves biogas slurry on the growth of *Indosasa fuminensis* Gao at different ages. The results showed that there was the positive correlation between the growth of 2-year-old *Indosasa fuminensis* Gao and the concentration of biogas slurry, among which the threefold diluted biogas slurry was the optimum concentration. The effect of twofold diluted biogas slurry on the growth of *Indosasa fuminensis* Gao was negatively correlated with the age of bamboo, the smaller the age of bamboo, the more obvious the promotion effect. The growth amount was the highest when the application amount was 6 000 kg/hm<sup>2</sup>. The biogas slurry in

收稿日期:2019-06-24.

第一作者:谭宏超(1963-),男,云南宣威人,教授.主要从事竹子产业教学研究工作. Email:ynbamboo@126.com

责任作者:单妍(1981-),女,副教授.从事分子生物学教学科研工作. Email:41513075@qq.com



anaerobic fermentation area had more obvious effect on the growth. In a certain range of fermentation time, the longer the fermentation time, the more obvious the promotion effect on the growth, and the time of 90 days was the best.

**Key words:** vegetable leaves biogas slurry; *Indosasa fuminensis* Gao; diluted concentration; height; ground diameter; seedling yield

云南红竹(*Indosasa fuminensis* Gao)是云南珍竹农业科技有限公司培育出来的新竹种,是大节竹属散生竹种,一般高度为 3~5 m,竹径 1~3 cm,茎秆大多为红色,叶子绿色嵌黄条纹,十分美观,是极为珍贵的观赏竹种。市场价格为 60~300 元/株,产值突破 150 万元/hm<sup>2</sup>。云南红竹具有多方面的经济价值,集笋用、材用和观赏于一体<sup>[1]</sup>,是优良经济竹种,经济价值高,用途广泛。其竹笋味道甘甜鲜美,口感极佳;竹材不容易晒裂,竹箴韧性良好,便于加工,具有广泛的用途。此外,云南红竹具有发达的根系,能适应不同的生长环境,能长时间保持水土,起到防风固沙的作用<sup>[2-8]</sup>。

腐烂菜叶经过充分发酵后形成的沼液,含有多种矿质营养元素,丰富的氨基酸、维生素和生长素等生理活性物质,可作为一种经济环保的有机肥料,在提高红竹产量、品质及防病、抗逆方面具有重要作用,能实现腐烂菜叶的有效利用,促进红竹生长的高效性<sup>[9]</sup>。与单独施用某种元素的肥料相比,施用含有多种混合元素的有机肥对促进红竹生长有明显的优势<sup>[10]</sup>。本文采用含有多种元素的菜叶沼气液作为有机肥料,研究其对云南红竹生长的促进作用,从而实现能源的高效利用,提高云南红竹的产量和使用价值。

## 1 研究地区概况

富民新国竹苗培育基地位于昆明市富民县大营街道办事处,距黄土坡立交桥 25 km,交通便利,水电畅通,基地面积 6.67 hm<sup>2</sup>,海拔 1 650 m,年均温 16.8℃,年均降水量 1 035 mm,土壤为黑色耕作土,肥力中上等。这里种有来自世界 80 多个国家的 500 多种竹子,其中云南红竹 3.07 hm<sup>2</sup>,大部分竹子生长良好。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

选取生长状况和经营模式相近的红竹林区,分别研究不同浓度的菜叶沼气液对 2 a 生云南红竹,

稀释 2 倍的沼液对 1~4 a 生云南红竹,不同沼液用量对 2 a 生云南红竹,不同沼源的沼液对 2 a 生云南红竹及不同发酵时间的沼液对云南红竹的生长影响,期间观察记录红竹的高度和地径。

### 2.2 实验方法

采用随机测试实验方法,每一个样本单元 100 m<sup>2</sup>,重复 3 次。将沼液原液加入清水分别稀释 1、2、3、4、5 倍,施用 120 d 后对云南红竹的高度和地径进行测量分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同沼液浓度对 2 a 生云南红竹生长的影响

试验设 7 个处理:以清水喷施为对照(CK);处理 1,原液沼液喷施;处理 2,原液沼液稀释 1 倍;处理 3,原液沼液稀释 2 倍;处理 4,原液沼液稀释 3 倍;处理 5,原液沼液稀释 4 倍;处理 6,原液沼液稀释 5 倍。每个处理面积为 100 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机排列。不同处理对云南红竹高度和地径的影响见表 1。

由表 1 可知,在本试验的各组处理中,喷施原液处理的实验组由于浓度过高,出现烧苗现象,随后喷施稀释不同倍数的沼液,均有使云南红竹的地径、高度增加的趋势。其中,CK 组红竹平均高度为 202 cm;原液组为 107 cm;稀释 1 倍沼液组为 266 cm;稀释 2 倍沼液组为 343 cm;稀释 3 倍沼液组为 350 cm;稀释 4 倍沼液组为 267 cm;稀释 5 倍沼液组为 231 cm。与对照组相比,沼液稀释 3 倍时,红竹的地径和高度增加程度最大,随后稀释沼液对红竹生长高度促进作用有所下降,可知稀释 3 倍的沼液浓度为促进红竹高度生长的最适浓度,且在喷施不同浓度沼液的前 3 个处理中,随着喷施浓度的提高,各处理得到的实验结果差异并不显著。不同浓度对红竹地径的生长存在类似影响,其中 CK 组平均地径为 1.10 cm;原液组为 0.50 cm;稀释 1 倍组为 1.40 cm;稀释 2 倍组为 1.60 cm;稀释 3 倍组为 1.67 cm;稀释 4 倍组为 1.33 cm;稀释 5 倍组为 1.20 cm。由此可知,稀释 3 倍的沼液浓度为促进红竹地径生长的最适浓度,稀释倍数过低或过高均不利于红竹高

表 1 不同浓度的沼液对 2 a 生云南红竹的影响

Tab. 1 Effects of different concentrations of biogas slurry on 2-year-old *Indosasa fuminensis* Gao

处理	平均地径/cm			平均高度/cm			株数/(株·hm <sup>-2</sup> )		
	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3
CK	1.1	1.2	1.1	204	207	196	54225	54360	54105
原液	0.5	0.6	0.5	101	116	105	27360	27195	27030
1 倍	1.4	1.4	1.5	260	264	276	62160	61725	61545
2 倍	1.6	1.7	1.6	338	343	349	100860	100650	101025
3 倍	1.7	1.6	1.7	343	357	351	103800	103725	103995
4 倍	1.3	1.4	1.3	265	274	263	61950	62025	62085
5 倍	1.2	1.3	1.2	229	235	230	55785	55725	55890

度和地径的生长。故在实际培育竹苗过程中,可视具体情况确定沼液的稀释倍数,发挥最优的促进作用。

### 3.2 稀释 2 倍的沼液对 1~4 a 生云南红竹生长的影响

第二组实验分别对不同年龄的云南红竹喷施稀释 2 倍后等量的沼液。实验结果见表 2。

表 2 稀释 2 倍的沼液对 1~4 a 生云南红竹生长的影响

Tab. 2 Effect of twofold diluted biogas slurry on 1~4-year-old *Indosasa fuminensis* Gao

年龄/a	平均地径/cm				平均高度/cm				株数/(株·hm <sup>-2</sup> )			
	样本 1	样本 2	样本 3	CK	样本 1	样本 2	样本 3	CK	样本 1	样本 2	样本 3	CK
1	0.7	0.8	0.7	0.4	139	147	40	76	45360	45525	45585	25890
2	1.6	1.7	1.6	1.2	338	343	349	207	100860	100650	101025	54180
3	2.2	2.3	2.1	1.8	435	476	424	345	127110	126540	127380	108225
4	2.8	2.9	2.7	2.3	563	572	556	439	55785	144495	144405	123255

由表 2 可知,促进程度和对照 CK 组对比发现,1~4 a 生云南红竹平均地径分别增加 83.33%、36.11%、22.22%、21.74%;平均高度分别增加 86.84%、65.86%、28.99%、28.40%。

### 3.3 不同沼液用量对 2 a 生云南红竹生长的影响

将沼液原液稀释 2 倍后,每公顷分别施用 3 000 kg、6 000 kg、9 000 kg、1 200 kg,120 d 后测量云南红竹的各项生长指标。实验结果见表 3。

表 3 不同沼液用量对 2 a 生云南红竹生长的影响

Tab. 3 Effects of different biogas slurry dosage on 2-year-old *Indosasa fuminensis* Gao

用量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	平均地径/cm			平均高度/cm			株数/(株·hm <sup>-2</sup> )		
	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3
CK(0)	1.1	1.2	1.1	204	207	196	54225	54360	54105
3000	1.6	1.7	1.6	335	346	332	79935	79875	79695
6000	1.9	1.9	1.8	389	386	375	95310	94890	95085
9000	1.5	1.4	1.4	302	296	287	69375	69255	69495
12000	1.3	1.3	1.2	241	253	233	58860	58605	58740

由表 3 的结果对比分析可知,喷施沼液的实验组和 CK 组对比,呈现出对地径和高度促进的趋势,

喷施量为 3 000~6 000 kg 的过程中促进作用呈递增趋势;喷施 9 000~12 000 kg 的过程中促进作用

表现出递减的趋势。由此可知沼液最适喷施用量的平均值为 6 000 kg/hm<sup>2</sup>。

### 3.4 不同沼源的沼液对 2 a 生云南红竹生长的影响

采用 IC 塔及厌氧发酵区 2 处沼源的沼液同时

稀释 2 倍后,分别按 6 000 kg/hm<sup>2</sup> 的量对 2 实验组的红竹喷施,120 d 后测量红竹的生长指标。实验结果见表 4。

表 4 不同沼源的沼液对 2 a 生云南红竹生长的影响

Tab. 4 Effects of biogas slurry from different sources on 2-year-old *Indosasa fuminensis* Gao

沼源	平均地径/cm			平均高度/cm			株数/(株·hm <sup>-2</sup> )		
	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3
IC 塔	1.3	1.4	1.3	269	276	271	62325	70710	62445
厌氧发酵区	1.9	1.9	1.8	389	386	375	95310	94890	95085

由表 4 可知,IC 塔和厌氧发酵区 2 处沼源的沼液对红竹生长均有促进作用。IC 塔区和厌氧发酵区沼液喷施红竹的平均地径分别为 1.33 cm、1.87 cm;平均高度为 272 cm、383.33 cm。厌氧发酵区的

沼液对云南红竹生长的促进作用更为显著。

### 3.5 不同发酵时间的沼液对云南红竹生长的影响

分别用发酵 30~270 d 的沼液喷施云南红竹,120 d 后检测其生长指标。实验结果见表 5。

表 5 不同发酵时间的沼液对云南红竹生长的影响

Tab. 5 Effects of biogas slurry with different fermentation time on *Indosasa fuminensis* Gao

时间/d	平均地径/cm			平均高度/cm			株数/(株·hm <sup>-2</sup> )		
	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3	样本 1	样本 2	样本 3
30	1.0	0.9	0.8	165	152	147	17130	16950	17085
60	1.4	1.4	1.3	265	281	276	36330	36555	36225
90	1.9	1.9	1.8	389	386	375	95310	94890	95085
120	1.7	1.6	1.7	343	332	339	89190	88845	89025
150	1.4	1.5	1.4	292	305	296	71445	71355	71355
180	1.4	1.3	1.3	275	263	269	62310	62355	62235
210	1.2	1.3	1.3	257	260	259	56340	56280	56445
240	1.1	1.2	1.1	209	215	207	55875	55935	55965
270	1.2	1.1	1.0	204	207	201	54525	54585	54405

由表 5 可知,喷施 30~90 d 发酵液的红竹平均地径为 0.9 cm、1.37 cm、1.87 cm,平均高度分别为 154.67 cm、274 cm、383.33 cm,其对红竹生长的促进作用呈现递增的趋势;喷施 120~180 d 发酵液的红竹平均地径分别为 1.67 cm、1.43 cm、1.33 cm,平均高度分别为 338 cm、297.67 cm、269 cm;喷施 210~270 d 发酵液的红竹平均地径分别为 1.27 cm、1.13 cm、1.10 cm,平均高度分别为 258.67 cm、210.33 cm、204 cm,由此可知喷施 120~270 d 发酵液对红竹生长的促进作用呈现递减的趋势。故 90 d 为促进红竹生长的最适发酵时间。

## 4 讨论与结论

1) 在一定的浓度范围内,2 a 生云南红竹的生长和沼液浓度呈正相关。其中稀释 3 倍的沼液为促进 2 a 生云南红竹生长的最适浓度。

2) 稀释 2 倍的沼液对云南红竹生长的影响与竹龄呈负相关,竹龄越小,促进作用越明显,对稀释 2 倍的沼液越敏感,故而在实际生产中可选择竹龄适宜的时期喷施沼液促进其生长。根据其沼液敏感度的不同选择适宜的施肥时期,从而实现其对沼液中有效成分的最大化利用。

3) 施用量为 6 000 kg/hm<sup>2</sup> 时, 云南红竹的生长最好, 为红竹实际培育过程中施用量的控制提供了指标。同时, 在实际培育过程中可据其具体长势和生理状态适当调整沼液的最适施用量, 从而达到最佳配比状态。

4) 对红竹喷施不同沼源的沼液对比研究发现, 厌氧发酵区的沼液促进云南红竹生长的作用更强。

5) 在一定的发酵时间范围内, 发酵时间越长, 对云南红竹生长的促进作用越明显。当超过沼液的最适发酵时间后, 发酵时间增长, 促进作用呈减弱的趋势。

菜叶沼气发酵液是一种经济绿色的有机肥, 其养分具有持效性和速效性, 在多种作物应用中均有良好的效果。但在云南红竹生产中使用尚属首次, 还存在许多未知因素。为适应不同的生产要求, 其施肥条件也应有相应的变化, 因此在实际生产中, 应因地制宜、因物制宜地选择合适的浓度、用量、施肥时间等<sup>[5]</sup>。研究表明, 施用沼液对云南红竹的高度、地径和产苗量有较大的促进作用。而其中的关键是控制好沼液的来源、发酵时间、稀释浓度、沼液用量、施用时间, 当各部分条件综合达到最优化时, 可以促进云南红竹高度、地径和产苗量大幅增长, 从而达到对菜叶沼液气的充分合理利用, 实现资源的最大化利用。

**参考文献:**

[1] 董军. 红壳竹丰产栽培技术[J]. 安徽林业科技, 2006 (3):32-33.  
 [2] 陈向东, 李彩云, 陈卫东, 等. 红竹引种与栽培技术[J]. 林业勘察设计, 2003(1):61-64.  
 [3] 何希成, 陈建寅, 郑建佳, 等. 材、笋、景俱佳的优良竹种——红竹栽培和利用[J]. 林业科技开发, 1997(2): 52-53.  
 [4] 潘德寿. 发展红竹应注意的几个方面[J]. 浙江林业, 1997(5):24-24.  
 [5] 陈双林, 童建新. 优良经济竹种红竹生产力评价[J]. 林业工程学报, 2001, 15(S1):28-30.  
 [6] 马乃训, 陈红星, 张文燕, 等. 优良经济竹种红竹生物量的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1994(1):31-41.  
 [7] 袁金玲, 高志民, 马乃训, 等. 优良经济竹种红竹笋营养成分及其遗传变异研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22 (6):779-783.  
 [8] 傅明宏. 红壳竹栽培技术要点与模式[J]. 中国林副特产, 2005(6):33-34.  
 [9] 黄亚丽, 杜晓哲, 尹淑丽, 等. 不同沼液用量对番茄生长发育的影响[J]. 中国沼气, 2012, 30(4):45-47.  
 [10] 蒋士洪, 钟传声, 张贤林. 施肥对红竹养分吸收及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2000, 1(4):172-175.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 128 页)

目, 如垂钓、耕作、森林漫步、溯溪探秘、野外露营等多样化的活动体验项目。

**4) 完善配套设施**

配套设施是发展观光茶园旅游的物质基础, 可根据园区实际情况适当增加垃圾箱、卫生间等环卫设施。增设多样化的休憩游乐设施, 如亭、廊架、座椅、儿童游乐场、野外拓展运动场等, 为游客提供游览乐趣。宣传导向具有指示、宣传、导览等功能, 在设计上可结合茶叶形态设计造型, 突出茶元素特色。此外, 完善设施建设的同时还应加强维护管理工作。

**参考文献:**

[1] 王彦伟. 浙江休闲观光茶园规划设计研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2015.  
 [2] 茶旅世界·十大魅力茶乡参评——广西壮族自治区苍梧县[EB/OL]. [2016-08-03]. <http://www.chalvsj.com/h-nd-206.html>.

[3] 茶旅世界·最美茶园参评——“苍松”六堡生态茶园[EB/OL]. [2017-07-23]. [http://www.sohu.com/a/159318329\\_385957](http://www.sohu.com/a/159318329_385957).  
 [4] 徐欣彤, 陈宇, 卫笑, 等. 基于 AHP 法的南京市节约型园林景观满意度评价[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(1): 260-264.  
 [5] 常雷刚, 华海镜, 李星, 等. 杭州 4 所综合医院园林景观满意度评价[J]. 福建林业科技, 2014, 41(1): 171-176, 198.  
 [6] 康秀琴. 基于 AHP 法的桂林市 8 个公园绿地植物景观评价[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(6):273-278.  
 [7] 郑文俊, 王金叶, 韦婷. 桂林工学院雁山校区校园景观满意度测评[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(2): 205-208.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.031

## 4个樱桃品种叶绿素荧光特性的比较研究

李静

(青海省林业工程咨询中心,青海 西宁 810000)

**摘要:**为选择高光效的优质樱桃品种,选取‘美早’、‘先锋’、‘友谊’、‘早大果’4个樱桃品种,测定其叶绿素含量、荧光参数及光响应曲线,并对它们进行比较分析,计算其有效光化学效率和实际光化学效率。结果表明:4个品种樱桃中‘美早’的 $F_0$ (初始荧光)、 $F_m$ (最大荧光)、 $F_w$ (可变荧光)均达到显著水平,具有较好的光合生理功能;‘美早’的叶绿素含量显著高于‘友谊’和‘早大果’,但与‘先锋’差异不显著;快速光响应曲线测试结果显示4个品种的电子传递速率(rETR)均随PAR增加而迅速升高,最大电子传输效率(rETR<sub>max</sub>)、半饱和光强( $I_k$ )和初始斜率( $\alpha$ )均表现出‘美早’>‘先锋’>‘友谊’>‘早大果’的趋势,说明‘美早’光化学效率较强;4个品种的有效光化学效率和实际光化学效率也以‘美早’表现最优。综合比较,在选育优良品种时,‘美早’可作为首选。

**关键词:**樱桃;叶绿素;荧光特性;光化学效率;比较

中图分类号:S662.5;Q945.11 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0159-05

引文格式:李静.4个樱桃品种叶绿素荧光特性的比较研究[J].林业调查规划,2019,44(6):159-163,222.

LI Jing. Comparison of Chlorophyll Fluorescence Parameters in Four Cultivars of Cherry[J]. Forest Inventory and Planning, 2019,44(6):159-163,222.

## Comparison of Chlorophyll Fluorescence Parameters in Four Cultivars of Cherry

LI Jing

(Qinghai Forestry Engineering Consulting Center, Xining 810000, China)

**Abstract:** In order to select high-quality cherry cultivars with high photosynthetic efficiency, the chlorophyll fluorescence characteristics of leaves in four cherry cultivars, i. e. ‘Mei zao’, ‘Xian feng’, ‘You yi’ and ‘Zao da guo’ were selected to determine their chlorophyll content, fluorescence parameters and light response curves. The results indicated that the  $F_0$  (initial fluorescence),  $F_m$  (maximum fluorescence) and  $F_w$  (variable fluorescence) in ‘Mei zao’ reached significant levels with good photosynthetic physiological functions. The chlorophyll content of ‘Mei zao’ was significantly higher than that of ‘You yi’ and ‘Zao da guo’, but was no significant difference with ‘Xian feng’. The relative electron transport rate (rETR) of the four varieties increased rapidly with the increase of PAR, and the maximal relative electron transport rate (rETR<sub>max</sub>), half-saturation light intensity ( $I_k$ ) and initial slope ( $\alpha$ ) showed ‘Mei zao’ > ‘Xian feng’ > ‘You yi’ > ‘Zao da guo’, which indicated that the photochemical efficiency of ‘Mei zao’ was stronger. The Yield and  $F_v'/F_m'$  of ‘Mei zao’ were also the

收稿日期:2019-06-24.

第一作者:李静(1986-),女,甘肃兰州人,硕士,工程师.从事林业研究工作. Email:414239980@qq.com

best. By comprehensive comparison, 'Mei zao' may be a preferable candidate when selecting excellent varieties.

**Key words:** cherry; chlorophyll; fluorescence parameters; photochemical efficiency; comparison

樱桃 (*Prunus pseudocerasus*) 属蔷薇科 (Rosaceae) 李属 (*Prunus* L.) 樱桃亚属 (*Cerasus*. *Pers*) 落叶果树, 是我国北方树种。植物体内发出的叶绿素荧光是一种天然有效的光系统探针, 它能够快速而且灵敏地反应植物光合生理状况以及与外界环境的关系。通过对植物迅速、准确、无损伤的活体测定和诊断, 可以更好地了解植物光合生理状况及各种外界因素对它的影响。近年来, 叶绿素荧光动力学技术的研究得到进一步拓展, 被广泛的应用于植物逆境生理、作物增产预测、果实储藏等方面<sup>[1-4]</sup>。在自然条件下, 通过测定 4 个樱桃品种的主要荧光参数并分析对比, 找出差异, 为选择优良高光效品种和提高樱桃的产量提供理论参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验地位于甘肃省人大林场。地理坐标为北纬 34°20'68", 东经 103°40'55", 该区属于大陆性季风气候, 降水少, 日照多, 光能潜力大, 气候干燥, 昼夜温差大。年均降水量为 250~350 mm, 主要集中在夏季和秋季, 年均温 9.1℃, 年日照时数为 2 600 h, 无霜期为 180 d。土壤类型主要为山地土。

### 1.2 试验材料

选取试验地 8 年生的 4 个樱桃品种: '美早'、'先锋'、'友谊'、'早大果'。每个品种随机选择 3 株长势健壮的植株, 每株选定 3 片受光一致的叶片作为研究材料。对植株和叶片进行挂牌标记, 以便重复测定。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 叶绿素荧光参数的测定

采用 PAM-2500 便携式叶绿素荧光仪测定不同品种叶片的叶绿素荧光参数。测定前, 对叶片进行半小时暗处理, 处理后先照射小于 0.05 μmol/(m<sup>2</sup>·s) 的测量光, 测得初始荧光 (F<sub>0</sub>), 然后照射饱和脉冲光 (8 000 μmol/(m<sup>2</sup>·s), 0.8 s), 测得最大荧光 (F<sub>m</sub>)。可变荧光 (F<sub>v</sub>)、PS II 最大光化学效率 (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>)、PSII 潜在光化学效率 (F<sub>v</sub>/F<sub>0</sub>) 由 F<sub>0</sub>、F<sub>m</sub> 计算得出。

#### 1.3.2 荧光参数响应曲线

光响应曲线的测定按照 White 和 Critchley 的方

法<sup>[5]</sup>进行, 光强 (PAR) 分别设置为 0、6、12、19、82、220、392、507、659、1 117、2 206 μmol/(m<sup>2</sup>·s), 每个梯度持续 20 s。测定各梯度下的表观电子传递速率 (rETR)、有效光化学效率 (F<sub>v</sub>'/F<sub>m</sub>')、实际光化学效率 (Yield)、光化学淬灭系数 (qP)、非光化学淬灭 (NPQ)。

#### 1.3.3 叶绿素含量的测定

1) 采取丙酮提取法提取叶绿素; 2) 用紫外分光光度计测定吸光值, 重复 3 次。叶绿素 a、b 及总含量的值通过计算得出<sup>[6]</sup>。

## 1.4 数据处理

将所测数据输入到 Excel 软件中进行处理, 并运用 SPSS 17.0 进行方差分析。叶绿素荧光快速光曲线拟合公式为:

$$P = P_m [1 - \exp * (-\alpha * PAR/P_m)] \times \exp * (-\beta * PAR/P_m) \quad (1)$$

式中: P<sub>m</sub> 为没有光抑制时候的最大光合速率, 即最大潜在相对电子传递速率 rETR<sub>max</sub>; α 代表快速光曲线的初始斜率; 半饱和光强由 P<sub>m</sub> 和 α 得出。计算公式为:

$$I_k = P_m / \alpha \quad (2)$$

曲线拟合采用 SPSS 软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 4 个樱桃品种叶绿素荧光参数的比较

通过对 4 个品种的叶绿素荧光参数 (表 1) 进行测定, 发现 '美早' 的初始荧光值 F<sub>0</sub> 最高, '友谊' 的最低, '美早'、'先锋' 和 '早大果' 之间差异不显著, 而这 3 个品种与 '友谊' 差异显著 (P < 0.05)。该值的大小与光化学反应无关, 与植物叶片中叶绿素含量有关<sup>[7]</sup>; 最大荧光 F<sub>m</sub> 是 PS II 反应系统处于完全关闭状态下的荧光产量, 反映了通过 PS II 中心的电子传递情况<sup>[7]</sup>。和其它品种相比, '美早' 具有相对较高的 F<sub>m</sub> 值, 且和其它品种差异显著。F<sub>v</sub> 为参与 PSII 光化学反应的那部分光能辐射, 反映 PSII 且原初电子受体 QA 的还原情况<sup>[7]</sup>。F<sub>v</sub> 的值与 PS II 的活性成正比。由表 1 可知, '美早' 有较高的 F<sub>v</sub> 值, 且 '美早' 和其它品种间差异显著, '先锋' 和 '友谊' 之间差异不显著, 但显著高于 '早大果'。

表 1 4 个樱桃品种叶绿素荧光参数的比较

Tab. 1 Comparisons of chlorophyll fluorescence parameters in four cultivars of cherry

品种	叶绿素荧光参数				
	Fo	Fm	Fv	Fv/Fo	Fv/Fm
美早	0.674±0.154a	2.250±0.137a	1.743±0.059a	2.852	0.720
先锋	0.562±0.120a	1.737±0.084b	1.545±0.106b	2.337	0.612
友谊	0.462±0.041b	1.693±0.254b	1.509±0.237b	2.025	0.722
早大果	0.655±0.072a	1.610±0.096b	1.155±0.134c	1.775	0.604

注:不同字母表示差异显著(P<0.05),相同字母表示差异不显著。

Fv/Fm、Fv/Fo 分别用于代表 PS II 反应中心原初光能转化效率和潜在光化学活性<sup>[9,10]</sup>,由表 1 可以看出,‘美早’的 PS II 原初光能转化效率和潜在光化学活性的值都比较高,能把所捕获的光能有效地转化为植物所需要的化学能。

2.2 4 个樱桃品种叶绿素含量的比较

叶绿素是反映植物营养含量和生长状况的一个重要指标。对不同品种叶绿素含量测定结果表明(表 2):4 种樱桃的叶绿素 a,叶绿素 b,总叶绿素含量差异显著。其中‘美早’的叶绿素含量显著高于‘友谊’,而和‘早大果’、‘先锋’差异不显著。‘友谊’的叶绿素比值最高,‘先锋’和‘早大果’次之,‘美早’的最低。

表 2 4 个樱桃品种叶绿素含量的比较

Tab. 2 Comparison of chlorophyll contents in four cherry cultivars

品种	叶绿素总含量 / (mg · g <sup>-1</sup> )	叶绿素 a 含量 / (mg · g <sup>-1</sup> )	叶绿素 b 含量 / (mg · g <sup>-1</sup> )	叶绿素比值 a / b
美早	3.797±0.081 <sup>a</sup>	2.867±0.045 <sup>a</sup>	0.930±0.046 <sup>a</sup>	3.086
先锋	3.503±0.085 <sup>a</sup>	2.677±0.072 <sup>b</sup>	0.827±0.045 <sup>b</sup>	3.244
友谊	3.353±0.138 <sup>b</sup>	2.630±0.014 <sup>b</sup>	0.723±0.035 <sup>b</sup>	3.638
早大果	3.590±0.139 <sup>a</sup>	2.747±0.114 <sup>a</sup>	0.843±0.187 <sup>a</sup>	3.291

注:不同字母表示差异显著(P<0.05),相同字母表示差异不显著。

2.3 4 个樱桃品种快速光响应曲线的比较

樱桃不同品种叶片快速光响应曲线(图 1)显示,当 PAR 达到 19 μmol/(m<sup>2</sup>·s)时,4 个品种 rETR 都随 PAR 增加而迅速升高;PAR 达到 1 117 μmol/(m<sup>2</sup>·s)后,rETR 的值缓慢增加;PAR 在 1 117 ~ 2 206 μmol/(m<sup>2</sup>·s)时,4 个品种 rETR 的值逐渐达到饱和。当 PAR 的值较低时,4 个品种的 rETR 无明显差异;当 PAR 的值超过 82 μmol/(m<sup>2</sup>·s)时,不同品种表现出不同的光合电子传递能力,其中‘美早’最强,其次为‘先锋’和‘友谊’,‘早大果’最差。

贺红等<sup>[11]</sup>研究表明,ETR 饱和点的高低和耐光抑制能力成正比。从图 1 中可以看出,‘美早’ETR 饱和点最高,其次是‘先锋’,‘早大果’最低;说明‘美早’耐光抑制能力最强,其次是‘先锋’,‘友谊’,‘早大果’最低。

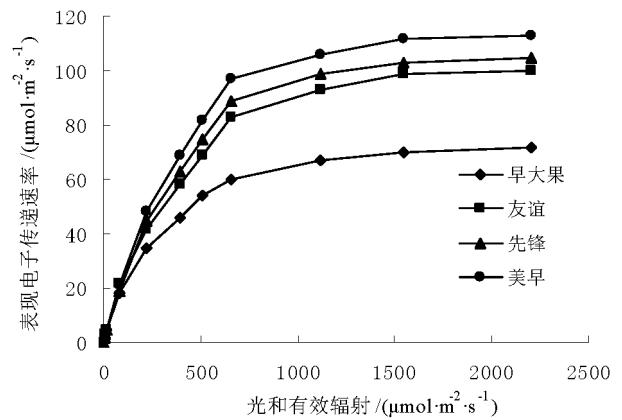


图 1 光合有效辐射的比较

Fig. 1 Comparison of photosynthetically active radiation in different cherry cultivars

rETR<sub>max</sub>、α 和 I<sub>k</sub> 由拟合方程得出(表 3)。由表 3 可知,4 个品种的最大电子传递效率 rETR<sub>max</sub> 的变化趋势是‘美早’>‘先锋’>‘友谊’>‘早大果’;半饱和光强 I<sub>k</sub> 值和 rETR<sub>max</sub> 变化趋势一致,也为‘美早’>‘先锋’>‘友谊’>‘早大果’;初始斜率 α 代表光化学反应的启动速率,4 个品种中‘美早’光化学反应的启动最快,接下来是‘先锋’和‘友谊’,‘早大果’最慢。

2.4 4 个樱桃品种的有效光化学效率和实际光化学效率的比较

实际光化学反应量子效率(Yield)是 PS II 反应中心部分关闭情况下的实际 PS II 光能捕获的效率<sup>[12]</sup>,其值大小和 PSII 反应中心的开放程度成正比。在一定范围内,Yield 值越大,PS II 反应中心的

表 3 4 个樱桃品种叶片快速光响应曲线拟合参数的比较  
Tab. 3 Comparison of fitted parameters of rapid light response curves in different cherry cultivars

品种	最大潜在 相对电子传递 $/(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	初始 斜率 a	半饱和光强 $/(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$
美早	120.02	0.28	550.55
先锋	110.49	0.25	428.29
友谊	100.27	0.24	416.06
早大果	63.55	0.22	287.56

光能转化效率越高,可积累更多的能量来保证暗反应的光合碳同化的高效运转,还能积累更多的有机物。4 个樱桃品种的 Yield 均随 PAR 的增强而降低;同一 PAR 下,‘早大果’的值明显低于其他 3 个品种,‘美早’和‘先锋’的值较高(图 2)。说明‘美早’和‘先锋’有较高的 PSII 光能捕获效率。

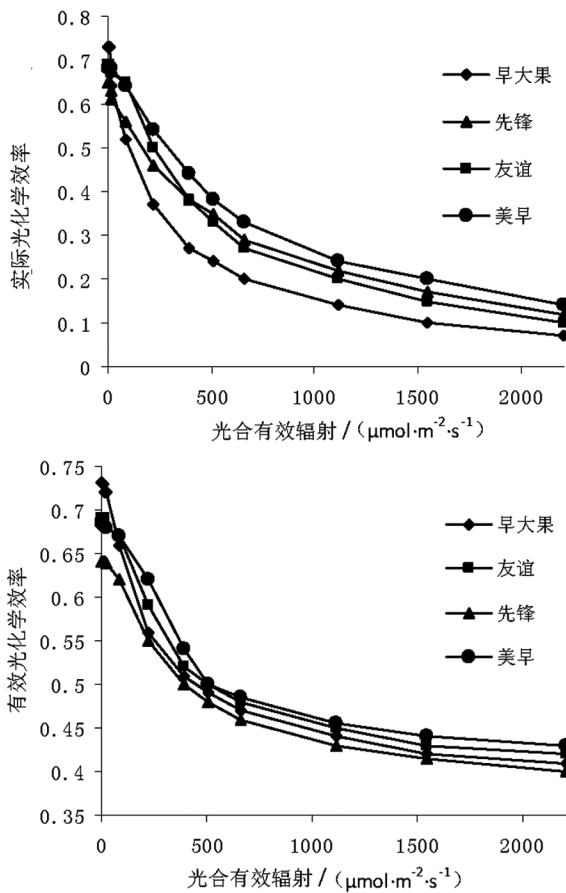


图 2 樱桃不同品种叶片实际光化学效率和有效光化学效率在不同光强下的响应曲线

Fig. 2 Response curves of Yield and  $F_v'/F_m'$  under different light intensity in leaves of different cherry cultivars

有效光化学效率( $F_v'/F_m'$ )是光化学量子产量的一个指标,它反映了光下开放的 PS II 反应中心最大原初光能捕获效率。由图 2 可以看出,4 个品种的  $F_v'/F_m'$  在光强下的响应和 Yield 的变化趋势一样,也是随 PAR 的增加而降低,但降低的幅度不同,4 个品种中‘先锋’的下降幅度最大,其次是‘早大果’,‘友谊’和‘美早’下降幅度最小。

2.5 4 个樱桃品种光化学淬灭系数和非光化学淬灭系数的比较

光化学淬灭系数(qP)是 PS II 天线色素吸收的光能用于光化学电子传递的份额<sup>[13]</sup>,用来反映植物的光合效率和对光能的利用率。qP 值越大,越有利于碳同化,植物的光合效率越高(图 3)。非光化学淬灭系数(NPQ)反映了植物耗散过剩光能为热能的能力,耗散过剩激发能可以防御光抑制的破坏,它是光合机构自我保护的一个机制<sup>[10,14]</sup>。

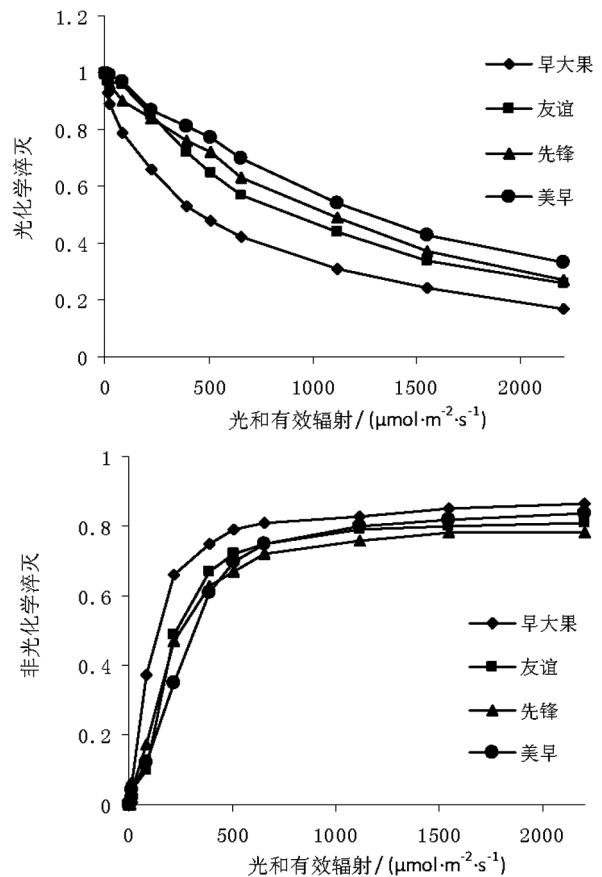


图 3 樱桃不同品种叶片光化学淬灭系数与非光化学系数在不同光强下的响应曲线

Fig. 3 Response curves of qP and NPQ under different light intensity in leaves of different Cherry cultivars



由图3可以看出,4个品种的qP均随光强增大而降低,其中早大果的qP随光强的上升迅速下降。同一PAR下,qP值‘美早’最高,其次为‘先锋’、‘友谊’、‘早大果’,表明‘早大果’容易导致光抑制,而‘美早’和‘先锋’忍受光抑制的能力较强。随着强度增高,4个品种的NPQ逐步升高,其中,‘早大果’的上升幅度较大,当 $PAR > 1117 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,‘先锋’NPQ增幅明显小于其他3个品种,说明‘美早’和‘早大果’通过天线色素耗散的能量较多,‘先锋’和‘友谊’较少,‘美早’和‘早大果’具有较强的防御P光抵制破坏的能力。

### 3 讨论

研究表明,4个樱桃品种的叶绿素荧光参数 $F_m$ 、 $F_v$ 均存在显著差异。 $F_v/F_m$ 、 $F_v/F_o$ 、Yield和ETR等荧光参数是反映植物光合效率高低的指标。在试验中,‘美早’的 $F_v/F_m$ 、 $F_v/F_o$ 、Yield和ETR值最高,其次是‘先锋’、‘友谊’,‘早大果’最低,说明‘美早’具有较好的光合潜力。研究表明,在光强相同条件下,随着ETR升高,可以形成更多的活跃化学能(ATP和NADPH),从而为暗反应进行光合碳同化提供足够的能量,以促进有机物的积累和碳同化的快速运转<sup>[15-16]</sup>。本实验中,在各个PAR梯度下,rETR、Yield和qP的变化趋势一致,均为‘美早’>‘先锋’>‘友谊’>‘早大果’。对快速光响应曲线进行拟合,可以得出4个品种的潜在最大相对电子传递速率 $rETR_{max}$ ,半饱和光强 $I_k$ 和rETR有着一致的变化趋势。所以从光合生理角度来看,‘美早’有潜在高产的生理生化基础,光合能力和耐受强光能力较强,而且具有较高的光合速率。‘早大果’的最大光合效率最低,其光抑制能力较弱。4个品种的叶绿素荧光参数 $F_v'/F_m'$ 、NPQ和rETR的变化趋势并不完全一致,说明在光合作用过程中,光能的吸收,传递和转化存在一定的复杂性。

光强一致时,‘美早’的ETR饱和点最高,光化学反应的启动速度最快,说明其光合生理性能和耐光抑制能力较其他品种强,能适应炎热高温的生长环境。其次为‘先锋’、‘友谊’、‘早大果’。

叶绿素在植物的光合作用中起着很重要的作用,它含量的高低将直接影响叶片的光合速率<sup>[17-18]</sup>。一般来说,叶绿素含量高而叶绿素a/b的值小的植物,具有较强的耐荫性。本试验中,‘美早’叶绿素含量较高,叶绿素a/b的值低于其他3个品种,是相对耐荫性比较好的品种。

### 4 结论

通过研究可以得出,4个樱桃品种叶绿素荧光参数不同,即光合作用效率存在差异。因此在实际栽培中应针对具体环境选择不同品种,进行高效优质栽培。同时研究也表明叶绿素荧光技术不仅可以用来快速鉴定樱桃不同品种间的光合特性、耐光抑制能力,还可以为选育优良、高效的樱桃品种提供理论参考。

### 参考文献:

- [1] 徐德聪,吕芳德,栗彬,等.不同立地美国山核桃叶绿素荧光特性及叶性状比较[J].经济林研究,2005,23(4):17-20.
- [2] 温国胜,田海涛,张明如,等.叶绿素荧光分析技术在林木培育中的应用[J].应用生态学报,2006,17(10):1973-1977.
- [3] 李雪芹,许礼根,金松恒,等.4种草坪草叶绿素荧光特性的比较[J].园艺学报,2006,33(1):164-167.
- [4] 林世青,许春辉,张其德,等.叶绿素荧光动力学在植物抗性生理生态学和农业现代化中的应用[J].植物学通报,1992,9(1):1-6.
- [5] WHITE A J, CRITCHLEY C. Rapid light curves: A new fluorescence method to assess the state of the photosynthetic apparatus[J]. Photosynth Res, 1999, 59: 632-72.
- [6] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 129-137.
- [7] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报, 1999, 16(4): 444-448.
- [8] 陈建明, 俞晓平, 程家安. 叶绿素荧光动力学及其在植物抗逆生理研究中的应用[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(1): 51-55.
- [9] 张其德, 蒋高明, 朱新广, 等. 12个不同基因型冬小麦的光合能力[J]. 植物生态学报, 2001, 25(5): 532-536.
- [10] HERAUD P, BEARDALL J. Changes in chlorophyll fluorescence during exposure of *Dunaliella tertiolecta* UV radiation indicate a dynamic interaction between damage and repair processes[J]. Photosynth Res, 2000, 63(2): 123-134.
- [11] 贺红, 贺丽静, 梁红. 银杏不同品种叶绿素荧光参数的比较[J]. 华南农业大学学报, 2006, 27(4): 43-46.
- [12] 张其德, 蒋高明, 朱新广, 等. 12个不同基因型冬小麦的光合能力[J]. 植物生态学报, 2001, 25(5): 532-536.
- [13] 陈建明, 俞晓平, 程家安. 叶绿素荧光动力学及其在植物抗逆生理研究中的应用[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(1): 51-55. (下转第222页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.032

## 民族地区国家储备林公私合作供给机制与实施研究

李宜强, 韦佳慧

(广西财经学院, 广西 南宁 530003)

**摘要:**基于林权理论、公私合作模式与项目投融资研究,分析民族地区国家储备林的分类及供给方式选择。结果显示:国家储备林的分配机制包括赋权、初始分配和再分配,其各单项林权质量由高到低为工业林林权、多样化用材林林权、市政用材林林权和生态林林权;在国家储备林项目的供给机制中,市场配置有效的部分应交给私人资本供给,政府在价格上给予补贴和授予私人一定的收费权;市场配置无效的部分由政府采取公共方式提供,但建设和运营管理委托私人企业;根据社会资本投资国家储备林项目的目标设计契约型合资、有限合伙制、契约性质的合作等3种投资组织结构。

**关键词:**国家储备林;公私合作;投融资模式;林权;供给方式;投资组织结构;民族地区

中图分类号:S727;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0164-07

引文格式:李宜强,韦佳慧.民族地区国家储备林公私合作供给机制与实施研究[J].林业调查规划,2019,44(6):164-170.

LI Yiqiang, WEI Jiahui. Supply Mechanism and Implementation of Public-Private Partnership of National Reserve Forests in Minority Areas[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 164-170.

## Supply Mechanism and Implementation of Public-Private Partnership of National Reserve Forests in Minority Areas

LI Yiqiang, WEI Jiahui

(Guangxi University of Finance and Economics, Nanning 530003, China)

**Abstract:** Based on the forest tenure theory, public-private partnership model and investment and financing model, the classification and supply mode of national reserve forests in minority areas were analyzed. The results showed that the allocation mechanism of national reserve forests included empowerment, initial allocation and redistribution, and the quality of individual forest tenure ranged from high to low as industrial forest, diversified timber forest, municipal timber forest and ecological forest. In the supply mechanism of national reserve forest projects, the effective part of market allocation should be given to private capital supply, and the government should grant subsidies on prices and certain charging rights to private individuals, while the ineffective market allocation was provided by the government in a public way, but private enterprises were entrusted with construction, operation and management. According to

收稿日期:2019-04-04

基金项目:2018年广西哲学社会科学规划课题立项“广西国家储备林供给模式实证及对策研究”(18FGL001);2016年广西财经学院校级课题立项“少数民族地区国家储备林公私合作供给机制与实施研究”(2016A013).

第一作者:李宜强(1978-),广西柳州人,硕士,副教授.研究方向:公共项目管理. Email:331326834@qq.com

责任作者:韦佳慧(1980-),广西南宁人,硕士,助理研究员.研究方向:林业经济. Email:12904224@qq.com

the goal of social capital investment in national reserve forest project, three investment organizational structures were designed as contractual joint venture, limited partnership and contractual cooperation.

**Key words:** national reserve forest; public-private partnership; investment and financing model; forest tenure; supply mode; investment organizational structure; minority areas

木材储备是继粮食、石油之后的第三个战略资源储备,是关系国家战略与国家安全的重要自然资源。据预测,2020年我国木材缺口将达2亿 $m^3$ 。在国际上,86个国家和地区限制或禁止珍稀和大径级原木出口,严格限制交易的树种新增到220多个。可见,完全依赖进口无法解决我国木材短缺的严峻矛盾。党中央、国务院高度重视木材安全问题。2013年中央一号文件要求加强全国木材战略储备基地建设;2015年《关于做好国家储备林建设工作的通知》要求通过发挥财政资金四两拨千斤的作用,引领社会资本、金融资本投入国家储备林建设;2016年《国家储备林制度方案》提出要积极探索国家储备林供给的PPP道路。

我国民族地区自然资源丰富,其木材产量占全国50%以上,如能充分发挥PPP在资金、管理方面的优势,国家储备林供给的质量和数量必能再上一个台阶。从PPP角度构建民族地区国家储备林供给模式,不仅是保障国家木材安全的重要途径,更是新形势下进一步加强民族团结、改善民生、扩大内需的重要工作,对维护国家生态安全和木材安全具有重要的推动作用。

## 1 文献综述

### 1.1 林权理论研究

相当一部分研究从产权安排、产权制度变迁入手,选取福建、广西、浙江的村级案例进行深入调研和比较分析,探讨目前林地产权制度的弊端,集体林产权改革的动因、过程和结果以及森林产权制度变迁与绩效。也有学者从集体山林经营方式改革的角度探讨集体森林基层管理模式的演变。目前南方集体林区林地产权制度出现了3种模式:分林到户、集体经营及林业股份合作制。

另一些农村问题研究学者则从社会学、组织学的角度切入,认为由于林改过程中产权不清、利益分配不明确、林地流转不规范等问题,再加上有些林权改革直接牵扯到地方政府的利益,造就了少数人借林权改革之机快速致富,而大部分农民被排斥在集体所有的山场,导致一系列群体性实践和纠纷的集中爆发。部分学者提出,农民集体行动、林业大户、

国家权威是影响目前林地纠纷的三大因素。三方利用各自在地位、资本、人数、权力、信息的优势进行博弈,都可能在维持或变动林权中发挥作用,要改变这种矛盾和冲突必须通过制度创新以促使三方的合作。

### 1.2 公私合作模式研究

斯迪格里兹提出了“私有化基本原理”,主要是指政府以签订合同、授予特许经营权、经济参与、放松管制等手段与途径,委托私人供给;其他学者总结认为公私合作模式是从完全公有到完全私有的“公—私合作”模式链。对于公私合作的效果和政策,以及风险分配问题,文献进行了总结和分析,包括BOT模式的探讨等。杨曦认为民营资本进入基础产业并不违背基础产业的内在特性,不影响国有资本对这些关系的控制,有利于提升基础产业的效率和服务质量,并从政府的角度提出了引导民营资本进入基础产业领域的路径;邱元直分析了社会资本在我国公共项目中的作用;王元京提出引导民营资本的基本对策:确立民营资本进入公共项目的原则、明确公共项目投资重点、拓宽民营资本的投资渠道、创新民营经济进入公共项目的融资方式等。

### 1.3 项目投融资研究

#### 1.3.1 项目投资组织结构

丁宁认为,从不同的角度、侧面、层次来考察,同一个有机的投资使用系统可以有不同的结构,反映不同的功能和特征。对于微观经济项目方面的增量投资,则存在不同的投资主体,因此形成了不同的投资结构。张极井认为,项目投资结构是指投资来源结构与投资主体结构,是投资者之间的法律合作关系以及项目的投资者对项目资产权益的法律拥有形式。在大型项目建设中,目前较为普遍采用的投资主体结构有3种基本形式:公司型合资结构、合伙制结构、契约型合资结构。对于项目合理投资结构的选择,张极井从资产拥有、产品分配、资金流量等9个方面进行了分析。这些考虑的因素从内容上基本是一致的,也是目前设计项目投资结构的主要立足点和出发点,但其主要从市场主体之间设计项目投资结构。在国家储备林供给机制下,私人部门与政府的偏好存在较大差异,应根据不同投资主体的目

标类型,根据我国目前的法律、法规和制度,设计项目合理投资组织结构类型。

### 1.3.2 项目投资数量

在国家储备林中需要采取合理的方式将投资在不同投资者之间分摊。目前常用的投资分摊办法有平均分摊法、主次分摊法、各种比例指标分摊法、效益比例分摊法、抵偿年限分摊法等,具体应当根据不同实际情形采取不同的算法。应用博弈理论分析投资分摊问题是另一种行之有效的办法。可利用合作博弈 Shaply 值法理论研究多目标开发项目的投资分摊问题。刘伟则提出了合作博弈 Shaply 值法与多目标二次规划相结合的综合分摊投资方法。

### 1.4 目前研究中存在的问题

1) 国家储备林供给机制研究中,缺乏对国家储备林项目以及林权在经济学理论基础方面的研究,从而导致对国家储备林项目的产业、准公共物品特征、产权特征的分析不够深入,对国家储备林供给方式方面也缺乏进一步的理论分析与研究。

2) 国家储备林投资中政府的财政资金投向不够明确,中央政府与地方政府之间、政府与社会资本之间的投资界限模糊,职责不清。国家储备林中政府与市场之间,政府与政府之间合理分摊投资的机制和办法有关研究不够深入。

3) 对于国家储备林公私合作供给的运作方式和机制缺少深入研究。系统性不强、理论分析不足,不具有普遍意义。如何遴选高效的公私合作模式和运行机制,引导社会资本进入国家储备林建设,有待进一步系统化和理论化总结和研究。此外,选择有效的供给方式也有待深入探讨。

## 2 国家储备林的林权

### 2.1 产权

经济学文献对产权的定义众说纷纭。在产权管理实践中,一般将占有权、支配权和使用权与狭义所有权分离。由于财产需要经营,所以理论上把占有权、支配权统称为“经营权”。因此,产权总体上可分为所有权、经营权和使用权。

新制度经济学研究表明,产权的分配对经济效率具有决定性的影响。但产权不是固定的而是能够通过个体行动改变的;人们对资产的权利也不是永久不变的,而是人们自己直接努力加以保护、政府予以保护和他人企图夺取的函数。所以,资产所有者及相关利益者必须对其价值的各种特征具有充分的认识,进而更容易实现资产产权的转让。

### 2.2 林权定义和特征

#### 2.2.1 林权定义

根据上述的产权理论,可以认为林权是对森林资源的权利,具体指行为主体对森林所拥有的狭义所有权或归属权、占有权、支配权和使用权等各种权能和利益的集合。在国家储备林项目中,国有林场是建设主体,而国有林场是国家保护、培育森林资源的林业生产性的事业单位,其林地、林木等全部生产资料和产品都是国家财产。因此,首先要明确国家储备林是具有浓厚的公权色彩的准公共产品,但由于建设国家储备林的目的在于“营造工业原料林、珍稀树种和大径级用材林等优质高效多功能森林”,因此,国家储备林的使用功能和利用方式具有多样性。为满足社会各方面用材需求,提高开发利用效率,各项权能一般都与狭义所有权(国家所有)相分离,形成不同的委托代理结构,从而林权所有者能够实现排他性的权能,为自己创造利益。

总结上述观点,国家储备林林权是林权主体通过对国家储备林的开发利用而得到的一定林木的质和量的支配权利。它是一个权利束,除具有国有属性外,包括投资开发权、配置权、使用权和管理权,其中,管理权、配置权、建设权、投资权统称为经营权。由于国家储备林的狭义所有权的国有属性很明确,所以国家储备林林权持有者拥有的林权是指对一定林木资源的经营权和使用权。

#### 2.2.2 林权属性

根据国家储备林的林权定义,国家储备林的基本属性在于可分解性和排他性。

##### 1) 林权的可分解性

虽然国家储备林具有国有性质,但其产权主体不限于国家或集体,通过对国家储备林产权权能的合理分解、组合、配置,政府、非盈利组织、企业都可以成为国家储备林林权主体。我国正处于转型期,将包括狭义所有权在内的国家储备林的各种权能适当分离,可以促进国家储备林产权的合理配置,实现林权主体多样化,可使林权产权绩效大于制度成本,有助于提高国家储备林林木资源的配置效率。

##### 2) 林权的排他性

由于国家储备林的公共物品性质,在其提供公共物品的范畴内是排他的,这是国家储备林外部经济性的体现,对林权进行制度上和技术上的合理配置,可以实现国家储备林林权的排他性。具体方式是在国家储备林的林木资源中,按照公平的原则设置比例林权体系,将国家储备林林木资源分配给所

有相关经营实体或用户,实现国家储备林外部性的内部化。

### 2.3 林权主体结构

国家储备林投资规模大,需要投资大量的资金进行建设。因此国家储备林的林权主体结构需要从参与投资开发方面进行分析。国家储备林林权主体一般包括政府、企业或事业单位、用户等。

#### 1) 政府

包括中央政府和地方政府。政府作为国家储备林林权的主体体现在2方面:①按照中国法律规定,森林资源归国家所有,中央政府和各级地方政府代表国家行使森林资源所有权,包括狭义所有权、经营权、使用权,不过政府通常将狭义所有权以外的其它权益分离出去;②由于国家储备林的准公共物品特性,政府以项目参与者的身份通过直接或间接投资的方式参与国家储备林的建设以取得国家储备林的部分林权,特别是满足公益需求的林权。

#### 2) 林木供给组织

包括国有林业企业、民营林业企业、事业建制的林场单位等社团组织。在这些林木供给组织中,为获得国家储备林林权而参与国家储备林投资的企业和事业单位(国有林场)是本文主要讨论对象。因为在市场经济条件下无论是企业或是事业单位都是拥有自身利益的独立法人,符合PPP模式中社会资本的定义。

#### 3) 用户

包括林木企业、事业单位、家庭和其他个体等林木的终端用户。用户作为林权的主体,是国家储备林林木资源的最终消费者,持有林木资源的使用权。

## 2.4 国家储备林林权分配

### 2.4.1 基本框架

Challen提出了自然资源产权科层理论,即赋权、初始分配和再分配3个方面。在Challen自然资源产权科层理论基础上,构建了国家储备林林权分配的基本框架。国家储备林的决策实体分为4类:中央决策实体,是国家层面林权的实际持有者;地方决策实体,是区域层面的林权实际持有者,包括地方各级政府及林业主管部门;社团决策实体,包括林业企业、各级林业管理组织(林场);用户,是最终林木层面上林权的持有者。国家储备林林权分配就是按照政府—社团—用户的递阶层次关系自上而下进行分配的。

我国对国家储备林采用集中管理与分散管理相结合的管理模式。国务院及国家林草局负责全国国

家储备林的管理工作,其他各级人民政府及其林业部门负责其辖区内国家储备林管理工作。各个地方政府有权赋予或授权相关企业或组织开展其辖区内的国家储备林建设与管理。获得政府授权的企业则对下一层次的企业、组织或个人分配林权,最后一个层次的企业或组织则是林木的最终用户。一般而言,各级林业企业获得的林权包括经营权和使用权,最终用户获得的是使用权。可见,林权被各级决策实体分层持有;从横向看,林权被同层次的各个决策实体分割持有;从纵向看,上一级的决策实体总是对下一级的决策实体拥有资源配置权,某一个层次决策实体所拥有的林权客体,都是下一层决策实体的共有资源。

### 2.4.2 林权分配机制

根据上述“林权科层概念模型”,国家储备林的分配机制包括赋权、初始分配和再分配。由于国家储备林的供给和投融资与国家储备林的赋权和初始分配相关,而林权的再分配机制只有在国家储备林林木资源建成后才能发生,因此,本文研究的国家储备林林权分配主要指林权的赋权和初始分配。

国家储备林的林权赋权指国家储备林林木资源在林权持有者之间被物理分割的方法,即按量分配,规定不同的林权主体可以得到的林木资源数量,通常用林木资源配额确定数量分配。林木资源配额应当由政府聘请有经验的专业咨询机构结合市场需求和本地的林木生产能力的综合函数确定。在国家储备林二级以下的林权分配中,可采用“投入配额”模式。在这种模式下,国家储备林的建设机构是由各个投资机构以股份合作制方式组建而成的,按各个投资机构的投入数量分配林木资源配额。采取“投入配额”模式将林权与投资比例挂钩,有利于国家储备林的投融资,有利于利用市场机制提高林木资源的使用效率。

## 3 国家储备林林权质量

### 3.1 林权质量的内涵

林权质量可以反映林权的整体性特征。林权质量可以理解为阿尔钦提出的“产权强度”。根据国家储备林的特征,主要从4个维度分析林权质量:排他性,指决定谁在特定方式下使用国家储备林的权利;可让渡性,指权利在不同林权主体之间让渡的程度和难易性;可分解性,指林权可以被分解的程度;持久性,指林权存在的时间。

林权上述4个维度因社会施加的各种限制而不

同程度被弱化。弱化是指由于个人使用权利时存在外溢性,政府对产权加以一定的限制。林权被弱化的程度越低,则其就越接近私人产权;反之,林权被弱化的程度越高,其就越接近公共物品。林权作为一个整体被弱化的程度减少,即政府或他人对林权的独占性限制很少,则可以说林权的质量得到了提高。

### 3.2 林权质量结构分析

根据对国家储备林林权结构的分析,其质量结构分为项目整体的林权质量、各个林权主体所持有的林权质量和林权各权项的单项林权质量 3 个层次(图 1)。

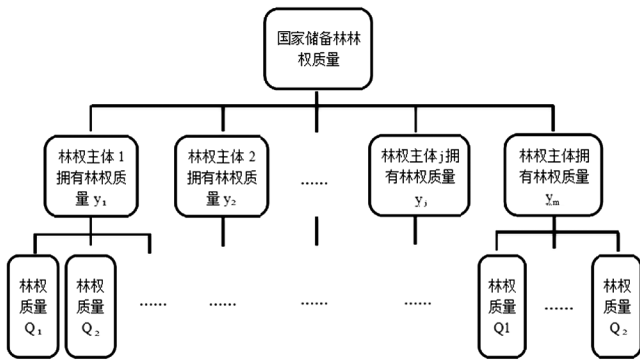


图 1 国家储备林林权质量

Fig. 1 Forest tenure quality of national reserve forests

### 3.3 林权质量经济学分析

本文运用公共物品理论对使用权中的各项林权在消费上的竞争性、供应上的排他性和外部性进行详细具体的分析,清晰地反映了国家储备林各单项使用权质量的经济特性(图 2)。

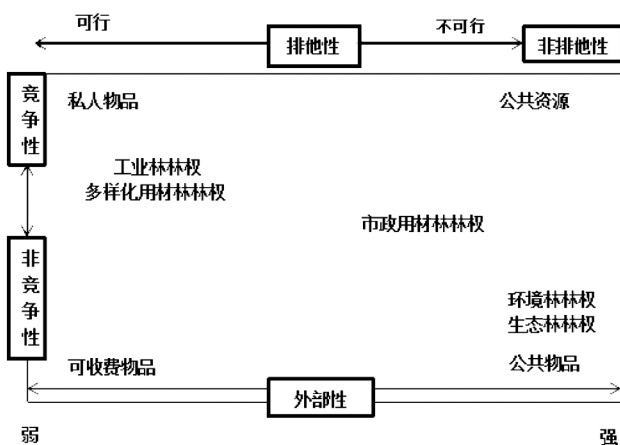


图 2 国家储备林的经济学分析

Fig. 2 Economic analysis of national reserve forests

基于对国家储备林林木使用权经济特性的初步分析,结合图 2 进一步分析国家储备林各单项使用权质量的经济特征。

#### 1) 工业林林权

具有竞争性强、排他性高的特点,对于林权持有者而言是典型的私人物品,林权质量最高,宜采用市场方式分配林权。

#### 2) 多样化用材林林权

包括居民家居装饰和第三产业用木,在林权的使用和经营上排他性高、林权质量高、竞争性强,应采用市场方式分配林权。

#### 3) 市政用材林林权

主要指应用于城市园林绿化等市政设施的用材林林权,具有一定的私人物品性质,但其排他性弱,受政府的规制,林权质量较低,林权分配主要依靠行政方式。

#### 4) 生态林林权

森林具有调节气候、涵养水源、保持水土、防风固沙、改良土壤、减少污染、美化环境、保持生物多样性等多种功能,不能明确地确定受益群体,因此生态林的林权质量极低,具有纯公共物品属性,必须由政府使用和掌握,依靠行政方式分配。

通过以上分析可知,国家储备林各单项林权质量由高到低为工业林、多样化用材林、市政用材林和生态林。

## 4 国家储备林的供给模式

### 4.1 供给方式的选择

国家储备林的有效供给取决于项目的补偿机制和供给机制。一般公共物品的供给方式主要有 3 种:政府采用公共方式供给,向公众无偿提供产品或服务;政府通过市场方式提供排他性强的准公共物品,由私人投资者直接作为产品或服务的供给者,消费者按照政府监管的价格购买;政府通过税收政策和价格政策将私人资本引入准公共物品的生产和服务领域,政府提供部分补贴及公私合作供给。与这 3 种供给方式相对应的补偿方式依次为:税收补偿、向使用者收费和这 2 种补偿方式的结合。综合对公共物品供给的研究成果,本文认为纯粹的公共供给或市场供给都不能实现准公共物品的有效供给,应根据资源优化配置原则,建立公共物品供给的多中心体制和互补机制,探寻政府和市场在公共物品供给领域的均衡点。

因此,国家储备林应充分发挥公共部门和私人

部门各自禀赋优势,根据资源优化配置、经济合理和交易成本最小化的原则,建立国家储备林项目的供给机制,把市场配置有效的部分交给私人资本供给,政府在价格上给予补贴和授予私人一定的收费权;市场配置无效的部分由政府采取公共方式提供,但建设和运营管理委托私人企业,即按照布坎南提出的“政府间接生产”概念组织准公共物品的供给。

#### 4.2 公私供给的范围界定

根据公共经济学理论,结合上述细分 4 类国家储备林,政府可以细化对国家储备林供给的宏观管理:将接近于公共物品特征的第四类国家储备林明确为政府投资的范围;将具有准公共物品特征的第二类、第三类国家储备林明确为政府与社会资本共同投资的范围,政府应制订切实可行的政策,提供优惠的引资条件和必要的投资或补贴,吸引社会资本与政府共同投资;将接近于私人物品的第一类国家储备林明确为社会资本的投资范围。

国家储备林上述供给范围的划分和不同投资者投资范围的界定是框架性的,在实际操作中,可根据具体情况进行调整。对于基本或完全能够回收成本的第四类国家储备林,若着眼于引进先进的管理经验和提高项目的运作效益,政府可以补偿部分成本和利润,引入社会资本参与这类国家储备林项目的开发和管理,此时国家储备林的供给方式含有“公私合作”的成份,确切地说,应该是公私合作管理。

对于第二类、第三类国家储备林,尽管上文已明确为公私合作供给,但必须进一步界定公、私各自的供给范围。这与本文上述章节讨论的林权分配有关,其分配的一般原则是:将国家储备林中经营性林权分配给社会资本方,而将非经营性林权分配给政府或政府授权的机构,公、私机构原则上按各自所投资分摊份额承担各自投资责任。但这个投资分摊比例并不是绝对执行的,必须考虑企业经营该部分林权的收益率,如果在其经营的林权中,多样化用材或向木材价高的特殊地区供给的比例高,企业有较多的超额利润,则政府可以通过谈判或采用开发权招标方式,将部分公益性投资转移给企业承担。

对于第一类国家储备林,其总体林权质量(值)和收益率水平高,不必将少量的公益性投资分摊给政府,而完全由社会资本方来承担该部分投资,关于这一点,政府可以作为开发招标的一项条款得以实现。

#### 4.3 投资组织结构设计

在国家储备林公私合作供给的方式下,投资者

主要是社会资本和政府。政府投资的主要目的是获取公益性林权、向社会提供必需的环境、生态用材。因此,政府关注的焦点是国家储备林的分配方式,即获得与公益投资比例相对应的公益性林权,而国家储备林项目资金流量的控制、项目的直接经营管理、资产拥有形式等对政府而言则处于比较次要的地位。这是由政府的职能所决定的。

根据上文对影响投资组织结构选择的因素分析成果,本文将社会资本投资国家储备林项目的目标归纳为 3 种类型。

##### 4.3.1 盈利—风险隔离型

社会资本方不谋求直接拥有国家储备林的经营管理决策权和项目资产,而以盈利为投资的主要目标,只愿承担投资的有限风险和责任。这类投资者通常是而非本行业的企业或其它经济组织。

本文将此种类型的国家储备林项目的投资组织结构设计成以项目公司为基础的契约型合资结构,如图 3 所示。

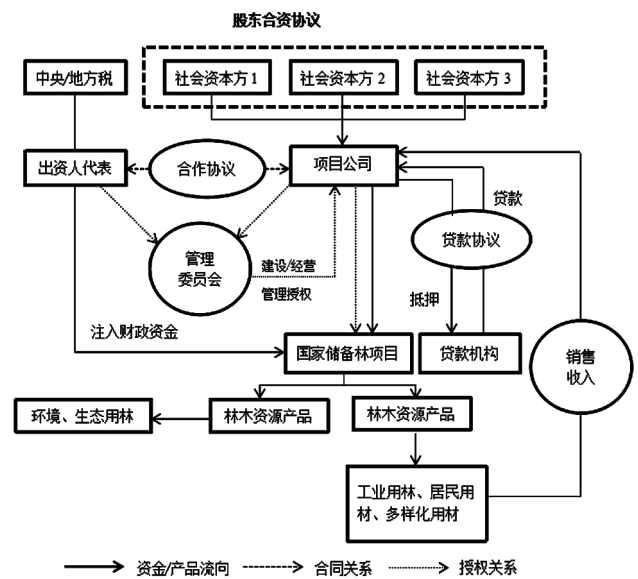


图 3 契约型合资结构

Fig. 3 Structure of contractual joint venture

由图 3 可知,契约型合资结构包括 2 个层次:第一层次是由项目公司(社会资本方)与政府组成的契约型合资结构,项目公司承担的是经营性国家储备林投资,政府承担的是公益性国家储备林投资;第二层次是由若干社会资本方组建的项目公司,参加项目公司的社会资本方在协商基础上按一定比例投入股本资金,按各自投资额对项目公司产生有限责任,并以此分享公司或项目的经营利润,社会资本方

在一定程度上实现了项目风险隔离。

### 4.3.2 盈利—风险型

社会资本方直接拥有国家储备林的经营管理决策权、税务优惠以及项目资产。社会资本方以盈利为主要目标,可能承担投资的无限连带责任和风险。

本文将此种类型国家储备林投资结构设计成为有限合伙制结构,如图 4 所示。

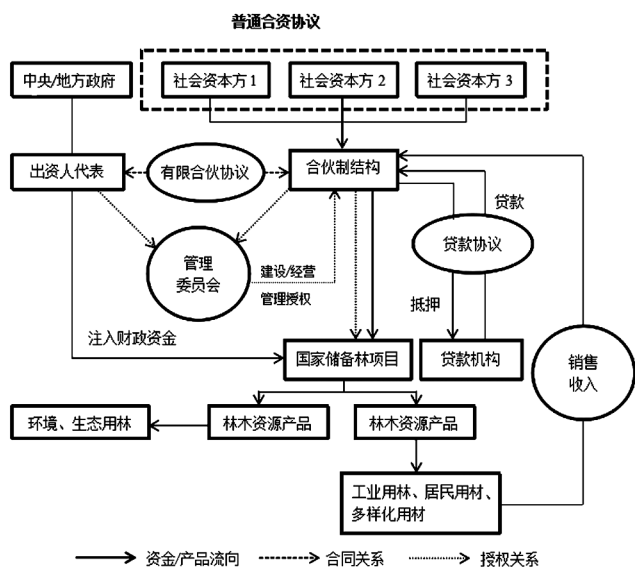


图 4 有限合伙制结构

Fig. 4 Structure of limited partnership

在国家储备林有限合伙制结构中,政府承担国家储备林的公益性投资和与之相应的有限责任。但政府只是有限合伙人,不参与国家储备林的日常经营管理,而是通过政府的实际投资行为和政策引导社会资本参与具有准公益性特征的国家储备林投资建设。这既是政府的职能,也与有限合伙制结构特点密切相关。

### 4.3.3 产品—经营型

社会资本方以获取一定数量的林木资源产品及相应的经营权为主要目标,追求利润则是其间接目标,这类投资者不太关注投资的责任和风险,而是谋求国家储备林的经营决策权和对现金流量的控制,关注产品的分配方式和项目资产的拥有形式。

本文将此种类型国家储备林投资结构设计成为契约性质的合作结构,如图 5 所示。

在图 5 所示的投资结构中,各投资者和政府派出代表所成立的管理委员会是最高决策机构,负责国家储备林建设、管理中重大问题的决策。管理委员会会将国家储备林的日常管理授权给一家具有国家

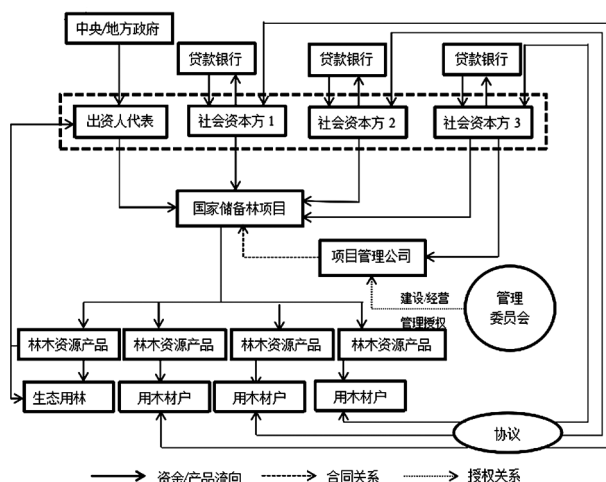


图 5 契约性质的合作结构

Fig. 5 Structure of contractual cooperation

储备林运营管理经验、社会资本出资成立的项目公司。

### 参考文献:

[1] 陈幸良. 中国森林供给问题研究[M]. 北京:科学出版社,2014:12-35.

[2] 余新晓. 中国森林生态系统服务功能价值评估[J]. 生态学报,2013,25(8):33-37.

[3] 庄立. 论中国自然资源的稀缺性和渗透性[J]. 地理研究,2011,30(8):1351-1360.

[4] LESLIE A. Estimating the current and future demand for forest products and services[J]. Tropical Forest Update, 2005(1):14-16.

[5] RICHARDS K R. A review of forest carbon sequestration cost studies; a dozen years of research[J]. Climate Change, 2004,63(1):1-48.

[6] 刘金龙. 基于公共池塘产权束的林权变迁研究——以河北省平泉县为例[J]. 河北月刊,2016,11(2):56-58.

[7] 马天乐. 江苏省建设林业社会化服务体系的探讨[J]. 林业经济问题,2003,5(2):12.

[8] 萨瓦斯. 民营化与公私部门的伙伴关系[M]. 北京:中国人民大学出版社,2002:8-19.

[9] 邱元直. 中国民间投资问题研究[J]. 金融经济,2012,8(2):17.

[10] 刘伟. 中国民间投资问题研究[J]. 系统工程,2004,10(8):5.

[11] 简迎辉. 建设工程交易理论与交易模式研究[J]. 财经问题,2006,7(2):22.

[12] 黄伟杰. 博弈论与信息经济学[M]. 上海:上海人民出版社,2014:5-16.

(责任编辑 杨焱熔)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.033

## 宝鸡市金台森林公园居民休闲满意度调查实证研究

张金凤

(宝鸡文理学院历史文化与旅游系,陕西 宝鸡 721013)

**摘要:**采用问卷调查与访谈相结合的方法,对 193 份有效样本进行实证研究,运用均值分析比较金台森林公园居民休闲满意度水平。结果表明:休闲居民总体满意度水平较高,对景观质量最满意,对基础设施最不满意;通过单因素方差分析,得出不同人口学变量的金台森林公园居民休闲满意度的差异性。提出加强基础设施维护与监管,科学合理规划厕所,实行安全管理,提高居民休闲素质等建议。

**关键词:**休闲满意度;人口学变量;单因素方差分析;实证调查;金台森林公园

中图分类号:S759.91;S731.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0171-06

引文格式:张金凤. 宝鸡市金台森林公园居民休闲满意度调查实证研究[J]. 林业调查规划,2019,44(6):171-176.

ZHANG Jinfeng. Empirical Study on Residents' Leisure Satisfaction of Jintai Forest Park in Baoji City[J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(6):171-176.

## Empirical Study on Residents' Leisure Satisfaction of Jintai Forest Park in Baoji City

ZHANG Jinfeng

(Department of History Culture and Tourism, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji, Shaanxi 721013, China)

**Abstract:** This paper made an empirical study on 193 valid samples by the methods of questionnaire and interview, and compared the residents' leisure satisfaction level of Jintai Forest Park by the mean value analysis. The results showed that the overall leisure satisfaction level of residents was high, and the most satisfied was the quality of landscape while the most unhappy was infrastructure. The differences of residents' leisure satisfaction with different demographic variables were obtained by one-way ANOVA. This paper suggested to strengthen the maintenance and supervision of infrastructure, scientifically and reasonably plan toilets, implement safety management, and improve the leisure quality of residents.

**Key words:** leisure satisfaction; demographic variables; one-way ANOVA; empirical survey; Jintai Forest Park

关于休闲满意度概念的提出,可以追溯到 20 世纪 70 年代,代表学者有哈维奥·莫妮卡<sup>[1]</sup>、彼尔德

和罗吉德<sup>[2]</sup>。国内学者具有代表性的是刘松,他认为休闲满意度是指休闲体验对休闲需要的满足程

收稿日期:2019-04-29.

基金项目:国家社会科学基金项目(15XMZ067);陕西省社科界重大理论与现实问题研究项目(2018C014);陕西省教育厅 2017 专项计划研究项目(17JK0023);陕西省科技厅软科学研究计划一般项目(2019KRM190);宝鸡文理学院一般计划研究项目(YK2018009).

第一作者:张金凤(1978-),女,宁夏中宁人,硕士,副教授.主要从事旅游经济、旅游规划与管理研究. Email:zhangjinfeng1123@163.com

度,是休闲社会心理研究核心概念和变量<sup>[3]</sup>。西方社会已步入休闲时代,中国在《国民旅游休闲纲要(2013—2020年)》中明确提出要改善国民休闲环境,促进国民旅游休闲基础设施建设,提升国民旅游休闲服务等。在此背景下研究居民休闲满意度具有重要的现实意义。国内学者主要从2方面研究休闲满意度:休闲满意度影响机制分析,代表学者有宋瑞<sup>[4-5]</sup>和宋子千<sup>[6]</sup>;城市居民休闲满意度实证调查研究,代表学者有楼嘉军<sup>[7]</sup>、李亨<sup>[8]</sup>、蒋艳<sup>[9]</sup>。关于森林公园满意度的研究成果已经非常成熟,研究方法丰富,研究视角多样,且以实证研究居多,个案研究并未触及宝鸡市金台森林公园。因此,探讨宝鸡市金台森林公园居民休闲满意度对提高其休闲服务质量,推进休闲基础设施建设等具有现实意义。

## 1 研究区概况

金台森林公园位于陕西省宝鸡市区北坡,因明代道士张三丰在金台观修道而得名。公园2002年9月开工,2004年5月开园,总面积256 hm<sup>2</sup>,是集旅游休闲、文化娱乐、体育锻炼、卫生餐饮功能于一体的开放式城市公园。公园内植物物种丰富,生物多样性保存良好,可分为生态防护林带、生态景观林带、生态休闲林带、生态防尘林带、城市园林风景带“五带”和铁马秋风、金阁流霞、雁鹜云霄、金顶春色、长寿探幽5个景区。由于金台森林公园地势高旷,视野开阔,生态良好,文化鲜明,深受宝鸡市民喜爱,是老少皆宜的休闲好去处。

## 2 研究过程

### 2.1 数据来源

2018年5月14、15日集中2天通过实地随机发放问卷方式获得调研数据,调查地点集中在居民活动比较频繁的区域,如园内休闲广场、登山步道及台塬上农家乐周边。发放问卷共计200份,实收195份,其中有效问卷193份,有效率为96.5%。问卷主要分为2个部分:人口统计因素,包括性别、年龄、职业、学历、收入和居住地;问卷的主体部分,借鉴张红梅等<sup>[10]</sup>、肖星等<sup>[11]</sup>、毛小岗等<sup>[12]</sup>学者相关研究成果,结合金台森林公园实际,主要从资源满意度、休闲设施满意度、服务满意度和他人干扰4个方面共计36个题目考察居民满意度水平,均采用李克特量表(1=很满意,2=较满意,3=一般满意,4=较不满意,5=很不满意)进行分析评价。

### 2.2 样本特征

被调查样本男性占58.0%,女性占42.0%。年龄以中青年为主,学历以中专及高中、本(专)科所占比例最多。月收入以3 001~5 000元为主,其次是3 000元以下或是无收入的学生群体,符合宝鸡市居民的正常消费水平。职业分布以公司职员居多,其次是自由职业者。从居住地分布看,由于宝鸡市金台森林公园隶属金台区管辖,金台区居民具有明显“近水楼台先得月”的区位优势,因此金台区居民占49.2%,接近一半(表1)。

表1 被调查居民基本信息

Tab. 1 Basic information of surveyed residents

基本特征	描述	样本数/人	比重/%
性别	男	112	58.0
	女	81	42.0
年龄	16岁以下	8	4.1
	16~24岁	32	16.6
	25~44岁	75	39.9
	45~60岁	52	26.9
	60岁以上	26	13.5
学历	初中及以下	23	11.9
	中专及高中	67	34.7
	本(专)科	95	49.2
	硕士以上	8	4.1
月收入	无或3000元以下	72	37.3
	3001~5000元	85	44.0
	5001~8000元	32	16.6
	8001~10000元	1	0.5
	10000元以上	3	1.6
职业	行政事业单位	30	15.5
	公司企业人员	58	30.1
	自由职业人员	46	23.8
	学生	17	8.8
	离退休人员	29	15.0
	其他	13	6.7
	金台区	95	49.2
居住地	渭滨区	61	31.6
	陈仓区	11	5.7
	其他	26	13.5

问卷信度用SPSS 17.0软件克朗巴哈系数检验,一般认为,克朗巴哈系数高于0.7即被认为可

靠,如果为 0.6~0.7 表示也可以接受<sup>[13]</sup>。通过对各变量进行检验,克朗巴哈系数(Cronbach's alpha)为 0.944,说明可靠性较高。森林公园居民休闲满意度量表 KMO 值为 0.902,大于 0.8 表明变量的效度能够接受,sig 值为 0.00,适合因子分析。

### 2.3 金台森林公园居民休闲满意度分析

采用 SPSS 17.0 单一样本 T 检验,假设检验值 =3,分别对 4 个项目层共计 36 个评价因子展开分析,衡量宝鸡市金台森林公园居民休闲满意度,通过比较均值大小,反映金台森林公园每个项目满意度高低,如表 2 所示。

从表 2 数据分布情况来看,4 个项目层和 36 个评价因子均值均未达到平均水平 3,说明金台森林公园居民总体休闲满意度较高。从满意度高低排序来看,金台森林公园居民休闲最满意的是景观质量,均值为 2.163,说明金台森林公园原有的自然景观加上政府主导修缮,已经具备了休闲功能,资源质量较高。满意度水平排第二位的是基本服务,均值为 2.241,说明休闲居民对园内餐饮娱乐等服务是比较满意的。但经过笔者实地调查发现,金台森林公园休闲广场附近区域停车位仅有 18 个,虽然统计结果未显示出来,但是从发展趋势看,停车位偏少将会影响到居民在该区域休闲时泊车需求。满意度水平排第三的是他人干扰,均值为 2.385,说明居民在园内休闲不希望其他人员打扰,尤其厌恶园内不懂得社会公德与公共场所不文明礼貌的行为。居民最不满意的是基础设施,均值为 2.404,这与笔者的访谈结果不谋而合。通过访谈发现,经常使用一些健身设施的居民对此满意度并不高,主要表现在乒乓球案脚座生锈影响美观,地面凹凸不平存在安全隐患,其中一项健身设施安装有误导致其不能正常使用,造成资源浪费。

### 2.4 人口学变量和金台森林公园居民休闲满意度差异探析

一般认为,当偏度绝对值小于 3.0,峰度绝对值小于 10.0 时,表明样本基本服从正态分布<sup>[14]</sup>,因此可以进行方差(ANOVA)分析,任何因素的显著性(sig 值)低于 0.05 就被认为存在显著差异。

项目层中景观质量、基础设施、他人干扰的显著性均大于 0.05,说明在满意度评价中金台森林公园男性和女性的休闲满意度几乎不存在差异。在基本服务维度中,唯一的因子园内安全感(0.008)显著性低于 0.05,说明金台森林公园男性与女性对于公园安全管理评价是存在显著差别的,男性均值为

表 2 金台森林公园居民休闲满意度均值比较

Tab. 2 Comparison of average values about residents' leisure satisfaction in Jintai Forest Park

项目层	因子层	因子均值	标准差	项目均值	排序
景观质量	规模大小	1.68	0.715	2.163	1
	设计风格	1.94	0.792		
	总体印象	1.67	0.752		
	植物种类丰富性	2.11	0.852		
	色彩丰富性	2.25	0.860		
	植物数量适量性	2.00	0.784		
	草坪可进入性	2.44	1.014		
	建筑数量与位置	2.36	0.990		
	建筑美观性	2.27	1.017		
	景点丰富性	2.43	1.024		
	景点观赏性	2.37	1.003		
	景观小品美观性	2.53	1.016		
	道路铺装美观性	2.16	0.901		
	广场的设计	2.07	0.884		
基础设施	厕所数量与位置	2.66	1.121	2.404	4
	垃圾箱数量与位置	2.22	0.997		
	游憩设施便捷性	2.41	0.875		
	安全设施	2.37	0.993		
	停车设施	2.41	0.991		
	照明设施	2.23	0.957		
	广播设施	2.53	1.021		
基本服务	厕所清洁程度	2.37	1.049	2.241	2
	垃圾桶维护良好	2.13	0.957		
	游憩设施维护良好	2.16	0.890		
	导览指示设置清楚	2.34	1.087		
	环境清洁卫生	1.84	0.791		
	园林养护	1.85	0.835		
	园内安全感	1.92	0.790		
	停车管理	2.38	0.983		
	餐饮服务	2.63	1.023		
	服务人员态度	2.35	0.968		
咨询服务	2.68	1.015			
他人干扰	他人喧哗	2.36	1.032	2.385	3
	公物损毁	2.35	1.010		
	乱扔垃圾	2.46	1.075		
	涂写乱画	2.37	1.102		

1.79, 女性均值为 2.10, 说明女性较男性更关注园内人身财产安全, 这与社会现实是相辅相成的, 说明金台森林公园休闲居民中, 女性较男性而言普遍缺乏安全感(表 3)。用同样的方法分析不同年龄、职业、学历、收入、居住地居民对金台森林公园满意度差别。

在年龄方面, 34 个因子的显著水平均大于 0.05, 说明满意度评价因子不受年龄限制。因子层广播设施(0.007)与公园内涂写乱画(0.008)显著水平小于 0.05, 说明不同年龄段对于金台森林公园内广播设施与他人涂写乱画行为满意度评价差别显著。60 岁以上居民对公园广播设施与他人涂写乱画行为满意度水平较其他居民更低, 这是因为 60 岁以上居民多是退休人员, 有充裕闲暇时间在公园健身休闲, 光顾公园的频率远远高于其他居民, 因而非常在意这 2 个方面(图 1, 图 2)。

在职业与居住地方面, 各因子显著性水平均大于 0.05, 无明显差异, 说明金台森林公园居民休闲满意度几乎不受职业与居住地的影响。

在学历方面, 草坪可进入性(0.001)显著水平低于 0.05, 说明学历差异会导致满意度水平差异, 且经过分析学历越高人群对绿色草坪亲近的愿望更迫切, 学历越低则对草坪可进入性无要求, 说明学历越高工作压力越大, 越愿意近距离接近大自然, 回归自然(图 3)。

在收入方面, 唯有厕所位置与数量(0.009)显著水平低于 0.05。收入水平在宝鸡市居中的休闲居民对公园厕所位置、数量满意度较高, 而收入水平偏低与偏高的两部分极端人群对公园厕所位置与数量的满意度评价较低。笔者认为出现这种结果也许是这两部分人群外出频繁, 有对比才有发现, 因此用比较观点看, 金台森林公园厕所位置与数量还未达到他们的期望值(图 4)。

### 3 结论与建议

根据样本 T 检验均值比较与单因素方差分析, 得出以下结论。

1) 金台森林公园休闲居民最不满意的是基础设施, 这说明虽然政府已经加大了投资力度, 给园内提供了相当数量的休闲设施与公共设施。但是希望政府部门要在日后设施安装与监管过程中不断跟踪调查, 不仅要确保基础设施数量、质量与安装到位, 更重要的是要做好日后监管与回访工作, 确保提高居民休闲质量。

表 3 不同性别居民休闲满意度差异

Tab. 3 Differences in leisure satisfaction between different genders of residents

项目层	因子层	均值男	均值女	F 值	显著性 sig 值	
景观质量	规模大小	1.69	1.67	0.040	0.842	
	设计风格	1.90	2.00	0.722	0.396	
	总体印象	1.69	1.65	0.091	0.763	
	植物种类丰富性	2.15	2.06	0.523	0.470	
	色彩丰富性	2.29	2.19	0.760	0.384	
	植物数量适量性	1.99	2.01	0.034	0.853	
	草坪可进入性	2.54	2.28	3.141	0.078	
	建筑数量与位置	2.42	2.27	1.050	0.307	
	建筑美观性	2.33	2.20	0.802	0.372	
	景点丰富性	2.49	2.35	0.947	0.332	
	景点观赏性	2.42	2.31	0.574	0.449	
	景观小品美观性	2.60	2.41	1.764	0.186	
	道路铺装美观性	2.15	2.17	0.026	0.873	
	广场设计	2.09	2.04	0.163	0.686	
	基础设施	厕所数量与位置	2.76	2.53	1.957	0.163
		垃圾箱数量与位置	2.27	2.15	0.676	0.412
		游憩设施便捷性	2.41	2.41	0.000	0.989
		安全设施	2.45	2.27	1.462	0.228
停车设施		2.49	2.30	1.823	0.179	
照明设施		2.14	2.35	2.122	0.147	
广播设施		2.52	2.54	0.029	0.865	
厕所清洁程度		2.37	2.38	0.012	0.914	
垃圾桶维护良好		2.11	2.16	0.146	0.703	
游憩设施维护良好		2.10	2.25	1.315	0.253	
基本服务	导览指示设置清楚	2.30	2.38	0.252	0.616	
	环境清洁卫生	1.79	1.90	0.854	0.357	
	园林养护	1.87	1.84	0.047	0.828	
	园内安全感	1.79	2.10	7.190	0.008	
	停车管理	2.43	2.31	0.699	0.404	
	餐饮服务	2.63	2.64	0.013	0.910	
	服务人员态度	2.29	2.44	1.265	0.262	
	咨询服务	2.66	2.72	0.139	0.710	
	他人干扰	他人喧哗	2.26	2.51	2.720	0.101
		公物损毁	2.23	2.52	3.831	0.052
乱扔垃圾		2.42	2.52	0.396	0.530	
涂写乱画		2.32	2.44	0.585	0.445	

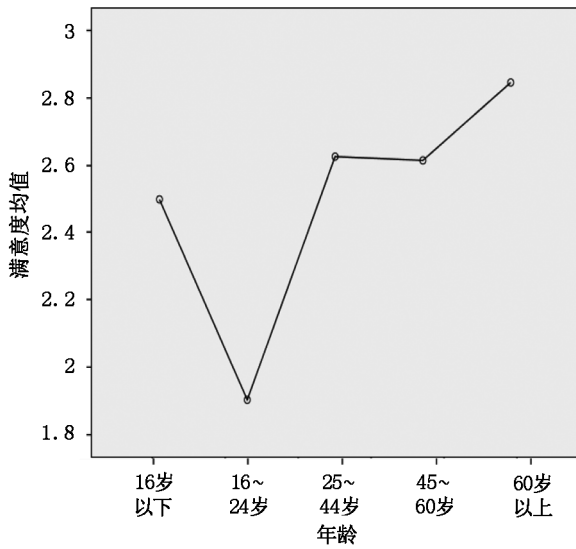


图 1 不同年龄居民对广播设施满意度均值

Fig. 1 Average satisfaction of residents with different ages to broadcasting facilities

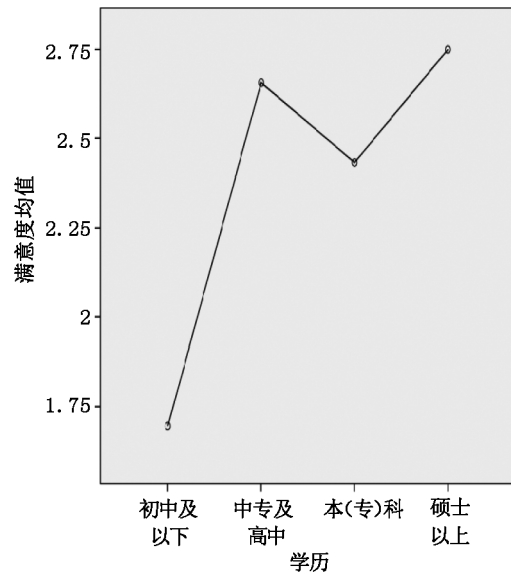


图 3 不同学历居民对草坪可进入性满意度均值

Fig. 3 Average satisfaction of residents with different education background to lawn accessibility

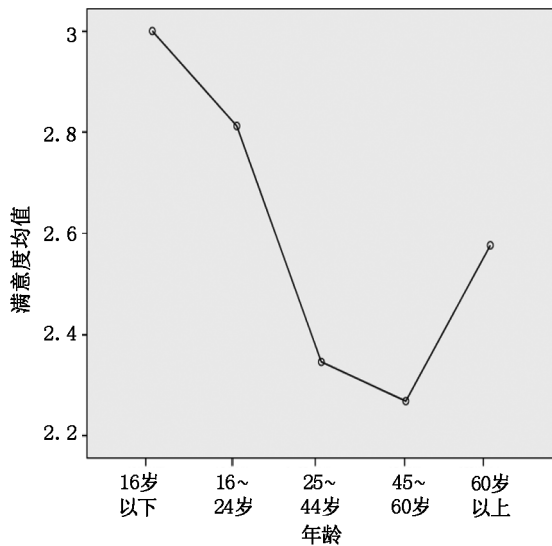


图 2 不同年龄居民对他人乱涂乱画行为满意度均值

Fig. 2 Average satisfaction of residents with different ages to graffiti behavior

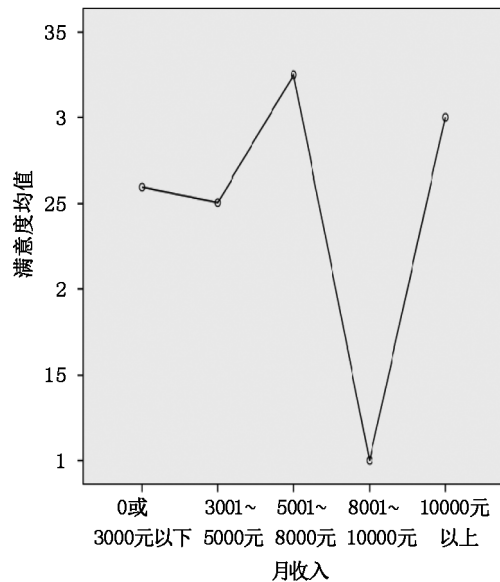


图 4 不同月收入居民对厕所位置与数量满意度均值

Fig. 4 Average satisfaction of residents with different monthly income to toilet location and quantity

2)金台森林公园休闲居民对他人干扰满意度水平也较低,这说明公园要想持续实现其娱乐与休闲功能,必须通过教育、引导、宣传等多种手段提高居民综合素质,确保在公共场所要具有社会公德与优良美德。

3)通过单因素方差分析发现,金台森林公园休闲居民中,女性比较关注公园安全,建议相关管理部门加大安全管理力度,让女性休闲者不再有此担忧。结合分析结果与访谈发现,在年龄方面,尤其是60

岁以上休闲者对广播设施满意度较低,通过数据与访谈结合分析,其原因就是金台观播放的庄严肃穆的道教音乐,引起居民极大不满,由于对道教文化理解差异,休闲居民希望播放陶冶情操的轻音乐。因此,建议调低金台观的广播音量,不要影响居民日常休闲。关于园内乱涂乱画行为,由于市民综合素质提高,都无法容忍此行为,建议前往金台森林公园的公民注意爱护园内环境,人人有责。

4)处于中等收入的宝鸡市休闲居民对金台森林公园厕所数量与位置有更高的需求。通过笔者实地调查发现,公园内厕所数量总体偏少,让有些居民由于内急就选择附近浓密林区域解决,让其他居民无法容忍。有居民认为小树林卫生差,这与厕所偏少有一定关系,因此建议相关部门在园内适当位置设置能够满足居民基本需求的厕所,以避免给居民留下脏、乱、差的公园形象。

为保证调查对象数量充裕,调查时段选择了周末双休日,使研究样本代表性欠佳,此外由于满意度评价的复杂性,在观测因子设计上失细致与全面,问卷设计难免存在问题。针对以上不足,在今后研究中尚待修正完善。

### 参考文献:

- [1] HAAVIO-MANNILA A E. Satisfaction with family, Work, Leisure and Life among Men and Women [J]. Human Relations, 1971, 24(6): 585-601.
- [2] BEAD J G, RAGHEB M G. Measuring Leisure Satisfaction [J]. Journal of Leisure Research, 1980, 12(1): 20-33.
- [3] 刘松,楼嘉军. 国外休闲满意度研究述评与启示[J]. 广西社会科学, 2017(1): 156-161.
- [4] 宋瑞. 休闲与生活满意度:基于全国样本的实证分析[J]. 中国软科学, 2014(9): 55-56.
- [5] 宋瑞. 时间、收入、休闲与生活满意度:基于结构方程模

型的实证研究[J]. 财贸经济, 2014(6): 100-110.

- [6] 宋子千,蒋艳. 城市居民休闲生活满意度及其影响机制:以杭州为例[J]. 人文地理, 2014(2): 53-60.
- [7] 楼嘉军,徐爱萍,岳培宇. 城市居民休闲活动满意度研究——上海、武汉和成都的比较分析[J]. 华东经济管理, 2008(4): 32-38.
- [8] 李享,宁泽群,马慧娣. 北京城市空巢老人休闲生活满意度研究——以北京第三大典型社区为例[J]. 旅游学刊, 2014(4): 76-83.
- [9] 蒋艳. 居民社区休闲满意度及其影响因素研究——以杭州市小河直街历史街区为例[J]. 旅游学刊, 2011(6): 67-72.
- [10] 张红梅,陆林. 主客交往偏好对目的地形象和游客满意度的影响——以广西阳朔为例[J]. 地理研究, 2010(6): 1129-1140.
- [11] 肖星,杜坤. 城市公园游憩者满意度研究——以广州为例[J]. 人文地理, 2011, 26(1): 129-133.
- [12] 毛小岗,宋金平,冯微微,等. 基于结构方程模型的城市公园居民游憩满意度[J]. 地理研究, 2013(1): 166-178.
- [13] 康大庆,张旭梅. 产品顾客满意度评价指标体系和方法研究[J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 2003, 9(5): 407-411.
- [14] 黄芳铭. 结构方程模式:理论与应用[M]. 北京:中国税务出版社, 2005: 88.

(责任编辑 杨焱焱)

(上接第 134 页)

在七坡站点和康宁站点对原有的水边景石利用藤蔓遮陋,以景观小品点缀提升场地趣味;对场所内的建筑可适当地利用藤蔓植物减弱建筑僵硬明朗的线条,渲染建筑季相美感。

2)净化空气功能:在有气生根或吸盘的吸附类藤蔓植物中,能够形成浓密、低矮的覆盖,适合做成地被,从而有效控制尘土飞扬,净化空气,抑制杂草丛生,在场地的道路两旁,针对起伏较大的地形、林下绿地,可选用生长繁殖迅速的藤蔓植物代替草坪。

### 参考文献:

- [1] 陈思思. 基于地域文化的乡村植物景观营造研究——以浙江省为例[D]. 杭州:浙江农林大学, 2016.
- [2] 李静芸,刘皓之,管曦. 武夷山茶文化旅游开发研究——基于游客的视角[J]. 茶叶学报, 2017(4): 204-209.
- [3] 万慕晨. 基于变异系数的高校图书馆新媒体阅读推广成效研究[J]. 情报探索, 2018(9): 98-102.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.034

## 普洱市林下有机三七产业发展优势及关键问题研究

余志飞,张瑞君

(云南省林业调查规划院,云南昆明 650051)

**摘要:**当前,云南省三七产业正处于向有机、可持续换道快速发展转折关口:一方面,三七种植用地短缺严重威胁到产业可持续发展问题,解决三七连作障碍带来无地可用的问题显得十分迫切;技术攻关使得林下有机三七种植技术取得突破,并顺利开展了示范种植。普洱市林下有机三七种植具备气候条件适宜,林地条件优越,强大的科技团队及人才队伍支撑,基础设施完善,政府服务意识强,产业合作平台基础较好等优势。发展中要注意解决产业定位,发展布局,经营主体培育,技术人才培养,科研示范,标准建设,产品质量追溯,有害生物防治等关键问题。

**关键词:**有机三七产业;林下种植;产业定位;发展布局;产品质量;普洱市

中图分类号:S759.82;F416.88 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0177-05

引文格式:余志飞,张瑞君.普洱市林下有机三七产业发展优势及关键问题研究[J].林业调查规划,2019,44(6):177-181.

YU Zhifei,ZHANG Ruijun. Development Advantages and Key Problems of Organic *Panax notoginseng* Industry under Forest in Pu'er City[J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(6):177-181.

## Development Advantages and Key Problems of Organic *Panax notoginseng* Industry under Forest in Pu'er City

YU Zhifei, ZHANG Ruijun

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

**Abstract:** At present, *Panax notoginseng* industry in Yunnan Province is at the turning point of rapid development towards organic and sustainable development. The shortage of *Panax notoginseng* planting land seriously threatens the sustainable development of the industry, and it is very urgent to solve the problem of few land available caused by the continuous cropping obstacle, while the organic *Panax notoginseng* planting technology has made breakthrough, and the demonstration planting has been carried out smoothly. The advantages of planting *Panax notoginseng* in Pu'er City includes suitable climate conditions, superior forest land conditions, strong scientific and technological team and talent team support, complete infrastructure, strong government service awareness, and good foundation of industrial cooperation platform. The development should pay attention to the key issues such as industry positioning, development layout, cultivation of business subjects and technical personnel, scientific research demonstration, standard construction, product quality traceability and pest control.

**Key words:** organic *Panax notoginseng* industry; under-forest planting; industry positioning; development layout; product quality; Pu'er City

收稿日期:2019-05-01.

第一作者:余志飞(1971-),男,云南鹤庆人,工程师.从事林业调查规划研究工作.Email:1597378724@qq.com

责任作者:张瑞君(1971-),女,河南新安人,助理经济师.从事林业调查规划、期刊编排及资料管理等工作.

三七是我国享誉海内外的传统名贵中药材,也是云南最具特色的优势生物资源,全国 95% 以上的三七产自云南。现代药理药效研究表明,三七具有“散瘀止血、消肿定痛、益气活血”的功效,享有“参中之王”、“南国神草”之美誉。三七应用和种植历史近千年,全国以三七为原料的中成药生产企业上千家,年产值近千亿元。以三七为主要原料的云南白药、复方丹参片、复方丹参滴丸、血塞通系列、漳州片仔癀、东北红药等单个产品的年销售收入已超亿元至数十亿元。

## 1 三七产业发展现状

### 1.1 种植用地短缺

经过多年的努力,云南三七在种植现代化、销售市场及龙头骨干企业培育、种植产品品牌打造及下游产品研发以及标准制定等方面取得了明显成效。当前,云南省三七产业正处于向有机、可持续换道快速发展转折关口:一方面,三七种植用地短缺严重威胁到产业可持续发展的问题已得到业界人士的广泛共识,随着市场需求增长拉动种植面积扩大,解决三七连作障碍(轮作周期 15 年左右)带来无地可用的问题显得十分迫切;另一方面,随着三七药效的防治效用得到进一步拓展,心脑血管疾病防治、“三高”等慢病纳入了适用范围,且随着三七产品向保健、食用添加及国际市场的拓展,三七产品需求增长迅猛,如何持续满足不断增长的旺盛需求和解决三七传统种植中存在农残及土壤污染等带来的质量问题,成为当前产业发展的重要任务。

### 1.2 林下有机三七种植技术取得突破

2014 年以中国工程院朱有勇院士专家团队为代表的科研队伍开展了思茅松林下三七有机种植试验研究,攻克了技术瓶颈,并取得思茅松林下三七有机种植技术专利权。经过长时间的追踪研究发现:云南松、思茅松与三七之间具有相生特性,松树挥发和淋溶的萜烯类化合物,一方面能促进三七生长,诱导植株增强对病虫害的抗性,另一方面还能抑制病原菌的生长;松林下的土壤微生物是促进三七生长的天然良药,松针掉落后腐烂所形成的有机质不仅能充分满足三七生长的养分需求,土壤中丰富的微生物还能促进三七养分的吸收,同时有助于三七抵御病原菌的侵染。种植过程不使用化学肥料和农药,将大大缩短连作障碍期,与传统种植相比,被称作业界的一场“革命”。

### 1.3 林下有机三七种植示范推广顺利开展

2016 年,中国工程院云南院士专家扶贫工作站进驻普洱市,在澜沧拉祜族自治县开展了思茅松林下有机三七种植示范推广工作,截至 2019 年上半年,已完成林下三七有机种植 480 多  $\text{hm}^2$ 。在推广过程中普遍推行“政府认定、专家制授权、企业承诺”的“三证”制度,采用“科技团队+企业(合作社)+农户”的合作模式,为大规模推广林下有机三七种植开展了有益的探索。以政府部门规划认定种植地点,科技团队授权使用林下有机三七种植专利技术并组织操作技术培训,企业在使用专利种植技术时承诺不使用化学肥料和农药;林地所有者通过土地入股或出租林地、企业或专业合作社作为投资和经营主体、林农投劳或出劳等为主要投资要素的多种合作形式。思茅松林下有机三七种植改变了传统三七种植模式,降低了种植成本,提高了三七产品质量和产出效益。

## 2 普洱市有机三七产业发展具备的优势

### 2.1 气候条件适宜

根据三七产地适应性区划研究资料,以地理经纬度、海拔、气温(平均气温、极端气温)、 $\geq 10^\circ\text{C}$  年积温、年降水量、无霜期、土壤条件等为主要区划指标,将云南省划分为最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区 4 个区域。普洱市大部分区域处于最适宜区和适宜区,其年降水量、无霜期、土壤条件等指标分别优于传统种植区。

### 2.2 林地条件优越

据专家团队研究表明,思茅松、云南松林下是开展三七有机种植的理想场所。据普洱市最新森林资源调查成果显示,普洱市思茅松纯林面积达 107.9 万  $\text{hm}^2$ ,均在全市三七种植最适宜区和适宜区范围内,从便于林地监管、有利于生态环境和生物多样性保护的提前出发,对思茅松林分起源(人工林)、林地类别(商品林)、坡度( $\leq 25^\circ$ )、林分郁闭度( $\geq 0.7$ )、林龄(中龄林及以上)、生态保护红线等指标再加以限定,经统计,全市同时满足上述条件的面积约 6.7 万  $\text{hm}^2$ ,是云南省适宜开展林下有机三七种植林地最集中的区域。

### 2.3 基础设施完善

开展思茅松林下有机三七种植,人工给水是保障成活率和稳产的重要条件。普洱市地处云南省南部,降雨充沛,且随着近年来水利设施和电网工程建设投入的加快,为农业生产服务的水库遍布各生产



区,为人工给水设施建设提供了极为便利的条件,以五小水利工程建设为补充,可有效解决绝大部分种植适宜区的人工给水,具有其他地区难以比拟的人工给水条件。

#### 2.4 具强大的科技团队及人才队伍支撑

中国工程院云南院士专家扶贫工作站是普洱市扶贫挂钩单位,将继续在普洱市开展思茅松林下三七有机种植的系列课题研究,并在林下三七有机技术专利使用、种植管理技术人才培养等方面一如既往地给予支持。截至 2019 年上半年,完成种植专利技术操作培训 1 200 余人,至 2019 年底预计培训人数达 2 000 人。

#### 2.5 政府服务意识强

普洱市委、市政府在总结澜沧林下有机三七发展及云南省三七产业发展经验的基础上,结合自身资源优势,及时作出加速发展林下有机三七产业的决策,并于 2019 年 1 月 19 日印发了“普洱市人民政府办公室关于印发《普洱市稳步规范发展林下有机三七产业工作方案》的通知”。《方案》提出普洱市林下有机三七产业发展以探索高起点规划、高标准建设、规范化管理的产业发展模式,以新理念、新机制、新模式科学有效避免传统产业“市场一好就乱象重生,市场一差就举步维艰”的发展短板,并从产业规划、知识产权创立、招商选商、企业联盟组建和发展、市场监管制度建设、政策引导宣传等 6 个方面作出前瞻性指导意见,并指定了责任相关部门。

#### 2.6 市场前景好

近年来,三七制药大企业、大品种的产业优势全面彰显,助推三七工业化发展,已形成近千亿元产业。在三七下游制药工业体系中已形成了血塞通、云南白药、三七复方丹参系列等大品种。制药业的发展有力地拉动了对原料的需求,据相关资料显示,近年来三七市场需求量以每年 20% 左右的涨幅快速递增。

随着三七对血液、心脑血管、神经、免疫、代谢等系统相关疾病防治效用的拓展,心脑血管疾病防治、“三高”等慢病纳入了适用范围。2016 年中国大健康数据表明,全国目前有高血压患者 1.8 亿人,糖尿病及糖尿病前期患者 2.5 亿人,高血脂症患者 9 000 万人,肥胖症患者超过 7 000 万人,因此,心脑血管疾病预防用药、三七系列保健产品将成为三七产业的原料消耗、快速增长市场的版块。

同时,云南省毗邻南亚东南亚的区位优势,以及与这些国家和地区民族用药习惯相近或相似的历史

传统,使三七饮片及其制剂在南亚东南亚国家享有较好声誉,为三七产品的国际化市场开拓奠定了基础。一些三七原料产品已获得中国、日本、欧盟、美国、德国、瑞士等国的有机认证,推动了三七原料产品出口,目前,其下游产品出口标准障碍已得到政府和相关企业的高度重视,并积极着手开展制定相关的国际标准,在不远的将来,三七下游产品市场将在国际市场得到进一步拓展。

近年来,有机三七一上市就得到市场及消费者的青睐,从市场调查发现,有机三七市场价格一直保持在传统大宗三七价格的 6~10 倍,比传统种植的三七更具竞争力。

#### 2.7 林下三七有机种植迎来重要的机遇期

林下三七有机种植将有效缓解三七用地压力。近年来,由于市场利益驱动,社会资本大量进入种植业领域,导致三七种植面积扩张过快,受三七连作障碍的限制,可用土地越来越紧张,出现了向非传统种植区和适宜区以外的区域盲目、无序发展,甚至出现毁林种植三七的现象。2015 年云南省种植面积达到峰值,为 6.72 万  $\text{hm}^2$ 。根据三七产业协会普查,在现有种植模式下,自 2016 年开始的 10 年内,云南可能出现三七用地紧缺现象,也有专家预测,这个时点可能提前到 2020 年左右。如果出现三七用地压力,我国中医药相关联行业将面临重大危机,众多治疗心脑血管疾病的中成药将成为无源之水。发展林下三七有机种植可以有效拓展用地范围,并将大大缩短轮作周期,有效降低备用土地规模,缓解三七用地压力,能更好地保障三七产量的持续稳定增长。

当前市场对三七品质提出了更高要求。随着人民日益增长的美好生活需要,以及人口老龄化进程加快,大众对健康产品的需求越来越旺盛。结合中医“治未病”和治病防病理念,开发满足市场需求的健康产品,对三七的品质提出了更高要求。思茅松林下三七有机种植采用“不使用化学施肥和农药”的种植技术,较好地解决了传统种植中重金属、农残超标等难以控制的难题,从源头上提升三七药材品质。

政策导向有利于有机三七产业发展。中医药作为中国独特的卫生资源,中药材产业是云南省高原特色现代农业十大重点产业之一,而三七产业作为云南省中药材产业的最重要组成部分,将在政策等层面获得有力支持。

## 2.8 产业合作平台基础较好

### 2.8.1 科研平台

经过多年发展,以本土研发机构为主体,联合国内外研发平台共同构建的开放性三七研发体系基本形成。拥有三七资源保护与利用技术国家地方联合工程研究中心、云南省三七农业技术重点实验室、三七可持续发展利用重点研究室、世界中医药联合会三七国际技术创新联盟等多个科研技术创新平台。目前活跃在三七科研一线的高级科研人才有 2 000 余人。

### 2.8.2 企业平台

据相关资料统计,目前全国以三七为原料的中成药生产企业近 1 300 家,占全国中药生产企业的八成以上,其中不乏国药集团、云南白药、广东康美药业、天士力控股集团等多家产品研发能力强的上市企业。开发三七中成药品种 520 种,药品批文 3686 个,产品涉及内科、外科、骨伤科、妇科、儿科、眼科及皮肤科等用药,几乎囊括了目前医药产业中的所有剂型。

### 2.8.3 销售平台

在云南省建成了“文山三七国际交易中心”,在天府商品交易所上市交易,目前,90%以上的三七原料均通过文山三七市场上市交易,基本主导了全国三七价格走势和行情;据初步统计。在阿里巴巴、淘宝、天猫、京东、苏宁易购、文山三七商城等电商平台注册销售三七的网店达 3 867 家。

## 3 有机三七产业发展中的关键问题及建议

普洱市有机三七产业正处于起步阶段,在发展过程中将面临技术、资金、产品品牌建设、市场管理、林地安全监管等诸多方面的问题,建议强化如下几方面工作。

### 3.1 产业定位

从思茅松林下三七种植技术理论研究成果及示范推广结果分析,普洱市具备生产有机三七产品的先决条件,适宜种植区林地较其他州市具有面积规模大且分布集中的突出优势。因此,产业定位应确定为:将普洱市建成“中国林下有机三七之乡”、打造“普洱市林下有机三七产业”。有机三七更符合当前的社会消费需求,具有投入低、品质和产出效益高的特点,有机三七将把产业引向更高效、可持续的发展轨道。

### 3.2 发展布局

从普洱市适宜种植区林地分布情况分析,应将

种植区重点布局在景谷、澜沧、思茅、宁洱、景东、墨江、镇沅 7 个县(区),从可用林地面积和连作障碍 2 方面因素分析,稳定种植面积在 1.3 万  $\text{hm}^2$  左右较为适宜。以各产区平衡布局,初加工产能,相对集中开展清洗、修剪、分级、干燥、分级包装等;引进先进制药企业,制定尽可能在本地开展产品研发和精深加工合作的可行方案,依托市级重点工业园区布局,从基础设施、人才引进环境等方面加强保障。

### 3.3 经营主体培育

需总结石斛、玛卡等药材产业遭重创的教训,从源头上防止因市场利益驱动导致盲目、无序发展和产品质量失控的现象,较为有效的方法就是让经营主体参与到全产业链的生产经营经济活动中,组建生产、加工、销售一体的集团企业,并形成一整套有效的管理制度加以保障。以引进产品加工、研发、销售能力强的企业为主角,与本地种植管理能力强的企业联合,分层组建种植、加工、销售多头股份合作制经营实体。以公司+农户(林地使用权人)组成种植经营主体,合理评估使用林地的价值,以资本金方式入股,并把部分林地使用权人培训成为新型技术工人参与到种植生产全过程,股权所有者对等分担经营风险和责任,同时享有利益分配的权利,便于管理制度实施,保障原料产品品质。

### 3.4 资金引进

三七种植周期为 3 年,单位面积投入高(澜沧县示范建设基地投入为 19.5 万元/ $\text{hm}^2$ ),产业发展需要资金量非常大,引进企业需要具备较强的投融资能力。

### 3.5 技术人才培养

林下有机三七种植采用专家团队研发的专利技术,技术要求高,需要精细化管理,且种植业属劳动密集型,规模化种植需要大量的技术管理人才,普洱市林下有机三七种植处于起步阶段,技术人员培训仅在澜沧县开展,人才基础仍然十分薄弱,培训任务十分繁重,除依靠中国工程院专家培训团外,还可引入专业培训机构开展合作培训。

### 3.6 科研示范

目前对三七品种的研究刚刚起步,良种示范推广还处于空白,开展优良品种选择研究推广将长远影响产业发展,以委托现有科研机构开展研究,有区别地共享科研成果,或合作组建研究机构开展研究,提高产品品质、产量和抗逆性等。

### 3.7 标准建设

标准是组织生产、出厂检验、贸易、技术交流、仲

裁、质量监督检查的依据,对产业发展影响深远。应及时形成思茅松林下有机三七种植技术标准,并开展三七种植产品有机认证,提高市场的认可度和影响力;当前三七地上部分纳入地方特色食品管理范围,地下部分仅能作为药品、保健品开发,各部分产品市场应用不同,宜尽快制定相应的产品标准以适应市场开发的需要。

### 3.8 产品品牌 and 产品质量追溯系统建设

思茅松林下三七种植在“三证”管理的机制下,在环境和技术方面具备生产有机三七的先决条件,极具打造地理标志及名牌产品创建条件。质量追溯系统可全面提升客户对企业产品质量保障能力的信心,对产品品牌建设具有十分重要意义,通过引进 GS1 等技术,围绕产品“来源可追溯、去向可追踪、责任可追究”建立较为完善的产品质量追溯系统。

### 3.9 有害生物防治

三七属阴生植物,要求思茅松林冠郁闭度在 0.7 以上,而松茅虫灾害是破坏林冠的首要潜在威胁,在连续干旱的年份发生概率极高,并且往往以思茅松林集中分布区先发生。而思茅松纯林占全市乔木林比例高达 38%,遍布全市,因此,应在全市建立统一高效的松茅虫灾害监测预报系统,以生物防治手段实现早发现早防治,才能保证种植区的安全。

### 3.10 环境保护措施

与传统三七种植相比较,林下有机三七种植突出优点在于产品品质和使用安全性极大提高,土壤不受化学肥料和农药污染,缺点是山地种植会加大

水土流失的风险。因此,规划种植地点应考虑林地的坡度因素,并设计采用减少水土流失的作墒方式,在种植区边缘设置一定宽度的原生植被带进行过滤保护,有效控制水土流失。

### 3.11 政策保障机制

在总结“三证”管理的基础上启动地方立法程序,对有机三七的种植、生产等环节进行必要的立法保护,防止市场一好就乱的现象重生。积极落实招商引资及产业发展优惠政策,加强政府“放管服”改革,有效缩短企业手续办理时滞,合理降低企业运营成本等。

### 参考文献:

- [1] 孟祥霄,黄林芳,董林林,等. 三七全球产地生态适宜性及品质生态学研究[J]. 药学学报,2016,51(9):1483-1493.
- [2] 刘立红,刘英,王芬,等. 云南三七产业发展现状及发展建议[J]. 现代中药,2017,9(19):1483-1493.
- [3] 刘莉,刘大会,金航,等. 三七连作障碍的研究进展[J]. 山地农业生物学报,2011(1):83-86.
- [4] 陈中坚,孙玉琴,黄天卫,等. 三七栽培及其 GAP 研究进展[J]. 世界科学技术,2005(1):23-26.
- [5] 徐福成,朱力国,陈安琪. 黑龙江省浆果产业研发现状[J]. 林业勘查设计,2018,187(3):83-85.
- [6] 黄云战,张汝坤,王清元,等. 三七栽培设施综合配套技术的研究[J]. 农机化研究,2004(5):76-80.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 147 页)

顶端露出土面,覆盖松土,且不可埋得太深。管理技术要点是保持土壤湿润不积水,空气湿度 75% 以上,清除枯枝落叶和杂草,保护和引诱传粉昆虫,在采收果实后,于 11—12 月将老株、病株割除<sup>[4]</sup>。

## 5 选育结果及建议

“临 1 号”草果优良家系是从人工种植实生群体中按程序选育出来的。“临 1 号”草果优良家系产量高,品质好,抗病、抗逆性强,且连年丰产,其产量和产值分别是地方老品种的 285% 和 300%,干草果挥发油含量是地方老品种的 250%,是值得大力推广的助农增收良种。

临沧市具有丰富的林下资源,尤其是旱冬瓜林下十分适宜草果的发展,发展林下草果投资少、受益

长、经济效益好,是值得推广的助农增收、脱贫致富的好项目。

### 参考文献:

- [1] 张薇,杨生超,魏翔,等. 云南草果种植发展现状及对策[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2011,13(5):899-903.
- [2] 王正昆,杨延康. 草果栽培技术[J]. 云南农业科技,2006(1):35-36.
- [3] 肖良俊,陈海云,宁德鲁,等. 云南草果栽培存在问题及丰产栽培技术研究[J]. 安徽农学通报,2012,18(17):92-93.
- [4] 郑家文,番学好,段如斌,等. 保山市草果生产现状调查和丰产栽培技术研究及应用[J]. 农业科技通讯,2010(5):129-135.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.035

## 太原市城市绿地生态系统服务供需平衡评价

李兆中<sup>1</sup>,武小钢<sup>2</sup>

(1.山西农业大学林学院,山西 太谷 030801; 2.山西农业大学城乡建设学院,山西 太谷 030801)

**摘要:**在对太原市城市绿地进行分类和面积核算的基础上,通过建立相互对应的城市绿地生态系统服务功能和需求评价体系,对太原市城市绿地生态系统服务的供需平衡状况进行综合评价。结果表明,2017年太原市城市绿地生态系统服务功能总价值为35.95亿元,城市绿地建设投入产出比约为1:4。各功能评价指标中,调节小气候功能价值最大,滞尘功能价值可以忽略不计。各绿地类型中,公园绿地功能价值最低,区域绿地功能价值最高。太原市城市绿地生态系统服务功能和需求间还存在一定差距,提升太原市城市绿地生态系统服务功能需要在增加绿地面积的基础上,提升单位面积生态系统服务功能。太原市城市绿地生态系统服务功能和需求间还存在一定差距,提升太原市城市绿地生态系统服务功能需要在增加绿地面积的基础上,提升单位面积生态系统服务功能。

**关键词:**城市绿地生态系统;服务功能;供需平衡;评价指标体系;价值;太原市

中图分类号:S731.2;S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0182-06

引文格式:李兆中,武小钢.太原市城市绿地生态系统服务供需平衡评价[J].林业调查规划,2019,44(6):182-187.

LI Zhaozhong, WU Xiaogang. Evaluation of Supply and Demand Balance of Urban Green Space Ecosystem Service in Taiyuan City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 182-187.

## Evaluation of Supply and Demand Balance of Urban Green Space Ecosystem Service in Taiyuan City

LI Zhaozhong<sup>1</sup>, WU Xiaogang<sup>2</sup>

(1. College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China;

2. College of Urban and Rural Construction, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

**Abstract:** Based on the classification and area accounting of urban green space in Taiyuan City, the supply-demand balance of urban green space ecosystem services was comprehensively evaluated by establishing a corresponding service function and demand evaluation system. The results showed that the total value of urban green space ecosystem service function in Taiyuan in 2017 was 3.595 billion yuan/a, and the input-output ratio of urban green space construction was about 1:4. Among all the functional evaluation indexes, the value of regulating microclimate function was the largest, and the value of dust retention function could be ignored. Among all types of green space, the function value of park green space was the lowest, and the function value of regional green space was the highest. There was still a certain gap between the service function and demand of urban green space ecosystem in Taiyuan City. It was

收稿日期:2019-04-23;修回日期:2019-06-04.

第一作者:李兆中(1992-),女,山西晋中人,硕士研究生.研究方向:风景园林学.

necessary to improve the service function of ecosystem per unit area on the basis of increasing the green space area.

**Key words:** urban green space ecosystem; ecosystem service; supply and demand balance, urban green space; evaluation index system; value; Taiyuan City

自 20 世纪 70 年代以来,国内外学者对生态系统服务功能进行了一系列研究,为今后的研究和实践提供了经验和方法<sup>[1]</sup>。1970 年“Ecosystem Service”一词首次在 SCEP 报告中使用, Daily 对生态系统服务功能的内涵、定义和分类等进行了详细阐述, Costanza 等阐述了生态系统服务功能价值评估的方法,并对全球生态系统服务功能的经济价值进行了估算<sup>[2-4]</sup>。千年生态系统评估项目对生态系统服务功能进行了评估<sup>[5]</sup>。欧阳志云和谢高地等对生态系统服务功能的内涵、价值评估等研究概况进行了介绍,谢高地等又在 Costanza 等提出的生态系统服务功能价值评估体系的基础上,提出了新的生态系统服务功能评估单价体系<sup>[6-8]</sup>。

国外的研究更多的关注生态系统文化服务功能,而国内的研究主要集中在森林生态系统,而针对城市绿地方面的研究较少<sup>[9-14]</sup>。对于不同研究区的城市绿地,不同学者往往建立不同的评价体系,采用不同的研究方法,得到的研究结果差异明显<sup>[13-14]</sup>。

随着各地城市化水平的快速发展,生态平衡和可持续发展受到严重影响。有效利用城市空间,合理地布局城市绿地,改善城市绿地景观结构,维持生态系统的和谐稳定,达到景观结构的最优化和生态系统服务功能的最大化,成为城市可持续发展和生态文明建设的目标。本文参照生态园林城市建设标准评价生态系统服务供需平衡状况,以期对太原市未来城市绿地规划提供决策依据。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

太原市位于山西省中北部的太原盆地,区域整体轮廓呈蝙蝠形状。黄河的第二大支流汾河,自北向南横贯太原市全境。太原市为北温带大陆性气候,全年盛行偏北风。太原市于 2005 年成为省级园林城市,并于 2010 年 2 月被命名为国家园林城市。截至 2017 年末,太原市建成区绿化覆盖率为 42.19%,绿地率为 37.18%,人均公园绿地面积达到 12.18 m<sup>2</sup>。

### 1.2 数据来源

从美国地质勘探局 USGS 遥感影像官网下载得

到太原市 2017 年 8 月 16 日分辨率为 30 m×30 m 的 landsat 8 卫星影像。评价所需的其他参数,包括社会经济数据、人口数据、环境数据(主要包含平均气温、相对湿度、降水量、平均风速等)、政策、国家标准、气象数据等,均来自国家有关部门官方网站。

## 2 研究方法

### 2.1 数据处理

使用 ENVI5.3 软件对下载获得的遥感影像进行辐射定标、影像裁剪、去云、大气校正、坐标系同化等预处理操作。参考谷歌卫星地图,使用 BIGMAP、AutoCAD2016、ArcGIS10.2 等软件对太原市各县区绿地类型进行人工识别与面积核算,得出各行政区各绿地类型分布图(图 1)。并通过不同绿地类型平均绿化占地比例计算得出太原市不同县区绿地绿化面积。

### 2.2 生态系统服务功能评价

确立科学、合理的评价指标体系是城市绿地生态系统服务功能物质和价值量综合评价的基本前提和关键。在遵循科学性、整体性、典型性和代表性、独立性、可量化性和可持续发展性 6 项基本原则的基础上,综合采用理论分析法、文献查找法、频度分析法、专家咨询法、公众咨询法等 5 种方法来建立生态系统服务功能评价体系,得出的生态系统服务功能评价指标体系及各项评价指标的评价方法如表 1 所示<sup>[15-19]</sup>。

城市绿地生态系统服务功能总价值为以上 9 个指标类别的分项价值之和,计算公式为:

$$V = \sum_{x=1}^n V_x \quad (1)$$

式中,  $V$  代表城市绿地生态系统年生态系统服务总价值,以元/a 为单位;  $V_x$  为生态系统服务各服务的价值,以元/a 为单位;  $n$  为城市绿地生态系统服务功能价值评价指标的数量,以个为单位。

### 2.3 生态系统服务需求评价

根据评价指标的可量化性和评价所需数据的可获取性,确定生态系统服务需求体系,并选择与城市

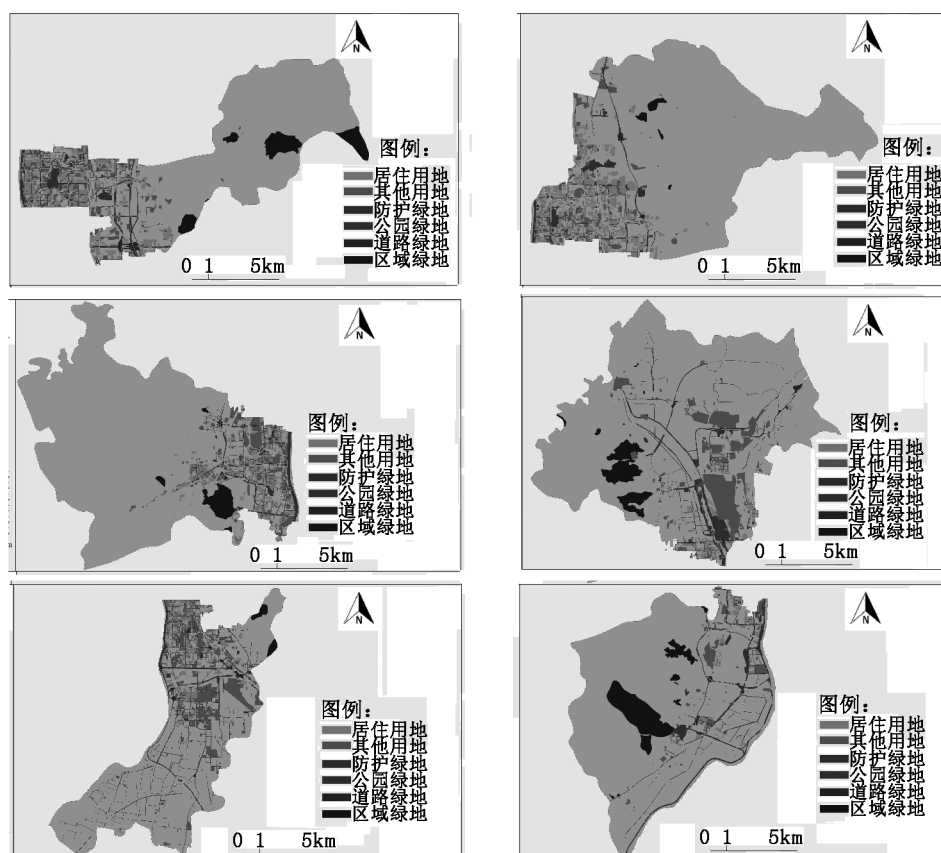


图 1 太原市各县区绿地类型分布

Fig. 1 Distribution of green space types in administrative divisions of Taiyuan City

表 1 生态系统服务功能评价体系和评价方法  
Tab. 1 Evaluation system and method of ecosystem service function

服务类型	评价指标	评价指标因子	评价方法
调节服务	涵养水源	调节水量 净化水质	水量平衡法、影子工程法
	固碳释氧	固碳、释氧	植物作用公式法、碳税法、影子价格法
	净化空气	吸收二氧化硫 吸收氟化物 吸收氮氧化物	面积吸收法、市场价值法
	减少噪声	减少噪声	面积折算法、市场价值法
	滞尘	滞尘	面积吸收法、市场价值法
	调节小气候	降低气温	成果参照法、市场价值法
支持服务	土壤保持	固结土壤 保持养分: N、P、K	土壤侵蚀差值法、影子工程法
	生物多样性保护	动物多样性保护 植物多样性保护 微生物多样性保护	保育量累积法、价值当量法
文化服务	社会服务	观赏与游憩	价值当量法

绿地生态系统服务功能类型和评价指标相互对应的需求类型和评价指标,得出生态系统服务需求评价指标体系及各项评价指标的评价方法(表 2)<sup>[20-22]</sup>。

对某一特定区域生态系统服务需求进行评价,需要有一个恰当准确的参考评价标准,目前太原市城市绿地建设的主要目标是建成国家生态园林城市。文中以《国家生态园林城市建设标准》、《太原市城市绿地系统规划(2012-2020)》、其他学者的研究成果以及国内其他城市的生态建设水平为太原市的生态统服务需求评价参考标准。

对城市绿地生态系统服务需求价值进行评价,首先要计算出生态系统服务需求面积,再运用生态系统服务功能价值量公式计算得出城市绿地生态系统服务需求价值,实现与生态系统服务功能价值相对接。

生态系统服务需求面积计算公式为:

$$A_{\text{需求}} = A_{\text{总}} ( | S_{\text{标准}} - S_{\text{现}} | ) / S_{\text{现}} \quad (2)$$

式中,  $A_{\text{需求}}$ 、 $A_{\text{总}}$  分别为生态系统服务需求面积和研究区各类城市绿地总面积,以  $\text{hm}^2$  为单位;  $S_{\text{标准}}$ 、 $S_{\text{现}}$  分别为生态系统服务需求标准值和现状值。

表 2 生态系统服务需求评价体系和评价方法

Tab. 2 Evaluation system and method of ecosystem service demand

需求类型	需求指标	评价指标因子	评价方法
环境质量需求	水功能区水质状况	水质达标率/%	官方资料
	环境舒适度	环境舒适度指数	公式计算
	城市空气质量	城市空气质量/d	官方资料
	PM2.5 指数	PM2.5 达标率/%	官方资料
	区域环境噪声状况	区域环境噪声平均值 dB/A	官方资料
	城市热岛效应	城市热岛效应程度/°C	公式计算
安全需求	水土保持	水土保持率/%	公式计算
	物种保护	本地木本植物指数	公式计算
		古树名木保护率/%	公式计算
精神需求	公众满意度	公众满意度/%	问卷调查
	其他主要绿地指数	建成区绿化覆盖率/%	官方资料
		建成区绿地率/%	官方资料
		城市人均公园绿地面积/m <sup>2</sup>	官方资料
	万人拥有综合公园指数	公式计算	

各城市绿地生态系统服务的需求由多个城市绿地生态系统服务功能共同提供,其中最大的服务需求可以代替其他的服务需求。因此,对距离评价参考标准最远的需求类型中距离评价参考标准最远的评价指标进行需求价值评价,便可得到城市绿地生态系统服务总需求价值。

### 3 结果与分析

#### 3.1 生态系统服务功能评价

经计算,2017 年太原市城市绿地累积量为 13 013 hm<sup>2</sup>,生态系统服务功能总价值为 35.95 亿元,各项评价指标生态系统服务功能总价值及百分比如表 3 所示。

基于太原市不同城市绿地类型的占地比例,计算得到各项评价指标生态系统服务功能总价值及所占百分比和各绿地类型生态系统服务功能总价值及所占百分比(表 4)。

由 3 表可知,2017 年太原市城市绿地各评价指标生态系统服务功能价值大小依次为:调节小气候功能>减少噪声功能>固碳释氧功能>涵养水源功能>土壤保持功能>生物多样性保护功能>社

表 3 各项评价指标生态系统服务功能总价值及百分比

Tab. 3 Total value and percentage of ecosystem service evaluation indexes

服务类型	评价指标	总价值 / (万元 · a <sup>-1</sup> )	百分比 / %
调节服务	涵养水源	40849.18	11.36
	土壤保持	2989.65	0.83
	固碳释氧	76127.48	21.17
	净化空气	147.52	0.04
	减少噪声	117113.08	32.57
	滞尘	1.98	0.00
支持服务	调节小气候	119015.59	33.10
	生物多样性保护	2307.40	0.64
文化服务	社会服务	1064.16	0.30

表 4 各绿地类型生态系统服务功能总价值及百分比

Tab. 4 Total value and percentage of ecosystem services of various green space types

绿地类型	总价值 / (万元 · a <sup>-1</sup> )	百分比 / %
公园绿地	35586.23	9.90
道路绿地	46445.78	12.92
居住绿地	46867.30	13.03
其他附属绿地	74671.21	20.76
区域绿地	116188.58	32.31
防护绿地	39856.95	11.08

会服务功能>净化空气功能>滞尘。其中,调节小气候功能价值最大,滞尘功能价值可以忽略不计。

由 4 表可知,2017 年太原市各绿地类型生态系统服务功能价值大小依次为:区域绿地>其他附属绿地>居住绿地>道路绿地>防护绿地>公园绿地。公园绿地生态系统服务功能总价值最低,仅占总价值的 9.90%;区域绿地生态系统服务功能总价值最高,占 32.31%。

根据太原市人民政府公布的《太原市园林局 2017 年部门决算和“三公”经费公开》可知,太原市 2017 年园林投入为 87 629.89 万元,由此可以得出 2017 年太原市城市绿地建设投入产出比约为 1:4。

#### 3.2 生态系统服务需求评价

经资料统计和计算,得出各生态系统服务需求指标评价因子的现状值和标准值(表 5)。

在各需求类型中,环境质量需求距离国家生态

表 5 各需求指标评价因子现状值和标准值  
Tab. 5 Current value and standard value of evaluation factors of demand indexes

指标评价因子	现状值	标准值
地表水达标率/%	100	100
环境舒适度指数	7.02 *	4.55
城市空气质量/d	175 *	≥300
PM <sub>2.5</sub> 达标率/%	75.30 *	100
区域环境噪声平均值 dB/A	53.20	≤54.00
城市热岛效应程度/℃	2.2	≤2.5
水土保持率/%	89.76 *	≥95
本地木本植物指数	1	≥0.9
古树名木保护率/%	100	100
公众满意度/%	90.31	≥90
建成区绿化覆盖率/%	42.19	≥40
建成区绿地率/%	37.18	≥35
城市人均公园绿地面积/m <sup>2</sup>	12.18	≥11.00
万人拥有综合公园指数	0.06 *	≥0.07

注: \* 为未达到国家标准的生态系统服务需求指标。

城市建设标准最远,而在环境质量需求中,城市空气质量距离国家生态城市建设标准最远,即仅对城市绿地空气质量需求进行评价就能得到城市绿地生态系统服务需求总价值。

经计算,太原市城市绿地如果要达到生态系统服务供需完全平衡,需要增加 5 466 hm<sup>2</sup> 绿化面积,届时生态系统服务功能总价值将增加 15.01 亿元/a,达到 51.05 亿元/a。然而,将生态系统服务完全供需平衡作为城市建设的目标,不具备现实意义,一味地增加绿地面积对城市整体规划设计也不具备现实可行性。提升太原市城市绿地生态系统服务功能,需要在增加绿地面积的基础上提升单位面积生态系统服务功能。

#### 4 结论与讨论

2017 年太原市城市绿地生态系统服务功能总价值为 35.95 亿元/a,其中,各评价指标生态系统服务功能价值大小依次为:调节小气候>减少噪音>固碳释氧>涵养水源>土壤保持>生物多样性保护>社会服务>净化空气>滞尘。其中,调节小气候功能价值最大,滞尘功能价值可以忽略不计。各绿地类型生态系统服务功能价值大小依次为:区域绿地>其他附属>居住绿地>道路绿地>防护绿地>公园绿地。其中,公园绿地功能价值最低,区域绿地功能价值最

高。太原市 2017 年城市绿地建设投入产出比约为 1:4。太原市城市绿地生态系统服务功能和需求间还存在一定差距,提升生态系统服务功能,需要在增加绿地面积的基础上提升城市绿地单位面积生态系统服务功能。

城市绿地面积和生态系统服务总价值息息相关,太原市绿地建设面积总体上已经达到国家生态城市建设标准,但距离国内平均水平和国内最高水平还有一定差距,应加大城市绿地建设力度,优化景观结构,提升生态质量,增加绿化密度,提升整体规划设计、设施管理和植物养护水平,以达到增加城市绿地单位面积生态系统服务功能的目标。

太原市各县区各类型绿地分布和发展情况不平衡,各县区公众对各绿地类型满意度存在差异。太原市应有针对性地加强薄弱县区和绿地类型的绿地建设,实现各县区协调发展,有助于全市城市绿地健康生态网络的形成。此外,还需加强城市公园绿地的建设,增加综合公园数量。

城市绿地在整个生态系统中与人类生活息息相关,对城市环境质量的提升有举足轻重的作用,但与其它类型的生态系统相比,城市绿地景观破碎度高,是一个特殊而复杂的系统,对其生态服务功能的评价也面临着其他类型生态系统所没有的难题。因此,如何在借鉴其它类型研究的同时,建立一套恰当的评价体系,选择合适的评价方法,是此类研究的一个重要方向。

#### 参考文献:

- [1] 李文华,张彪,谢高地. 中国生态系统服务研究的回顾与展望[J]. 自然资源学报,2009(1):1-10.
- [2] EHRLICH P. Study of Critical Environmental Problems (SCEP)[M]. Berlin:Man's Impact on the Global Environment. Springer-Verlag,1970.
- [3] DAILY G C. Nature's Service:Social Dependence on Natural Ecosystems[M]. Washington D. C:Island Press,1997.
- [4] COSTANZA R,D'ARCE R,GROOT R D,et al. The Value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387:253-260.
- [5] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报,1999(5):635-640.
- [6] 谢高地,鲁春霞,成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展[J]. 资源科学,2001(6):5-9.
- [7] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报,2008(5):911



- 919.
- [8] 谢高地,张彩霞,张雷明,等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报,2015,30(8):1243-1254.
- [9] CHEN W Y, JIM C Y. Cost - benefit analysis of the leisure value of urban greening in the new Chinese city of Zhuhai[J]. *Cities*, 2008, 25(5):298-309.
- [10] KO H, SON Y. Perceptions of cultural ecosystem services in urban green spaces: A case study in Gwacheon, Republic of Korea [J]. *Ecological Indicators*, 2018, 91: 299-306.
- [11] RIECHERS M, BARKMANN J, Tschardtke T. Diverging perceptions by social groups on cultural ecosystem services provided by urban green[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 175:161-168.
- [12] 马凤娇,刘金铜,EGRINVA A E. 生态系统服务研究文献现状及不同研究方向评述[J]. 生态学报,2013(19):5963-5972.
- [13] 毛齐正,黄甘霖,邱建国. 城市生态系统服务研究综述[J]. 应用生态学报,2015(4):1023-1033.
- [14] 李文华. 生态系统服务功能价值评估的理论、方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社,2008.
- [15] 李丽,王心源,骆磊,等. 生态系统服务价值评估方法综述[J]. 生态学杂志,2018,37(4):1233-1245.
- [16] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等. 草地生态系统服务功能分析及其评价指标体系[J]. 生态学杂志,2004(6):155-160.
- [17] 魏云龙,蔡建国. 杭州市绿地生态系统服务功能价值评估及可持续性发展研究[J]. 浙江农林大学学报,2017(4):695-703.
- [18] 张庆费,郑思俊,夏楠,等. 上海城市绿地植物群落降噪功能及其影响因子[J]. 应用生态学报,2007(10):2295-2300.
- [19] 张文娟,张峰,严昭,等. 兰州市绿地生态价值的初步分析[J]. 草业科学,2006(11):98-102.
- [20] 王文美,吴璇,李洪远. 滨海新区生态系统服务功能供需量化研究[J]. 生态科学,2013,32(3):379-385.
- [21] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 生态系统服务的供给、消费和价值化[J]. 资源科学,2008(1):93-99.
- [22] 王德平,岳志春,郭北玲,等. 基于人体舒适度的城市绿地面积的确定[J]. 安徽农业科学,2010,38(10):5445-5447.

(责任编辑 张林艳)

(上接第153页)

### 参考文献:

- [1] 于景华,王丽娟,唐中华,等. 植物对干旱胁迫的生理和分子反应[J]. 现代化农业,2006,12:1-4.
- [2] 杨帆,苗灵凤,胥晓,等. 植物对干旱胁迫的响应研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2007,13(4):586-592.
- [3] 鲁萍,桑卫国,马克平. 外来入侵种飞机草在不同环境胁迫下抗氧化酶系统的变化[J]. 生态学报,2006,26(11):3578-3585.
- [4] 王红梅,包维楷,李芳兰. 不同干旱胁迫强度下白刺花幼苗叶片的生理生化反应[J]. 应用与环境生物学报,2008,14(6):757-762.
- [5] 屈兴红. 6个宽叶雀稗材料种子萌发期抗旱性研究[J]. 种子,2017,36(4):24-27.
- [6] 李芳兰,包维楷,吴宁. 白刺花幼苗对不同干旱胁迫与生理响应[J]. 生态学. 2009,29(10):5406-5416.
- [7] BOUSLAMA M. Stress tolerance in soybeans Evaluation-crop[J]. *Science*, 1984,24(2):933-937.
- [8] 任永霞,郭郁频,刘贵河,等. 三种野豌豆属牧草种子萌发期抗旱性的研究[J]. 作物杂志,2016,172(3):158-162.
- [9] 郭晋梅,刘娟,董宽虎. PEG胁迫对白羊草种子萌发的影响[J]. 中国草地学报,2015,37(2):58-62.
- [10] 王莹,许冬梅. PEG胁迫下五种禾本科牧草种子萌发期抗旱性研究[J]. 北方园艺,2015(12):54-58.
- [11] MILLER A. The distribution and ecology of *Buddleia davidii* Franch. with particular reference to conditions supporting germination and the establishment of seedlings [D]. Britain: Oxford Brookes University, 1984.
- [12] WU Z, RAVEN P H, GARDEN M B. Flora of China: Myrsinaceae Through Loganiaceae [M]. Beijing: Science Press, 1996.
- [13] 李秉涛,中国植物志(第61卷)[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [14] 牛学农. 种子的发芽率和发芽势[J]. 植物杂志,1977(1):49.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.036

## 湿地公园游客环境责任行为意愿影响因素研究

郭梅秀

(广东省岭南综合勘察设计院, 广东 广州 510663)

**摘要:**基于“集体行动逻辑”视角,以目标导向行为理论为基础框架,构建环境责任行为意愿理论模型,以深圳市华侨城湿地公园340位游客为样本,运用结构方程模型进行实证检验。研究结果显示:主观规范通过欲望间接驱动环境责任行为意愿;正向预期情绪通过欲望间接驱动环境责任行为意愿,负向预期情绪对环境责任行为意愿不存在驱动作用;感知行为效能通过环境态度间接影响环境责任行为意愿。提出通过集体理性干预、感情维系等途径激发游客实施环境责任行为,促进旅游地高质量发展。

**关键词:**环境责任行为意愿;目标导向行为理论;主观规范;预期情绪;感知行为效能;湿地公园

中图分类号:S759.91;Q178.5;TU986.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0188-06

引文格式:郭梅秀. 湿地公园游客环境责任行为意愿影响因素研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 188-193, 198.  
GUO Meixiu. Influencing Factors of Tourists' Environmentally Responsible Behavior Intention in Wetland Park[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 188-193, 198.

## Influencing Factors of Tourists' Environmentally Responsible Behavior Intention in Wetland Park

GUO Meixiu

(Lingnan Comprehensive Survey and Design Institute of Guangdong, Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** Based on the perspective of “collective action logic” and the framework of goal-directed behavior theory, the theoretical model of environmentally responsible behavior intention was constructed and the structural equation model was used for empirical test with 340 visitors of Huaqiaocheng Wetland Park in Shenzhen as samples. The results showed that the subjective norm indirectly drove the environmentally responsible behavior intention through desire, and the positive anticipated emotion indirectly drove the environmentally responsible behavior intention through desire, while the negative anticipated emotion had no driving effect on the environmentally responsible behavior intention. The perceived outcome efficacy indirectly affected the environmentally responsible behavior intention through environmental attitudes. Therefore, the collective rational intervention, emotional maintenance and other ways could be adopted to inspire tourists to implement environmentally responsible behavior and promote the high-quality development of tourist destinations.

**Key words:** environmentally responsible behavior intention; goal-directed behavior theory; subjective norm; anticipated emotion; perceived outcome efficacy; Wetland Park

收稿日期:2019-03-05;修回日期:2019-07-10.

基金项目:北京市自然科学基金资助项目(8172034).

第一作者:郭梅秀(1986-),女,广东梅州人,工程师.主要从事林业资源调查和规划设计等工作.

旅游业的快速发展给旅游地的生态环境造成的负面影响日益严重,如旅游地交通拥堵、旅游活动产生的大量温室气体排放、游客践踏植被、乱丢垃圾等不负责任行为,对旅游地的资源环境系统造成直接或间接的破坏。游客作为旅游活动的主体,其实施的不当行为是造成旅游地生态环境困境的根本要素<sup>[1]</sup>。长期以来,面对生态环境保护与旅游地发展之间的矛盾,业界主要通过监管、限制游客不当行为等措施来缓解旅游地环境破坏的困扰<sup>[2]</sup>。与其寻找监管、限制游客不当行为等,为什么不重点关注如何培养游客自发环境保护的行为呢?有学者指出,游客存在自发的环境责任行为(Environmentally Responsible Behavior,简称 ERB)意愿<sup>[3]</sup>,游客会自发地保护旅游地环境,遵守旅游地环境准则,约束其他游客破坏环境的行为。基于以上背景,对游客 ERB 意愿驱动机理的研究逐渐成为旅游地高质量发展研究的热点。尽管现有的 ERB 意愿研究已取得了一定的成果,但 ERB 的研究方兴未艾,游客 ERB 的驱动机理研究不足,亟待完善<sup>[4]</sup>,因此,本研究有必要探究游客 ERB 意愿驱动机理的形成。

目前,已有关于 ERB 意愿的研究主要聚焦于个体层面的探讨,认为 ERB 意愿与性别、教育、年龄等人口统计特征有关<sup>[5]</sup>,或是由价值观、环境知识、环境态度、旅游动机、道德规范等内生因素激发的个体行为决策<sup>[6]</sup>。不同于以往的研究,本研究认为,旅游地的环境保护需要多元主体共同参与保护的公共问题,需要大量的个体参与集体合作才会有实质性效果,仅从价值观、环境知识等个体内生因素难以全面地解释个体行为决策。基于此,本研究的首要目的是从“集体行动逻辑”的视角出发,探究具有集体理性属性的感知行为效能(Perceived Outcome Efficacy,简称 POE)在游客 ERB 意愿中的作用。尽管感知行为效能对游客 ERB 意愿可能存在一定的积极作用,但个体行为决策需要多元因素共同驱动<sup>[7]</sup>,因此,有必要探究多元因素如何驱动 ERB 意愿。而社会心理学经典计划行为理论(Theory of Planned Behavior,简称 TPB)在个体行为决策领域广泛应用与验证<sup>[8]</sup>,但 TPB 理论并不完美,对于特定的旅游情境还需要探究其他的影响因素<sup>[8]</sup>。考虑到动机、情感对旅游体验以及旅游行为决策的重要影响,Perugini 等将动机、情感等要素纳入 TPB 当中,提出了目标导向行为理论(Model of Goal-directed Behavior,简称 MGB)。旅游情境下,国外已有研究实证检验了 MGB 理论,如游客环保酒店入注意愿

等<sup>[9]</sup>,但国内以 MGB 理论为基础探究个体行为决策的研究仍处于空白<sup>[10]</sup>。在此背景下,本研究以 MGB 为主体框架,将具有集体理性属性的感知行为效能纳入 MGB 理论当中,揭示集体理性对游客 ERB 意愿的驱动机理,为推动我国旅游地生态文明建设提供了参考依据。

## 1 理论假设

### 1.1 目标导向行为理论

为解释个体行为决策或个体行为,理论研究产生了计划行为理论等分析框架<sup>[8]</sup>,但 TPB 理论主要聚焦于个体行为决策的认知因素,忽略了情感、动机因素可能在个体行为决策中的影响作用。为了加强 TPB 的深度与广度,Perugini 等将预期情绪(情感)纳入 TPB 当中,并将欲望(动机)作为 TPB 的中介变量,正式提出了 MGB 理论<sup>[9]</sup>。预期情绪又可分为正向预期情绪与负向预期情绪,正负向预期情绪指的是个体达到或没有达到目标情绪的正负向结果<sup>[10]</sup>,同时,在情感过程中,预期情绪是预测个体行为决策的关键要素<sup>[4]</sup>。欲望(Desire,简称 DE)指的是个体对某种希望的结果或者是对人和事物的渴望<sup>[11]</sup>。在动机过程中,欲望是预测个体行为决策的决定要素<sup>[4]</sup>。Perugini 等研究表明,将预期情绪、欲望纳入 TPB 当中,对行为意愿解释力更佳,对行为的预测力更为显著<sup>[9]</sup>。

#### 1.1.1 主观规范与欲望

主观规范(Subjective Norm,简称 SN)指的是个体实施某一特定行为所感知的社会压力<sup>[8]</sup>。根据 MGB 理论分析框架,主观规范并不是直接影响个体的行为意愿,而是通过欲望为中介间接影响个体行为意愿<sup>[9]</sup>。在旅游情境下,已有较多研究实证检验了主观规范与欲望的影响关系。刘丽梅等在慢旅游情境下,实证探究了主观规范对行为欲望具有正向驱动作用<sup>[12]</sup>。纪春礼等研究表明,主观规范对欲望具有直接影响作用<sup>[10]</sup>。基于此,提出假设 H1:主观规范对欲望存在正向驱动作用。

#### 1.1.2 预期情绪与欲望

根据 MGB 理论分析框架,预期情绪通过欲望间接驱动个体行为意愿。预期情绪又可分为正向预期情绪(Positive Anticipated Emotion,简称 PAE)与负向预期情绪(Negative Anticipated Emotion,简称 NAE)<sup>[9]</sup>。一般情况下,个体对未来能实现某一目标产生正向预期情绪,反之,不能实现则产生负向预

期情绪。正向预期情绪能有效促进个体的行为欲望,进而有效地驱动个体行为意愿;反之,负向预期情绪则抑制个体的行为欲望。因此,个体对于未来能否成功实现某一目标的评价,将形成一个具有预期情绪的自我调节动态过程,进而影响个体的欲望<sup>[10]</sup>。对于预期情绪与欲望之间的关系,部分学者们实证发现,针对某一行为的预期情绪对个人欲望具有影响作用<sup>[12]</sup>。基于此,提出假设 H2:正向预期情绪对欲望存在正向驱动作用;H3:负向预期情绪对欲望存在负向驱动作用。

### 1.1.3 欲望与 ERB 意愿

纪春礼等认为,个体只有具备做某一行为的动机(欲望)时,才具有做某一行为的意愿<sup>[10]</sup>,这更好地说明了欲望在个体行为预测中具有重要的驱动作用。研究表明,相较于主观规范、行为态度、知觉行为控制,欲望对个体行为意愿具有更强的解释能力<sup>[9,10,13]</sup>。而在 ERB 领域,余晓婷等实证检验了亲自然旅游动机(欲望)对 ERB 具有正向驱动作用<sup>[14]</sup>。基于此,提出假设 H4:欲望对环境责任行为意愿存在正向驱动作用。

### 1.2 感知行为效能

Lubell 将政治学领域当中的集体利益模型引入到环境行为领域,探讨了集体利益对环境行为的影响,指出个体对集体行动的价值评估是个体参与集体行动的必然要素,而这种价值评估受到个体所感知到的个体效能与群体效能的综合影响<sup>[15]</sup>。个体效能指个体行为对公共问题产生的结果的认知。群体效能指个体对他人能否共同参与公共问题的预期程度。实际上,个体效能反映的是个体对自身行为效果的评估。群体效能体现的是个体对集体合作效果的评估。集体利益模型涵盖了一种思想,即集体行动视角下,个体行为决策是在综合考虑个体与群体效果评估的基础上形成的<sup>[5]</sup>。因此,个体与群体效能是集体行动视角下的关键要素。在集体行动视角下,个体与群体效能是相互依存、相互关联的。即个体对集体行动的效果预期越高,则对自身行为意义的评价也会越高。基于此,学者 Staats 将个体与群体效能整合,提出了感知行为效能的概念,将其定义为个体对自身行为以及对他人实施相似行为能否产生有效结果的认知<sup>[16]</sup>。需要注意的是,感知行为效能并不等同于 MGB 理论当中的知觉行为控制,前者指个体实施某一行为解决公共问题的认知,后者指个体实施某一行为的难易程度。Ajzen 指出,知觉行为控制是个体行为决策中最不稳定的变量<sup>[8]</sup>。

基于此,本研究将具有集体行动属性下的感知行为效能代替 MGB 理论当中的知觉行为控制,对 MGB 理论进行改进。

周玲强等指出,ERB 是典型的亲环境行为,具有利他主义特点<sup>[2]</sup>。而在环境保护等公共问题上,亲环境行为往往需要集体行动才能产生作用<sup>[2]</sup>。因此,“自身的行为是否有效”,“他人是否也具有这样的行为”的信念对个体行为决策具有重要作用。基于此,探究游客 ERB 意愿必须要考虑感知行为效能的影响作用。期望价值理论是行为学基础理论之一,该理论框架认为,通过某一行为各方面因子的综合评价形成该行为的信念<sup>[5]</sup>,对该行为信念的认知则反映了个体行为所持有的态度。依据期望价值理论推断,个体对环保集体行动价值的评价越高,对参与 ERB 的态度就越积极,则更愿意实施 ERB。由此可见,环境态度(Environmental Attitude,简称 EA)是感知行为效能与 ERB 意愿重要的中介环节。在 ERB 领域,大量的学者探讨了感知行为效能与 ERB 意愿的影响关系,李秋成等<sup>[5]</sup>与周玲强等<sup>[2]</sup>实证研究表明,感知行为效能通过环境态度间接影响 ERB 意愿。基于此,提出假设 H5:感知行为效能对环境态度存在正向驱动作用;H6:环境态度对环境责任行为意愿存在正向驱动作用。

### 1.3 理论模型构建

本研究以 MGB 理论为基础框架,将感知行为效能取代知觉行为控制,改进了 MGB 理论模型。但是,本研究并未将最终的环境责任行为变量保留在理论模型中,其原因在于行为意愿是预测实际行为最重要的因素之一,对于实际行为发挥着根本性的作用<sup>[6]</sup>,这在消费者行为领域得到了大量的证实<sup>[10]</sup>,再次进行实证探究理论意义不大。基于此,综合已有的研究与上述分析,构建了环境责任行为意愿假设模型(图 1)。

## 2 研究设计

### 2.1 研究区概况

选取深圳市华侨城湿地公园为研究案例地。公园位于深圳市华侨城欢乐海岸,地处现代化大都市腹地,是深圳湾区生态系统极其重要的组成部分,占地面积 68.5 km<sup>2</sup>。截至 2017 年底,公园内记录的鸟类超过 150 种。本研究选取案例地主要基于以下 2 点:①2014 年,华侨城湿地公园被广东省环保厅授予“广东省环境教育基地”称号,作为环境教育平台,引导游客实施 ERB,能够凸显全民共同参与生

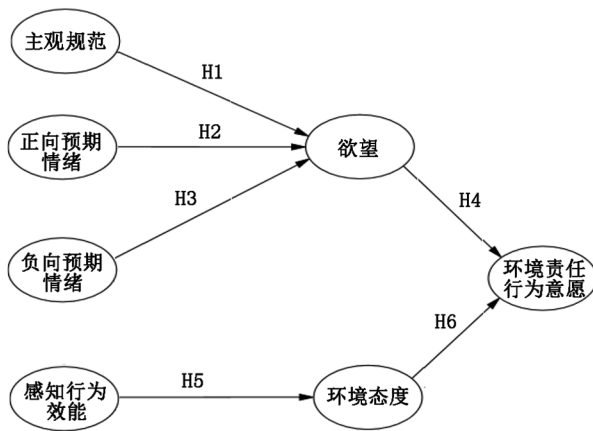


图 1 环境责任行为意愿假设模型

Fig. 1 Hypothesis model of environmentally responsible behavior intention

态文明建设的重要示范意义;②华侨城湿地公园作为粤港澳大湾区水鸟生态廊道重要的生态节点,兼具水鸟物种多样性保护与大湾区生态品牌提升的代表性。因此,本研究选取深圳华侨城湿地公园探究游客 ERB 意愿驱动机理具有一定代表性及典型性。

### 2.2 变量测度

本研究问卷中所有的变量均使用 Likert 7 点法,其中参考 Ajzen<sup>[8]</sup>的研究,用 SN1~SN3 测量主观规范;参考纪春礼等<sup>[10]</sup>的研究,依次用 PAE1~PAE4 测量正向预期情绪,NAE1~NAE4 测量负向预期情绪,DE1~DE4 测量欲望;参考李秋成等<sup>[5]</sup>与周玲强等<sup>[2]</sup>的研究,依次用 POE1~POE3 测量感知行为效能,EA1~EA3 测量环境态度,ERBI1~ERBI3 测量环境责任行为意愿。

### 2.3 数据收集

2018 年 7 月在深圳华侨城湿地公园进行了 130 份问卷的预调研,通过预调研修改部分问题项的语义表达,以及删除因子载荷与交叉载荷小于 0.4 的问题,形成最终问卷。正式调研于 2018 年 8 月进行,由 3 名进行专业培训的同事在公园主要出口采用随机抽样的调查方法收集数据。共发放问卷 410 份,回收有效问卷 340 份,有效率 82.93%。

## 3 结果与分析

### 3.1 样本描述

统计显示,男性(54.41%)的比例高于女性(45.59%);年龄组成以 31~50 岁(38.23%)为主,18~30 岁(27.49%)为辅;学历组成以高中/大专学历(32.35%)比例最高,本科学历(25.29%)比例次之;职业组成以企事业单位比例最高(45.58%);客

源地方面,主要以广东省为主(63.23%)。

### 3.2 信度与效度检验

基于 Amos22 进行验证式因子分析(CFA)(表 1)。

表 1 信度与效度分析

Tab. 1 Reliability and validity factor analysis

研究变量及测量题项	标准化因子载荷	组成信度	平均方差提取量
主观规范 SN		0.848	0.651
SN1	0.785		
SN2	0.843		
SN3	0.792		
正向预期情绪 PAE		0.929	0.766
PAE1	0.861		
PAE2	0.883		
PAE3	0.917		
PAE4	0.838		
负向预期情绪 NAE		0.754	0.446
NAE1	0.564		
NAE2	0.893		
NAE3	0.629		
NAE4	0.523		
欲望 DE		0.893	0.676
DE1	0.844		
DE2	0.852		
DE3	0.754		
DE4	0.835		
感知行为效能 POE		0.923	0.801
POE1	0.940		
POE2	0.889		
POE3	0.853		
环境态度 EA		0.871	0.696
EA1	0.918		
EA2	0.892		
EA3	0.670		
环境责任行为意愿 ERBI		0.759	0.517
ERBI1	0.575		
ERBI2	0.737		
ERBI3	0.823		

表 1 可以得出,所有可观测变量的标准化因子载荷为 0.523~0.940,均高于临界阈值 0.5<sup>[6]</sup>;各潜在变量的组成信度(CR)为 0.754~0.929,均高于临界阈值 0.7<sup>[6]</sup>;各潜在变量的平均方差提取量(AVE)为 0.446~0.801,均高于临界阈值 0.4<sup>[6]</sup>;总体而言,模型的收敛效度较好。

### 3.3 结构方程模型拟合分析

参考周玲强等<sup>[2]</sup>、黄涛等<sup>[6]</sup>的研究,应用 Amos

22 检验结构模型的拟合指数(表 2)。结果显示; $\chi^2=272.731, DF=240, \chi^2/DF=1.136(1 < \chi^2/DF < 3)$ ,  $GFI=0.953(>0.9)$ ,  $AGFI=0.937(>0.9)$ ,  $RMSEA=$

$0.020(<0.08)$ ,  $TLI=0.993(>0.9)$ ,  $CFI=0.994(>0.9)$ ,  $IFI=0.994(>0.9)$ 。结构模型各拟合指数均达到临界阈值,模型拟合效果良好。

表 2 模型拟合指标  
Tab. 2 Model fitting index

模型拟合度	$\chi^2$	DF	$\chi^2/DF$	GFI	AGFI	RMSEA	TLI	CFI	IFI
理想值			$1 < \chi^2/DF < 3$	>0.9	>0.9	<0.08	>0.9	>0.9	>0.9
实际值	272.731	240	1.136	0.953	0.937	0.020	0.993	0.994	0.994

3.4 模型检验结果分析

基于 SEM 的模型检验结果见图 2。

由图 2 可知,主观规范对欲望存在正向驱动作用,系数  $\beta=0.61, P<0.05$ , 因此,假设 H1 成立;正向预期情绪对欲望存在正向驱动作用,系数  $\beta=0.32, P<0.05$ , 因此,假设 H2 成立;负向预期情绪对欲望不存在驱动作用,系数  $\beta=-0.01, P>0.05$ , 因此,假

设 H3 不成立;欲望对 ERB 意愿存在正向驱动作用,系数  $\beta=0.48, P<0.05$ , 因此,假设 H4 成立;感知行为效能对环境态度存在正向驱动作用,系数  $\beta=0.57, P<0.05$ , 因此,假设 H5 成立;环境态度对 ERB 意愿存在正向驱动作用,系数  $\beta=0.21, P<0.05$ , 因此,假设 H6 成立。

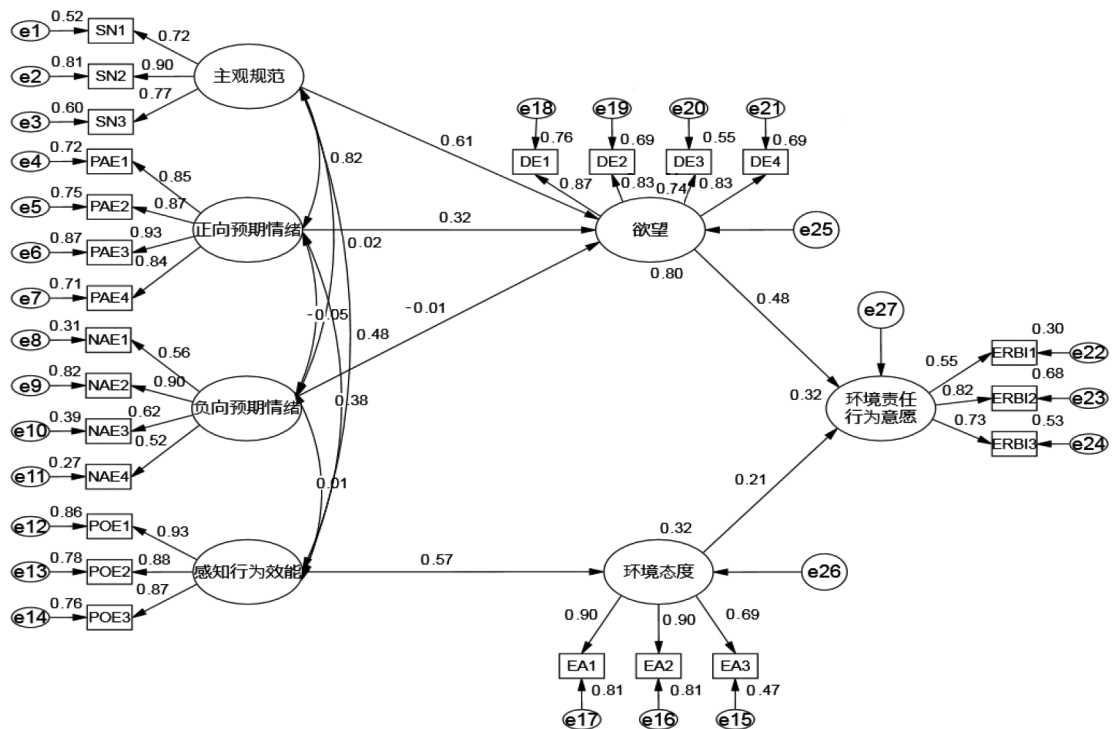


图 2 结构方程模型检验结果  
Fig. 2 Results of hypothesis test of SEM

4 讨论

本研究从“集体行动逻辑”视角出发,以 MGB 理论为基础框架,构建了 ERB 意愿理论模型,以深圳市华侨城湿地公园游客为样本实证检验了 ERB

意愿理论模型。本文的理论价值包括 4 个方面。

1) 已有的研究大多数从“个体理性”的视角探讨游客 ERB 意愿的驱动机理,但“个体理性”视角下并不能完全窥视 ERB 意愿的全貌<sup>[5]</sup>。只有在“集体行动逻辑”视角下,综合个体与集体层面的因素

才能深入地探究游客 ERB 意愿的驱动机理。因此,本研究探索性地将“MGB(个体层面)+感知行为效能(集体层面)”应用在游客 ERB 意愿驱动机理上,一方面弥补了游客 ERB 驱动机理研究不足<sup>[4]</sup>,另一方面弥补了 MGB 理论在旅游情境下探究个体行为决策的空白<sup>[10]</sup>,拓宽了 MGB 理论的研究领域。同时丰富与完善了 ERB 意愿的内在驱动机理,为未来 ERB 意愿的相关研究提供了视角。

2) 本研究实证检验了感知行为效能通过环境态度间接驱动 ERB 意愿,一方面揭示了感知行为效能在 ERB 意愿影响关系中具有不可磨灭的作用<sup>[5]</sup>,另一方面对“揭示感知行为效能如何驱动 ERB 意愿”进行了有效尝试<sup>[2]</sup>。

3) 本研究以 MGB 理论为基础框架,进一步验证了 Lindenberg 与 Steg 提出的目标框架理论在 ERB 领域的适用性<sup>[17]</sup>。由于 MGB 理论基于获取目标下的 TPB 理论进行改进,将享乐目标下的预期情绪纳入 TPB 理论当中。因此,本研究较为全面地揭示了获取目标与享乐目标在 ERB 意愿驱动机理孰轻孰重的研究命题。

4) 在 ERB 意愿的驱动机理上,多数研究集中以 TPB 为理论框架<sup>[2,7]</sup>,感知行为效能<sup>[5]</sup>等为研究变量,缺乏感知行为效能在个体行为决策理论框架下的实证探究。本研究在前人研究基础上,将具有集体行动属性的感知行为效能取代知觉行为控制,对 MGB 理论进行了改进,构建了 ERB 意愿理论模型并进行实证检验。一方面,为个体层面与集体层面因素对 ERB 意愿影响孰轻孰重的研究命题提供了实证依据,另一方面,弥补以往仅从 TPB 理论<sup>[2,7]</sup>,感知行为效能<sup>[5]</sup>对 ERB 意愿的解释与预测的不足,完善了 ERB 在旅游情境下的理论体系。

5) 尽管本研究严格遵循实证探究的程序与步骤,但仍存在一定的研究局限性。尽管本研究实证得出 MGB 对游客环境行为具有不错的解释力度,但该理论是否对旅游消费者的其他行为也存在较好地解释力度,仍需要在未来的研究中加以探究;本研究并未将 ERB 纳入理论模型,尽管其他领域已实证探究行为意愿是行为最核心的要素,但今后的研究仍需将 ERB 纳入研究模型中,对 MGB 理论进行系统的实证探究。

## 5 结论

1) 游客的主观规范、正向预期情绪、感知行为效能是游客 ERB 意愿重要的前置驱动因素,并且对

欲望以及环境态度有着正向驱动作用,欲望与环境态度是 ERB 意愿重要的中介变量。但游客的负向预期情绪并不会间接驱动 ERB 意愿。

2) 主观规范通过欲望间接驱动 ERB 意愿,这与前人的研究结论不同<sup>[10]</sup>。以往的研究探究游客的博彩消费行为,博彩消费属于违法行为,这对个体行为的主观规范必然产生影响,同时博彩消费所带来的娱乐体验与本研究所探讨的生态旅游有所差异。

3) 正向预期情绪通过欲望间接驱动 ERB 意愿,负向预期情绪对 ERB 意愿不存在驱动作用,这与前人的研究结论相同<sup>[10,12]</sup>。深圳市华侨城湿地公园作为粤港澳大湾区水鸟生态廊道建设的重要生态节点,兼具环境教育示范作用,游客所产生的负面情绪很有可能受周边良好的生态环境氛围所影响,个体本身就具有对不利因素逃避的心理。这也很好解释了负向预期情绪对 ERB 意愿不存在驱动作用的原因。

4) 感知行为效能通过环境态度间接影响 ERB 意愿,这与前人的研究结论相同<sup>[2,5]</sup>。与西方文化不同,我国文化崇尚集体主义,是典型的东方文化国家。在我国传统文化氛围的影响下,个体将自身视作自然环境的一部分,从他人与环境利益对待生态问题。这就很好地解释了在“集体行动逻辑”视角下,感知行为效能间接驱动 ERB 意愿的原因。

## 参考文献:

- [1] 张玉玲,张虹鸥,杨龙,等. 南岭地方特征对游客环境责任行为的影响研究——基于不同经济群体的比较分析[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2017,11(5):63-69.
- [2] 周玲强,李秋成,朱琳. 行为效能、人地情感与旅游者环境负责行为意愿:一个基于计划行为理论的改进模型[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版),2014,44(2):88-98.
- [3] 黄涛,刘晶岚. 长城国家公园游客环境友好行为意愿的影响研究——地方依恋的中介作用[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2017,11(5):70-75.
- [4] 邱宏亮,范钧,赵磊. 旅游者环境责任行为研究述评与展望[J]. 旅游学刊,2018,33(11):125-141.
- [5] 李秋成,周玲强. 感知行为效能对旅游者环保行为决策的影响[J]. 浙江大学学报(理学版),2015,42(4):459-465.
- [6] 黄涛,刘晶岚,张琼锐. 旅游地文化氛围对游客文明行为意向的影响——以长城国家公园试点为例[J]. 浙江大学学报(理学版),2018,45(4):110-118.

(下转第 198 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.037

## 中山市湿地公园建设模式探讨

朱利永<sup>1</sup>, 黄泓杰<sup>2</sup>

(1. 广东省岭南综合勘察设计院, 广东 广州 510663; 2. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510006)

**摘要:** 中山市湿地资源分布和保护中存在面积逐步减少、滩涂几乎消失、生态格局破碎化严重、生态服务功能持续减弱等问题, 根据中山市市域内湿地类型的特征, 将其划分为西部滨江、东部滨海、石岐河—横门水道、小榄水道、鸡鸦水道 5 个生态廊道和湿地保育、湿地修复、湿地体验 3 个功能区, 在此基础上提出不同湿地公园的规划策略和发展对策, 并就湿地公园建设土地管控方面提出建议。

**关键词:** 湿地公园; 建设模式; 生态修复; 生物多样性保护; 中山市

中图分类号: S759.91; Q178.5; TU986.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0194-05

引文格式: 朱利永, 黄泓杰. 中山市湿地公园建设模式探讨[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 194-198.

ZHU Liyong, HUANG Hongjie. Construction Mode of Wetland Park in Zhongshan City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 194-198.

## Construction Mode of Wetland Park in Zhongshan City

ZHU Liyong<sup>1</sup>, HUANG Hongjie<sup>2</sup>

(1. Lingnan Integrated Exploration and Design Institute of Guangdong, Guangzhou 510663, China;

2. School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** The problems in the distribution and protection of wetland resources in Zhongshan City were the gradual reduction of area, the almost disappearance of beach, the serious fragmentation of ecological pattern, and the continuous weakening of ecological service function. According to the characteristics of wetland types in Zhongshan City, they were divided into five ecological corridors of western riverside, eastern coast, Shiqi River—Hengmen waterway, Xiaolan waterway and Jiya waterway, as well as three functional areas of wetland conservation and wetland restoration and wetland experience. Therefore this paper put forward planning and development strategies of different wetland parks, and gave suggestions on land management and control of wetland park construction.

**Key words:** wetland park; construction mode; ecological restoration; biodiversity conservation; Zhongshan City

十八大以来, 生态文明建设成为新的时代主题, 环境整治成为重要方向。习总书记强调, 良好的生态环境是最公平的公共产品, 是最普惠的民生福祉<sup>[1]</sup>。目前, 珠三角水环境治理形势较为严峻, 大

部分流经城市的江河均遭受严重的有机物和细菌污染<sup>[2]</sup>, 湿地资源受到人类活动不同程度的破坏, 而珠三角地区面源污染处理技术还处于起步阶段。过去几十年来, 美国、加拿大、日本等发达国家为解决

收稿日期: 2019-04-29.

第一作者: 朱利永(1976-), 男, 广东高州人, 工程师. 主要从事风景园林方面的工作. Email: 37911224@qq.com

责任作者: 黄泓杰(1992-), 男, 四川荣昌人, 硕士研究生. 主要从事湿地保护、园林规划研究. Email: 1054241055@qq.com



城市化进程中湿地保护与利用的矛盾,提出利用城市内的滩涂建设城市湿地公园的策略,旨在满足人类生存和发展基本需求,以及实现人与自然和谐共存<sup>[3]</sup>。通过城市湿地公园和绿色生态水网建设,推进跨城市河流和城市河涌的生态修复,努力构建人水和谐并存的新格局,是深入实施绿色发展战略的一项重要举措。

中山市位于珠江三角洲河网区,河网密度大,纵横交错,水资源丰富,但十多年来,随着工农业及城镇建设迅速发展,水环境也受到不同程度的污染<sup>[4]</sup>。中山市地表水和饮用水源地的主要污染源均为有机污染物,总体上水质不好,其中,石岐河为IV类水质,小榄水道、鸡鸦水道、磨刀门水道等受到轻度污染,近岸海域水质受到船舶产生的含油污水和生活污水以及水产养殖废水的影响,氨氮、COD和BOD等污染指标较为突出<sup>[5]</sup>。经调查计算,中山市水质为劣V类的内河涌有25个,需要进行整治的长度约170 km。此外,部分跨界河涌污染问题突出,尤其以中山—江门古镇水道、坦洲—珠海前山河等跨界河涌最严重。

为改善中山市水环境,全面落实《水污染防治行动计划》,中山市迫切需要通过湿地公园建设来协助水环境整治,力争到2020年底,完成流经中山市的主要河涌综合整治及生态修复,逐步实现河床湿地化、河坎生态化、河岸景观化,提升中山市人居环境满意度,为大湾区的建设创造舒适宜居的环境氛围。

## 1 区域概况

中山市地处低纬度区域(北纬22°11′~22°47′),属亚热带季风气候,光热能充足,年均温为22.0℃,其中1月均温最低,7月最高。由于位置靠近南海,夏季的海风为陆地带来大量水气,降水丰富,年均降水量达1886.10 mm。中山市地形以平原为主,中部地带海拔较高,最高点位于五桂山,海拔531 m,同竹嵩岭等山脉一同屹立于中山市中南部。中山市河网密度大,河流占全境面积的8%,水道附近分布有大量的湿地资源<sup>[6]</sup>。

中山市的湿地总体可分为近海与海岸湿地、河流湿地以及人工湿地三大类,总面积58468.30 hm<sup>2</sup>。近海与海岸类湿地包括浅海水域、淤泥质海滩、潮间盐水沼泽、红树林、河口水域、三角洲6个湿地型,面积为16153.11 hm<sup>2</sup>,占全市湿地总面积的28%。全市河流湿地可分为泛洪平原和永久性河流

湿地,涵盖中山市几条重要的水道,如鸡鸦水道、小榄水道等,面积为9244.26 hm<sup>2</sup>,占全市湿地总面积的16%。全市人工湿地面积占湿地总面积的56%,包括农村的库塘、输水河、水产养殖场等,库塘大多分布于丘陵、山地<sup>[7]</sup>,而运河、输水河为境内多条以灌溉为主要目的的水道、河涌<sup>[8]</sup>。中山市具体湿地资源概况如表1所示。

表1 中山市湿地资源概况

Tab. 1 Wetland resources survey in Zhongshan City

湿地类	湿地型	分布区域	面积 /hm <sup>2</sup>	比例 /%
近海及海岸湿地	浅海水域	市域东部海岸线27 km,濒临珠江口伶仃洋一带,包括翠亨新区、南朗镇。	16153.11	28
	淤泥质海滩	市域东面沿海、西南部沿海和河岸,如横门水道东侧及崖口、坦洲。		
	潮间盐水沼泽	东部横门口外和南部磨刀门口附近。		
	红树林	市域东部伶仃洋沿岸以及市域西部西江流域沿岸的泥滩上,主要是南朗、坦洲、神湾、板芙等几个镇区的河口地带,主要由秋茄( <i>Kandelia candel</i> )、桐花树( <i>Aegiceras corniculatum</i> )、木榄( <i>Bruguiera gymnorhiza</i> )等树种组成。		
	河口水域	横门水道、磨刀门水道、洪奇沥水道等。		
	三角洲	东河口三角洲、大涌镇陆泉沙、大涌镇鲤鱼沙、板芙镇海心沙、神湾镇竹排沙及大排沙。		
河流湿地	永久性河流、泛洪平原湿地	鸡鸦水道、小榄水道、横门水道、石岐河、北台溪、濠头涌、小隐涌、坦洲大涌。	9244.26	16
人工湿地	库塘	广泛分布于黄圃、三角、阜沙、横栏等镇。	32335.04	56
	运河、输水河 水产养殖场	黄沙沥水道、黄圃水道、濠头涌。 东升、港口、古镇、大涌、坦洲、民众、黄圃、横栏、板芙、民众、南朗、东风等镇均有分布。		
合计			58468.30	100

## 2 存在问题

中山市长期的镇区分散发展模式,导致土地资源日益紧张,项目落地难,生态格局破碎化严重,生

态服务功能持续减弱等诸多问题。另一方面,人们的精神生活和消费方式也随着物质文明程度的进步而逐渐发生改变,户外休闲活动设施建设也占用了不少的生态空间,生态环境不断受到人类活动的干扰,在此形势下,中山市亟需协调好保护与发展的关系。

根据中山市国土部门 2003 年、2008 年、2013 年的土地利用现状数据,提取中山市湿地资源分布情况(图 1、图 2),其中,2003 年的湿地面积为 583.07 km<sup>2</sup>,占全域面积的 32.4%,伴随着城市空间的快速

扩张,中山市的湿地面积在不断减少,尤其在 2008 年以后,受到耕地保护、绿地控制规划等政策因素的影响,湿地被侵占的速度逐渐加快,面积缩减为 439.05 km<sup>2</sup>,占全域面积的 24.4%。2013 年,湿地总面积回升至 458.8 km<sup>2</sup>,占全域面积的 25.5%,但滩涂地几乎消失。中山市亟需加强水环境的保护,创新湿地资源的保护方法,而湿地公园建设则是此项任务的重要抓手,可以有效平衡市民生态游憩需求、城市发展与湿地保护之间的关系。

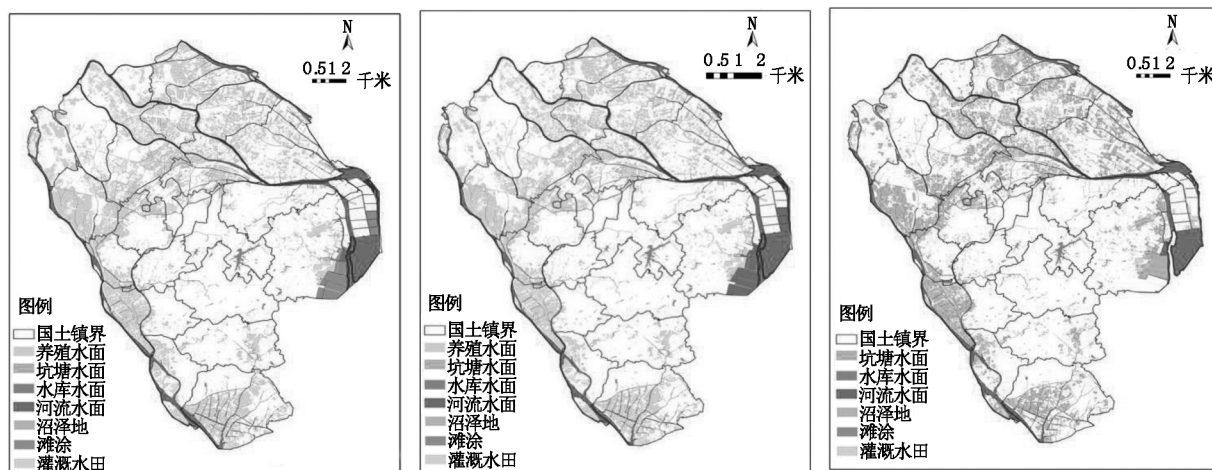


图 1 中山市湿地资源空间演变对比图(2003-2013)

Fig. 1 Spatial evolution comparison of wetland resources in Zhongshan City

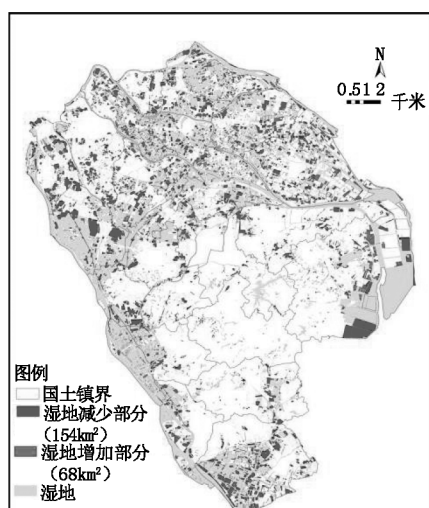


图 2 中山市湿地资源变化叠加图

Fig. 2 Changes overlay of wetland resources in Zhongshan City

通过对比分析发现,湿地资源保存较好的有大涌、横栏、板芙、神湾等镇的西江沿岸区域,黄圃、三

角、民众等镇沿洪奇沥水道的区域,以及五桂山山林区域。东部入海口沿线镇区在水域被城市建设占用的同时出现了部分农用地转变为坑塘水面或养殖水面的现象。西北镇区在城市扩张中,大量的坑塘水面被填掉,湿地资源减少较多。南部的坦洲镇、三乡镇灌溉水田减少比例较大。

### 3 建设内容分析

据调查分析,中山市湿地资源空间结构呈“五廊”的形态。其中五廊指五大湿地生态廊道,包括西部滨江湿地生态廊、东部滨海湿地生态廊、石歧河-横门水道湿地生态廊、小榄水道湿地生态廊和鸡鸦水道湿地生态廊。与此同时,根据区域内湿地生态状况及城市发展的趋势,可将市域内的湿地公园概括为 3 个功能区域,分别为湿地保育区、湿地修复区、湿地体验区。根据空间结构和功能分区的特点,对各区域提出不同的发展对策:

#### 3.1 西部滨江湿地生态廊

将沿西江的堤岸、沙洲、江心岛等纳入湿地生态

廊控制范围,水系东侧建立生态景观林带,宽度一般不小于50 m,部分地区可设置湿地自然保护区,水源保护地段应严格按照相关的环境保护要求进行管控,加强湿地植被和野生动物栖息地恢复,可利用现有高价值湿地资源适度建设湿地公园。

### 3.2 东部滨海湿地生态廊

可将沿洪奇沥水道的堤岸、沙洲、围岛等纳入东部滨海湿地生态廊控制范围,水系两侧建立生态景观林带,宽度不小于50 m,部分地区可设置湿地自然保护区,加强湿地植被和野生动物栖息地恢复,建议适度利用现有高价值湿地资源建设湿地公园。

### 3.3 石歧河-横门水道湿地生态廊

石歧河-横门水道经过中山中部城区,有众多支流河涌,是城市发展密集的区域,应尽量避免城市建设对湿地的干扰。河道两岸间隔分布着城市建设区域,部分河段岸线已硬化。建设应尽量保留原本的生态岸线,对已经遭到破坏的,要在改造和整治中恢复其生态功能。根据现状湿地条件,遵循保护与利用相结合的原则建设城市湿地公园。

### 3.4 小榄水道湿地生态廊

小榄水道两侧各50 m宽可作为湿地生态廊道的控制区域,部分河段可根据湿地资源的分布适当加宽。临近城市建设密集区的河段两侧应减少城市建设对湿地控制区域的干扰,该河段水质达地表水Ⅱ级,有两处重要的水源保护区,对水源保护地段应按照国家有关规定进行管控。规划建设应以保护好湿地生态系统为主,不宜大面积建设湿地公园。

### 3.5 鸡鸦水道湿地生态廊

鸡鸦水道两侧各50 m宽可作为湿地生态廊道的控制区域,部分河段如三角、阜沙、黄圃等镇的交界地段可根据湿地资源的分布适当加宽。临近城市建设密集区的河段两侧应减少城市建设对湿地控制区域的干扰,该河段水质达地表水Ⅱ级,有两处水源区,水源保护地段应按照国家有关规定进行管控。由于该水道与黄圃水道、黄沙沥水道等交织,两侧湿地资源丰富且具有典型性,建议适度利用现有资源建设湿地公园。

### 3.6 湿地保育区

湿地保育区包括五桂山生态保护区及铁炉山等山林地区,山塘水库区域的湿地在城市发展过程中保存完整,建设可将水库、泄洪河涌及山林共同组成的生态区域作为湿地保护区。按照五桂山生态保护区、水源保护区等要求,建设需重点保护五桂山自然林地生态系统、水生态系统和珍稀动植物,充分发挥

湿地植物对水质的净化功能。原则上不宜大面积建设湿地公园,但由于临近城市聚集区,基于湖泊湿地及以五桂山为中心向四周流散的泄洪河涌,可少量建设湿地公园。

### 3.7 湿地修复区

湿地修复区以湿地密集区为基础,如坑塘水面、河涌密布的区域,现状湿地资源丰富,但遭到不同程度的破坏,是需要有针对性地进行保护与复育的区域,主要包括古镇、横栏、东升、阜沙、三角、民众、黄圃、坦洲、南朗等一些河涌密布的地区。该区域应重点保护基塘原有的生态系统,在需要进行修复的区域用围栏保护起来,阻止基塘被其他土地利用形式占用,并引导农民提高湿地保护意识,改善基塘结构,使之成为维护中山市生态系统稳定性的绿色基础。对于已经破坏的湿地或将水面变成农田的区域,应尽量引导其退田为水,可结合湿地公园的建设进行湿地生态修复。

### 3.8 湿地体验区

湿地体验区是以城市建设密集区的湿地为基础,在城市密集区中建设分散的河流湿地、人工湿地等,包括外围镇区的中心镇区和市中心城区等区域。以修复水生态环境、重建湿地生态系统为主要目标,改善城市生态环境。部分接近城镇人口密集的区域,可选取区位条件好、景观具有一定特色的湿地,建设城市湿地公园,给市民提供湿地科普教育场所。

## 4 讨论与总结

与过去湿地公园建设案例相比,中山市湿地公园的规划既总结了经验,又开创出了具有中山特色的湿地公园建设模式,针对每条河道的具体情况以及湿地面积变化原因,提出了相应的建设策略。此外,在公园建设过程中,通过合理的用地规模分配,有助于解决湿地面积锐减和空间布局不平衡的问题。目前,中山市湿地现状用地以农田、林地、滩涂、河涌等非建设用地为主,以休闲观光为主的湿地公园如具备开发利用条件,可视项目规划情况适当配置相应规模的建设用地;以自然保护和科普教育为主的湿地公园,应少配甚至不配置建设用地,以打造干净、美丽的滨水景观为重点,保障其在科普宣传教育、生态旅游、调蓄防涝等方面的综合功能。必要的基础设施如停车场、车道应尽量减少用地规模,保障土地资源真正满足实际需要。

对于占地规模较大,近期无法保障建设用地指标的湿地公园,建议由属地政府向市政府申请配套

风景游赏用地,由市政府统筹分配,最终落实面积及方式须以日后省自然资源厅审查意见为准。此外,湿地公园内用地需要确保无权属争议,在生态保护红线范围内的需满足生态保护的刚性管理规定。保持湿地生态系统的完整性是确定湿地公园边界线的基本原则,在建设湿地公园过程中应当考虑与周边环境的连通性,避免城市建筑物修建、道路改造等人为因素对湿地造成不良影响,提倡在湿地周边增加植被缓冲地带,种植部分对土壤要求低且抗病虫害能力强的植物,如黄槿(*Hibiscus tiliaceus*)、台湾相思(*Acacia confusa*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)、假连翘(*Duranta repens*)、忍冬(*Lonicera japonica*)等,为更多的生物提供栖息的空间<sup>[9]</sup>。

此次中山市湿地公园的总体规划,将有效地整合并合理利用中山市湿地资源,在区域湿地发展总体框架下,建设类型丰富、具有鲜明特征的湿地公园,重现中山水乡的风貌,构建中山市绿色生态水网体系,基于对湿地生态系统的重建与修复,为市民打造一连串以湿地公园为载体的休闲游憩地,满足市民度假休闲、康体健身和科普教育等生态旅游需求。然而,生态环境保护与城市快速发展之间的冲突依然存在,湿地公园的建设只是减小冲突的一小步举措,中山市在水环境治理、大气污染治理等方面还有

更多的路要走。提高公民的环境保护意识,严格控制水、气、固污染排放是未来中山市成为粤港澳大湾区国际城市的必要条件。

参考文献:

[1] 解保军. 经济新常态:生态文明建设的新契机[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版),2015(3):79-86.  
 [2] 蔡彩仁. 珠三角地区水环境现状和饮用水源地保护策略[J]. 环境影响评价,2011,33(2):47-49.  
 [3] 骆林川. 城市湿地公园建设的研究[D]. 大连:大连理工大学,2009.  
 [4] 孙志鸿. 中山市某城区河涌水体污染分析及治理技术探讨[J]. 广州环境科学,2017(1):17-21.  
 [5] 中山市环境保护局. 中山市生态建设与环境保护十三五规划[R]. 2017.  
 [6] 许文安,曾绮微,郭盛才,等. 中山市城市林业建设与发展初探[J]. 林业调查规划,2009,34(4):109-112.  
 [7] 郭盛才. 广东湿地类型及其分布特征研究[J]. 林业与环境科学,2011,27(1):85-89.  
 [8] 国家林业和草原局. 全国湿地资源调查技术规程(试行)[Z]. 2018.  
 [9] 国家住房和城乡建设部. 城市湿地公园规划设计导则(试行)[Z]. 2005.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 193 页)

[7] 邱宏亮. 基于 TPB 拓展模型的出境游客文明旅游行为意向影响机制研究[J]. 旅游学刊,2017,32(6):75-85.  
 [8] AJZEN I. The theory of planned behavior [J]. Organizational Behavior & Human Decision Processes, 1991, 50(2):179-211.  
 [9] PERUGINI M, BAGOZZI R P. The role of desires and anticipated emotions in goal-directed behaviours: broadening and deepening the theory of planned behaviour[J]. British Journal of Social Psychology, 2011, 40(1):79-98.  
 [10] 纪春礼, 聂元昆. 中国游客博彩消费行为意向及其影响因素——基于 MGB 理论的实证检验[J]. 旅游学刊, 2017, 32(7):37-46.  
 [11] BAGOZZI R P, DHOLAKIA U M, PEARO L R K. Antecedents and Consequences of Online Social Interactions [J]. Media Psychology, 2007, 9(1):77-114.  
 [12] 刘丽梅, 陈雪琼. 基于 MGB 模型的慢旅游游客行为欲望的影响因素研究[J]. 广西经济管理干部学院学报, 2018, 114(2):66-72.  
 [13] TAVLOR S A, ISHIDA C, WALLACE D W. Intention to

Engage in Digital Piracy: A Conceptual Model and Empirical Test[J]. Journal of Service Research, 2009, 11(3):246-262.  
 [14] 余晓婷, 吴小根, 张玉玲, 等. 游客环境责任行为驱动因素研究——以台湾为例[J]. 旅游学刊, 2015, 30(7):49-59.  
 [15] LUBELL M. Environmental activism as collective action: [J]. Environment & Behavior, 2016, 34(4):431-454.  
 [16] STAATS H. Situational and personality factors as direct or personal norm mediated predictors of pro-environmental behavior: questions derived from norm-activation theory [J]. Basic & Applied Social Psychology, 2007, 29(4):323-334.  
 [17] LINDENBERG S, STEG L. Normative, gain and hedonic goal frames guiding environmental behavior[J]. Journal of Social Issues, 2007, 63(1):117-137.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.038

## 湿地园林景观建筑使用状况评价体系构建初探

赵瑜<sup>1</sup>, 李海荣<sup>2</sup>, 叶惠珠<sup>1</sup>, 潘汝<sup>1</sup>, 谭秀梅<sup>1</sup>

(1. 云南师范大学文理学院, 云南 昆明 650224; 2. 六盘水师范学院, 贵州 六盘水 553004)

**摘要:**在对湿地园林和园林景观建筑概念界定的基础上,运用层次分析法(AHP),分析影响湿地公园园林景观建筑使用状况的相关因素,包括建筑选址(可达性)、建筑建型(形象性)、景观功能(实用性)、后期维护(持续性)等。以AVC理论为基础,依据湿地园林景观建筑吸引力、承载力和生命力因子建立指标层次,提炼出有效的评价要素,建构出湿地公园园林景观建筑使用状况评价模式。

**关键词:**湿地园林;景观建筑;使用状况;评价体系;层次分析法(AHP);AVC理论

中图分类号:S759.91;Q178.5;TU986.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0199-04

引文格式:赵瑜,李海荣,叶惠珠,等.湿地园林景观建筑使用状况评价体系构建初探[J].林业调查规划,2019,44(6):199-202.

ZHAO Yu, LI Hairong, YE Huizhu, et al. Preliminary Study on Establishment of Evaluation System of Landscape Architecture Usage in Wetland Park[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 199-202.

## Preliminary Study on Establishment of Evaluation System of Landscape Architecture Usage in Wetland Park

ZHAO Yu<sup>1</sup>, LI Hairong<sup>2</sup>, YE Huizhu<sup>1</sup>, PAN Ru<sup>1</sup>, TAN Xiumei<sup>1</sup>

(1. College of Arts and Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650224, China;  
2. Liupanshui Normal University, Liupanshui, Guizhou 553004, China)

**Abstract:** Based on the definition of wetland garden and landscape architecture, this paper used analytic hierarchy process (AHP) to analyze the relevant factors affecting the usage of landscape architecture in wetland park, including site selection (accessibility), building type (visualization), landscape function (practicability), and post-maintenance (sustainability). The factors of attraction, capacity and vitality in wetland landscape architecture were selected to establish the index hierarchy and extract effective evaluation elements on the basis of AVC theory, which constructed the evaluation model of landscape architecture in wetland park.

**Key words:** wetland garden; landscape architecture; usage; evaluation system; analytic hierarchy process; AVC theory

湿地被誉为“地球之肾”,拥有巨大的生态功能,对维护地球的生态平衡具有十分重要的作用,国

际上通常将其与森林和海洋并称为地球三大生态系统。湿地园林景观建筑属于人工湿地景观的一种独

收稿日期:2019-06-24;修回日期:2019-08-20.

基金项目:云南省教育厅科研基金阶段性成果(2014Y661).

第一作者:赵瑜(1980-)女,云南昆明人,硕士,讲师.主要研究方向:生态公共艺术、园林景观建筑. Email:474292464@qq.com

责任作者:李海荣(1980-)女,山东潍坊人,硕士,副教授.研究方向:园林景观植物、城乡规划、生态景观建筑. Email:8442429@qq.com

特类型,是生态城市的重要基础,对城市可持续发展具有重要意义。

使用状况评价(Post Occupancy Evaluation, POE)指从使用者的角度出发,对经过设计并正被使用的设施进行系统评价的研究<sup>[1]</sup>。POE在我国应用研究中已广泛被采用。从相关文献来看,对园林景观建筑使用状况评价研究较少,且大多附属于湿地公园规划或景观评价研究<sup>[2]</sup>。湿地园林景观建筑是城市公共基础设施的重要组成部分,是社会精神文明建设的体现。探索湿地园林景观建筑使用状况的评价指标体系,建立评价结构模型,从科学、系统、综合的角度分析和研究湿地公园,对湿地公园建设具有指导作用。

## 1 概念解析

### 1.1 湿地园林

湿地园林(Wetland Landscape Architecture)是以湿地为研究和美化对象的园林形式,是具有观赏、娱乐、休闲、游憩、教育和文化宣传等多种复合功能的城市绿色开放空间<sup>[3]</sup>。根据园林学的研究内容和层次,湿地园林包括湿地造园(湿地公园)、城市湿地绿化、湿地景观3个层次。湿地园林是湿地生态系统保护、重建和恢复的一个新途径<sup>[3,4]</sup>。

### 1.2 园林景观建筑

园林景观建筑一般是指风景区、公园、广场等景观场所中出现的或本身具有景观标识作用的建筑,其具有景观与观景的双重身份。与一般建筑相比,具有与环境、文化结合紧密,生态节能,造型优美,注重观景与景观和谐等多种特征。园林景观建筑在园林设计中起到点睛之笔的作用,是湿地园林景观中文化体现的重要载体。

园林景观建筑的类型非常丰富,有提供游人休憩场所的亭台楼榭,有装饰作用与实用功能兼具的园凳、栏杆、景墙等建筑小品,有建立在人们游玩途中便利出游者的卫生间、超市、餐厅等公共服务设施等。成玉宁教授将其大致分为:休憩(观演)建筑、入口建筑、服务建筑、餐饮建筑、展陈建筑等5种类型<sup>[5]</sup>,也有学者将其分为游憩性建筑、服务类建筑、园林建筑小品、文化娱乐设施、开展活动用的设施、办公管理用设施等。

### 1.3 AVC 理论

AVC理论是刘滨谊教授提出的三力理论,其广泛应用于指导旅游区景观规划和旅游区景观规划评价体系的建立,其核心是:吸引力(Attraction)、生命

力(Vitality)、承载力(Capacity),简称AVC<sup>[6]</sup>。

## 2 影响湿地园林景观建筑使用状况的相关因素

### 2.1 建筑选址——可达性

任何建筑的建设都离不开场地环境的限制,湿地园林景观建筑在建设过程中自然也不例外。设计者在建筑选址,即整体布局时几乎都会站在使用者角度考虑景观建筑的位置点。比如,交通流线是否合理?服务距离是否合适?根据整个园区及场地条件可能建设几处园林景观建筑以供游人休憩等等。然而,在具体使用过程中仍然会出现不理想状态。因此,在评价建筑使用状况时,湿地园林景观建筑的选址因素依然是影响使用状况的关键因素。

### 2.2 建筑造型——形象性

从某种意义上来说,一个好的作品,其公众认可程度越高,其使用价值体现越大。作为湿地公园,通常为该地区全民服务的重要公共活动场所,也是该地区城市名片之一,湿地园林景观建筑作为其重要组成之一,其造型能否带给使用者特别的印象?建筑立面是否有自己的独特艺术?能否体现当地特色文化?等等,由此可见,其形象性无疑是影响其吸引力的重要因素之一。

### 2.3 景观功能——实用性

园林建筑类型主要表现为亭、台、楼、阁、榭、廊等,对于湿地园林景观的建筑类型,由于其受水域限制,亭、台、榭、廊建筑类型比较受欢迎。设计者虽然已考虑地形地势适合建设景观亭还是景观平台,或者选择建设景观长廊等问题。投入使用时,作为使用者依旧会对其进行个人感受评价。虽然使用者的感受受主观因素影响较大,评价具有一定的局限性,却能从侧面反映该建筑的形象被公众认可程度。

### 2.4 后期维护——持续性

工程建设项目建成后普遍存在一个现象:项目建设结束后进入后期运营,初期维护管理还不错,遗憾的是经历了合同要求的维护期后,维护管理会出现断裂或者管理程度远远不够等情况。作为湿地公园园林景观,无论是硬质景观还是软质景观,建成后后期运营管理成为项目建设是否成功的关键因素。比如,景观桥,后期维护好则使用者会多,后期维护不好则出现断开、散乱、垃圾堆积等现象,使用者则会在感到遗憾的同时绕道而行,从而降低了其价值体现。因此,后期维护也会不同程度地影响使用者评

价结果。

### 3 评价指标体系的建立

湿地园林景观建筑是湿地建设中的重要组成部分。评价体系以 AVC 理论为基础,采用 AHP 层次分析法,将评价指标体系分为准则层和因子层 2 个层次,建立指标层次。

#### 3.1 以 AVC 理论为基础建立指标层次

通过“三力理论”的分析与研究,对湿地园林景观建筑的指标进行较为系统的分类和概括。综合湿地园林的特殊因素,建立评价指标体系的层次模型(图 1)。

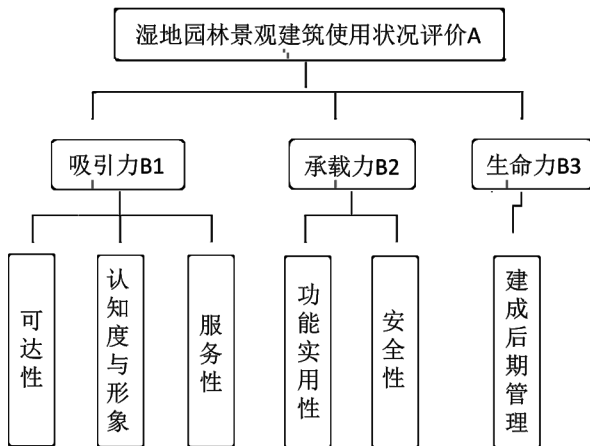


图 1 湿地园林景观建筑使用状况评价指标体系结构

Fig.1 Evaluation index system of landscape architecture usage in wetland garden

#### 3.2 确定评价指标因子

##### 3.2.1 湿地园林景观建筑吸引力因子的确定

湿地园林景观建筑的吸引力是指在湿地公园中景观建筑对游客(使用者)的吸引程度,是湿地园林景观价值的重要体现。通过对园林景观建筑吸引力的分析和评价,可了解湿地园林景观建筑受哪些因素影响以及影响程度,今后在湿地园林建设中起重要的指导作用。

湿地园林景观建筑的吸引力主要体现在可达性、认知度和形象、服务性等 3 方面。以这 3 方面为准则层,分别细化各准则层的因子(表 1)。

可达性主要是指是否便捷,游园中园林景观建筑设置位置或服务距离是否合理等因子;认知度和形象主要是指游客(使用者)是否了解园林景观建

表 1 湿地园林景观建筑吸引力评价因子细化

Tab.1 Refinement of attraction evaluation factors of wetland landscape architecture

准则层	因子层	指标赋值与分值对应情况				评价依据与说明
		5	3	1	0	
可达性	建筑数量	很合理	合理	一般	不合理	使用者角度评价数量是否合理
	建筑选址	很合理	合理	一般	不合理	使用者评价位置、流线是否合理
	服务距离	很合理	合理	一般	不合理	使用者评价服务距离的合理程度
认知度	认知度	很清晰	清晰	模糊	不知道	使用者对亭、观景平台、长廊等名称的认知程度
	观赏性	很满意	满意	一般	不满意	使用者对建筑形象的满意程度
	文化性	很好	好	一般	不知道	使用者评价本土文化表现程度
服务性	无障碍设施	很好	好	一般	差	无障碍设施的合理性与满意度
	安全防护设施	很好	好	一般	差	保障游客设施安全防护能力程度
	消费休闲设施	很好	好	一般	差	消费休闲设施的丰富度与便捷度

筑(如对亭、观景平台、长廊等名称是否有初步认知),对其形象是否满意等因子,园林景观建筑对本土传统文化表现程度等;服务性是指游客(使用者)对无障碍设施的合理性与满意度,保障游客设施的安全防护能力程度以及消费休闲设施的丰富度与便捷度等因子。

##### 3.2.2 湿地园林景观建筑承载力因子的确定

湿地园林景观建筑承载力主要有 2 方面:功能实用性和安全性。功能实用性主要指通过参与性观察游客(使用者)使用园林景观建筑时,分析湿地园林景观提供建筑空间面积合理性,并对所能承受的游客数量方面进行探究。安全性则主要是指游客(使用者)对园林景观建筑中避险标识的认知、消防安全警示效果等方面进行分析(表 2)。

##### 3.2.3 湿地园林景观建筑生命力因子的确定

湿地园林景观建筑的生命力因子是湿地园林景观保持长久吸引力的主要动力之一,主要指景观建筑建成后的日常维护、节假日管理等方面的影响,重点体现在园林景观建筑场所的垃圾处理和建筑物本身的维修情况(表 3)。湿地园林景观建筑的日常维护对于湿地公园保持健康清洁至关重要。

表 2 湿地园林景观建筑承载力评价因子细化

Tab. 2 Refinement of capacity evaluation factors of wetland landscape architecture

准则层	因子层	指标赋值与分值对应情况				评价依据与说明
		5	3	1	0	
功能实用性	游憩人数	很合适	合适	一般	超多或极少	采用样点判断单位时间内游憩人数与景观建筑的承载力关系
	建筑空间面积	很合适	合适	一般	过大或过小	游憩建筑空间面积与湿地公园面积比例
	园林建筑小品	很满意	满意	一般	无所谓	厕所、座椅、垃圾箱等小品的数量与分布
安全性	避险标识认知	很好	好	一般	差	采用问卷调查游客对避险标识、消防安全警示等的认知情况
	消防安全警示	很好	好	一般	差	

#### 4 结束语

园林建设五要素中,园林景观建筑作为显性的重要组成部分,其建成后使用状况评价体系的建立健全,将会推进建设者从决策规划、设计实施,直到维护管理的再思考。特别是应用于湿地生态建设中,园林景观建筑规模等受特殊场所空间限制,对其建成后使用状况评价体系具独特性,探究湿地园林景观建筑使用状况评价体系有利于我国湿地生态保

(上接第 143 页)

林文化植物为骨干,建设“西山晴雪”文化景观;挖掘具有较高文化潜力的乡土灌木植物种,加大对小叶鼠李、六道木等乡土灌木植物种的保护与利用。

#### 参考文献:

[1] 路端正. 北京市西山试验林场维管束植物名录[J]. 北京林业大学学报,1997,19(2):123-133.  
 [2] 阎海平. 北京小西山植物区系的初步分析[J]. 北京林

表 3 湿地园林景观建筑生命力评价因子细化

Tab. 3 Refinement of vitality evaluation factors of wetland landscape architecture

准则层	因子层	指标赋值与分值对应情况				评价依据与说明
		5	3	1	0	
建成后管理	垃圾处理	及时	一般	差	未处理	使用者对相关游憩建筑垃圾是否及时处理的看法
	游憩建筑管理	良好	一般	部分损坏	损坏严重	使用者对园林景观建筑遭到破坏程度的评价

护建设。

#### 参考文献:

[1] 克莱尔·库珀·马库斯,卡罗琳·弗朗西斯. 人性场所——城市开放空间设计导则[M]. 俞孔坚,孙鹏,王志芳,等. 译. 北京:中国建筑工业出版社,2001.  
 [2] 李海荣,叶惠珠,赵瑜,等. 论滇池湿地园林景观建筑使用状况评价(POE)研究的必要性[J]. 现代园艺,2016(7):141-147,143.  
 [3] 崔心红. 建设湿地园林,改善生态环境——上海市湿地园林建设的探索[J]. 中国园林,2002,18(6):60-63.  
 [4] 丁建大. 谈园林景观建筑设计的方法与技巧[J]. 园林园艺,2015,5(19):547-548.  
 [5] 成玉宁. 园林建筑设计[M]. 北京:中国农业出版社,2008(10):6-10.  
 [6] 李燕妮,罗言云. 城市边缘区古镇水景评价指标体系构建[J]. 安徽农业科学,2016,44(8):203-207.

(责任编辑 许易琦)

业大学学报,1997,19(S2):134-137.

[3] 王慷林. 资源植物学[M]. 北京:科学出版社,2014.  
 [4] 吴征镒. 中国种子植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,2010:120-314.  
 [5] 马宝建,丁学新,胡冬梅,等. 北京山地野生观赏植物的濒危因素及保护对策[J]. 北京林业大学学报,2010,32(S1):173-176.

(责任编辑 许易琦)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.039

# 海绵道路景观提升策略

——以厦门市为例

魏翔燕

(厦门大学嘉庚学院,福建漳州 363105)

**摘要:**2015年厦门市成为国家海绵城市试点建设城市,海绵道路是其重点建设的专项工程之一,为沿海地区城市道路的海绵化与景观提升做出尝试与示范。文中通过对相关文件和案例的研究,提出海绵道路景观提升策略,在道路功能组成的海绵化提升中具体阐述策略实施前提以及机动车道、非机动车道、人行道、分车绿带、行道树绿带和路侧绿带的海绵化,此外,选用抗风耐湿植物和乡土树种来增强截污净化功能,从而实现兼顾交通功能、海绵功能与景观效果的道路景观设计。

**关键词:**海绵城市;道路景观设计;绿色基础设施;低影响开发;海绵化;抗风耐湿植物;厦门市

中图分类号:S731.8;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0203-04

引文格式:魏翔燕.海绵道路景观提升策略——以厦门市为例[J].林业调查规划,2019,44(6):203-206,212.

WEI Xiangyan. Strategy of Sponge Road Landscape Improvement ——A Case Study of Xiamen City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 203-206, 212.

## Strategy of Sponge Road Landscape Improvement

——A Case Study of Xiamen City

WEI Xiangyan

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

**Abstract:** Xiamen became a national sponge city construction pilot in 2015. Sponge road was one of the key special projects, which made an attempt and demonstration for the sponge and landscape improvement of urban roads in coastal areas. Based on the relevant documents and cases, this paper put forward the strategies of sponge road landscape improvement, elaborated the implementation premise of the strategy and the sponge of motor vehicle lane, non motor vehicle lane, sidewalk, green belt in dividing stripes and roadside green belt, selected wind resistant and moisture resistant plants and local trees to enhance the pollution interception and purification function and realize the road landscape design which took into account the traffic function, sponge function and landscape effect.

**Key words:** sponge city; road landscape design; greening infrastructure; low impact development; sponge; wind and humidity resistant plants; Xiamen City

收稿日期:2019-06-18.

基金项目:厦门大学嘉庚学院校级科研孵化项目(2017L10).

第一作者:魏翔燕(1992-),女,福建福州人,助教,北京林业大学风景园林专业硕士。主要从事风景园林规划、道路景观设计及海绵城市等方面研究。

目前,由于我国快速发展的城市化进程,城市中不透水下垫面的面积激增,80%以上的降水无法下渗<sup>[1]</sup>,既增加城市内涝隐患和排水管网压力,又造成地下水资源缺口,甚至引发漏斗形塌陷<sup>[2]</sup>。而城市道路是不透水下垫面的主要组成之一,占建设用地比例 20% 以上<sup>[3]</sup>。降雨时,道路汇聚并加速地表径流,融入大量地表污染物,引起水体的面源污染。“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”,为解决以上城市道路问题提供了新的可能。

### 1 海绵城市相关概念辨析

#### 1.1 海绵城市与低影响开发

2014 年我国住建部编制的《海绵城市建设指南》,综合各国在雨洪管理上的理论与实践经验,提出更加中国化的城市雨洪管理模式。需要阐明的是,海绵城市建设包括但不限于低影响开发(LID, Low Impact Development),而是将由 LID 设施组成的绿色基础设施与市政管渠等灰色基础设施相结合<sup>[4]</sup>,将地表径流管理与地下运输调蓄相结合,将人工干预与生态系统保护相结合。

#### 1.2 海绵城市体系构建

在宏观层面,海绵城市体系需基于城市总体规划,统筹布局应对不同降雨强度的三大系统,即(狭义)低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统,形成有机联动的整体(图 1)。中观层面上,在分区、专项规划中设定并分解控制性指标,通过“源头消减、中途转输、末端调蓄”3 个阶段中合理组合排布的“渗、滞、蓄、净、用、排”六大措施予以实现<sup>[5]</sup>。在微观层面,灵活运用“渗透、调节、转输、储存、截污净化”五大技术及其对应的透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、植草沟、雨水罐、生物滞留池等 LID 设施<sup>[6]</sup>,细化落实海绵体的功能与景观效果。

### 2 厦门市海绵城市建设

厦门是一座组团式海湾城市,受季风和台风影响,降雨集中于 3—9 月,降雨量约占全年的 80%<sup>[7]</sup>。厦门多年平均降水量为 1 530 mm,虽然雨量充沛,但利用率极低,加之人口压力,厦门本地多年平均水资源量 12.34 亿 m<sup>3</sup>,人均水资源量仅 290 m<sup>3</sup>,约为全国平均水平的 14%,属极度缺水地区。

厦门市在 2015 年入选国家第一批海绵城市试点建设城市后,全面展开海绵城市的理论与实践探

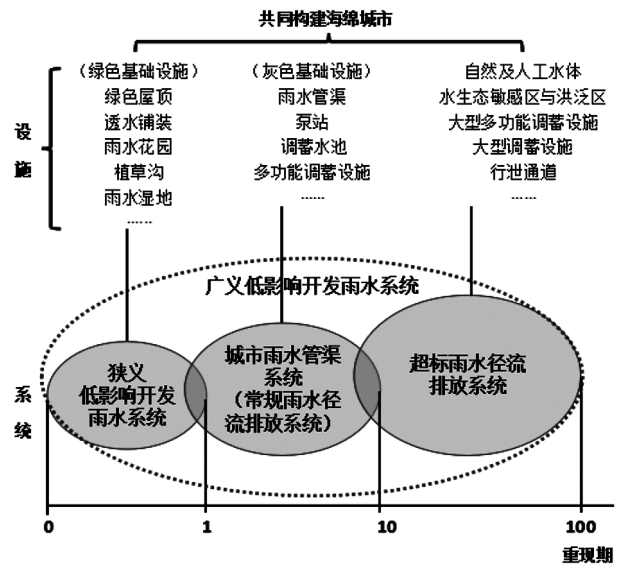


图 1 海绵城市与低影响开发的关系

Fig. 1 Relationship between sponge city and low impact development

索,编制出台《美丽厦门 共同缔造—厦门市海绵城市建设试点城市实施方案》和《厦门海绵城市专项规划》作为指导海绵城市建设的重要纲领性文件,并推出管理办法、技术规范、标准图集等保障各项工程开展的措施。厦门市海绵城市建设试点区总面积 35.4 km<sup>2</sup>,拟建设植草沟、生物净化带、雨水调蓄池等道路两边的海绵带长 362.2 km,于 2035 年全市基本完成年径流总量控制率由 40% (2017 年) 提升至 70% 的海绵城市建设目标,80% 的城市建成区 SS 总量去除率达 45%。截至 2018 年底,已完成海绵城市建设面积约 32.5 km<sup>2</sup>,完工项目 196 个<sup>[8]</sup>。建成项目在近年暴雨天气中表现较好,缓解了局部地区积水、内涝的状况,并于今年 3 月专家组进行海绵城市建设试点绩效评价与现场复核时得到一定的认可。

### 3 道路功能组成的海绵化提升

#### 3.1 策略实施前提

海绵道路的建设首先应满足其原本的交通功能并符合现行道路建设标准、规范,因此,“道路功能组成的海绵化提升”策略均在不改变其道路等级、红线宽度、功能组成的前提下展开论述。但是各组成部分的宽度应依据提升需求进行调整,使各项低影响开发设施有充足空间施展其滞流、净化、调蓄能力。各组成部分间的高度也应整体考虑,改变传统道路设计中绿地高、路面低、自然排水向路面汇聚的

情况,而是调节标高使路面雨水经初期弃流后就近向绿地排放。

城市道路的功能组成一般包括机动车道、非机动车道、人行道、分车绿带、行道树绿带、路侧绿带等,根据道路等级和板带形式的不同有所增减。

### 3.2 机动车道、非机动车道、人行道的海绵化

顾及道路荷载问题,城市道路中车速高于 30 km/h 的机动车道上不宜使用透水铺装这一 LID 设施。在车速较低的机动车道、非机动车道、人行道可将其置换为透水沥青、透水混凝土、透水砖、沙砾网格与嵌草网格等 5 种透水铺装,以此增加透水下垫面的面积,让雨水渗入路基,超标雨水通过埋设的排水管流入市政雨水管网,达到就地下渗、源头消减的目的。其中人行道以铺设透水砖为主,并通过色彩和铺法的改变,增加道路的趣味性和识别性。

透水铺装的结构主要包括透水面层、碎石过滤层、路基、垫层等,其中各层次的孔隙率是其透水性能的主要影响因素,根据实际应用状况及经验总结,孔隙率应大于 8%,以 15%~25% 比较合适,碎石过滤层常见最大孔隙率为 40%。为保证透水性能的长期有效,后期养护中需要及时冲洗,防止孔隙堵塞。

### 3.3 分车绿带的海绵化

分车绿带布设在车行道之间,能分隔车道、组织交通、美化道路,宽度一般为 1.5~3 m,有时城市景观大道的中央分车带会更宽。自 2003 年美国波士顿 NE Siskiyou 绿色街道改造项目建成使用起,道路景观项目中开始将较宽的分车绿带置换为生物滞留池和下沉式绿地,并配合植物、置石、景观小品形成雨水花园,起到分散削减地表径流、减缓流速、净化雨水的作用<sup>[9]</sup>。

生物滞留池宜分散布置,单体建设面积不宜小于 2 m<sup>2</sup>,但也不可过大。其具体做法是在原本高于路面 10~20 cm 的分车绿带路缘石上以 3m 为间距设 45 cm 宽的路缘石缺口,通过路面的排水坡度设计,将绿带两侧雨水导入滞留池,并设置卵石缓冲带和初期雨水弃流设施去除部分污染水体。而后顺道路纵坡设置 10~20 cm 高的挡水堰或台坎,使雨水逐层蓄满后再溢流至低处,这样能有效减缓雨水流速并增加雨水渗透量,同时利用每层的植物根茎、微生物和不同粒径透水垫层沉淀、过滤,净化水质。生物滞留池底部通常低于周边 30 cm 以上,并每隔 20m 在池内设标高高于底部 20 cm 的溢流式雨水口,令净化后的超标雨水可以通过管道进入地下蓄

水设施中,以备再利用(图 2)。



图 2 厦门市翔安新区分车绿带海绵化  
Fig. 2 Spongy green belt in dividing stripes of Xiang'an New Area in Xiamen

下沉式绿地主要利用面状下凹空间充分蓄积雨水并下渗补充地下水,因此边缘设置与路面持平的路缘石便于雨水进入。绿地下沉深度根据不同场地的土壤渗透条件、雨洪控制指标、绿地率要求等有所不同,一般低于路面 10~20 cm。当有排水要求时,内设溢流式雨水口,其顶部标高应高于绿地 5~10 cm。需注意的是,种植土底部距离季节性最高地下水位不足 1 m 时,应在种植土层下方设置滤水层、排水层和防水膜;与建筑物基础水平距离不足 3 m 时,应在绿地边缘铺设防水膜。

### 3.4 行道树绿带的海绵化

行道树绿带通常布置在人行道与车行道交界处,一般仅为 0.9~2 m 的树池宽度,上植一行行道树,或配植整形灌木绿篱。因面积有限,在海绵化处理上不宜大动干戈,设为生态树池或植草沟即可。

生态树池在车行道一侧类生物滞留池设缺口路缘石,在人行道一侧设平道牙,透水树池盖板标高不应高于人行道,下沉深度不宜过大。因所种植物多为大中型木本植物,需保证种植土深度不小于 1 m,且有良好透水透气性,树池中心间隔不小于 4 m。

植草沟多以耐湿草皮或砾石铺设(图 3),边坡坡度不宜大于 1:3,纵坡取值范围宜为 0.3%~5%,纵坡较大时设置为阶梯式或增加消能设施,使最大流速小于 0.8 m/s。转输型植草沟内植被高度宜控制在 10~20 cm,保证雨水转输效率。

### 3.5 路侧绿带的海绵化

路侧绿带存在于人行道边缘至道路红线之间,一般宽度较充裕,因此可沿路、顺地势联合布置植草沟、生物滞留设施、雨水湿地和近两侧用地的植被缓



图 3 厦门市翔安新区路侧植草沟

Fig. 3 Grassed swales at the roadside of Xiang'an New Area in Xiamen

冲带等,形成良好的种植层次和道路立面景观效果(图 4,图 5)。

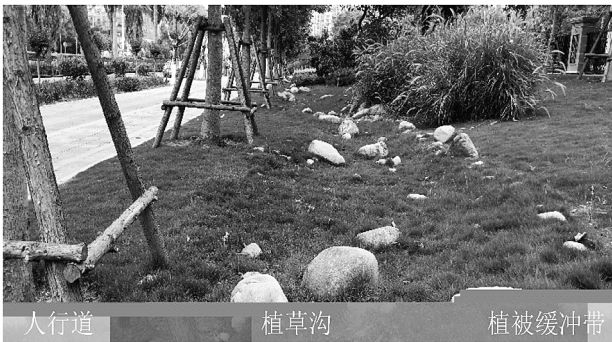


图 4 厦门市海沧区路侧绿带海绵化

Fig. 4 Spongy roadside green belt of Haicang District in Xiamen



图 5 厦门市翔安新区路侧绿带海绵化

Fig. 5 Spongy roadside green belt of Xiang'an New Area in Xiamen

雨水湿地属于海绵城市建设中的储存技术,具

有调蓄、利用雨水,削减地表径流及峰值的作用,一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。其中,沼泽区是主要的净化区和景观营造节点,水深约 10~50 cm,应根据水深种植不同类型植物,辅以景观小品和标识牌,兼顾净化、美化与科普功能。净化后的雨水流入 0.8~1.2 m 深的出水池并在 24 h 内排空。

植被缓冲带是低影响开发设施的预处理设施,其坡度宜为 2%~6%,宽度不宜小于 2 m,据测,当复层种植宽度达 10~30 m 时,可过滤 50%~80% 的雨水污染物。

### 4 抗风耐湿植物的选用

沿海城市在进行海绵城市建设时,应注重适地适树、稳健抗风、干湿两宜、低维护的植物选择。另外,作为绿色基础设施与景观的结合,还应具有一定观赏性和生态性,既为城市居民提供美丽宜居的城市环境,也为动植物营造和修复自然生境。

厦门市位于福建东南沿海,系典型亚热带海洋性季风气候,常年均受台风及降雨考验。2016 年“莫兰蒂”台风正面袭击厦门,中心最大风力达 15 级,给城市园林绿化带来严重破坏,其中道路绿化损失最为突出。因此,对于海绵道路的树种选择,应立足当地自然条件,优化树种选择,在增加乡土树种比例及植物种类的同时,充分考虑树种抗风性。厦门市相关研究结论表明,大王椰子、皇后葵、加拿利海枣、银海枣等棕榈类树种的抗风力较强;小叶榄仁、香樟、风铃木、凤凰木等树种抗风表现良好且有较高观赏性;美丽异木棉、桃花心木、大花紫薇、火焰木、腊肠树、羊蹄甲和垂榕等在台风高发城市应用时需谨慎<sup>[10]</sup>。

在海绵道路中,生物滞留池、下沉式绿地和植被缓冲带的植物相较于生态树池和植草沟可更为丰富一些,以草本植物为主,乔木和灌木为辅,优先选用适应力强、耐冲刷、耐浸渍、耐涝且抗旱的植物,确保在暴雨和干旱时仍能存活,又节约灌溉用水,易于养护。另外,深根植物根系发达,生长量大,与水体、土壤的接触面广,更有利于发挥植物的净化能力。根据《厦门市海绵城市建设技术标准图集》(试行)等文件,海绵绿地中可使用的灌木包括金边假连翘、八角金盘、鸳鸯茉莉、夹竹桃、翠芦莉等;草本植物包括银边沿阶草、大叶油草、花叶良姜、合果芋等;湿生植物包括水生美人蕉、再力花、黄菖蒲、旱伞草、香蒲、鸢尾、蒲苇等。(下转第 212 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.040

## 重庆市中央公园植物景观配置模式分析

邓瑞

(西南大学园艺园林学院,重庆北碚400715)

**摘要:**以重庆市中央公园园林植物及其配置模式为研究对象,通过实地调研及文献查阅,记录总结公园内常见植物种类、生活型及观赏特性等。结果表明,公园常见植物86种,隶属55科72属。选取公园内具有代表性的银杏大道、中心大草坪、道路中心绿岛、紫荆林景观进行植物配置模式分析。提出增加中下层植物种类,多选择开花及色叶植物,提升滨水区域植物丰富度,运用乡土树种,彰显地方特色等建议。

**关键词:**植物种类;植物配置模式;规则式;自然式;乡土植物;重庆市中央公园

中图分类号:S731.1;TU986.34 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0207-06

引文格式:邓瑞.重庆市中央公园植物景观配置模式分析[J].林业调查规划,2019,44(6):207-212.

DENG Rui. Analysis om Plant Landscape Configuration Mode in Chongqing Central Park[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 207-212.

## Analysis om Plant Landscape Configuration Mode in Chongqing Central Park

DENG Rui

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

**Abstract:** The species, families and life forms of common plants in Chongqing Central Park were recorded and summarized by field investigation and literature review. The results showed that there were 86 species of common plants in the park, belonging to 72 genera and 55 families. The representative landscape of ginkgo avenue, central lawn, road central green island and *Cercis chinensis* forest in the park were selected to analyze the plant configuration mode. This paper suggested to increase the species of middle and lower layer plants, select more flowering and leafy plants, improve the plant richness of waterfront area, and apply native tree species to highlight local characteristics.

**Key words:** plant species; plant configuration mode; regular form; natural form; native plants; Chongqing Central Park

目前,城市园林绿化越来越受到关注和重视,许多城市都加大了力度进行绿化建设,打造园林城市。近12年来,我国城市绿化覆盖率大幅提高,城市建成区绿化覆盖面积增长92万 $\text{hm}^2$ ,覆盖率提高

11.6%<sup>[1]</sup>。而在城市园林绿地中,综合性公园占据了一个至关重要的位置,是市民休闲娱乐的必要场所,也是城市的门面。许多城市公园一味地追求植物种类的多样性及绿化覆盖率,却忽视了植物景观

收稿日期:2019-05-20;修回日期:2019-07-15.

第一作者:邓瑞(1994-),女,重庆南川人,硕士研究生.研究方向:植物造景.

配置的科学性、合理性及艺术性。本文以重庆市中央公园为例,调查其植物应用情况,探讨其植物配置模式。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

重庆市中央公园位于重庆市渝北区,年均温 17.3℃,年降雨量 1 100 mm,属亚热带季风性湿润气候。春季回暖早且气温不稳定,夏季多雨炎热,秋季阴雨绵绵,冬季多雾日照严重不足。中央公园于 2013 年建成,占地 1.53 hm<sup>2</sup>,南北长 2 400 m,东西最宽 770 m,最窄 600 m。

### 1.2 研究方法

本次调研时间为 2019 年 2—4 月,通过实地调查与文献查阅相结合的方法,对中央公园的阳光草

坪、中心广场、密林溪流、半岛镜湖、活力水景 5 大景区中常见的植物进行调查,记录其科属、生活型和观赏特性等。同时使用相机拍摄各分区具有代表性的植物组团照片,在此基础上总结其植物配置方式,并绘制与之对应的植物配置模式图。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物应用种类分析

通过调查统计,结果表明:中央公园常见园林植物共计 86 种,隶属 55 科 72 属;银杏、桂花、小叶榕、香樟、黄葛树等树种在公园使用频率较高;灌木使用频率较高的有女贞、红花檵木、杜鹃、山茶等;在植物种类选择上,兼具了开花植物、色叶植物及芳香植物,凸显季相变化的同时给行人更加丰富的感官体验。中央公园常见植物名录见表 1。

表 1 重庆市中央公园常见植物种类及其观赏特性

Tab. 1 Species and ornamental characteristics of common plants in Chongqing Central Park

序号	中文名称	拉丁学名	科属	生活型	观赏特性
1	桂花	<i>Osmanthus fragrans</i>	木犀科木犀属	常绿乔木	树形、花
2	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科樟属	常绿乔木	树形
3	杜英	<i>Elaeocarpus decipiens</i>	杜英科杜英属	常绿乔木	树形
4	金丝桃	<i>Hypericum monogynum</i>	藤黄科金丝桃属	常绿乔木	花
5	木犀	<i>Osmanthus fragrans</i>	木犀科木犀属	常绿乔木	花
6	乐昌含笑	<i>Michelia chapensis</i>	木兰科含笑属	常绿乔木	花
7	南洋杉	<i>Araucaria cunninghamii</i>	南洋杉科南洋杉属	常绿乔木	叶
8	罗汉松	<i>Podocarpus macrophyllus</i>	罗汉松科罗汉松属	常绿乔木	树形、叶
9	广玉兰	<i>Magnolia grandiflora</i>	木兰科木兰属	常绿乔木	叶、花
10	棕榈	<i>Trachycarpus fortunei</i>	棕榈科棕榈属	常绿乔木	叶
11	天竺桂	<i>Cinnamomum japonicum</i>	樟科樟属	常绿乔木	树形
12	玉兰	<i>Magnolia denudata</i>	木兰科木兰属	常绿乔木	叶、花
13	紫花羊蹄甲	<i>Bauhinia blakeana</i>	豆科羊蹄甲属	常绿乔木	叶、花
14	扶桑	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	锦葵科木槿属	常绿乔木	叶、花
15	琵琶	<i>Eriobotrya japonica</i>	蔷薇科枇杷属	常绿乔木	树形、叶
16	菩提树	<i>Ficus religiosa</i>	桑科榕属	常绿乔木	树形
17	小叶榕	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科榕属	常绿乔木	树形
18	杨梅	<i>Myrica rubra</i>	杨梅科杨梅属	常绿乔木	叶、果
19	雪松	<i>Cedrus deodara</i>	松科雪松属	常绿乔木	叶
20	黄葛树	<i>Ficus virens</i>	桑科榕属	落叶乔木	树形
21	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	银杏科银杏属	落叶乔木	树形、叶
22	复羽叶栎	<i>Koelreuteria bipinnata</i>	无患子科栎树属	落叶乔木	叶、花、果
23	元宝枫	<i>Acer truncatum</i>	槭树科槭树属	落叶乔木	叶、果

续表 1

序号	中文名称	拉丁学名	科属	生活型	观赏特性
24	腊梅	<i>Chimonanthus praecox</i>	腊梅科腊梅属	落叶乔木	花
25	红梅	<i>Prunus mume</i>	蔷薇科梅属	落叶乔木	花
26	蓝花楹	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	紫葳科蓝花楹属	落叶乔木	花
27	朴树	<i>Celtis sinensis</i>	榆科朴属	落叶乔木	叶
28	石榴花	<i>Punica granatum</i>	石榴科石榴属	落叶乔木	叶、花、果
29	悬铃木	<i>Platanus acerifolia</i>	悬铃木科悬铃木属	落叶乔木	叶
30	日本晚樱	<i>Cerasus serrulata</i>	蔷薇科樱属	落叶乔木	花
31	鸡爪槭	<i>Acer palmatum</i>	槭树科槭属	落叶乔木	叶
32	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	柏科水杉属	落叶乔木	叶
33	垂柳	<i>Salix babylonica</i>	杨柳科柳属	落叶乔木	树形、叶
34	垂丝海棠	<i>Malus halliana</i>	蔷薇科苹果属	落叶乔木	树形、花
35	紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i>	千屈菜科紫薇属	落叶乔木	花
36	紫叶李	<i>Prunus cerasifera</i>	蔷薇科李属	落叶乔木	树形、叶
37	紫荆	<i>Cercis chinensis</i>	豆科紫荆属	落叶乔木	花
38	无患子	<i>Sapindus mukorossi</i>	无患子科无患子属	落叶乔木	叶
39	乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>	大戟科乌桕属	落叶乔木	叶
40	三角枫	<i>Acer buergerianum</i>	槭树科槭属	落叶乔木	叶、果
41	六月雪	<i>Serissa japonica</i>	茜草科六月雪属	常绿灌木	花
42	栀子花	<i>Gardenia jasminoides</i>	茜草科栀子属	常绿灌木	花
43	花叶鹅掌柴	<i>Schefflera odorata</i> 'Variegata'	五加科鹅掌柴属	常绿灌木	叶
44	洒金桃叶珊瑚	<i>Aucuba japonica</i>	山茱萸科桃叶珊瑚属	常绿灌木	叶
45	苏铁	<i>Cycas revoluta</i>	苏铁科苏铁属	常绿灌木	叶
46	山茶	<i>Camellia japonica</i>	山茶科山茶属	常绿灌木	花
47	海桐	<i>Pittosporum tobira</i>	海桐科海桐花属	常绿灌木	花
48	萼距花	<i>Cuphea hookeriana</i>	千屈菜科萼距花属	常绿灌木	花
49	夹竹桃	<i>Nerium indicum</i>	夹竹桃科夹竹桃属	常绿灌木	花
50	红花檵木	<i>Loropetalum chinense</i>	金缕梅科檵木属	常绿灌木	花、叶
51	南天竹	<i>Nandina domestica</i>	小檗科南天竹属	常绿灌木	叶、果
52	红叶石楠	<i>Photinia</i> × <i>fraseri</i>	蔷薇科石楠属	常绿灌木	叶
53	变叶木	<i>Codiaeum variegatum</i>	大戟科变叶木属	常绿灌木	叶
54	八角金盘	<i>Fatsia japonica</i>	五加科八角金盘属	常绿灌木	叶
55	十大功劳	<i>Mahonia fortunei</i>	小檗科十大功劳属	常绿灌木	花、叶、果
56	花叶青木	<i>Aucuba japonica</i>	山茱萸科桃叶珊瑚属	常绿灌木	叶
57	蚊母树	<i>Distylium racemosum</i>	金缕梅科蚊母属	常绿灌木	叶
58	扶桑	<i>Hibiscus rosa</i>	锦葵科木槿属	常绿灌木	花
59	金叶女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	木犀科女贞属	常绿灌木	叶
60	蔷薇	<i>Rosa multiflora</i>	蔷薇科蔷薇属	落叶灌木	花
61	南迎春	<i>Jasminum mesnyi</i>	木犀科茉莉属	落叶灌木	花
62	三角梅	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	紫茉莉科叶子花属	藤状灌木	花
63	棕竹	<i>Rhapis excelsa</i>	棕榈科棕竹属	丛生灌木	叶
64	常春油麻藤	<i>Mucuna sempervirens</i>	豆科薰豆属	常绿木质藤本	花
65	叶子花	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	紫茉莉科叶子花属	藤本状灌木	花

续表 1

序号	中文名称	拉丁学名	科属	生活型	观赏特性
66	芭蕉	<i>Musa basjoo</i>	芭蕉科芭蕉属	草本	树形、叶
67	沿阶草	<i>Ophiopogon bodinieri</i>	百合科沿阶草属	草本	叶
68	波士顿蕨	<i>Nephrolepis exaltata</i>	肾蕨科肾蕨属	草本	叶
69	菖蒲	<i>Acorus calamus</i>	菖蒲科菖蒲属	草本	叶
70	葱莲	<i>Zephyranthes candida</i>	石蒜科葱莲属	草本	叶、花
71	春羽	<i>Philodendron selloum</i>	天南星科喜林芋属	草本	叶
72	花叶艳山姜	<i>Alpinia zerumbet</i>	姜科山姜属	草本	叶
73	天门冬	<i>Asparagus cochinchinensis</i>	天门冬科天门冬属	草本	叶、果
74	铁角蕨	<i>Asplenium trichomanes</i>	铁线蕨科铁线蕨属	草本	叶
75	琴丝竹	<i>Bambusa multiplex</i>	禾本科孝顺竹属	草本	叶、干
76	紫竹	<i>Phyllostachys nigra</i>	禾本科刚竹属	草本	叶、干
77	箬竹	<i>Indocalamus tessellatus</i>	禾本科箬竹属	草本	叶、干
78	黑麦草	<i>Lolium perenne</i>	禾本科黑麦草属	草本	叶
79	结缕草	<i>Zoysia japonica</i>	禾本科结缕草属	草本	叶
80	凤尾竹	<i>Bambusa multiplex</i>	禾本科箬竹属	草本	叶
81	花叶冷水花	<i>Pilea cadierei</i>	荨麻科冷水花属	草本	叶
82	三色堇	<i>Viola tricolor</i>	堇菜科堇菜属	草本	花
83	报春	<i>Primula malacoides</i>	报春花科报春花属	草本	花
84	黄金菊	<i>Euryops pectinatus</i>	菊科菊属	草本	花
85	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>	鸢尾科鸢尾属	草本	花
86	瓜叶菊	<i>Pericallis hybrida</i>	菊科瓜叶菊属	草本	花

## 2.2 植物配置模式分析

植物配置的形式主要可以分为孤植、对植、列植、丛植及群植等。其中孤植、丛植、群植形成的景观效果更贴近自然,因此属于自然式植物配置模式。而对植、列植人工痕迹明显,故为规则式配置模式。中央公园则是采用了规则式与自然式结合的植物配置手法。中央公园是南北朝向的一个长方形地块。公园北半部分的植物景观设计以规则式为主,通过中部阳光大草坪的过渡,便进入南边中式自然山水式种植区域。

### 2.2.1 银杏大道植物配置

园区北边的景观设计以规则式为主,南北朝向的银杏大道贯穿了公园的北半部分。银杏大道作为全园的景观轴线,也是极具代表性的规则式植物配置,因此选取紧邻北入口的银杏大道作为此区域代表进行植物配置分析。

银杏大道采用了列植的配置模式(图 1)。道路两旁按一定间距列植了银杏树、桂花树,下层地被为草坪,形成乔木+草坪的复层搭配。对称式种植使

得入口区域整洁大气,给置身其中的游人一种心胸豁然开朗的感官体验。同时凸显了中央公园作为国内最大的开放式城市中心公园的恢弘气势。此外,

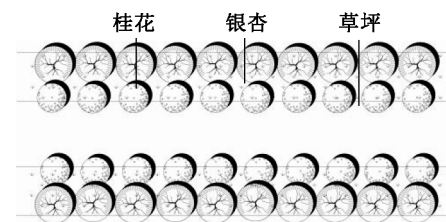


图 1 银杏大道植物配置

Fig. 1 Plant configuration of ginkgo avenue



列植的银杏和桂花形成夹景,指向道路尽头的欢乐广场,在视线和行为 2 方面都对行人起到一个指引的作用,将焦点聚集在欢乐广场。

### 2.2.2 中心大草坪植物配植

中心区域为十分开敞的草坪空间,此区域采用的是大乔木+草坪的群植配置模式(图 2)。连绵起伏的草坪形成绿色的背景,辅以不规则丛植的常绿黄葛树点缀,营造出一个恢弘开阔的空间。群植的黄葛树增添了景观质感和色彩的对比性,给整个草坪空间赋予错落有致的感官效果。此外,开敞的阳光大草坪成为了北边规则式设计的欢乐广场与南边密林景观的和谐过渡,同时保证了两者视线的连通性。而且调研过程中发现,草坪是全民使用人数最多的地方,其为全民增加景观效果的同时,也为游人提供休闲娱乐活动场所。

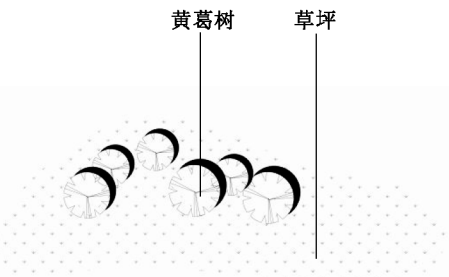


图 2 阳光大草坪植物配置

Fig. 2 Plant configuration of central lawn

### 2.2.3 道路中心绿岛植物配置

道路中心采用的是乔木+小灌木+地被的丛植模式(图 3)。不规则种植的桂花作为上层乔木,为整个景观构建骨架。中层则是修剪成球形的金叶女贞和小檗,三两成群地排列在桂花树下,暖色调的红叶石楠以绿篱的形式作为前景,使人眼前一亮,最下层则是杜鹃作为低矮地被。此区域内多使用这样的植物组团镶嵌在环形道路中间,形成一个个椭圆形的植物绿岛。一方面,可有遮挡行人视线的作用,为前方未知的景观创造神秘感,给行人丰富的游览体

验;另一方面,椭圆形的设计起到一个导向作用,指引游人游览路线和前进方向。

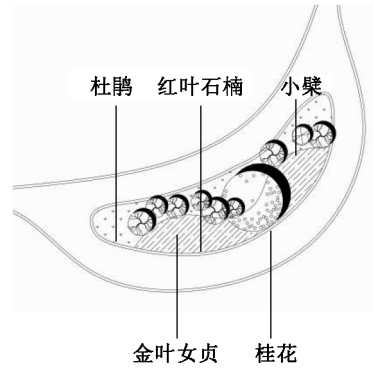


图 3 道路中心绿岛植物配置

Fig. 3 Plant configuration of road central green island

### 2.2.4 紫荆林植物配置

紫荆林位于园区中部,其植物配置同样是从植模式(图 4)。不同的是增加了中层开花小乔木紫荆

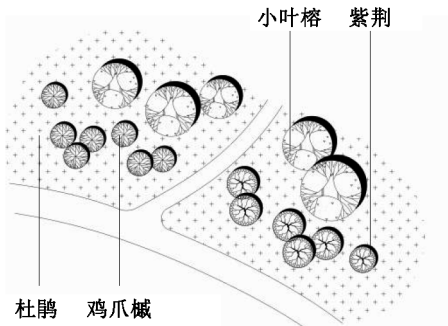


图 4 紫荆林植物配置

Fig. 4 Plant configuration of *Cercis chinensis* forest

和秋色叶树鸡爪槭。紫荆林位于一片坡地,利用上升的地形,在坡地较高处栽植树形高大的常绿乔木小叶榕,中层则是搭配了不规则种植的开花小乔木紫荆及色叶树鸡爪槭,最下层则是观花灌木杜鹃。小叶榕作为组团的远景树,形成一个绿色的背景。在春季及秋季,紫荆和鸡爪槭分别展现出绚烂的粉红色和大红色,暖色调的点缀使整个画面充满了轻松愉悦的氛围。下层的杜鹃作为绿篱则是像一片绿色的地毯,映衬着多彩的乔木。

### 3 总结与建议

#### 3.1 增加中下层植物种类

公园内植物多为乔木+地被或者乔木+小灌木+地被的丛植配置模式,中层的小乔木及大灌木使用较少,形成了公园内绿色面积相对过多,而其他色彩表现不明显。因此,可以适当增加中层植物景观,多选择开花及色叶植物。且现有开花植物多集中在春夏 2 个季节,可适当增加秋冬季节植物色彩。

#### 3.2 提升滨水区域植物丰富度

在中央公园滨水区域,水边护坡植物种植杂乱,无层次感,无明显季相变化,且水生植物种类单一。因此,该区域的植物景观规划设计应整理护坡植物种类,梳理植物层次,增加开花植物。水生植物的配置造景应根据水面大小、水流缓急、空间开合等生境条件,结合水生植物自身的生物学特性和生态习性<sup>[2]</sup>,适当增加沉水、浮水及挺水植物。在增加植

物景观丰富度的同时,也增加其生态效益。

#### 3.3 运用乡土树种,彰显地方特色

乡土树种是一个区域保持其生态稳定性和特性的重要绿色材料<sup>[3]</sup>。本地原产的乡土植物最能体现地方风格,群众也喜闻乐见,且最能抗灾难性气候<sup>[4]</sup>。中国地域广阔,不同气候带、植被带、海拔有不同的自然植被景观<sup>[5]</sup>,乡土树种正是自然植被景观的体现,也是一个地方特色的体现。而中央公园在上层大乔木的选择上,对乡土植物的应用还尚有不足,诸如构树、枫杨、蓝花楹等适应重庆气候条件的树种缺乏大量推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 张启翔. 关于植物多样性与人居环境关系的思考[J]. 中国园林, 2012, 28(1): 33-35.
- [2] 杨圣贺,阿热孜古丽·艾山,李笑寒,等. 重庆都市区景观水体水生植物现状及配置评价[J]. 西部人居环境学刊, 2017(2): 89-94.
- [3] 刘燕新,方文,马立辉,等. 重庆城市森林乡土树种资源调查分析[J]. 重庆师范大学学报, 2013(11): 63-68.
- [4] 苏雪痕,李雷,苏晓黎. 城镇园林植物规划的方法及应用(I)——植物材料的调查与规划[J]. 中国园林, 2014, 20(6): 61-65.
- [5] 苏雪痕. 论植物景观规划设计[J]. 园林, 2014(10): 122-127.

(责任编辑 杨竣熔)

(上接第 206 页)

### 5 结语

海绵城市建设在国内火热开展,海绵道路的建设是各地绕不开的专项,本文就此结合厦门市的建设经验提出提升策略:城市道路依据原本功能组成精确配对 LID 设施,串联形成源头消减、中途转输、末端调蓄的带状海绵体,在有限范围内完成海绵化提升,并选用抗风耐湿植物和乡土树种来增强截污净化功能,丰富道路景观,提升海绵绿地可持续性。该策略旨在达到交通上的海绵、生态、美观、经济的统一,为各地海绵道路的改造与新建提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 张善峰,王剑云. 绿色街道——道路雨水管理的景观学方法[J]. 中国园林, 2012(1): 25-30.
- [2] 宋永能. 我国城市地下水开采诱发的灾害及对策探讨[J]. 灾害学, 1992(3): 48-52.

- [3] 杨一夫. 基于海绵城市的厦门城市道路雨水 LID 系统研究[J]. 厦门科技, 2016(1): 30-35.
- [4] 车伍,赵杨,李俊奇,等. 海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J]. 中国给水排水, 2015, 31(8): 1-5.
- [5] 住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[S]. 2014.
- [6] 张亚梅,柳长顺,齐实. 海绵城市建设与城市水土保持[J]. 水利发展研究, 2015(2): 20-23.
- [7] 杨一夫. 厦门海绵城市建设的冷静思[J]. 中国给水排水, 2017, 33(2): 27-30, 36.
- [8] 陈挺. 海绵城市建设三年国家试点完成 厦门迎来“大考”[EB/OL]. [2019-03-20]. [http://www.h2o-china.com/news/view\\_id=289172&page=1](http://www.h2o-china.com/news/view_id=289172&page=1).
- [9] 赵晶. 道路与场地中雨水花园景观生态思想的引入[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(3): 152-154.
- [10] 林双毅,周锦业,秦一芳,等. 莫兰蒂台风对厦门市主要道路绿化树种的影响[J]. 中国园林, 2018(5): 83-87.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.041

## 西南大学校园观赏植物资源调查与应用研究

孙樱毫,刘磊

(西南大学园艺园林学院,重庆北碚400715)

**摘要:**采取实地调研与查找文献相结合的方法调查西南大学校园内常见观赏植物资源现状,共记录常见观赏植物约78科128属162种,归纳分析其分类及观赏特性。结果显示:校园内常见观赏植物分为乔木、灌木及小乔木、草本、藤本等类型;观赏特性主要分为观花、观果、观叶、观形、观干等。在总结校园内常见观赏植物园林应用形式的基础上,分析校园绿化中存在的问题并提出相应的改进措施。

**关键词:**观赏植物;资源调查;生活型;观赏特性;园林应用形式;西南大学

中图分类号:S731.9;S718.521.2;S757.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)06-0213-05

引文格式:孙樱毫,刘磊.西南大学校园观赏植物资源调查与应用研究[J].林业调查规划,2019,44(6):213-217.

SUN Yingbo, LIU Lei. Investigation and Application of Ornamental Plant Resources in Southwest University[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 213-217.

## Investigation and Application of Ornamental Plant Resources in Southwest University

SUN Yingbo, LIU Lei

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

**Abstract:** Based on field investigation and literature, 162 species of common ornamental plants belonging to 128 genera and 78 families were recorded in Southwest University. The analysis of the classification and ornamental characteristics showed that the common ornamental plants in the campus were divided into arbor, shrub and small tree, herb, vine and other types, and the ornamental characteristics were mainly divided into ornamental flower, ornamental fruit, ornamental leaf, ornamental shape and ornamental trunk. This paper summarized the common application forms of ornamental plants in campus and put forward the existing problems and corresponding improvement measures.

**Key words:** ornamental plant; resource investigation; life form; ornamental characteristics; landscape application form; Southwest University

观赏植物是专门培植供观赏的植物,一般都有美丽的花或形态特征,可观花、观叶、观干或观形<sup>[1]</sup>。观赏植物是校园绿化的重要素材,也是校园园林景观的主体。丰富的观赏植物配置不仅可以为

在校师生创造一个舒适宜人的空间环境,还是展示不同的校园文化与内涵的重要手段,能够体现整个校园环境建设的质量水平,因此观赏植物的选择与配置是校园环境建设的重要环节。本文以西南大学

收稿日期:2019-05-22.

第一作者:孙樱毫(1994-),女,吉林人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计. Email:1260546243@qq.com

责任作者:刘磊(1972-),男,四川康定人,副教授.主要从事风景园林规划设计研究.

校园为研究对象,对校园内主要观赏植物的种类、数量、观赏特性、应用形式进行实地调研,分析探讨西南大学校园观赏植物配置中存在的问题,并提出改进措施,同时也为其它高校的校园绿化建设提供参考。

## 1 调查地概况

重庆市位于中国西南部,长江上游地区,地理坐标为  $105^{\circ}11' \sim 110^{\circ}11'E$ ,  $28^{\circ}10' \sim 32^{\circ}13'N$ ,幅员面积为  $82\,400\text{ km}^2$ ,市内北有大巴山,东有巫山,东南有武陵山,南有大娄山。主城区海拔多为  $168 \sim 400\text{ m}$ ,山地和丘陵占总面积的  $98\%$ ,整个城市位于山峦起伏之间。重庆市属亚热带季风湿润气候,雨热同期,年均降水量丰富,同时又是中国日照最少的地区之一,太阳辐射弱,日照时间短,昼夜温差小。植物生长光线不足,植被以亚热带常绿阔叶林为主。

北碚区位于重庆市西北部,背靠缙云山,嘉陵江环城而过。自然土壤类型主要为紫色土,有机质含量丰富。由于北碚区独特的自然地理气候条件,此区域内植被层次丰富,种类繁多。

西南大学位于重庆市北碚区天生路,占地面积约  $533\text{ hm}^2$ ,校舍面积  $165\text{ 万 m}^2$ ,绿地率达  $40\%$ ,园区内有湖泊 5 个、广场 8 个、花园 10 个、学生活动区 7 个、运动场 5 个,还有多个体育运动场馆及其他科普教育场馆。校园环境优美,地势起伏较大,植被种类丰富,园林景观多样,在主要的学生活动区、花园、广场及湖泊都有不同的植物配置及景观小品,各具特色,同时整个校区内校树樟树与校花玉兰的栽植与运用也体现了丰富的校园文化内涵。

## 2 调查方法

本文采取实地调研与查找文献相结合的方法,查阅文献及收集大量基础资料,如西南大学校园规划图、区域植被种植图等方面的相关资料;通过实地调研、样带调查法,对植物种类进行鉴定,整理植物资源种类制作植物名录表,并对西南大学校园观赏植物资源进行分类汇总和综合分析。

## 3 调查结果与分析

### 3.1 植物资源种类

经调查西南大学校园内的观赏植物资源主要有 2 个特征。

1) 种类组成丰富多样。西南大学常见观赏植

物约有 78 科 128 属 162 种,其中裸子植物有 6 种,被子植物有 156 种,被子植物在校园中处于绝对优势(表 1)。

表 1 西南大学校园观赏植物科属种组成

Tab. 1 Composition of ornamental plants in Southwest University

类群	科	属	种	主要植物类型
裸子植物	5	5	6	苏铁科、银杏科、罗汉松科、松科、南洋杉科
被子植物	73	123	156	蔷薇科、木犀科、山茶科、豆科、棕榈科、桑科、木兰科、樟科
合计	78	128	162	

2) 植物生长习性多样。生境栖息地有草地、疏林草地、密林、道路边坡、水边等。其生活型有乔木、灌木及小乔木、草本、藤本等各种类型,其中观赏乔木类有 31 科 41 属 56 种,占总种数的  $34.6\%$ ;观赏灌木及小乔木类有 32 科 44 属 51 种,占  $31.5\%$ ;观赏草本类有 28 科 41 属 47 种(其中水生草本有 10 科 13 属 14 种),占  $29.0\%$ ;观赏藤本类有 8 科 8 属 8 种,占  $4.9\%$ (表 2)。乔木、灌木、草本的比例约为  $4:3:3$ ,这样的合理配置可以搭配出层次丰富的园林景观<sup>[2]</sup>。

表 2 西南大学校园观赏植物生活型组成

Tab. 2 Life forms of ornamental plants in Southwest University

生活型	科	属	种	占总种数/%
乔木	31	41	56	34.6
灌木及小乔木	32	44	51	31.5
草本	28	41	47	29.0
藤本	8	8	8	4.9

### 3.1.1 观赏乔木类

西南大学常见的观赏乔木约有 31 科 41 属 56 种,分别占总科、属、种的  $39.7\%$ 、 $32.0\%$ 、 $34.6\%$ ,主要以亚热带常绿阔叶植物为主,常绿树种有 38 种,落叶树种有 18 种,突出了重庆亚热带气候的特色<sup>[3]</sup>。其中樟科、蔷薇科、棕榈科植物较为常见。常见的观赏乔木有樟科的香樟、银木、大叶樟、天竺桂等,主要是观叶、观形,其中香樟为西南大学校树,树形优美挺拔,枝叶繁茂,色彩青翠;棕榈科的蒲葵、

棕榈、董棕、鱼尾葵、假槟榔,棕榈科树种一般都树形奇特,因此具有很高的观赏价值;蔷薇科的碧桃、樱花、贴梗海棠、桃花、梨花、红叶李等,以观花、观叶为主,起到美化校园环境,丰富校园色彩的目的。

### 3.1.2 观赏灌木及小乔木类

西南大学常见的观赏灌木及小乔木约有 32 科 44 属 51 种,分别占总科、属、种的 41%、34.4%、31.5%,其中木犀科、山茶科、蔷薇科植物较多。常见的有木犀科的桂花、迎春花、金叶女贞、小蜡等,以观花、观叶为主,其中桂花不止可以用作观赏还有其独特的香味;山茶科的山茶、七心白、醉杨妃、茶梅等,西南大学共青团花园引种了较多山茶品种,山茶花大,色彩艳丽,并且品种繁多,其颜色、单瓣重瓣、洒金或纯色均不同,具有极高的观赏价值;蔷薇科的月季、红叶石楠、枇杷等,蔷薇科的植物一般都有丰富的色彩,可观花、观叶、观果。

### 3.1.3 观赏草本类

西南大学常见的观赏草本约有 28 科 41 属 47 种,分别占总科、属、种的 35.9%、32.0%、29.0%,其中菊科、石蒜科、酢浆草科植物较为常见。常见的观赏草本有菊科的雏菊、百日草、木春菊、孔雀草等,菊科草本色彩丰富艳丽,颜色有白色、粉白色、黄色、橘黄色等;石蒜科的水仙、大叶仙茅、韭莲、葱莲,可观花、观叶;酢浆草科的红花酢浆草、紫叶酢浆草、铜锤草等。其中水生观赏草本有 10 科 13 属 14 种;常见的水生观赏草本有再力花、梭鱼草、睡莲等,主要分布在西南大学崇德湖(表 3)。

### 3.1.4 观赏藤本类

西南大学常见的观赏藤本约有 8 科 8 属 8 种,分别占总科、属、种的 10.3%、6.3%、4.9%,常见的有爬山虎、凌霄花、三角梅、紫藤花、野迎春等(表 4)。

## 3.2 植物观赏特性分析

将所有调查植物按其主要观赏部位划分为观花、观果、观叶、观形和观干植物。观花观果型植物 81 种,观花型有山茶、樱花、月季等,观果型有枇杷、枸杞、芭蕉等;观叶型植物 68 种,较常见的有矮棕竹、金叶女贞、龟背竹等;观形型植物 11 种,较常见的有罗汉松、垂直榆、侧柏等;观干型植物 2 种,有梧桐、桉树。

根据植物的自然物候期,对校园内主要的观花、观果植物种类进行观赏月份统计(图 1)。

由图 1 可以看出:①一年四季均有花可观,其中春季、夏季和早秋观花植物种类最多,有 20 多种。

表 3 西南大学校园水生观赏草本植物名录

Tab.3 List of aquatic ornamental herbs in Southwest University

种名	拉丁名	属	科	观赏特性
荷花	<i>Nelumbo nucifera</i> .	莲属	睡莲科	观花、观叶
凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	凤眼莲属	雨久花科	观花
黄花美人蕉	<i>Canna indica</i> L. var. <i>flava</i> Roxb.	美人蕉属	美人蕉科	观花
菖蒲	<i>Acorus calamus</i> L.	菖蒲属	天南星科	观叶
水葱	<i>Scirpus validus</i> Vahl	蘆草属	莎草科	观花、观叶
再力花	<i>Thalia dealbata</i> Fraser	再力花属	竹芋科	观花
蒲苇	<i>Cortaderia selloana</i>	蒲苇属	禾本科	观花、观形
芦苇	<i>Phragmites communis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	芦苇属	禾本科	观花、观形
花叶芦竹	<i>Arundo donax</i> 'Versicolor'	芦竹属	禾本科	观叶
梭鱼草	<i>Pontederia cordata</i> L.	梭鱼草属	雨久花科	观花
睡莲	<i>Nymphaea tetragona</i>	睡莲属	睡莲科	观花、观叶
风车草	<i>Cyperus alternifolius</i>	莎草属	莎草科	观叶
黄花鸢尾	<i>Iris wilsonii</i> C. H. Wright	鸢尾属	鸢尾科	观花
花叶艳山	<i>Alpinia zerumbet</i> 'Variegata'	山姜属	姜科	观花、观叶

表 4 西南大学校园观赏藤本植物名录

Tab.4 List of ornamental vines in Southwest University

种名	拉丁名	属	科	观赏特性
爬山虎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	地锦属	葡萄科	观叶
凌霄花	<i>Campsis grandiflora</i>	紫葳属	紫葳科	观花
三角梅	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	叶子花属	紫茉莉科	观叶
紫藤花	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	紫藤属	豆科	观花
野迎春	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	素馨属	木犀科	观花
牵牛花	<i>Pharbitis nil</i> (Linn.) Choisy	牵牛属	旋花科	观花
薜荔	<i>Ficus pumila</i> Linn.	榕属	桑科	观叶
常春藤	<i>Hedera nepalensis</i> K. Koch. var. <i>sinensis</i> (Tobl.) Rehd.	常春藤属	五加科	观叶

在校园中常见的春季开花植物有月季、杜鹃、紫荆、蝴蝶花、木春菊等;夏季和早秋常见的开花植物有桂花、木芙蓉、金脉美人蕉、紫叶酢浆草、百日菊、一串

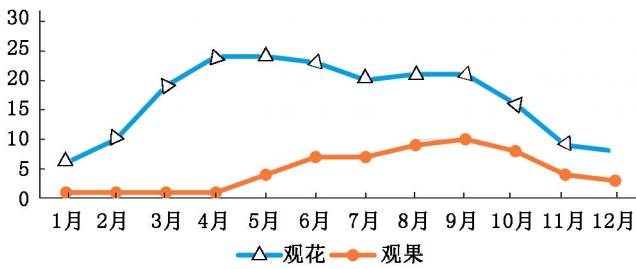


图 1 观花、观果植物观赏期分布

Fig. 1 Ornamental periods of plants with flowers and fruits

红等;冬季可观花植物较少。建议增加一些可在冬季开花的植物或者一年四季均有花可观的植物,如四季桂、夹竹桃、扶桑花等。②观果类植物种类较少,观果期植物种类最多的时候在 9 月,主要有石榴、桃树、梨树、南方红豆杉、野草莓等;种类最少的时候为 1—4 月。建议增加一些可在这段时间观果的植物如晚熟柑橘,或是一年四季均可观果的植物如芭蕉。

根据植物的自然物理特性,对校园内的部分彩色植物进行季相色彩分析(图 2)。由此可以看出校园内彩色植物的应用较丰富,一年四季均有较丰富的色彩。

### 3.3 观赏植物应用形式分析

#### 3.3.1 观赏乔木、灌木的应用

观赏树木是校园绿化布局中的主体骨架,常见校园观赏乔木有棕榈、香樟、栾树、黄葛树、小叶榕、银杏、天竺桂、樱花、雪松等,种植形式有孤植、对植、群植、带植等。

1)孤植是单株种植的一种形式。孤植树要求体形高大,枝干挺拔,花多,叶亮,冠形浓密,或有独特的造型。例如在西南大学校园中较为常见的就是在一片大草坪中孤植一棵黄葛树或雪松。

2)群植主要是以多种乔、灌木观赏植物混合种植,成为一个组群,在垂直结构上注重乔、灌木搭配,形成空间层次感,同时,还要根据地形,结合花期、花色及色叶植物季节变化来进行科学合理的布置。

3)丛植的树种多样、株形丰富,能营造出疏密有致、层次感强的园林景观。例如在校园中常见的香樟作为背景树搭配红枫、樱花等观赏小乔木,灌木层运用金叶女贞、红檵木等。

4)对植主要是指观赏乔木类相对种植,主要应用在一些校园道路上的行道树种植,例如 2 号门口主干路的香樟就是对植的形式,给人一种整齐和秩序感。

名称	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
大花金鸡菊												
葱兰												
韭兰												
金叶佛甲草												
月季												
栀子花												
红玫瑰												
西洋杜鹃												
白花杜鹃												
玉簪												
大花美人蕉												
木春菊												
宿根天人菊												
红枫												
白玉兰												
花毛茛												
茉莉花												
紫松果菊												
大滨菊												
柳叶马鞭草												
紫花地丁												
格桑花												
观赏葱												
鼠尾草												
蓝羊茅												
桃花												
紫丁香												
金叶过路黄												
彼岸花												
山茶												
宽叶韭菜												
狼尾草												
锥花丝石竹												
黄刺玫												

图 2 彩色植物季相色彩分析

Fig. 2 Seasonal color analysis of color ornamental plants

#### 3.3.2 观赏草本的应用

草本花卉主要以花坛、地被、色带配置为主<sup>[4]</sup>,校园中常见的草本花卉有美人蕉、百日菊、雏菊、一串红、鸡冠花、蝴蝶花、孔雀草、木春菊等。其颜色艳丽,色彩丰富,一般在校园主入口处会作为花坛点缀使用,丰富校园景观,例如 2 号门主入口正对着的花坛采用了孔雀草、木春菊、蝴蝶花、一串红等多种草本植物相互搭配,体现不同的图案与造型,并且根据不同花期变换植物。有时葱兰、韭兰、蝴蝶花等也作为地被植物散植在草坪中,修饰点缀草坪,增强观赏性。在崇德湖边配置有一些水生草本,如在水岸边缘配置再力花、黄花鸢尾、花叶艳山姜等颜色艳丽的植物可以起到丰富水岸线的效果,加上岸边蒲苇、芦苇等观赏草本的种植柔化水岸边缘给人一种自然之感。同时睡莲、荷花的栽植也可以起到点缀湖面的

效果。

### 3.3.3 观赏藤本植物的应用

1)与墙体绿化相结合,将藤本植物与墙体进行结合,在软化墙体结构线条的同时,提高绿化效果,优化空气质量。例如校园内的东方红后墙利用爬山虎进行了墙体绿化。

2)与景观小品相结合,利用藤本植物的观赏性特点对园林中小品景观进行点缀设计,既可以增加绿化面积,同时也可以契合园林主题的基础上丰富景观内容。在设计时对于藤本植物种类的选择,需要结合小品景观建设特点以及表达意境等方面进行分析。例如校园内的景观长廊、凉亭等景观小品用藤本月季、蔷薇、叶子花等植物种类点缀修饰,还能起到遮阴效果。

3)与造型绿化相结合,利用藤本植物所具有的可塑性特点,通过捆扎、辅助以及修剪等处理方式,将其塑造成多种景观形状,例如常见的动物造型、几何造型等,这种造型绿化在校园中数量较少。

## 4 讨论与建议

西南大学校园总体植物资源比较丰富,配置形式较为多样合理,在校师生对校园绿化环境也较为满意,但是在植物选择搭配与养护管理中仍存在一些不足。

1)校园内有很多速生植物如棕竹等,作为大乔木下方的中层灌木,因长势过快而侵占了乔木的上层空间,使得香樟、银杏等喜光大乔木长势不佳。

2)后期养护管理不到位,有些乔木由于本身长势较快,如黄葛树、小叶榕等需要定期修剪,不然过高的郁闭度会使围合的校园空间显得压抑,也不能很好地满足师生晒太阳的需求。崇德湖中的一些水生植物长势过快,覆盖了大部分水面,使水体富营养

化,同时滋生了很多虫卵,经常能在水边见到福寿螺的虫卵附着在花叶艳山姜的叶子上,没有定期清除。

3)一些藤本植物的利用率不高,只作为简单的墙面绿化或与景亭、景廊搭配使用。可以丰富其应用形式,例如校园景观灯柱结构可以选用缠绕常春藤,以及入口景观石可以选用凌霄来搭配;还可以与造型绿化相结合,利用藤本植物所具有的可塑性特点,通过捆扎、辅助以及修剪等处理方式,将其塑造成多种景观形状,不但可以更好地贴合园林设计主题,同时使得整个园林景观更具灵动性与趣味性。

4)需要注意植物的安全性,尽量不要使用有毒植物<sup>[6]</sup>,如橡皮树、漆树等不易大面积种植,如局部种植需要安装警示牌标明汁液有毒;不应大面积使用容易引起呼吸道和皮肤过敏的植物,如法国梧桐、杨柳等;如使用有毒观赏植物夹竹桃等应该远离人群,可以种植在边坡上,大大降低安全隐患;一些带刺植物如藤本月季等不宜种植在道路两侧靠近人群的地方。

### 参考文献:

- [1] 胡秀琴. 福建东山岛观赏植物资源及其在园林中的应用研究[D]. 福州:福建农林大学,2009.
- [2] 李文清,秦华. 重庆市雨台山公园植物资源调查与研究[J]. 林业调查规划,2018,43(3):87-91.
- [3] 胡佩龙,和太平,文祥凤,等. 南宁市金花茶公园观赏植物资源调查[J]. 南方农业学报,2012(8):1164-1168.
- [4] 林忠英. 常德市校园观赏植物资源调查[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版),2012(3):36-39,49.
- [5] 王健. 观赏藤本植物在园林设计中的运用[J]. 现代园艺,2015(6):126.
- [6] 宗道生,李晓花,梁同军,等. 庐山有毒观赏植物资源特征及园林应用[J]. 中国园艺文摘,2013(9):94-97.

(责任编辑 杨竣熔)

(上接第115页)

- [4] 廖树宝. 广西混交林营造树种的选择及营造技术探讨[J]. 绿色科技,2019(7):77-78.
- [5] 马菁,张学俭. 红松阔混交林乔灌木生物多样性研究[J]. 林业调查规划,2018,43(5):56-59.
- [6] 唐永,张福建,顾克冲,等. 罗平县森林资源消长动态分析及可持续发展建议[J]. 绿色科技,2019(7):4-6,29.
- [7] 钟琪. 混交林营造技术分析[J]. 绿色科技,2016(9):81-83.

- [8] 苏付保. 人工混交林营造技术浅析[J]. 林业实用技术,2010(2):17-19.
- [9] 张更权. 海东市南北山造林绿化策略研究[J]. 林业调查规划,2018,43(5):160-163.
- [10] 李连海. 混交林营造技术分析[J]. 农村科学实验,2016(10):42.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.06.042

## 重庆碧津公园植物景观及空间营造分析

杨析墨, 吴越

(西南大学园艺园林学院, 重庆 北碚 400715)

**摘要:**碧津公园是一个巴渝风情浓郁的人文休闲公园, 公园内植物种类丰富。通过多次实地调查, 公园常用植物种类约76种。文章从主要节点的植物配置、植物空间功能、植物景观营造三个方面对公园的植物特色进行分析。并针对公园现存的在空间营造、植物质感应用以及植物群落种类丰富度上的问题, 分别提出增加草本地被植物的种类, 增加树丛林冠线的起伏变化, 注意粗质感和细质感植物的对比应用, 增强植物群落的秩序性, 以及提高植物群落的种类丰富度等优化策略。

**关键词:**植物群落; 空间营造; 植物景观; 植物种类; 碧津公园

中图分类号: S731.1; TU986.34 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)06-0218-05

引文格式: 杨析墨, 吴越. 重庆碧津公园植物景观及空间营造分析[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 218-222.

YANG Ximo, WU Yue. Plant Landscape and Space Construction in Bijin Park of Chongqing[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(6): 218-222.

## Plant Landscape and Space Construction in Bijin Park of Chongqing

YANG Ximo, WU Yue

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

**Abstract:** The plant species are abundant in Bijin Park which is a colorful humanistic leisure park. The field investigations showed that 76 species of plants were commonly used in the park. This paper analyzed the plant characteristics from plant configuration, plant spatial function and plant landscape construction of the main nodes. In view of the existing problems in space construction, application of plant texture and species richness of plant community, the optimization strategies of increasing the species of herbaceous ground cover plants, enriching the undulation of canopy line, paying attention to the comparative application of coarse texture and fine texture plants, enhancing the order of plant community, and improving species richness of plant community were proposed respectively.

**Key words:** plant community; space construction; plant landscape; plant species; Bijin Park

碧津公园始建于1987年, 位于重庆市渝北区两路城中心, 与江北国际机场毗邻。公园总规划面积为23.1 hm<sup>2</sup>。其中绿化面积占公园总面积的59.9%, 水面面积占22.0%, 道路广场占10.3%。公园四周为城市建筑及居民区, 是城区中难得的公共

绿地, 十分适宜居民休憩游览。园内地形起伏多变, 林木绵亘, 以乡土树种作为公园的主要植物种类。园内景观错落有致, 意境悠远, 建筑飞檐斗拱, 是典型中式园林。

收稿日期: 2019-05-20; 修回日期: 2019-07-08.

第一作者: 杨析墨(1993-), 女, 河南新乡人, 硕士研究生. 研究方向: 风景园林规划设计. Email: 779749929@qq.com



## 1 公园植物种类调查

在碧津公园中,遵循植物种类的多样性与乡土树种相结合的原则是其植物配置的一大特点。全园的植物基调为常绿阔叶落叶混交林。经过多次实地调研,公园中常用的植物有76种。其中,乔木约41种,分属28科36属,以重阳木(*Bischofia polycarpa*)、大叶樟(*Cinnamomum austrosinense*)、马尾松(*Pinus Lamb.*)、罗汉松(*Podocarpus macrophyllus*)、雪松(*Cedrus deodara*)、黄葛树(*Ficus virens Ait.*)作为主要的基调树种,形成浓郁的自然绿色生态景观。搭配小叶榕(*Ficus microcarpa*)、苏铁(*Cycas revoluta*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、樱花(*Cerasus yedoensis*)、桃花(*Prunus persica*)、海棠(*Malus Chaenomeles*)、紫叶李(*Prunus Cerasifera Ehrhar f. atropurpurea*)、天竺桂(*Cinnamomum japonicum Sieb.*)、银杏(*Ginkgo biloba L.*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、凤凰木(*Delonix regia*)、腊梅(*Chimonanthus praecox*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、玉兰(*Magnolia denudata Desr.*)、红叶桃(*Prunus persica f. atropurpurea*)、紫薇(*Lagerstroemia indica L.*)等开花乔木作为点缀,形成不同主题的景观。

全园灌木约18种,分属14科15属。主要灌木有冬青(*Ilex chinensis Sims*)、红叶石楠(*Photinia × fraseri Dress*)、花叶冷水花(*Pilea cadierei Gagnep.*)、软叶刺葵(*Phoenix roebelenii*)、枸骨(*Ilex cornuta*)、连翘(*Forsythia suspensa*)、铺地柏(*Abies procumbens*)、丝兰(*Yucca smalliana*)、木槿(*Hibiscus syriacus Linn*)、杜鹃(*Rhododendron simsii Planch*)、南天竹(*Nandina domestica*)、南迎春(*Jasminum mesnyi*)、紫荆(*Cercis chinensis Bunge*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、凤尾竹(*Bambusa multiplex Raeusch. ex Schult.*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、八角金盘(*Fatsia japonica*)等。

草本、藤本地被花卉种类约17种,分属13科16属。其中,草本植物主要有结缕草(*Zoysia japonica Steud*)、沿阶草(*Ophiopogon bodinieri Levl.*)、花叶良姜(*Alpinia zerumbet 'Variegata'*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、蜘蛛抱蛋(*Aspidistra elatior Blume*)、金钟花(*Forsythia viridissima*)、黄金菊(*Euryops pectinatus*)、芭蕉(*Musa basjoo Siebold*)等;藤本及攀援地被植物主要有三角梅(*Bougainvillea spectabilis*)、爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*)等;蕨类地被植物有肾蕨(*Nephrolepis auriculata*)等。此外,公园的

湖周围还适当地运用了一些水生植物如睡莲(*Nymphaea*)、水芭蕉(*Lysichiton camtschaticense*)、梭鱼草(*Pontederia cordata*)等。

## 2 主要节点植物配置分析

### 2.1 入口区域植物景观

入口区位于公园北侧,与胜利路相连接,为游人集散之地。入口区的中部由一块大型假山石将其分隔为前后两个广场。在靠近城市通道的一侧,以八株桂花树形成入口处的树阵景观。周围的山石铺满爬山虎,将广场空间三面围合,形成葱郁的背景景观。广场西部以一株高大的黄葛树作为孤植树,对广场的硬质地面进行点缀。而对于山石主体的植物造景而言则更有讲究,岩石上端生长了数棵黄葛树,其繁茂的枝叶成为其天然的绿荫遮挡,与岩石上自由生长的爬山虎一同形成上部景观。岩石上竖刻“碧津公园”四个字,山石前方由高约30cm的青石条围成花池,池内以毛叶杜鹃+棕竹+罗汉松来形成中下层景观(图1),作为竖向空间上的过渡。整个造景通过植物搭配打造出起伏变化的群落垂直结构,形成多样化的视觉感受。



图1 入口前广场植物配置

Fig. 1 Plant configuration in the square in front of the entrance

### 2.2 滨水区域植物景观

公园以碧津湖为中心景点。碧津湖位于园中部低洼处,面积4.1 hm<sup>2</sup>,湖面呈东西狭长形分布,驳岸曲折多变。湖西头水面狭窄处建石拱桥一座。湖边以中式古典园林的配置手法处理,虚实结合,有疏有密。

沿岸搭配种植了水芭蕉、梭鱼草等水生植物(图2),部分湖面种植了大片的荷花。按照靠近湖滨的方位,分别规划了以春夏秋冬四季植物季相为主题的区域,通过植物的配置来表达季节的更迭:碧

津湖西侧与桥相对的山岗区域,以桃花、樱花、海棠、迎春、杜鹃等开花乔木为主,形成“海棠春韵”的春季景观;湖西南侧设曲桥、荷塘和蒲林小景,形成“曲桥荷风”的夏季景观;湖东南侧山坡地多种植枫香、红枫、银杏等色叶树种,落霞映叶,红叶知秋;湖南侧山林以观赏针阔叶混交林为主,点缀红梅、腊梅,形成“松梅映雪”的冬季景观。



图 2 滨湖区植物配置

Fig. 2 Plant configuration in lakeside area

### 3 园林植物空间功能分析

园林中以植物为主体,经过艺术布局组成各种适应园林功能需求的空间环境,称为园林植物空间<sup>[1]</sup>。利用植物可构成的基本空间类型有开敞空间、半开敞空间和覆盖空间、完全封闭空间、垂直空间等<sup>[2]</sup>。碧津公园通过造型多样、种类丰富的植物群落,根据园区地形的特色布置,形成多种开合有致的空间。

#### 3.1 棕榈树林覆盖空间

碧津公园中,有多处以大王棕等棕榈科植物成片栽植而形成的林下覆盖空间,棕榈树型高大,即使栽植数量多也丝毫不显压抑。行走在棕榈林中,林外的景色若隐若现。林下广场空间通透舒适,舒朗的枝叶被阳光投射在地面上,留下斑驳的光影,搭配木制的座椅,成为公园中很好的休憩空间(图 3)。

#### 3.2 湖泊竹林半开敞空间

碧津公园的湖泊驳岸为人工式驳岸,岸边架设有护栏,滨湖的游览区域主要通过临水游步道和观景平台来组成。在观景平台中,植物群落结构简单却不失生动,自然的青石板块打造出起伏的微地形,碎石堆砌出多个圆形的树池,树池中丛植凤尾竹,底部搭配沿阶草,凤尾竹群向四周伸展,构成连续的林



图 3 棕榈树林覆盖空间植物配置

Fig. 3 Plant configuration in the space covered by *Trachycarpus fortunei* forest

下空间,形成半开敞的空间环境,在保证私密度的同时又能将游人的空间视线向湖心引导(图 4)。



图 4 湖泊竹林半开敞空间植物配置

Fig. 4 Plant configuration in semi open space of bamboo forest in lake

临湖的步道也多以凤尾竹“群”作为临湖一侧的遮挡,而另一侧围以青石堡坎,堡坎上采用紫叶李、红花檵木、金叶女贞、沿阶草的经典乔灌草组合方式,加以零散栽植蒲葵来达到视线的变化。植物群落忽密忽疏,湖面若隐若现,形成错综迷离的半开敞式空间效果(图 5)。

#### 3.3 疏林草地开敞空间

疏林草地作为公园中典型的开放性空间,具有视线开敞、空间通透流畅的特点,山地植物通过乔灌木的巧妙搭配在微地形上形成层次丰富的景观效果。碧津公园中对其景观打造方式也有多种:在疏林草地中多以高大的孤植乔木和低矮的灌木、草本植物的组合来打造景观视线的聚焦点,如大叶樟+



图5 滨湖道路植物配置

Fig. 5 Plant configuration of lakeside road

八角金盘+杜鹃,而结缕草作为主要草本大面积铺就阳光草坪(图6);或者在草坪中片植蒲葵,形成简单纯净的蒲林“群落”,没有了灌木的过渡,群落高差感更加明显,使“蒲林”更显高大壮观,静谧、奇伟的氛围油然而生(图7)。



图6 疏林草地植物配置模式一

Fig. 6 Plant configuration mode I of sparse forest and grassland



图7 疏林草地植物配置模式二——蒲林“群落”

Fig. 7 Plant configuration mode II of sparse forest and grassland—*Livistona chinensis* community

## 4 植物景观营造分析

### 4.1 因地制宜,构建植物景观整体格局

重庆因其山地地形的特殊性,景观空间较平原地区更加丰富多变,植物景观营造的限定因素也多与所处地形相关。公园内地形起伏多变,在地势较高、坡度较大、原生植被条件较好的地带适当保留原生植被或补植常绿或落叶林与原生林共同构成背景林,如南侧的观赏针阔叶混交林;在一些突出打造的坡面及高地栽植开花及色叶树种等,营造壮观的片状或带状特色植被景观,如湖西侧山岗区域的“海棠春韵”景观、湖东南侧山坡地的“红叶知秋”景观;在平地、缓坡或地势较平坦、土壤条件相对较好的浅丘上营造特色花镜或开阔的阳光草坪;在景色优美、水资源丰富、地势较低的沟谷和碧津湖岸边栽植湿生花卉,如荷花、梭鱼草、水芭蕉等,并适当配以树形优美、观赏效果好的垂柳、紫叶李等乔木,打造优美的水域特色植物景观,营造和谐整体的景观格局。

### 4.2 交替更迭的植物季相景观

重庆气候温润湿热,植物多为常绿。为强调植物的季相变化,公园专门规划了春夏秋冬四种主题植物季相区域,通过开花植物的花期差异营造出绿地空间的四季变化,形成与众不同的季相景观。如春季的桃花、海棠、迎春、杜鹃,夏季的荷花,秋季的红枫、银杏,冬季的腊梅、红梅,做到四时有景。

### 4.3 丰富多彩的色彩搭配

红色系、黄色系两类色系的植物经常作为公园中主要的色叶植物。红色热情奔放,具有较为强烈的视觉冲击感,既可当做绿色背景的点缀,又可作为灌木丛在道路或者广场两侧成片种植,因此得到了最广泛的应用,如南天竹、红花羊蹄甲、红檵木、凤凰木、大花紫薇、杜鹃、紫荆、三角梅等。而黄色系多给人明亮欢快之感,在植物色彩搭配中也能起到红绿色系间的调和作用,黄色系植物如银杏、花叶良姜、黄金菊、腊梅、假连翘属等在公园中应用广泛。

以园中一处模纹花坛为例,红花檵木、金叶女贞、三色堇、海桐、杜鹃混合种植,零星栽种桂花作为上层乔木。五种灌木植物从色彩明度对比上来看,红花檵木为深红色常色叶植物,黄色系色叶植物的金叶女贞、三色堇成片栽植,与红色产生色彩明度上的对比,在远处用深绿色常绿植物海桐来加强景深,使整体具有和谐立体的景观效果。

## 5 植物造景中存在的问题以及优化措施

### 5.1 空间营造不够丰富

园林植物空间营造是园林设计的核心内容<sup>[3]</sup>。

有研究表明,植物的高度在景观空间垂直结构方面的营造起到了重要的作用,决定了人们在观赏植物空间时的竖向观感<sup>[4]</sup>。在碧津公园植物空间中,相对于下层植物,更注重对上层植物的应用,应用最广的是介于 0.7~10.0 m 的植物。公园内虽然地形起伏丰富,但景观空间起伏感却较为平缓,植物方面对乔灌应用种类较多,草本地被植物种类较少,空间形态方面缺乏层次变化。可通过增加树丛林冠线的高低变化改进其空间层次,增加低矮灌木及草本植物的种植种类,以丰富人们对植物空间的体验感。

## 5.2 缺乏对植物质感的运用

碧津公园应在景观营造上加强对植物质感的应用,通过不同质感的植物组合在视觉上形成互补或对比,从而才能营造出生动活泼的植物景观效果<sup>[5]</sup>。粗质感的植物主要有蒲葵、罗汉松、马尾松、芭蕉等尖叶、硬叶、阔叶等植物,中质感植物有大花紫薇、变叶木、朱蕉等。细质感的植物主要有小叶榕、红檵木、红叶石楠、小琴丝竹等。

在园内空旷、开放的空间中,应该多运用粗质感的植物来展现其自由、随性的空间特点,而在园林构筑物周围、溪流边或道路两侧等相对私密、安静的空间中,则应该使用中、细质感植物混搭的方式来营造静谧幽适、忽远忽近的效果。另外,在与小品雕塑的结合时,常利用质感的落差来产生对比,如用细质感植物小叶榕、凤尾竹做背景,小品周边适当点缀芭蕉、十大功劳等粗质感的灌木,既能凸显雕塑小品的

主体,又能丰富观赏者的视觉体验。

## 5.3 植物群落组合较为散乱、重复,容易形成视觉上的审美疲劳

虽然公园内有注意用不同的季节开花植物来进行造景,但是群落相对比较散乱,主次不分明,大的乔木都集中在群落后部,林缘线平缓,给人感觉较闭塞。虽然植物种类丰富,但春色叶和秋色叶植物在种植体量和频率上略有不足,不能形成很好的视觉吸引点。大部分群落的植物搭配都略显重复,如园路两边几乎都是由沿阶草、杜鹃和棕竹作为群落的上下组合,应当增加群落植物种类的丰富度,以及附着简要的植物名牌介绍,在提高植物景观观赏性和趣味性的同时,也能强化公园的科普教育功能。

## 参考文献:

- [1] 朱钧珍. 中国园林植物景观艺术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003:76.
- [2] 臧德奎. 园林植物造景[M]. 北京:中国林业出版社,2008:31.
- [3] 李伟强,包志毅. 植物景观空间组合案例分析——以杭州西湖草坪空间为例[J]. 中国园林,2013(4):8-12.
- [4] 徐宁伟,史琰,包志毅. 北戴河奥林匹克公园植物景观空间营造分析[J]. 华中建筑,2017(9):76-80.
- [5] 叶绵源,钟亦,陈雪佩珊,等. 海口市白沙门公园热带风情园林植物景观分析[J]. 现代园林 2014,11(4):8-14.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 163 页)

- [14] 赵明,丁在松,ISHHILL R,等. 干旱和遮光条件下玉米非光化学荧光猝灭的变化和组成的研究[J]. 作物学报,2003,29(1):59-62.
- [15] 何炎红,郭连生,田有亮. 7种针阔叶树种不同光照强度下叶绿素荧光猝灭特征[J]. 林业科学,2006,42(4):27-31.
- [16] 任士福,史宝胜,王志彦,等. 果用型银杏品种叶绿素荧光特性的研究[J]. 河北农业大学学报,2002,25

(2):38-41.

- [17] 柯世省,金则新,林恒琴. 天台山东南石栎光合生理生态特性[J]. 生态学杂志,2004,23(3):1-5.
- [18] 杨渺,毛凯,苟文龙,等. 遮荫胁迫对叶绿素含量的影响[J]. 试验研究,2004(3):20-22.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.

## 《林业调查规划》

### 2019 年(第 44 卷)论文总目次

#### 论文文题

#### 作者(期.页码)

##### ●森林经理

- 华东森林资源监测区林地稳定性研究 吴文跃 张金良 巩延革 路洪春 1.1  
基于 Arcpy 数据的林地小班自动排序编号 宋鹏阳 1.8  
综合考虑立地和竞争的思茅松单木地上生物量生长模型构建  
施凯泽 欧光龙 吴文君 李超 闫妍宇 李晟 胥辉 1.10  
91卫图助手软件在林业工作中的应用 李金亮 蒋伟昌 1.16  
基于多时相 CHRIS 高光谱卫星数据的优势树种分类研究 韩文军,张苏,焦全军,吴骅 2.1  
基于森林资源二类调查数据的思茅松人工林经验收获表的编制  
董诗涛,郎晓雪,施凯泽,杨启运,许彦红 2.7  
静态模式下的 GPS RTK 在贵州山地林区信号接收情况分析 蒋维成,曾丽琼 2.12  
基于遥感影像的昆明中心城区绿地信息提取 张夏梦,刘敏,魏开云 2.18  
基于机器学习的高光谱湿地植被分类研究 罗宁,阮仁宗,王俊海 3.1  
宁夏空间规划试点中林地精细分类标准的构建  
马孝仓,雷学武,李怀珠,岳鹏,魏耀锋,李玉冬,冯仲科 3.8  
基于区域合并的 Mean Shift 算法识别单木研究 唐孝甲,陈伟,尹准生,张振中 3.13  
Excel 函数 IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 在天然林停伐保护县级实施方案附表中的应用 普绍林 3.19  
景宁畲族自治县不同森林类型碳储量与碳密度研究 侯建花,马学欣,叶玉珠 4.1  
云南省思茅松林碳储量动态变化研究 龙廷位,施俊美 4.7  
基于 ArcGIS 的林业项目专题图自动分幅出图实现 阳昭 4.14  
营造林矢量数据重叠问题处理流程研究 曹霸,代忠迪,肖玲,师静,刘隆德 4.18  
赤峰市油松人工林地位指数表编制研究 王智慧,张春田,姜国峰,郭海涛 4.23  
基于数字图像处理技术的测树仪立木胸径测量算法研究 李伟,岳德鹏,张启斌 5.1  
明溪县天然林木种质资源调查线路布设方案设计 李锦焯 5.11  
宁夏空间规划试点中林地分类标准的应用及其实用意义  
魏耀锋,张晓娟,李怀珠,岳鹏,郭佳琪,冯仲科 5.15  
利用卡西欧 fx-5800P 计算器编制角规样地林木蓄积计算程序 杜宗义,曾双贝 5.18  
基于 GIS 技术的南昌市城市森林景观特征分析 韩旭,黄晓园,马兴永 5.22  
基于 DEM 的坡面地形因子值自动获取方法研究 阳昭 5.26  
ArcGIS 与 91卫图助手软件结合在永平县新一轮退耕还林工作中的应用 马晓伟,施俊美 6.1  
基于 GIS 的永平县泡核桃种植地块立地类型划分与评价 阳昭 6.5  
峨山县云南松天然林地位指数表编制 桂伟峰 6.11

● 研究与探索

广西不同林分区域降雨特征及其对地表水水质的影响  
王会利 易孝金 孙孝林 罗桂武 王昌东 韦长江 曹继钊 1. 20

腐皮镰孢菌和可可毛色二孢菌对白木香结香木质部化学成分的影响研究  
郑科 谷丽萍 肖支叶 马惠芬 1. 27

青岛崂山黑松林分结构特征研究  
朱长伟 徐颖澜 张明晓 陈加伟 李士美 1. 33

光照对中山杜鹃开花及幼苗更新影响的群落学研究  
秦坤蓉 王海洋 1. 40

多效唑对紫穗槐幼苗生理特性的影响研究  
许家铭 1. 48

不同海拔对试验地的中泰南五味子生长的影响研究  
袁莲珍, 史富强, 刘际梅, 罗 娅, 陈 伟, 段宗亮 2. 23

激光雷达技术在森林高度反演中的研究进展  
邱世平 2. 26

基于林木生理过程的 3-PG 模型在林业中的相关研究进展  
吴 荣, 施凯泽, 杨启运 2. 30

纳板河流域林分空间结构的林木竞争探究  
赖叶青, 张远荣, 胡明星, 张发山 2. 36

湖北省区域碳排放强度和森林碳汇差异分析  
付 甜, 潘 磊, 胡文杰, 戴 薛 3. 24

昆明市城区不同区域环境空气负氧离子浓度变化特征分析  
马芙蓉, 张一舟 3. 30

大同市道路绿地土壤肥力评价研究  
张凯亮, 武小刚, 杨秀云, 米美霞 3. 35

昆明翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境选择研究  
姜志诚, 梁 良, 杨福花, 吕 婷, 陈明勇 3. 41

昆明翠湖越冬红嘴鸥行为谱及 PAE 编码系统  
姜志诚, 梁 良, 陈明勇 4. 29

陕西省经济林资源空间分布及特征分析  
葛 云, 任 枫 4. 36

豫东南沙地 4 种人工林土壤团聚体稳定性及有机碳分布研究  
孙永涛, 田 原, 张家洋 4. 42

云南省生物质能商业模式发展研究  
段若琳, 麦强盛 4. 49

远安县壳斗科植物天然次生林群落物种竞争关系研究  
肖正利, 胡 皓, 杨忠书, 向昌凤, 周 丹, 黄 芳 5. 31

青岛市生态保护红线划定及管控对策研究  
田建茹, 徐琬莹, 王 征, 李伟娜, 左 华 5. 37

广东省造林更新工程成效评价方法研究  
黄少辉, 张 贝, 简 阳 5. 42

基于 CiteSpace 的绿色基础设施研究现状与热点分析  
黄 河, 高雅玲, 闫 晨, 郑智聪, 许贤书 6. 15

荣经县天然林林分结构变化趋势研究  
代顺民, 黄贝贝, 唐 巍 6. 23

基于 AHP-模糊综合评价法的健身步道综合评价  
陈泽宇, 丁 铮 6. 30

论水源涵养与蒸腾作用  
孙兴田 6. 34

● 生物多样性

红外相机技术在西双版纳国家级自然保护区兽类和鸟类多样性监测中的运用  
宋志勇, 李金华, 文世荣, 李俊松, 万正林, 刘生强 4. 53

热带雨林生物多样性监测与研究样地网络建设实践  
邓志云, 李玉武 4. 60

破堤还湖后梁子湖湿地自然保护区的冬季鸟类多样性研究  
陈荣友, 李亭亭, 杨启池, 田 凯, 余四胜 4. 65

保山市青华海国家湿地公园鳞翅目昆虫多样性  
蒋 华, 李 巧, 杨建秀, 郑美仙, 黄俊娇 6. 40

广东惠州金桔自然保护区植物多样性调查研究  
周于琼 6. 45

云南苍山洱海国家级自然保护区生物多样性保护对策研究  
姜 杰, 姜健发 6. 51

● 森林土壤

三江并流区 6 种森林类型土壤化学计量特征研究  
王营哲 何 欢 肖 蒙 秋新选 何忠俊 1. 52

- 林下种植大球盖菇对土壤的影响 段丽华 甘云浩 周彬 景宏伟 方波 岳金龙 赵苗 1.58
- 香樟林演替过程中土壤理化性质动态变化及土壤肥力评价 薛沛沛 齐代华 陈昆鹏 1.64
- 生态学研究新领域:植物-土壤反馈研究评述 李晓晶,王伟峰,段玉玺,王博,刘源,刘宗奇 2.46
- 三江并流区不同林型土壤肥力评价 肖蒙,何欢,王营哲,熊俊芬,秋新选,何忠俊 2.52
- 云南省森林土壤腐殖质组成及特性研究 周红,何欢,秋新选,肖蒙,何忠俊 5.117
- 新平磨盘山自然保护区土壤发育及性状特征分析 李璐杉,王平 5.125
- 森林保护**
- 紫溪山樱桃冠瘿病传播途径调查与防治技术研究 徐先银,李祖文,陈光剑 3.80
- 昭通市松墨天牛地理分布及其生活史研究 唐正森,李文静,崔华栋,曾仰君,王惠琼 3.85
- 对曲靖市林业有害生物普查结果的探讨 应红涛,崔军 4.73
- 红塔山自然保护区切梢小蠹种群数量及危害调查研究 黄桂英,王宏勋,贾丽萍,杨云波 4.77
- 红塔山自然保护区林业有害生物普查及结果分析 黄桂英,贾丽萍,王宏勋,杨云波,陆俊宇 5.46
- 新疆林业气象灾害风险调查与服务效益评估 曾雪莹,潘新民,王燕,王舒,张新军 5.50
- 楚雄市紫溪山林场华山松种子园病虫害调查 冯峻,赵航文,和玉华,董云祥,罗正平,熊忠平 6.56
- 枸杞蚜虫与枸杞木虱发生规律及药剂防治效果调查 呼木吉勒图,吴秀花,魏春光,底妹霞,郑春梅 6.61
- 自然保护区**
- 五鹿山国家级自然保护区药用植物多样性研究 刘冠 王诚吉 3.90
- 云南新平磨盘山自然保护区地貌特征分析 高大威,王平,杨晓柳 3.97
- 西双版纳国家级保护区尚勇保护区冬候鸟初步调查研究 许利剑,宋军平,陶永祥,王巧燕,张莉 3.104
- 滇中新平磨盘山自然保护区气候特征分析 杨晓柳,王平,高大威 3.109
- 勐海县级自然保护区两栖爬行动物资源初步调查与区系分析 张莉,宗春森,杨昆凤,王巧燕 3.114
- 五道峡国家级自然保护区珍稀濒危保护植物优先保护定量研究 林邦俊,李亭亭,汪正祥,杨启池,徐玉洋 4.171
- 勐腊自然保护区亚洲象活动的时空规律及保护建议 许海龙,刀莉,刘生强,余东莉 4.179
- 广西饮用水水源保护区桉树价值和种植收益估算 陈显栋 5.56
- 勐海县级自然保护区种子植物区系分析 杨倩,罗胤 5.61
- 湖南省自然保护地体系建设 冯超,吴会平 5.66
- 林火研究**
- 张家界七星山旅游区森林防灭火体系建设初探 石光应,谭子幼,黄承忠 5.71
- 远程视频监控技术在森林防火中的应用研究 李健生,颜伟,刘福盛 5.77
- 生态服务功能**
- 湖北省马尾松林生态服务价值的空间分异特征 黄鑫,郑夔荣,周志翔,黄光体,孙林山 5.84
- 青海省森林生态系统服务功能价值评估研究 党晓鹏,蔡延玲 5.91
- 南平茫荡山国家级自然保护区森林生态服务功能价值评估 魏长源 5.101
- 森林资源管理**
- 广东吊钟花属植物资源调查研究 罗伟聪 汪晓丽 邢福武 1.71
- 基于多特征 SVM 的昆明市城市森林时空分布信息提取 陈健 黄泽远 1.75

重庆成都地区野花草地应用情况调查研究	郑添文 易小林 1.82
杨东山十二度水自然保护区信息化推动林区巡护新模式浅析	景美清 吴裕建 1.86
基于移动网络与地图类 APP 的凉山地区森林资源调查	王小军 武紫娟 1.91
Model Builder、SQL 在林业数据质检和统计汇总中的应用	黄冰倩,曹霸,朱红,夏婧 2.59
贵州省种苗管理系统设计与实现	王应泉,王洪波 2.64
青岛市即墨区县级多功能森林作业法系统设计	夏泽源,崔君滕,王健,逢晨 2.68
“三湖”径流区森林资源特点分析及经营管理建议	付文林,张丽仙 3.120
景洪市野生动物肇事及补偿情况调查研究	宋志勇,罗杰斯,刘婷娇 3.125
基于层次分析法的金秀圣堂山生态旅游资源评价与保护利用	孙昌平,刘智军,霍红 3.130
勐腊自然保护区砂仁种植现状及管理对策	许海龙,刀莉,余东莉 3.136
污染环境罪其他直接责任人认定标准的反思与重构	晋海,郇筱迪 4.150
福建省林权抵押收储担保制度的实施成效分析	刘祖军 4.157
对云南省级保护野生动物名录的考证	张琦 4.162
崇明世界级生态岛建设背景下古树名木保护管理研究	周圣贤,严国泰 4.166
支持陕南绿色农业发展的税收政策研究	唐波岐 5.132
长白山阔叶红松林草本植物季节动态分析	丁胜建 5.138
河南省集体所有国家级公益林管护现状分析及建议	任军战,党琼洁,赵向荣,李利,彭颖 5.142
漕涧林场野生杜鹃花属植物资源调查与保护对策	吴翠芬,杨建荣 5.146
非法收购盗伐、滥伐林木罪实证研究	聂新,于乾坤 5.151
广西商品林采伐法律制度营商环境优化研究	蒋凡,罗掌华,伍贤旭,石荣胜,许明,王永富 6.135
北京小西山资源植物现状及其发展对策研究	金莹杉,马润国,周晓东 6.140
<b>●森林格局研究</b>	
红枫湖流域森林景观格局尺度效应敏感性研究	王涛,禄鑫,肖彩霞 4.81
2009-2016 年崇左市凤凰山林场森林景观格局演变分析	邱世平,徐炳龙,游建华 4.89
五脑山枳椇天然种群分布格局研究	刘力萍,雍军,汪洋,朱红军,尹茜 4.97
<b>●石漠化治理</b>	
贵州省石漠化地区林业生态治理与林业产业协调发展模式研究	刘振露 4.103
玉溪市石漠化土地监测结果对比分析及防治对策	陈桂芬 4.107
<b>●森林公园</b>	
千岛湖国家森林公园古树名木资源特征及保护策略研究	徐高福 郑慧 余梅生 余启新 丰忠平 卢忠诚 章德三 余世成 方建华 1.94
国家公园环境教育理论研究与实践探索综述及展望	周雯 1.102
钦州市林湖森林公园植物园规划研究	叶明琴 唐庆 杨开太 1.107
<b>●产业开发</b>	
林业产业发展研究综述	高晶 支玲 1.112
新形势下保山市林木种苗与花卉产业发展思路	俞新水 彭翠松 吴建花 1.116
保山市中药材产业发展现状及经营策略分析	俞新水,孙永玉,吴建花 3.139



- 云南省核桃产业发展现状及对策分析 刘云高 3. 143
- 基于空间管制的产业活动管理面临的挑战及对策研究 邵蕊,李伟娜,徐琬莹,田建茹,左华 5. 158
- 昭通市核桃产业低产低效的成因分析 曾清贤,唐正森,李正银,丁永平,蒋德惠,张德良,崔华栋 5. 164
- 勐海县澳洲坚果产业发展状况分析与对策 张永坤,牛毅,贺熙勇,许国云,罗莉娟,李真子 5. 168
- 规划设计
- 分散性生态工业园区环境规划方法研究 蒋倓,万太寅,刘敏 1. 120
- 重庆市高校公共休读空间设计调查研究 陈思铤,杨岗,刘磊 1. 125
- 基于重庆市山地公园地形空间特征的儿童游戏场地设计研究 闵梓,张建林 1. 133
- 山地城市新型道路景观规划设计研究 胡婷婷,秦华,周智勇 2. 86
- 太谷县城景观风貌分区设计 李晨曦,郭晋平 2. 92
- 基于整体观的国际园林博览园城市展园边界空间设计探究 曾琪芮,张建林 2. 98
- 山丹河城郊段河岸植物景观设计 罗莎莎,王有国 3. 163
- 巴山珍稀植物园规划建设 李哲,邓小明 3. 173
- 干旱地区农业观光园规划研究 胡慧中,王恒,王诚吉 3. 177
- 基于GIS分析软件的河南大苏山国家森林公园植被规划 李兵兵,陈樱一,金辉,秦琰 4. 111
- 基于北京市调查数据的田园式养老基地适老性规划研究 张勇强,张云,闫惠 4. 117
- 动物研究
- 云南省野生动物收容救护现状调查分析 肖军,陆琳,王怡敏 2. 135
- 云南省野猪人工繁育产业调查评估 严艳伶,王怡敏,张雁辉,刘波 2. 144
- 湿地研究
- 箐花甸国家湿地公园植物多样性调查研究 吴富勤,陶晶,华朝朗,王跃华 1. 138
- 拉萨市城市规划区湿地保护现状与对策 路飞,许先鹏,鲜明睿,武旭 1. 143
- 湿地植物景观营造与生态恢复研究进展 杨倩,蔡雨新 6. 65
- 丽江市湿地保护面临的问题及对策建议 黄丽春 6. 69
- 君山江湖口湿地保护利用的生态设计策略 李志华,冯超,甘静静,陈溪路 6. 73
- 湿地公园游客环境责任行为意愿影响因素研究 郭梅秀 6. 188
- 中山市湿地公园建设模式探讨 朱利永,黄泓杰 6. 194
- 森林培育
- 慈竹叶片解剖结构的比较研究 郑静楠,董文渊,刘培,尹泽南,吴义远 1. 148
- 杂交竹高效培育技术在昭通市示范推广应用效果及前景分析 白祖云,李正根,杨梅,熊启华 1. 153
- 薄壳山核桃区域试验 张琦芬,朱正明,李朝荣,段志云 1. 159
- 栽培措施对广元油橄榄结果率的影响研究 唐巍,陈庆洲,漆明生,吴浩 1. 163
- 有机肥与不同类型复合肥配施对核桃幼树生长的影响 温琮文,赵保荣,蒋志东,王青叶 2. 122
- 昭通市毛竹防护型经济林丰产培育试验研究 白祖云,李正银,丁永平,曹安江,杨梅 2. 127
- 山茶水插接穗靠接技术研究 徐先银,李祖文 2. 133
- 交趾黄檀在西双版纳的引种生长表现及发展前景 朱先成,张劲松,龚江红,沙二 3. 148
- 臭氧环境对13种乡土树种光合作用的影响 郭成龙 3. 152

- 版纳甜龙竹笋早发多发技术措施试验 吴展奎,王博武,罗勇,袁慧坤 3. 158
- 昭通市核桃高桩换优综合技术初报 曾清贤,唐正森,李正银,丁永平,蒋德惠,张德良,崔华栋 4. 206
- 对曲靖市森林抚育管理及技术措施改进的探讨 崔军 4. 210
- 山西省营造林综合核查系统的研发及应用 赵树楷 4. 215
- 辽西地区困难立地钻孔覆膜造林技术研究 董鑫 4. 220
- 氮磷胁迫下云南松与早冬瓜混栽幼苗的光合生理指标反应及变化 刘智能 4. 225
- 独蒜兰分株繁殖增殖系数影响因素试验 吴必锋,谢镇国,余永富,李兴春 5. 105
- 保山 3 号余甘子优良无性系的选育与栽培技术 罗存贞,赵江萍,杨晓霞,李归林 5. 108
- 轻木在西双版纳低海拔地区栽培实用技术 邹寿青,华帅,段柱标,熊周权 5. 112
- “临 1 号”草果优良家系的选育研究 李秀君,杨建荣,万晓丽,樊绍光 6. 144
- PEG 模拟干旱胁迫对 3 个品种大叶醉鱼草种子萌发的影响研究 徐芳,蒋汶江,刘昆,李叶芳 6. 148
- 菜叶沼液对云南红竹生长的影响研究 谭宏超,单妍,谭汝强,刘啧啧 6. 154
- 4 个樱桃品种叶绿素荧光特性的比较研究 李静 6. 159

### ● 生态建设

- 白洋镇乡村道路与环境的适宜性研究 张轩铭 1. 166
- 靖西市石漠化土地动态变化研究 韦龙斌,巨文珍,黄道京,马一琳,许仕道,罗雪梅,刘峰 1. 170
- 基于主成分分析法的贵州省生态经济发展评价 寸菲,周汝良 2. 71
- 重庆石灰岩废弃矿山生态修复植物的筛选与应用 郝桂枝,祝浩翔,秦坤蓉,王海洋 2. 77
- 文山州石漠化生态治理模式探讨 苏亚林 2. 82
- 东莞市不同类型植被降温效果分析 苏雅丽,杨燕琼 3. 61
- 马关县林业生态扶贫攻坚的思路与策略 张祖海 3. 67
- 我国森林生态安全认知度分析 王馗,王金龙,肖更生,吴新华 3. 72

### ● 森林经营

- 主要气候因素与云南松天然林生长率的关系研究 皇宝林,温庆忠 3. 47
- 纳板河流域不同森林类型林分直径分布结构特征研究 赖叶青,张远荣,胡明星,张发山 3. 51
- 湖北兴山县种子植物区系研究 徐玉洋,李亭亭,杨启池,林邦俊,张贺贺,李玲 3. 56
- 千岛湖区森林季相景观现状与人工彩化林分构建 徐高福,余梅生,徐小忠 6. 96
- 数据挖掘技术在森林经营管理中的应用综述 童雅婷,董晨 6. 101
- 油橄榄灌溉研究进展 王雨霏,陈朝银,马婷,宁德鲁,李贤忠 6. 107
- 曲靖市混交林营造技术探讨 崔军 6. 112

### ● 生态旅游

- 滇东南博吉金国家森林公园旅游资源评价研究 丁智强,王平,李玉辉,吕雪蕾 2. 104
- 社区居民参与乡村旅游开发的途径 胥晓 2. 111
- 惠州市高潭镇生态旅游型森林小镇规划研究 刘轩,谢茂林,王雅祺 2. 115
- 基于实践论的生态旅游在自然保护区实践偏差研究 鲁小波,陈晓颖 6. 81
- 基于游客感知的南宁青秀山风景名胜旅游区游憩动机分析

聂永雄,唐世斌,郑道,黄欣宇,聂锦燕,梁彩霞 6. 88

子午道旅游景观设计构建	杨湘涛 6. 92
<b>●森林城市</b>	
珠三角国家森林城市群建设理念与策略	李志华 战国强 冯超 张智昌 1. 194
临沧市国家森林城市建设规划研究	黄海燕 戴益源 孙亚丽 1. 200
关于我国森林城市建设规划的几点思考	王小菲 1. 206
<b>●城市森林</b>	
森林进城围城评价指标体系研究	杨超裕,陈传国,杨沅志,陈哲华,姜杰 4. 184
城市道路绿化带景观的可识别性设计研究	蔡燕婕 4. 189
渭南市人和公园植物资源调查及景观分析	高志勇,王淋,刘史力,张洪利,谢恒星 4. 194
海口城市公园主要植物种类及其配置模式	王雯 4. 201
郑州市中心城区行道树结构特征分析	郑潘婷,李玉,田长丰,杨秋生 6. 116
基于 AHP 法的广西苍梧县 4 个观光茶园景观满意度测评	韩婷婷,唐世斌,严壮洵,黎敏芝,聂锦燕,陈梅 6. 123
基于认知和期望视角的森林小镇藤蔓景观设计策略研究	徐阳丽,唐世斌,唐庆,邓荣艳,李祖毅 6. 129
<b>●古树名木</b>	
广东省古树名木资源现状及分布研究	陈秋菊,郭盛才,陈盼 5. 172
广东省古树名木保护管理现状及发展策略	郭盛才,刘锡辉,陈富强,陈秋菊 5. 176
许昌市古树名木资源特征分析	陈晓燕,陈守耀,周征,朱倩丽,秦元元 5. 181
民和县古树名木资源调查评价和保护对策	张富强 5. 186
<b>●论坛</b>	
农民专业合作社成员权属性、内容及其完善	张强 1. 176
云南野生动物园游客评价与期望研究	王钰任玲姜楠李兆元 1. 184
三明市林业生态文化建设初探	庄丽 缪丽娟 李锦焯 1. 190
国家植物博物馆建设的必要性及解读	杨清,吴展奎 2. 171
山西历史文化古城综合价值评价研究	温媛媛,武小钢 2. 177
上安古村聚落格局与民居形态分析	郭启航,郭晋平 2. 183
易门县森林重点火险区火灾防控对策	张占兴,张丽珍 2. 187
山西农业大学校园学生场所依恋研究	陈田张珂,武小钢 2. 191
生态学理论在昆明市园林绿化中的应用前景展望	熊凌,王革 3. 185
三台县国家柏木良种基地种子园经营管理实践	谯万智,张庆辉,刘高亮,王峰 3. 189
昭通市农村能源发展趋势研究	白祖云,赖叶青,马原,陈家彭,白祖翠,王忠梅 3. 193
淳安县林业总场科技创新状况调查研究	徐高福,郑慧,余梅生 4. 125
韩国森林福祉现状及对北京的启示	肖雁青,张文涛,邹大林,王艳洁 4. 130
基于绿色开敞空间的环境教育文献可视化分析	翁恩彬,秦昊林,翁殊斐 4. 133
对国家植物博物馆选址的思考	杨清,吴展奎 4. 139
六次产业化对我国推进乡村产业振兴的启示	李丽霞,朱强 4. 145
国家植物博物馆规划建设应处理好的几个关系	杨清,吴展奎,袁慧坤 5. 190

基于师生与涉林企业评价的园林技术课程体系构建	汪洋, 田玉娥 5. 194
基于 activiti 工作流的竹藤中心科研管理及办公平台研究与实现	王丹, 莫蓓蓓, 何莹, 王明瑜 5. 202
民族地区国家储备林公私合作供给机制与实施研究	李宜强, 韦佳慧 6. 164
宝鸡市金台森林公园居民休闲满意度调查实证研究	张金凤 6. 171
普洱市林下有机三七产业发展优势及关键问题研究	余志飞, 张瑞君 6. 177
太原市城市绿地生态系统服务供需平衡评价	李兆中, 武小钢 6. 182
<b>● 植物景观研究</b>	
保健型芳香植物在居住区景观中的应用	牟泳宇, 刘磊 2. 147
抗战时期重庆校园景观研究	彭双飞, 李良 2. 153
福州市城市园林景观设计中的槭树科植物的应用研究	陈蕊 2. 159
重庆北碚公园植物景观调查与评价	张婉婷, 张建林 2. 164
基于 AHP—FCE 法的中国农业大学烟台校区景观评价	米广宇, 马之珺, 夏嘉呈, 李林 3. 199
基于 SBE 法的景洪市棕榈植物景观配置评价	刘敏, 魏开云, 王锦, 张夏梦, 宋鼎 3. 206
基于综合评价指数法的城市道路绿化植物景观配置评价研究	韩轶华, 刘艳红 3. 213
基于节约性思想的重庆都市休闲农业园植物景观研究	杨梦琪 3. 220
云南野生动物园食草动物区植物景观配置改造策略	杨磊, 王晶, 张芮婕 3. 226
<b>● 园林</b>	
云南藏传佛寺园林研究现状与展望	李培欣 许耘红 1. 210
羌藏文化在园林景观中的应用	常珊 唐红 1. 215
西湖大地景观研究进展	张亚琼 赵梓娟 周晨 1. 220
山地城市公园坡地对林地植物景观的影响研究	金光娟 王海洋 赵心怡 欧阳丽娜 1. 224
基于 LID 理念的西农成教学院周边景观改造研究	刘冠, 王诚吉 2. 195
城市绿地植物群落优化配置方法初探	葛佩琳, 郭利平, 邓伟 2. 203
晋城市道路绿化现状分析与植物配置模式探究	郭昕懿, 米美霞, 郭佩, 郭晋平 2. 209
西藏高寒地区带状景观空间艺术特征营造及实践	刘学锋, 韩慧丽 2. 216
太原市居住区绿地植物应用与配置模式研究	郝征艺, 张芸香, 白晋华, 郭昕懿, 郭晋平 2. 222
延安市老城区道路绿地现状调查及改造建议	艾宁, 雷佳, 潘晓茸, 廖峻, 庞永琦, 强方方 5. 207
包头市园林绿化节水型植物配置研究	敖瑞雪, 张海红 5. 213
市政道路节点绿景对道路交通功能改造提升的影响研究	谢毅 5. 217
重庆园博园北京园造景特色分析	谭鑫, 秦华 5. 222
湿地公园景观建筑使用状况评价体系构建初探	赵瑜, 李海荣, 叶惠珠, 潘汝, 谭秀梅 6. 199
海绵道路景观提升策略	魏翔燕 6. 203
重庆中央公园植物景观配置模式分析	邓瑞 6. 207
西南大学校园观赏植物资源调查与应用研究	孙樱毫, 刘磊 6. 213
重庆碧津公园植物景观及空间营造分析	杨析墨, 吴樾 6. 218

# 《林业调查规划》征稿简则

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖,在云南期刊奖评选中,连续二届荣获“优秀期刊奖”。

## 1 来稿要求

**1.1 文章内容与字数:** 要求文稿真实、准确地反映当前林业生产、科研的新成果,内容具有先进性、科学性、实用性。来稿字数以4 000~8 000字为宜(含图表)。如为基金项目,请注明论文的基金资助名称和项目编号。

**1.2 文题:** 文题要言简意赅,以不超过20字为宜。

**1.3 署名:** 第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

**1.4 单位:** 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

**1.5 摘要和关键词:** 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结果和结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在300字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

**1.6 正文:** 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

**1.7 图和表:** 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

**1.8 量、单位和符号:** 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm<sup>2</sup>、m<sup>2</sup>、dm<sup>2</sup>、cm<sup>2</sup>;体积单位:m<sup>3</sup>、L、mL;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

**1.9 数字的写法:** 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

**1.10 参考文献:** 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并

用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[C]//编著者。论文集名。出版地:出版单位,出版年;起止页码。④电子文献:[序号]主要责任者。电子文献题名[电子文献及载体类型标识]。电子文献的出处或可获得地址,发表日期/引用日期(任选)。参考文献类型代码分别为:普通图书[M]、会议录[C]、汇编[G]、报纸[N]、期刊[J]、学位论文[D]、报告[R]、标准[S]、专利[P]、数据库[DB]、计算机程序[CP]、电子公告[EB]。电子文献载体类型标志如下:磁带[MT]、磁盘[DK]、光盘[CD]、联机网络[OL]。对于专著、论文集中析出的文献,其文献类型标识采用[C]//,对于图书中析出的文献采用[M]//,对于其他未说明文献类型的标识采用[Z]。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。作者对以上要求如有不明,可参考本刊近期文章或咨询编辑部。投稿前请对稿件认真逐项修改,补充有关内容。

## 2 投稿与稿件处理

1)投稿前,请登录本刊网站(<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>)认真阅读本刊征稿简则中的各项说明,投稿后请电话告知编辑部以便查对。

2)本刊实行严格的审稿制度,稿件送相关专家审阅,并由编委会讨论定稿。来稿请勿一稿多投。编辑部收稿后将在10日内通知作者审稿结果。

3)来稿一经刊用,将按规定收取专家审稿费,根据论文所占版面情况收取论文发表费,并付给作者稿酬。具体数额以本刊所发通知为准。来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册期刊。对具创新性、高质量稿件,优先安排发表,并根据创新性水平减、免审稿费和版面费,稿酬从优。

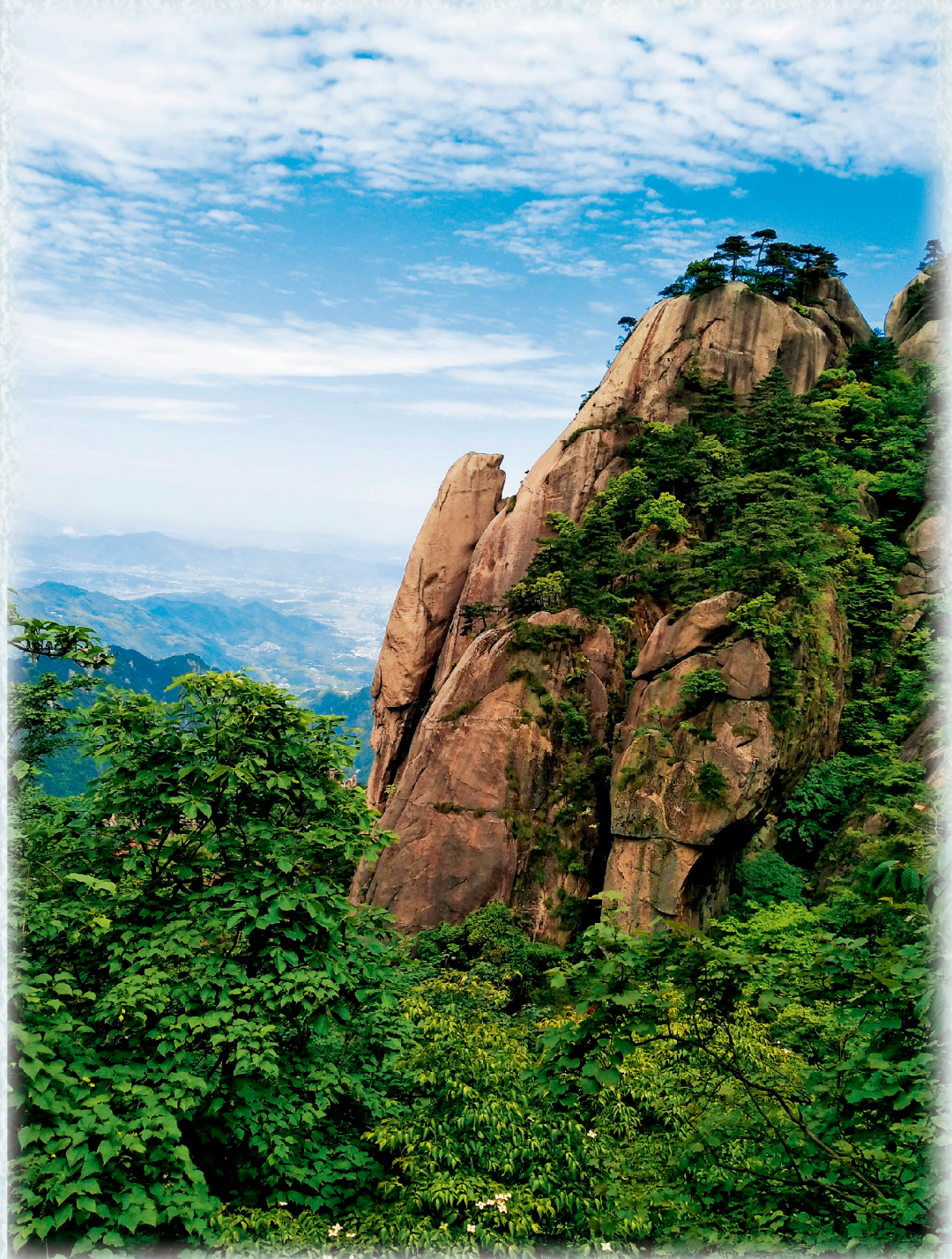
4)来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

5)为拓宽学术交流渠道,本刊已加入“中国期刊全文数据库”和“数字化期刊群”等期刊数据库,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

6)本刊编辑部保留对来稿进行必要的文字修改、删节的权利,如作者不允许修改,请在来稿中注明。

2009年第三届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”

2012年第四届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”



金龟望北斗



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

