

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45卷 第一期

Vol.45 No.1

二〇二〇年一月

2020 1

第45卷 第1期  
Vol.45 No.1

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45卷 第1期 (总第235期) 2020年1月

# Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 45 No. 1 (Sum No. 235) Jan. 2020

主办单位 云南省林业调查规划院  
西南地区林业信息中心

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

## 《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

## Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

## 委员 (按姓氏笔画排序)

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

## Members:

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

## 《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 刘平书 许易琦 吕鹏程  
杨焱熔 张林艳 张瑞君

## Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

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

英文责编 杨焱熔

English Editor in Charge: YANG Junrong

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号  
云南省林业调查规划院

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

邮编 650051

Post Code: 650051

电话 0871-63318347; 63332538

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

Fax: 86-0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

Email: ynfip@vip.163.com

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

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

订购处 《林业调查规划》编辑部

Order Place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

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

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

广告经营许可证号 5300004000093

Ad. Licence: 5300004000093

国内定价 20.00元

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

# 林业调查规划

第 45 卷 第 1 期

(总第 235 期)

2020 年 1 月

## 目 次

### ●森林经理

- 2006—2016 年昆明市西山林场森林资源碳储量动态分析 ..... 陈 洁,李红旭,王维芳(1)  
基于森林资源连续清查样地数据的林分林木生长模型研制 ..... 蒋丽秀(8)  
基于层次分析法的森林健康状况评价研究 ..... 董金茂,崔一民(15)

### ●研究与探索

- 基于气候适应性的传统民居设计语言模式研究 ..... 员梦娜,张 敏,刘艳红(19)  
澜沧江省级自然保护区沿江两岸植被类型分析 ..... 余正才,毛凯东,徐晓燕,李帅锋(27)  
城市发展推动下的济南市景观格局变动研究 ..... 魏亚男,张元朋(32)  
植被覆盖率变化对气象要素的影响研究 ..... 易永力,李艳君(37)

### ●生物多样性

- 广东乳源南水湖国家湿地公园两栖爬行动物多样性调查研究  
..... 杨江波,韩婉诗,李建宏,杨易平,何仕超(41)  
哈巴雪山省级自然保护区植被分布特征及其多样性保护研究 ..... 吴学靖,余昌元(47)  
广东乳源南水湖国家湿地公园蝶类群落多样性及其时序动态研究  
..... 韩婉诗,黄宇亮,李建宏,杨易平,何仕超(52)

### ●林火研究

- 基于文献计量分析的林火遥感研究现状及发展趋势 ..... 韩 丽,戴必辉,王秋华,陈爱梅,韩 毓(60)  
基于 DEM 的永平县森林防火瞭望台可见性分析 ..... 阳 昭(67)

### ●森林公园

- 郑州黄河国家湿地公园使用特征及满意度研究 ..... 吝成旺,杨延基,禹 冰,冯理明,王鹏飞(72)  
青海省以国家公园为主体建立自然保护地体系探析 ..... 蔡延玲,党晓鹏(79)  
河北武安国家森林公园藤本植物资源调查研究 ..... 高萌萌,王兰明,李 安,卢 彤,陈 曦,李良涛(84)

### ●生态建设

- 基于森林资源连续清查数据的云南省森林生态系统水源涵养功能动态评价 ..... 邓永红,肖 丰(90)  
赣东北地区不同林分类型的生态服务功能价值评估 ..... 肖舜祯(96)  
广西森林资源与生态状况监测体系建设构想 ..... 罗蔚生,农胜奇,蔡会德,卢 峰,莫奇京,李惺颖(100)

生态环境保护与农民福祉关系研究文献综述..... 薛国祥,支玲(106)

## ●森林资源管理

破坏植物资源犯罪中违法性认识问题案例探析..... 晋海,程澄(111)

自然资源视角下的林地界定标准探究..... 申树云,宁秀红(116)

## ●森林经营

郑州市城区悬铃木生长与健康状况调研..... 孙毅宁,周小娟,刘杰(120)

昆明地区板栗提质增效技术措施研究..... 杨伟志,秦秀兰,甘雨,高俊峰(127)

思茅松种子园疏伐强度探究..... 陈绍安,徐玉梅,钟萍,杨德军(132)

不同施肥处理对油茶生长及土壤肥力的影响..... 赵文东,宁曼曼,徐永腾,覃其云,潘波(135)

## ●森林培育

砧根“草莓漩涡”对高温胁迫的生长及生理响应..... 陈丽花,王朝英,谢英赞,马立辉,刘杨(141)

4个油橄榄品种在昆明市海口林场的生长表现..... 解坤梅,严毅,赵予溪,何银忠(150)

3个松类树种在富源县石漠化地区造林成效探析..... 王祖芳,叶淑惠,肖华(153)

保水剂对千里光种子萌发及幼苗生长的影响研究..... 蒋汶江,徐毅刚,洪瑜婕,杨文良(156)

## ●论坛

广西国有林场存在的问题及高质量发展对策..... 陈广财,王磊,丁允辉,和太平(159)

对云南省生态保护红线评估工作的思考..... 周永兴(164)

千岛湖森林康养基地发展路径探析..... 徐高福,徐小忠,余梅生(168)

勐腊县珍贵用材树种发展现状与对策研究..... 朱先成,黄运荣,孙晴,沙二(173)

## ●园林

桂柳地区优良园林地被植物的筛选与运用..... 何志红,秦惠珍,蒋运生,唐健民,韦霄,邹蓉,朱成豪(176)

贵州师范大学地被植物资源及其园林运用研究..... 郭贵香,秦华(184)

基于感知和行为视角的校园滨水景观偏好研究..... 高雅玲,张铭桓,陈凯旋,叶沐涵,邓诗靖,黄河(190)

城市有机更新背景下的老年型公园景观规划设计..... 杨尊尊(197)

望海..... 许易琦摄(封面)

榕树气生根..... 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

- Dynamic Analysis on Carbon Storage of Forest Resources in Xishan Forest Farm of Kunming from 2006 to 2016  
..... CHEN Jie, LI Hongxu, WANG Weifang( 1 )
- Development of Stand and Wood Growth Models Based on Data of Continuous Forest Inventory ..... JIANG Lixiu(8)
- Evaluation of Forest Health Based on Analytic Hierarchy Process ..... DONG Jinmao, CUI Yimin(15)

### ● Research and Exploration

- Design Language Model of Traditional Dwellings Based on Climate Adaptability  
..... YUAN Mengna, ZHANG Min, LIU Yanhong( 19 )
- Analysis of Vegetation Types along the River in Langcangjiang Provincial Nature Reserve  
..... YU Zhengcai, MAO Kaidong, XU Xiaoyan, LI Shuaifeng(27)
- Change of Landscape Pattern in Jinan City Driven by Urban Development ..... WEI Yanan, ZHANG Yuanpeng(32)
- Influence of Vegetation Coverage Change on Meteorological Elements ..... YI Yongli, LI Yanjun(37)

### ● Biological Diversity

- Diversity of Amphibians and Reptiles in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong  
..... YANG Jiangbo, HAN Wanshi, LI Jianhong, YANG Yiping, HE Shichao(41)
- Vegetation Distribution Characteristics and Diversity Conservation in Habaxueshan Provincial Nature Reserve  
..... WU Xuejing, YU Changyuan(47)
- Diversity and Temporal Dynamics of Butterfly Community in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong  
..... HAN Wanshi, HUANG Yuliang, LI Jianhong, YANG Yiping, HE Shichao(52)

### ● Forest Fire Research

- Research Status and Development Trend of Forest Fire Remote Sensing Based on Bibliometric Analysis  
..... HAN Li, DAI Bihui, WANG Qiuhua, CHEN Aimei, HAN Yu(60)
- Visibility Analysis of Forest Fire Observatory in Yongping County Based on DEM ..... YANG Zhao(67)

### ● Forest Park

- Utilization Characteristics and Satisfaction of Zhengzhou Yellow River National Wetland Park  
..... LIN Chengwang, YANG Yanji, YU Bing, FENG Liming, WANG Pengfei(72)
- Establishment of Natural Reserves System with National Park as the Leading Part in Qinghai Province  
..... CAI Yanlin, DANG Xiaopeng(79)
- Vine Resources of Wu'an National Forest Park in Hebei Province  
..... GAO Mengmeng, WANG Lanming, LI An, LU Tong, CHEN Xi, LI Liangtao(84)

### ● Ecological Construction

- Dynamic Evaluation of Water Conservation Function of Forest Ecosystem in Yunnan Province Based on Continuous  
Forest Inventory Data ..... DENG Yonghong, XIAO Feng(90)
- Value Evaluation of Ecological Services of Different Stand Types in Northeast Jiangxi ..... XIAO Shunzhen (96)

Conception on Construction of Forest Resources and Ecological Monitoring System in Guangxi  
..... LUO Weisheng, NONG Shengqi, CAI Huide, LU Feng, MO Qijing, LI Xingying (100)

Literature Review on Relationship between Ecological Environment Protection and Farmers' Well-being  
..... XUE Guoxiang, ZHI Ling (106)

### ● Forest Resource Management

Analysis of Illegality Cognition in the Crime of Destroying Plant Resources ..... JIN Hai, CHENG Cheng (111)

Discussion on Definition Standard of Forest Land from the Perspective of Natural Resources  
..... SHEN Shuyun, NING Xiuhong (116)

### ● Forest Operation

Study on Growth and Health Status of *Platanus* in Zhengzhou City ..... SUN Yining, ZHOU Xiaojuan, LIU Jie (120)

Technical Measures of Quality and Efficiency Improvement of *Castanea mollissima* in Kunming  
..... YANG Weizhi, QIN Xiulan, GAN Yu, GAO Junfeng (127)

Study on Thinning Intensity of *Pinus kesiya* Seed Orchard ..... CHEN Shaoan, XU Yumei, ZHONG Ping, YANG Dejun (132)

Effect of Different Fertilizers on Growth and Soil Fertility of *Camellia oleifera*  
..... ZHAO Wendong, NING Manman, XU Yongteng, QIN Qiyun, PAN Bo (135)

### ● Forest Cultivation

Growth and Physiological Response of *Heuchera micrantha* 'Strawberry Swirl' to High Temperature Stress  
..... CHEN Lihua, WANG Chaoying, XIE Yingzan, MA Lihui, LIU Yang (141)

Growth Performance of Four *Olea europaea* Varieties in Haikou Forest Farm of Kunming  
..... XIE Kunmei, YAN Yi, ZHAO Yuxi, HE Yinzong (150)

Afforestation Effect of Three Pinaceae Species in Rocky Desertification Area of Fuyuan County  
..... WANG Zufang, YE Shuhui, XIAO Hua (153)

Effect of Super Absorbent Polymer on Seed Germination and Seedling Growth of *Senecio scandens*  
..... JIANG Wenjiang, XU Yigang, HONG Yujie, YANG Wenliang (156)

### ● Forum

Problems and High Quality Development Countermeasures of State-owned Forest Farms in Guangxi  
..... CHEN Guangcai, WANG Lei, DING Yunhui, HE Taiping (159)

Thoughts on Assessment of Ecological Red Line in Yunnan ..... ZHOU Yongxing (164)

Analysis on Development Path of Forest Health Base in Qiandao Lake ..... XU Gaofu, XU Xiaozhong, YU Meisheng (168)

Current Status and Development Strategy of Valuable Timber Species in Mengla County  
..... ZHU Xiancheng, HUANG Yunrong, SUN Qing, SHA Er (173)

### ● Landscape Architecture

Selection and Application of Excellent Garden Ground Cover Plants in Guilin and Liuzhou  
..... HE Zhihong, QIN Huizhen, JIANG Yunsheng, TANG Jianmin, WEI Xiao, ZOU Rong, ZHU Chenghao (176)

Resources and Application of Ground Cover Plants in Guizhou Normal University ..... GUO Guixiang, QIN Hua (184)

Preference of Campus Waterfront Landscape Based on Perception and Behavior  
..... GAO Yaling, ZHANG Minghuan, CHEN Kaixuan, YE Muhan, DENG Shijing, HUANG He (190)

Landscape Planning and Design of Parks for the Elderly under the Background of Urban Organic Renewal ..... YANG Zunzun (197)

Sea View ..... Photographed by XU Yiqi (Front cover)

Aerial root of *Ficus microcarpa* ..... Photographed by XU Yiqi (Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.001

## 2006—2016年昆明市西山林场森林资源碳储量动态分析

陈洁<sup>1</sup>,李红旭<sup>1</sup>,王维芳<sup>2</sup>

(1.昆明市西山林场,云南昆明650100;2.东北林业大学,黑龙江哈尔滨150040)

**摘要:**基于2006年、2016年森林资源调查数据,运用生物量扩展因子法估算乔木林各优势树种(组)生物量,并根据生物量和含碳系数的大小,计算碳储量、碳密度,藉此对不同优势树种(组)、不同起源林分、不同林龄林分、不同类型林分碳储量、碳密度进行了比较分析。结果表明,10年间昆明市西山林场森林面积、蓄积增加151 hm<sup>2</sup>、58 060 m<sup>3</sup>;碳储量增加了25 230.64 t,达到111 530.27 t,比2006年增加了23%。碳密度随林龄的增加而增加。

**关键词:**森林资源;碳储量;碳密度;昆明市西山林场

中图分类号:P461.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0001-07

引文格式:陈洁,李红旭,王维芳.2006—2016年昆明市西山林场森林资源碳储量动态分析[J].林业调查规划,2020,45(1):1-7.

CHEN Jie, LI Hongxu, WANG Weifang. Dynamic Analysis on Carbon Storage of Forest Resources in Xishan Forest Farm of Kunming from 2006 to 2016 [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 1-7.

### Dynamic Analysis on Carbon Storage of Forest Resources in Xishan Forest Farm of Kunming from 2006 to 2016

CHEN Jie<sup>1</sup>, LI Hongxu<sup>1</sup>, WANG Weifang<sup>2</sup>

(1. Xishan Forest Farm of Kunming, Kunming 650100, China; 2. Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract:** Based on the investigation data of forest resources in 2006 and 2016, the biomass expansion factor method was used to estimate the biomass of each dominant tree species (groups) in arbor forest, and the carbon storage and carbon density were calculated according to the size of biomass and carbon coefficient, so as to compare and analyze the carbon storage and carbon density of different dominant tree species (groups) and different types of stands with different origins and different ages. The results showed that the forest area and stock volume of Xishan Forest Farm increased by 151 hm<sup>2</sup> and 58 060 m<sup>3</sup> respectively, and the carbon storage increased by 25 230.64 t to 111 530.27 t, 23% more than that in 2006. The carbon density increased with the increase of forest age.

**Key words:** forest resources; carbon storage; carbon density; Xishan Forest Farm of Kunming

森林是陆地生态系统最大的碳库。森林生态系统在维护区域生态环境和全球碳平衡方面均起着极其重要和不可替代的作用,因此对森林地上碳储

量的研究有重要意义<sup>[1]</sup>。昆明市西山林场的森林资源在改善昆明地区森林生态环境,调节气候、涵养水源、净化空气方面发挥着积极作用。本文基于

收稿日期:2019-07-15;修回日期:2019-08-27.

第一作者:陈洁(1969-),女,云南昆明人,高级工程师。从事森林培育、病虫害防治、乡土树种培育等工作。

2006 年、2016 年全省第三次、第四次森林资源清查数据,对昆明市西山林场森林资源对比研究,划分优势树种(组)华山松、柏木、云南松、栎类、桉类、油杉、其它硬阔、其它软阔、樟、杨、杉木 11 个,运用生物量扩展因子法估算不同森林类型、不同起源、不同林龄结构生物量、碳储量以及碳密度,运用 Excel 按不同林龄组、林型、起源统计生物量、碳储量、碳密度,进而分析森林对大气中二氧化碳的吸收能力以及对生态环境的净化作用,并藉此对林场的经营管理提出建议。

### 1 研究区概况

#### 1.1 地理概况

昆明市西山林场(以下简称林场)位于昆明市区的西北面,地理位置介于东经 102°21'~102°42',北纬 24°59'~25°09'之间。林场经营总面积为 5 000.4 hm<sup>2</sup>,分布在西山区、五华区 and 楚雄彝族自治州禄丰县三个行政区(区县)。林场经营范围南起车家壁,北至长虫山,南北跨度 17 km;东起春雨

路,西至与禄丰县交界处的武家箐,东西跨度 36 km。

林场区域属于滇中高原浅切割中山地形,“湖泊高原”盆地面山地貌,山脉呈南北延伸,地形变化不大。气候属于低纬度高海拔的亚热带半湿性季风气候,年平均气温 14.1℃。绝对最低气温-5.6℃(一月份),最热月年平均气温不超过 20℃,绝对最高气温 31.5℃(五月份),气温年较差一般在 10℃左右,气温日较差 9.4~11.1℃。降雨量随海拔高度变化,年平均降雨量 800~1 200 mm,旱季、雨季分明。

#### 1.2 森林资源状况及变动

2006 及 2016 年森林资源调查资料表明,林场经营范围没有变化,林地面积有所增加。有林地面积增加 200.1 hm<sup>2</sup>,比上期增加 6.05%,其中,有林地中的纯林面积增加 721.1 hm<sup>2</sup>,混交林面积减少 569.6 hm<sup>2</sup>;灌木林面积增加 187.2 hm<sup>2</sup>,比上期增加 152.07%,主要为其他灌木林地面积增加。详见表 1。

表 1 昆明市西山林场 2006—2016 年森林资源概况

Tab. 1 General situation of forest resources in Xishan Forest Farm of Kunming from 2006 to 2016 hm<sup>2</sup>,m<sup>3</sup>

年份	林地		有林地										灌木林 面积
			合计		乔木林						经济林	竹林	
	面积	蓄积	面积	蓄积	针叶林		阔叶林		混交林				面积
2006	4037.5	182400	3308.0	181810	1310.0	57790	478.5	30920	1467.0	93100	53.5	0	123.1
2016	4153.7	241370	3506.2	239860	1477.9	96660	1030.7	88650	897.4	54550	98.0	2.2	310.3

### 2 数据来源和研究方法

#### 2.1 数据来源

2006 年森林资源统计报告、2016 年森林资源规划设计调查报告,林班、小班数据,森林分布图。

#### 2.2 研究方法

##### 2.2.1 优势树种生物量估算

运用生物量扩展因子法建立生物量与蓄积量间的关系,并采用 2013 年中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报中公布的优势树种(组)含碳率、木材密度、扩展因子、地下/地上生物量比值参考值,估算林场森林资源中乔木林生物量。

$$B_i = V_i \times D \times BEF \times (1 + R) \tag{1}$$

式中: $B_i$ 为某一树种组(森林类型)的总生物量( $t$ );

$V_i$ 为某一树种组(森林类型)的总蓄积量; $D$ 为某一树种组(森林类型)的木材密度( $td/hm^2 \cdot m^3$ ); $BEF$ 为生物量扩展因子; $R$ 为根茎比。结果见表 2。

##### 2.2.2 碳储量、碳密度估计方法

碳储量取决于生物量和含碳系数的大小,以各优势树种不同含碳率、不同地上生物量与地下生物量的关系,不同的木材密度等角度对各优势树种碳储量进行对比,进而估算林场森林植被碳储量<sup>[3]</sup>。

$$C = B_i \times C_f \tag{2}$$

$$P_c = C/S \tag{3}$$

式中: $C$ 为某一森林类型的森林植被碳储量( $tC$ ); $C_f$ 为某一树种生物量含碳率( $tC/(td \cdot hm^2)$ ); $P_c$ 为碳密度( $t/hm^2$ ); $S$ 为某一优势树种面积  $hm^2$ 。



表 2 云南省主要优势树种(组)基本木材密度、生物量含碳率、生物量扩展因子(BEF)地下生物量/地上生物比值参考值

Tab. 2 Reference values of basic wood density, biomass carbon content, biomass expansion factor (BEF) underground biomass/aboveground biomass ratio of main dominant tree species (groups) in Yunnan Province

优势树种 (组)	D /(td · hm <sup>-2</sup> · m <sup>-3</sup> )	BEF	R	C <sub>F</sub> /(tC · td · hm <sup>-2</sup> )
云南松	0.483	1.619	0.146	0.511
华山松	0.396	1.785	0.170	0.523
油杉	0.448	1.667	0.277	0.500
柏木	0.478	1.732	0.220	0.510
栎类	0.676	1.355	0.292	0.500
桉树	0.578	1.263	0.221	0.525
其他软阔	0.443	1.586	0.289	0.485
其它硬阔	0.598	1.674	0.261	0.497
杨树	0.378	1.446	0.227	0.496
杉木	0.307	1.634	0.246	0.520
针叶林	0.405	1.587	0.267	0.510
阔叶林	0.482	1.514	0.262	0.490
混交林	0.486	1.656	0.248	0.498
灌木林				0.470
经济林				0.500
竹林				0.500

注:参数来源于《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”(2003)。

### 2.2.3 经济林、灌木林及竹林的生物量及碳储量估算方法

对经济林、灌木林及竹林,由于林地复杂,其储量无法准确测量,在清查数据中资料不详细,无法通过建立生物量与蓄积量的关系对其进行估算,采用单位面积平均生物量与面积的乘积,再采用生物量乘以生物量含碳率的方法进行估算。

经济林碳储量 = 经济林单位面积生物量 × 面积 × 生物量含碳率

灌木林碳储量 = 灌木林单位面积生物量 × 面积 × 生物量含碳率

竹林碳储量 = 竹林单位面积生物量 × 面积 × 生物量含碳率

我国经济林的平均生物量为 23.7t/hm<sup>2</sup>,秦岭淮河以南的灌木林单位面积平均生物量为 19.76 t/hm<sup>2</sup>,杂竹的平均生物量为 47.86 t/hm<sup>2</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同优势树种碳储量、碳密度动态变化

#### 3.1.1 不同优势树种碳储量、碳密度估算结果

依据 2006 年、2016 年全省第三次、第四次森林资源清查数据,将林场优势树种分为 11 个,对其生物量、碳储量、碳密度进行了估算,结果如表 3。

总体上,2016 年林场森林面积、蓄积比 2006 年分别增加 151 hm<sup>2</sup>、58 060 m<sup>3</sup>,碳储量增加 28 847.93 t。

表 3 各优势树种 2006—2016 年面积、蓄积、碳储量、碳密度

Tab. 3 Area, stock volume, carbon storage and carbon density of each dominant tree species from 2006 to 2016

优势树种	面积/hm <sup>2</sup>		蓄积/m <sup>3</sup>		生物量/t		碳储量/tC		碳密度/(tC · hm <sup>-2</sup> )	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
云南松	760.8	577.8	36710	27750	32897.51	24868.04	16810.63	12707.57	22.10	21.99
油杉	28.4	48.0	2270	4300	2164.86	4100.84	1082.43	2050.42	38.11	42.72
华山松	787.2	670.8	50570	49400	41822.71	40855.09	21873.28	21367.21	27.79	31.85
柏木	524.9	629.4	15630	39810	15786.82	40209.42	8051.28	20506.80	15.34	32.58
桉类	445.8	341.4	28990	37430	25840.15	33363.12	13566.08	17515.64	30.43	51.31
栎类	380.4	543.4	30500	45260	36095.11	53562.77	18047.55	26781.39	47.44	49.28
其它硬阔	115.4	23.3	4810	520	6071.79	656.41	3017.68	326.24	26.15	14.00
其他软阔	212.2	553.1	12320	34550	11157.59	31290.17	5411.43	15175.73	25.50	27.44
樟类		3.4				0.00		0.00		0.00
杨树		13.9		560		375.57		186.28		13.40
杉木		1.9		280		175.01		91.01		47.90
合计	3255.1	3406.4	181800	239860	173842.55	229456.45	87860.36	116708.29	232.86	332.47

2006 年调查时优势树种为 13 个,2016 年调查时优势树种为 21 个,以云南省主要优势树种(组)基本木材密度(D)、生物量含碳率(C<sub>F</sub>)、生物量扩展因子(BEF)、地下生物量/地上生物比值参考值(R)进行划分,确定 11 个优势树种组,对优势树种的生物

量、碳储量、碳密度进行了估算,2016 年碳密度均大于 2006 年,各树种组除云南松、其它硬阔有所下降,其它树种均不同程度上升,增加最多的是柏树、桉树(图 1)。

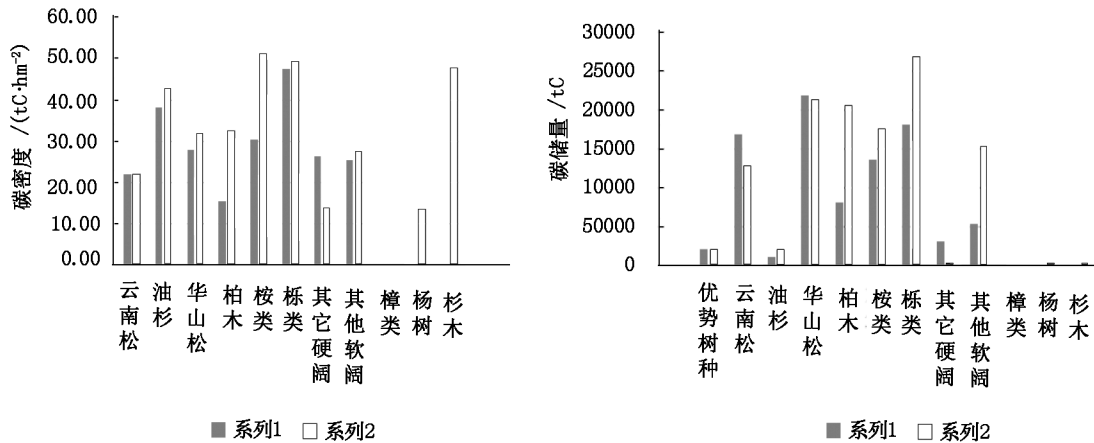


图 1 各优势树种组碳密度、碳储量对比

Fig. 1 Comparison of carbon storage and carbon density of each dominant tree species (groups)

### 3.1.2 不同优势树种碳储量、碳密度分析

由于各优势树种的生长特点、木材密度不同,使得其碳储量、碳密度存在差异(图 1)。2006 年,11 个优势树种组碳密度为 15.34~47.44 tC/hm<sup>2</sup>,相差值 31.1 t;柏树碳密度最高。2016 年,11 个优势树种组碳密度为 13.40~51.31 tC/hm<sup>2</sup>,相差值 37.91,桉树碳密度最高。

碳储量的变化与面积有相关性,相比 2006 年,2016 年云南松、华山松、桉树、其它硬阔面积减少,云南松、其它硬阔、华山松碳储量有所下降,但是桉树面积也下降,碳储量却增加。相比 2006 年,2016 年碳储量增长显著的有柏树、栎类、其它软阔。

### 3.2 不同起源林分碳储量、碳密度动态变化

#### 3.2.1 林分起源对碳储量、碳密度的影响

2006 年碳储量,天然林为 51 798.81 t,人工林为 36 061.55 t;2016 年,天然林碳储量为 58 669.61 t,比 2006 年增长了 6 870.8 t,人工林碳储量为 58 038.68 t,增加了 21 977.13 t,增加量最大。2016 年天然林面积减少 128.6 hm<sup>2</sup>,碳储量却增加了 6 870.8 t;人工林面积增加 279.5 hm<sup>2</sup>,碳储量增加 21 977.13 t(表 4)。

#### 3.2.2 林分不同起源碳储量、碳密度分析

天然林、人工林碳密度差异不显著,与 2006 年相比,碳密度分别增加了 51.6 tC/hm<sup>2</sup>、49.63 tC/hm<sup>2</sup>。2006 年,总碳储量为 87 860.36 t,天然林占比

表 4 林分不同起源生物量、碳储量、碳密度对比

Tab. Comparison of biomass, carbon storage and carbon density of stands with different origins

	2006			2016		
	生物量 /t	碳储量 /tC	碳密度 / (tC · hm <sup>-2</sup> )	生物量 /t	碳储量 /tC	碳密度 / (tC · hm <sup>-2</sup> )
天然林	101677.44	51798.81	159.65	117095.94	58669.61	211.25
人工林	70159.11	36061.55	156.01	112360.51	58038.68	205.64
合计	171836.55	87860.36	315.66	229456.45	116708.29	416.89

为 59%,人工林占比为 41%;2016 年,天然林总碳储量为 116 708.29 t,比 2006 年增长了 6 870.8 t,人工林碳储量占比为 50%,相比 2006 年增加了

21 977.13 t,比例增加值最大。天然林碳储量为 58 669.61 t,相比 2006 年增加了 6 870.8 t,占 2016 年总碳储量的 50%(图 2)。

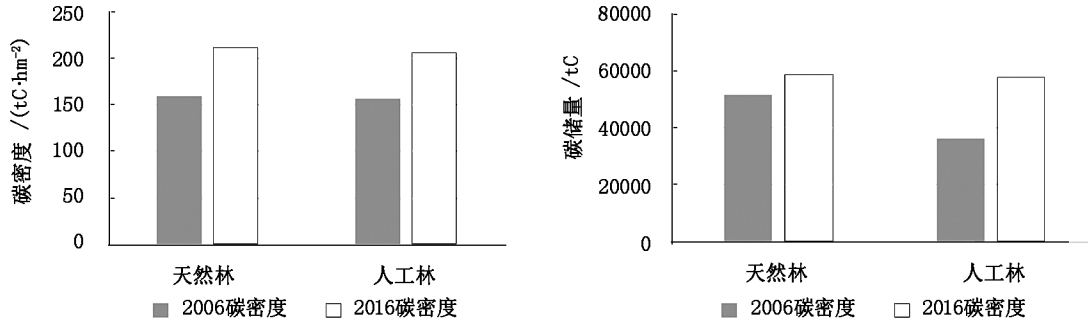


图 2 不同起源林分碳密度、碳储量对比

Fig. 2 Comparison of carbon density and carbon storage of stands with different origins

### 3.3 不同林龄碳储量、碳密度动态变化

#### 3.3.1 不同林龄碳储量、碳密度估算

2016 年,幼龄林碳储量相比 2006 年下降了 13 212.82 t,原因为幼龄林面积下降了 620 hm<sup>2</sup>,中

龄林、近熟林、成熟林、过熟林面积分别增加 146.2 hm<sup>2</sup>、175 hm<sup>2</sup>、338.8 hm<sup>2</sup>、110.9 hm<sup>2</sup>,碳储量也相应增加,中龄林>成熟林>近熟林>过熟林,碳储量增加与面积增加成正比关系(表 5)。

表 5 各林龄 2006—2016 面积、蓄积、碳储量、碳密度变化

Tab. 5 Changes of area, stock volume, carbon storage and carbon density of stands with different ages from 2006 to 2016

优势树种 (Dominant Species)	面积/hm <sup>2</sup> (Area)		蓄积/m <sup>3</sup> (Stock)		生物量/t (Biomass)		碳储量/tC (Carbon Storage)		碳密度/(tC·hm <sup>-2</sup> ) (Carbon Density)	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
幼龄林 (Young Forest)	1510.1	890	63140	34530	61707.04	36046.11	31365.56	18152.74	20.77	20.40
中龄林 (Middle-aged Forest)	1397.2	1543.5	90480	115850	85040.96	115424.26	43553.74	58373.68	31.17	37.82
近熟林 (Near-mature Forest)	313.7	488.7	24510	41050	21815.86	35258.70	11226.53	18281.20	35.79	37.41
成熟林 (Mature Forest)	15.6	354.4	1260	33420	1124.53	29399.01	586.75	14907.75	37.61	42.06
过熟林 (Over-mature Forest)	18.5	129.4	2410	15010	2148.15	13328.36	1127.78	6992.92	60.96	54.04
合计 (Total)	3255.1	3406	181800	239860	171836.55	229456.45	87860.36	116708.29	186.30	191.73

#### 3.3.2 不同林龄面积、碳储量、碳密度分析

总体来说,碳密度随着林龄增加而增长。2016 年碳储量相比 2006 年显著增加,与林分生长有直接关系。现阶段西山林场幼龄林、中龄林分别占森林面积的 26%、45%,随林龄结构的变化,碳密度、碳储量将逐年增加(图 3)。

### 3.4 不同林分类型面积、碳储量、碳密度

#### 3.4.1 不同林分类型面积、碳储量、碳密度估算

乔木林碳储量 2016 年比 2006 年增加 22 912.3 t;针叶林面积增加了 167.9 hm<sup>2</sup>,碳储量增加 16 143.33 t;阔叶林面积增加 552.2 hm<sup>2</sup>,碳储量增加 26 051.33 t;混交林面积下降了 569.6 hm<sup>2</sup>,碳储

量减少 22 912.09 t。阔叶林碳储量增加明显。针叶林、阔叶林碳密度增加显著,相比 2006 年,2016 年分别增长了 8.84 tC/hm<sup>2</sup>、9.65 tC/hm<sup>2</sup>(表 6)。

#### 3.4.2 不同林分类型碳储量、碳密度变化

2006—2016 年十年间,林场有林地面积净增 200.1 hm<sup>2</sup>,森林蓄积增加 58 050 m<sup>3</sup>。碳储量 2016 年达到 111 530.27 t,相比 2006 年的 86 299.63 t,森林碳储量增加了 25 230.64 t,比 2006 年增加了 23%,呈增长趋势(图 4)。

2006 年总碳储量 86 299.63 t,2016 年总碳储量

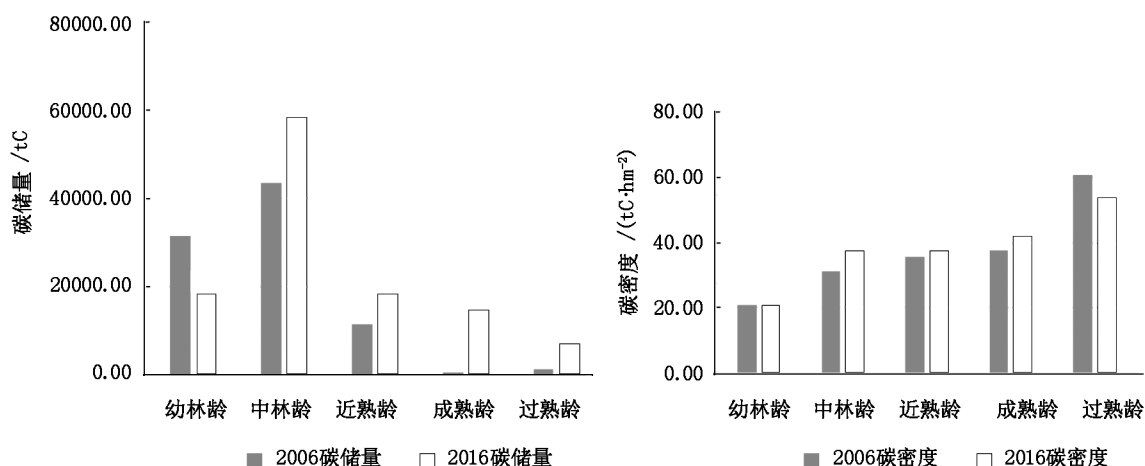


图 3 各林龄林分碳储量、碳密度对比

Fig. 3 Comparison of carbon storage and carbon density of stands with different ages

表 6 不同森林类型 2006—2016 面积、蓄积、碳储量、碳密度对比

Tab. 6 Comparison of area, stock volume, carbon storage and carbon density of different forest types from 2006 to 2016

	面积/hm <sup>2</sup>		蓄积/m <sup>3</sup>		生物量/t		碳储量/tC		碳密度/(tC·hm <sup>-2</sup> )	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
针叶林	1310.0	1477.9	57790	96660	47061.01	78714.61	24001.12	40144.45	18.32	27.16
阔叶林	478.5	1030.7	30920	88650	28475.53	81641.51	13953.01	40004.34	29.16	38.81
混交林	1467.0	897.4	93100	54550	93510.61	54790.59	46568.28	27285.71	31.74	30.41
经济林	53.5	98.0					633.975	1161.30		
竹林		2.2					0	52.646		
灌木林	123.1	310.3					1143.25	2881.82		
合计	3432.1	3816.5					86299.63	111530.27		

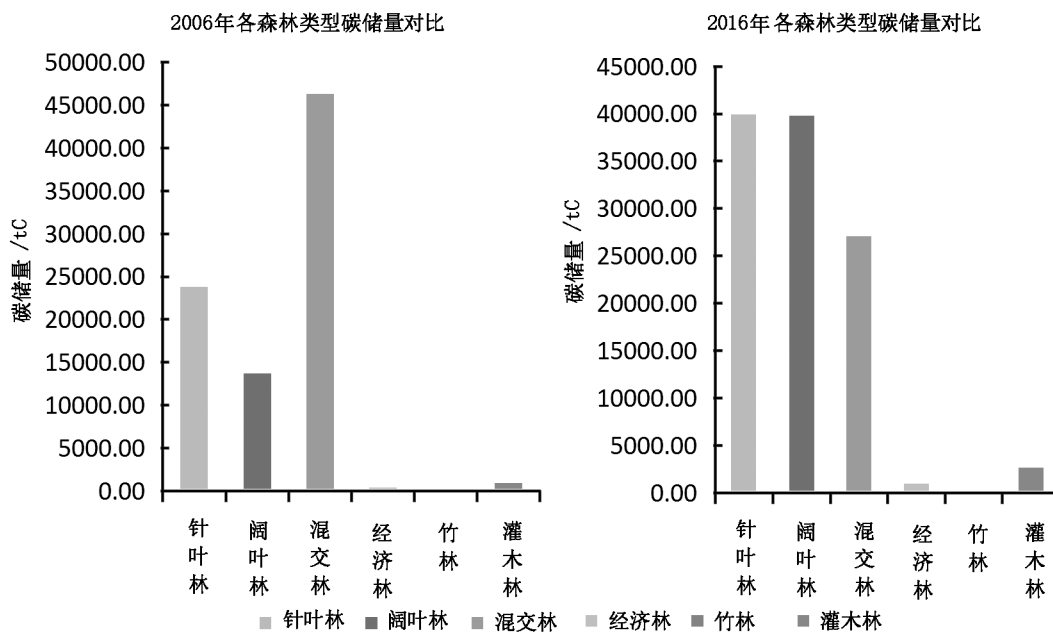


图 4 2006 年与 2016 年各森林类型碳储量对比

Fig. 4 Comparison of carbon storage and carbon density of different forest types in 2006 and 2016

111 530.27 t, 增加 25 230.64 t, 每年碳储量增加 2 523 t。2006 年总碳储量中, 针叶林占 28%, 阔叶林 16%, 混交林 54%, 经济林 0.7%, 灌木林 1.3%。2016 年总碳储量 111 530.27 t, 比 2006 年增加了 23%。其中, 针叶林碳储量 40 144.45 t, 相比 2006 年增加 16 143.33 t(图 4); 2016 年碳储量中, 针叶林占 36%, 阔叶林 36%, 混交林 24.4%, 经济林 1%, 灌木林 2.6%。

#### 4 结论与讨论

1) 各森林类型碳储量的变化与相应的面积变化成正比, 面积增加则碳储量相应增加; 碳密度与林龄成正相关关系。

2) 林场森林资源年龄结构较为年轻, 幼、中龄林面积、碳储量所占比重大。随着林龄结构的变化, 中龄林、近熟林将不断增加, 碳储量、碳密度相应增长, 因此昆明市西山林场的森林资源是一个潜在碳库。

3) 近年来林场加大了人工造林力度, 森林资源得到了合理保护, 增大了阔叶树种的种植面积, 森林碳储量逐年增加, 阔叶林碳储量增加显著, 森林所提供的生态效益随之提高。

#### 参考文献:

- [1] 张玥. 基于 GIS 的黑河市森林碳储量空间分布特征研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.  
[2] 续珊珊. 中国森林碳汇问题研究—以黑龙江省森工国

有林区为例[M]. 北京: 经济科学出版社, 2010.

- [3] 巩合德. 云南省森林碳汇研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2016: 20-21.  
[4] 李妍, 徐新良, 张超. 中国乔木林碳储量变化研究[J]. 森林工程, 2015, 31(4): 50-55.  
[5] 杨传金, 杨帆, 海浩, 等. 区域森林碳储量估算方法概述[J]. 中南林业调查规划, 2012, 31(3): 62-66.  
[6] 曾伟生, 陈新云, 蒲莹, 等. 基于国家森林资源清查数据的不同生物量和碳储量估计方法的对比分析[J]. 林业科学研究, 2018, 31(1): 66-71.  
[7] 李海奎, 雷渊才. 中国森林植被生物量和碳储量评估[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.  
[8] 昆明市西山林场 2006 年森林资源统计报告[R]. 2006.  
[9] 昆明市西山林场 2016 年森林资源规划设计调查报告[R]. 2016.  
[10] 樊登星, 余新晓, 岳永杰, 等. 北京市森林碳储量及其动态变化[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(2): 117-120.  
[11] 应天玉, 李明泽, 范文义. 哈尔滨城市森林碳储量的估算[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(9): 33-35.  
[12] 方精云, 陈安平. 中国森林植被碳库的动态变化及其意义[J]. 植物学报(英文版), 2001, 43(9): 967-973.  
[13] 田晓, 胡靖宇, 刘静波, 等. 模拟不同初植密度杉木楠木混交林对碳储量的影响[J]. 西南农业学报, 2018, 31(3): 598-604.  
[14] 苏伟. 中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报[M]. 北京: 中国经济出版社, 2013.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.002

## 基于森林资源连续清查样地数据的林分林木生长模型研制

蒋丽秀

(上海市林业总站, 上海 200072)

**摘要:**以广西森林资源连续清查固定样地的复测样木和样地数据为原始数据,对马尾松、杉木、阔叶树单木和林分生长率模型进行拟合。建立单木生长率模型,预估样地中采伐木生长量,求算其自然状态下未经采伐的样地林分生长量,以此为基础拟合林分生长率模型,初步选出 3 个较优模型,通过拟合与优化以及精度检验,最终选出最佳模型。在全区样本建模基础上,针对马尾松和杉木不同区域生长差异性,按一元立木材积模型适用区域同步进行分区组织样本建模,结果表明分区建模精度均高于全区样本拟合精度,其能更好地表达林分生长状况。

**关键词:**森林资源连续清查;马尾松;杉木;阔叶树;生长率模型;分区建模;广西

中图分类号:S758.52 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0008-07

**引文格式:**蒋丽秀. 基于森林资源连续清查样地数据的林分林木生长模型研制[J]. 林业调查规划, 2020, 45(1): 8-14.

JIANG Lixiu. Development of Stand and Wood Growth Models Based on Data of Continuous Forest Inventory [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 8-14.

## Development of Stand and Wood Growth Models Based on Data of Continuous Forest Inventory

JIANG Lixiu

(Shanghai Forestry Station, Shanghai 200072, China)

**Abstract:** The growth rate models of *Pinus massoniana*, *Cunninghamia lanceolata*, and individual wood of broad-leaved trees were fitted based on the re-measurement plots data of the continuous forest inventory in Guangxi. The single-wood growth rate model was established to estimate the growth of harvested wood in the plot, and to calculate the growth of the uncultivated plots in the natural state. Based on the single-wood growth rate models, the stand growth rate model was fitted, and three better models were initially selected. The best model was finally selected through fitting and optimization as well as accuracy test. In addition, based on the one-variable tree volume model, the regional model was established over the difference of growth between *Pinus massoniana* and *Cunninghamia lanceolata* in different regions. The results showed that the accuracy of regional model was higher than that of model in the whole region, which indicated that the regional model better expressed the growth status of the stand.

**Key words:** continuous forest inventory; *Pinus massoniana*; *Cunninghamia lanceolata*; broad-leaved trees; growth rate model; regional model; Guangxi

收稿日期:2019-07-08.

第一作者:蒋丽秀(1986-),女,广西全州人,工程师.主要从事森林经理、森林资源监测方面的工作.

从森林资源数据更新角度,林地小班可分为遥感影像特征显示发生明显变化的小班(简称“变化小班”)和遥感影像特征未发生明显变化的小班(简称“不变小班”)。根据广西历年森林资源连续清查结果,全区每年发生变化小班数占比一般不超过 10%,绝大部分为“不变小班”。对于“变化小班”一般通过遥感解译和实地调查相结合进行数据更新。而对于“不变小班”,其数量庞大,若仍采用传统调查方法不仅工作量大,监测效率低,消耗人力、物力也大,广西主要以喀斯特地貌为主,大多林地处于陡峭山坡,实地调查也较为困难。广西自 1977 年起建立了国家森林资源连续清查体系(一类调查),经过多期调查积累,已具有丰富的复测数据。本文以此为建模样本,研究运用数学模型模拟不同树种主要林分因子随年龄的生长变化过程,建立主要树种的林分林木生长率模型,为更新“不变小班”林分因子

提供参考依据。

## 1 研究区概况

广西位于我国南部,地处  $104^{\circ}26' \sim 112^{\circ}04'E$ ,  $20^{\circ}54' \sim 26^{\circ}24'N$ ,北回归线横贯全区中部,属亚热带季风气候区。全区年均温为  $16.5 \sim 23.1^{\circ}C$ 。由于气候、地形、土壤等的差异性,不同区域林木生长情况也存在较大差异,林木干形也有所不同,尤其是杉木和马尾松。为此,本研究针对马尾松和杉木在全区样本建模基础上,参照广西一类调查体系中一元立木材积模型适用区域,将全区样本分为最适生区和其他地区 2 个单元分别进行建模,各区域范围详见图 1。阔叶树建模样本主要来自阔叶树天然林纯林,因南北区域生长差异不显著,故暂不进行分区建模。

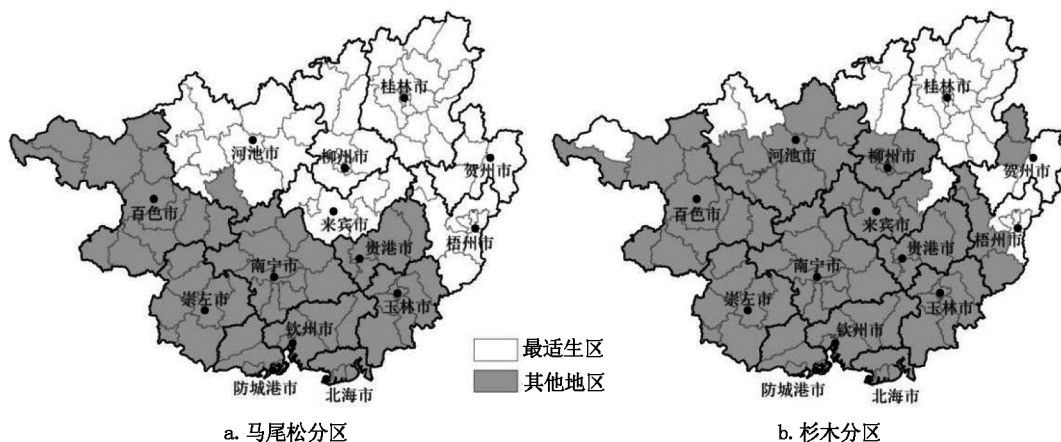


图 1 广西马尾松和杉木适生区域分区

Fig. 1 Suitable distribution areas division of *Pinus massoniana* and *Cunninghamia lanceolata* in Guangxi

## 2 研究方法

由于广西一类调查中的马尾松、杉木固定样地存在非自然状态下采伐的单木,其采伐木对自然状态下林分生长量的分析研究可能会造成一定的影响。为此,在林分生长率模型拟合前,先建立单木生长率模型,将检验合格的单木模型应用到采伐木的后期生长量预估中,推算出各固定样地中采伐木在下一期假设存在时的生长量,最后将其统计到各样地数据中,得出自然状态下的样地林分生长量,在此基础上组织建模样本拟合出林分生长率模型(图 2)。

### 2.1 数据处理

#### 2.1.1 前期数据整理

首先对各期复测数据进行统一标准化整理,样

木数据还需剔除检尺类型为枯死木、枯倒木、采伐木以及立木类型为散生木等数据,再将符合建模的数据按树种、地类、所属区域等条件进行分类整理,对照各树种一元立木材积模型计算各期保留木的单株立木材积。马尾松和杉木样木数据需导入相应各期样地的林分年龄。随后,利用生长率复利式对每个建模单元前后期生长率进行计算:

$$P = [(X_{a1}/X_{a2})^{\frac{1}{n}} - 1] \times 100\% \quad (1)$$

式中: $X_{a1}$  为前一期生长量; $X_{a2}$  为后一期生长量; $n$  为复查间隔期( $n=5$  a)。

#### 2.1.2 样本数据筛选

分别绘制各林分因子与年龄的散点图(阔叶树单木胸径、材积除外),先初步通过肉眼将不在正常范围内的离群值剔除。由于林分林木生长率均会随

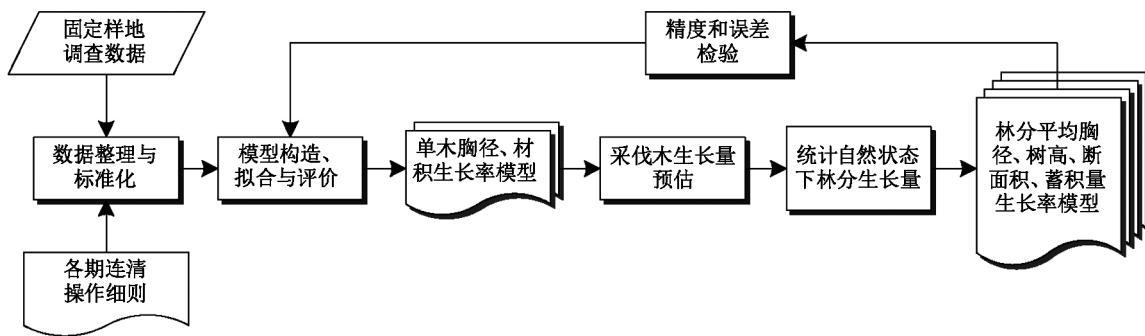


图 2 基于一类调查复测样地的林分林木生长率建模技术路线

Fig. 2 Technology route of stand and wood growth rate models based on the re-measurement plots data of continuous forest inventory

其年龄的增长呈现反“J”型的单调递减函数<sup>[1]</sup>。故在筛选时,可按龄级采用(2)式分别统计各林分因子的变动标准差,以 $\bar{Y}_i \pm 3S_i$ 为范围剔除本龄级的异常数据<sup>[2]</sup>,计算公式为:

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

式中: $S_i$ 为第*i*龄级林分因子标准差; $Y_{ij}$ 为第*i*龄级中第*j*株树的林分因子( $j=1,2,3,\dots,n_i$ ); $n_i$ 为第*i*龄级株数或者样地数。

### 2.1.3 样本组成

经数据筛选后统计,建模数据均来源于 1985—2005 年广西一类调查角规样木样地数据,模型适用性检验样本数据均来源于 2005—2010 年 2 期方形复位样木样地数据。各类建模样本数量见表 1。

表 1 建模样本统计

Tab. 1 Modeling sample statistics

树种	区域	单木生长率模型		林分生长率模型	
		建模样本数	检验样本数	建模样本数	检验样本数
马尾松	全区	6470	5876	925	124
	最适生区	3235	3307	423	63
	其他区域	3235	2569	502	61
杉木	全区	2913	2357	492	309
	最适生区	1258	1091	248	152
	其他区域	1655	1266	231	157
阔叶树	全区	4271	2000	539	174

## 2.2 建模方法

### 2.2.1 模型自变量选择

国内外研究表明,与生长率相关最为密切的是

胸径,其次是年龄,且生长率会随着胸径和年龄增加而减少,通常呈现反“J”型或负指数型曲线。本研究采用胸径、年龄 2 个因子为自变量建立单木胸径、树高、材积生长率模型(阔叶树单木模型除外);在拟合断面积和蓄积生长率模型时,为取得良好的预估效果,在选择建模因子时,理论上应考虑立地质量,但由于树木幼、中龄期地位指数不稳定,而一类调查复测间隔 5 年,故很难确定各林分立地质量。因此,此次断面积生长率模型拟合考虑以年龄、胸径、树高、密度指标(公顷株数、公顷断面积)为自变量,分别运用不同因子组合建模选优的方法得出最佳模型,蓄积建模考虑以上自变量外,还加入了公顷蓄积作为密度指标。

### 2.2.2 模型结构式选择

#### 1) 胸径、树高、材积模型结构式

本文选用了 12 个模型结构式<sup>[3-4]</sup>对杉木、马尾松单木胸径、树高、材积生长率以及各研究树种的林分平均胸径、树高分别进行模型拟合、评价和选优,最终获取最佳模型和相应参数值。预选模型结构式见表 2。

在建模过程中,由于一些数学模型在拟合时都存在不同程度的异方差性,很难保证回归参数估计量具有良好的统计性质。若不采取有效方法消除异方差的影响将会导致模型有所偏差。根据回归估计理论,当建立回归模型的误差项存在异方差性时,可采用加权最小二乘法来消除其对参数估计的影响。而在进行加权回归估计时,最重要则是选用合适的权函数。研究表明以模型本身构造的权函数为最佳权函数<sup>[5-6]</sup>。为消除生长率异方差在建模中的影响,本研究采用非线性加权最小二乘回归估计的方法,以模型本身倒数的平方为权函数进行胸径、材积、树高生长率模型拟合。



表 2 胸径、树高、材积生长率预选模型结构式

Tab. 2 Structural formula of pre-selection model for DBH, tree height and volume growth rate

序号	预选模型
1-1	$Y=c_0+c_1 \times \exp(-c_2 \times D)+c_3 \times \exp(-c_4 \times A)$
1-2	$Y=c_0+c_1 \times D^{-c_2}+c_3 \times A^{-c_4}$
1-3	$Y=c_0 \times \exp(-c_1 \times D-c_2 \times A)$
1-4	$Y=c_0+c_1 \times D^{-c_2} \times A^{-c_3}$
1-5	$Y=c_0 \times \exp(-c_1 \times D \times A)$
1-6	$Y=c_0+c_1 \times \exp(-c_2 \times D)+c_3 \times A^{-c_4}$
1-7	$Y=c_0+c_1 \times D^{-c_2}+c_3 \times \exp(-c_4 \times A)$
1-8	$Y=c_0+c_1 \times \exp(-c_2 \times D-c_3 \times A)$
1-9	$Y=c_0 \times D^{-c_1} \times A^{-c_2}$
1-10	$Y=c_0(D \times A)^{-c_1}$
1-11	$Y=c_0+c_1(D \times A)^{-c_2}$
1-12	$Y=c_0+c_1 \times \exp(-c_2 \times D \times A)$

注:Y 为马尾松、杉木胸径、树高、材积生长率以及阔叶树胸径、树高生长率;A 为期初林分年龄;D 为期初胸径; $c_0 \sim c_4$  为待估参数。

2) 阔叶树单木生长率模型结构式

由于阔叶树为天然林,其年龄难以确定,也无法用林分年龄来替代每株样木年龄。考虑到胸径与年龄存在高度相关性,故拟合阔叶树单木生长率模型时采用胸径为自变量<sup>[7]</sup>。此外,因阔叶树样木的径阶分布不够均匀,为减少其对模型参数的影响,采用平均数建模方法,即首先按径阶为 1cm 间距计算平均胸径和平均生长率,再以其成对值拟合模型,最终得到阔叶树单木生长率模型,模型结构式见表 3。

表 3 阔叶树单木生长率预选模型结构式

Tab. 3 Structural formula of single-wood growth rate pre-selection model for broad-leaved trees

序号	模型
2-1	$Y=c_0 D^{-c_1}$
2-2	$Y=c_0 e^{-c_1 D}$
2-3	$Y=1/(c_0+c_1 D)$
2-4	$Y=(c_0+c_1 D)$

3) 断面积、蓄积生长率模型结构式

对断面积和蓄积生长率在不同年龄、断面积、公

顷蓄积的动态变化进行分析,发现生长率与自变量之间呈现负指数函数关系<sup>[8]</sup>。将这种函数关系直线化后得到生长率预估模型,此次建模分别应用不同因子组成自变量依次采用多元线性回归技术进行断面积和蓄积生长率模型拟合其模型结构式为:

$$\ln P_G = c_0 - c_1 A - c_2 D - c_3 SDI - c_4 H \quad (3)$$

$$\ln P_M = c_0 - c_1 A - c_2 D - c_3 SDI - c_4 H - c_5 M \quad (4)$$

式中: $P_G$ 、 $P_M$  分别为断面积生长率和蓄积生长率;A 为前期年龄;SDI 为前期的林分密度指标(如公顷断面积  $G_1$ ,每公顷株数  $N_1/1\ 000$ );H 为前期树高, $c_0 \sim c_5$  为待估参数。

2.3 模型评价

2.3.1 评价指标

对于线性与非线性回归模型,决定系数  $R^2$  是模型的重要评价指标之一,本研究采用决定系数作为模型拟合结果好坏的主要评价指标。即在建模过程中,对所有预选模型进行参数估计,并求出各方程的拟合统计量。以  $R^2$  为评价指标,对各预选模型进行综合评定,选出  $R^2$  最大、参数最稳定的 3 个较优模型。

$$R^2 = 1 - (SSE/SST) \quad (5)$$

式中:SSE 为残差平方和, $SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ ;SST 为总平方和, $SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ 。

2.3.2 适用性检验指标

模型参数拟合完成后,为验证其使用价值,必须用未经参与建模的检验样本对所建模型进行适用性检验。本研究采用剩余标准差、系统误差、平均相对误差 3 个检验指标对所有模型进行适用性检验。以  $S \leq 10$ ,  $-5\% \leq TRE \leq 5\%$ 、 $-5\% \leq MPE \leq 5\%$  的精度检验标准来检验模型的适用性,最终确定最佳模型和模型使用与否。

1) 剩余标准差(S):模型预估理论值与实际值比较所得值,可直接明显地反映出模型拟合结果精度高低,作为模型适用性检验的重要评价指标之一。

$$S = \sqrt{\frac{\sum (P - \hat{P})^2}{n - m - 1}} \quad (6)$$

式中:P 为前后期计算所得生长率; $\hat{P}$  为模型拟合后生长率理论值;n 为参与建模样本个数;m 为变量个数。

2) 系统误差(TRE):模型预估值与实际值之间的系统误差,是模型适用性检验的重要指标。

$$TRE = \frac{\sum y_i - \sum \hat{y}_i}{\sum y_i} \times 100\% \quad (7)$$

式中： $y_i$  为下一期实际值； $\hat{y}_i$  为拟合生长率计算所得下一期预估值。

3) 平均相对误差 (MPE)：每个样本单元实际值与其模型预估值相对误差的平均水平，体现整体是否存在系统性的偏大或偏小，可排除样本单元间正负误差的相互抵消。

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \times 100\% \quad (8)$$

式中： $y_i$  为下一期实际值； $\hat{y}_i$  为拟合生长率计算所得下一期预估值。

### 3 模型拟合参数及检验结果

#### 3.1 马尾松林分与林木生长率模型

不同区域马尾松林分与林木生长率模型拟合结果见表 4。

表 4 马尾松林分与林木生长率模型参数及检验结果

Tab. 4 Model parameters and test results of stand and wood growth rate of *Pinus massoniana*

类型	模型	公式/自变量	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$R^2$	$S$	TRE/%	MPE/%
林木	胸径(全区)	1-8	2.113	29.686	0.090	0.085	—	—	0.654	2.388	-0.74	0.23
	胸径(适生区)	1-8	2.048	31.737	0.094	0.087	—	—	0.669	2.341	-0.69	0.23
	胸径(其他区)	1-8	2.217	28.247	0.087	0.085	—	—	0.636	2.330	-0.70	0.25
	材积(全区)	1-8	5.528	99.865	0.101	0.086	—	—	0.671	7.015	-4.39	-0.32
	材积(适生区)	1-8	5.440	114.555	0.106	0.087	—	—	0.694	6.221	-4.12	-0.53
	材积(其他区)	1-8	5.598	86.017	0.094	0.086	—	—	0.650	6.715	-4.09	0.08
林分	胸径(全区)	1-8	3.368	58.515	0.246	0.043	—	—	0.846	2.533	-0.18	0.13
	胸径(适生区)	1-8	3.013	48.668	0.179	0.069	—	—	0.817	2.291	-0.27	-0.71
	胸径(其他区)	1-8	3.376	61.760	0.028	0.018	—	—	0.881	1.800	0.15	0.26
	树高(全区)	1-1	2.354	12.372	0.249	26.291	0.176	—	0.746	2.654	1.42	1.80
	树高(适生区)	1-9	100.374	0.401	0.730	—	—	—	0.769	2.586	0.99	0.27
	树高(其他区)	1-1	2.143	11.826	0.270	25.321	0.155	—	0.735	2.282	1.77	1.38
	断面积(全区)	ADGH	3.529	0.030	0.039	0.038	0.074	—	0.730	8.585	-5.60	3.34
	断面积(适生区)	ADGH	3.433	0.026	0.042	0.043	0.070	—	0.713	7.495	-5.02	3.21
	断面积(其他区)	ADGH	3.656	0.036	0.034	0.032	0.081	—	0.752	7.394	-4.35	2.87
	蓄积(全区)	ADGH	4.023	0.024	0.067	-0.041	0.059	—	0.813	6.498	-5.89	-2.16
	蓄积(适生区)	ADGH	4.020	0.021	0.068	-0.040	0.051	—	0.809	5.399	-4.34	-1.74
	蓄积(其他区)	ADGH	4.073	0.030	0.059	0.036	0.068	—	0.829	5.827	-4.08	0.75

从表 4 可以看出,1-8 式拟合所得的单木胸径、材积模型和林分胸径生长率模型拟合精度最高,但不同区域样本拟合的参数有所差异;林分树高生长率模型拟合中,不同区域样本建模,最优模型表达式有所差异,其中,全区样本、其他区域样本拟合最佳模型为 1-1 式,适生区样本拟合最佳模型为 1-9 式。以上胸径、材积、树高模型经适用性检验其预估值与实际值误差很小均趋于 0,可用于推算后期相应生长量;根据断面积、蓄积生长模型多因子组合拟合结果,最终以年龄、胸径、公顷断面积和树高为自

变量拟合精度最高,经适用性检验,运用全区样本和最适生区域样本拟合所得的断面积模型及全区样本拟合所得蓄积模型,其 MPE 稍超出标准范围,这可能与建模样本(角规样地断面积通过角规控制检尺获取)和检验样本(方形样地断面积通过样本断面积之和统计)获取途径有关,鉴于误差处于误差标准临界值,可认为本次拟合结果可用于马尾松断面积和蓄积数据更新。此外,不同区域样本拟合结果表明,全区样本拟合精度低于分区域样本拟合精度,说明分区域建模更能准确表达不同地区马尾松的生

长情况,故分区域建模是十分有必要的。

见表 5。

### 3.2 杉木林分与林木生长率模型

不同区域杉木林分与林下生长率模型拟合结果

表 5 杉木林分与林木生长率模型参数及检验结果

Tab. 5 Model parameters and test results of stand and wood growth rate of *Cunninghamia lanceolata*

类型	模型	公式/自变量	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$R^2$	$S$	TRE/%	MPE/%
林木	胸径(全区)	1-8	2.045	40.757	0.100	0.144	—	—	0.692	3.304	-2.29	1.21
	胸径(适生区)	1-7	1.064	167.892	1.866	14.433	0.154	—	0.757	2.733	-1.93	-0.02
	胸径(其他区)	1-8	1.330	72.177	0.291	0.035	—	—	0.659	2.867	-1.96	-0.09
	材积(全区)	1-8	5.530	149.592	0.119	0.140	—	—	0.699	9.316	1.78	2.53
	材积(适生区)	1-8	5.800	179.726	0.150	0.099	—	—	0.635	9.003	-1.03	2.30
	材积(其他区)	1-8	5.106	144.118	0.102	0.178	—	—	0.688	8.440	-0.90	2.47
林分	胸径(全区)	1-4	-13.570	69.847	0.483	0.078	—	—	0.832	4.199	-2.26	2.68
	胸径(适生区)	1-4	-13.004	69.007	0.483	0.700	—	—	0.872	3.994	-0.41	2.19
	胸径(其他区)	1-8	1.330	72.177	0.291	0.035	—	—	0.812	3.783	-1.05	1.12
	树高(全区)	1-1	0.727	25.156	0.274	19.795	0.153	—	0.729	5.498	-1.39	1.68
	树高(适生区)	1-8	1.294	41.329	0.126	0.069	—	—	0.686	5.039	-0.92	1.58
	树高(其他区)	1-1	0.813	29.958	0.278	25.226	0.202	—	0.792	4.789	-0.67	-0.48
	断面积(全区)	ADG	3.910	0.063	-0.001	0.057	—	—	0.791	10.996	4.17	5.40
	断面积(适生区)	ADG	3.784	0.055	-0.001	0.050	—	—	0.782	9.706	3.96	4.75
	断面积(其他区)	ADG	4.211	0.078	-0.019	0.061	—	—	0.830	8.791	4.82	4.59
	蓄积(全区)	ADG	4.247	0.072	-0.006	0.044	—	—	0.791	11.263	-4.16	6.53
	蓄积(适生区)	ADG	4.165	0.060	-0.009	0.038	—	—	0.782	8.905	-3.74	-4.73
	蓄积(其他区)	ADG	4.506	0.090	-0.026	0.046	—	—	0.830	9.319	3.75	4.88

从表 5 可以看出,除杉木单木材积生长率模型外,其余因子使用不同区域样本建模拟合效果的最佳模型均有所不同,或模型式相同,但参数存在一定差异。研究表明不同区域杉木的生长存在一定的差异,尽管差异不大,一定程度上也反映了不同区域杉木生长特点,有必要进行分区域建模。运用不同因子组合拟合杉木断面积、蓄积模型结果显示,最终运用年龄、胸径、断面积 3 个因子拟合的模型最优。对模型进行适用性检验,全区样本建立的断面积、蓄积

模型预估值的  $S$  和  $MPE$  稍微超出了误差范围,这也可能与杉木用于建模样本的角规样地和适用性检验的方形样地的断面积计算方法不同有关,鉴于超出范围不大且系统误差偏离较少,暂可用其进行断面积和蓄积生长量预估,为提高精度后期还有待进一步完善。

### 3.3 阔叶树林分与林木生长率模型

不同区域阔叶树林分与林木生长率模型拟合结果见表 6。

表 6 阔叶树林分与林木生长率模型参数及检验结果

Tab. 6 Model parameters and test results of stand and wood growth rate of broad-leaved trees

类型	模型	公式/自变量	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$R^2$	$S$	TRE/%	MPE/%
林木	胸径	2-3	0.239	0.015	—	—	—	—	0.812	1.588	0.39	0.05
	材积	2-4	0.088	0.007	—	—	—	—	0.837	4.072	1.35	0.06
林分	胸径	1-8	0.393	91.912	0.267	0.030	—	—	0.794	8.896	-2.36	2.62

树高	1-8	1.012	54.706	0.181	0.081	—	—	0.691	7.011	6.39	0.73
断面积	ADG	2.954	0.008	0.007	0.080	—	—	0.701	7.807	0.60	-4.79
蓄积	ADG	2.679	0.014	0.021	0.051	—	—	0.612	7.858	-1.74	-5.20

从表 6 来看,利用 2-3 式拟合阔叶单木胸径生长率模型和利用 2-4 式拟合单木材积生长率模型最佳,经适用性检验,模型拟合精度较高,可运用其进行样地中阔叶树采伐木后期的单木胸径、材积的理论预测;在林分模型拟合结果中,1-8 式拟合的林分胸径、树高生长率模型最佳,经检验,其预估值均在误差范围内。根据阔叶树断面积、蓄积模型拟合结果显示,以年龄、胸径、公顷断面积为自变量拟合所得的模型精度最高,经适用性检验,蓄积量生长率模型拟合所得的蓄积生长预估值稍微超出误差临界值,考虑到阔叶树由多个树种组成,各个树种的干形、生长状况差异,尽管模型拟合精度不算很高,但鉴于误差不大,仍可接受。

#### 4 模型应用

单木生长率模型主要是对采伐木后期生长量进行预估,即将样地中采伐木前期生长量代入拟合所得的单木生长率模型中,推算出各样地中采伐木的下一期假设存在时而产生的单木生长率预估值,再利用复利式生长率公式逆推出样地中采伐木的理论生长量,最后统计到各样地林分因子中,以此得出自然状态下后期样地的林分生长量(如胸径、断面积、蓄积),在此基础上进行林分生长率模型样本拟合。同理,林分生长率模型应用方法主要是将前期林分实测值代入拟合所得的林分生长率模型中,以调查间隔期 5 年的标准计算出林分各因子生长率,通过不同年限代入生长率逆推获取需要相应年限的林分生长量。

#### 5 结论与建议

基于广西一类调查复测样木、样地数据,选用不

同模型结构式对各树种林分林木生长率模型进行拟合。经过模型对比选优,初步得出较优模型,经适用性检验最终选择的最佳模型的拟合精度基本能达到预估精度要求,可用作后期森林资源数据更新。针对马尾松、杉木不同地理条件生长差异性,将其进行分区域建模,结果表明分区域建模精度均高于全区模型精度,即能更好地表达林分生长的差异性,故分区域建模是十分有必要的。从森林资源数据更新方面来看,目前通过拟合模型来更新森林资源数据仅处于初步试验阶段,后期有待进一步研究应用新技术模拟现实林分的生长变化规律,提高林分生长量预估精度,逐步实现模型更新取代传统林业调查,以提高森林资源监测效率。

#### 参考文献:

- [1] 骆期邦,曾伟生,贺东北. 林业数表模型——理论、方法与实践[M]. 长沙:湖南科技出版社,2001.
- [2] 马丰丰,贾黎明. 林分生长和收获模型研究进展[J]. 世界林业研究,2008,21(3):21-27
- [3] 骆期邦. 林分解析法及其在杉木人工林林分生长过程研究中的应用[J]. 林业资源管理,1982(1):7-15.
- [4] 曾伟生,骆期邦. 二元材积生长率标准动态模型的研究[J]. 中南林业调查规划,1992,41(3):1-6.
- [5] 曾伟生. 关于加权最小二乘法中权函数的选择问题[J]. 中南林业调查规划,1996,15(1):54-55.
- [6] 曾伟生,骆期邦,贺东北. 论加权回归与建模[J]. 林业科学,1999,35(5):5-11.
- [7] 廖志云,曾伟生. 西藏自治区主要树种生长率模型的研究[J]. 林业资源管理,2006(3):36-38.
- [8] 杜纪山,沈洪霞. 杉木人工林分蓄积和断面积生长率的预估模型[J]. 北京林业大学学报,2000,22(5):83-85.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.003

## 基于层次分析法的森林健康状况评价研究

董金茂<sup>1</sup>, 崔一民<sup>2</sup>

(1. 包头师范学院数学科学学院, 内蒙古 包头 014030; 2. 西安文理学院信息工程学院, 陕西 西安 710065)

**摘要:**以南方沿海省份森林资源为研究对象, 构建森林健康的三大类 15 个指标。建立上下层两两判断矩阵, 通过层次分析法和熵权法对定性指标进行量值处理, 对各评价指标进行权重计算。由最大隶属度原则获得的研究结果表明, 该省森林健康综合评价值为 0.3605, 对应的评价等级为良好级, 即该省的森林资源呈现出一个良好状态, 森林生态系统较好, 二级评价指标中森林结构完整性程度较低, 主要是林种结构和林龄结构存在一定的缺陷, 天然林较少, 森林功能性和环境性风险较低。

**关键词:**森林健康评价; 层次分析法; 熵权法; 森林结构

中图分类号: S718.557; S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)01-0015-04

引文格式: 董金茂, 崔一民. 基于层次分析法的森林健康状况评价研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(1): 15-18.

DONG Jinmao, CUI Yimin. Evaluation of Forest Health Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 15-18.

## Evaluation of Forest Health Based on Analytic Hierarchy Process

DONG Jinmao<sup>1</sup>, CUI Yimin<sup>2</sup>

(1. School of Mathematical Sciences, Baotou Teachers' College, Baotou, Inner Mongolia 014030, China;  
2. Xi'an University, Xi'an 710065, China)

**Abstract:** Taking the forest resources of southern coastal provinces as the research object, 15 indicators of three categories of forest health were constructed. The upper and lower pairwise judgment matrices were established, and the qualitative indicators were processed by AHP and entropy weight method, and the weight of each evaluation indicator was calculated. The research results obtained from the principle of maximum membership degree showed that the comprehensive evaluation value of forest health was 0.3605, with good corresponding evaluation grade, showing a good state and ecosystem, and the integrity of forest structure in the secondary evaluation indicator was low, mainly due to the defects of forest species structure and forest age structure, the insufficiency of natural forest and low risk of forest function and environment.

**Key words:** forest health evaluation; analytic hierarchy process; entropy weight method; forest structure

森林作为自然可再生资源, 具有调节气候、固碳含氧、净化空气的作用, 为社会发展和人类生存做出

了突出贡献。而森林健康程度决定了森林生态系统功能能否正常发挥<sup>[1]</sup>。相关研究指出, 森林健康是

收稿日期: 2019-06-24.

第一作者: 董金茂(1974-), 男, 内蒙古包头人, 硕士, 高级老师. 主要研究方向: 中学教学教育与数学教学.

在结构优化、功能完善的同时保证生态系统平衡的必要条件<sup>[2]</sup>。随着社会的发展,森林资源不断遭到破坏,森林健康也引起更多的重视,针对森林健康状况的认识和评价也得到多方关注和研究<sup>[3-4]</sup>。如德国在上世纪针对森林活力锐减,森林大面积死亡问题,开启了对森林健康状况的检测和评价<sup>[5]</sup>;欧美各国也提出了以生态系统健康指数来表征森林健康,给出了森林评价的系统活力、恢复活力和系统组织三大评价指标<sup>[6]</sup>;国内针对森林健康的研究较晚,高均凯等对我国的森林健康背景和现状进行了调查研究,并做了报告<sup>[7]</sup>;李敦起等从森林可持续性、结构性和生产力方面构建了健康评价指标,给出了健康等级的对策和建议<sup>[8]</sup>;谭三清等采用复杂的网络和综合指数法构建了森林指标体系的评价监测体系<sup>[9]</sup>。

目前我国的森林资源在区域上表现出典型的差异性,且森林健康评价的关联性也不足,基于此,本文以沿海某省为出发点,针对该地区的森林健康关联因素进行分析,以期获得该地区森林资源健康的综合评价结果。

## 1 研究地概况

A 省位于我国南方沿海地区,属于亚热带季风气候,水热条件良好,年均温 20~25℃,年降水量 1 600 mm。2018 年全省总森林面积 1 120 万 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率达 61.2%,森林蓄积量 5.83 亿 m<sup>3</sup>,其中维管束植物 262 科,350 属,4 600 余种。全省森林主要以人工纯林为主,幼林比例高,森林质量较低,生态系统处于恢复重建中。因此,对其森林资源保护和可持续经营具十分重要的实践意义。

## 2 森林健康评价分析

### 2.1 指标体系

森林健康指作为一个整体,森林保持良好更新并能够发挥生态服务功能。根据森林健康定义,选择评价指标需要满足地域森林生态环境的自然属性以及该地区森林健康的自身特性和地域属性。目前森林健康指标主要包括森林结构完整度、生长量、采伐量、物种多样性、林况等,具体包括了地区的森林覆盖率、林种比例、物种多样性、地势、土壤、水网。本研究采用 SPSS 19.0 统计分析软件,结合指标的操作性和可获取性,对指标体系进行筛选,确定最终的指标体系如表 1 所示。在指标体系中,结构性风

险是衡量森林自身健康状态,功能性风险是健康度的反应,森林环境指标是影响健康资源的条件因素。

表 1 A 省森林健康评价指标

Tab. 1 Forest health evaluation indicators in Province A

目标层	准则层	指标层
森林健康风险评价指标体系 A	结构性风险 B1	覆盖率 C1
		起源结构 C2
		龄组结构 C3
		林种结构 C4
		树种结构 C5
		群落结构 C6
	功能性风险 B2	生产功能 C7
		生态功能 C8
		社会功能 C9
	森林环境风险 B3	立地质量 C10
		火灾 C11
有害生物 C12		
大气污染 C13		
气象因子 C14		
	多样性市场刚需 C15	

### 2.2 指标权重的确认

目前应用较多的指标权重法包括层次分析法、熵权法、德尔非法等<sup>[10]</sup>。考虑到层次法的主观性,以层次分析法为基础,引入熵权法对层次权重系数进行修正,获得经过修正后的各指标权重系数,权重系数修饰公式为:

$$\lambda_i = U_i \times a + w_i \times (1 - a) \quad (1)$$

式中: $a$  为系数值,取为 0.5; $U_i$  为熵权法权重系数; $w_i$  为层次分析法的权重系数,为指标的综合权重系数。

建立以 A 为判断准则的 B1、B2、B3 两两判定矩阵,以 B 为判定准则的 C1、C2……C15 判断矩阵,结合各级指标,根据 AHP 问卷调查,选择林业研究人员、林业管理人员组成专家组,对各指标进行重要性赋值,并采用平均一致性指标(RI)判定矩阵一致性比例(CR),获得森林资源健康评价指标权重系数(表 2)。

### 2.3 评价模型

考虑到选择的评价指标涉及到定性和定量 2 个方面,存在难以量化问题,本文采用模糊综合评价法

表 2 评价指标权重系数

Tab. 2 Evaluation indicator weight coefficient

目标层		准则层		指标层	
类别	权重值	类别	权重值	类别	权重值
森林健康风险评价指标体系 A	1	结构性风险 B1	0.50	覆盖率 C1	0.057
				起源结构 C2	0.171
				龄组结构 C3	0.171
				林种结构 C4	0.096
				树种结构 C5	0.096
				群落结构 C6	0.407
	功能性风险 B2	0.25	生产功能 C7	0.230	
			生态功能 C8	0.648	
			社会功能 C9	0.122	
	森林环境风险 B3	0.25	立地质量 C10	0.068	
			火灾 C11	0.302	
			有害生物 C12	0.302	
			大气污染 C13	0.109	
			气象因子 C14	0.177	
			多样性市场刚需 C15	0.042	

将定性指标转化为定量化问题,对多因素制约对象进行整体评价。首先确定判断因子论域指标体系:  $U = \{u_1, u_2, u_3 \dots u_n\}$ , 其中  $u_i$  为具体指标; 确定评语论域:  $V = \{v_1, v_2, v_3 \dots v_n\}$ 。建立因子论域  $U$  和评语论域  $V$  的模糊关系矩阵  $R$ :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & \dots & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & \dots & r_{44} \end{bmatrix}$$

其中  $r_{ij}$  为引子论域第  $i$  个因素  $x_i$  对于  $V$  中第  $j$  个等级隶属度。

确定权重值和模糊关系矩阵  $R$  后,建立数学评价模型  $B = W \times R$ 。对各级指标进行打分,进行标准化处理。

2.4 隶属度函数选择

根据指标体系的正负效应,建立评价的隶属度函数,对于与评价优劣成正相关的采用正效应隶属度函数,反之则为负效应隶属度函数。将调查数据代入到对应隶属度函数,获得各指标的 4 个等级隶属度(表 3)。通过隶属度进行高一级指标评价。

表 3 指标隶属度矩阵

Tab. 3 Indicator membership matrix

指标	I	II	III	IV
C1	0	0.36	0.64	0
C2	0	0.78	0.22	0
C3	0	0	0	1
C4	0	0	0.78	0.24
C5	0	0	0	1
C6	0.13	0.82	0	0
C7	1	0	0	0
C8	0.42	0.58	0	0
C9	0	0	0.04	0.06
C10	1	0	0	0
C11	0	0.31	0.23	0.22
C12	0.82	0.16	0	0
C13	0.06	0.02	0	0
C14	0.82	0.16	0	0
C15	1	0	0	0

2.5 评价结果与分析

根据模糊评价模型获得高一级指标的隶属度矩阵,记做为  $C_t (t = 1, 2, \dots, 1.5)$ , 由模型  $B = W \times R$  获得二级准则层  $B_1, B_2, B_3$ , 具体为:

$$B_1 = W_1 \times R_1 = (w_1, w_2, \dots, w_n) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & \dots & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & \dots & r_{44} \end{bmatrix}$$

$$= (0.105 \ 3 \ 0.304 \ 6 \ 0.157 \ 2 \ 0.425 \ 7)$$

同样获得  $B_2 = (0.014 \ 4, 0.145 \ 6, 0.145 \ 7, 0.054 \ 7), B_3 = (0.263 \ 2, 0.145 \ 3, 0.034 \ 6, 0.063 \ 5)$ 。由矩阵  $(B_1, B_2, B_3)$  得到一级判断矩阵  $A = W \times B = (0.360 \ 5, 0.245 \ 6, 0.093 \ 5, 0.024 \ 6)$ 。由于森林健康评价尚无统一标准,本文根据森林结构和功能特点,将森林健康度划分为优质、良好、合格和不合格 4 类,对应的类别权重值分别为  $[0, 0.2), [0.2, 0.4), [0.4, 0.6), [0.6, 0.8), [0.8, 1.0]$ 。根据等级划分和权重值对应关系,确定森林健康等级。

由最大隶属度原则可以看出, A 最大值为 0.360 5, 对应的评价等级为良好级,即该省的森林资源呈现出一个良好状态,表明森林生态系统较好,森林群落、物种资源相对较好,能够支撑该地区的社会生态环境开发和利用。

在二级评价指标中,森林结构完整性程度较低,

主要是林种结构和林龄结构存在一定的缺陷,天然林较少,今后需要对林种结构进行适当调整,以期获得可持续发展。而森林功能性和环境性风险均较低,为目前的发展需求提供了基础,对气候环境具有较好的调节作用。

### 3 结论

1) 构建了 A 省森林健康评价指标体系,包括三大类 15 个指标。通过层次分析法和熵权法对该地区森林整体状况进行评价,全省森林整体处于良好状态,能满足目前的社会生态环境发展需求。

2) 二级指标中,森林结构完整性程度较低,主要是林种结构和林龄结构存在一定的缺陷,天然林较少,今后需要对林种结构进行适当调整,以期获得可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 赵勇钧,谢阳生,王建军,等. 基于多元统计分析的马尾松人工林健康评价研究——以广西热带林业实验中心为例[J]. 中南林业科技大学学报,2019(7):100-107.
- [2] 赵明. 林业有害生物防治与营造健康森林的有效措施分析[J]. 农民致富之友,2019(13):213.
- [3] 王亦斌,孙涛,陈湛. 随机森林与模糊识别耦合方法在河流健康评价中的应用[J]. 江苏水利,2019(5):25-29.
- [4] 钱万惠,赵庆,唐洪辉. 珠三角城郊乡村人居型文化林结构特征及森林文化初探[J]. 广东园林,2019,41(2):25-33.
- [5] DARREN T, ARKO L, ZBYNĚK M, et al. Assessment of Antarctic moss health from multi-sensor UAS imagery with Random Forest Modelling[J]. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation,2018;68.
- [6] KAMAL J K. Resilience and health of eastern white pine (*Pinus strobus*) forests under novel and historical factors in eastern North America[J]. Forest Ecology and Management,2018,423.
- [7] 高均凯,黄家胜. 自然保护区森林健康现状及防治对策[J]. 绿色科技,2018(13):198-199.
- [8] 李敦起,王晓江,海龙. 内蒙古大青山森林生态系统健康风险评价[J]. 内蒙古林业科技,2019,45(1):29-33.
- [9] 谭三清,赵建强. 基于层次分析法的广东省森林健康状况评价初探[J]. 林业调查规划,2018,43(3):82-86.
- [10] 陶敏. 基于 SOM 神经网络的森林健康分等评价[J]. 山西农经,2018(17):63.

(责任编辑 许易琦)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.004

# 基于气候适应性的传统民居设计语言模式研究

——以晋中市太谷县三多堂为例

员梦娜,张敏,刘艳红

(山西农业大学林学院,山西 晋中 030801)

**摘要:**当今世界几乎所有建筑都依靠机械性措施来维持室内舒适度,造成了能源危机、全球变暖等环境问题。于是人们开始回归传统,希望通过研究传统民居自身是如何通过被动性设计来适应地域气候的,来寻找出路。基于山西省晋中市太谷县气候特点,从空间设计、材料应用、技术应用、结构设计几个方面对三多堂进行气候适应性分析,寻求地域气候和传统民居之间的耦合关系,构建太谷县传统民居的气候适应性设计语言模式:住宅坐北朝南;适宜厚度的维护结构;向内型封闭空间;逐渐升高的台基;南大北无的窗洞;夏簷布冬窗纸;火炕。

**关键词:**气候适应性;传统民居;设计语言模;太谷县三多堂

中图分类号:S731.5;TU249.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0019-08

**引文格式:**员梦娜,张敏,刘艳红.基于气候适应性的传统民居设计语言模式研究——以晋中市太谷县三多堂为例[J].林业调查规划,2020,45(1):19-26,71.

YUAN Mengna,ZHANG Min,LIU Yanhong. Design Language Model of Traditional Dwellings Based on Climate Adaptability——A Case Study of Sanduotang in Taigu County of Jinzhong City [J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(1):19-26,71.

## Design Language Model of Traditional Dwellings Based on Climate Adaptability

——A Case Study of Sanduotang in Taigu County of Jinzhong City

YUAN Mengna, ZHANG Min, LIU Yanhong

(Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801, China)

**Abstract:** Almost all buildings in present world rely on mechanical measures to maintain indoor comfort, resulting in environmental problems such as energy crises and global warming. So people return to the tradition, hoping to find a way out by studying how traditional dwellings themselves adapt to the regional climate through passive design. Based on the climate characteristics of Taigu County, Jinzhong City, Shanxi Province, this paper analyzed the climate adaptability of Sanduotang from the aspects of space design, material application, technology application and structural design, studied the coupling relationship between regional climate and traditional dwellings, and constructed the climate adaptability design language mode of traditional dwellings in Taigu County, which included the main house facing south, the maintenance

收稿日期:2019-08-12.

第一作者:员梦娜(1991-),女,山西运城人,硕士研究生.研究方向:传统民居. Email:719968315@qq.com

责任作者:刘艳红(1978-),女,山西岚县人,在读博士,副教授,硕士生导师.研究方向:城市景观生态规划、风景园林规划设计. Email:liyuhwqs@163.com

structure with appropriate thickness, the inward enclosed space, gradually rising platform base, window openings in the south, window gauze in summer and window paper in winter, and heated brick bed.

**Key words:** climate adaptability; traditional dwellings; design language model; Sanduotang in Taigu County

## 1 概述

当今世界,生态危机几乎到了一触即发的程度<sup>[1]</sup>。为了建筑、城市、景观环境的“可持续”,建筑学、城市规划学、景观建筑学学科开始了可持续人类聚居环境建设的思考<sup>[2]</sup>。生态建筑是 21 世纪建筑设计发展的方向<sup>[3]</sup>。而传统民居的形成和发展是人们长期适应当地气候的产物。其舒适性的提高多依靠被动式措施,对能源资源的依赖较少<sup>[4]</sup>。因此,对传统民居的气候适应性设计语言模式的研究具现实意义,符合生态建筑的发展趋势。

山西省晋中市太谷县住宅现状也存在着共性,机械设备如空调的大量使用,能源的浪费,环境的破坏,甚至对传统民居的不重视。在传统民居和现代居住建筑之间架构一座桥梁是可持续建筑所追求的。经查阅发现,虽然我国学者已对典型气候地区的传统民居的生态适应性进行了深入研究,但山西作为我国华北地区的重要省份之一,对其传统民居的气候适应性却并未进行单独性研究,具体到晋中市太谷县更是涉之甚少。

本文首先对晋中市太谷县地域气候进行分析,然后通过对所选取的案例——太古县三多堂进行气候适应性分析,从而对太谷县传统民居的气候适应性设计语言模式有一个初步的总结。本次研究的案例——三多堂,宅院总占地面积 10 638 m<sup>2</sup>,建筑面积 6 348 m<sup>2</sup>,建筑风格整体庄重朴素,由内宅和外宅 2 部分组成,内套 15 个小院,3 个倒座,3 个厅堂,3 个主楼,共有房舍 277 间,是集住宅、生活、议事、娱乐为一体的大型综合建筑<sup>[5]</sup>。

## 2 地域气候分析

### 2.1 区位分析

太谷县是山西省晋中市的一个地方县,位于山西省中部,地处晋中盆地东北部,地势东南重峦叠嶂,而西北一马平川。其始建于西汉,当时文化商贸发达,与祁县平遥共同成为闻名遐迩的晋商故里,境内有诸多晋商大院遗存,以曹家大院和孔祥熙宅院为其代表<sup>[6]</sup>。明清民国时期,太谷富商巨贾云集,成为山西的金融、商业中心,固有“旱码头”、“小北

京”之称<sup>[7]</sup>。

### 2.2 地域气候分析

太谷县地理坐标为东经 112.55°,北纬 37.42°,属于温带大陆性气候,四季分明。

#### 2.2.1 太阳能资源分析

太谷县年太阳能辐射总量为 5 850~6 680 MJ/m<sup>2</sup>,相当于日辐射量 4.5~5.1 KW·h/m<sup>2</sup>,为太阳能资源较丰富地区。传统民居多依靠被动式采暖,而被动式太阳能采暖建筑要求建筑所在的地域环境具有较为稳定的太阳能资源。太谷县的太阳能资源相对丰富,符合被动式太阳能采暖设计的基本要求。

#### 2.2.2 最佳朝向分析

图 1 所示是由软件 Ecotect 分析得出的太谷县建筑的最佳朝向。图中绿色箭头的指向表示全年平均曝辐射量最多的朝向是 210°,即南偏西 30°方向。蓝色箭头的指向表示过冷时间内曝辐射量最多的朝向是 195°,即南偏西 15°方向;红色箭头的指向表示过热时间内曝辐射量最多的朝向是 280°,即西偏北 10°方向。黄色箭头的指向和 Compromise 表示最佳朝向是 190°,即南偏西 10°方向。后文中进行三多堂生态适应性分析可以参考此处分析的建筑最佳朝向。

#### 2.2.3 风分析

图 2 所示是由软件 Ecotect 分析得出的太谷县当地的风频分析图,左边是夏季的风频分析图,右边是冬季的风频分析图。图中通过颜色的深浅来表示各个风向在一年中盛行的时间,由右上角的图例可以清晰地看到颜色越浅代表该风向盛行的时间越久,由此可以得出太谷县夏季盛行偏南季风,冬季盛行偏北季风。建筑在夏季要适当利用风向,以便降低室内的温度,在冬季则要规避季风带来的寒冷。

图 3 所示是由软件 Ecotect 分析得出的太谷县当地的风温分析图,左边是夏季的风温分析图,右边是冬季的风温分析图。由图片中右上角的图例可以看出:蓝色—红色—黄色,代表风温越来越高。仔细观察图 3,经由简单的计算可以得出:太谷县夏季平均风温大于 23℃,冬季平均风温大约在 10℃以下,即冬季建筑要做好保温措施或采取被动措施提高室温。

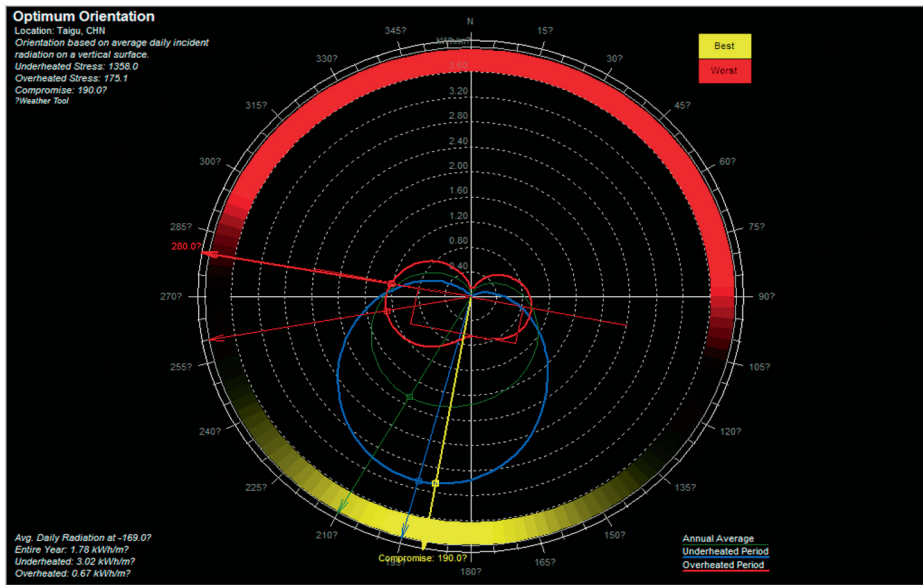
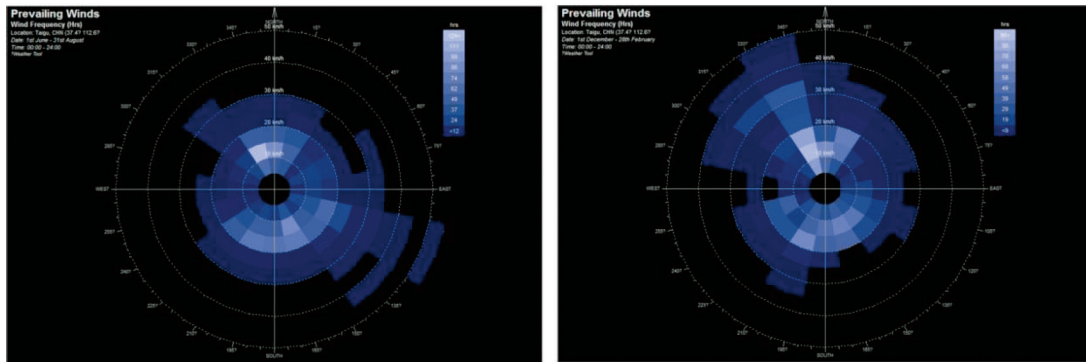


图 1 太谷县建筑的最佳朝向分析

Fig. 1 Analysis on the best orientation of architecture in Taigu County

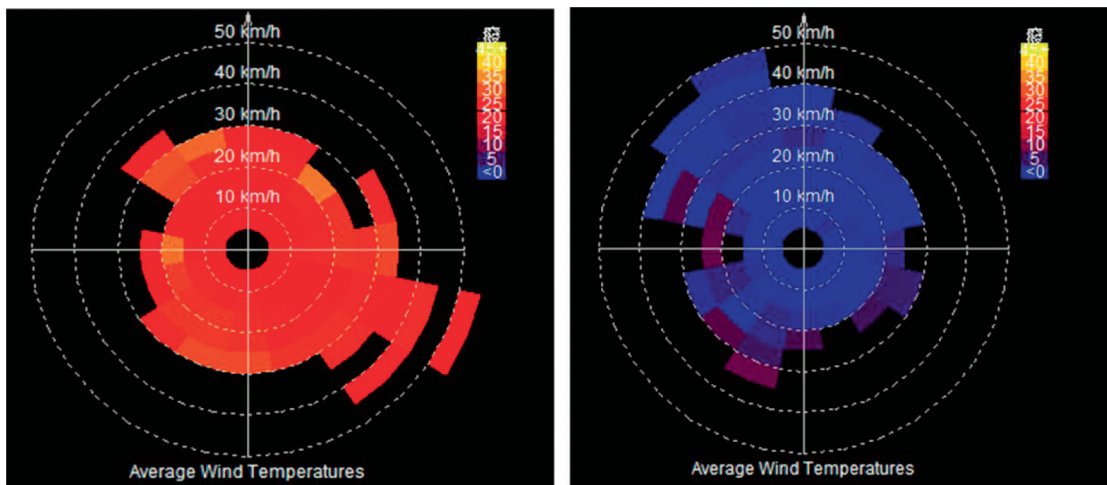


a 夏季的风频分析

b 冬季的风频分析

图 2 太谷县风频分析

Fig. 2 Analysis on wind frequency in Taigu County



a 夏季的风温分析

b 冬季的风温分析

图 3 太谷县风温分析

Fig. 3 Analysis on wind temperature in Taigu County

### 2.2.4 焓湿图分析

焓湿图分析是对地域气候分析的重要手段和形式,它是在空气状态确定的情况下,确定空气的 4 个基本参数,包括温度、含湿量、大气压力和水蒸气压力

力与热环境的关系,图 4 黄色框代表建筑室内舒适区范围,同时可以直观地看到距离舒适区的偏离程度不同,人的舒适度会出现不同的变化。

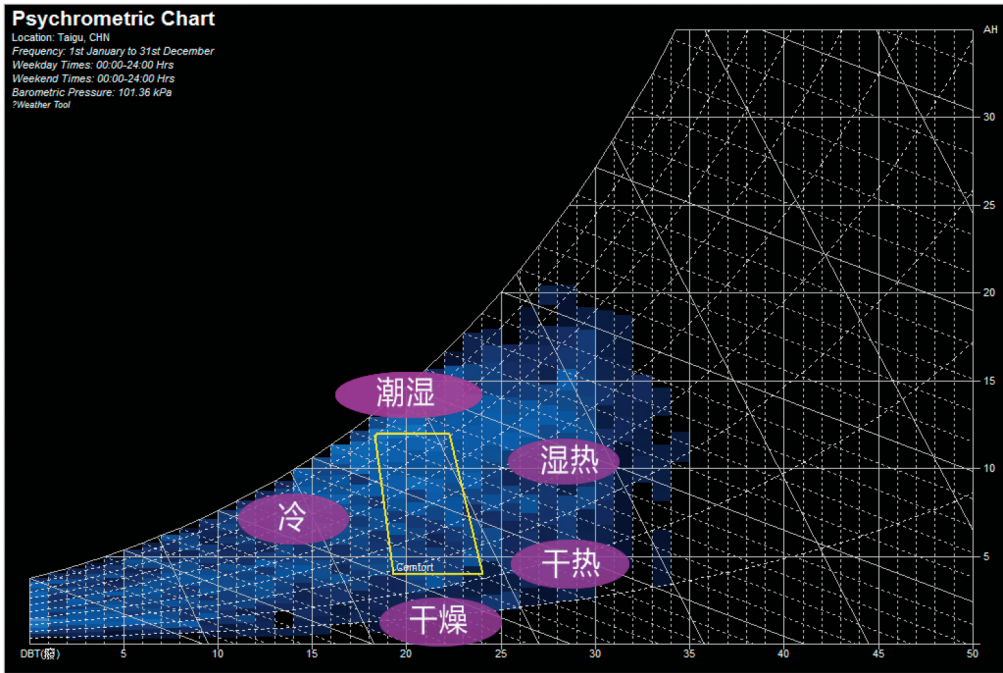


图 4 焓湿图分析

Fig. 4 Analysis of psychrometric chart

由图 4 可以看出,在太谷县气候条件下,建筑的热舒适区较小,偏离舒适区会让人体感觉到各种各样的不舒适,必须采取相应的被动措施来增加热舒适区范围<sup>[8]</sup>。

### 3 三多堂建筑的气候适应性分析

无论任何时代,人们的生活方式、居住方式均与自然生态联系在一起。传统民居是人类基于当地气候条件和当时有限的生产力水平,适应地域条件,解决自身生存状况和生活条件需要的产物。其对自然的改造和利用是有限的,其舒适性的提高更多的是依靠被动式措施,对自然界能源的依靠较少。因此相对现代建筑而言,其对生态环境的破坏是有限的,且更符合建筑的生态适应性或可持续发展原则。

在历史长河中,中国的传统民居既拥有与当地自然环境和谐共生的共性,又由于不同的地域条件各具特色。本章从空间设计、材料应用、技术应用、结构技术等方面对太谷县三多堂进行气候适应性分析,寻求地域气候与其之间的耦合关系<sup>[9]</sup>。

### 3.1 空间设计

曹家是太谷县曾经的晋商巨富曹氏家族。其在鼎盛时期,在太谷县北洸村相继建起了一批布局庞大富丽堂皇的宅院,其中尤以“福”“禄”“寿”“禧”字形建造的 4 座大院最具代表性。三多堂就是其中至今仍保存完好的“寿”字形院落,“三多”取的是“多子”、“多福”、“多寿”之意。

三多堂是以组团形式出现的,采取的是合院式布局,院子向内敞开,向外封闭,整个院落由内宅和外宅 2 部分组成。三多堂整体呈中轴对称,并严格遵守着左右对称和主次分明的布局方式。整个院落由一条长 66 m,宽 4.5 m 的甬道在空间上分割为 2 个区块,其中靠北的部分是内宅,即主要功能用房,主人的生活区域;靠南的部分是外宅,即辅助功能用房。院落犹如一座守卫森严的城堡,在向东、西向、南向各有一座门,南门是主入口,如今常用的是临街而立的东门,又称为“吉祥门”<sup>[10]</sup>。

内宅是由多子、多福、多寿 3 个子院落构成。这 3 个子院落均是按二进式四合院布局的,其中二进

院落正房分别是供晚辈、当家的、老人居住,厢房则是供仆人或妾所住;一进院落则是办公、待客之地。外宅则是账房和戏台院,供娱乐、杂事之用<sup>[11]</sup>。

内宅是主要功能用房,应布局在良好的朝向,以获取最大的日照;外宅是辅助功能用房,其朝向不必放在优先考虑的位置。三多堂中:内宅坐北朝南,结合最佳朝向分析,根据太谷县气候条件分析得出的建筑最佳朝向为南偏西 15°,内宅在朝向上基本满足要求;外宅则不必考虑那么多,合理即可,故坐南朝北。

### 3.2 材料应用

建筑材料的气候适应性表现在“就地取材”和“因地制宜”,即材料取之当地以及材料对当地气候有所应答,太谷县的传统民居主要注重材料的夏季隔热和冬季保温性能。这样不仅可以最大限度地减少对生态环境和系统的破坏,而且还具有一定的生态补偿性和还原性。

经现场调研得出,三多堂采用最多的建筑材料是砖、瓦和木材。

砖和瓦的原材料均是泥土,而太谷县地处黄土高原,泥土是最不缺少。建筑材料全部来源于自然,有利于降低造价、节约能源,并且这些材料可以重新回归自然,可以做到不污染环境。太谷地区土层深厚,结构紧密,黏土粘结力较好,导热系数小。实心黏土砖和瓦是外墙和屋顶的主要材料。由于原材料的物理性能,其热惰性较大并且做得极为厚重,减少了由于围护结构带来的热损失,保证了室内温度的稳定。

三多堂的房屋结构采取的是木构架,故木材也是主要应用材料之一。山西地处黄河中游东岸,明清时期也曾是林木森郁之地,故而木材资源丰富,可谓取之自然,用之自然,减少运输,节约造价。另一方面,木材易于加工,适应性强,有较强的抗震性能。木材具有多孔性,其导热系数相对较低,且其热容量也较大,这些性能对维持室内温度的稳定有很大的作用<sup>[12]</sup>。

### 3.3 技术应用

#### 3.3.1 保温隔热

##### 1) 建筑墙体厚度

除主宅中主楼的墙体厚度较为特殊,大于 500 mm 厚之外,其他无论是厢房还是外宅中的辅助用房,其外墙厚度均为 500 mm。砖与土砌筑的实墙体保温隔热性能良好,500 mm 的厚度能很好地减少室内外的热交换和昼夜温差带来的影响。

##### 2) 笼布和窗纸

笼布是寻常人家在蒸馒头或蒸包子时为避免其粘在算子上而在算子上铺的一层布。窗纸则浅而易懂,即糊在窗上的纸。在对三多堂进行现场调研时发现,有些窗户上有笼布的痕迹,而有些则粘有破旧的窗纸。经导游的一番讲解以及自己的一些思考,对这些现象有了深刻的理解。

笼布的气密性比窗纸好得多,夏季在窗户上贴上笼布,既可以避免太阳直射,又可以保证通风。而在冬季在窗户外糊上窗纸,可在一定程度上减少冷空气灌入,减少热交换。

##### 3) 窗墙比

住宅南向的墙以及厢房面向院内的墙,其窗墙比大约为 1:1,这样的比例既能保证建筑室内可以获得充足的日照,又可以在一定程度上保证室内的热环境。图 5 即在软件 Ecotect 中同等条件下或同样的参数下仅调节窗墙比(即从一般住宅建筑 1:2 的窗墙比动态调节到 1:1),其建筑室内舒适区范围会相应的增大(黄线框是调节之前的舒适区范围,红色框是调节之后的舒适区范围)。

##### 4) 火炕

在调研过程中发现,多寿院主楼一层的卧室有一个火炕,通过秸秆、树枝等燃烧后产生的热流经过炕的烟道将热量带给炕,从而达到保暖的作用。这是北方地区常见的冬季保暖方式,对提高室内热舒适度是一个十分有效的措施。

#### 3.3.2 采光通风

##### 1) 台基

在调研过程中发现,在三多堂的院子里,早上 9:00—10:00 以及下午 3:00—4:00 均可以感受到阳光的照耀,但是将测量的院落进深数据导入模型中进行日照模拟发现,其院落进深并不能达到满足获得如此日照的要求。其根本原因是日照模拟时,三多堂的室内标高是统一标准,而事实上三多堂的室内标高由南至北逐渐升高,其采取的手段就是不断升高的台基,这样做不仅可以满足日照,而且提高了土地的利用率,并且利用地势可以进行有效地排水,同时台基还可以达到防潮的作用<sup>[13]</sup>。

##### 2) 南北不一的窗洞

三多堂院北凌空而起三座楼宅,由西至东连成一列,总长 66 m,宽 8 m,高 17 m,北立面无任何窗户,坐北而立,以厚度大于 1.2 m 的墙体抵挡着冬季偏北季风的侵袭,而南立面面向院内,窗墙比 1:1,保证了建筑的采光面积以及室内的热舒适性。

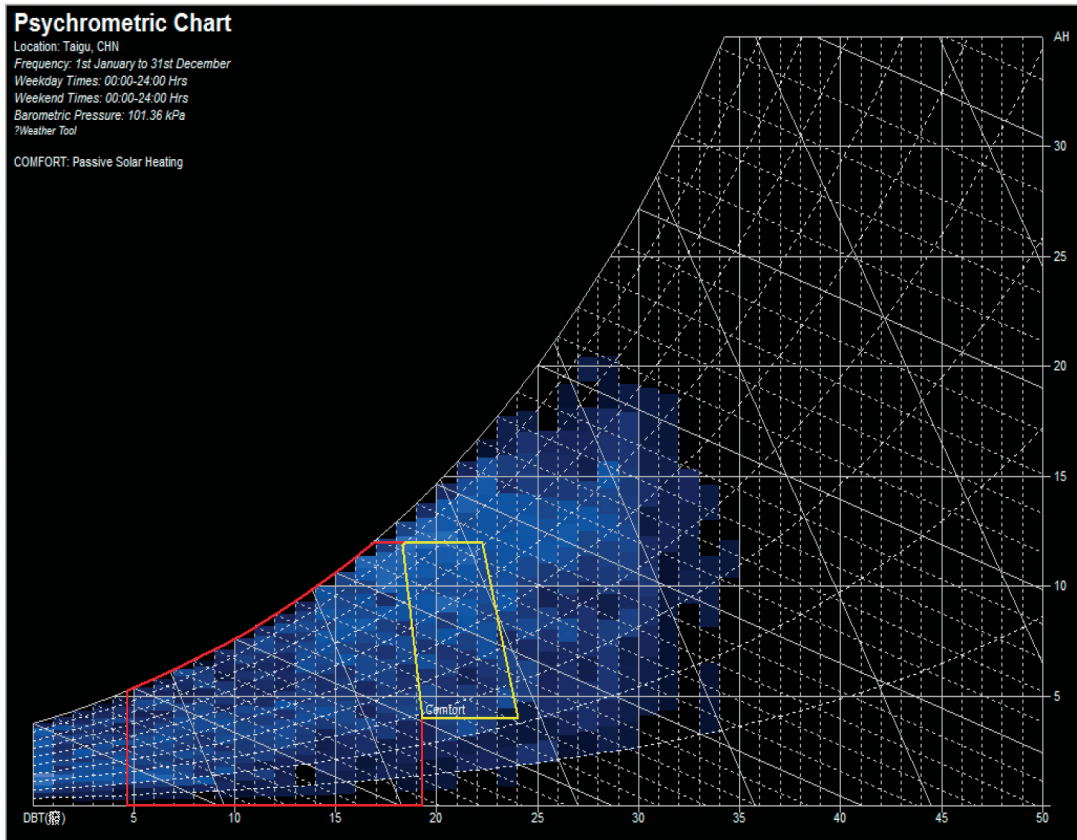


图 5 三多堂焓湿图(窗墙比由 1:2 调到 1:1)

Fig. 5 Psychrometric chart of Sanduotang ( window to wall ratio adjusted from 1:2 to 1:1)

3) 内向型的围合空间

三多堂整体看就像是一座城堡,四周坚不可摧。这一方面是由于人的安全意识形成的,另一方面,内向型的空间既可以避免风沙对院内的侵袭,同时院内又可以形成一个单独的微型气候区(图 6)。

3.4 结构设计

3.4.1 屋顶构造

在构造措施方面,三多堂的屋顶构造是坡屋顶,结构采用的是抬梁式木构架,匠人在建造房屋时,先将结构搭建出来,再砌墙体,屋顶的重量传给木构架,木构架再传给柱子,柱子最后传给地面。在这个过程中墙体是不承受任何重量的。古代的“墙倒屋不塌”之说就是这个原理,这也是三多堂能保存至今的原因。这种结构体系既没有现代建筑中构造柱和圈梁之间“热桥效应”问题,又使木构架和屋顶之间形成一个热量缓冲空间,从而保证建筑的保温隔热。

坡屋顶檐口的出挑也恰到好处,能使阳光在冬季尽可能地照射到室内,从而提高室内温度;而在夏季可以规避阳光的直射,使室内保持清爽。

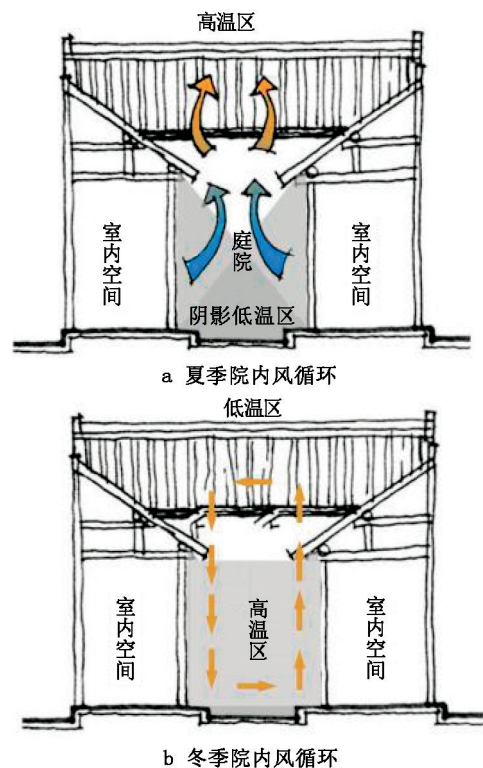


图 6 三多堂院内风循环

Fig. 6 Internal air circulation diagram of Sanduotang

### 3.4.2 雕花式石柱础

三多堂中所有柱子均有柱础,且采用的材料是石头。石头本身重量比木头要大,故石柱础避免了结构上的头重脚轻的缺点,增加了结构的抗震性能。同时木头存在易潮的特点,石制柱础可起到防潮的目的。

### 3.4.3 主楼不同的墙体厚度

主宅的主楼一层墙体厚度为 1.6 m,二层墙体 1.4 m,三层墙体 1.2 m,逐层递减,利用桥梁力学的原理提高了建筑的稳固性,增强了抗震性能。同时厚重的墙体又避免了冬季风沙的侵袭,保证了室内的舒适性。

### 3.5 三多堂室内舒适度分析

将空间设计、材料应用、技术应用、结构设计中提到的所有被动性措施参数全部在 Ecotect 软件中

设置,以多福院主楼一层为例,分析其最冷天室内温度和最热天室内温度是否适宜。

根据室内空气质量国家标准,最适宜人的室内温度:冬季温度 18~25℃ 较为舒适,夏季温度 23~28℃ 较为舒适。图 7 和图 8 中紫线代表室内温度,蓝色虚线代表建筑室外温度,由此可以得出,最热天建筑室外温度大约在 18~34℃ 之间波动,而经过被动措施的调节,多福院一楼的室内温度大约在 26~29℃ 之间波动,平均温度约为 24.8℃,基本满足标准舒适温度;最冷天建筑室外温度大约在零下 15~15℃ 之间波动,而经过被动措施的调节,室内温度平均在 18.5℃,虽在舒适范围内,相对来说温度略微低。总而言之,三多堂采取的建筑被动性措施基本适应当地的气候<sup>[14]</sup>。

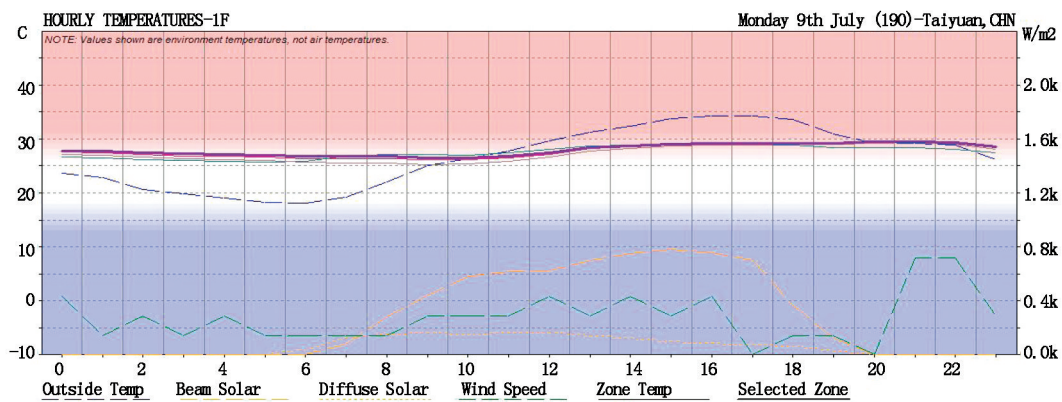


图 7 最热天 7 月 9 日小时温度曲线

Fig. 7 Hourly temperature curve on July 9, the hottest day

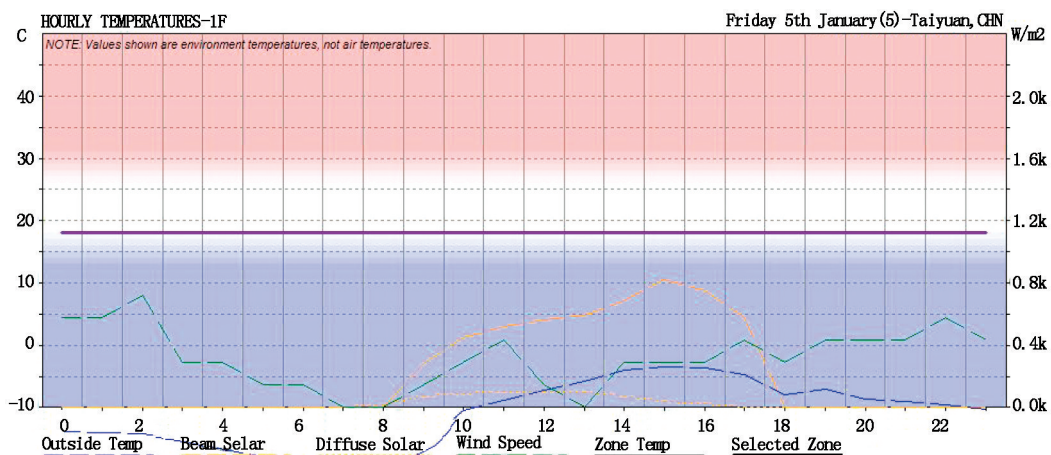


图 8 最冷天 1 月 5 日小时温度曲线

Fig. 8 Hourly temperature curve of on January 5, the coldest day

## 4 建筑设计语言模式建构

以三多堂为例的太谷县传统民居的气候适应性语言模式并不是特别高深的理论,这是当地的传统民居在长期实践中总结出来的适应太谷县地域气候的方法。通过这些简单经济的方法,达到室内舒适度分析中的室内舒适温度。这些被动节能技术是人、建筑、自然完美和谐的结果。针对前述对三多堂的气候适应性分析,对太谷县传统民居的被动性措施进行设计语言模式的初步总结。

### 4.1 设计语言模式一:主宅坐北朝南

主宅作为主要功能用房,采取坐北朝南的布局方式。在冬季,太阳高度角较小,住宅的门窗朝南,可以让更多的太阳光线射入室内,从而提高室内的温度;在夏季,太阳高度角增大,太阳从门窗射入的光线较少,同时可以避免盛夏季节最热时段太阳光的直射,从而使室内保持一定的凉意。坐北朝南不仅是为了采光,同时也为了在隆冬季节让建筑起到避风、保暖的作用,以此来加强室内在各个时段、各个季节的舒适度。

### 4.2 设计语言模式二:适宜厚度的维护结构

建筑的墙体采用的是砖石结构,其保温隔热性能和蓄热能力较为良好。主宅中主楼是整个三多堂建筑群中最靠北的墙体,常年经受着太谷县冬季偏北季风的侵袭,设计者构思奇妙,以拔地而起的长 66 m,高 17 m 的墙体作为一道屏障,使院内免受季风的侵袭;同时为了保证室内的温度和出于结构的需要,一、二、三层的墙体厚度自下而上分别设计为 1.6 m,1.4 m 和 1.2 m。这是整个三多堂建筑群中最厚重的墙体,其余墙体则均为 500 mm。根据不同的情况将不同位置的墙体设计为适宜的厚度,这种手法值得借鉴,如此既保证了冬季的保温,又保证了夏季的隔热,使室内有一个舒适的热环境。

### 4.3 设计语言模式三:内向型封闭空间

在宅院四周,建筑的墙和建筑断开后的短墙相连接,外围的建筑大多采用内向型的单坡屋顶,这些垂直元素即台基、墙体、屋顶,形成了一个四面封闭的内向型空间,私密性极强,且越到院落中心其私密感越强,符合且满足着使用者内心的安全感。建筑门窗洞口均面向院内开启,院内的土壤、空气、水缸等形成了特有的微型环境,而院内和院落上空由于气压差产生的风对流则形成了院落的风环境。

### 4.4 设计语言模式四:自南至北逐渐升高的台基

利用不同高度的台基造成整个宅院的建筑由南

至北的室内地坪差,主宅的房屋室内地坪统一比外宅高,这样不仅可以使主宅在冬季获得良好的日照,有利于被动式采暖,而且有效缩短了房屋之间的间距,提高了庭院的土地利用率。同时,抬高的地坪形成了由北至南的排水,主宅的积水可以排到甬道,甬道利用西高东低的地势再排入外面的街道,解决了主宅的排水问题。

### 4.5 设计语言模式五:南大北无的窗洞

三多堂的北墙无窗户,而南墙的窗墙比为 1:1,这是前人根据其生活经验所采取的传统民居的建筑设计措施。无窗户的北墙有效地阻挡了冬季寒风的侵袭;南窗则可以使室内在冬季获取充分的日照,增大室内的天然采光面积,保证了室内的热环境,提高了居住舒适度,减少冬季的建筑能耗。

### 4.6 设计语言模式六:夏笼布冬窗纸

利用笼布和窗纸的不同性能——即笼布的气密性比窗纸要好。二者都是在日常生活中常见的材料,且简单易操作。夏季在窗户上糊上笼布,既保证了室内外的通风,又避免了阳光的直射;冬季在窗户上糊上窗纸,则保温防风。

### 4.7 设计语言模式七:火炕

火炕是北方传统民居中常见的采暖方式。太谷县的冬季寒冷而漫长,故三多堂中也出现了该种取暖方式。火炕解决了起居问题的同时,又通过炕面散发的热量保证室内的温度。其原理是将植物燃烧的余热循环利用,达到能源多次利用的目的,十分环保,符合现代建筑中强调的“生态”思想,可以利用现代技术将其改良加以利用<sup>[15]</sup>。

传统民居是先祖经过不断的实践和经验积累创造的一种建筑形式,是建筑、人和自然和谐共生的产物。传统民居的气候适应性是指建筑在不同的气候条件下,二者产生一种相互适应的状况,是建筑和地域性气候相互耦合的过程。对传统民居气候适应性的研究唤起了传统建筑中的生态思想,以及对传统建筑技术的继承和发扬,现代民居建筑的设计要对其“去其糟粕,取其精华”,多采取被动性措施,极力营造出耗能少,对生态环境破坏力小,且热舒适度高的室内环境。

## 参考文献:

- [1] 武思标,徐涛. 浅谈可持续发展的生态建筑[J]. 山西建筑,2009,35(1):28-29.
- [2] 赵群,周伟,刘加平. 中国传统民居中的生态建筑经验刍议[J]. 新建筑,2005(4):9-11. (下转第 71 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.005

## 澜沧江省级自然保护区沿江两岸植被类型分析

余正才<sup>1</sup>,毛凯东<sup>1</sup>,徐晓燕<sup>2</sup>,李帅锋<sup>3</sup>

(1. 云南省林业调查规划院昆明分院, 云南 昆明 650200; 2. 云南农业大学, 云南 昆明 650201;  
3. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

**摘要:**澜沧江省级自然保护区位于澜沧江中游临沧市境内。该区域植被类型随海拔升高而呈垂直分布规律。在以往的研究中忽视了澜沧江两岸低海拔区域植被的研究。文章以临沧市临翔区邦东乡沿江两岸低海拔植物群落为主要对象,分析该区域植被类型及其物种组成,以期为该区域生物多样性管理提供依据。研究发现,在沿江两岸海拔 750~1 400 m 区域,共计发现 7 个植被型、8 个植被亚型、8 个群系及 8 个群落类型。除季风常绿阔叶林外,其他 7 个植被亚型均为本次调查新发现,其中热带季雨林与暖热性针叶林是研究区域主要的植被类型,而暖热性针叶林与季风常绿阔叶林则受破坏较大,分别产生暖热性稀树灌木草丛和干热性稀树灌木草丛,而干热灌丛则小面积分布。并根据澜沧江周期性枯水期出现的狗牙根群落,新提出河流消落带植被类型。

**关键词:**热带季雨林;思茅松林;季风常绿阔叶林;物种组成;澜沧江自然保护区;低海拔区域

中图分类号:S759.9;S718.54 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0027-05

引文格式:余正才,毛凯东,徐晓燕,等.澜沧江省级自然保护区沿江两岸植被类型分析[J].林业调查规划,2020,45(1):27-31.

YU Zhengcai, MAO Kaidong, XU Xiaoyan, et al. Analysis of Vegetation Types along the River in Langcangjiang Provincial Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 27-31.

## Analysis of Vegetation Types along the River in Langcangjiang Provincial Nature Reserve

YU Zhengcai<sup>1</sup>, MAO Kaidong<sup>1</sup>, XU Xiaoyan<sup>2</sup>, LI Shuaifeng<sup>3</sup>

(1. Kunming Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650200, China;  
2. Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 3. Research Institute of Resource Insects,  
Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Langcangjiang Provincial Nature Reserve is located in Lincang City, the middle area of Lancang River. The vegetation types in this area are vertical distribution with the increase of altitude. The previous study often has neglected vegetation types of lower altitude both sides of Lancang River. This paper analyzed the vegetation types and species composition of the low-altitude plant communities along the river in Bangdong Town, Linxiang District, Lincang City, in order to provide the basis for biodiversity management in the region. A total of 7 vegetation types, 8 vegetation subtypes, 8 formations and 8 community

收稿日期:2019-08-16;修回日期:2019-08-30.

基金项目:云南省基础研究计划项目“南亚热带典型森林生物多样性与生态系统功能关系及其耦合机制研究”。

第一作者:余正才(1982-),男,云南东川人,工程师。主要从事森林资源管理研究。Email:40097268@qq.com

责任作者:李帅锋(1982-),男,河南郟县人,副研究员。主要从事群落生态学与生物多样性保护研究。Email:shuaifengli@163.com

types were found in the area with altitude ranged from 750 to 1 400 m. Except for the monsoon evergreen broad-leaved forest, the other 7 vegetation subtypes were firstly found in this survey. The tropical monsoon forest and warm coniferous forest were the main vegetation types in the study area, while warm coniferous forest and monsoon evergreen broad-leaved forest were greatly damaged, respectively producing warm sparse shrub and grass and dry hot sparse shrub and grass which was distributed in a small area. Based on the *Cynodon dactylon* community in the Lancang River during the periodic dry season, this vegetation was proposed in the hydro-fluctuation belt.

**Key words:** tropical monsoon forest; *Pinus kesiya* forest; monsoon evergreen broad-leaved forest; species composition; Lancangjiang Provincial Nature Reserve; low altitude area

澜沧江省级自然保护区位于澜沧江中游临沧市境内,是大湄公河次区域内一个具有重要国际影响力的自然保护区<sup>[1]</sup>。区域内的主要保护对象为完整的森林生态系统及其珍稀濒危动植物,其中中山湿性常绿阔叶林是保护区面积最大的植被类型,是珍稀濒危动植物天然的避难所<sup>[2]</sup>。同时,该区域地处横断山脉怒山山脉的南延部分,为深切割中山峡谷地貌和中切山原地貌,造成区域内海拔垂直分布跨度大,立体气候明显<sup>[3]</sup>,使植被类型呈现出随海拔升高而变化的垂直分布规律<sup>[4]</sup>。保护区最高海拔为 3 429.6 m,最低海拔为 700 m。以往的研究中对保护区海拔 1 400 m 以上的植被类型进入了深入研究<sup>[4]</sup>,尤其是中山湿性常绿阔叶林<sup>[2]</sup>、半湿润常绿阔叶林<sup>[5]</sup>、云南铁杉林<sup>[6,7]</sup>等群落类型,而对低海拔区域,尤其是澜沧江两岸的原生植被缺少研究。其原因一方面是由于交通不便利,调查人员难以达到,另一方面是该区域多数被开发成经济林而原生森林被破坏。随着对澜沧江等河流水电开发的大规模实施,以往难以到达的区域开始交通便利,对群落调查的实现提供了可能。本文以临沧市临翔区邦东乡内大富水电站为依托,对保护区区域内澜沧江沿岸植被类型进行分析,揭示其物种组成的变化规律,为保护区的生物多样性保护与管理提供科学依据。

## 1 研究区概况

研究区域位于临沧市临翔区邦东乡境内的澜沧江省级自然保护区(99°07′~100°25′N,23°07′~25°02′E)。保护区总面积为 75 186 hm<sup>2</sup>,涉及临翔区、凤庆、云县、双江及耿马等五县区,以保护澜沧江流域中部的中山湿性常绿阔叶林生态系统及其栖息于其中的珍稀濒危动植物及狭域特有分布的物种、群落为主要保护目的<sup>[4]</sup>。区域内最高海拔为邦东大雪山,海拔为 3 429.6 m,立体气候明显,干湿季分明,属西南亚热带低纬山地季风气候,年均气温

17.5℃,年均降水量 1 163 mm<sup>[2]</sup>。而研究区域位于澜沧江两岸的低海拔区域,以大富水电站为中心点半径 1 km 的范围内,面积约为 300 hm<sup>2</sup>,其海拔范围为 750~1 400 m,其气温更高,热量更丰富。研究区域受人为干扰较为频繁,原有自然植被多被开垦为橡胶及咖啡为主的人工经济林,局部区域还分布有保存完整的天然植被。

## 2 结果与分析

### 2.1 植被类型划分

根据现有的植被现状,依据《云南植被》中采用的分类系统<sup>[8]</sup>,遵循群落学—生态学的分类原则,澜沧江省级自然保护区沿江两岸低海拔出现的自然植被可划分为 6 个植被型、7 个植被亚型、7 个群系和 7 个群落类型(表 1)。其中,热带季雨林与暖性针叶林是该区域主要的原生植被。调查发现,季风常绿阔叶林、暖热性针叶林遭受较大的破坏,从而形成了热性稀树灌木草丛和暖热性稀树灌木草丛。河流消落带水生植被仅记录一个群落类型,该类型随河流枯水期的变化而周期性出现。

### 2.2 植被类型物种组成

#### 2.2.1 热带季雨林

保护区的落叶季雨林与澜沧江谷地热辐射和强烈蒸发产生的热气流密切相关,群落具有以下特征:1)具有明显的落叶季雨林标志种,如木棉(*Bombax malabaricum*)、云南紫薇(*Lagerstroemia intermedia*)、火绳树(*Eriolaena spectabilis*)、劲直刺桐(*Erythrina strica*)、粉花羊蹄甲(*Bauhinia acuminata* var. *candida*)、秋枫(*Bischofia javanica*)等。2)群落具有明显的分层结构。3)绝大多数物种在旱季落叶<sup>[8]</sup>。落叶季雨林主要分布在保护区澜沧江河谷两侧的山坡上,分布在海拔 1 000 m 以下。在本次调查中,落叶季雨林保存完整,记录云南紫薇、粉花羊蹄甲一个群落类型。

表 1 保护区植被系统

Tab. 1 Vegetation system of nature reserve

植被型	植被亚型	群系	群丛
I. 热带季雨林	一、落叶季雨林	1. 云南紫薇林	(1) 云南紫薇-粉花羊蹄甲群落
II. 常绿阔叶林	二、季风常绿阔叶林	2. 毛枝青冈林	(2) 毛枝青冈-红皮水锦树群落
III. 暖性针叶林	三、暖热性针叶林	3. 思茅松林	(3) 思茅松-齿叶黄杞群落
IV. 稀树灌木草丛	四、热性稀树灌木草丛	4. 含红木荷、毛银柴的高草草丛	(4) 类芦-粽叶芦-飞机草群落
	五、暖热性稀树灌木草丛	5. 含思茅松的高草草丛	(5) 思茅松-毛叶黄杞-飞机草群落
V. 灌丛	六、干热灌丛	6. 白背枫灌丛	(6) 白背枫-虾子花群落
VI. 水生植被	七、河流消落带水生植被	7. 狗牙根群落	(7) 狗牙根-牛筋草群落

该群落外貌浑圆,落叶,大树树冠几乎相接。乔木层高 20 m,主要组成树种有云南紫薇、粉花羊蹄甲、木蝴蝶 (*Oroxylum indicum*)、羽叶楸 (*Stereospermum colais*)、家麻树 (*Sterculia pexa*)、绒毛苹婆 (*Sterculia villosa*)、中平树 (*Macaranga denticulata*)、大鱼藤树 (*Derris robusta*)、木棉、火烧花 (*Mayodendron igneum*)、火绳树、浆果楝 (*Cipadessa baccifera*)、毛银柴 (*Aporosa villosa*)、楹树 (*Albizia chinensis*)、大叶玉兰 (*Magnolia henryi*)、合果木 (*Paramichelia baillonii*)、毛枝青冈 (*Cyclobalanopsis helferiana*)、岭罗麦 (*Tarrenoidea wallichii*)、常绿臭椿 (*Ailanthus fordii*)、长叶柞木 (*Xylosma longifolium*)、鸡仔木 (*Sinoadina racemosa*) 等。灌木层主要组成物种有扁担杆 (*Grewia biloba*)、余甘子 (*Phyllanthus emblica*)、粗糠柴 (*Mallotus philippensis*)、艾胶算盘子 (*Glochidion lanceolarium*)、矮陀陀 (*Munronia henryi*)、常绿榆 (*Ulmus lanceaefolia*)、鲫鱼胆 (*Maesa perlaris*)、假木豆 (*Dendrolobium triangulare*)、水茄 (*Solanum torvum*)、石海椒 (*Reinwardtia indica*)、对叶榕 (*Ficus hispida*)、鸡嗉子榕 (*Ficus semicordata*)、羊脆木 (*Pittosporum kerrii*)、羽萼 (*Colebrookea oppositifolia*)、钝叶黄檀 (*Dalbergia obtusifolia*)、单羽火筒树 (*Leea crispa*) 等。草本层主要组成物种有心叶凹唇姜 (*Boesenbergia fallax*)、飞机草 (*Chromolaena odoratum*)、尖苞柞叶 (*Phrynium placentarium*)、树头芭蕉 (*Musa wilsonii*)、紫茎泽兰 (*Eupatorium coelestinum*) 等物种。层间植

物主要由藤本植物和附生植物组成,其中藤本植物包括土蜜藤 (*Bridelia stipularis*)、山莓 (*Rubus corchorifolius*)、巴豆藤 (*Craspedolobium schochii*)、大果油麻藤 (*Mucuna macrocarpa*)、爬树龙 (*Rhaphidophora decursiva*)、毛木通 (*Clematis buchananiana*)、十字架爬藤 (*Tetrastigma cruciatum*) 等;附生植物主要包括崖姜 (*Pseudodrynaria coronans*)、显脉鸢尾兰 (*Oberonia acaulis*)、白点兰 (*Thrixspermum centipeda*)、白柱万代兰 (*Vanda brunnea*)、禾叶贝母兰 (*Coelogyne viscosa*) 等。

### 2.2.2 常绿阔叶林

保护区分布的常绿阔叶林主要为季风常绿阔叶林,该植被亚型是常绿阔叶林中热带性质最强的类型,广泛分布于云南南亚热带海拔 850~1 800 m 范围的山地<sup>[8]</sup>。季风常绿阔叶林的外貌,表现为林冠浓郁,暗绿色,稍不平整,多作波状起伏,以常绿树为主体,掺杂少量落叶树,在保护区主要分布在向阳一侧的山坡上。该区域遭到较多的人为干扰,在陡峭的箐沟两侧上方也有一定分布。研究区域的季风常绿阔叶林群系类型为毛枝青冈林,本次仅记录一个群落类型,即毛枝青冈、红皮水锦树群落 (*Cyclobalanopsis helferiana*、*Wendlandia tinctoria* subsp. *intermedia* Comm.)。

乔木层高 12 m,主要组成物种有毛枝青冈、红皮水锦树、鸡嗉子榕、香面叶 (*Lindera caudata*)、钝叶黄檀、狭叶山黄麻 (*Trema angustifolia*)、中平树、余甘子、毛叶黄杞 (*Engelhardtia colebrookiana*) 等。灌木层主要组成物种有白背枫 (*Buddleja asiatica*)、舞草 (*Codariocalyx motorius*)、红雾水葛 (*Pouzolzia sanguinea*)、虾子花 (*Woodfordia fruticosa*)、大叶千斤拔 (*Flemingia macrophylla*)、狸尾豆 (*Urarialagopodioides*)、黄毛五月茶 (*Antidesma fordii*) 等。草本层主要组成物种有黄葵 (*Abelmoschus moschatus*)、石芒草 (*Arundinella nepalensis*)、类芦 (*Neyraudia reynaudiana*)、蓝花野苘蒿 (*Crassocephalum rubens*)、飞机草、金发草 (*Pogonatherum paniceum*)、鼠麴草 (*Gnaphalium affine*)、野艾蒿 (*Artemisia lavandulaefolia*)、六棱菊 (*Laggera alata*) 等。

### 2.2.3 针叶林

保护区的针叶林主要为暖热性针叶林,群系类型为思茅松林 (Form. *Pinuskesiya* var. *langbianensis*)。该类型与季风常绿阔叶林的分布海拔相似,但土壤相对干燥瘠薄。乔木层高 18 m,主要组成物种有思茅松、齿叶黄杞 (*Engelhardtia serrata*)、乌墨 (*Syzygi-*

um cumini)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、长叶柞木、瓦山锥(*Castanopsis ceratocantha*)、余甘子、红皮水锦树、秧青(*Dalbergia assamica*)、毛枝青冈、截果柯(*Lithocarpus truncatus*)、毛叶黄杞、西南木荷(*Schima wallichii*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、中平树、鲫鱼胆、江南越桔(*Vaccinium mandarinorum*)、岭罗麦、毛银柴、多花栲(*Fraxinus floribunda*)、密花树(*Rapanea nerifolia*)、野柿(*Diospyros kaki* var. *silvestris*)、黄毛五月茶、小果锥(*Castanopsis fleuryi*)等。灌木层主要组成物种有地果(*Ficus tikoua*)、宿苞豆(*Shuteria involucrata*)、山芝麻(*Helicteres angustifolia*)、扁担杆、黑面神(*Breynia fruticosa*)、马甲菝葜(*Smilax lanceifolia*)、穿鞘菝葜(*Smilax perfoliata*)、绒毛叶杭子梢、毛叶算盘子(*Campylotropis pinetorum* subsp. *velutina*)、球穗千斤拔(*Flemingia strobilifera*)、单羽火筒树、舞草、滇刺枣(*Ziziphus mauritiana*)。草本层主要组成物种有石芒草(*Arundinella nepalensis*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、野草香(*Elsholtzia cypriani*)、野拔子(*Elsholtzia rugulosa*)、金发草、地桃花(*Urena lobata*)、刚莠竹(*Microstegium ciliatum*)、华珍珠茅(*Scleria chinensis*)、飞机草、竹叶草(*Oplismenus compositus*)、爵床(*Rostellularia procumbens*)、紫茎泽兰等。

#### 2.2.4 稀树灌木草丛

稀树灌木草丛是雨林、季雨林和常绿阔叶林遭到反复破坏之后形成的次生性植被<sup>[8]</sup>。物种组成因干扰强度或干扰后的自然恢复时间不同而有很大差异,与各种原生植被关系复杂。保护区主要有两个植被亚型,即热性稀树灌木草丛和暖热性稀树灌木草丛,两者的差别在于前者分布区域与热带雨林或季雨林重叠,该群落类型普遍以高草草丛为主,评价区主要类型为类芦、粽叶芦、飞机草高草草丛,高度可达 2.5~3 m;后者则是偏干性季风常绿阔叶林遭到破坏后形成耐旱的草丛植被,明显的区别是伴生的稀树种类,在保护区则以思茅松为主,主要类型为含思茅松的高草草丛。

##### 1) 类芦、粽叶芦、飞机草高草草丛

该群落类型面积不大,集中分布在海拔 850~1 100 m 区域。群落以高 1~2 m 的高禾草为背景,草丛密集,呈斑块状构成主要层。草丛的主要组成物种有类芦、粽叶芦、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、细柄草等,草丛中混生有各种乔灌木,常见的有余甘子、狭叶红紫珠(*Calli-carparubella* f. *angustata*)、对叶榕、粗糠柴、毛银柴、

白背算盘子(*Glochidion wrightii*)、钝叶黄檀等。

##### 2) 思茅松-毛叶黄杞-飞机草群落

该群落类型的原生植被为季风常绿阔叶林和思茅松林,本次调查仅记录一个群落。草丛主要为高草,尤其以飞机草最为常见,其他如粽叶芦、金茅(*Eulalia speciosa*)、硬秆子草(*Capillipedium assimile*)、石芒草、金发草也较为常见。稀树中,除了思茅松外,常见的还有西南木荷、毛叶黄杞、对叶榕、余甘子、红皮水锦树等。

#### 2.2.5 灌丛

灌丛主要是以灌木植物为主构成的植被类型。受到分布区域气候条件或生境土壤基质的限制,群落缺乏高大的乔木个体,或出现分支低矮的灌木状乔木<sup>[8]</sup>。本调查仅记录到干热灌丛一个类型,群落为白背枫、虾子花灌丛。构成群落的灌木种类有白背枫、虾子花(*Woodfordia fruticosa*)、红雾水葛、穿鞘菝葜、乌墨、钝叶黄檀、鸡嗉子榕、单羽火筒树、毛叶合欢(*Albizia mollis*)等,主要草本植物有紫茎泽兰、飞机草、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)、飞扬草(*Euphorbia hirta*)、粽叶芦、飞蓬(*Erigeron acer*)、竹叶草、龙爪茅、地桃花、类芦、野芭蕉等。

#### 2.2.6 水生植被

保护区水生植被主要是指消落带水生植被的狗牙根群落,主要组成物种有狗牙根(*Cynodon dactylon*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、莲子草(*Alternanthera sessilis*)、刺苋(*Amaranthus spinosus*)、蓟罂粟(*Argemone mexicana*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)等物种。

### 3 讨论

研究地位于云南省临沧市临翔区邦东乡澜沧江两岸低海拔区域,根据《云南植被》区划,评价区属于亚热带常绿阔叶林区域,西部(半湿润)常绿阔叶林亚区,高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带、滇西南中山山原河谷季风常绿阔叶林区,澜沧江、把边江中游中山山原红锥、栲类林、思茅松林亚区<sup>[8]</sup>。澜沧江省级自然保护区由 7 个互不相连的片区构成。保护区范围内植被垂直分布特征明显,在以往的调查中共记录有 8 个植被亚型,分别是季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、山顶苔藓矮林、温凉性针叶林、温凉性竹林、寒温灌丛及寒温草甸等植被亚型,其中,中山湿性常绿阔叶林是保护区面积最大、保存最完整的类型,主要分布在海

拔 2 500~3 150 m 区域<sup>[4]</sup>。调查区域位于低纬度的澜沧江中游偏下部位,山体高差悬殊,具有产生垂直温差的必要条件,因此山地生物垂直带类型众多。研究区域位于保护区海拔 750~1 400 m 区域,属于该区域山地植被垂直带谱海拔分布最低的区域。在澜沧江省级自然保护区的科学考察中,植被类型记录的最低海拔为 1 430 m<sup>[4]</sup>,在原有科学考察中没有记录本次在评价区发现的热带季雨林、暖热性针叶林、暖热性稀树灌木草丛及干热河谷灌丛为代表的热带落叶经济林。本次对保护区沿江两岸低海拔的植被调查为自然保护区植被类型做了有益补充,丰富了保护区的生物景观多样性。

季雨林是在具有明显干、湿季变化的热带季风气候下发育的一种热带落叶森林植被。云南的季雨林主要分布在海拔 1 300 m 以下的几大河流开阔河段两岸<sup>[9]</sup>,如澜沧江等河谷地段,呈不连续的片状分布。保护区的热带季雨林主要分布在临近澜沧江边阴坡面的山体,林内箐沟常年流水。该区域受季风影响强烈,季雨林发育呈落叶季雨林,介于热带雨林与萨王纳之间的一种热带落叶森林植被<sup>[10]</sup>,其主要建群物种有粉花羊蹄甲、木棉、楹树、秋枫等,具有一个明显的无叶时期。季风常绿阔叶林与热带季雨林存在过渡交错分布的状态,而在两类植被类型分布的上方则保存有大面积林相完整的暖热性针叶林,此外还分布有较小面积的暖性稀树灌木草丛、干热河谷灌丛及小面积的季风常绿阔叶林。季风常绿阔叶林是我国南亚热带的地带性植被,具有热带向亚热带过渡的性质<sup>[11]</sup>,是反映云南省亚热带南部气候条件的植被类型,也称之为“南亚热带常绿阔叶林”或“南亚热带常绿栎类林”<sup>[8]</sup>,与半湿润常绿阔叶林具有一定的海拔替代性,但季风常绿阔叶林具有热带森林生态外貌和显著的亚热带植物区系,与东南亚的低山常绿阔叶林类似<sup>[12]</sup>。保护区沿江两岸主要的季风常绿阔叶林记录到一个群落类型,即毛枝青冈林。该群落类型为偏干性的季风常绿阔叶林,与沟谷区域偏干的季风气候相适应。

现有数据显示,澜沧江省级自然保护区海拔 1 800 m 地带分布有较大面积的云南松林<sup>[4]</sup>,临沧市区域分布有较大面积的思茅松林<sup>[13]</sup>。目前对思茅松林与云南松林两种群落类型的划分往往存在界定不清的状态,成为群落数量分类的一个难点,尤其是在两种群落存在交错分布的过渡地带。其划分的依据一方面是对物种的鉴定,另一方面则要根据其海拔分布的规律进行划分。在本次调查中发现,海

拔 1 400 m 以下区域出现的暖性针叶林均为思茅松林。此外,由于澜沧江因周期性水位涨落而被淹没或出露呈陆地的区域,存在较为明显的消落带,分布有以狗牙根为代表的水生植被。在《云南植被》、《中国植被》<sup>[14]</sup>及《中国湿地植被》<sup>[15]</sup>中,均未将消落带的水生植被列入。消落带植被是水生生态系统的重要组成部分,对消落带功能发挥着重要作用。本文根据库区消落带的植被研究<sup>[16]</sup>提出河流消落带水生植被这一概念,以补充云南植被分类系统。

## 4 结论

临翔区邦东乡临沧大雪山片区是澜沧江省级自然保护区海拔分布最高的区域,从澜沧江两岸至临沧大雪山构成了保护区明显的植被垂直分布特征。在以往的研究中,忽视了对澜沧江两岸低海拔区域植被类型的分析,本文对保护区植被研究做了有益补充。调查发现,澜沧江两岸低海拔区域自然植被分布有 6 个植被型、7 个植被亚型、7 个群系和 7 个群落类型,其中热带季雨林保存完整,以思茅松林为主的暖热性针叶林面积最大,季风常绿阔叶林遭受较大人为干扰,暖性稀树灌木草丛、暖热性稀树灌木草丛及干热灌丛是该区域主要的次生植被类型,而河流消落带水生植被则是澜沧江流域枯水期常见的水生植被。热带季雨林林内物种多样性丰富,生态系统服务价值较高。同时,笔者发现,在热带季雨林中包含有较多国家级保护植物,如合果木、千果榄仁、大叶木兰等国家 II 级保护植物,具有较高的保护和研究价值。

## 参考文献:

- [1] 黄天才,王娟,杜凡,等. 澜沧江自然保护区珍稀濒危植物及其重要性[J]. 西南林学院学报,2007,27(6): 1-5.
- [2] 丁涛,杜凡,王娟,等. 澜沧江自然保护区湿性常绿阔叶林生活性特征研究[J]. 西南林学院学报,2006,26(2): 19-23.
- [3] 管亚东. 澜沧江自然保护区生态评价及保护管理对策[J]. 林业调查规划,2004,29(增刊): 86-88.
- [4] 王娟,杜凡,杨宇明,等. 中国云南澜沧江自然保护区科学考察研究[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [5] 和菊,杜凡,王娟,等. 澜沧江自然保护区半湿性常绿阔叶林的群落及植物区系特性研究[J]. 西部林业科学,2006,35(2): 57-63.
- [6] 苏文苹,杨宇明,郭辉军,等. 澜沧江自然保护区云南铁杉

群落特性研究[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(1): 1-5.

(下转第36页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.006

## 城市发展推动下的济南市景观格局变动研究

——基于2007—2017年景观格局指数的分析

魏亚男<sup>1</sup>, 张元朋<sup>2</sup>

(1. 西南大学, 重庆 400700; 2. 南京农业大学, 江苏 南京 210095)

**摘要:**采用2007年的Landsate5TM、2013年和2017年的Landsate8OIL遥感影像,选取分维度、蔓延度、香农多样性指数、香农均匀度指数等指标,从类型水平和景观水平两个方面,对济南市主城区10年间的景观格局进行分析,结果表明:城市整体的斑块丰富度增加,生态系统趋于多样化;未利用地面积逐渐减少,林地与耕地面积显著增加;耕地质心逐渐“北跨”,这与10年间济南市整体的政策定位与城市发展脉络相契合。提出大力推动农村社区规划,严格控制占用林地、狠抓植被恢复,做好城市建设用地规划、预留发展空间等土地利用的建议。

**关键词:**景观格局指数;质心变化;城市发展脉络;济南市

中图分类号:S731.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0032-05

**引文格式:**魏亚男,张元朋. 城市发展推动下的济南市景观格局变动研究——基于2007—2017年景观格局指数的分析[J]. 林业调查规划, 2020, 45(1): 32-36.

WEI Yanan, ZHANG Yuanpeng. Change of Landscape Pattern in Jinan City Driven by Urban Development——Analysis Based on Landscape Pattern Index from 2007 to 2017[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 32-36.

## Change of Landscape Pattern in Jinan City Driven by Urban Development

——Analysis Based on Landscape Pattern Index from 2007 to 2017

WEI Yanan<sup>1</sup>, ZHANG Yuanpeng<sup>2</sup>

(1. Southwest University, Chongqing 400700, China; 2. Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** Based on the remote sensing images of Landsate5TM in 2007, and Landsate8OIL in 2013 and 2017, the landscape pattern in the main urban area of Jinan City in the past 10 years was analyzed from type level and landscape level by selecting indicators such as dimension, spread, Shannon diversity index and Shannon evenness index. The results showed that the overall patch richness of the city increased and the ecosystem tended to be diversified. The area of unused land decreased gradually and the area of forest land and cultivated land increased significantly. The barycenter of cultivated land gradually “extended to north”, which was consistent with the overall policy positioning and urban development context of Jinan in the past 10 years. This paper suggested to vigorously promote the planning of rural communities, strictly control the occupation of forest land, pay close attention to vegetation restoration, do a good job in urban land planning and reserve development space.

**第一作者:**魏亚男(1995-),女,山东德州人,硕士研究生.研究方向为园林植物造景设计与景观规划. Email:1184140630@qq.com

**责任作者:**张元朋(1991-),男,山东济南人,硕士研究生.主要研究方向为林业经济管理.

**Key words:** landscape pattern index; barycenter movement; urban development context; Jinan City

随着城市化的快速推进,大量的土地资源被占用<sup>[1]</sup>,城市的景观格局也将随之发生变化。对土地资源有限的城市来说,现有的城市景观是否与城市发展前景相适应,下一步推动怎样的政策进行格局变动会给城市发展提供更充足的动力。现有文献对城市景观格局的研究较为丰富,大部分学者采用遥感影像、GIS 和统计软件等对景观格局进行分析<sup>[2-3]</sup>,研究方向多集中在对风景区的景观格局变动<sup>[4]</sup>,城市格局的时空变动上<sup>[5-7]</sup>以及土地资源利用方面<sup>[8]</sup>,但未将现有的景观格局和下一步的城市发展规划相结合。文中以山东省济南市为例,通过分析近 10 年的景观格局指数变动,分析城市现阶段的景观格局变动规律,以期为今后济南市城市规划发展提供参考。

## 1 研究区概况

济南市位于山东省北部地区,植被覆盖率较高,城区南面为山地,中部为平原,北部以黄河为界限,岸边为冲击平原,耕地资源丰富。由于山地地形和

黄河的限制,城区只能向东西发展,土地资源利用受限,形成了独特的景观格局。本研究以济南主城区为研究范围,包括长清区、历城区、历下区、市中区、槐荫区和天桥区在内的 6 区,总面积 3 257.46 km<sup>2</sup>。

## 2 数据来源及研究方法

### 2.1 数据来源

本研究所使用的遥感数据来自中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云,拍摄时间尽量选择 4—7 月份植物生长茂盛,且云量在 2% 以下的影像。2007 年遥感数据来自 Landsat5 TM 影像,2013 年和 2017 年遥感数据来自 Landsat8OLI 影像,分辨率皆为 30 m。

研究区域需 2 景遥感影像图进行覆盖,将 3 期遥感影像在 ENVI5.3 中进行 2% 拉伸、辐射定位、大气校正、多幅影像叠加镶嵌、行政区适量裁剪等预处理,并进行假彩色合成,得到 3 期的假彩色融合影像(图 1)。



图 1 2007—2013—2017 年假彩色影像图  
Fig. 1 False color image of 2007—2013—2017

考虑景观生态系统的类型分类、遥感影像的光谱波段特征以及研究区有黄河流经等现实特点,对 2007 年、2013 年和 2017 年 3 期的遥感影像进行监督分类(图 2),利用神经网络分类器将济南市主城区土地覆盖类型分为林地、耕地、水域、黄河、建设用地和未利用地 6 大类,结合水经注历史地图、Google Earth 高分辨率影像及外业调查对监督分类结果进行精度评价,3 期的监督分类总精度分别为 89.759%、86.5928%、92.3019%, kappa 分别为

0.8698、0.8735 和 0.9055,满足本研究的需要。

### 2.2 景观格局分析

景观格局指数是对景观格局信息的高度凝练,主要包括结构的组成、空间配置的特征,是景观格局研究的重要指标<sup>[1]</sup>。为分析济南市主城区景观演变的原因,参考已有研究的景观指标选取规则,在类型水平和景观水平上分别选取指标,研究济南市主城区 10 年间的景观格局变化特征。利用 Fragstats4 进行以下指标的计算:

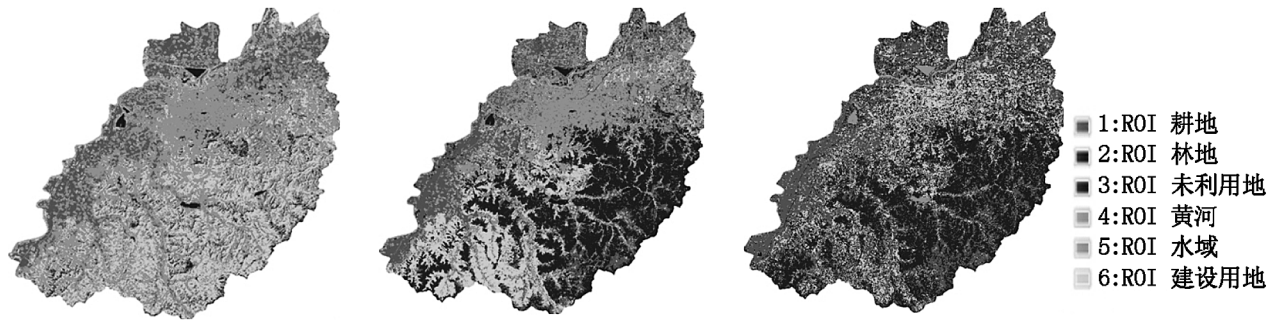


图 2 2007—2013—2017 年监督分类

Fig. 2 Supervised classification chart of 2007-2013-2017

### 2.2.1 类型水平

1) 斑块面积 (CA): 景观区域一般由不同类型斑块组成, 类型斑块面积反映同一类型斑块的总面积。计算公式为:

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left( \frac{1}{1000} \right) \quad (1)$$

2) 斑块数量 (NP): 反映同一类型的所有斑块的数目。当等于 1 时, 说明该类型景观只有 1 个斑块组成。计算公式为:

$$NP = n_i \quad (2)$$

3) 景观形状指数 (LSI): 反映景观元素形状不规则程度, 当等于 1 时, 说明景观中只有 1 个斑块, 且形状规则; 当斑块越多, 形状越不规则, 计算结果越大。计算公式为:

$$LSI = \frac{0.25 \sum_{k=1}^m e_{ik}^*}{\sqrt{A}} \quad (3)$$

### 2.2.2 景观水平

1) 分维度 (PAFRAC): 对于非常简单的周长, 如正方形, PAFRAC 的值接近 1, 而对于高度旋绕的周长, 其值则趋近于 2。计算公式为:

$$PARAC = \frac{\frac{2}{[n_{ij} \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} - (\ln a_{ij}))] - [(\sum_{j=1}^n p_{ij}) (\sum_{j=1}^n a_{ij})]}}{[n_i \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2] - [\sum_{j=1}^n \ln a_{ij}]} \quad (4)$$

2) 蔓延度 (CONTAG): 描述的是景观里不同斑块类型的团聚程度或延展程度。斑块类型呈极度分散时, CONTAG 接近 0; 当所有斑块在最大程度上聚集, CONTAG 趋近于 100。计算公式为:

$$CONTAG = \left[ \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \left[ (p_i) \left( \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] \left[ \ln(p_i) \left( \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right]}{1 + 2 \ln(m)} \right] \quad (5)$$

3) 香浓多样性指数 (SHDI): 当景观中只有 1 个斑块时, 等于 0; 随着斑块类型和数量增多, 值越来越大, 也反映了生态系统多样性的增加。计算公式为:

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i) \quad (6)$$

4) 香浓均匀性指数 (SHEI): 反映景观中不同类型的斑块面积均匀程度。当等于 0 时, 景观由 1 个斑块组成; 等于 1 时, 各类型景观面积相同。计算公式为:

$$SHEI = \frac{- \sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i)}{\ln m} \quad (7)$$

### 2.3 质心变化分析

景观的质心分析可以用来分析不同类型的景观在时间上的动态变化, 利用质心在空间位置上的动态迁移可以演绎不同类型的景观在时空中的变化特征。各类型景观以面积加权的质心计算方法如下:

$$X_c = \left( \frac{\sum_{i=1}^n C_i X_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \right) \quad (8)$$

$$Y_c = \left( \frac{\sum_{i=1}^n C_i Y_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \right) \quad (9)$$

式中:  $X_c$  和  $Y_c$  是按面积加权的景观的质心坐标,  $X_i$  和  $Y_i$  是该类景观的第  $i$  个斑块的质心坐标,  $C_i$  是第  $i$  个斑块的面积,  $n$  是该类景观的总斑块数量。

## 3 结果分析

### 3.1 景观格局

在景观层面上, 斑块的分维度在 10 年间基本持平, 表示各类型斑块的外边界稳定; 香浓多样性指数和香浓均匀性指数在 2007—2013 年的 5 年间均呈上升趋势, 表示斑块的丰富度不断增加, 生态系统趋



于多样化,同时 2013—2017 年指数均趋于稳定,各类型景观斑块有趋于均衡发展的态势。蔓延度指数

先呈下降后上升的趋势,表示济南市主城区的 6 类用地由分散转为集中(图 3,图 4)。

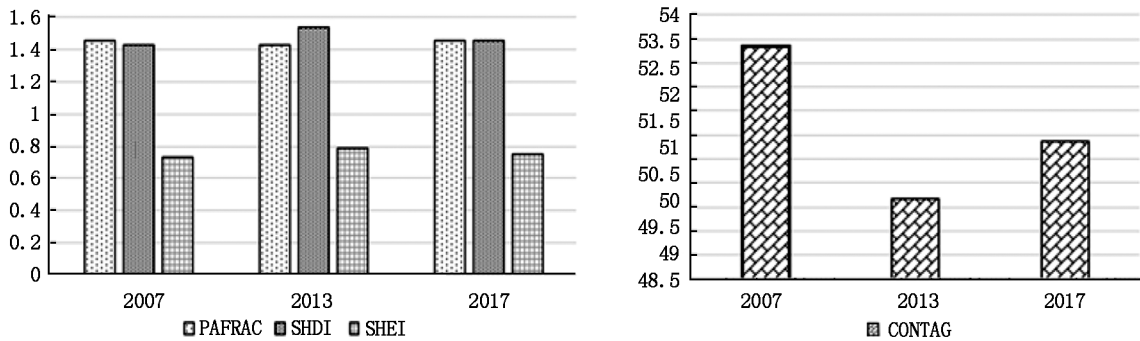


图 3 2007—2013—2017 年景观层面指数变化  
Fig. 3 Index changes in landscape level of 2007-2013-2017

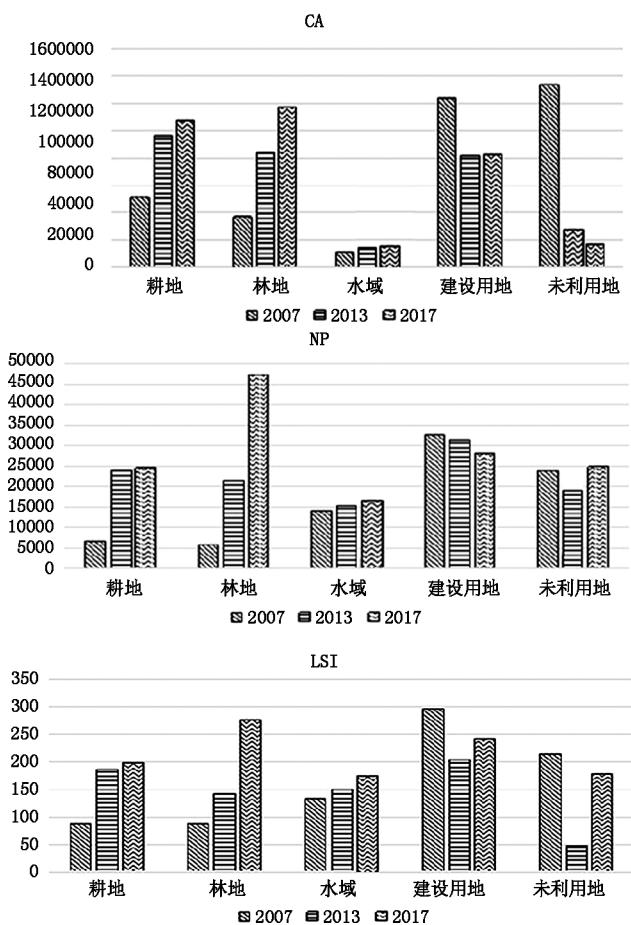


图 4 2007—2013—2017 年景观层面指数变化  
Fig. 4 Index changes in landscape level of 2007-2013-2017

在类型层面上,耕地和林地的面积和斑块数量保持稳步上升,且二者的形状指数也趋于上升的态势,景观形状趋于多样化,这与济南市生态环境不断改善、绿化面积稳步增长现状相贴合;也与自

2013 年以来国土资源部门在全市范围内推进城乡建设用地增减挂钩工作,拆除零散村落、集中规划新型社区模式的政策推动相契合。

水域面积 10 年来略有增长,此得利于《济南市总体规划》中对城市蓝线的严格把控:1)自 2013 年起在全市 192 条河道推行河长制,改善水体环境,严防河道污染退化;2)对大明湖、湿地、水源地等特殊功能区实行特殊保护,严格控制总用水量,特别是地下水的开采量,构建节水型城市。

建设用地的面积和斑块数量在 2007—2013 年的 5 年间呈下降趋势,2013—2017 年保持稳定,表明在城市化进程中,城市建设逐渐向整体化、集中化发展,在达到一定层级之后趋于后稳定;未利用地的面积在 2007—2013 年的 5 年间呈现显著下降,后逐渐趋于平稳态势,表明该类土地早期或得到绿化或转为耕地、建设用地,后期变化较小,济南市的整体土地利用效率显著提高。

### 3.2 质心变化

由 2007—2017 年景观质心空间位置变化可知(图 5):未利用地、林地的质心变化没有显著的运动方向,质心整体在市中区范围左右徘徊;水域的质心 10 年间一直处于往南移动的趋势;建设用地的质心先是往东南移动,后往东北移动,总体上趋于往市中心移动,切合济南市对中部平原区域中部城市空间的定位目标和政策驱动;耕地的质心整体上往北移动,这也与济南市“携河发展”的“北跨”方针和着力构建沿黄特色农业区及黄河北高效农业区的布局相契合。



图 5 2007—2013—2017 年各类型景观质心变化

Fig. 5 Barycenter change diagram of various landscape types of 2007-2013-2017

#### 4 结论

随着城市化的快速推进,大量的土地资源被占用,城市的景观格局也将随之发生变化。结合济南市 2007—2017 年 10 年的城市发展经验,应大力推动农村社区规划,通过社区规划,将零散的农村居民点整合,不仅能提高村民的生活质量和幸福指数,还能大大集约土地利用,村落拆旧后产生的土地经过复垦后,有效地连接了周围的耕地,在增加耕地面积的同时,也能形成耕地的规模效益,有利于集中建设综合配套设施,为现代化农业奠定良好的发展基础。林地是林业发展的基础,是森林资源的重要组成部分,也是满足城市人民群众对生态环境需求的重要前提,严控林地占用,狠抓植被恢复,让林地资源做到有计划有规模的增长,为城市亮起一道绿色的生命防护线。在进行城市规划设计时,应考虑城市在时间和空间上的双重发展尺度,为其适当“留白”,对建设用地的规划更要做到用地结构合理化、土地布局紧凑化、利用功能综合化,以期充分发挥建设用地的集中效应。

#### 参考文献:

- [1] 李红娟. 基于紧凑城市发展的土地利用政策研究[D]. 济南:山东大学,2017.
- [2] 余茂源,覃家科,付小勇. 1990—2000 年昆明市景观格局变化研究[J]. 林业调查规划,2010,35(5):48-52.
- [3] 郭凤翔. 基于 DEM 和 LiDAR 点云数据的三维景观格局测度[D]. 长春:吉林大学,2018.
- [4] 陈有君,李玉辉,周涛. 云南大石林风景区景观格局变化研究[J]. 林业调查规划,2012,37(5):22-27.
- [5] 李博,张韵成,甘恬静. 长株潭城市群景观格局时空变化分析[J]. 中外建筑,2018(11):57-61.
- [6] 李伯祥,陈晓勇. 南昌市景观格局变化与城市扩展分析[J]. 江西科学,2018,36(5):728-736.
- [7] 马晓勇,党晋华,李晓婷,等. 太原市近 15 年城市景观格局时空变化及其驱动力[J]. 水土保持通报,2018,38(4):308-316,357.
- [8] 刘颖. 辽宁省某城市土地利用及景观格局变化研究[J]. 北京测绘,2019,33(6):696-698.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 31 页)

- [7] 苏文萃,杨宇明,杜凡,等. 澜沧江自然保护区云南铁杉林种子植物区系特征研究[J]. 西部林业科学,2007,36(2):80-85.
- [8] 吴征镒. 云南植被[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [9] 朱华. 云南热带森林植被分类纲要[J]. 广西植物,2018,38(8):984-1004.
- [10] 朱华. 云南热带季雨林及其与热带雨林植被的比较[J]. 植物生态学报,2011,35(4):463-470.
- [11] 苏建荣,刘万德,李帅锋,等. 西部季风常绿阔叶林恢复生态学[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [12] ZHU H. Floristic divergence of the evergreen broad-leaved forests in Yunnan, southwestern China [J]. Phytotaxa,

2019,393(1):1-20.

- [13] 李帅锋,苏建荣,刘万德,等. 云南省思茅松林群落数量分类及物种多样性与自然环境的关系[J]. 生态学杂志,2013,32(13):3152-3159.
- [14] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980.
- [15] 中国湿地植被编辑委员会. 中国湿地植被[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [16] 郭泉水,康义,洪明,等. 三峡库区消落带陆生植被对首次水路生境变化的响应[J]. 林业科学,2013,49(5):1-9.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.007

## 植被覆盖率变化对气象要素的影响研究

易永力<sup>1</sup>, 李艳君<sup>2</sup>

(1. 承德市气象局, 河北 承德 067000; 2. 承德护理职业学院, 河北 承德 067000)

**摘要:**基于河北省围场满族蒙古族自治县 1962—2012 年植被覆盖变化数据以及 1951—2008 年地面观测资料,分析植被覆盖率变化对局地气象要素的可能影响。结果表明:植被覆盖率的增加能有效降低平均风和最大风的风速;植被覆盖率达到一定水平后,对大风日数降低的有效性将减弱;植被覆盖率的增加对浮尘日数的降低有正向作用,对年雨日数的增加有一定影响,与年降水量无明显关联性。因此植被覆盖率变化对部分地面气象要素存在反馈作用。

**关键词:**植被覆盖率;气象要素;风速;变化速率;信度检验;围场满族蒙古族自治县

中图分类号:S718.54;S716.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0037-04

引文格式:易永力,李艳君.植被覆盖率变化对气象要素的影响研究[J].林业调查规划,2020,45(1):37-40.

YI Yongli, LI Yanjun. Influence of Vegetation Coverage Change on Meteorological Elements [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 37-40.

## Influence of Vegetation Coverage Change on Meteorological Elements

YI Yongli<sup>1</sup>, LI Yanjun<sup>2</sup>

(1. Chengde Meteorological Bureau, Chengde, Hebei 067000, China; 2. Chengde Nursing Vocational College, Chengde, Hebei 067000, China)

**Abstract:** Based on the data of vegetation cover change from 1962 to 2012 and the ground observation data from 1951 to 2008 in Weichang, Hebei Province, the possible influence of vegetation cover change on local meteorological factors was analyzed. The results showed that the increase of vegetation coverage effectively reduced the speed of average wind and maximum wind. The effectiveness of reducing the windy days would be weakened when the vegetation coverage reached a certain level. The increase of vegetation coverage rate had a positive effect on the decrease of floating dust days, had a certain impact on the increase of annual rainy days, but had no significant correlation with the annual precipitation. Therefore, the change of vegetation coverage rate had feedback effect on some ground meteorological elements.

**Key words:** vegetation coverage; meteorological elements; wind speed; change rate; reliability test; Weichang Man and Mongolian Autonomous County

陆地植被覆盖变化对全球、区域和局地尺度的气候变化存在反馈作用。植被变化通过改变地表反照率、地面湿度和地面粗糙度等陆面参数,直接影响地表感热、潜热通量和地表长波辐射的变化,还通过

对大气 CO<sub>2</sub> 的作用间接影响生地化循环过程<sup>[1]</sup>。

以往大多数研究多采用敏感性试验来分析陆地尺度植被覆盖变化对气候的影响,较少采用统计方法来定量分析局地植被覆盖率变化对气象要素的影

收稿日期:2019-08-16.

第一作者:易永力(1984-),男,江苏南京人,工程师.主要研究方向:专业气象服务.

响。通过理解局地植被覆盖变化与气象要素的关系,对理解区域乃至全球植被覆盖变化在气候变化中的作用有所帮助。本文采用 1951—2008 年河北省围场满族蒙古族自治县(以下简称围场县)国家基本气象观测站观测数据来分析植被覆盖变化与气象要素之间的关系,关注的气象要素主要包括最大风速、平均风速、浮尘日数、年降水量、年雨日数,其中主要对风速做了具体分析。

## 1 研究区概况

围场县位于承德市北部,县境东西长 138 km,南北宽 118 km,总面积 9 219 km<sup>2</sup>,为承德市面积最大的县。地理坐标为 41.58°~42.67°N,116.53°~118.23°E。围场县地处内蒙古高原与冀北山地的过渡地带。地势西北高,东南低,海拔为 700~2 000 m<sup>[2]</sup>。全县根据海拔高度分为北部坝上地区和中南部坝下地区,坝上地区地势平坦开阔,其中始建于 1962 年的塞罕坝机械林场就坐落于此;坝下地区山岭沟壑密布,无高峰,许多山峰海拔在 2 000 m 以下。

目前围场县拥有林地面积 51.27 万 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率达 57.6%。围场县大面积植树造林分为 2 个时期,分别为 1962—1993 年以及 2000—2012 年。第一个时期共植树造林 17 万 hm<sup>2</sup>,封山育林 8 万 hm<sup>2</sup>;第二个时期共植树造林 4.97 万 hm<sup>2</sup>,退耕还林 6.67 万 hm<sup>2</sup>。其中:1962—1982 年塞罕坝机械林场建设时期共造林 8.51 万 hm<sup>2</sup>,保存 5.33 万 hm<sup>2</sup><sup>[3]</sup>;1978—1993 年实施“三北”防护林体系建设二期工程,即首都周围绿化工程,共完成人工造林 11.67 万 hm<sup>2</sup>,封山育林 8 万 hm<sup>2</sup><sup>[4]</sup>;2000 年开展京津风沙源治理以及退耕还林,至 2012 年共造林 4.27 万 hm<sup>2</sup>,退耕还林 6.67 万 hm<sup>2</sup><sup>[5]</sup>;2004 年中德财政合作河北二期造林项目在围场县共造林 0.69 万 hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>。

## 2 数据来源与分析方法

### 2.1 数据来源

气象数据来源于围场、承德国家基本气象观测站。围场国家基本气象观测站始建于 1951 年,并于 2009 年迁至新址,对气象数据的延续性产生了一些影响,故主要选取 1951—2008 年各项气象要素数据。作为对比的承德国家基本气象观测站观测数据,也同样选取 1951—2008 年气象要素数据。日最大风风速为一天内任意 10 min 平均值的最大值。因围场国家基本气象观测站于 1971 年才开始使用电接风进行风速测量,故最大风风速选取的为 1971—2008 年资料。其中平均风数据使用的是每日 02 时、08 时、14 时、20 时风速的平均值。年大风日数表示一年内出现瞬时风速等于或大于 17.0 m/s 的天气日数。

### 2.2 分析方法

气候变化趋势分析采用最小二乘法求气候要素长时间序列趋势,气候趋势用线性倾向表示,气候要素变化趋势采用 Mann-Kendall 非参数趋势检验法检验分析<sup>[7]</sup>。全年最大风日数和平均风日数为全年最大风风速、平均风风速达到相应取值范围的天数。

## 3 植被覆盖率变化对气象要素的影响

### 3.1 最大风

把最大风风速设为 6 个检验区间,按照不同风速检验区间对应日数进行统计,并统计变化速率(表 1)。

从表 1 可以看出,从 1971 年开始,最大风风速在 6 m/s 以上的日数呈下降趋势,其中风速在 8 m/s

表 1 全年不同风速最大风日数变化情况

Tab. 1 Variation of maximum wind days with different wind speeds throughout the year

d · 10 a<sup>-1</sup>

时间段	全年最大风日数变化速率					
	≥8 m/s	8 m/s>x≥6 m/s	6 m/s>x≥5 m/s	5 m/s>x≥4 m/s	4 m/s>x≥3 m/s	<3 m/s
1971—2008 年	-24.1***	-18.1***	3.1**	17.2***	17***	4.6***
1971—1990 年	-30.7***	1.5				
1991—2008 年	-11.4***	-27.0***				

注:\*代表通过 0.1 信度检验;\*\*代表通过 0.05 信度检验;\*\*\*代表通过 0.01 信度检验。下同。

以上的日数下降幅度最大(通过了 0.01 信度检验)。再将下降趋势明显的 2 个风速区间按照年际划分为 2 个阶段,分别为 1971—1990 年和 1991—2008 年。可以发现,最大风风速在 8 m/s 以上的日数在第一个阶段降幅更大,这与 1962—1993 年第一次大规模植树造林阶段相对应。可以看出,植被覆盖率的增加对最大风的风速降低有正向作用,主要作用于最大风风速在 8 m/s 以上的大风。

### 3.2 平均风

1951—2008 年的各项数据可以看出,平均风风速在 3m/s 以上的日数下降幅度最大(通过了 0.01 信度检验)(表 2)。把平均风风速在 3 m/s 以上的数据按照年际分为 3 个阶段,可以发现,随着 1962 年植树造林的开始,平均风大于 3 m/s 的日数从 1971 年开始由增长转为下降(均通过了 0.01 信度检验),这与植被覆盖率的增加是相对应的,两者呈负相关关系(表 3)。

表 2 1951—2008 年平均风日数变化速率

Tab. 2 Change rate of average wind days from 1951 to 2008  $d \cdot 10^{-1}$

$\geq 3$ m/s	3 m/s>x $\geq 2$ m/s	2 m/s>x $\geq 1$ m/s	<1 m/s
-8.0 d***	1.1	12.5***	-4.8

表 3 1951—2008 年大于 3 m/s 平均风日数变化速率

Tab. 3 Change rate of average wind days over 3 m/s from 1951 to 2008  $d \cdot 10^{-1}$

1951—1970 年	1971—1990 年	1991—2008 年
40.2***	-27.4***	-25.5***

### 3.3 大风日数

对 1951—2008 年年大风日数及变化速率进行统计(表 4)。如果单从 1951—2008 年的变化情况看,大风日数呈下降趋势,变化速率为 2.2 d/10 a。但把 1951—2008 年分为 3 个时间段,可以发现,第一个时间段(1951—1970 年)大风日数呈上升趋势,变化速率为 16.7 d/10 a;第二个时间段(1971—1990 年)大风日数呈下降趋势,变化速率为 12.2 d/10 a;第三个时间段(1991—2008 年)大风日数呈下降趋势,变化速率为 4.3 d/10 a(均通过了 0.01 信度检验)。第二个时间段的变化速率要强于第三个时间段。大风日数在这 3 个时间段的变化情况与植被覆盖率的增加是相对应的,两者呈负相关关系。

从第二、第三个时间段的变化速率来看,植被覆盖率达到一定水平后,对大风日数降低的有效性将减弱。

表 4 全年大风日数变化速率

Tab. 4 Change rate of windy days throughout the year  $d \cdot 10^{-1}$

1951—2008 年	1951—1970 年	1971—1990 年	1991—2008 年
-2.2 d***	16.7***	-12.2***	-4.3***

### 3.4 降水

统计 1951—2008 年的年降水量、年雨日数、全年大于 1.0 mm 降水日数、全年大于 5.0 mm 降水日数数据(表 5)。对降水数据进行统计分析,只有年雨日数的变化速率通过了信度检验,所以将同时段承德国家基本气象观测站年雨日数数据加入对比。将 1951—2008 年分为 3 个时间段,分别为 1951—1970 年、1971—1990 年及 1991—2008 年。通过分析发现,相对于第一个时间段,承德站年雨日数增长速率变缓,围场站减少速率变缓(围场站年雨日数变化速率通过了 0.01 信度检验);相对于第二个时间段,围场年雨日数减少速率再次变大,而承德站也由增长变为下降,说明在大尺度天气系统相同的背景下,植被覆盖率增长对年雨日数的增加有一定影响,而较强降水需要大规模水汽输送与大尺度天气系统活动相结合,与局地植被覆盖率变化无关(表 6)。

表 5 1951—2008 年全年降水变化情况

Tab. 5 Annual precipitation change from 1951 to 2008

观测站	年降水量 变化速率 /(mm· 10 a <sup>-1</sup> )	年雨日数 变化速率 /(d·10 a <sup>-1</sup> )	全年大于 1.0 mm 降水日数 变化速率 /(d·10 a <sup>-1</sup> )	全年大于 5.0 mm 降水日数 变化速率 /(d·10 a <sup>-1</sup> )
围场	-5.5	-2.8***	-0.7	-0.1
承德	-14.0	-1.8**	-0.5	-0.4

### 3.5 浮尘日数

对 1951—2008 年年浮尘日数变化速率进行统计(表 7)。

从表中可以看到,1951—2008 年年浮尘日数是以 0.4 d/10 a 的速率在减少,随着 1962 年开始植树造林,1971—1990 年年浮尘日数是以 2.1 d/10 a 的速率在加速减少(通过了 0.05 信度检验)。可以看

表 6 1951—2008 年年雨日数变化速率对比

Tab. 6 Comparison of annual rainy days change rate from 1951 to 2008  $d \cdot 10 a^{-1}$ 

观测站	1951—1970 年	1971—1990 年	1991—2008 年
围场	-7.3***	-0.7***	-5.3***
承德	0.8	0.5	-0.5

表 7 1951—2008 年年浮尘日数变化速率

Tab. 7 Change rate of annual floating dust days from 1951 to 2008  $d \cdot 10 a^{-1}$ 

1951—2008 年	1951—1970 年	1971—1990 年	1991—2008 年
-0.4 d	3.0	-2.1**	0.2

出植被覆盖率的增加,对年浮尘日数的降低有一定正向作用。

## 4 小结

### 4.1 植被覆盖率变化对风的影响

1) 随着 1962—1993 年以及 2000—2012 年 2 个阶段大规模的植树造林,植被覆盖率逐年上升。由于植被的增加,可以发现,围场县最大风风速在 6 m/s 以上的大风日数从 1971 年以后呈逐年减少态势,其中最大风风速在 8 m/s 以上的大风日数减少得最为明显。这与 1962 年开始建设的塞罕坝机械林场以及 1978 年开始实施的“三北”防护林体系建设二期工程,在时间上较为统一。最大风风速在 5~6 m/s 以及 3 m/s 以下的大风日数无明显变化。最大风风速在 3~5 m/s 的大风日数增加较明显。大风日数从 1951—2008 年以 -2.2 d/10 a 的速率下降,大风日数变化情况与植被覆盖率的增加是相对应的,两者呈负相关关系。可以得出,防护林对最大风的风速以及瞬时风的风速降低有正向作用,主要作用于最大风风速在 6 m/s 以上的大风。

2) 得益于 1962 年开始建设的塞罕坝机械林场,

全年平均风大于 3 m/s 的日数从 1971 年开始由上升转为下降,这与植被覆盖率的增加是相对应的,两者呈负相关关系。可以得出,防护林对平均风的风速降低有正向作用,主要作用在平均风大于 3 m/s 的风。

### 4.2 植被覆盖率变化对降水的影响

对比承德、围场国家基本气象观测站降水数据发现,大尺度天气系统相同的背景下,植被覆盖率增加对年雨日数的增加有细微影响,而较强降水需要大规模水汽输送与大尺度天气系统活动相结合,与局地植被覆盖率变化无关。

### 4.3 植被覆盖率变化对浮尘日数的影响

随着 1962 年开始植树造林,1971—1990 年年浮尘日数是以 2.1 d/10 a 的速率在加速减少。可以看出植被覆盖率的增加,对年浮尘日数的降低有一定正向作用。

## 参考文献:

- [1] PIELKE R A, AVISSAR R, RAUPACH M, et al. Interactions between the atmosphere and terrestrial ecosystems: Influence on weather and climate [J]. *Global Change Biology*, 1998, 4(5): 461-475.
- [2] 狄彩云. 基于遥感的承德围场县植被动态变化监测研究 [J]. *首都师范大学学报*, 2007(2): 84-87.
- [3] 赵云国. 塞外明珠放异彩——塞罕坝机械林场四十年建设纪实 [J]. *河北林业*, 2002(3): 19-21.
- [4] 王永文. 围场县生态建设结硕果 [J]. *河北林业*, 2004(2): 24-25.
- [5] 李博涛. 围场县退耕还林的几点工作体会 [J]. *国土绿化*, 2012(2): 47-48.
- [6] 池术学. 中德财政合作河北二期造林项目要点 [J]. *现代农村科技*, 2012(1): 73.
- [7] 易永力. 潘家口水库上游区域气候变化及对水库运行影响 [J]. *河北水利*, 2018(11): 27-28.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.008

# 广东乳源南水湖国家湿地公园两栖爬行动物多样性调查研究

杨江波<sup>1</sup>, 韩婉诗<sup>1</sup>, 李建宏<sup>2</sup>, 杨易平<sup>2</sup>, 何仕超<sup>2</sup>

(1. 广州草木蕃环境科技有限公司, 广东 广州 510260;

2. 乳源瑶族自治县乳源南水湖国家湿地公园管理处, 广东 韶关 512000)

**摘要:**为掌握广东乳源南水湖国家湿地公园两栖爬行动物多样性现状,2016年3月至2018年10月,采用野外调查和走访调查相结合的方法,在湿地公园选取8条具代表性的样线开展调查研究。调查发现,湿地公园两栖爬行动物共3目21科74种,其中两栖动物1目7科21种,爬行动物2目14科53种;记录国家Ⅰ级重点保护野生动物1种,国家Ⅱ级重点保护野生动物1种;发现湿地公园新记录种34个,其中两栖类12种,爬行类22种。动物区系具有明显的中亚热带区系特点,两栖动物以华中—华南区共有种及东洋界广布种占优势,爬行类以东洋界为主体。当前湿地公园的两栖爬行动物仍面临一定盗猎压力及栖息地遭破坏威胁。基于专项调查数据,针对湿地公园两栖爬行动物多样性及其保护提出加强自然栖息地保护及被破坏生境的恢复工作等保护管理建议。

**关键词:**两栖爬行动物;物种多样性;生态分布;栖息地保护;广东乳源南水湖国家湿地公园

中图分类号:S759.91;Q178.5;S718.62;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0041-06

引文格式:杨江波,韩婉诗,李建宏,等. 广东乳源南水湖国家湿地公园两栖爬行动物多样性调查研究[J]. 林业调查规划,2020,45(1):41-46.

YANG Jiangbo, HAN Wanshi, LI Jianhong, et al. Diversity of Amphibians and Reptiles in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 41-46.

## Diversity of Amphibians and Reptiles in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong

YANG Jiangbo<sup>1</sup>, HAN Wanshi<sup>1</sup>, LI Jianhong<sup>2</sup>, YANG Yiping<sup>2</sup>, HE Shichao<sup>2</sup>

(1. Guangzhou Ecological Research Co., Ltd., Guangzhou 510260, China;

2. Management of Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park, Shaoguan, Guangdong 512000, China)

**Abstract:** 8 representative transects were selected from March 2016 to October 2018 to research the diversity of amphibians and reptiles in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong based on field investigation and interview. 74 species of amphibians and reptiles in 21 families of 3 orders were found in the park, including 21 species of amphibians in 7 families of 1 order and 53 species of reptiles in 14 families of 2 orders, as well as 1 species of level I key state-protected wildlife and 1 species of level II key state-protected wildlife. 34 new species were recorded including 12 species of amphibians and 22 species of reptiles. The fauna of amphibians was dominated by the common species of Central China—

收稿日期:2019-08-16;修回日期:2019-08-30.

基金项目:广东乳源瑶族自治县政府采购项目——广东乳源南水湖国家湿地公园陆栖脊椎动物多样性监测与评价项目(RYCG15-88).

第一作者:杨江波(1988-),男,江西吉安人,工程师.主要从事动物生态与保护方面的研究工作.

South China distribution and the widespread species of the Oriental realm, while the fauna of reptiles was dominated by the Oriental realm. The amphibians and reptiles in the park were still threatened by hunting pressure and habitat destruction at present. Based on the special investigation data, the paper suggested to strengthen the protection of natural habitat and the restoration of damaged habitat for the diversity of amphibians and reptiles in the wetland park.

**Key words:** amphibians and reptiles; species diversity; ecological distribution; habitat protection; Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong

广东南岭地区一直是国内外动植物多样性研究的热点区域,在两栖爬行动物调查研究方面积累了较为丰富的资料,如黎振昌等 1995 发表的《广东省龙潭角自然保护区两栖爬行动物初步调查》<sup>[1]</sup>,黎振昌等 1996 发表的《广东省大东山两栖爬行动物》<sup>[2]</sup>,庞雄飞 2003 主编出版的《广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究》<sup>[3]</sup>,龚世平等发表的乐东蟾蜍 *Qiongbufo ledongensis*<sup>[4]</sup>、饰纹小头蛇 *Oligodon ornatus*<sup>[5]</sup>、黑带腹链蛇 *Hebius bitaeniatum*<sup>[6]</sup>、莽山原矛头蝮 *Protobothrops mangshanensis*<sup>[7]</sup> 的新记录,邹发生 2018 主编出版的《广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究》<sup>[8]</sup> 等。紧邻南岭国家自然保护区的南水湖国家湿地公园是建设较早、规划较为完整的一块区域,其范围囊括南水湖(南水水库)及其周边第一层山脊,整体具有丰富的动植物资源。湿地公园生境类型复杂多样,既有沼泽、河流、湖泊组成的湿地生境,又有常绿阔叶林、针阔混交林、灌木林组成的山地森林生境,还有农田、果园、村落形成的人为干扰生境。2014 年受乳源瑶族自治县林业局委托,华南农业大学的专家学者对该湿地公园进行了一次短期的自然资源本底调查,共发现两栖动物 1 目 5 科 9 种,爬行动物 2 目 11 科 33 种(不含入侵物种)。与周边区域相比,历史上针对南水湖湿地公园的两栖爬行动物资源调查一直缺乏,特此进行本次专项调查研究。

## 1 自然概况

广东乳源南水湖国家湿地公园(以下简称“湿地公园”)位于广东省乳源瑶族自治县城西的东坪镇境内,地处 113°08'01"~113°12'30"E,24°39'45"~24°58'57"N,总面积 6 283.7 hm<sup>2</sup>,其中湿地面积 4010.2 hm<sup>2</sup>,湿地面积占南水湖湿地公园总面积的 63.82%,而不含泛滥地的陆地面积仅占湿地公园的 36.18%。湿地公园属于中亚热带湿润性季风气候,全年雨量充足,冷暖交替明显,降雨量多年维持在 1 700~2 100 mm,年均温 19℃,极端低温-4.5℃,

极端高温 36.9℃。由于湿地公园地理位置特殊,湿地与森林资源并存,孕育了较为丰富的植物资源,有维管植物 177 科 585 属 983 种,其中野生维管植物 168 科 536 属 897 种,栽培植物 44 科 72 属 86 种<sup>[9]</sup>。丰富的生境资源和适宜的气候条件为各类群野生动物的生存繁衍提供了良好的栖息场所。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

于 2016—2018 年每年的 4 月、7 月和 10 月 3 个月进行野外调查,累计调查天数 40d。每日的调查时间根据两栖爬行动物的活动节律设置,白天:7:30—17:30;晚上:19:30—24:00。结合湿地公园的地形、地貌及生境特点,选择 8 条具有代表性的调查样线。样线长 1.5~3 km 不等,左右宽度 5 m,样线彼此间的直线距离不小于 500 m。进行样线调查时,仔细寻找,特别留意溪沟、水潭等小生境,行走速度控制在 2 km/h 左右。收集数据包括物种种类、数量、各类环境因子及影像资料,并对部分难以辨认的物种进行标本采集,以备鉴定。访问调查时,收集湿地公园及其周边区域的文献资料,整理出部分特征鲜明的两栖物种照片,并向湿地公园的工作人员和周边村民展示,初步了解该区域可能出现的两栖爬行动物;同时对湿地公园周边农贸市场、农庄餐馆进行调研,以调查部分食用、贸易较为普遍、偷猎较为严重的两栖爬行类物种。

### 2.2 分析鉴定

结合实地调查和访问调查数据,将湿地公园两栖爬行动物可遇见性逐级划分:1~3 只(条)为稀少,4~8 只(条)为偶见,8 只(条)以上为常见。

两栖类物种鉴定主要参考《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》<sup>[10]</sup>、“中国两栖类”信息系统 2019<sup>[11]</sup>;爬行类物种鉴定主要参考《中国动物志(爬行纲 第二卷 有鳞目 蜥蜴亚目)》<sup>[12]</sup>、《中国蛇类(上)》<sup>[13]</sup>、《中国贸易龟类检索图鉴》<sup>[14]</sup>。物种区



系组成主要参考《中国动物地理》<sup>[15]</sup>。

### 3 物种组成

#### 3.1 物种多样性

迄今,南水湖国家湿地公园共记录两栖爬行动物 3 目 21 科 74 种,其中两栖动物 1 目 7 科 21 种,爬行动物 2 目 14 科 53 种。两栖类全为无尾目种类,包括蟾蜍科 2 种、雨蛙科 1 种、蛙科 7 种、叉舌蛙科 4 种、树蛙科 2 种、姬蛙科 5 种。爬行类龟鳖目有 3 科 3 种,包括鳖科 1 种、平胸龟科 1 种、地龟科 1 种;有鳞目蜥蜴亚目有 4 科 17 种,包括壁虎科 3 种、鬣蜥科 2 种、蜥蜴科 4 种、石龙子科 8 种;有鳞目蛇亚目有 8 科 33 种,包括盲蛇科 1 种、蚺科 1 种、闪鳞蛇科 1 种、游蛇科 19 种、水蛇科 2 种、鳗形蛇科 1 种、眼镜蛇科 3 种、蝰科 5 种。另外,调查记录到的红耳龟 *Trachemys scripta elegans* 及蛇鳄龟 *Chelydra serpentina* 属于外来入侵物种,不列入湿地公园两栖爬行动物名录。

本次调查共发现两栖爬行动物新记录 34 种;其中两栖类新记录种包括长肢林蛙 *Rana longicrus*、弹琴蛙 *Nidirana adenopleura*、竹叶蛙 *Bamburana versabilis*、华南湍蛙 *Amolops ricketti*、棘胸蛙 *Quasipaa spinosa* 等 12 种;爬行类新记录种包括平胸龟 *Platysternon megacephalum*、丽棘蜥 *Acanthosaura lepidogaster*、北草蜥 *Takydromus septentrionalis*、光蜥 *Ateuchosaurus chinensis*、宁波滑蜥 *Scincella modesta*、海南闪鳞蛇 *Xenopeltis hainanensis*、黑眉晨蛇 *Orthriophis taeniurus*、白头蝰 *Azemiops kharini* 等 22 种(表 1)。

#### 3.2 种群数量等级

在种群数量方面较稀少的物种有长肢林蛙、棘胸蛙、平胸龟、乌龟、北部湾蜓蜥 *Sphenomorphus tonkinensis*、蟒 *Python bivittatus*、颈棱蛇 *Macropisthodon rudis*、白头蝰等 25 种,约占湿地公园两栖爬行动物物种总数的 33.8%。常见物种有黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、中国雨蛙 *Hyla chinensis*、沼蛙 *Boulengerana guentheri*、泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*、大树蛙 *Rhacophorus dennysi*、粗皮姬蛙 *Microhyla butleri*、中国壁虎 *Gekko chinensis*、中国石龙子 *Plestiodon chinensis*、红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus*、紫沙蛇 *Psammodynastes pulverulentus*、银环蛇 *Bungarus multicinctus* 等 23 种,约占湿地公园两栖爬行动物物种总数的 31.1%。其余 26 个物种的种群数量中等。

表 1 广东乳源南水湖国家湿地公园两栖爬行动物名录  
Tab. 1 Species list of amphibians and reptiles recorded in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong

物种	区系 <sup>a</sup>	可 遇 见 性 <sup>b</sup>	珍 惜 濒 危 <sup>c</sup>	新 记 录 种 <sup>d</sup>	数 据 来 源 <sup>e</sup>
两栖纲 Amphibia					
一无尾目 Anura					
(一) 蟾蜍科 Bufonidae					
1 黑眶蟾蜍 <i>Duttaphrynus melanostictus</i>	O-W	+++			F
2 中华蟾蜍指名亚种 <i>Bufo gargarizansgargarizans</i>	W	++			F
(二) 雨蛙科 Hylidae					
3 中国雨蛙 <i>Hyla chinensis</i>	C-S	+++		√	F
(三) 蛙科 Ranidae					
4 长肢林蛙 <i>Rana longicrus</i> *	C-S	+	VU	√	F
5 沼蛙 <i>Boulengerana guentheri</i>	O-W	+++	S		F
6 弹琴蛙 <i>Nidirana adenopleura</i>	O-W	++		√	F
7 竹叶蛙 <i>Bamburana versabilis</i> *	C-S	+	NT	√	F
8 大绿臭蛙 <i>Odorrana graminea</i>	C-S	+++			F
9 黄冈臭蛙 <i>Odorrana huanggangensis</i> *	C-S	++		√	F
10 华南湍蛙 <i>Amolops ricketti</i>	O-W	+++		√	F
(四) 叉舌蛙科 Dicroglossidae					
11 泽陆蛙 <i>Fejervarya multistriata</i>	O-W	+++			F
12 虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	C-S	++	II		F
13 福建大头蛙 <i>Limnonectes fujianensis</i>	O-W	++		√	F
14 棘胸蛙 <i>Quasipaa spinosa</i>	C-S	+	S, VU	√	I
(五) 树蛙科 Rhacophoridae					
15 斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	O-W	+++			F
16 大树蛙 <i>Rhacophorus dennysi</i> *	C-S	+++		√	F
(六) 姬蛙科 Microhylidae					
17 粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i>	S	+++		√	F
18 小弧斑姬蛙 <i>Microhyla heymonsi</i>	O-W	+++			F
19 饰纹姬蛙 <i>Microhyla fis-sipes</i>	O-W	+++			F
20 花姬蛙 <i>Microhyla pulchra</i>	C-S	+++		√	F
21 花狭口蛙指名亚种 <i>Kaloula pulchrapulchra</i>	S	++		√	F

续表 1

物种	区系 a	可 遇 见 性 b	珍 惜 濒 危 c	新 记 录 种 d	数 据 来 源 e
爬行纲 Reptilia					
一龟鳖目 Testudines					
(一) 鳖科 Trionychidae					
1 中华鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	W	++	VU		F
(二) 平胸龟科 Platysternidae					
2 平胸龟 <i>Platysternon mega-cephalum</i>	C-S	+	S, EN	√	I
(三) 地龟科 Geoemydidae					
3 乌龟 <i>Mauremys reevesii</i>	W	+	EN		I
二有鳞目 Squamata					
(四) 壁虎科 Gekkonidae					
4 中国壁虎 <i>Gekko chinensis</i> *	C-S	+++			F
5 蹼趾蜥虎 <i>Gekko subpalma-tus</i> *	C-S	+++		√	F
6 原尾蜥虎 <i>Hemidactylus bowringii</i>	S	+++			F
(五) 鬣蜥科 Agamidae					
7 丽棘蜥 <i>Acanthosaura lepidogaster</i>	C-S	++		√	F
8 变色树蜥 <i>Calotes versicolor</i>	S	++			F
(六) 蜥蜴科 Lacertidae					
9 古氏草蜥 <i>Takydromus kueh-nei</i>	C-S	+		√	F
10 北草蜥 <i>Takydromus septen-trionalis</i> *	C-S	++		√	F
11 崇安草蜥 <i>Takydromus syl-vaticus</i> *	C-S	+		√	F
12 南草蜥眼斑亚种 <i>Takydro-mus sexlineatus ocellatus</i>	C-S	++		√	F
(七) 石龙子科 Scincidae					
13 光蜥 <i>Ateuchosaurus chinensis</i>	C-S	+		√	F
14 中国石龙子 <i>Plestiodon chinensis</i>	C-S	+++			F
15 蓝尾石龙子 <i>Plestiodon ele-gans</i>	C-S	+			F
16 宁波滑蜥 <i>Scincella mode-sta</i> *	C-S	+		√	F
17 南滑蜥 <i>Scincella reevesii</i>	S	++			F
18 股鳞蜥 <i>Sphenomorphus incognitus</i>	C-S	+++			F
19 铜蜓蜥 <i>Sphenomorphus in-dicus</i>	C-S	+++		√	F
20 北部湾蜓蜥 <i>Sphenomor-phus tonkinensis</i> *	C-S	+		√	F
(八) 闪鳞蛇科 Xenopeltidae					
21 海南闪鳞蛇 <i>Xenopeltis hainanensis</i> *	C-S	++		√	F

续表 1

物种	区系 a	可 遇 见 性 b	珍 惜 濒 危 c	新 记 录 种 d	数 据 来 源 e
(九) 盲蛇科 Typhlopidae					
22 钩盲蛇 <i>Indotyphlops braminus</i>	C-S	++			F
(十) 蚺科 Pythonidae					
23 蟒 <i>Python bivittatus</i>	C-S	+	I, VU	√	I
(十一) 游蛇科 Colubridae					
24 棕黑腹链蛇 <i>Hebius sauteri</i>	C-S	++		√	F
25 草腹链蛇 <i>Amphiesma sto-latium</i>	C-S	++			F
26 绞花林蛇 <i>Boiga kraepelini</i>	C-S	+			
27 繁花林蛇 <i>Boiga multomaculata</i>	C-S	++		√	F
28 尾两头蛇 <i>Tropidophorus hainanus</i>	C-S	+			R
29 翠青蛇 <i>Cyclophiops major</i>	O-W	+++			F
30 赤链蛇 <i>Lycodon rufozona-tum</i>	W	+			F
31 王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	W	++			F
32 黑眉晨蛇 <i>Orthriophis tae-niurus</i>	W	++		√	F
33 黑背链蛇 <i>Lycodon ruhstrati</i>	C-S	+		√	F
34 颈棱蛇 <i>Macropisthodon ru-dis</i> *	O-W	+			F
35 中国小头蛇 <i>Oligodon chinensis</i>	C-S	++			F
36 灰鼠蛇 <i>Ptyas korros</i>	C-S	+			F
37 滑鼠蛇 <i>Ptyas mucosa</i>	O-W	+			F
38 乌梢蛇 <i>Ptyas dhumnades</i>	W	+			R
39 红脖颈槽蛇 <i>Rhabdophis subminiatus</i>	O-W	+++		√	F
40 环纹华游蛇 <i>Sinonatrix ae-quisfasciata</i>	C-S	+			F
41 乌华游蛇 <i>Sinonatrix per-carinata</i>	O-W	++		√	F
42 异色蛇 <i>Xenochrophis pisca-tor</i>	O-W	+++			F
(十二) 水蛇科 Homalopsidae					
43 中国沼蛇 <i>Myrrophis chinensis</i>	C-S	+			F
44 铅色蛇 <i>Hypsicopus plumbea</i>	C-S	++		√	F
(十三) 鳃形蛇科 Lamprophi-idae					
45 紫沙蛇 <i>Psammodynastes pulverulentus</i>	O-W	+++			F
(十四) 眼镜蛇科 Elapidae					
46 银环蛇 <i>Bungarus mul-ticinctus</i>	C-S	+++			F

续表 1

物种	区系 <sup>a</sup>	可 遇 见 性 <sup>b</sup>	珍 惜 濒 危 <sup>c</sup>	新 记 录 种 <sup>d</sup>	数 据 来 源 <sup>e</sup>
47 舟山眼镜蛇 <i>Naja atra</i>	O-W	++	VU		F
48 眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i>	O-W	++	VU		F
(十五) 蝰科 Viperidae					
49 白头蝰 <i>Azemiops kharini</i>	O-W	+		√	F
50 尖吻蝰 <i>Deinagkistrodon acutus</i>	C-S	+			R
51 原矛头蝰 <i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	O-W	++			F
52 白唇竹叶青蛇 <i>Trimeresurus albolabris</i>	C-S	++			R
53 福建绿蝰 <i>Viridovipera stejnegeri</i>	O-W	+		√	I

注:“\*” : 中国特有种; a: S. 华南区物种, C-S. 华中—华南区物种, O-W. 东洋界广布种, W. 广布种; b: +. 稀少, ++. 偶见, +++ . 常见; c: I. 国家Ⅰ级重点保护野生动物, II. 国家Ⅱ级重点保护野生动物, S. 广东省重点保护野生动物, IUCN 红色名录<sup>[16]</sup>; EN. 濒危, VU. 易危, NT. 近危; e: R. 文献资料(2014年广东乳源南水湖国家湿地公园自然资源综合科学考察报告), I. 走访调查, F. 野外调查。

### 3.3 区系组成

湿地公园除中华蟾蜍指名亚种为广布种外,其余 20 种两栖动物均为东洋界物种,其中华南区物种 2 种,约占 9.5%;华中—华南区共有种 9 种,约占物种总数的 42.9%;东洋界广布种 9 种,约占 42.9%。可见该湿地公园的两栖动物区系具有明显的中亚热带性质,华中—华南区共有种及东洋界广布种占优势。

在所记录的 53 种爬行动物中有 6 种为广布种,其余 47 种均为东洋界物种,其中华南区物种 3 种,约占物种总数的 5.7%;华中—华南区共有种 32 种,约占 60.4%;东洋界广布种 12 种,约占 22.6%。湿地公园的爬行动物区系成分以东洋界为主体,且东洋界华中—华南区共有种占比最多,体现出显著的中亚热带区系特点。

### 3.4 生态分布

湿地公园生境多样性丰富,为两栖爬行动物提供了良好的栖息环境。本研究根据湿地公园不同生境的组成特点及分布状况,将调查样线所涵盖的生境类型划分为两大类:农耕地和山地森林。农耕地地带以村落、水田、果园、沼泽湿地等生境类型为主,常见物种有:黑眶蟾蜍、中国雨蛙、沼蛙、泽陆蛙、斑腿泛树

蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙、花姬蛙、原尾蜥虎、蹼趾蜥虎、古氏草蜥、中国石龙子、草腹链蛇、红脖颈槽蛇等。山地森林是湿地公园陆域生境的主要组成部分,涵盖了常绿阔叶林、针阔混交林、竹林、灌草丛、溪流、公路等多种生境类型,集中分布的物种有:黑眶蟾蜍、沼蛙、长肢林蛙、竹叶蛙、丽棘蜥、股鳞蜥、海南闪鳞蛇、翠青蛇、紫沙蛇、眼镜王蛇、白头蝰等。

### 3.5 珍稀濒危保护物种

在湿地公园内有国家Ⅰ级重点保护野生动物 1 种,为蟒;国家Ⅱ级重点保护野生动物 1 种,为虎纹蛙。广东省重点保护野生动物有 3 种,包括沼蛙、棘胸蛙、平胸龟。被列入国际自然保护联盟(IUCN)物种红色名录的有 9 种,其中竹叶蛙属于近危(NT)等级;长肢林蛙、棘胸蛙、中华鳖、蟒、舟山眼镜蛇、眼镜王蛇属于易危(VU)等级;平胸龟、乌龟属于濒危(EN)等级。

## 4 讨论与保护建议

广东乳源南水湖国家湿地公园紧邻广东南岭国家自然保护区,具有较为丰富的野生动植物资源,但相关研究非常匮乏。为解决湿地公园两栖爬行动物多样性研究滞后问题,特此开展本次专项调查。目前湿地公园共记录两栖爬行动物 74 种,其中两栖类从 2014 年调查记录的 9 种增加至 21 种,爬行类从 2014 年调查记录的 33 种增加至 53 种。根据野外调查及走访调查数据,结合相关文献信息发现,湿地公园原有的两栖爬行动物名录存在些许问题,本研究认为花龟 *Mremys sinensis*、三索蛇 *Coelognathus radiatus* 疑是放生物种,本文暂不列入湿地公园两栖爬行动物名录。

与湿地公园以往数据相比,本次调查到的两栖爬行动物新记录种达 34 种,占该区域两爬物种总数的 45.9%,可见,随着监测调查工作的推进,湿地公园的隐存物种将不断被发现。通过图片辨认,当地居民认为湿地公园可能还存在部分物种,如眼斑水龟 *Sacalia bealei*、海南棱蜥 *Tropidophorus hainanus*、福清链蛇 *Lycodon futsingensis*、赤链华游蛇 *Sinonatrix annularis*、中国钝头蛇 *Pareas chinensis*。对无专业分类基础的民众而言,上述物种极易与其他相似种混淆,存在与否很难确认,有待进一步调查。此外,有 3 种爬行动物(钝尾两头蛇 *Tropidophorus hainanus*、乌梢蛇 *Ptyas dhumnades*、尖吻蝰 *Deinagkistrodon acutus*)在文献资料有记载,但在本次调查中尚未发现,究其原因可能是该类

种群数量稀少,野外难以遇见,加之调查时间与强度仍较有局限。

在物种多样性保护方面,本次调查共发现珍稀濒危重点保护动物 11 种,体现了湿地公园两栖爬行类较为重要的保育价值。虽然湿地公园的建立对该区域生物多样性的保护发挥了重大作用,但长期以来园区内野生动物资源仍面临着较大威胁。湿地公园周边村庄错落,禽畜养殖非常普遍,在园区山林内存在数个鸡、鸭、羊的养殖点,对周边植被造成严重破坏,直接威胁该区域两栖爬行动物的栖息繁衍。为连接湿地公园周边村镇,园区内公路众多,特别是环湖公路车辆来往频繁,两栖爬行动物路杀现象时有发生,尤其是在春季(繁殖高峰期)和秋季(觅食活动高峰期),导致部分物种数量锐减。另外,调查发现南水湖存在人为放生红耳龟及蛇鳄龟现象,且经过 3 年的监测发现,红耳龟已在南水湖形成了稳定种群。红耳龟是极具危害的外来入侵物种<sup>[17]</sup>,盲目放生是导致其入侵扩散的最主要原因之一,应引起高度重视,做好相关入侵防护及治理工作。

根据 3 年所得调查数据,结合乳源南水湖国家湿地公园在两栖爬行动物多样性保护方面所面临的问题,提出以下保护管理建议。

1) 加强自然栖息地保护工作,规范周边村民的养禽放牧行为,严厉禁止在湿地公园范围内散养禽畜。

2) 加强被破坏生境的恢复工作,规范农耕开垦行为,对园区内违规的果园、农田依法取缔,恢复原有生境。

3) 加强对园区内重点区域——环湖公路的巡护力度,设立相关警示牌,提醒来往车辆控制车速,注意避让公路上出没的两栖爬行动物。

4) 持续开展两栖爬行动物的调查工作,建立科学系统的动物多样性监测体系,有针对性地对部分珍稀濒危物种开展专项调查研究。

5) 加强外来物种防控治理工作,积极开展相关知识的科普活动,加大巡逻力度,严格执法,杜绝乱放生现象。

6) 有针对性提升在职人员的野生动物相关专业知识的,组建富有即战力的调查监测队伍。

**致谢:**广州草木蕃环境科技有限公司的张木、彭秋燕、黄宇亮及乳源瑶族自治县乳源南水湖湿地公园管理处的李茂文、丘书易、邹文礼等同志对野外调查工作给予支持,一并表示感谢!

## 参考文献:

- [1] 黎振昌. 广东省龙潭角自然保护区两栖爬行动物初步调查[J]. 两栖爬行动物学研究, 1995(4-5): 330-331.
- [2] 黎振昌. 广东省大东山两栖爬行动物(含二新记录)[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 1996(2): 80-83.
- [3] 庞雄飞. 广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究[M]. 广州: 广东科技出版社, 2003: 402-417.
- [4] 龚世平, 王力军, 廖广桥, 等. 广东省两栖动物新纪录——乐东蟾蜍[J]. 动物学杂志, 2011, 46(1): 120-123.
- [5] 龚世平, 何兵. 广东蛇类新纪录——饰纹小头蛇[J]. 四川动物, 2008, 27(2): 236.
- [6] 龚世平, 何兵, 杨昌腾. 广东省蛇类新纪录——黑带腹链蛇[J]. 动物学杂志, 2009, 44(2): 133-134.
- [7] GONG SP, YANG DD, CHEN YH, et al. Population status, distribution and conservation needs of the Endangered *Protophthalmis mangshanensis* of China[J]. Oryx, 2013, 47(1): 122-127.
- [8] 邹发生, 龚粤宁, 张朝阳. 广东南岭国家级自然保护区动物多样性研究[M]. 广州: 广东科技出版社, 2018: 31-48.
- [9] 卢舒. 南水湖国家湿地公园植物多样性及景观评价研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [10] 费梁, 叶昌媛, 江建平. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2012.
- [11] 中国科学院昆明动物研究所. 中国两栖类[EB/OL]. “中国两栖类”信息系统. <http://www.amphibiachina.org/>, 2019.
- [12] 赵尔宓, 赵肯堂, 周开亚, 等. 中国动物志(爬行纲 第二卷 有鳞目 蜥蜴亚目)[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [13] 赵尔宓. 中国蛇类(上)[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2006.
- [14] 史海涛. 中国贸易龟类检索图鉴[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2011.
- [15] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [16] IUCN (2018). The IUCN Red List of Threatened Species [DB/OL]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [17] LOWE S, BROWNE M, BOUDJELAS S, et al. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database[C]//Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 2004: 12.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.009

## 哈巴雪山省级自然保护区植被分布特征及其多样性保护研究

吴学靖, 余昌元

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

**摘要:**基于对哈巴雪山省级自然保护区植被多样性专题考察,总结归纳保护区植被景观特征及水平、垂直分布规律。对保护区植被演替状况进行科学分析,结果认为,显域植被类型显示出顶级群落特征,云南松林、华山松林、高山松林为水平地带相对稳定的次生(亚演替)顶级群落。充分挖掘各种天然植被的保护价值,并从自然性、稀有特有性、生物多样性、脆弱性、生态系统重要性、易受干扰性 6 个方面确定保护区需要优先保护的植被类型。

**关键词:**植被多样性保护;分布特征;植被演替;保护价值;优先保护;哈巴雪山省级自然保护区

中图分类号:S759.9;S718.54;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0047-05

引文格式:吴学靖,余昌元.哈巴雪山省级自然保护区植被分布特征及其多样性保护研究[J].林业调查规划,2020,45(1):47-51.

WU Xuejing, YU Changyuan. Vegetation Distribution Characteristics and Diversity Conservation in Habaxueshan Provincial Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 47-51.

## Vegetation Distribution Characteristics and Diversity Conservation in Habaxueshan Provincial Nature Reserve

WU Xuejing, YU Changyuan

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

**Abstract:** Based on the special investigation of vegetation diversity in Habaxueshan Provincial Nature Reserve, the characteristics and horizontal and vertical distribution rules of vegetation landscape were summarized. The scientific analysis of the vegetation succession in the reserve showed that the zonal vegetation presented the characteristics of climax community, and *Pinus yunnanensis* forest, *Pinus armandii* forest and *Pinus densata* forest were relatively stable secondary (sub-succession) climax communities in the horizontal zone. The conservation value of natural vegetation should be fully explored, and the vegetation types that needed priority conservation in the reserve should be determined from six aspects of naturalness, rarity and uniqueness, biodiversity, vulnerability, importance of ecosystem and vulnerability to disturbance.

**Key words:** vegetation diversity conservation; distribution characteristics; vegetation succession; conservation value; priority conservation; Habaxueshan Provincial Nature Reserve

收稿日期:2019-08-13.

第一作者:吴学靖(1979-),男,贵州福泉人,工程师.主要从事林业调查规划及森林资源监测等工作.

责任作者:余昌元(1974-),男,云南南华人,正高级工程师.主要从事林业调查规划、自然保护地研究及野生动植物资源监测等工作.

## 1 研究区概况

哈巴雪山省级自然保护区(以下简称“保护区”)位于滇西北迪庆藏族自治州香格里拉市东南部,青藏高原向云南高原过渡地带,是横断山系和三江并流世界自然遗产地的重要组成部分,于 1984 年 4 月经云南省人民政府批准(云政函(1984)36 号)建立,主要保护对象为寒温性针叶林生态系统、亚高山高山草甸生态系统、高山垂直自然带景观、现代海洋性冰川和永久积雪、第四纪古冰川遗迹、高山峡谷景观等,属自然生态系统类别森林生态系统类型的中型保护区。哈巴雪山主峰海拔 5 396 m,相对高差 3 846 m,是滇西北金沙江上游发育有典型现代海洋性山岳冰川的极高山之一,东部紧邻举世闻名的虎跳峡。行政区划上涉及香格里拉市虎跳峡镇和三坝乡。地理坐标位于东经 100°02′18″~100°14′30″,北纬 27°10′00″~27°24′28″,总面积 21 908.0 hm<sup>2</sup>。

## 2 植被分区

根据《云南植被》(1987 年)的植物区系分区,哈巴雪山自然保护区的植物区系处于中国—喜马拉雅森林植物亚区中的滇西、滇西北横断山脉小区。按照《云南植被》区划系统,保护区范围处于亚热带常绿阔叶林区域的西北部,与青藏高原高寒植被区域相接。属亚热带常绿阔叶林区域向青藏高原高寒植被区域的过渡地带。《云南植被》将该区域划为亚热带常绿阔叶林区域中的滇中西北部高山高原云南松林、云、冷杉林亚区,但从保护区的植被垂直分布上分析,更体现了青藏高原高寒植被区域中青藏高原东南缘寒温性针叶林、草甸地带的特征。

本亚区处于滇中高原北与青藏高原东南边缘间,总的地势由西北向东南倾斜。云南松林在该亚区山地分布很广,其海拔上限可达 3 200 m 左右。境内的玉龙雪山和哈巴雪山均为海拔 5 000 m 以上的高峰,雄峙在金沙江的虎跳峡两侧。这两座极高山地发育了极为发达的植被垂直系列,从山麓的亚热带基带类型直到高山冻荒漠植被均有出现。

保护区以主峰高达 5 396 m 的极高山为主体,东南坡延伸至金沙江下虎跳东部 1 600 m 的谷底,相对高差 3 796 m。哈巴雪山因巨大的海拔高低差异,形成了明显的高山垂直性气候,依次分布着亚热带、温带、寒温带、寒带等气候带,这种气候又孕育了垂直带状分布的生态系列,保存有完整典型的高山

垂直植被系统。

## 3 植被分类及分布特征

### 3.1 植被分类

保护区遵循《中国植被》、《云南植被》类型编目系统。植被分类系统采用植物群落学—生态学植被分类原则,即主要以综合植物群落自身特征为分类依据,并考虑群落的生态关系。

#### 3.1.1 单位和系统

采用 3 个基本等级制,高级单位为植被型,中级单位为群系,基本单位为群丛,并可设置亚级作辅助和补充。各等级划分标准和命名依据《云南植被》编目系统。

#### 3.1.2 保护区植被类型

根据上述原则,将保护区的植被划分为 7 个植被型、13 个植被亚型、28 个群系、30 个天然植被群落。其中包含 1 个人工植被型、2 个人工植被亚型和 2 个人工群系(表 1)。

### 3.2 植被分布特征

#### 3.2.1 各类植被的面积及景观特征

保护区属滇中西北部高山高原云南松林、云、冷杉林亚区。区内分布面积最大的为寒温性针叶林中的长苞冷杉林,其面积占整个保护区面积的 19.9%;其次为云南松林、干暖河谷灌丛、高山松林和高山草甸,分别占保护区面积的 16.1%、10.5%、7.4%和 6.9%。在所有植被分布中,自然植被占 97.5%,整个区域以自然植被景观为主体。

以破碎化程度指标表示破碎化,破碎度数值大则意味着区域景观或植被破碎化程度高,破碎度数值小则区域景观或植被破碎化程度低。保护区的破碎度为 0.008 81,区内主要植被云南松林、高山松林、长苞冷杉林、干暖河谷灌丛及高山草甸平均斑块面积均在 200 hm<sup>2</sup> 以上,破碎度小,植被的连续性好。其它天然植被也有较好的连续性,景观破碎化不明显。

#### 3.2.2 植被分布格局

##### 1) 水平分布特征

水平地带性植被是与气候带对应的植被类型,是地区气候的基本反映。保护区地处青藏高原东南边缘,横断山脉分布地带,在大地构造上属横断山脉褶皱带。虽同在一个山体,但深切的峡谷和高耸的山体引起了植被在东西和南北向上的分异,其中以南北向的分异占主导地位。南北方向上主要是哈巴雪山山体对水份的阻隔和气温相加的联合效应,形

成了南北坡植被垂直带上类型的海拔差异性。

表 1 保护区植被类型

Tab. 1 Vegetation types in the reserve

植被型	植被亚型(群系组)	群系
硬叶常绿阔叶林	寒温山地硬叶常绿栎林	黄背栎林
		川滇高山栎林
落叶阔叶林	暖性落叶阔叶林	旱冬瓜林
暖性针叶林	暖温性针叶林	云南松林
		华山松林
温性针叶林	温凉性针叶林	云南铁杉林
		高山松林
	寒温性针叶林	长苞冷杉林
灌丛	寒温性灌丛	丽江云杉林
		大果红杉林
		栎叶杜鹃灌丛
		亮鳞杜鹃灌丛
		多色杜鹃灌丛
		刺红珠灌丛
草甸	干暖河谷灌丛	黄背栎灌丛
		山枣、滇榄仁灌丛
		白叶菴灌丛
		矮黄栌灌丛
		马鞍叶羊蹄甲灌丛
人工植被	亚高山草甸	羊茅草甸
		西南鸢尾草甸
		西南委陵菜草甸
	沼泽化草甸	华扁穗草沼泽草甸
	高山草甸	狭叶委陵菜草甸
	偏花报春草甸	
	高山流石滩疏生草甸	紫茎垂头菊疏生草甸
	人工乔木林	丽江云杉林
	旱地作物	旱地作物

决定植被成带分布的因素是气候条件,主要是温度、水分及其组合状况。保护区地处北纬 27°10'00"~27°24'28",跨越纬距 4'28",南北长 22.5 km。其水平差异主要体现在:

①南坡地带性植被分布海拔高于北坡:由于受温度的影响,分布于保护区南坡的地带性植被如温凉性针叶林、寒温性针叶林和寒温山地硬叶常绿栎林其海拔上限均高于北坡,相差 200 m 左右。

②交错分布较为明显:在海拔 3 300~3 700 m 区域,交错分布有温凉性针叶林、寒温性针叶林、寒

温山地硬叶常绿栎林、寒温性灌丛和亚高山草甸 5 个植被亚型,包含高山松林、长苞冷杉林、丽江云杉林、大果红杉林、黄背栎林等 11 个群系。充分说明保护区植被交错分布十分明显。

③替代现象显著:在保护区内最为明显的替代现象体现在高山松林和云南松林之间。在保护区东部和南部,云南松集中分布在海拔 2 900 m 以下,海拔 2 900~3 300 m 区域基本被高山松代替,在海拔 2 900 m 左右有时可以看到一株树上同时存在 2 个种的针束(两针一束和三针一束同时并存)。高山松在东南向山腰陡坡地段生长和更新均良好,单位面积蓄积量较大。

2) 垂直分布特征

保护区内植被垂直带谱较为丰富和完整,在较小的空间内集中了从亚热带干暖河谷到高山寒带的各种植被类型,呈带状有规律地分布在不同的海拔带上,形成完整、典型的植被垂直带景观,植被垂直带的恒雪线、森林上限和森林下限明显。由于受金沙江的强烈切割,山高谷深,从终年积雪的哈巴雪山(海拔 5 396 m)到干燥炎热的保护区东部金沙江河谷(1 600 m),相对高差达 3 800 m,因巨大的海拔高低差异,形成明显的高山垂直性气候,这种气候发育了非常典型而完整的植被垂直带谱。哈巴雪山山体中上部山地广泛分布有寒温性针叶林和高寒草甸,而接近金沙江河谷则为干暖河谷灌丛,属典型的河谷型植被。

①干暖河谷灌丛:分布于保护区东部至南部的金沙江河谷,延河谷呈宽带状分布,分布海拔 1 600~2 400 m。金沙江河谷自然条件极差,由于受焚风的影响,气候干暖,土壤干旱瘠薄。

②暖温性针叶林:保护区的暖温性针叶林有云南松林和华山松林 2 个群系,主要分布于区内的北部、东部和南部,一般分布在干热河谷灌丛上部,分布海拔 1 900~2 900(3 300)m。这类植被分布在云雾线以下,气候条件较为干暖,土壤条件随坡度的变化而变化。

③温凉性针叶林、寒温山地硬叶常绿栎林:分布于保护区的北部、东部和南部,温凉性针叶林有高山松林和云南铁杉林 2 个群系,其中以高山松林面积最大,该类型分布在暖温性针叶林的上部,分布海拔 2 900~3 500(3 700) m,与寒温山地硬叶常绿栎林交错分布。属寒温性针叶林和暖温性针叶林的过渡类型。所处环境空气湿度较大,土壤条件较好。

④亚高山草甸:保护区内的亚高山草甸分布于

海拔 3 000~4 000 m, 其上限与保护区的长苞冷杉林分布上限大致相当。

⑤寒温性针叶林: 该类型是保护区的主要植被类型, 分布于保护区的中上部。分布有长苞冷杉林、丽江云杉林和大果红杉林 3 个群系。分布海拔 3 300~4 100(4 300) m, 保护区的亚高山草甸镶嵌分布于其中。

⑥寒温性灌丛: 该类型以杜鹃灌丛为主体, 分布于寒温性针叶林的上部, 在哈巴雪山主体山峰下部均有分布, 分布海拔 3 300~4 300 m。分布区域气候寒冷, 湿度大, 霜冻严重, 紫外线强, 一年中积雪覆盖时间较长。

⑦高山草甸、沼泽化草甸及流石滩疏生草甸: 是保护区分布海拔最高的植被类型, 分布于哈巴雪山主峰永久冰川及陡岩以下的局部区域, 分布海拔 4 000~4 400 m, 以高山草甸为主体。分布区域气候严寒, 湿度大, 一年中积雪覆盖时间长。

## 4 植被演替

从植被分区上看, 保护区属亚热带常绿阔叶林区域向青藏高原高寒植被区域的过渡地带, 基带范围内显域植被类型应为寒温性针叶林中的长苞冷杉林、丽江云杉林、大果红杉林以及高寒草甸。

在保护区的自然植被垂直带谱中, 显域植被类型受人为干扰破坏较小, 基本保存了原始状态, 这些自然植被在长期对自然环境的适应和改造过程中, 形成了稳定的植物区系组成和完整的群落结构, 显示出顶级群落特征。而保护区内分布的云南松林、华山松林、高山松林及硬叶栎林大多为人为砍伐、烧垦、放牧等反复干扰破坏, 呈现破坏—恢复—再破坏—再恢复的次生演替循环过程。云南松林、华山松林均为常绿阔叶林遭破坏后形成, 高山松林则是云冷杉林遭破坏后形成的次生林。这 3 个植被类型在长期的人为活动影响下成为水平地带相对稳定的次生(亚演替)顶级群落。但在自然演替中则属过渡的植被类型, 最终将向常绿阔叶林和云冷杉林方向发展。

保护区中低海拔的大多数次生植被只要不再受到人为因素的干扰, 均具有最终向常绿阔叶林演替发展的潜在变化趋势, 不断趋近常绿阔叶林。各种原生植被和次生植被是处于各自演替系列中的不同阶段, 原生植被与各种次生植被可根据演替关系串连起来表示它们之间的动态关系。不同水平地带和垂直地带植被发展从裸地—草地—灌丛—森林的演

替趋势是相同的, 但各演替阶段群落的种类组成和群落特征会有所不同, 形成不同的演替系列模式。

保护区的亚高山草甸虽然具有向森林群落演替的自然潜力, 但这种自然演替变化是极为缓慢的, 加之人为干扰的存在, 使得这一自然变化过程几乎陷于停顿。

## 5 植被保护

### 5.1 植被保护价值

保护区是一个完整的哈巴雪山山体, 垂直带谱和垂直景观明显, 垂直生态系列完整, 植被类型多样。天然植被垂直带谱包含了丰富的植物群落, 具有较高的遗传种质、物种、生态系统不同水平层次的生物多样性, 又处于滇西北横断山的典型地段, 是我国乃至全球不可多得的天然立体生物种质资源库。

保护区高山峡谷地貌有典型的发育, 植被垂直带谱层次清晰, 有一定规律性。不同性质的植被群落在同一山体过渡仅数百米至几千米, 有上下 2 条森林线。在 216 km<sup>2</sup> 的范围内包含我国南北方的水平地带植被。同时也是云南省保护比较完整的寒温性针叶林基地。

保护区植被保存完好, 原生植被尚多。地处金沙江中上游第一层山脊, 植被的水源涵养和水土保持功能尤为重要。保护区山高谷深, 坡度大、土层薄, 生态脆弱, 地质灾害严重, 制约因素多, 气候异常对上下森林线升降, 对山洪暴发与土壤侵蚀均构成严重威胁。目前保护区植被群落结构和成分较为单调, 物种丧失和次生植被面积扩大的势头未得到遏制和扭转, 区内人畜活动频繁, 局部地方破坏较严重。应加大保护管理力度, 以增强保护的有效性。

### 5.2 优先保护植被

植被是植物群落的复合体, 其中蕴含着丰富的生物多样性和生物资源, 并为动物提供食物与栖息、繁衍的场所。在生物多样性保护日益迫切的当下, 单纯保护物种是行不通的, 必须将物种栖息场所(植物群落)纳入生物多样性保护的基本目标。植被保护长期缺乏相关的标准与等级, 因此, 要划定统一的植被保护类型有一定实际困难。但可根据各植被类型的自然性、稀有特有性、生物多样性、脆弱性、维护区域生态系统稳定中的重要性、易受干扰性等 6 个方面来确立优先保护的植被目标(表 2)。

从表 2 可以看出, 长苞冷杉林、大果红杉林、高山草甸、丽江云杉林、高山松林等具有优先保护价



表 2 保护区各类植被的保护优先性评价

Tab. 2 Evaluation on conservation priority of all vegetation types in the reserve

景观	分类等级	自然性	稀有特有性	生物多样性	脆弱性	生态重要性	易受干扰性
寒温山地硬叶常绿栎林	植被亚型	++	++	++	++	++	+++
旱冬瓜林	群系	+	+	+	+	++	++
云南松林	群系	+	+	+	+	++	+++
华山松林	群系	+	+	+	+	++	++
高山松林	群系	++	+++	++	+	++	+++
云南铁杉林	群系	+++	++	++	++	++	++
长苞冷杉林	群系	+++	+++	++	++	+++	++
丽江云杉林	群系	+++	+++	++	++	++	++
大果红杉林	群系	+++	+++	+	++	+++	++
寒温性灌丛	植被亚型	++	++	+	++	++	+
干暖河谷灌丛	植被亚型	+	+	+	++	+++	++
亚高山草甸	植被亚型	++	++	++	++	++	+++
沼泽化草甸	植被亚型	++	++	+	+++	++	+++
高山草甸	植被亚型	+++	++	++	+++	++	++
高山流石滩疏生草甸	植被亚型	++	++	+	+++	+++	+

注:“+++”表示优先性高;“++”表示优先性中等;“+”表示优先性低;

值,这 6 种植被类型均属全国范围内分布较为狭窄的地带性植被,同时又是保护区主要保护对象,理应得到切实有效的保护。

### 参考文献:

- [1] 吴征镒,朱彦丞. 云南植被[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [2] 李宏伟. 白马雪山国家级自然保护区[M]. 昆明:云南民族出版社,2003.
- [3] 云南省林业调查规划院. 云南云龙天池省级自然保护区科学考察报告[R]. 2007.
- [4] 云南大学. 怒江项目区植被调查报告[R]. 2006.
- [5] 《云南森林》编委会. 云南森林. 昆明:云南科技出版社,1986.
- [6] 吴征镒. 云南种子植物名录(上、下册)[M]. 昆明:云南科技出版社,1984.
- [7] 云南省林业厅. 怒江自然保护区[M]. 昆明:云南美术出版社,1998.
- [8] 金振洲,欧晓昆. 元江、怒江、金沙江、澜沧江干热河谷植被[M]. 昆明:云南大学出版社,云南科技出版社,2000.
- [9] 张如松,吴宁,安科,等. 滇中半湿润常绿阔叶林群落类型演替的植物多样性调查与保护[J]. 林业调查规划, 2018,43(1):34-38.
- [10] 唐宗英,乔璐,盛家舒,等. 高黎贡山椒沅片区中山湿性常绿阔叶林植物区系及多样性分析[J]. 林业调查规划,2018,43(1):59-62.
- [11] 金振洲. 川滇干热河谷与干暖河谷植物区系特征[R]. 昆明:云南科技出版社,2002.
- [12] 段昌群. 生态学野外调查方法与数据处理简介[Z].

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.010

## 广东乳源南水湖国家湿地公园蝶类群落多样性及其 时序动态研究

韩婉诗<sup>1</sup>, 黄宇亮<sup>1</sup>, 李建宏<sup>2</sup>, 杨易平<sup>2</sup>, 何仕超<sup>2</sup>

(1. 广州草木蕃环境科技有限公司, 广东 广州 510260;

2. 乳源瑶族自治县乳源南水湖国家湿地公园管理处, 广东 韶关 512000)

**摘要:**对乳源南水湖国家湿地公园蝶类资源开展为期3年的监测,设置7条监测样线,总长15.8 km,探究蝶类群落多样性及其时序动态变化。结果表明,在调查到的11科79属139种蝶类中优势种有7种;东洋界物种占优势,有105种,广布种32种,古北界物种仅1种;多样性指数为3.864,均匀度指数为0.783。在季节时序变化上,物种数、个体数、多样性、丰富度、优势度指数皆为秋季>夏季>春季,均匀度方面为秋季>春季>夏季。珍稀濒危保护蝶类有金裳凤蝶、燕凤蝶、珀翠蛱蝶、宽尾凤蝶和箭环蝶。

**关键词:**蝶类群落多样性;时序动态;物种组成;区系;广东乳源南水湖国家湿地公园

中图分类号:S759.91;Q178.5;Q969.432.1;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0052-08

引文格式:韩婉诗,黄宇亮,李建宏,等.广东乳源南水湖国家湿地公园蝶类群落多样性及其时序动态研究[J].林业调查规划,2020,45(1):52-59.

HAN Wanshi, HUANG Yuliang, LI Jianhong, et al. Diversity and Temporal Dynamics of Butterfly Community in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 52-59.

## Diversity and Temporal Dynamics of Butterfly Community in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong

HAN Wanshi<sup>1</sup>, HUANG Yuliang<sup>1</sup>, LI Jianhong<sup>2</sup>, YANG Yiping<sup>2</sup>, HE Shichao<sup>2</sup>

(1. Guangzhou Ecological Research Co., Ltd., Guangzhou 510260, China;

2. Management of Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park, Shaoguan, Guangdong 512000, China)

**Abstract:** The butterfly resources in Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park were monitored for three years. Seven monitoring lines with a total length of 15.8 km were set up to explore the diversity and temporal dynamic changes of butterfly community. The results indicated that 139 species of butterfly in 79 genera and 11 families were investigated, including 7 dominant species. In terms of fauna, there were 105 species belonged to the Oriental region, 32 species belonged to the widespread, and only 1 species belonged to the palaeartic region. The diversity index was 3.864 and the evenness index was 0.783. In terms of seasonal changes, the number of species, individual amount, diversity, richness and dominance index showed autumn>summer>spring, and in terms of evenness, it showed autumn>spring> summer.

收稿日期:2019-08-05.

基金项目:广东乳源瑶族自治县政府采购项目——广东乳源南水湖国家湿地公园陆栖脊椎动物多样性监测与评价项目(RYCG15-88).

第一作者:韩婉诗(1989-),女,硕士,工程师.主要从事野生动物资源调查监测与保护研究工作. Email:hws-eco@caomufan.com

The rare and endangered butterflies include *Troides aeacus*, *Lamproptera curius*, *Euthalia pratti*, *Aghehana elwesi* and *Stichopthalma howqua*.

**Key words:** diversity of butterfly community; temporal dynamics; species composition; fauna; Ruyuan Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong

蝶类是生态系统变化的指示性物种和评价指标,蝶类监测是通过蝴蝶个体、种群和群落对环境变化所产生的反应,阐明生物多样性的变化和环境的健康状况<sup>[1]</sup>。目前对环境变化的指示性研究是全球蝶类研究的热点之一<sup>[2-5]</sup>,国内近年蝶类多样性相关基础研究日渐增多,在广东地区开展的有报道的研究主要涉及肇庆<sup>[6]</sup>、惠东古田<sup>[7]</sup>、英德石门台<sup>[8]</sup>、深圳<sup>[9]</sup>、韶关小坑国家森林公园<sup>[10]</sup>、东莞莲花山<sup>[11]</sup>、广州<sup>[12]</sup>等地关于蝴蝶资源和区系的报导,其中调查最为深入的南岭保护区还对蝴蝶寄主进行了研究<sup>[13-14]</sup>,这些调查地主要是城镇乡村及山地林区,暂未见对广东省内湿地公园蝶类资源的报导。在蝶类多样性的季节变化方面也有一些研究,早期的报道多为描述性的和基础的数量统计<sup>[15-18]</sup>;近年研究中,蒲正宇等对昆明金殿国家森林公园的 69 种蝶类进行了多样性指数的季节变化分析<sup>[19]</sup>,李雷雷等对青海省祁连县 55 种蝶类的月度变化规律进行了分析<sup>[20]</sup>,李志刚等研究了东莞银屏山的 42 种蝶类的多样性季节变化等<sup>[21]</sup>。本项目开展区域紧邻南岭保护区,但生境差异较大、人为干扰较多,是 2015 年新建立的国家湿地公园,其生物多样性相关数据较为匮乏,为较为充分地掌握其蝶类多样性情况,作者对该区域的蝶类进行持续 3 年的调查,结果可为湿地公园管理者的科学管理提供更充分的数据支撑,也可作为探讨南岭地区蝶类对人类活动干扰导致的生态环境改变而发生何种变化的研究基础。

## 1 研究区概况

广东乳源南水湖国家湿地公园(以下简称“湿地公园”)地处中国具有国际意义的 14 个陆地生物多样性关键地区之一<sup>[22]</sup>的南岭山地,地理坐标为 113°08'01"~113°12'30"E, 24°39'45"~24°58'57"N,总面积 6 283.7 hm<sup>2</sup>,其中湿地面积 4 010.2 hm<sup>2</sup>,占公园总面积的 63.82%,为广东省第三大人工湖。湿地公园属于中亚热带湿润性季风气候,年均日照时间约 1 610 h,年均温 19℃,以 7—8 月气温最高,12 月至次年 2 月气温最低。在降水上,多年在 1 700~2 100 mm 范围,其中 70% 的雨量集中在每年的 3—8 月。年均相对湿度 78%,其中每年 4—6 月

湿度较高。主要植被类型为南亚热带常绿阔叶林和中亚热带季风常绿阔叶林。

湿地公园有维管束植物 177 科 585 属 983 种<sup>[23]</sup>,其中野生维管束植物 168 科 536 属 897 种,栽培植物 44 科 72 属 86 种。蜜源植物有 15 种,主要有黄牛奶树(*Symplocos laurina*)、光叶山矾(*Symplocos lancifolia*)、华山矾(*Symplocos chinensis*)、密花山矾(*Symplocos congesta*)、米碎花(*Eurya chinensis*)、华南毛柃(*Eurya ciliata*)、岗柃(*Eurya groffi*)、二列叶柃(*Eurya distichophylla*)、鹅掌柴(*Schefflera heptaphylla*)、土蜜树(*Bridelia monoica*)、乌柏(*Sapium sebiferum*)等。植被方面共有 5 个植被型组,其中,常绿阔叶林主要有杨梅叶青冈群系、川鄂栲群系、华润楠群系、欆木群系;落叶阔叶林主要有构树群系;暖性针叶林包括马尾松林、杉木林、马尾松+杉木林;竹林主要有毛竹林和青皮竹林;灌丛有牛耳枫+美丽胡枝子群丛、石岩枫-红背山麻杆群丛;草丛主要为五节芒群丛;栽培植被主要有板栗、柑桔、射干等。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

监测方法主要为样线法,以生境分层为基础,按 7 条固定样线进行调查,样线总长约 15.80 km。于 2016 年 4 月至 2018 年 10 月每年 4 月、7 月和 10 月开展调查,各年相同月份的调查时间尽量一致,如遇恶劣天气等特殊情况进行调整,但时间差前后不超过 1 周。调查共进行 9 次,每次 3~4 d,时间选择 10:00~17:00。沿样线缓慢稳步前行(1~1.5 km/h),拍摄并记录调查样线左右 2.5 m、上方 5 m、前方 5 m 范围内见到的所有蝴蝶种类和数量。对目测不能鉴定识别的蝴蝶采取网捕采集,放入观察盒中鉴定,确定种类后原地释放;不能鉴别的采集 1~2 头放入三角袋编号,再作查询。鉴定与分类主要依据《中国蝴蝶分类与鉴定》<sup>[24]</sup>、《中国蝶类志》<sup>[25]</sup>、《广州蝴蝶》<sup>[26]</sup>、《南岭蝶类生态图鉴》<sup>[27]</sup>结合检索表进行。

### 2.2 数据处理

1) G-F 指数<sup>[28]</sup>

F 指数(科的多样性):

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{FK}$$

式中： $D_{FK}$  为  $k$  科中的物种多样性，其计算公式为：

$$D_{FK} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

式中： $P_i$  为群落中  $k$  科  $i$  属中的物种数占  $k$  科物种总数的比值， $n$  为  $k$  科中的属数， $m$  为群落中的科数。

G 指数(属的多样性)：

$$D_G = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

式中： $q_j$  为群落中  $j$  属的物种数与总的物种数之比， $p$  为群落中的属数。

G-F 指数：

$$D_{FG} = 1 - \frac{D_G}{D_F}$$

2) Margalef 物种丰富度指数<sup>[29]</sup>

$$D_{Ma} = (S-1)/\ln N$$

式中： $S$  为群落中的物种总数， $N$  为观察到的个体总数。

3) Simpson(优势度)指数<sup>[30-31]</sup>

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (N_i / N)^2$$

式中： $N_i$  为种  $i$  的个体数； $N$  为所在群落的所有物种的个体数之和。

4) Shannon-Wiener 多样性指数<sup>[32]</sup>

$$H' = - \sum_{i=1}^S [(N_i / N) \ln(N_i / N)]$$

式中： $N_i$  为种  $i$  的个体数； $N$  为所在群落的所有物种的个体数之和。

5) Pielou 均匀度指数<sup>[33]</sup>

$$J_{SW} = H' / \ln S$$

式中： $S$  为群落中的物种总数； $H'$  为 Shannon-Wiener 多样性指数。

### 3 结果与分析

#### 3.1 群落组成与多样性

2016—2018 年监测共记录到蝶类 139 种，隶属于 11 科 79 属。其中，占比最大的为蛱蝶科物种，有 26 属 40 种，蛱蝶科属的数量约占属级总数的 32.91%，物种数量约占总数的 28.78%；其余科所含属级数量由高至低排序依次为：弄蝶科(14 属) > 灰蝶科(13 属) > 眼蝶科(7 属) > 凤蝶科(6 属) > 斑蝶科(4 属) > 粉蝶科(3 属) > 环蝶科(2 属) = 蚬蝶科(2 属) > 珍蝶科(1 属) 和 = 蝶科(1 属)；其余科所含物

种数由高至低排序为：弄蝶科(23 种) > 凤蝶科(20 种) > 眼蝶科(19 种) > 灰蝶科(15 种) > 斑蝶科(8 种) > 粉蝶科(7 种) > 蚬蝶科(3 种) > 环蝶科(2 种) > 喙蝶科(1 种) = 珍蝶科(1 种)。除绢蝶科外，我国已有分布记录的科在湿地公园内均有记录。

根据科的多样性指数计算，科级的物种多样性( $D_{FK}$ )从高到低排列依次为蛱蝶科 > 弄蝶科 > 灰蝶科 > 眼蝶科 > 斑蝶科 > 凤蝶科 > 粉蝶科 > 环蝶科 > 蚬蝶科 > 喙蝶科 = 珍蝶科。各科中属级物种多样性( $D_G$ )排序依次为蛱蝶科 > 弄蝶科 > 灰蝶科 > 眼蝶科 > 凤蝶科 > 斑蝶科 > 粉蝶科 > 蚬蝶科 > 环蝶科 > 喙蝶科 = 珍蝶科。湿地公园蝶类种群整体的 F 指数为 14.756，G 指数为 4.1114，G-F 指数为 0.721(表 1)。

表 1 蝶类各分类阶元数量特征

Tab. 1 Quantitative characteristics of each taxonomic category of butterflies

科名	属的数量 (占比/%)	种的数量 (占比/%)	$D_{FK}$	$D_G$	$D_{G-F}$
凤蝶科	6(7.59)	20(14.39)	1.2745	0.4623	1.0279
粉蝶科	3(3.80)	7(5.04)	1.0042	0.2011	0.7998
斑蝶科	4(5.06)	8(5.76)	1.3209	0.2403	0.8181
喙蝶科	1(1.27)	1(0.72)	0	0.0355	0
眼蝶科	7(8.86)	19(13.67)	1.7326	0.5088	0.7063
环蝶科	2(2.53)	2(1.44)	0.6931	0.0710	0.8976
蛱蝶科	26(32.91)	40(28.78)	3.0233	1.2285	0.5937
灰蝶科	13(16.46)	15(10.79)	2.5232	0.5126	0.7969
蚬蝶科	2(2.53)	3(2.16)	0.6365	0.0965	0.8484
弄蝶科	14(17.72)	23(16.55)	2.5475	0.7192	0.7177
珍蝶科	1(1.27)	1(0.72)	0	0.0355	0
合计	79(100.00)	139(100.00)	14.7560	4.1114	0.7210

#### 3.2 区系分析

南水湖湿地公园的蝶类区系包括古北界物种、东洋界物种和广布种 3 个类型。在 139 种蝶类中，有东洋界物种 105 种，占比最大，约达 75.54%；广布种 32 种，约占 23.02%；古北界物种仅 1 种，约占 0.72%(表 2)。

#### 3.3 物种多样性的时序动态

2016—2018 年，共调查到蝶类个体 2 893 头，其中春季 3 年共记录蝶类物种 63 种，个体 752 头；夏季共记录 82 种，个体 944 头；秋季共记录 92 种，个体 1 197 头。

表 2 广东乳源南水湖国家湿地公园 2016—2018 年蝶类  
监测名录

Tab. 2 Species list of monitoring butterflies in Ruyuan  
Nanshuihu National Wetland Park of Guangdong from 2016  
to 2018

物种分类	区系	个体 数量/头
凤蝶科 Papilionidae		
凤蝶属 <i>Papilio</i>		
巴黎翠凤蝶 <i>Papilio paris</i>	O	33
碧凤蝶 <i>Papilio bianor</i>	W	37
绿带翠凤蝶 <i>Papilio maackii</i> *	W	1
蓝凤蝶 <i>Papilio protenor</i>	O	74
玉斑凤蝶 <i>Papilio helenus</i>	O	46
玉带凤蝶 <i>Papilio polytes</i>	O	26
宽带凤蝶 <i>Papilio nepielus</i>	O	27
美凤蝶 <i>Papilio memnon</i>	O	12
穹翠凤蝶 <i>Papilio dialis</i>	O	1
柑橘凤蝶 <i>Papilio xuthus</i>	W	1
金凤蝶 <i>Papilio machaon</i>	W	1
青凤蝶属 <i>Graphium</i>		
青凤蝶 <i>Graphium sarpedon</i>	O	22
银钩青凤蝶 <i>Graphium eurypylus</i> *	O	10
木兰青凤蝶 <i>Graphium doson</i> *	O	3
碎斑青凤蝶 <i>Graphium chironides</i>	O	5
统帅青凤蝶 <i>Graphium agamemnon</i>	O	4
燕凤蝶属 <i>Lamproptera</i>		
燕凤蝶 <i>Lamproptera curius</i>	O	1
裳凤蝶属 <i>Troides</i>		
金裳凤蝶 <i>Troides aeacus</i>	O	1
斑凤蝶属 <i>Chilasa</i>		
小黑斑凤蝶 <i>Chilasa epycides</i> *	W	1
宽尾凤蝶属 <i>Agehana</i>		
宽尾凤蝶 <i>Agehana elwesi</i>	O	1
粉蝶科 Pieridae		
黄粉蝶属 <i>Eurema</i>		
槲黄粉蝶 <i>Eurema blanda</i> *	O	30
宽边黄粉蝶 <i>Eurema hecabe</i>	W	159
无标黄粉蝶 <i>Eurema brigitta</i> *	O	8
粉蝶属 <i>Pieris</i>		
东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia</i>	W	121
菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i>	W	68
报喜斑粉蝶 <i>Delias pasithoe</i> *	O	50
飞龙粉蝶属 <i>Talbotia</i>		

续表 2

物种分类	区系	个体 数量/头
飞龙粉蝶 <i>Talbotia naganum</i>	O	1
斑蝶科 Danaidae		
紫斑蝶属 <i>Euploea</i>		
蓝点紫斑蝶 <i>Euploea midamus</i> *	O	73
异型紫斑蝶 <i>Euploea mulciber</i>	O	26
幻紫斑蝶 <i>Euploea core</i> *	O	4
青斑蝶属 <i>Tirumala</i>		
嵩青斑蝶 <i>Tirumala septentrionis</i>	O	18
青斑蝶 <i>Tirumala limniace</i> *	O	1
斑蝶属 <i>Danaus</i>		
虎斑蝶 <i>Danaus genutia</i>	O	28
绢斑蝶属 <i>Parantica</i>		
黑绢斑蝶 <i>Parantica melaneus</i>	W	6
绢斑蝶 <i>Parantica aglea</i>	O	64
喙蝶科 Libytheidae		
喙蝶属 <i>Libythea</i>		
朴喙蝶 <i>Libythea celtis</i> *	W	22
眼蝶科 Satyridae		
黛眼蝶属 <i>Lethe</i>		
长纹黛眼蝶 <i>Lethe Europa</i> *	W	6
曲纹黛眼蝶 <i>Lethe chandica</i> *	O	3
白带黛眼蝶 <i>Lethe confusa</i>	O	151
玉带黛眼蝶 <i>Lethe confuse</i> *	O	69
波纹黛眼蝶 <i>Lethe rohria</i>	O	4
荫眼蝶属 <i>Neope</i>		
蒙链荫眼蝶 <i>Neope muirheadii</i>	O	5
丽眼蝶属 <i>Mandarina</i>		
蓝斑丽眼蝶 <i>Mandarina regalis</i> *	O	1
眉眼蝶属 <i>Mycalasis</i>		
平顶眉眼蝶 <i>Mycalasis zonata</i> *	O	47
拟稻眉眼蝶 <i>Mycalasis gotama</i> *	O	27
小眉眼蝶 <i>Mycalasis mineus</i> *	O	188
稻眉眼蝶 <i>Mycalasis gotaoma</i> *	O	7
上海眉眼蝶 <i>Mycalasis sangaica</i> *	O	8
矍眼蝶属 <i>Ypthima</i>		
矍眼蝶 <i>Ypthima balda</i>	W	183
卓矍眼蝶 <i>Ypthima zodiac</i> *	O	3
东亚矍眼蝶 <i>Ypthima motschulskyi</i>	W	1
密纹矍眼蝶 <i>Ypthima multistriata</i> *	O	10
暮眼蝶属 <i>Melanitis</i>		
睇暮眼蝶 <i>Melanitis phedima</i>	W	24
暮眼蝶 <i>Melanitis leda</i>	W	1

续表 2

物种分类	区系	个体数量/头
斑眼蝶属 <i>Penthema</i>		
白斑眼蝶 <i>Penthema adelma</i>	O	24
环蝶科 Amathusiidae		
方环蝶属 <i>Discophora</i>		
凤眼方环蝶 <i>Discophora sondaica</i>	O	2
环蝶属 <i>Stichophthalma</i>		
箭环蝶 <i>Stichophthalma howqua</i>	O	2
蛱蝶科 Nymphalidae		
环蛱蝶属 <i>Neptis</i>		
中环蛱蝶 <i>Neptis hylas</i>	W	226
小环蛱蝶 <i>Neptis Sappho</i> *	W	14
链环蛱蝶 <i>Neptis pryeri</i> *	W	4
阿环蛱蝶 <i>Neptis Ananta</i> *	O	8
耶环蛱蝶 <i>Neptis yerburii</i> *	O	2
珂环蛱蝶 <i>Neptis clinia</i>	O	3
弥环蛱蝶 <i>Neptis miah</i> *	O	6
尾蛱蝶属 <i>Polyura</i>		
忘忧尾蛱蝶 <i>Polyura nepenthes</i>	O	5
窄斑凤尾蛱蝶 <i>Polyura athamas</i> *	O	1
脉蛱蝶属 <i>Hestina</i>		
黑脉蛱蝶 <i>Hestina assimilis</i>	W	3
螯蛱蝶属 <i>Charaxes</i>		
白带螯蛱蝶 <i>Charaxes bernardus</i>	O	2
斑蛱蝶属 <i>Hypolimnas</i>		
幻紫斑蛱蝶 <i>Hypolimnas bolina</i> *	O	3
白蛱蝶属 <i>Helcyra</i>		
银白蛱蝶 <i>Helcyra subalba</i>	O	3
锯蛱蝶属 <i>Cethosia</i>		
红锯蛱蝶 <i>Cethosia biblis</i>	O	2
襟蛱蝶属 <i>Cupha</i>		
黄襟蛱蝶 <i>Cupha erymanthis</i> *	O	1
斐豹蛱蝶属 <i>Argyreus</i>		
斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius</i>	W	36
银豹蛱蝶属 <i>Childrena</i>		
银豹蛱蝶 <i>Childrena childreni</i>	O	5
青豹蛱蝶属 <i>Damora</i>		
青豹蛱蝶 <i>Damora sagana</i> *	P	4
眼蛱蝶属 <i>Junonia</i>		
钩翅眼蛱蝶 <i>Junonia iphita</i>	O	231
翠蓝眼蛱蝶 <i>Junonia orithya</i> *	W	19

续表 2

物种分类	区系	个体数量/头
美眼蛱蝶 <i>Junonia almana</i>	W	19
线蛱蝶属 <i>Limenitis</i>		
残得线蛱蝶 <i>Limenitis sulpitia</i>	O	28
蟠蛱蝶属 <i>Pantoporia</i>		
金蟠蛱蝶 <i>Pantoporia hordonia</i>	O	7
罗蛱蝶属 <i>Rohana</i>		
罗蛱蝶 <i>Rohana parisatis</i>	O	64
芒蛱蝶属 <i>Euripus</i>		
芒蛱蝶 <i>Euripus nyctelius</i> *	O	1
豹蛱蝶属 <i>Argynnis</i>		
绿豹蛱蝶 <i>Argynnis paphia</i> *	W	1
饰蛱蝶属 <i>Stibochiona</i>		
素饰蛱蝶 <i>Stibochiona nicea</i>	O	3
带蛱蝶属 <i>Athyma</i>		
虬眉带蛱蝶 <i>Athyma opalina</i> *	O	1
孤斑带蛱蝶 <i>Athyma zeroca</i> *	O	24
相思带蛱蝶 <i>Athyma nefte</i> *	O	2
新月带蛱蝶 <i>Athyma selenophora</i>	O	1
波蛱蝶属 <i>Ariadne</i>		
波蛱蝶 <i>Ariadne Ariadne</i> *	O	27
丝蛱蝶属 <i>Cyrestis</i>		
网丝蛱蝶 <i>Cyrestis thyodamas</i> *	O	1
红蛱蝶属 <i>Vanessa</i>		
小红蛱蝶 <i>Vanessa cardui</i> *	W	1
钩蛱蝶属 <i>Polygonia</i>		
黄钩蛱蝶 <i>Polygonia caureum</i>	W	12
翠蛱蝶属 <i>Polygonia</i>		
珀翠蛱蝶 <i>Euthalia pratti</i> *	O	2
绿裙边翠蛱蝶 <i>Euthalia niepelti</i> *	O	9
琉璃蛱蝶属 <i>Kaniska</i>		
琉璃蛱蝶 <i>Kaniska canace</i> *	W	7
盛蛱蝶属 <i>Symbrenthia</i>		
黄豹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia brabira</i>	O	2
散纹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia lilaea</i>	O	35
灰蝶科 Lycaenidae		
咖灰蝶属 <i>Catochrysops</i>		
咖灰蝶 <i>Catochrysops Strabo</i> *	O	4
银灰蝶属 <i>Curetis</i>		
尖翅银灰蝶 <i>Curetis acuta</i>	W	3
亮灰蝶属 <i>Lampides</i>		

续表 2

物种分类	区系	个体数量/头
亮灰蝶 <i>Lampides boeticus</i> *	W	16
蚜灰蝶属 <i>Taraka</i>		
蚜灰蝶 <i>Taraka hamada</i>	W	4
钮灰蝶属 <i>Acytolepis</i>		
钮灰蝶 <i>Acytolepis puspa</i> *	O	13
雅灰蝶属 <i>Jamides</i>		
雅灰蝶 <i>Jamides bochus</i> *	O	17
酢浆灰蝶属 <i>Pseudozizeeria</i>		
酢浆灰蝶 <i>Pseudozizeeria maha</i>	W	80
生灰蝶属 <i>Sinthusia</i>		
生灰蝶 <i>Sinthusia chandrana</i> *	O	1
玛灰蝶属 <i>Mahathala</i>		
玛灰蝶 <i>Mahathala ameria</i> *	O	2
彩灰蝶属 <i>Heliophorus</i>		
斜斑彩灰蝶 <i>Heliophorus epicles</i>	O	2
浓紫彩灰蝶 <i>Heliophorus ila</i> *	O	5
妩灰蝶属 <i>Udara</i>		
珍贵妩灰蝶 <i>Udara dilrecta</i> *	O	5
白斑妩灰蝶 <i>Udara albocaerulea</i> *	O	10
毛眼灰蝶属 <i>Zizina</i>		
毛眼灰蝶 <i>Zizina Otis</i> *	O	1
娜灰蝶属 <i>Nacaduba</i>		
古楼娜灰蝶 <i>Nacaduba kurava</i> *	O	3
蛱蝶科 Riodinidae		
褐蛱蝶属 <i>Abisara</i>		
蛇目褐蛱蝶 <i>Abisara echerius</i>	O	38
黄带褐蛱蝶 <i>Abisara fylla</i>	O	8
波蛱蝶属 <i>Zemeros</i>		
波蛱蝶 <i>Zemeros flegyas</i>	O	9
弄蝶科 Hesperinae		
雅弄蝶属 <i>Iambrix</i>		
雅弄蝶 <i>Iambrix salsala</i> *	O	1
黄斑弄蝶属 <i>Ampittia</i>		
钩形黄斑弄蝶 <i>Ampittia virgate</i> *	O	11
黄斑弄蝶 <i>Ampittia dioscorides</i> *	O	2
绿弄蝶属 <i>Choaspes</i>		
半黄绿弄蝶 <i>Choaspes hemixanthus</i>	O	2
绿弄蝶 <i>Choaspes benjaminii</i>	O	4
锷弄蝶属 <i>Aeromachus</i>		
宽锷弄蝶 <i>Aeromachus jhora</i> *	O	2

续表 2

物种分类	区系	个体数量/头
孔弄蝶属 <i>Polytremis</i>		
台湾孔弄蝶 <i>Polytremis eltola</i> *	O	1
盒纹孔弄蝶 <i>Polytremis theca</i> *	O	15
珂弄蝶属 <i>Caltois</i>		
放踵珂弄蝶 <i>Caltois cahira</i> *	O	1
稻弄蝶属 <i>Parnara</i>		
么纹稻弄蝶 <i>Parnara bada</i> *	O	1
直纹稻弄蝶 <i>Parnara guttata</i>	W	1
曲纹稻弄蝶 <i>Parnara ganga</i> *	W	2
星弄蝶属 <i>Celaenorrhinus</i>		
越南星弄蝶 <i>Celaenorrhinus inexpectus</i> *	O	1
裙弄蝶属 <i>Tagiades</i>		
沾边裙弄蝶 <i>Tagiades litigiosa</i> *	O	3
黄室弄蝶属 <i>Potanthus</i>		
断纹黄室弄蝶 <i>Potanthus trachalus</i> *	O	5
宽纹黄室弄蝶 <i>Potanthus pava</i> *	O	11
孔子黄室弄蝶 <i>Potanthus confucius</i> *	O	3
旖弄蝶属 <i>Isotheinon</i>		
旖弄蝶 <i>Isotheinon lamprospilus</i> *	O	3
谷弄蝶属 <i>Pelopidas</i>		
南亚谷弄蝶 <i>Pelopidas agna</i> *	O	1
隐纹谷弄蝶 <i>Pelopidas mathias</i>	W	7
襟弄蝶属 <i>Pseudoco</i>		
黄襟弄蝶 <i>Pseudocoladenia dan</i> *	O	11
长标弄蝶属 <i>Telicota</i>		
黄纹长标弄蝶 <i>Telicota ohara</i> *	O	4
竹长标弄蝶 <i>Telicota bambusae</i> *	O	1
珍蝶科 Acraeidae		
珍蝶属 <i>Acraea</i>		
苾麻珍蝶 <i>Acraea issoria</i>	O	2

注：“\*”为该湿地公园新记录物种。

在物种数、个体数、多样性、丰富度、优势度指数方面皆为秋季>夏季>春季。在均匀度方面为秋季最大,其次为春季,夏季最低(表 3)。

从 2016—2018 年整体的年际变化来看,2018 年物种数最多,达 96 种,2017 年次之,2016 年较 2017 年少 2 种;个体数方面也为 2018 年最高,最低的为 2017 年;多样性、均匀度、丰富度指数均呈逐年递增趋势;优势度指数 2018 年最高,2016 年较 2017 年略高(表 4)。

表 3 各季节蝶类群落多样性变化

Tab. 3 Diversity changes of butterflies in different seasons

季节	物种数 /个	个体数 /头	多样性 指数 $H'$	均匀度 指数 $J_{SW}$	丰富度 指数 $D_{Ma}$	优势度 指数 $D$
春季	63	752	3.393	0.8189	9.3617	0.9497
夏季	82	944	3.5394	0.8032	11.8246	0.9546
秋季	92	1197	3.7112	0.8207	12.8394	0.9631

表 4 蝶类群落多样性的年际变化

Tab. 4 Inter-annual variation of butterfly community diversity

年份	物种数 /个	个体数 /头	多样性 指数 $H'$	均匀度 指数 $J_{SW}$	丰富度 指数 $D_{Ma}$	优势度 指数 $D$
2016	75	956	3.4940	0.8093	10.7828	0.9531
2017	77	862	3.5172	0.8097	11.2438	0.9527
2018	96	1075	3.8501	0.8435	13.6102	0.9678
2016— 2018	139	2893	3.8640	0.7831	17.3148	0.9645

## 4 结论与讨论

通过为期 3 年的调查监测,共监测到蝶类 11 科 79 属 139 种,其中南水湖国家湿地公园新记录蝶类物种 73 种。记录到珍稀濒危保护蝶类 5 种。其中有 1 种被列入 CITES(《濒危野生动植物种国际贸易公约》)附录 II,为:金裳凤蝶(*Troides aeacus*);有 3 种被《中国物种红色名录》(2004)评为近危(NI)级别,为:燕凤蝶、金裳凤蝶、珀翠蛱蝶;有 1 种被评为易危(VU)种,为宽尾凤蝶;被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的有 4 种,为燕凤蝶、金裳凤蝶、宽尾凤蝶和箭环蝶。

我国动物地理区划属于世界动物地理分区的东洋区与古北区,两区分界线西起横断山脉北部,经过北川的岷山与陕南的秦岭向东至淮河南岸,直抵长江口以北<sup>[34]</sup>。南水湖国家湿地公园蝶类区系以东洋界物种为主,符合其生态地理位置。

季节变化方面,秋季(10月)蝶类物种最为丰富,其次为夏季(7月),春季(4月)最少。而东莞银瓶山的调查结果为夏季(5、7月)最高,11月其次<sup>[21]</sup>;在昆明金殿国家森林公园的调查显示,种类和个体数为夏季最高,其次为春季及秋季<sup>[19]</sup>;其他地区(陕西、青海、佳木斯等)的调查研究结果因气

候差异太大在此不做比较。分析季节变化产生差异的原因,因南水湖湿地公园雨季持续时间较长(3—8月),调查时期中的春夏两季刚好处于降雨集中期,湿度较大且夏季持续高温,对蝶类的活动有一定负面影响<sup>[35]</sup>,特别是 4 月的春季调查中,常遇雨雾天气,而 10 月为该地区气候最为适宜的时段,蝶类活动增多,发现率相应增高。2016—2018 年际变化方面,物种数逐年上升,个体数先稍有下降,后达 3 年中的最高值,这与湿地公园 2015—2017 年的成立初期仍存在较多植被遭破坏和人为干扰因素有关,2018 年以后管护成效逐渐体现,因而使植被及动植物资源量逐步回升。

多样性方面,湿地公园的多样性指数为 3.8640,均匀度指数为 0.7831,单一属种较多,蝶类物种多样性较高,但少数物种优势性明显,以眼蝶科、蛱蝶科、粉蝶科物种最为突出,如:宽边黄粉蝶、东方菜粉蝶、白带黛眼蝶、小眉眼蝶、矍眼蝶、中环蛱蝶、钩翅眼蛱蝶。

根据周光益等发表的文章,与南水湖国家湿地公园相邻的南岭国家级自然保护区已发现蝶类 11 科 218 属 501 种<sup>[14]</sup>,湿地公园蝶类属级数量约占南岭保护区的 36.24%,物种数量约占 27.36%。分析认为,湿地公园区域虽与南岭相接,但植被多为次生林和灌草丛,陆域面积较小,部分区域斑块化较明显且人为干扰,导致湿地公园蝶类属级和物种数量均远低于南岭国家级自然保护区。特别是湿地公园内有较多农田、果园耕作现象,大量喷洒农药是对蝶类资源的重要威胁;此外,在林区范围内常见砍伐树木、开垦灌草丛现象,也对蝶类生境造成破坏<sup>[36]</sup>。

基于上述调查分析结果,提出如下保护管理建议:1)加强对农田、果园耕作区农药使用的科学管理;2)保护林区植被和寄主植物,对乱砍乱伐、私自开垦行为严加处罚;3)开展社区宣教工作,向当地村民科普蝶类的生态价值,杜绝破坏蝶类资源及生境行为。

## 参考文献:

- [1] 徐海根. 生物物种资源监测概论 [M]. 北京:科学出版社,2013:200-202.
- [2] NYAFWONO M, VALTONEN A, NYEKO P, et al. Fruit-feeding butterfly communities as indicators of forest restoration in an Afrotropical rainforest [J]. Biological Conservation, 2014, 174(6): 75-83.
- [3] ADDO-FORDJOUR P, OSEI B A, KPONTSU E A. Butterfly community assemblages in relation to human disturbance in



- a tropical upland forest in Ghana, and implications for conservation [J]. *Journal of Insect Biodiversity*, 2015, 3: 1-18.
- [4] SAGWE R N, MUYA S M, MARANGA R. Effects of land use patterns on the diversity and conservation status of butterflies in Kisii highlands, Kenya [J]. *Journal of Insect Conservation*, 2015, 19: 1119-1127.
- [5] ROSINA K, SAMUEL A A, DANIEL A L, et al. Butterfly Diversity: An Indicator for Environmental Health within Tarkwa Gold Mine, Ghana [J]. *Environment and Natural Resources Research*, 2018, 8(3): 69-83.
- [6] 甘田, 姜玉霞, 黄宝莹, 等. 广东肇庆北岭山蝶类区系研究 [J]. *西南农业学报*, 2018, 31(4): 869-876.
- [7] 翁锦涸, 吕文龙, 胡诗佳, 等. 广东古田自然保护区蝶类群落多样性 [J]. *生态学杂志*, 2017, 36(1): 132-136.
- [8] 王敏, 黄国华, 范晓凌, 等. 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究 [J]. *生物多样性*, 2003, 11(6): 441-453.
- [9] 邓晓峰, 耿群涛, 黄光斗, 等. 深圳地区蝶类区系分析 [J]. *热带农业科学*, 2001, 90(2): 8-20.
- [10] 徐梦阳, 徐剑. 广东小坑国家森林公园蝶类的区系和垂直分布 [J]. *广州大学学报(自然科学版)*, 2010, 9(3): 83-88.
- [11] 刘桂林, 庞虹, 周昌清, 等. 东莞莲花山自然保护区蝶类群落多样性研究 [J]. *应用生态学报*, 2004, 15(4): 571-574.
- [12] 李志刚, 李军, 张碧胜, 等. 广州市蝴蝶群落结构与多样性 [J]. *生态学杂志*, 2008, 27(26): 1047-1050.
- [13] 王旭, 顾茂彬. 南岭主要蝴蝶种类及其寄主 [J]. *浙江林业科技*, 2016, 35(4): 38-45.
- [14] 周光益. 南岭国家级自然保护区蝴蝶多样性与区系研究 [J]. *环境昆虫学报*, 2016, 38(5): 971-978.
- [15] 诸立新, 颜劲松, 郑和权, 等. 安徽琅琊山蝶类季节变化的研究 [J]. *滁州师专学报*, 2003, 5(4): 95-97.
- [16] 王魁源, 罗志文, 庄树文. 佳木斯四丰山蝶类季节变化的研究 [J]. *佳木斯大学学报*, 2005, 23(4): 674-676.
- [17] 郑立军, 靳桂敏, 黄文志. 广东南岭国家级自然保护区蝶类季节变化的研究初报 [J]. *野生动物杂志*, 2007, 28(5): 33-35.
- [18] 郭荣, 陈提纲, 曹庆. 陕西佛坪国家级自然保护区蝶类季节变化的调查 [J]. *陕西林业科技*, 2008(3): 69-70.
- [19] 蒲正宇, 史军义, 姚俊, 等. 昆明金殿国家森林公园蝶类多样性季节性变化研究 [J]. *草业学报*, 2013, 22(2): 109-116.
- [20] 李雷雷, 鲍敏, 张营, 等. 青海省祁连县不同生境蝶类群落特征与月度变化规律 [J]. *生态与农村环境学报*, 2019, 35(4): 484-490.
- [21] 李志刚, 曾焕忱, 叶静文, 等. 东莞银瓶山自然保护区蝶类群落的多样性 [J]. *生态学杂志*, 2012, 31(9): 2385-2390.
- [22] 陈灵芝. 中国的生物多样性现状及其保护对策 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [23] 卢舒. 南水湖国家湿地公园植物多样性及景观评价研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [24] 周尧. 中国蝴蝶分类与鉴定 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998.
- [25] 周尧. 中国蝶类志(上、下册) [M]. 郑州: 河南科技出版社, 1994.
- [26] 陈锡昌. 广州蝴蝶 [M]. 广州: 读图时代出版社, 2011.
- [27] 顾茂彬, 陈锡昌, 周光益, 等. 南岭蝶类生态图鉴 [M]. 广州: 广东科技出版社, 2018.
- [28] 蒋志刚, 纪力强. 鸟兽物种多样性测度的 G-F 指数方法 [J]. *生物多样性*, 1999, 7(3): 220-225.
- [29] MARGALEF D R. Information theory in ecology [J]. *General Systems*, 1957, 3: 36-71.
- [30] SIMPSON E H. Measurement of diversity [J]. *Nature*, 1949, 163: 688.
- [31] MAGURRAN A E. 生物多样性测度 [M]. 张峰, 译. 北京: 科学出版社, 2011: 75-76.
- [32] SHANNON C E, WEAVER W. The Mathematical Theory of Communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [33] PIELOU E C. Mathematical Ecology [M]. New York: Wiley, 1977.
- [34] 张荣祖. 中国动物地理 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [35] JIA Y Z, ZHAO X H, MENG Q F. Effects of Temperature and Rainfall on Composition and Diversity of Butterflies in Broad-leaved and Korean Pine Mixed Forests in the Changbai Mountains, China [J]. *Chin J Appl Environ Biol*, 2010, 16(1): 7-12.
- [36] 陈仁利, 周光益, 赵厚本, 等. 海南尖峰岭蝴蝶种群的胁迫因子及其生态保护 [J]. *林业资源管理*, 2018(1): 24-30.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.011

## 基于文献计量分析的林火遥感研究现状及发展趋势

韩 丽<sup>1</sup>, 戴必辉<sup>1</sup>, 王秋华<sup>1,2</sup>, 陈爱梅<sup>1</sup>, 韩 毓<sup>1</sup>

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

**摘要:**为全面了解遥感在森林火灾应用中的研究现状和发展趋势,以 1999—2018 年 WOS、CNKI 和万方收录的期刊论文为来源,运用文献计量分析法,对论文的发表时间、核心作者、主要研究机构、被引频次和关键词等进行统计分析。结果表明:国际林火遥感的研究比较成熟,发展速度快,核心研究机构和人员较多,成果突出;国内林火遥感研究整体呈上升趋势,但速度较国际发展滞后,核心作者是覃先林、李增元,核心研究机构是中国林业科学研究院,研究热点集中于森林火灾监测与森林防火。国内林火遥感研究还需更多投入,建立更稳固的团队,进行更深入地研究,并向火灾强度监测、火灾排放、灾后评估与监测、动态覆盖度监测等研究方向倾斜。

**关键词:**林火遥感;森林火灾监测;文献计量;发文量;共现网络知识图谱;研究现状

中图分类号:S762;S771.8;C812 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0060-07

引文格式:韩丽,戴必辉,王秋华,等. 基于文献计量分析的林火遥感研究现状及发展趋势[J]. 林业调查规划, 2020,45(1):60-66.

HAN Li, DAI Bihui, WANG Qiuhua, et al. Research Status and Development Trend of Forest Fire Remote Sensing Based on Bibliometric Analysis[J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(1):60-66.

### Research Status and Development Trend of Forest Fire Remote Sensing Based on Bibliometric Analysis

HAN Li<sup>1</sup>, DAI Bihui<sup>1</sup>, WANG Qiuhua<sup>1,2</sup>, CHEN Aimei<sup>1</sup>, HAN Yu<sup>1</sup>

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

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

**Abstract:** In order to fully understand the research status and development trend of remote sensing in the application of forest fire, the publication time, core authors, main research institutions, cited frequency and key words of the papers were statistically analyzed by using bibliometric analysis method based on the journal papers collected by WOS, CNKI and WANFANG DATA from 1999 to 2018. The results showed that the international research of forest fire remote sensing was relatively mature and developing rapidly, with many core research institutions and personnel and outstanding achievements, while the research in China showed an overall upward trend, but the speed lagged behind the international development, with the core authors of QIN Xianlin and LI Zengyuan, the core research institution of Chinese Academy of Forestry, and the research focus on forest fire monitoring and prevention. The research of forest

收稿日期:2019-08-02.

基金项目:国家自然科学基金(31660210;31300553).

第一作者:韩 丽(1985-),女,云南沾益人,硕士,讲师. 主要从事 3S 集成应用研究工作. Email:343122471@qq.com

责任作者:王秋华(1978-),男,福建长汀人,博士,教授. 主要从事森林防火研究. Email:qhwang2010@swfu.edu.cn

fire remote sensing in China was suggested to increase investment, establish a more stable team to conduct in-depth research and shift research direction to fire intensity monitoring, fire emission, post-disaster assessment and monitoring, and dynamic coverage monitoring.

**Key words:** forest fire remote sensing; forest fire monitoring; bibliometrics; amount of documents issued; co-occurrence network knowledge graph; research status

近年来,随着全球气候变化、人为干扰活动的加剧,森林火灾时有发生,对生态环境、人民生命财产都造成了巨大的损失,引起国内外学者极大的关注。遥感作为一种快速获取地表实时数据的技术,在火点监测预报、火烧迹地提取、受灾情况统计等方面都有广泛深入的应用,成为当前国内外研究的热点<sup>[1-3]</sup>。本文通过文献计量分析的方法,探究遥感在森林火灾应用中的研究现状及发展趋势,以期为从事林火遥感研究的人员提供一定的参考。

## 1 数据来源

在 WOS 中以“forest fire and remote sensing”为主题,检索 1999—2018 年的文献数据,经过文献类型和研究领域的筛选,最终得到 1 638 条相关数据,以此作为国际发展现状的分析数据。

在 CNKI 和万方的高级检索功能中,以“遥感”、“RS”和“森林火灾”、“林火”等为主题词和关键词,进行两两组合,检索 1999—2018 年的文献数据,共得到 387 篇相关论文。接下来,对检索结果进行整理,把明显无关的文献删除,最终得到 219 篇学术论文,可以作为研究的基础数据。

## 2 研究方法及软件

文献计量是将数学、统计学等确定性计量方法运用于图书及其他交流介质,对文献的计量特征进行统计分析,揭示和研究文献情报分布规律的一门学科<sup>[4]</sup>。文献计量法在展现某研究领域或学科研究现状、辨识研究领域内重要的学者与期刊、勾画研究领域的知识结构以及追踪领域发展的动态趋势等方面发挥了重要的作用,已得到学术界的广泛关注和认可<sup>[5]</sup>。本文主要采用共词分析和社会网络分析法<sup>[6-8]</sup>进行文献计量分析。

本文采用 Bibexcel、Ucinet 和 NetDraw 软件<sup>[9-10]</sup>,对发文时间、载文期刊、核心作者、核心机构、关键词等数据进行统计分析,利用 NetDraw 生成共现网络知识图谱。

## 3 结果与分析

### 3.1 发文时间分布

从林火遥感领域研究文献的年度分布状况可以看出(图 1):1999—2018 年,国内外林火遥感文献整体呈现稳步上升趋势;国际上林火遥感领域的研究出现阶梯性增长,增长速率较快,相较而言国内增长速率偏慢。

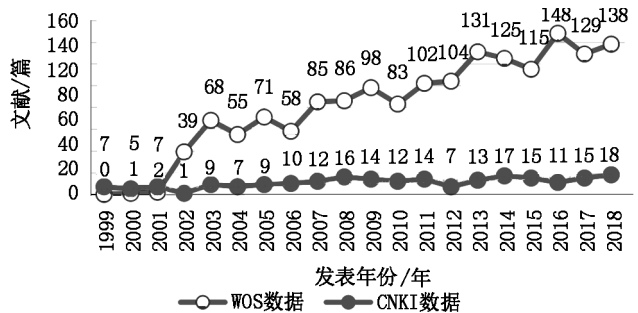


图 1 1999—2018 年林火遥感研究文献分布情况

Fig. 1 Literature distribution of forest fire remote sensing research from 1999 to 2018

### 3.2 载文期刊

在 1 638 篇 SCI 文献中,REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT 期刊载文量最多,达 278 篇。在排名前 8 的期刊中,主要以遥感、林业、生态类期刊为主(表 1)。

在 219 篇国内文献中,载文量最多的是《遥感技术与应用》、《森林防火》,分别刊登了 8 篇相关论文。载文量排名前 13 的期刊中,遥感相关的期刊 5 种,林业相关的期刊 6 种(表 2)。

### 3.3 作者及发文机构分布

在 1 638 篇 SCI 论文中,美国作者及机构发表 774 篇,占据整个林火遥感研究的半壁江山,说明美国在林火遥感研究中具有超强研究实力。中国排名第 7,参与发表的论文 92 篇(图 2)。

表 1 国际林火遥感发文量前 8 名的期刊  
Tab. 1 Top 8 journals of international research on forest fire remote sensing

序号	期刊	频次
1	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT	278
2	INTERNATIONAL JOURNAL OF WILDLAND FIRE	204
3	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING	202
4	FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT	61
5	ATMOSPHERIC ENVIRONMENT	40
6	BIOGEOSCIENCES	39
7	ECOLOGICAL APPLICATIONS	29
8	LANDSCAPE ECOLOGY	26

表 2 国内林火遥感发文量前 13 名的期刊  
Tab. 2 Top 13 journals of forest fire remote sensing research in China

序号	期刊	频次
1	遥感技术与应用	8
2	森林防火	8
3	林业资源管理	7
4	黑龙江气象	6
5	林业科学	6
6	遥感信息	6
7	气象科技	5
8	国土资源遥感	5
9	北京林业大学学报	5
10	东北林业大学学报	4
11	世界林业研究	4
12	地球信息科学学报	4
13	测绘与空间地理信息	4

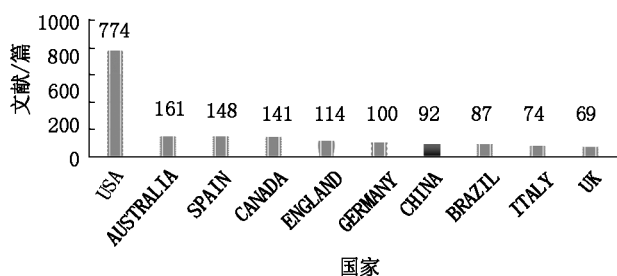


图 2 1999—2018 年 WOS 收录林火遥感文献发文量前 10 的国家

Fig. 2 Top 10 countries of forest fire remote sensing documents published in WOS from 1999 to 2018

国际林火遥感研究排名前 7 的作者中(表 3), 西班牙 Univ Alcala De Henares 的学者 CHUVIECO E 发文量最多,前 7 名中有 4 名都是美国学者,进一步说明美国在林火遥感领域的领先地位。国内作者发文量整体偏少,只有胡海清和孙龙 2 位学者发文量为 2 篇,其余学者发文量为 1 篇。说明中国学者在林火遥感领域研究还不够深入,研究团队还不够成熟,没有形成团队优势。

表 3 国际高频核心作者统计(发文量 ≥ 21 篇)  
Tab. 3 Statistics of international high frequency core authors (articles ≥ 21)

作者	发文量/篇	作者单位	国家
CHUVIECO E	39	Univ Alcala De Henares	SPAIN
ASNER G P	29	Carnegie Inst Sci	USA
COOPS N C	22	Univ British Columbia	CANADA
HU DAK A T	22	USDA Forest Serv	USA
SMITH A M S	22	Univ Idaho	USA
GIGLIO L	21	NASA	USA
RUSSELL-SMITH J	21	Bushfires Council of the Northern Territory	AUSTRALIA

国内林火遥感研究领域,219 篇文献共有 501 个作者,平均每人发文 0.44 篇。其中发文 1 篇的作者有 399 人,占作者总数的 79.6%。洛特卡定律认为某一学科领域内发表 1 篇论文的作者占比大约为 60%,而本研究中发表 1 篇论文的作者占比为 79.6%,远高于理论值,说明该研究领域作者队伍不够稳定,研究者多而散,研究不够深入。统计得出 4 篇以上文献的作者有 14 人,占比为 2.8%(表 4)。

H 指数是 2005 年由美国科学家 HIRSCH J E 提出,用来测评作者成功度的指标之一,H 指数超过 13 就可被认为是一位相当成功的研究者<sup>[11]</sup>。由此可知,发文量前 14 位的作者中有 7 位是在本领域相当成功的研究者,且 6 位都是中国林业科学研究院的研究员,说明中国林业科学研究院在国内林火遥感领域的研究独占鳌头,团队优势明显。

根据普赖斯定律,某一领域核心作者的发表文献篇数 ( $M_p$ ) 与发表文献数最多的作者发文数 ( $N_{p_{max}}$ ) 之间的关系:  $M_p = 0.749 \sqrt{N_{p_{max}}}$ <sup>[12]</sup>。基于普赖斯定律,利用 Bibexcel 软件,得出发表 3 篇以上文献的作者共有 26 位,可作为林火遥感领域的核心作者。利用 Ucinet 软件分析核心作者的合作脉络,如

图 3 所示。

表 4 国内高频核心作者统计(发文量≥4 篇)

Tab. 4 Statistics of high frequency core authors in China (articles ≥4)

作者	发文量/篇	H 指数	作者单位
覃先林	13	13	中国林业科学研究院
李增元	8	26	中国林业科学研究院
舒立福	7	26	中国林业科学研究院
田晓瑞	6	24	中国林业科学研究院
周汝良	6	11	西南林业大学
张贵	5	15	中南林业科技大学
易浩若	4	15	中国林业科学研究院
刘诚	4	9	国家卫星气象中心
何立	4	2	广西师范学院
王明玉	4	22	中国林业科学研究院
闫厚	4	6	国家林业局调查规划设计院
张子辉	4	4	国家林业局森林防火预警监测信息中心
何长虹	4	2	浙江省水利河口研究院
黄全义	4	10	清华大学

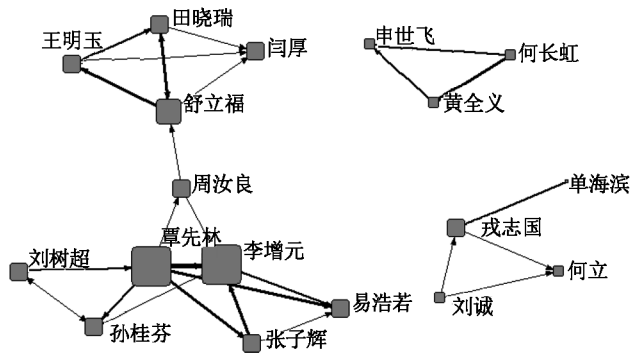


图 3 国内高频核心作者共现知识图谱

Fig. 3 Co-occurrence knowledge graph of high frequency core authors in China

图中符号的大小代表的是中心度,线条的粗细代表的是合作的频率。其中覃先林、李增元中心度较高,说明他们具有较广的学术圈和人脉圈,与他们合作的人较多。其次,图中根据作者的合作关系形成了网络图,网络中的子群数量有 4 个,其中最大的群体是以覃先林、李增元为核心的研究团队,出现了网状交叉,说明合作较密切;其余大部分作者合作关系较为单一,主要是同事之间、师生之间的合作。总

体来说,林火遥感领域学术合作还不够紧密,有待进一步加强跨学科、跨机构、跨“学缘”的合作。

在 1 638 篇 SCI 论文中,国内机构发文量最多的分别是中国林业科学研究院,共计 7 篇,东北林业大学,共计 5 篇,其余机构发文量均为 1 篇。在对国内发文机构进行统计的过程中,对机构名称进行整理,包括简称改为全称,去掉次级机构名称。统计分析得出发文量前 12 名的发文机构见表 5。

表 5 国内发文机构统计(发文量≥5 篇)

Tab. 5 Statistics of domestic publishing institutions (articles ≥5)

发文机构	发文量/篇
中国林业科学研究院	19
西南林业大学	9
东北林业大学	8
南京信息工程大学	7
国家卫星气象中心	6
中国科学院地理科学与资源研究所	6
中南林业科技大学	6
福州大学	5
国家林业局森林防火预警监测信息中心	5
中国科学院遥感应用研究所	5
中国科学院大学	5
清华大学	5

国内发文量前 3 的机构为中国林业科学研究院、西南林业大学、东北林业大学,分别为 19 篇、9 篇、8 篇。可以看出,中国林业科学研究院在林火遥感领域的研究处于核心引领地位;西南林业大学近几年的发文量稳步上升,但还未形成稳定的研究团队,高质量论文较少,这个结论与 WOS 数据分析结果一致。

国内高频发文机构的合作脉络显示(图 4):研究机构合作主要以中国林业科学研究院和中国科学院地理科学与资源研究所为中心,包括国家林业局森林防火预警监测信息中心、中国资源卫星应用中心等,形成了一个链状合作图;其次浙江省水利河口研究院与清华大学、成都信息工程大学与四川省农业气象中心有一定学术交流,形成了 2 个点对点式的交流团体。图中节点和连线数量都较少,未形成网络,说明林火遥感领域合作交流不够频繁。林火遥感的核心力量是 2 个较大的科研院所,学校在此领域的研究有待进一步增强。

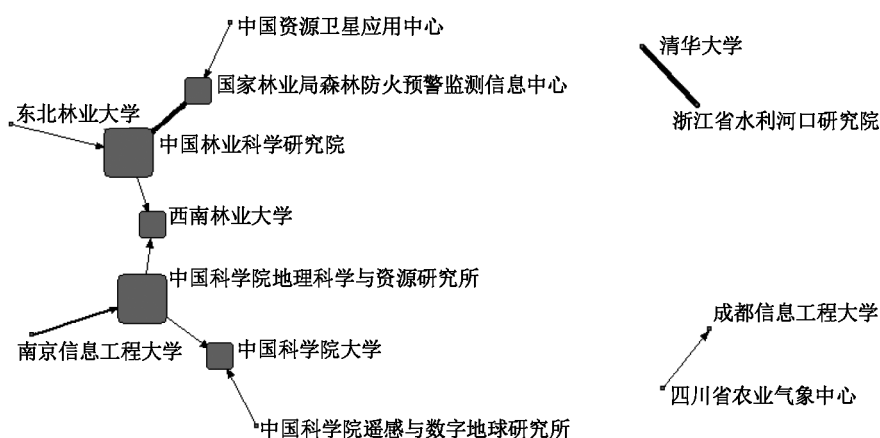


图 4 国内高频发文机构共现知识图谱

Fig. 4 Co-occurrence knowledge graph of high frequency publishing institutions in China

### 3.4 被引频次

被引量是反映论文影响力大小的一项重要指标。论文被引量越大,说明论文受关注的程度越大,论文的质量越高。HANSEN M C 撰写的 *High-Resolution Global Maps of 21st - Century Forest Cover*

*Change*, 引用次数高达 2 640 次,究其原因,一是论文水平较高,二是论文涉及的研究领域较广。引用量前 5 的论文主要研究领域为森林覆盖变化、火灾强度、火灾排放、灾后评估与监测,说明这 4 个方向是国际林火遥感研究的热点和前沿(表 6)。

表 6 1999—2018 年国际林火遥感研究被引次数前 5 的文献

Tab. 6 cited documents of international research on forest fire remote sensing from 1999 to 2018

序号	标题	第一作者	来源出版物名称	出版年	引用次数
1	High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change	HANSEN M C	Science (Washington D C)	2013	2640
2	Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage	KEELEY J E	International Journal of Wildland Fire	2009	626
3	Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series	VERBESSELT J	Remote Sensing of Environment	2010	490
4	Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR)	MILLER J D	Remote Sensing of Environment	2007	420
5	Satellite-observed photosynthetic trends across boreal North America associated with climate and fire disturbance	GOETZ S J	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	2005	414

1999—2018 年国内被引量前 10 的论文统计结果显示(表 7):从被引量来看,覃先林在林火遥感领域的贡献度较高,有 2 篇高引论文;研究的热点和重点集中在林火的识别监测研究、火险区划研究。总的来说,文献的被引量还不够高,说明关注度不够,研究深入度不够。研究的热点、前沿还未与国际接轨,有待于进一步地发展和深入。

### 3.5 关键词

关键词是文章主要内容的提炼和浓缩,对关键词分析有助于从内容上理解和把握本领域的认知框架。在提取关键词时需要要对数据进行清洗和整理,

把同名关键词的中英文进行合并处理,如把 RS 改为遥感,把 GIS 改为地理信息系统;把相同、相近含义的关键词进行合并处理,如卫星遥感、遥感技术统一改为遥感,林火监测、监测统一合并到森林火灾监测。统计得出,在 217 篇文献中共出现了 456 个关键词,其中只出现一次的有 368 个关键词,可见本领域研究内容比较丰富,涉及范围较大。除了参与搜索的关键词外,森林火灾监测出现次数最高,说明遥感在林火研究中广泛深入应用于林火监测方向;排名第 2 的是地理信息系统,说明遥感的应用不是单一的,多数是以 3S 集成的方式应用于林火研究;排

表 7 1999—2018 年国内林火遥感研究被引次数前 10 的统计分析

Tab. 7 Top 10 cited documents of forest fire remote sensing research in China from 1999 to 2018

序号	题名	载文期刊	第一作者	发表时间	被引频次
1	基于 MODIS 数据的林火识别方法研究	火灾科学	覃先林	2004	88
2	基于 RS 与 GIS 技术的福建省森林火灾监测研究	福建林学院学报	张春桂	2004	51
3	基于 RS 和 GIS 的广州市森林火险区划研究	中南林学院学报	张贵	2003	49
4	遥感技术在森林火灾信息提取中的应用	福州大学学报(自然科学版)	陈本清	2001	46
5	3S 集成技术在林火管理中的应用研究	火灾科学	舒立福	1999	45
6	EOS-MODIS 数据林火识别算法的验证和改进	遥感技术与应用	周小成	2006	42
7	基于 RS 和 GIS 的森林火险区划	福建农林大学学报(自然科学版)	刘祖军	2008	39
8	环境减灾卫星影像森林火灾监测技术方法研究	遥感信息	郭朝辉	2010	35
9	AVHRR 数据小火点自动识别方法的研究	遥感技术与应用	覃先林	2000	32
10	利用 NOAA 卫星遥感监测福建省森林火险	福建林学院学报	郑海青	2003	31

名第 3 的是 MODIS,说明 MODIS 数据大量应用于林火研究(表 8)。

通过 Bibexcel 软件对林火遥感领域内排名前 23 的高频关键词进行提取和统计,利用 NetDraw 生成关键词共现网络知识图谱(图 5)。

除去参与搜索的 3 个关键词,中心度较高的关键词为森林火灾监测和森林防火,这是国内林火遥感领域研究的热点。同时也说明遥感在森林火灾监测和森林防火中的应用比较深入和广泛,研究人员多,技术较为成熟。

#### 4 结论与讨论

本文采用文献计量方法对 1999—2018 年 WOS、万方和 CNKI 数据库中有关林火遥感的研究

表 8 高频关键词统计(≥6)

Tab. 8 Statistics of high frequency keywords (≥ 6)

序号	频次	关键词
1	91	遥感
2	88	森林火灾
3	43	森林火灾监测
4	31	地理信息系统
5	17	MODIS
6	16	森林防火
7	13	火烧迹地
8	7	森林火险
9	7	遥感监测
10	6	卫星监测

文献进行统计分析,得出几点结论。

1)从国际视野来看:论文发表数量呈现稳步上升的趋势,发展趋势较快;*REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT* 是载文量最多的期刊,达 278 篇;美国的研究机构、作者和发文量均遥遥领先,发文量为 774 篇,达全部发文量的 47.2%;西班牙 Univ Alcala De Henares 的科学家 CHUVIECO E 是发文量最多的作者,一共参与发表了 39 篇论文;HANSEN M C 撰写的 *High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change* 引用次数高达 2 640 次;国际林火遥感热点集中于森林覆盖变化、火灾强度、火灾排放、灾后评估与监测;中国在林火遥感领域的研究相对还比较滞后,研究团队不足,发文量较少,缺乏高影响力论文。

2)从国内研究现状来看:论文发表数量呈现稳步上升的趋势,但速度较平缓;《遥感技术与应用》、《森林防火》等期刊是该研究领域的主要载体;中国林业科学研究院是核心研究机构,在行业内有引领带头作用;覃先林、李增元是林火遥感领域研究的佼佼者,学术圈较广;文献的被引量总体不够高,说明该研究领域的关注度还不够,研究深入度不够。

3)从国内网络知识图谱分析中看:林火遥感研究领域有 4 个较稳定的研究团队,其中以覃先林、李增元为核心的研究团队成果较多,影响力最大,处于研究领域的核心位置;研究机构以中国林业科学研究院为中心,形成一定的链状合作,但总体来说合作交流不够频繁,有待于建立进一步跨区域、跨学科的协同研究机制与平台;从高频关键词共现分析中看出,林火遥感领域的研究热点集中于森林火灾监测

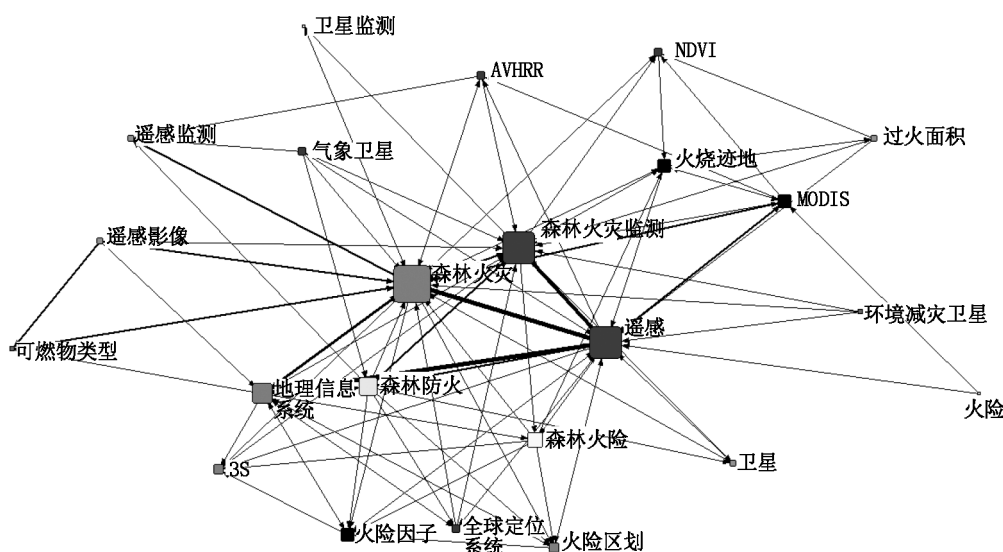


图 5 高频关键词共现网络知识图谱

Fig. 5 Co-occurrence knowledge graph of high frequency keywords

和森林防火,其中遥感在森林火灾监测中的应用最成熟,研究内容最多,3S 集成提取火险因子,进行火险区划,辅助森林防火研究的内容最广泛,涉及的领域多,未来会有更深入广泛的研究。

遥感作为一种快速获取地表数据的工具,已经广泛应用于各行各业,并取得了傲人的成果。遥感与林火的结合,无疑给林火研究提供了千里眼,在林火监测、森林火险区划、火烧迹地提取、气象因子提取等方面都做出了突出的贡献。但就现状而言,国内成熟的研究团队还是太少,核心研究者数量不够,研究者与机构跨学科、跨平台的交流有待加强,基金支持力度和高水平科研文献不够,有待于进一步深入的合作和交叉。研究热点与方向上,需要向国际看齐,在火灾强度、林火排放、灾后动态监测、森林覆盖变化监测等方面多投入研究力量。

### 参考文献:

- [1] 杨伟,姜晓丽. 森林火灾火烧迹地遥感信息提取及应用[J]. 林业科学,2018,54(5):135-142.
- [2] 刘树超,陈小中,覃先林,等. 内蒙古毕拉河林场森林火灾受害程度遥感评价[J]. 林业资源管理,2018(1):90-95,140.
- [3] 刘树超,覃先林,李晓彤,等. 高分一号 02/03/04 星在森林火灾监测中的应用[J]. 卫星应用,2019(1):50-53.
- [4] RENAUD A, WATSH I, KALIKA M. Is SAM Still Alive A

Bibliometrie and Interpretive Mapping of the Strategic Alignment Re-research Field[J]. Journal of Strategic Information Systems,2016,25(2):75-103.

- [5] 张雪,陈秀娟,张志强. 近十年国际医学信息学发展趋势与热点研究——基于 10 种高影响力外文期刊的文献计量分析[J]. 现代情报,2018(12):151-163.
- [6] 任全娥,耿海英. 2017 年国外文献计量学研究的学科动态与研究热点[J]. 国外社会科学,2018(4):147-152.
- [7] 付贺龙,王忠明,马文君,等. 我国近 20 年木结构相关研究文献分析[J]. 木材工业,2017(7):28-31.
- [8] 斯科特. 社会网络分析法[M]. 重庆:重庆大学出版社,2007.
- [9] 王洛忠,杨柳依依. 2016—2017 年国内“五刊”公共政策研究热点与展望——基于 BibExcel 的共词分析[J]. 北京行政学院学报,2018(3):73-80.
- [10] 谢贤鑫,陈美球,田云,等. 国内近 20 年土地生态研究热点及展望——基于 Ucinet 的知识图谱分析[J]. 中国土地科学,2018,32(8):88-96.
- [11] HIRSCH J E. An index to quantify an individual's scientific research output[J]. Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America, 2005, 102(46):16569-16572.
- [12] 宗淑萍. 基于普赖斯定律和综合指数法的核心著者测评——以《中国科技期刊研究》为例[J]. 中国科技期刊研究,2016,27(12):1310-1313.

(责任编辑 杨焱熔)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.012

## 基于 DEM 的永平县森林防火瞭望台可见性分析

阳 昭

(永平县林业和草原局,云南 永平 672600)

**摘要:**为获取永平县 4 个森林防火瞭望台观测到的可见区域面积等数据,在 ArcGIS10.2 下采用 ArcMap10.2 的 3D 分析工具和其它地理处理工具,基于永平县等高线数据生成 DEM 用于可见性分析获取瞭望观测可见区域面积;下载 ASTER GDEM V2 版的 DEM 数据用于天际线分析获取瞭望观测视线覆盖范围。分析结果表明:瞭望台可直接瞭望观测到的可见面积占永平县域面积的 19.7%,县域面积均在其瞭望观测视线覆盖范围内,通过瞭望台可直接瞭望观测或间接监测到全县林火情况。

**关键词:**森林防火瞭望台;DEM;可见性分析;天际线分析;瞭望观测;视线覆盖范围;永平县

中图分类号:S762.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0067-05

引文格式:阳昭.基于 DEM 的永平县森林防火瞭望台可见性分析[J].林业调查规划,2020,45(1):67-71.

YANG Zhao. Visibility Analysis of Forest Fire Observatory in Yongping County Based on DEM[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 67-71.

## Visibility Analysis of Forest Fire Observatory in Yongping County Based on DEM

YANG Zhao

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

**Abstract:** In order to obtain the visible area data of four forest fire observatories in Yongping County, the 3D analysis tools and other geographical processing tools of ArcMap10.2 were used to generate DEM based on contour data of Yongping County for visibility analysis. DEM data of ASTER GDEM V2 was downloaded for skyline analysis to obtain the coverage of observation in sight. The results showed that the visible area directly observed by the observatories accounted for 19.7% of the area of Yongping County. The forest fires of the whole county which was within the scope of its observation in sight could be directly observed or indirectly monitored by the observatories.

**Key words:** forest fire observatory; DEM; visibility analysis; skyline analysis; observation; coverage of observation in sight; Yongping County

森林火灾突发性强、破坏性大,危险难扑救,在扑救中时有人员伤亡,预防和监测十分重要。瞭望台是森林火灾监测体系中不可缺少的重要部分,其

与地面巡护、卫星监测、航空护林飞机不定期巡航监测共同组成永平县森林防火立体监测网络。永平县自 1991—2017 年已建成使用 4 个森林防火瞭望台,

收稿日期:2019-04-23.

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、林业调查规划设计等工作. Email:221742054@qq.com

2017 年在一个瞭望台上安装了一套可视和远红外摄像视频监控设备。可见区域面积是防火瞭望台观测能力的重要指标,由于技术条件限制,选址时可见区域面积、可视距离等数据以目测估计的方法得出,数据不准确并长期得不到修正。“3S”(RS、GIS、GPS)和 DEM(数字高程模型)数字地形分析理论技术已在科学研究、军事、通讯等领域得到广泛应用,其中在林业领域中的应用改变了以往的林业调查规划作业方式。在森林防火工作中,吴斌阐述了以计算机和“3S”技术构建森林防火地理系统<sup>[1]</sup>,毛丽君基于“3S”技术制作森林防火规划图<sup>[2]</sup>,吴小群等以 GIS 进行森林防火瞭望塔的通视性分析<sup>[3]</sup>。本文基于 DEM 在 ArcGIS10.2 软件平台下以 ArcMap10.2 进行永平县 4 个森林防火瞭望台瞭望观测的可见性分析,以修正弥补选址时可见区域面积等数据不准确的问题,同时对永平县森林防火瞭望台建设、森林火情瞭望观测等进行讨论并提出建议。

## 1 研究区范围概况

研究区范围为永平县全境。永平县位于云南省大理州西部,辖 7 个乡镇 75 个村民委员会(社区)。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>,其中有林地面积 202 003.2 hm<sup>2</sup>,易燃的云南松、华山松等针叶林面积 101 789 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。地势西北高、东南低,顺洱河之西、银江河之东是云台山,银江河之西、澜沧江之东是博南山。形成三河夹两山,高山、河谷、坝子纵横交错的独特地形。境内最高海拔 2 933 m,最低海拔 1 240 m,相对高差 1 693 m。山区林地、农地、居民点交错,坡度 ≥ 25°的面积有 143 410 hm<sup>2</sup>,占全县土地总面积的 51.4%。属北亚热带季风气候区,冬春干旱少雨,森林防火形势严峻,森林防火是全县林业工作的重中之重。

## 2 研究方法

可见性是指从一个或多个位置所能看到的地表区域面积。在 ArcGIS 下以构建 TIN 法将永平县等高线插值生成 DEM,基于 DEM 用 3D Analyst 工具的“可见性”工具对得到可见栅格表面数据进行分析。可见性分析只获得地表可见区域,林火的特殊性是燃烧烟气上升,在瞭望观测视线覆盖下的范围

内有燃烧的情况下,从燃烧烟气能间接地判断出不可见区域是否有林火,因此,瞭望观测视线覆盖下的范围也是客观评价瞭望台观测能力的一个指标。“天际线”工具生成 3D 折线,其上各折点均为沿各条观测采样视线分布的最远可见点。采用永平县及周边的 ASTER GDEM V2 版 DEM 数据进行天际线分析,获得瞭望台瞭望观测视线下的覆盖范围。为便于读者操作验证,文中列出了所使用工具在 ArcGIS10.2 地理处理工具箱(ArcToolbox)内的路径位置。

### 2.1 数据收集

从永平县自然资源局、县林业和草原局收集到永平县等高线(比例尺 1:50000),永平县、乡镇范围面,4 个瞭望台位置坐标点矢量数据。数据投影坐标系为 Xian\_1980\_GK\_CM\_99E,1985 国家高程基准。从中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>)下载到永平县及周边 ASTER GDEM V2 版的 DEM 数据。ASTER GDEM V2 版 DEM 数据由日本 METI 和美国 NASA 联合研制,数据时期为 2009 年,坐标系 WGS\_1984,空间分辨率为 30 m,格式为 TIFF。其空间分辨率精度和高程精度比 ASTER GDEM V1 版高,并对 V1 版存在的错误做了很好的矫正。ASTER GDEM V2 版于 2015 年 1 月 6 日正式发布,用户可免费下载使用。

### 2.2 可见性分析

#### 2.2.1 构建 TIN

生成 DEM 要通过对离散点数据进行插值,插值方法有反距离权重法(IDW)、样条函数法(Spline)、克里金法(Kriging)、自然邻域法(Natural Neighborhood)等。插值方法对建模精度影响大,要根据离散点数据特征选择合适的方法。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>[4]</sup>。等高线数据生成 TIN 的插值法是自然邻域法,采用“创建 TIN”工具完成(3D Analyst 工具→数据管理→TIN→创建 TIN),参与创建 TIN 的矢量数据为“永平县等高线”和“永平县范围面”。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”作为约束条件的隔断线限制插值范围参与三角网的生成。参数中高程字段为记录高程值的“BSGC”字段,“SF Type”为“Hard Line”(硬断线),“Tag Field”为“None”。

### 2.2.2 TIN 转换成规则格网 DEM

由 TIN 向格网(Grid)的转换,实际上是基于 TIN 的内插计算。由于自然邻域插值法比线性插值法结果更平滑,选择用自然邻域插值法(NATURAL\_NEIGHBORS),用“TIN 转栅格”工具完成 TIN 向 DEM 的转换(3D Analyst 工具→转换→由 TIN 转出→TIN 转栅格)。根据何政伟等<sup>[5]</sup>(2010)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 10m×10m (100m<sup>2</sup>)的栅格单元是分析评价的最小单位。

### 2.2.3 获取瞭望台位置点高程值数据

瞭望台位置点高程值是地面高程值加上瞭望台建筑物高度 15 m,地面高程值用“值提取至点”工具从 DEM 获取(Spatial Analyst→提取分析→值提取至点)。输入点为 4 个瞭望台位置点数据和 DEM,输出点要素自动添加了一个名为“RASTERVALU”的字段存储地面高程值,在编辑会话状态下加上建筑物高度得到瞭望台高程值。瞭望台位置坐标、高程值数据见表 1。

表 1 瞭望台位置坐标、高程值数据

Tab. 1 Coordinates and elevation data of observatory

编号	瞭望台名称	X 坐标 /m	Y 坐标 /m	高程 /m
1	铁丝窝	563200	2822070	2595
2	万宝山	570016	2811056	2715
3	钟灵山	576688	2791453	2515
4	花桥	545285	2808090	2131

### 2.2.4 瞭望台位置点数据转 3D

数据转 3D 后可使用 3D Analyst 工具,用“依据属性实现要素转 3D”工具实现(3D Analyst 工具→3D 要素→依据属性实现要素转 3D)。工具参数中“高度字段”是存储瞭望台高程值的“RASTERVALU”字段。

### 2.2.5 可见性分析

以 DEM 和瞭望台 3D 点数据进行可见性分析,得到 4 个瞭望台在全县范围内的可见区域面积,采用“可见性”工具完成(3D Analyst 工具→可见性分析)。工具对话框内要选择“RASTERVALU”为观察点高程字段,勾选“使用地球曲率校正”。为便于统计和进一步分析,从可见性分析结果中提取出可见区域数据并转换成面要素与乡镇范围面进行叠加分析以获得乡镇名称属性。“可见性”工具分析结果在有多个观测点时像元值用于指示从像元位置可看到多少个观测点,像元值为 0 表示不可见。用“按属性提取”工具完成可见区域像元提取(Spatial Analyst→提取分析→按属性提取),SQL 查询表达式中 Where 子句中输入查询条件 Value>=1。用“栅格转面”工具实现可见区域像元转面(转换工具→由栅格转出→栅格转面)。用“标识”工具进行叠加分析(分析工具→叠加分析→标识),标识要素为“乡镇范围面”。由于叠加分析会产生狭长细碎面,用“消除”工具合并狭长细碎面到相邻面(数据管理工具→制图综合→消除)。“输入图层”中要先选中需要合并的狭长细碎面要素,“消除”工具才能执行。将处理完成数据的属性表转换为 Excel 格式(.xls),在 Excel2010 下进行统计分析。用“表转 Excel”工具完成转换(转换工具→Excel→表转 Excel)。

### 2.3 天际线分析

#### 2.3.1 合并下载的分幅 DEM 数据

将分幅下载的永平县及周边 ASTER GDEM V2 版 DEM 数据合并,用“镶嵌”工具完成(数据管理工具→栅格→栅格数据集→镶嵌)。

#### 2.3.2 提取分析范围数据

从已合并的 DEM 数据中提取出用于分析的数据范围,用“裁剪”工具和提取分析的工具均可实现。提取分析工具是按多边形、圆形、矩形、掩膜提取的一组工具。本研究用“按掩膜提取”工具完成(Spatial Analyst→提取分析→按掩膜提取),提取掩膜面范围要远大于永平县范围才能满足天际线分析的需要。本研究提取范围为永平县范围向外扩大 100 km。

#### 2.3.3 数据投影变换

将坐标系为 WGS\_1984 的 ASTER GDEM V2 版 DEM 数据变换到 Xian\_1980、GaussKruger 投影(高斯—克鲁格投影),采用“投影栅格”工具完成(数据管理工具→投影和变换→栅格→投影栅格)。由于输入、输出坐标系的基准面不同,要指定地理(坐

标)变换方法,本研究使用自定义的地理(坐标)变换方法进行。DEM 数据是表面连续数据,重采样技术不宜选择 NEAREST(最邻近分配法)和 MAJORITY(众数重采样法),因以上方法不会更改栅格单元值。本研究采用 BILINEAR(双线性插值法)。

### 2.3.4 天际线分析

天际线分析可获得瞭望台瞭望观测视线下的覆盖范围,用“天际线”工具实现(3D Analyst 工具→可见性→天际线)。工具参数中“输入观察点要素”是瞭望台 3D 数据,“输入表面”是提取出并经过投影变换的分析范围 DEM 数据,其他参数为默认值。天际线工具对每个观测点均单独执行分析并生成各自的 3D 封闭折线,将分析结果得到的线要素转换成面要素后合并即可得到参与分析的所有瞭望台瞭望观测视线覆盖下的范围面。采用“要素转面”工具实现线转面(数据管理工具→要素→要素转面),在编辑会话状态下采用编辑器的“合并”命令即可获得合并面。

## 3 结果分析

4 个森林防火瞭望台的瞭望观测视线已覆盖到周边县市,永平县域面积均在其瞭望观测视线下的覆盖范围内,其中县域内可见区域面积为 55 085

hm<sup>2</sup>,占县域面积的 19.7%。分乡镇情况见表 2。

表 2 瞭望台永平县内可见区域面积

Tab. 2 Visible area of observatories in Yongping County

乡镇	土地总面积 /hm <sup>2</sup>	可见区域面积 /hm <sup>2</sup>	可见面积占比 /%
北斗乡	48041	6411	13.3
博南镇	44646	12145	27.2
厂街乡	35145	10687	30.4
龙街镇	45918	8725	19.0
龙门乡	25520	5541	21.7
杉阳镇	43399	4595	10.6
水泄乡	36355	6981	19.2
全县合计	279024	55085	19.7

分析结果表明,4 个森林防火瞭望台瞭望观测县内可见面积占比低,观测盲区大,县内近 80% 的区域不可见。但不可见区域范围均在其瞭望观测视线覆盖范围内,发生林火时可通过燃烧时上升的烟气间接判断监测。总之,通过瞭望台可直接瞭望观测或间接监测到全县林火情况。瞭望观测视线覆盖面积范围及全县可见区域面积范围见图 1。

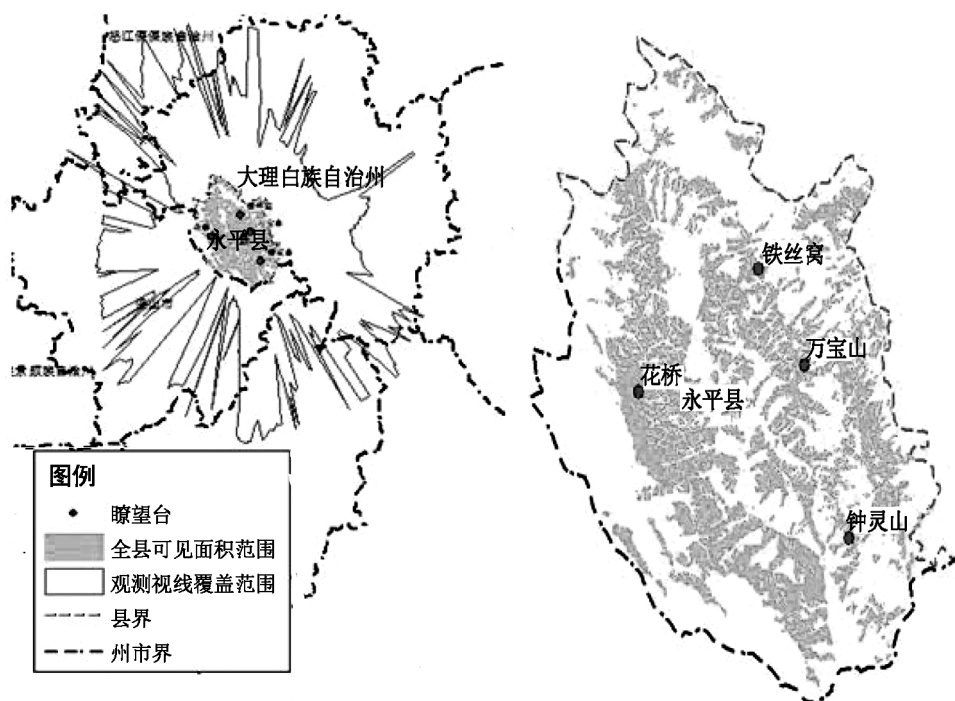


图 1 瞭望台瞭望观测视线覆盖范围及全县可见区域面积范围

Fig. 1 Coverage of observation in sight and visible area of observatory in the whole county

从图 1 可以看出,可见区域面积仅占 19.7% 似乎不正确,这是图纸缩小后形成的错觉。

#### 4 讨论与建议

可见性分析除普遍用于哨所、瞭望台、广播通讯无线发射塔等选址评估外,还可用于城市环境辅助设计规划、景观分析,航空飞行路径受到高射炮等威胁的风险评估等,应用范围广泛。苏州中科图新公司的 LSV 软件(LocaSpaceViewer)的可视域分析工具能基于一个观察点在选定的观察半径内生成可见区域和不可见区域,操作便利快速,不足的是结果只能浏览,不能获取结果数据,其分析质量和数据的可移植性、可挖掘性与 ArcGIS 是不能相比的。单独从能瞭望观测到的区域范围、距离来说,4 个瞭望台的位置不是最好的,因为选址时需综合考虑可见区域范围、距离,自然环境,社会经济,交通通讯等因素。

研究中由于无永平县周边地区等高线数据,永平县范围以 1:50 000 比例尺等高线生成的数据用于可见性分析、分辨率为 10m 的 DEM 精度比下载的数据用于天际线分析、分辨率为 30 m 的 ASTER GDEM V2 版 DEM 数据高。分析结果受 DEM 数据质量、精度、分辨率的影响,可见性分析结果比天际线分析结果更精确。

永平县山高谷深、山梁沟箐纵横交错,瞭望观测视线易受到阻隔,可见区域远远没有平原地区大,瞭望观测效果即使在通视的情况下还受到距离、能见

度、望远镜倍数等的制约影响,但瞭望台在森林防火体系中基础性的功能和作用不容置疑,其不仅具有发现监测林火、火场定位、无线电通讯及中继等功能作用,还具宣传警示、震慑等政治、社会功能。

由于永平县地形独特,增加防火瞭望台数量后相应的可见面积增加不大,建设运行成本投入与效果不匹配对应、不经济,故不宜再增加瞭望台数量。只有以瞭望台瞭望观测为基础,依靠全县 598 位巡山护林员和广大干部群众的积极支持配合,才能实现县域内林火监测无盲区全覆盖。要把防火瞭望台信息化建设作为重点,使瞭望台发挥更大作用。

#### 参考文献:

- [1] 吴斌. 曲靖市森林防火地理信息系统构建及应用[J]. 林业调查规划, 2013, 38(2): 60-64.
- [2] 毛丽君. 基于“3S”技术的森林防火规划制图过程研究[J]. 林业调查规划, 2018, 43(1): 66-70.
- [3] 吴小群, 杨晓玲, 高俊峰. 湖北省宜昌市森林防火瞭望塔通视性评价研究[J]. 林业资源管理, 2009(4): 116-119.
- [4] 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.
- [5] 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.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 26 页)

- [3] 慈海鑫, 张美政. 浅析生态建筑的可持续发展问题[J]. 科技创新导报, 2012(12): 41, 43.
- [4] 孙杰. 传统民居与现代绿色建筑体系[J]. 建筑学报, 2001(3): 61-62.
- [5] 张兵. 太谷三多堂[J]. 文史月刊, 2017(5): 62-67.
- [6] 田毅. 山西传统民居地理研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2017: 27-29.
- [7] 韩朝炜. 山西晋中传统民居的生态性研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2006: 10-14.
- [8] 冯海林, 马小军, 张超. 基于 BIM 技术的建筑热工性能初步分析[J]. 科技通报, 2016, 32(10): 82-85.
- [9] 赵夏. 住宅建筑被动式节能设计研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2013: 15-17.
- [10] 吕志宏, 王晋芳. 以曹家大院和孔祥熙宅院的比较谈

太谷传统民居形态[J]. 建筑与文化, 2016(10): 167-169.

- [11] 马军鹏. 太谷县北沈曹宅建筑形态及审美分析[D]. 太原: 太原理工大学, 2003: 5-20.
- [12] 赵磊磊. 晋中传统民居的生态经验及其应用研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2013: 50-80.
- [13] 田银城. 传统民居庭院类型的气候适应性初探[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2013: 80-113.
- [14] 夏翀, 袁海波. 某科技园区建筑方案物理环境性能分析[J]. 工业建筑, 2013, 43(8): 157-160, 28.
- [15] 赵群. 传统民居生态建筑经验及其模式语言研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2005: 58-77.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.013

## 郑州黄河国家湿地公园使用特征及满意度研究

吝成旺,杨延基,禹冰,冯理明,王鹏飞

(河南农业大学林学院,河南 郑州 450002)

**摘要:**以郑州黄河国家湿地公园为研究对象,利用问卷调查及专业人士语义分析获取湿地公园使用者满意度研究数据。基于 SPSS20.0 数据分析平台,采用克朗巴哈系数信度分析与效度分析、SD 语义分析、因子分析,从 12 项因子中提炼出影响使用者感知的 4 个主要因子,测算出 4 类因子得分方程,利用相关性分析、多元线性回归分析确定对总体满意度影响最显著的因子依次为景观及生态水平、配套服务设施、养护管理水平。通过分析优势因子及劣势因子,对郑州黄河国家湿地公园的综合提升提出具体建议。

**关键词:**城市湿地公园;使用者满意度;语义分析;因子分析;数据检验;郑州黄河国家湿地公园

中图分类号:S759.91;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0072-07

引文格式:吝成旺,杨延基,禹冰,等. 郑州黄河国家湿地公园使用特征及满意度研究[J]. 林业调查规划,2020,45(1):72-78,83.

LIN Chengwang, YANG Yanji, YU Bing, et al. Utilization Characteristics and Satisfaction of Zhengzhou Yellow River National Wetland Park[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 72-78, 83.

## Utilization Characteristics and Satisfaction of Zhengzhou Yellow River National Wetland Park

LIN Chengwang, YANG Yanji, YU Bing, FENG Liming, WANG Pengfei

(College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The questionnaire survey and professional semantic analysis were used to obtain the satisfaction research data of Zhengzhou Yellow River National Wetland Park. Based on SPSS 20.0 data analysis platform, 4 main factors influencing users' perception were extracted from 12 factors, and the scoring equation of 4 factors were calculated. by Cronbach's alpha reliability and validity analysis, SD semantic analysis and factor analysis. The most significant factors affecting overall satisfaction were determined by correlation analysis and multiple linear regression analysis, followed by landscape and ecological level, supporting service facilities and maintenance and management level. By analyzing the advantage factors and disadvantage factors, this paper put forward specific suggestions for the comprehensive upgrading of Zhengzhou Yellow River National Wetland Park.

**Key words:** urban wetland park; satisfaction of users; semantic analysis; factor analysis; data validation; Zhengzhou Yellow River National Wetland Park

收稿日期:2019-09-16.

基金项目:国家自然科学基金(31600579)资助.

第一作者:吝成旺(1994-),男,河北邯郸人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计. Email:1803565356@qq.com

责任作者:王鹏飞(1964-),男,河南信阳人,教授,博导.从事园林规划设计等工作. Email:188792041@qq.com

城市湿地公园是指集降温增湿、生态修复、文化普及、休闲娱乐等多种生态及人文功能于一体的公园<sup>[1-2]</sup>。国外对城市湿地公园的研究较早,主要包含湿地公园的环境影响及改善机制、生物多样性水平、功能及其生态补偿机制、教育及其健康水平等<sup>[3-5]</sup>。国内对城市湿地公园的研究主要涉及湿地公园的空间分布现状及发展水平、自然生态修复能力、植物配置及其规划设计、科教功能研究等方面<sup>[6-10]</sup>,游客满意度方面的相关研究相对较少。游客的使用满意度研究是在 20 世纪 60 年代早期消费者满意度的理论上发展而来<sup>[11]</sup>,随着旅游市场进一步成熟,国内外学者对旅游地使用者满意度研究也更为关注。在旅游领域相关研究上,Hamira 等<sup>[12]</sup>最早提出游客满意度概念,并提出其主要涵盖认知、情感、系统 3 部分;Pizam、Beard 等<sup>[13-14]</sup>认为使用者满意度源自对目的地外在景观、基础设施及接待服务等方面的综合评价;罗艳菊等<sup>[15]</sup>探究了在差异性水平下游憩利用影响的认知差异;沈向友<sup>[16]</sup>探讨了不同服务实绩对使用者满意度的正向影响;

董观志、符全胜等<sup>[17-18]</sup>提出游客满意度来源于使用者事后对游憩活动中一些特定行为的评估。而将使用者满意度相关理论研究应用于城市湿地公园,从体验者角度对湿地公园的休憩、游乐、教育等功能进行研究,有助于促使其规划向合理化和人性化方向发展。基于此,探究影响郑州黄河国家湿地公园使用者满意度的主要因素及各因素对总体满意度的影响程度,以期对其优化与提升提出合理化建议。

## 1 研究区域

郑州黄河国家湿地公园位于河南省郑州市北部,惠济区黄河浮桥与黄河公路大桥间的黄河河道南岸,现总面积约 1 359 hm<sup>2</sup>,是国家批准的 20 个湿地公园试点之一,同时也是河南省首个国家级湿地公园(图 1)。黄河国家湿地公园的河流湿地生态系统具有典型性,园区内动物资源丰富,各类植物群落繁多。通过营造近自然状态下的环境,创建出具有生态保护和修复功能的黄河沿岸绿色联动空间。

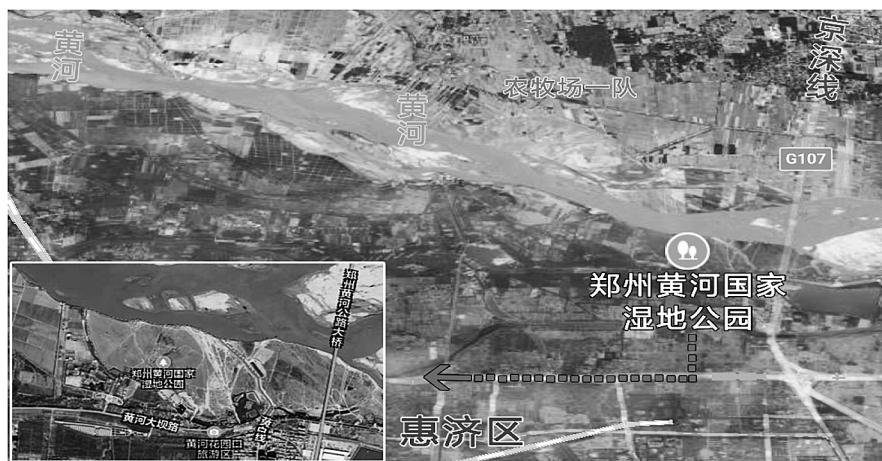


图 1 郑州黄河国家湿地公园区位概况

Fig. 1 Location of Zhengzhou Yellow River National Wetland Park

## 2 数据处理与研究方法

### 2.1 数据收集

针对黄河国家湿地公园活动区内的使用者进行现场访谈及随机抽样问卷调查,结合社科类问卷调查方法来设计研究问卷<sup>[19]</sup>。2019 年 3 月对湿地公园的使用者进行预调研,以确定所要设计的代表性问题,一定程度上排除对总体满意度影响较小的因素。对使用者的正式随机问卷调查选在 2019 年 4

月 13 日—27 日,调查时间包含 11 个工作日及 4 个休息日。共发放调查问卷 312 份,收回有效问卷 287 份(包含 50 份由风景园林相关工作从业者和风景园林专业硕士生填写的问卷),有效率为 89.4%。调查问卷的内容分为 2 部分:①使用者基本信息及湿地公园使用特征调查(性别、年龄层次、文化程度、从事职业、收入水平、公园使用目的等);②使用者对湿地公园各项满意度影响因子的评分情况,经仔细筛选后,共设置 12 项问题。

## 2.2 数据检验

### 2.2.1 Cronbach's $\alpha$ 信度检验

得到使用者对湿地公园各项问题的评分数据后,需采用内部一致性系数( $\alpha$  值)对调查问卷进行检测,以此来判断问卷中题项的设置是否存在良好的内在统一性。调查问卷的信度为使用者对黄河国家湿地公园的满意度问卷所能反映的社会大众对其评价的程度。科莱福德提出,Cronbach's  $\alpha$  值低于 0.35 时,问卷可信度较低;Cronbach's  $\alpha$  值为 0.35~0.7 时,问卷可信度处在一般性水平;Cronbach's  $\alpha$  值大于 0.7 时,问卷可信度高。被访使用者对湿地公园各项问题评价的 Cronbach's  $\alpha$  值为 0.811,大于 0.7,表明研究所用测量表的内在信度较高,问卷设计合理。

### 2.2.2 KMO 与 Bartlett 球形检验

KMO 和 Bartlett 球形检验是检测问卷中的原始问题是否适合进行因子分析的 2 个统计指标,用于分析所建立模型的有效性。当 KMO>0.7 时,对原始变量进行因子分析效果较好。数据研究中 Bartlett 球形检验值为 119.242( $p<0.001$ ),KMO 检验值为 0.767,表明调查问卷中的 12 个题项取样适当性高,适合进行因子分析。

## 2.3 研究方法

### 2.3.1 使用者基本属性研究

以 SPSS 20.0 软件平台为依托,采取数理统计学方法对郑州黄河国家湿地公园使用者的基本社会属性及使用目的进行统计。通过对表格中数据进行分析,可以更直观地反映出湿地公园使用者在其使用特征和需求上的不同。利用统计数据对比研究,从而反映出不同属性的湿地公园游览者在其使用上的差异性。

### 2.3.2 使用者满意度评价

对被调查的所有使用者(包含 50 名风景园林专业人员),采用问卷调查的方法对问卷进行打分(1=不满意,2=不太满意,3=一般水平,4=较满意,5=非常满意)。对于风景园林专业人员的问卷评分,采用 SD(semantic differences)量表法,将各项问题的选项分为 5 个等级(等级越高表示满意度越高),对这 12 项问题进行语义分析,探究各项问题的满意度<sup>[20]</sup>。对问卷中的 12 项与满意度相关的题项进行分析,采用因子分析法将这 12 个题项进行降维。取累计解释总方差为 77.568% 的前 4 个因子,旨在用 4 个研究因子来代替问卷中的 12 个变量,并对这 4 个研究因子重新命名,通过因子得分系数矩

阵分析,得出每一项因子的得分函数解析式,并可以取得各项因子与总体满意度的相关性分析结果。通过进一步的量化分析,得出黄河国家湿地公园的总体满意度线性回归方程。

## 3 研究结果分析

### 3.1 使用者社会属性及使用目的分析

被调查者的性别比例为男性占 51.3%,女性占 48.7%,两者比例基本相同。年龄分布中,以青壮年为主(占 60.8%),湿地公园距离主城区相对较远,而老年人行为活动较为不便,因此年龄较大的游客数量相对受到一定程度影响。被访使用者职业类型较多,以企事业单位、政府部门人员、学生这 3 类人群为主(占 64.1%),企事业单位及政府部门人员收入稳定,休息时间相对固定,因此可以利用周末及节假日来此游玩;学生所处的年龄阶段决定其娱乐倾向强的特质,加之固定的休息时间,可利于课余时间前来游玩。从收入统计上看,中低收入人群(月收入 $\leq 3500$ 元)占 33.4%,中高收入人群(3500元<月收入 $\leq 8000$ 元)占 57.1%,高收入人群(月收入 $> 8000$ 元)占 9.5%,使用者中两极收入人群相对较少,中高收入人群占多数。对被访者的使用目的调查中,用于观光旅游和娱乐休闲的使用者居多(占 68.5%),选择运动健身和文化科普的使用者分别占总数的 12.2%和 14.6%,其他方面使用需求的使用者仅占总数的 4.7%。湿地公园被调查使用者的基本特征见表 1。

### 3.2 使用者满意度评价研究

#### 3.2.1 语义分析法

根据湿地公园调查问卷的统计结果,将 12 个评价因子的使用者满意度评价结果绘成 SD(语义评价)曲线,更为直观地观测每项因子的满意程度<sup>[21]</sup>(图 2)。

由统计可知,12 项因子的平均总体满意度为 3.342 分,表明使用者对黄河国家湿地公园的总体满意度处于一般满意水平。正向满意度(满意度评分 $> 3.342$ 分)评价方面,“园内游览流畅性”及“标识系统”满意度最高,说明园内交通及其标识在对使用者的游览便捷性及整体线路感知上起重要作用,表明湿地公园在这 2 项上设计较为优越;“空气舒适度”及“环境整洁性”的评分也超过平均分,说明湿地公园在营造优美风景的同时,对其环境的塑造也较让人满意。负向满意度(满意度评分 $< 3.342$ 分)



表 1 使用者基本特征调查  
Tab. 1 Basic characteristics of users

基本情况	类别	比例/%
性别	男	51.3
	女	48.7
年龄	≤18 岁	7.3
	19~29 岁	26.6
	30~39 岁	34.2
	40~49 岁	11.8
	50~59 岁	11.9
	60 岁及以上	8.2
	受教育水平	小学
初中		14.6
中专及高中		40.4
大专及本科		33.1
硕士及以上		7.4
月收入		≤1500 元
	1500~3500 元	19.8
	3501~6000 元	37.6
	6001~8000 元	19.5
	>8000 元	9.5
职业	企事业单位	22.3
	政府部门人员	20.2
	教育工作者	6.6
	服务人员	12.9
	自由职业者	4.5
	学生	21.6
	离退休人员	11.9
使用目的	观光旅游	42.8
	娱乐休闲	25.7
	运动健身	12.2
	文化科普	14.6
	其他	4.7

评价方面,“安全防护设施”、“休憩健身设施”、“娱乐设施”和“滨水景观”满意度较低,表明使用者对湿地公园在此方面的满意度低,这与黄河岸边严格限制各类人工设施的建设有关,可以考虑在湿地公园内距离黄河岸边较远的区域,以近自然生态方式加强这 4 方面的塑造。“植物丰富度”、“外部驳接便利性”、“绿化水平”及“基础设施维护”得分与平均分持平,表明使用者对此感触一般,提升这 4 方面的质量,对总体满意度的提升起着重要作用。

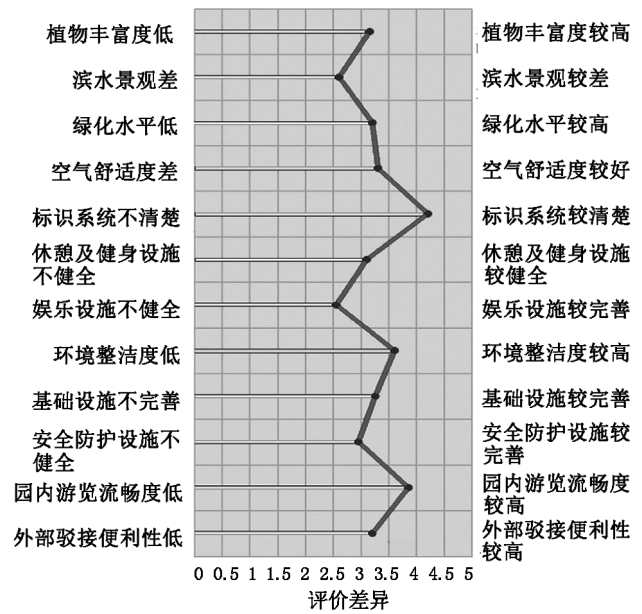


图 2 语义差异评价曲线

Fig. 2 Evaluation curve of semantic difference

### 3.2.2 方差贡献率及特征值分析

为简化对问题的研究,通过采用主成分分析方法,确定能够对问卷总体满意度进行定量解释的最少因子数量。一般情况下,将特征值>1 作为数据研究的纳入标准。利用该方法,可以提取出 4 个公因子(表 2),进而降低所研究问题的维度。降维之后因子的方差贡献率代表其反映原始变量信息量的多少,累计方差贡献率则代表降维后的几个因子累计反映原始变量信息量的多少,对黄河国家湿地公园的各项问题进行主成分分析—总方差分解。初始特征值>1 所对应前 4 个公因子的累计解释方差达 77.568%,接近 80%,可以保证不丢失重要信息,所以能够用这 4 个因子来替代 12 个原始变量,研究结果有效。

### 3.2.3 因子旋转分析

为便于对各原始变量主成分分析后所得的公因子进行命名,采用正交旋转中的方差最大法对初始因子载荷矩阵进行旋转,从而得到各单项因子的旋转成分矩阵。各项因子的解释方差百分比与累计解释方差百分比见表 3。

将负载>0.5 的因子取作有效因子,从旋转后的因子载荷矩阵中提取各项成分的有效因子,根据因子负载值相对较高的变量对各公因子进行命名,新命名分别为景观及生态水平(含植物丰富度、滨水景观、绿化水平、空气舒适度)、配套服务设施(含

表 2 湿地公园各变量主成份分析—总方差分解

Tab. 2 Principal component analysis of variables in Wetland Park – total variance decomposition

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差贡献率 /%	累积 /%	合计	方差贡献率 /%	累积 /%	合计	方差贡献率 /%	累积 /%
1	4.551	37.921	37.921	4.551	37.921	37.921	2.966	24.719	24.719
2	2.405	20.043	57.964	2.405	20.043	57.964	2.543	21.190	45.909
3	1.192	9.933	67.896	1.192	9.933	67.896	2.324	19.368	65.277
4	1.161	9.672	77.568	1.161	9.672	77.568	1.475	12.291	77.568
5	0.708	5.897	83.465						
6	0.636	5.301	88.767						
7	0.516	4.304	93.071						
8	0.282	2.354	95.427						
9	0.244	2.032	97.457						
10	0.133	1.111	98.568						
11	0.109	0.910	99.478						
12	0.063	0.522	100.000						

表 3 各主成份的因子负载和解释方差

Tab. 3 Factor load and explained variance of principal components

观测因子	因子负载	解释方差 /%	累计 /%
景观及生态水平		24.719	24.719
植物丰富度	0.673		
滨水景观	0.913		
绿化水平	0.762		
空气舒适度	0.718		
配套服务设施		21.190	45.909
标识系统	0.785		
休憩及健身设施	0.841		
娱乐设施	0.670		
养护管理水平		19.368	65.277
环境整洁度	0.942		
基础设施维护	0.820		
安全防护设施	0.516		
通达性		12.291	77.568
园内游览流畅度	0.870		
外部驳接便利性	0.719		

3.2.4 因子得分矩阵分析

利用降维后的 4 个因子表示问卷中的 12 个原始变量,需要计算出每个因子与问卷中的原始变量之间的函数关系。因此,需要计算出每个因子的得分公式,4 个因子的得分系数矩阵见表 4。

表 4 因子得分系数矩阵

Tab. 4 Factor score coefficient matrix

原始变量	景观及生态水平	配套服务设施	养护管理水平	通达性
园内游览流畅性	0.036	0.149	0.460	0.476
标识系统	0.099	-0.219	-0.335	0.268
休憩健身设施	0.155	-0.034	-0.228	0.387
安全防护设施	0.170	0.110	-0.106	-0.049
植物丰富度	0.205	0.001	0.045	0.043
娱乐设施	0.195	-0.040	-0.151	0.022
外部驳接便利性	0.028	0.293	0.298	0.222
环境整洁度	0.047	0.360	-0.193	-0.229
空气舒适度	0.114	0.026	0.129	-0.506
绿化水平	0.157	-0.118	0.293	-0.062
基础设施维护	0.087	0.281	-0.291	-0.005
滨水景观	0.165	-0.145	0.337	-0.217

标识系统、休憩及健身设施、娱乐设施)、养护管理水平(含环境整洁度、基础设施维护、安全防护设施)及通达性(含园内游览流畅性及外部驳接便利性)。

由表 4 可得出下列各因子的函数解析式:

$$y_1 = 0.036x_1 + 0.099x_2 + 0.155x_3 + 0.170x_4 + 0.205x_5 + 0.195x_6 + 0.028x_7 + 0.047x_8 + 0.114x_9 + 0.157x_{10} +$$

$$0.087x_{11} + 0.165x_{12} \quad (1)$$

$$y_2 = 0.149x_1 - 0.219x_2 - 0.034x_3 - 0.110x_4 - 0.001x_5 - 0.040x_6 - 0.0293x_7 - 0.360x_8 - 0.026x_9 - 0.118x_{10} - 0.281x_{11} - 0.145x_{12} \quad (2)$$

$$y_3 = 0.460x_1 - 0.335x_2 - 0.228x_3 - 0.106x_4 - 0.045x_5 - 0.151x_6 + 0.298x_7 - 0.193x_8 - 0.129x_9 - 0.293x_{10} - 0.291x_{11} - 0.337x_{12} \quad (3)$$

$$y_4 = 0.476x_1 - 0.268x_2 - 0.387x_3 - 0.049x_4 - 0.043x_5 - 0.022x_6 - 0.222x_7 - 0.229x_8 - 0.506x_9 - 0.062x_{10} - 0.005x_{11} - 0.217x_{12} \quad (4)$$

式中,  $y_1, y_2, y_3, y_4$  分别代表景观及生态水平、配套服务设施、养护管理水平和通达性 4 个因子,  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$  分别代表园内游览流畅性、标识系统、休憩及健身设施、安全防护设施、植物丰富度、娱乐设施、外部驳接便利性、环境整洁度、空气舒适度、绿化水平、基础设施维护、滨水景观。

### 3.2.5 相关性分析

将分析所得的 4 个因子作为自变量, 总体满意度作为因变量, 分别研究其与郑州黄河国家湿地公园总体满意度的相关性。研究获取每个因子与总体满意度的 Pearson 相关系数, 并且对每项结果进行双尾 T 检验(表 5)。

表 5 各因子与总体满意度的 Pearson 相关系数

Tab. 5 Pearson correlation coefficient between factors and overall satisfaction

因子	总体满意度		
	Pearson 相关系数	双尾 T 检验	Sig.
景观及生态水平	0.820	0.000	0.01**
配套服务设施	0.769	0.000	0.01**
养护管理水平	0.643	0.000	0.01**
通达性	0.387	0.000	0.01**

注: \*\* 在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

表 5 可见, 每个因子与湿地公园使用者总体满意度相关系数的显著性概率水平平均值为 0.01, 表明景观及生态水平、配套服务设施、养护管理水平和通达性等 4 个因子与使用者总体满意度之间存在高度相关性。

### 3.2.6 多元线性回归分析

对降维后的 4 个因子进行综合分析, 以确定其在共同作用下对湿地公园总体满意度影响力的具体数值。将这 4 个因子作为自变量, 总体满意度作为因变

量, 对这 4 个因子与总体满意度的关系逐步进行线性回归分析(表 6)。

表 6 回归系数分析

Tab. 6 Regression coefficient analysis

模型 (线性回归)	非标准化系数		标准 系数	t	Sig.
	B	标准误差			
(常量)	0.431	0.068		2.566	0.021*
配套服务设施	0.351	0.050	0.512	7.047	0.000**
景观及生态水平	0.211	0.048	0.324	4.402	0.000**
养护管理水平	0.319	0.042	0.438	7.528	0.000**

注: \*\* 在 0.01 水平(双侧)上显著相关, \* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

景观及生态水平、配套服务设施与养护管理水平 3 项与总体满意度的关系符合线性回归方程, 各项的 p 值均为 0.000, 常量值为 0.021, 均小于 0.05, 由此建立的方程具备统计学意义。对其 3 项的方差膨胀因子数值进行分析与讨论(图 3), 可以直接拒绝这 3 个因子之间互相共线的假设, 一定程度上排除 3 个因子相互关联的可能。从而得出郑州黄河国家湿地公园总体满意度的多元线性回归方程:

$$y = 0.431 + 0.351x_1 + 0.211x_2 + 0.319x_3 \quad (5)$$

式中, y 代表总体满意度,  $x_1, x_2, x_3$  分别代表景观及生态水平、配套服务设施、养护管理水平。

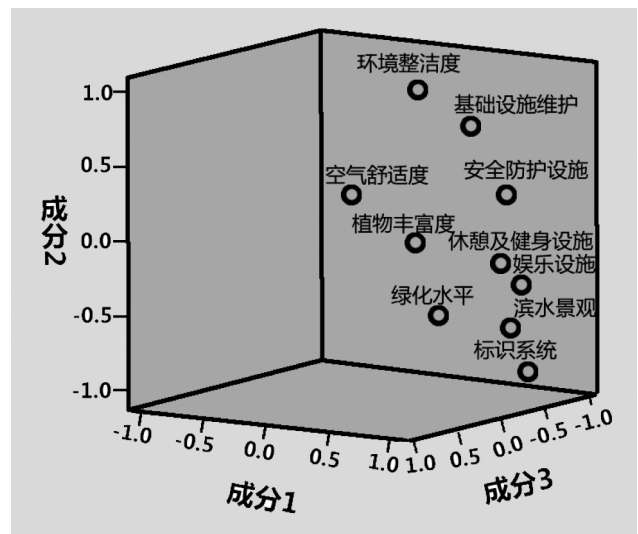


图 3 旋转空间中的成分

Fig. 3 Components in rotating space

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

研究郑州黄河国家湿地公园的使用者满意度评

价结果,并进一步进行数据处理和量化分析。

1) 郑州黄河国家湿地公园能一定程度上满足大多数使用者的使用需求,使用者在性别上无较大差异,受访者以中青年为主,年龄的两极分布人数相对较少;职业上看,使用者的休息时间越为固定,相应游览人数越多。使用者人数在受教育水平方面的曲线大致服从正态分布。在一定收入范围内,随着月收入的升高,受访者人数呈现递增趋势,到中高收入处呈现出反增长。使用者使用湿地公园目的指向性较强,多数受访者能准确表达出游览湿地公园的目的,使用目的上呈现不均匀分布,观光旅游和娱乐休闲的人数占多数,表明对于湿地公园其他游览方式的开发尚存在较大提升空间。

2) 对筛选后设置的 12 项问题进行问卷调查分析及 SD 语义分析法分析,结果表明,各项问题之间的满意度得分存在着显著区别,表明郑州黄河国家湿地公园各方面的完善程度存在较大差异。在对影响满意度的 12 项问题进行降维分析后,得出影响使用者满意度的 4 个主要因子分别为景观及生态水平、配套服务设施、养护管理水平和通达性。

3) 降维后的 4 个因子中,景观及生态水平这一因子的贡献率最高,可见提高湿地公园总体满意度的关键是提高其在外在景观及园内生态上的设计,如植物的丰富度水平及滨水景观,内部环境舒适度等对塑造整体形象起着至关重要的作用。其次是配套服务设施,说明指示牌及健身与娱乐设施为使用者在赏景之余提供更便捷优质的配套服务,不能忽视配套服务设施对总体满意度的影响。第三是湿地公园的养护管理水平,当园内的环境较好、基础设施和安全防护设施养护水平较高时,则为使用者提供了一定的安全保障。最后是通达性,说明湿地公园的内部游览流畅度和外部驳接便利性对总体满意度也起到了一定作用。而在多元线性回归方程中,前 3 个因子符合与总体满意度的线性回归曲线。综合表明,在提升湿地公园总体满意度时,景观及生态水平、配套服务设施、养护管理水平是不可或缺的 3 个方面。

## 4.2 结论

1) 湿地公园使用者满意度评价是以使用者为主体,评价所研究目的地的游览质量及体验感知程度高低的一种相对科学的方法。其对总体满意度的评价体系可以较为准确测量使用者满意度的双层次系统,同时也是能相对综合地反映湿地公园建设现状的评价指标集合体。评价结果可以较为真实地反映出湿地公园存在的优势和不足,与实际评价情况基本

吻合。

2) 在城市湿地公园的规划与改造提升中,要十分注重外在景观及内部生态功能的塑造,丰富各种植物景观在层次及色彩上的变化,同时也要注意相对完善的配套服务设施,精细化的养护管理等内涵式发展。另外,相对合理而便捷的内外外部交通也对整体满意度的提升起到了一定的辅助作用。总之,只有最大化发挥这几方面的潜能,提高各个要素的发展水平及各要素间的协调性,才能在整体上提升湿地公园的满意度水平。

3) 文中构建的因子得分系数方程及多元线性回归方程不仅适用于不同等级的湿地公园(国家级、省级以及地方级),对于其他类型公园(地质公园、森林公园、主题公园及自然保护区等)的使用者满意度评价也具有参考价值。考虑到不同的湿地公园具有不同的发展模式,评价因子的选取与因子的贡献率及得分会有所差异,如何科学而全面地选取满意度评价指标仍需进一步研讨与完善。

## 参考文献:

- [1] 杨超,王学雷,张青,等. 湖北省国家湿地公园评估标准体系探讨[J]. 湿地科学,2014,12(6):759-765.
- [2] 曾真,朱南燕,尤达,等. 基于模糊综合评价法的城市湿地公园游憩功能评价研究——以三明市如意湖湿地公园为例[J]. 中国园林,2019,35(1):51-55.
- [3] FRANCO D, LUISELLI L. Shared ecological knowledge and wetland values: a case study[J]. Land Use Policy, 2014, 41: 526-532.
- [4] COTTET M, PIÉGAY H, BORNETTE G. Does human perception of wetland aesthetics and healthiness related ecological functioning [J]. Journal of Environmental Management, 2013, 128: 1012-1022.
- [5] ROGER H, DANIEL J. Estimating preferences for outdoors recreation: a comparison of continuous and count data demand system frameworks[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 45(3): 612-630.
- [6] 张庆辉,赵捷,朱晋,等. 中国城市湿地公园研究现状[J]. 湿地科学,2013,11(1):129-135.
- [7] 崔丽娟,张曼胤,王义飞. 国家湿地公园评价标准:LY/T 1754-2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008:34-43.
- [8] 王胜永,王晓艳,孙艳波. 对湿地公园分类的认识与探讨[J]. 山东林业科技,2007(4):95-96.
- [9] 金云峰,杨玉鹏,蒋祎. 国外湿地公园保护与管理研究综述[J]. 中国城市林业,2015,13(6):1-5,22.

(下转第 83 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.014

## 青海省以国家公园为主体建立自然保护地体系探析

蔡延玲, 党晓鹏

(青海省林业调查规划院, 青海 西宁 810003)

**摘要:**分析青海省自然保护地体系及其基本特征,对自然保护地现状进行评价。结果显示:青海省自然保护地以国家公园和自然保护区为主,包含水利风景区、湿地公园、水产种质资源保护区、沙漠公园、森林公园、地质公园、风景名胜等类型;管理体制存在生态保护多头管理、政出多门问题严重,政策法规和标准体系庞杂交叉甚至矛盾,土地权属复杂混乱等问题。提出自然保护地体系由以自然保护区为主体向以国家公园为主体转变;服从大局,整合资源,统一规划管理;尊重自然法则,实现严格保护和人与自然和谐共生的有效统一等建议。

**关键词:**自然保护地体系;国家公园;自然保护区;林业和草原部门;青海省

中图分类号:S759.91;S759.93 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0079-05

引文格式:蔡延玲,党晓鹏.青海省以国家公园为主体建立自然保护地体系探析[J].林业调查规划,2020,45(1):79-83.

CAI Yanlin, DANG Xiaopeng. Establishment of Natural Reserves System with National Park as the Leading Part in Qinghai Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 79-83.

## Establishment of Natural Reserves System with National Park as the Leading Part in Qinghai Province

CAI Yanlin, DANG Xiaopeng

(Qinghai Institute of Forest Inventory and Planning, Xining 810003, China)

**Abstract:** This paper analyzed the basic characteristics of natural reserves system and evaluates its current situation in Qinghai Province. The results showed that the nature reserves in Qinghai Province were mainly national parks and nature reserves, including water conservancy scenic spots, wetland parks, aquatic germplasm resources reserves, desert parks, forest parks, geological parks and scenic spots. Many problems existed in the management system, such as multiple management of ecological protection, numerous and even contradictory policies, regulations and standards, complicated and chaotic land property. It was suggested to change the priority of nature reserves system from nature reserves to national parks, integrate resources with unified planning and management, respect natural laws, and realize the effective unity of strict protection and harmonious coexistence of human and nature.

**Key words:** nature reserves system; national park; nature reserve; forestry and grassland department; Qinghai Province

收稿日期:2019-08-26;修回日期:2019-09-09.

第一作者:蔡延玲(1986-),女,青海湟中人,工程师.主要从事林业调查规划工作.

责任作者:党晓鹏(1973-),男,陕西华县人,高级工程师.从事林业调查规划工作.

党的十九大报告指出：“构建国土空间开发保护制度，完善主体功能区配套政策，建立以国家公园为主体的自然保护地体系”。这意味着我国的自然保护地体系将从目前的以自然保护区为主体，开启一种崭新的自然保护模式，转变为今后的以国家公园为主体。

我国国家公园体制建设仍处于探索检验和适应阶段，其面临的复杂性、不稳定性、不确定性都需研究和探讨。国家公园的主体地位不是体现在数量上，而应体现在国家公园的面积占比、保护对象的价值、保护的严格程度、保护的等级以及自然教育功能等 5 方面。将由不同部门负责的各类自然保护地的管理职责划转国家林业和草原局统一管理，这是加快推动山水林田湖草整体保护、系统修复和科学治理，增强生态系统健康发展，创造世界生态文明，推动人类文明发展进步和美丽中国建设的重大决策和部署。

青海省以国家公园为主体的自然保护地体系调查评估工作的启动，旨在加快推进以国家公园为主体的自然保护地体系示范省建设。调查评估是国家公园示范省建设的基础性工作，将以全省 151 个自然保护地为目标，结合水源保护地、沙化封禁区、保护地空缺区域等开展本底调查及落界工作。

## 1 青海省自然保护地体系及其基本特征

### 1.1 自然保护地体系

自然保护地是划定用于保护生物多样性、典型性自然生态和自然资源的陆域或海域。世界保护联盟(IUCN)将保护地定义为通过法律及其它有效方式用以保护和维持生物多样性、自然及文化资源的土地或海洋。在我国，保护地包括自然保护区、风景名胜區、天然林部分的国家森林公园以及世界自然与文化遗产地。

青海由东向西逐步由黄土高原过渡到青藏高原，绝大部分面积为青藏高原的主体区域，具有青藏高原自然地理气候显著特征，兼具黄土高原特点，生态功能多样，生态类型齐全，生态结构复杂，自然生态系统具有独特和不可替代的地位，自然资源具有国家代表性、典型性和系统性、原真性、完整性。

青海是长江、黄河、澜沧江的发源地，被誉为“三江源”、“中华水塔”，提供着长江 2%、黄河 49%、澜沧江 16% 的径流量，也是我国重点生态功能区和生物多样性保护优先区域，生存着大量珍稀野生动植物，是高原种质资源库；河流、湖泊、冰川、雪山遍

布，是我国重要的生态功能区，国土面积的 90% 为限制开发区和禁止开发区，在全国生态文明建设和生态安全保护上发挥着重要的作用。世界地质公园、国际重要湿地和自然保护区等各类自然保护地广泛分布、种类齐全，占全省面积的近三分之一，位列全国第二。

### 1.2 自然保护地基本特征

青海省现有自然保护地体系以自然保护区管理的形式为主。除了自然保护区外，其他可纳入自然保护地体系的还有水利风景区、湿地公园、水产种质资源保护区、沙漠公园、森林公园、地质公园、风景名胜區等类型，根据各自的特点保护着不同类别的自然景观和生态系统。在构建自然保护地体系中存在一定的差异：①因不同的保护对象采取不同的管理形式，导致管理部门的不同；②主要的管理目标不同，也就在管理效能方面存在不同差异，如自然保存、完整性保护、保护性利用、可持续性利用等方面；③管理的措施不同，保护的严格程度也不同。

## 2 青海省自然保护地现状分析

青海的保护地建设始于 20 世纪 70 年代，改革开放四十年来，青海省自然保护地发展突飞猛进。截至目前，国家和青海省批建以自然生态保护为目标的保护地共 151 处，扣除重叠面积后的自然保护地总面积约 31.44 万  $\text{km}^2$ ，占全省国土面积的 36% 以上。青海省自然保护地概况见表 1。

### 2.1 自然保护地主要管理目标

1) 国家公园：以保护具有国家代表性的自然生态系统为主要目的，实现自然资源科学保护和合理利用的特定陆域或海域，保护范围大，生态过程完整。保护自然生态系统的原真性、完整性。

2) 自然保护区：保护典型的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物种的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹的区域。确保主要保护对象安全，维持和恢复珍稀濒危野生动植物种群数量及其赖以生存的栖息环境。

3) 森林公园：保护森林风景资源和生物多样性、普及生态文化知识、开展森林生态旅游。

4) 湿地公园：以保护湿地生态系统、合理利用湿地资源、开展宣传教育和科学研究为目的。

5) 风景名胜區：严格保护景观和自然环境，开展健康有益的、科学、文化活动的区域，普及历史文化和科学知识。

表 1 青海省自然保护地概况

Tab. 1 General situation of nature reserves in Qinghai Province

类型	起始年份/年	数量/处	面积/万 km <sup>2</sup>	主管部门	主要保护对象
国家公园	2016	2	16.02	林业	森林生态系统及冰川、高寒湿地生态系统、珍稀濒危野生动植物
自然保护区	1975	9	5.64	林业	珍稀动物及湿地、森林、高寒草甸等
森林公园	1992	18	0.49	林业	垂直带谱明显的针叶林、阔叶林与高山灌丛、高山草甸等森林景观
湿地公园	2007	19	0.33	林业	沼泽、河流、水禽鸟类
风景名胜区	1999	19	1.15	国土	自然水体、候鸟、森林自然景观等重要资源
地质公园	2004	9	1.36	国土	冰川冰缘地貌、地震遗迹
水产种质资源保护区	2007	14	1.86	水利	高原上高原鳅、裸鲤和黄河骨唇黄河鱼、厚唇裸重唇鱼等物种
重要湿地	1992	20	2.92	林业	水禽、鸟类、特有湿生植物
水利风景名胜	2005	17	1.06	水利	古生物遗迹、河滩湖滨、水库湿地、河流、山谷、草原
沙化土地封禁保护区	2013	12	0.58	林业	对尚有植被生长的沙地划定区域封禁,通过人为正向干涉,控制破坏,已退化草地得以自然恢复
沙漠公园	2014	12	0.02	林业	以荒漠景观为主体,以保护荒漠生态系统和生态功能为核心
合计		151	31.44		

6)地质公园:保护地质遗迹,普及地学知识,营造特色文化,发展旅游产业,促进公园所在区域的经济可持续发展。

7)水产种质资源保护区:保护具有较高经济价值和遗传育种价值的水产种质资源的主要生长繁育区域,设立特殊保护和管理,依法开展科学研究、教学实习、参观游览等。

8)沙化土地封禁保护区:封禁保护不具备治理条件的以及因保护生态的需要不宜开发利用的连片沙化土地地区,开展固沙压沙等生态修复与治理、成效监测、宣传教育等。

9)沙漠公园:以荒漠景观为主体,以保护荒漠

生态系统和生态功能为核心。

## 2.2 自然保护地面积

青海省现有各类自然保护地总面积 31.44 万 km<sup>2</sup>。其中:国家公园 2 处(国家级);自然保护区 9 处(国家级 5 处、省级 4 处),分别隶属于不同的管理部门,形成了以自然保护区为主的保护集合。在所有的保护地中国国家公园和自然保护区占主体,其面积约占自然保护地面积总合的 70.2%,全部隶属林业和草原部门管理。林业和草原部门管理的自然保护地的类型最多,面积约占自然保护地面积总合的 82.4%,国土占 8.1%、水利占 9.5%。

## 2.3 自然保护地现状评价

1)土地权属复杂,获取土地管理权困难。三江源国家公园体制试点区土地虽为全民所有,但草地使用权全部被承包到牧户。而且,很多自然区域存在土地权属不清的问题,土地所有权、承包经营权、使用权、管理权、收益权混乱。

2)国家公园试点区多处于社会经济欠发达区域,大多位于社会经济相对落后地区,对自然资源依赖程度较高,部分地区由于受教育程度较低,交通落后,寻求替代生计的能力非常有限。

3)现行的各类自然保护地虽然划分标准简明,易于操作,但现有的保护地并未对管理目标、保护管理效能、运行机制、监督管理等提出明确的要求,因此创新自然保护地管理体制机制,把握好整合设立、主体功能、主体地位、空间管制 4 个关键,形成以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护地管理体系迫在眉睫。

4)从全省范围看,各种保护地类型重复设置,涉及国土、农牧、林业、环保、水利、旅游等多个部门,生态保护多头管理、政出多门的问题依然严重,政策法规和标准体系庞杂交叉甚至矛盾,在管理上相互制约、影响,重点风景名胜区容量超载、影响生态环境的问题越来越严重。为推进自然保护地管理体制机制创新,应建立自然保护地“一张图”,优化整合各类自然保护地,强化自然资源资产集中统一管理。按照保护面积不减少、保护强度不降低、保护性质不改变的总体要求,科学谋划自然保护地整合优化的政策,加快解决保护地交叉重叠,生态保护功能重复,各部门多头管理等问题,实现集中统一高效的保护和管理。

## 3 自然保护地体系建设方案的建议

### 3.1 由以自然保护区为主体向以国家公园为主体的自然保护地体系转变

1)确定国家公园的管理主体,应有统一管理的

职能部门。国家公园的国土空间基本都为林业和草原部门管理或协调的自然生态系统,因此,按照资源资产产权管理和“一件事由一个部门管理”的原则,林业和草原部门既有义务、也有条件担负起我国国家公园管理主体的责任。国家公园建设不能照搬他国模式,一定要结合实际。事先一定要做好充足的调查评估,包括自然资源调查、社会调查、不同行业的法律法规调查,再进行进一步地整合优化。

2) 根据《建立国家公园体制总体方案》,以加强自然生态系统保护为核心目标,以生态功能区制度为依据,以国家重要的生态地理单元为参照,通过建立国家公园,可以在保护生态系统完整性的前提下,强化自然资源的有效保护和合理利用,填补我国自然保护体系中严格保护与利用之间自然资源保护管理模式的空缺。国家公园属于全国主体功能区规划中的禁止开发区域,是对自然保护的强化。

### 3.2 以国家公园为主体的自然保护地体系建设应服从大局

1) 重新评估青海省各类保护区,按照保护和利用程度等因素,进一步整合资源、优势互补,扩大和深化对自然保护地体系的研究,起到引领示范的作用,从功能定位、空间布局、体系建设等不同角度系统研究,建立分类科学、保护有力的自然保护地体系。

2) 在现状基础上,以目标和问题为导向,对青海省现有各类保护地及其关联区域进行全面评估,优先整合确立国家公园;对于未纳入国家公园范围,且空间上不存在重叠、相连、毗邻等情况的保护地,确定最符合保护要求的保护地类型,按照保护从严、等级从高的要求整合。对于相连、毗邻的保护地,打破因行政区划、资源分类造成的条块割裂的局面,按照自然生态系统完整性、物种栖息地连通性、保护管理统一性的原则进行合并重组。

3) 由国家林业和草原局统一规划、统一标准、统一实施、统一管理。总体规划部署国家公园的宏观发展问题,专项规划针对发展的具体问题,年度规划解决国家公园任务的落实问题。

### 3.3 尊重自然法则,实现严格保护和人与自然和谐共生的有效统一

众多自然保护地在保持生态系统完整性、维护国家生态安全、促进生态文明发展等方面发挥了不可替代的作用,但其大多由职能部门主导、地方自下而上申报建立,并未经过科学、系统地整体规划,因而完整性、联通性和有效性不够,一度出现空间分

割、生态系统破碎、孤岛化现象,管理上存在交叉重叠、保护空缺的情况,极大影响了生态系统服务功能的充分发挥。为解决以上问题,需要改革分头、分类设置自然保护地的体制,并对保护和管理效能进行评估。

青海省以三江源地区为试点,率先取消地方生产总值、招商引资等经济考核指标,探索建立新型绿色绩效考评制度。全面启动三江源国家公园体制试点工作,为实现生态保护与资源利用的良性互动积累有效经验。

1) 加强顶层设计,直面问题,解决问题,以问题为导向,为体制服务。建立分类科学、保护有力的自然保护地体系。推动制定出台自然保护地法,研究各类自然公园的相关管理制度。实行最严格的生态环境保护制度,制定国家公园的整体规划、功能分区、基础设施建设、社区共管、生态保护补偿等相关标准规范。强化自然保护地生物多样性监测、自然资源调查评估、考核、监督等制度,形成一整套体系完善、监管有力的监督管理制度。

2) 创新体制机制,以探索跨部门、跨区域的管理体制和规范高效的运行机制,突出生态保护,统一规范管理,创新经营管理模式,构建绿色发展体系。

3) 修改完善规章制度,突出以国家公园保护为主要内容,明确国家公园的功能定位、保护目标、管理原则和管理主体。与此同时,研究制定国家公园特许经营等配套法规,做好现有法律法规衔接工作,做到有章可循、有法可依。省委、省政府制定《青海省生态文明制度建设总体方案》,围绕主体功能区制度、自然资源资产产权制度、生态补偿制度、资源有偿使用制度等领域深化改革。破解体制机制藩篱,突破行政壁垒,整合碎片化管理区域,彻底改变“九龙治水”局面。

4) 国家公园的范围划定要合理适度,各种不同类型的自然保护地的布局和面积,国家公园内功能区的设置和区划都要尊重实事求是的原则,要有弹性和特色,既要保证完整的生态过程,又要因地制宜。尽量避免将非国有土地划入国家公园范围,清晰资源归属,确实因为生态保护需要而必须纳入的部分,应尽可能解决土地权属问题,避免在社区居民不知情的情况下被纳入国家公园,为今后的管理和执法留下隐患。

### 3.4 加强国家公园建设的社区参与机制

随着国家公园的发展和管理体制的健全,社区将逐渐成为国家公园解决自然资源保护和园区发展



关系的重要途径,针对不同类型的国家公园管理目标,社区参与的主体类别也会发生变化,形成以其为主体的组织形式可以在国家公园可持续发展方面发挥重要作用。

### 3.5 加快推进国家公园科研体系建设

在不断深化合作和系统科学研究中着力打造国家公园“生态科研高地”,努力试出成效、试出经验,形成较高水平的科研力量,建成完备的生态和环境监测体系。通过大众媒体、公众会议、开放论坛等为我国国家公园建设发展提供舆论平台。

## 4 结语

青海省国家公园体制试点发挥制度优势,坚持将山水林田湖草作为一个生命共同体,统筹考虑保护与利用,对国家公园实行整体保护、系统修复、综合治理,使五大生态板块与国家公园相得益彰、相辅相成、浑然一体,实现全省范围内的自然保护地整

合,形成以国家公园为主体,分类科学、保护有力的自然保护地体系,建设成国家公园示范省。

### 参考文献:

- [1] 中共中央办公厅,国务院办公厅. 关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见[R]. 2019.
- [2] 中共中央办公厅,国务院办公厅. 建立国家公园体制总体方案[R]. 2017.
- [3] 唐小平,梁晓峰. 构建以国家公园为主体的自然保护地体系[J]. 林业资源管理,2017(6):1-8.
- [4] 唐芳林. 构建以国家公园为主体的自然保护地体系[EB/OL]. (2017-11-04) [2019-08-25]. [http://epaper.gmw.cn/gmrb/html/2017-11/04/nw.D11woogmrb\\_20171104\\_03\\_09.htm](http://epaper.gmw.cn/gmrb/html/2017-11/04/nw.D11woogmrb_20171104_03_09.htm).
- [5] 王毅,黄宝荣. 中国国家公园体制改革:回顾与前瞻[J]. 生物多样性,2019,27(2):117-122.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 78 页)

- [10] 王立龙,陆林,唐勇,等. 中国国家级湿地公园运行现状、区域分布格局与类型划分[J]. 生态学报,2010,30(9):2406-2415.
- [11] 黄大勇,陈芳. 国内外旅游满意度研究综述[J]. 重庆工商大学(社会科学版),2015,32(1):49-55.
- [12] HAMIRA Z F. Residents' attitudes and perception towards tourism development: A case study of Mazola, Iran [J]. *Tourism Management*, 2008(29):1233-1236.
- [13] PIZAM A, NEUMANN Y, REICHEL A. Dimensions of Tourist Satisfaction with a Destination Area [J]. *Annals of Tourism Research*, 1978, 5(3):314-322.
- [14] BEARD J B, RAGHEB M G. Measuring leisure satisfaction [J]. *Journal of Leisure Research*, 1980, 12(1):20-33.
- [15] 罗艳菊,吴楚材,黄宇. 游客对游憩利用影响的感知及其对游客总体满意度的影响——以张家界国家森林公园为例[J]. 辽宁林业科学,2006(6):20-27.
- [16] 沈向友. 旅行社服务质量与游客满意度影响因素分析[J]. 旅游学刊,1999(5):25-30.
- [17] 董观志,杨凤影. 旅游景区游客满意度测评体系研究[J]. 旅游学刊,2005(1):27-30.
- [18] 符全胜. 保护地游客满意度理论和满意度测度[J]. 绿色中国,2004(9):51-53.
- [19] 黄汉泉,康杰. 深圳笔架山公园管理及规划发展的问卷调查及分析[J]. 中山大学学报(自然科学版),2005,44(S1):74-81.
- [20] 高雁鹏,杨静. 哈尔滨中东铁路公园使用者满意度评价[J]. 中国城市林业,2018,16(5):21-25.
- [21] 王艳想,张琳,李帅,等. 基于 BIB-LCJ 法的郑州园博园城市展园景观研究[J]. 河南农业大学学报,2018,52(3):451-458.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.015

## 河北武安国家森林公园藤本植物资源调查研究

高萌萌,王兰明,李安,卢彤,陈曦,李良涛

(河北工程大学,河北邯郸 056001)

**摘要:**采用实地调查和查阅相关资料,从科属种组成、生活型、观赏特性、区系分布、种子类型等方面,对河北武安国家森林公园藤本植物资源进行分析。结果表明,武安国家森林公园分布有藤本植物 27 科 53 属 92 种,双子叶植物、草本植物具有明显优势;在科属种的组成中,总体上比较分散,超过 10 种以上的科仅有 2 科,没有超过 10 种的属;生活型上,以高位芽最多,占 35.89%,缠绕类和卷曲类较多,分别占 38.04%和 41.30%;观赏性上,很多藤本植物同时具有 2 种或 2 种以上观赏特性;地理分布上,植物区系复杂多样,以泛热带属性占绝对优势;果实类型数量分布无明显差异,干果居多。提出加强构建种子传播廊道,加大宣传力度,加强对藤本植物的保护措施,积极开展综合利用等保护开发建议。

**关键词:**藤本植物;物种组成;生活型;区系分布;观赏特性;果实类型;武安国家森林公园

中图分类号:S759.91;S718.521.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0084-06

引文格式:高萌萌,王兰明,李安,等.河北武安国家森林公园藤本植物资源调查研究[J].林业调查规划,2020,45(1):84-89,126.

GAO Mengmeng, WANG Lanming, LI An, et al. Vine Resources of Wu'an National Forest Park in Hebei Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1):84-89, 126.

## Vine Resources of Wu'an National Forest Park in Hebei Province

GAO Mengmeng, WANG Lanming, LI An, LU Tong, CHEN Xi, LI Liangtao

(Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056001, China)

**Abstract:** The vine resources of Wu'an National Forest Park in Hebei Province were analyzed from the aspects of species composition, life form, ornamental characteristics, floristic areal-types and seed types by field investigation and consulting relevant data. The results showed that there were 92 species of vines belonging to 53 genera, 27 families in Wu'an National Forest Park, and dicotyledons and herbs had obvious advantages. In the composition of families and genera, only 2 families contained more than 10 species and no genera contained more than 10 families. The life form was dominated by high buds, accounting for 35.89%, and by twining type and curling type, accounting for 38.04% and 41.30%, respectively. In the ornamental aspect, many vines had two or more ornamental characteristics at the same time. Geographically, the flora was complex and diverse, with the most concentrated distribution in the pantropical

收稿日期:2019-08-02.

资助课题:河北省科技厅“河北省重要乡土树种种质资源创制与利用技术研究”(16226309D);石家庄市科技局项目:北方耐旱野花组合生态景观植物筛选与示范(171521102A).

第一作者:高萌萌(1991-),女,河北邯郸人,硕士研究生.研究方向:藤本植物资源与应用. Email:1624225195@qq.com

责任作者:李良涛(1978-),男,河北邯郸人,博士,讲师.主要从事景观生态与规划研究. Email:liangtao\_li@163.com

zone. There was no obvious difference in the number distribution of fruits types, with the majority of dry fruits. This paper suggested to strengthen the construction of seed propagation corridor, promote the propaganda, intensify the protection measures, and actively carry out the comprehensive utilization for vines.

**Key words:** vines; species composition; life form; floristic areal-types; ornamental characteristics; fruits type; Wu'an National Forest Park

藤本植物是一个特殊的植物类群,主要特征是利用乔木或其他植物通过缠绕、吸附、勾搭等形式攀上森林冠层。它们是热带森林和温热带森林最明显的区别之一,因为在热带森林中藤本植物分布较多,而在温带森林中则相对稀少<sup>[1]</sup>,这也是众多藤本植物研究主要集中在热带森林分布的主要原因。近些年来,国内外针对藤本种质资源、多样性指数、生态习性等方面开展了调查<sup>[2-3]</sup>,也对藤本植物遗传特性、基因特性、系统发育多样性等方面进行深入探究<sup>[4-5]</sup>,为藤本植物多样性的研究提供理论依据,也为藤本植物在园林中的应用打下基础<sup>[6]</sup>。

武安国家森林公园位于河北省西南部,是我国南北植物分布的交汇处,该地区植被类型多样,生物多样性较为丰富,其得天独厚的地理和水利条件,形成了年降雨丰沛、气候宜人的天然宝地。但关于该地区藤本植物研究匮乏,学者探访本地区植物资源时,对藤本植物的关注度不够,导致藤本植物研究仍处于空白状态,这极不利于本地区藤本植物的开发利用。因此,通过对本地区藤本植物的研究,可为将来藤本植物科普、宣传、利用提供参考。

## 1 研究区概况

河北武安国家森林公园地处太行山南段,北临河北邢台,西至山西左权。地理坐标为 113°45'~114°22',36°28'~37°01',东西长 55.5 km,南北宽 60.5 km,总面积 1 811 km<sup>2</sup>,海拔 87~1 898.4 m<sup>[7]</sup>。该区为温带大陆性气候,季节明显,温度变化幅度为 -19.9℃~42.5℃,年均降水量 411.9~738.4 mm,降水量由西北向西南坡度式减少<sup>[8]</sup>。该区域分布有国家二级保护植物缘毛太行花(*Taihangia rupestris var. ciliata*)、野大豆(*Glycine soja Sieb. et Zucc*)等多种古老植物种类,植被类型丰富,地形多样。

## 2 研究方法

在调查区域内,通过 2017、2018 两年的时间分别对梁沟、长寿村、坟蛟、七步沟、太行花溪谷等 11 个村落进行实地踏查,并在关键节点设置分不同坡

向、不同生境条件、不同海拔的样方用于武安国家森林公园野生藤本植物多样性的统计。在此基础上结合河北植物志<sup>[9-11]</sup>和赵一凡等人研究结果<sup>[12-14]</sup>,反复论证检验,将野生藤本划分为草质藤本、木质藤本、藤状灌木<sup>[15]</sup>。对于备受争议的藤状灌木,笔者认为虽然该类灌木的攀援习性不稳定,但其作为木本自支持植物与木质缠绕藤本的中间过渡型<sup>[16]</sup>,是符合或倾向藤本植物诸多特征的。故在此文中将藤状灌木单独列出进行物种组成分析,将调查到的野生藤本植物总名录按照科属种、生活习性、区系类型、攀援方式、种子类型等 6 个方面进行详细分析。结合园林应用研究,为该区野生藤本植物在园林中的应用提供参考。

## 3 结果与分析

### 3.1 野生藤本植物物种组成

通过野外实地调查及文献查阅,结果表明:该区域野生藤本植物共计 27 科 53 属 92 种,多数科仅有 1 属 1 种(表 1)。说明该区域藤本植物资源相对丰度较小,种类单一。单子叶植物仅有 3 科 3 属 7 种,占总种数的 7.61%;双子叶植物 24 科 50 属 85 种,占总种数的 92.39%(表 2)。由此可见,双子叶植物是构成该区藤本植物的主要类型,单子叶植物种群优势不明显。草质藤本共计 55 种,远多于木质藤本和藤状灌木,在种级水平上,草质藤本的多样性优势明显。

### 3.2 藤本植物科、属的数量特征

以科为单位所包含的种数统计结果显示(表 3),本区域藤本植物最丰富的是葫芦科(Cucurbitaceae, 12 种)和豆科(Leguminosae, 11 种)。其中葫芦科以 10 属 12 种位居第一,豆科以 6 属 11 种位居第二,分别占总种数的 13.04% 和 11.96%;单科科的分布范围极广,有 19 科 19 种,占总种数的 20.65%,代表科有马兜铃科(Aristolochiaceae)、大麻科(Cannabaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)等。这表明本区域内野生藤本植物种类的分布相对集中在少数科,说明种类的分化与系统的演化有较密切的关系。

以属为单位所包含的种数统计结果显示(表 3),

表 1 武安国家森林公园藤本植物科、属、种的组成  
Table 1 Composition of species, genera and families of vines in Wu'an National Forest Park

科	属		种	
	数量	百分比/%	数量	百分比/%
葫芦科 Cucurbitaceae	10	18.87	12	13.04
豆科 Leguminosae	6	11.32	11	11.96
旋花科 Convolvulaceae	5	9.43	7	7.61
葡萄科 Vitaceae	4	7.55	10	10.87
蔷薇科 Rosaceae	3	5.66	5	5.43
萝藦科 Asclepiadaceae	2	3.77	8	8.70
茜草科 Rubiaceae	2	3.77	3	3.26
蓼科 Polygonaceae	2	3.77	3	3.26
毛茛科 Ranunculaceae	1	1.89	6	6.52
卫矛科 Celastraceae	1	1.89	4	4.35
百合科 Liliaceae	1	1.89	4	4.35
薯蓣科 Dioscoreaceae	1	1.89	3	3.26
猕猴桃科 Actinidiaceae	1	1.89	2	2.17
紫葳科 Bignoniaceae	1	1.89	1	1.09
景天科 Crassulaceae	1	1.89	1	1.09
马兜铃科 Aristolochiaceae	1	1.89	1	1.09
唇形科 Labiatae	1	1.89	1	1.09
防己科 Menispermaceae	1	1.89	1	1.09
木犀科 Oleaceae	1	1.89	1	1.09
忍冬科 Caprifoliaceae	1	1.89	1	1.09
鸭跖草科 Commelinaceae	1	1.89	1	1.09
鼠李科 Rhamnaceae	1	1.89	1	1.09
大麻科 Cannabaceae	1	1.89	1	1.09
桔梗科 Campanulaceae	1	1.89	1	1.09
大戟科 Euphorbiaceae	1	1.89	1	1.09
木兰科 Magnoliaceae	1	1.89	1	1.09
旱金莲科 Tropaeolaceae	1	1.89	1	1.09
合计	53	100.00	92	100.00

本区域内藤本植物没有超过 10 种以上的属,包含有 6~10 种的属有鹅绒藤属 (*Cynanchum*, 7 种)、铁线莲属 (*Clematis*, 6 种),分别占总种数的 13.21% 和 11.32%;此外有 16 属包含 2~5 种。这 18 属共计包含植物 57 种,占总种数的 61.96%;其余的 35 属则为单属单种藤本植物,占总种数的 38.04%。这说明武安国家森林公园单种属数量大,是该区域内植物区系多样性的重要保障<sup>[17]</sup>,也间接证明该区域是植物进化起源过度的关键节点。

### 3.3 藤本植物生活型分析

按藤本植物生活型修订系统<sup>[18]</sup>和丹麦植物学家 Raunkiaer 对植物生活型分类标准,将武安国家森林公园野生藤本植物生活型组成进行分类和分析(表 4)。

由表 4 可知,高位芽植物有 33 种,占总种数的 35.89%,这其中大部分是木质藤本和藤状灌木,如软枣猕猴桃 (*Actinidia arguta*)、律叶蛇葡萄 (*Ampelopsis humulifolia*)、太行铁线莲 (*Clematis kirilowii*) 等,表明木质藤本在该区域藤本植物组成中占有重要地位;其余地上芽植物 5 种、地下芽植物 12 种、地面芽植物 16 种,分别占总种数的 5.43%、13.04%、17.39%;1 年生植物 26 种,占总种数的 28.26%。

按藤本植物的攀援类型分类,缠绕类和卷曲类的藤本数量比例较高,分别为 35 种、38 种,占总种数的 38.04%、41.30%,卷曲类又可分为叶柄卷曲类(9 种,9.8%)、卷须类(29 种,31.52%),卷须类占藤本总种数的 1/3,可见其重要性。剩下依次为搭靠类、吸固类,分别为 15 种、4 种,占 16.30%、4.30%。可见,武安国家森林公园内藤本植物攀援类型多样,是其为适应本地区生境条件经过漫长时间进化的结果。

### 3.4 藤本植物的观赏性

依据植物的观赏特性,将藤本植物划分为观叶、观花、观果、观茎 4 种类型。数量和占比分别为观叶藤本(88 种,95.65%)、观花植物(38 种,41.30%)、

表 2 武安国家森林公园藤本植物分类及数量特征

Tab. 2 Classification and quantitative characteristics of vines in Wu'an National Forest Park

类群	科的数量和 (百分比)/%	属的数量和 (百分比)/%	种的数量和 (百分比)/%	木质藤本种数和 (百分比)/%	草质藤本种数和 (百分比)/%	藤状灌木种数和 (百分比)/%
单子叶植物	3(11.11)	3(5.66)	7(7.61)	-	4(7.27)	3(18.75)
双子叶植物	24(88.89)	50(94.34)	85(92.39)	21(100.00)	51(92.73)	13(81.25)
合计	27(100.00)	53(100.00)	92(100.00)	21(100.00)	55(100.00)	16(100.00)

表 3 武安国家森林公园藤本植物不同科、属所含种数

Tab. 3 Statistics of species in different families/genera of vines in Wu'an National Forest Park

科分级	科		种		属分级		属		种	
	数量	百分比/%	数量	百分比/%	数量	百分比/%	数量	百分比/%	数量	百分比/%
1 种	19	70.37	19	20.65	1 种	35	66.04	35	38.04	
2~5	6	22.22	36	39.13	2~5	16	30.19	44	47.83	
6~10	1	3.70	11	11.96	6~10	2	1.89	13	14.13	
10 种以上	1	3.70	12	13.04	10 种以上	-	-	-	-	

表 4 武安国家森林公园藤本植物生活型分析

Tab. 4 Life forms of vines in Wu'an National Forest Park

类型	各生活型的数量						
	地下芽	地面芽	地上芽	高位芽	1 年生	合计	百分率/%
缠绕类	7	7	3	12	6	35	38.04
卷曲类	5	4	-	16	13	38	41.30
叶柄卷曲类	3	-	-	6	-	9	9.8
卷须类	2	4	-	10	13	29	31.52
搭靠类	-	5	2	3	5	15	16.30
枝搭类	-	4	-	1	3	8	8.7
钩刺类	-	1	2	2	2	7	7.6
吸固类	-	-	-	2	2	4	4.3
寄、附生类	-	-	-	-	2	2	2.2
不定根类	-	-	-	2	-	2	2.2
合计	12	16	5	33	26	92	100.00
百分率/%	13.04	17.39	5.43	35.89	28.26	100.00	

表 5 武安国家森林公园藤本植物观赏性分析

Tab. 5 Ornamental characteristics of vines in Wu'an National Forest Park

类型	叶		花		果		茎	
	数量	百分率/%	数量	百分率/%	数量	百分率/%	数量	百分率/%
L	21	22.83	8	8.70	17	18.48	2	2.17
H	51	55.43	24	26.09	27	29.35	3	3.26
B	16	17.39	6	6.52	9	9.78	1	1.09
合计	88	95.65	38	41.30	53	57.61	6	6.52

注: B 为藤状灌木; H 为草质藤本; L 为木质藤本。同一藤本植物具有 2 种或 2 种以上观赏类型时分别重复计入对应的项目中。

观果植物 (53 种, 57.61%)、观茎植物 (6 种、6.52%) (表 5)。可见, 藤本植物在观赏特性上具有得天独厚的优势, 虽然其花、茎与叶、型、果对比, 观赏特性不突出, 但多数情况下同一植物同时具有 2 种或 2 种以上的观赏特性, 这与颜立红等结论一致<sup>[19]</sup>。

### 3.5 藤本植物的区系分布

在植物分类学上, 属的形态特征相对比较稳定, 也有比较稳定的分布区, 故以属为单位, 按照吴征镒的中国种子植物属的分布区类型, 对该地区藤本植物区系进行分类<sup>[20]</sup>。结果显示, 本区域内藤本植物区系包含 11 个分布区类型和 2 个亚型 (表 6)。

其中优势分布类型为泛热带分布, 包含 13 属 30 种, 如鹅绒藤属 (*Cynanchum*)、薯蓣属 (*Dioscorea*)

等, 其余依次为北温带分布 8 属 13 种, 分别占总种数的 15.09%、14.13%, 如葎草属 (*Humulus*)、葡萄数 (*Vitis*) 等; 东亚和北美洲间断分布 7 属 11 种, 分别占总种数的 13.21%、11.96%, 如紫藤属 (*Wisteria*)、蛇葡萄属 (*Ampelopsis*) 等; 世界分布 4 属 11 种, 分别占总种数的 7.55%、11.96%, 如铁线莲属 (*Clematis*) 等; 热带亚洲至热带非洲分布 4 属 6 种, 分别占总种数的 7.55%、6.52%, 如杠柳属 (*Periploca*)、赤虺属 (*Thladiantha*)。由此表明, 武安国家森林公园野生藤本植物区系分布中热带属性占绝对优势, 而其中泛热带成分占据主导地位, 其余热带成分所占比重较小, 但依然对热带区系有不可忽视的作用。这与本地区是亚热带向温带地区过渡的重要指征相符合; 从整体区系分布情况看, 武安国家森林公园所在地周围有众多村庄, 藤本植物长期受人为干扰影响, 单种属所占比例较大, 造成该地区植物区系构成类型复杂, 相互关联, 既具有多样性的特征, 也兼顾生态功能显著的优势。

### 3.6 藤本果实类型分析

参考 Spjut 的果实类型系统<sup>[21]</sup>, 依据 Flora of

表 6 武安国家森林公园藤本种子植物属的地理分布类型及变型

Tab. 6 Genera areal-types and variations of vines in Wu'an National Forest Park

分布类型	属数	属的百分比 /%	所含种数	种的百分比 /%
1、世界分布	4	7.55	11	11.96
2、泛热带分布	13	24.53	30	32.61
3、热带亚洲和热带美洲间断分布	1	1.89	1	1.09
4、旧世界热带分布	2	3.77	2	2.17
5、热带亚洲至热带大洋洲分布	2	3.77	2	2.17
6、热带亚洲至热带非洲分布	4	7.55	6	6.52
7、热带亚洲分布	3	5.66	3	3.26
8、北温带分布	8	15.09	13	14.13
9、东亚和北美洲间断分布	7	13.21	11	11.96
12、温带亚洲分布	1	1.89	4	4.35
14、东亚分布	2	3.77	3	3.26
14-1 (SH) 中国-喜马拉雅	2	3.77	2	2.17
14-2 (SJ) 中国-日本	1	1.89	1	1.09
15、中国特有分布	3	5.66	3	3.26
合计	53	100	92	100.00

China 中果实分类特征,将研究区藤本植物的果实划分为蒴果、荚果、瓠果、瘦果、蓇葖果、坚果、翅果、浆果、核果 9 种类型,除核果、浆果为肉果外其余均为干果<sup>[22]</sup>。武安国家森林公园野生藤本植物共计 92 种,果实类型如表 7 所示,结果表明,藤本果实类型无明显优势。按肉果和干果统计,肉果为 18 种,占总种数的 19.57%,干果为 74 种,占总种数的 80.43%,进一步表明该地区干果为优势果。木质藤本果实以浆果为主(16 种,76.19%),其主要传播方式为动物传播,动物将柔软、多汁的果实吞下,再通过排泄方式传播。草质藤本与藤状灌木无明显优势种实类型,其传播方式多样化,如以铁线莲为代表的风转播方式或以野大豆为代表的自体弹射散布传播。

### 3.7 藤本植物生态功能与应用

藤本植物的可塑性强,其特殊的生长特性,可使其占地面积少、覆盖面积广。当前,藤本植物的无性繁殖技术日趋成熟,繁殖速度加快,生长周期缩短。

表 7 武安国家森林公园藤本植物果实类型

Tab. 7 Fruit types of vines in Wu'an National Forest Park

果实类型	木质藤本种数	百分比 /%	草质藤本种数	百分比 /%	藤状灌木种数	百分比 /%	藤本总种数	百分比 /%
蒴果	-	-	13	23.64	5	31.25	18	19.57
荚果	1	4.76	9	16.36	1	6.25	11	11.96
瓠果	-	-	9	16.36	-	-	9	9.78
瘦果	4	19.05	7	12.73	2	12.5	13	14.13
蓇葖果	-	-	7	12.73	2	12.5	9	9.78
坚果	-	-	5	9.09	-	-	5	5.43
翅果	-	-	2	3.64	-	-	2	2.17
浆果	16	76.19	2	3.64	3	18.75	15	16.30
核果	-	-	-	-	3	18.75	3	3.26
合计	21	100.00	55	100.00	16	100.00	92	100.00

又因其多样化的攀援方式,可应用到庭院篱栏、城市垂直建筑、立体空间绿化、公路护坡等地方,藤本植物绿化模式能将其成本低、管护少、适应各式恶劣天气的优势发挥到极致,例如在公路护坡上应用广泛的野葛(*Pueraria montana var. lobata*),不仅起到绿化效果,还可以防止水土流失、涵养水源<sup>[23]</sup>。在本区域的律叶蛇葡萄(*Ampelopsis humulifolia*)也具有此类优点,具有开发价值。同时,藤本植物还具有较高的观赏价值,在攀援条件的辅助下,藤本植物从观花、观叶、观茎、观果方面展示其丰富的观赏优势。例如在园林中已经广泛应用的紫藤(*Wisteria sinensis*),花型优美、枝干独特、叶片密实等优点<sup>[24]</sup>。在本区域的太行铁线莲(*Clematis kirilowii*)观赏价值极高,可引种栽培到庭院观赏。此外,藤本植物还具有较高的药用价值,此次调查结果中还发现大量清热解毒类、祛湿类、降压类、滋补类藤本植物。近些年来有关学者持续关注南蛇藤(*Celastrus orbiculatus*)因含有抗癌物质而被广泛关注<sup>[25,26]</sup>。毛茛科藤本植物多数具有毒,将其应用于农作物生物防治的套种,可做进一步研究<sup>[26]</sup>。

## 4 结论与讨论

武安国家森林公园共有藤本植物 27 科 53 属 92 种,其中双子叶植物具有明显优势,单子叶植物较少。藤本植物在科以下变异较大,是该区域藤本植物种类多样性的重要指征<sup>[27]</sup>,这与本区域内降雨量集中,温湿度变化集中有着重要的关系。一些热

带属性较强的植物在本区域内分布、生存、繁衍,也有人为原因造成的植物逸生,加之其复杂的环境和特殊的地理位置,也有可能出现植物的分化和特化<sup>[17]</sup>。就攀援方式而言,缠绕类和卷曲类是本地区藤本植物主要的攀援形式,分别占总种数的 38.04%、41.30%;作为藤本基础的生存繁衍方式,攀援的多样性丰富了整个生态系统的生存方式,也是武安国家森林公园复杂的地理环境和特殊的气候类型等诸多因素长期综合作用的结果。本区域的藤本植物按区系组成包含 11 个地理区系,其中泛热带区系分布明显,其他区系分布较少,这表明本区域藤本植物地理分布与世界各地联系广泛,是地形多样、气候多样、海拔差异、地势差异多重作用下的结果。在观赏特性上,观叶、观果、观花、观茎分别占 95.65%、41.30%、57.61%、6.52%,多数藤本有 2 种及以上观赏特性,在园林应用方面有较大的待开发价值。在种子类型方面,种子是植被恢复最容易获得的种质材料,与其他种质材料相比,一旦条件适宜,种子更容易在恢复点定居、更新和扩展,形成良好的植物群落<sup>[28]</sup>。本区域内藤本植物果实共有 9 个类型,干果明显多于肉果,说明其繁衍方式与气候有巨大的关系。如若将种子自身繁衍作为最为重要的保护手段,则建议适当构建种子传播廊道,同时加以人工辅助,从而实现藤本植物保护。

本研究区藤本植物处于天然未开发状态,其多样化的利用途径,为引种驯化提供了驱动力。但由于目前整体缺少保护措施,甚至将藤本作为有害杂草铲除,藤本植物资源将面临减少的威胁。因此,加大藤本植物宣传力度,加强对藤本植物的保护,积极开展藤本植物资源综合利用是当前的首要任务。

## 参考文献:

- [1] SCHNITZER S A. Testing ecological theory with lianas[J]. *New Phytologist*, 2018.
- [2] 王业社,杨贤均,陈立军,等. 湖南黄桑国家级自然保护区野生藤本植物多样性和生态特征[J]. *西北植物学报*, 2013, 33(10): 2095-2103.
- [3] 王灯,苟光前,孙巧玲,等. 贵州黔南野生木质藤本植物资源多样性及开发利用[J]. *草业科学*, 2017, 34(7): 1506-1515.
- [4] 唐一思,石慰,曾文豪,等. 广西天然林中藤本植物区系组成及系统发育多样性[J]. *生态学报*, 2018, 38(24): 8750-8757.
- [5] 吴怀栋,刘奇,谭运洪,等. 元江干热河谷木质藤本的多样性及其与宿主树木的关系[J]. *植物科学学报*, 2016, 34(4): 547-554.
- [6] 夏江宝,许景伟,赵艳云. 我国藤本植物的研究进展[J]. *浙江林业科技*, 2008(3): 69-74.
- [7] 叶嘉,耿霄,张浩,等. 河北武安国家森林公园维管植物区系研究[J]. *福建林业科技*, 2009, 36(2): 183-189.
- [8] 李保安. 武安市耕地资源评价与利用[M]. 石家庄: 河北人民出版社, 2011.
- [9] 河北植物志编辑委员会. 河北植物志—第二卷[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1989.
- [10] 河北植物志编辑委员会. 河北植物志—第一卷[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1986.
- [11] 贺士元. 河北植物志—第三卷, Tomus III [M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1991.
- [12] 赵一凡. 河北武安国家森林公园野生观赏植物资源调查与评价[D]. 河北: 河北工程大学, 2018.
- [13] 孔增科,贺伟丽,王亮,等. 河北省武安市中药资源普查新记录[J]. *中国现代中药*, 2015, 17(9): 938-948.
- [14] 王兰明,王付民,杨凯,等. 邯鄹西部山区夏秋季野生花卉资源调查研究[J]. *中国野生植物资源*, 2012, 31(6): 65-68.
- [15] 蒋裕良,李先琨,郭屹立,等. 广西弄岗喀斯特季节性雨林藤本种子植物多样性及繁殖习性[J]. *植物生态学报*, 2017, 41(7): 716-728.
- [16] 胡亮,李鸣光,李贞. 中国种子植物区系中的藤本多样性[J]. *生物多样性*, 2010, 18(2): 198-207.
- [17] 王业社,陈立军,杨贤均,等. 湖南城步野生藤本植物资源及开发利用研究[J]. *草业学报*, 2015, 24(8): 11-23.
- [18] 蔡永立,宋永昌. 藤本植物生活型系统的修订及中国亚热带东部藤本植物的生活型分析[J]. *生态学报*, 2000(5): 808-814.
- [19] 祁承经,颜立红,彭春良. 异军突起的藤本植物[J]. *武汉植物学研究*, 2007(4): 381-395.
- [20] 吴征镒,孙航,周浙昆,等. 中国种子植物区系地理[J]. *生物多样性*, 2011, 19(1): 148.
- [21] SPJUT R W. A systematic treatment of fruit types[J]. *Economic Botany*, 1994, 49(49): 39.
- [22] 俞筱押,李玉辉,杨光荣. 石林地质公园不同群落类型植物果实组成与种子散布特征[J]. *植物生态学报*, 2018, 42(6): 663-671.
- [23] 蒋能,刘合霞,岑华飞,等. 桂林市公路优良边坡生态绿化植被的优选及配置研究[J]. *环境科学与管理*, 2018, 43(9): 144-149.
- [24] 罗玉兰. 紫藤属植物资源现状及其应用[J]. *园林*, 2018(4): 54-57.
- [25] 王海波,倪腾洋,冯俊,等. 南蛇藤提取物通过 Cofilin1 抑制胃癌 BGC-823 细胞转移的机制[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2018, 24(19): 112-116.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.016

## 基于森林资源连续清查数据的云南省森林生态系统 水源涵养功能动态评价

邓永红,肖丰

(云南省林业调查规划院,云南昆明 650051)

**摘要:**基于2007年和2017年2期森林资源连续清查数据,运用综合蓄水能力法估算云南省森林生态系统水源涵养功能。结果表明,2007年森林生态系统总涵养水源能力为 $3\,548.2\times 10^7\text{ m}^3$ ,单位面积水源涵养能力为 $1\,952.0\text{ t/hm}^2$ ,经济价值达 $2.84\times 10^{11}$ 元;2017年森林生态系统总涵养水源能力为 $4\,182.8\times 10^7\text{ m}^3$ ,单位面积水源涵养能力为 $1\,986.0\text{ t/hm}^2$ ,经济价值达 $3.35\times 10^{11}$ 元。2017年与2007年相比,总涵养水源增加量达 $634.6\times 10^7\text{ m}^3$ ,平均每年增加 $63.5\times 10^7\text{ m}^3$ ,经济价值增加 $5.1\times 10^{10}$ 元,平均每年增加 $5.0\times 10^9$ 元。

**关键词:**森林生态系统;水源涵养功能;林冠层截留;枯枝落叶层持水;土壤层蓄水;云南省

中图分类号:S727.21;S718.557;S757.22 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0090-06

引文格式:邓永红,肖丰.基于森林资源连续清查数据的云南省森林生态系统水源涵养功能动态评价[J].林业调查规划,2020,45(1):90-95.

DENG Yonghong, XIAO Feng. Dynamic Evaluation of Water Conservation Function of Forest Ecosystem in Yunnan Province Based on Continuous Forest Inventory Data[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 90-95.

## Dynamic Evaluation of Water Conservation Function of Forest Ecosystem in Yunnan Province Based on Continuous Forest Inventory Data

DENG Yonghong, XIAO Feng

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

**Abstract:** Based on the continuous forest inventory data in 2007 and 2017, the comprehensive water storage capacity method was used to estimate the water conservation function of forest ecosystem in Yunnan Province. The results showed that the total water conservation capacity of forest ecosystem in 2007 was  $3\,548.2\times 10^7\text{ m}^3$  with  $1\,952.0\text{ t/hm}^2$  of water conservation capacity per unit area and  $2.84\times 10^{11}$  yuan of economic value, while the total water conservation capacity in 2017 was  $4\,182.8\times 10^7\text{ m}^3$  with  $1\,986.0\text{ t/hm}^2$  of water conservation capacity per unit area and  $3.35\times 10^{11}$  yuan of economic value. Compared with 2007, the total amount of water conservation increased by  $634.6\times 10^7\text{ m}^3$  in 2017, with an average annual increase of  $63.5\times 10^7\text{ m}^3$ , and the economic value increased by  $5.1\times 10^{10}$  yuan, with an average annual increase of  $5.0\times 10^9$  yuan.

**Key words:** forest ecosystem; water conservation function; canopy interception; water holding capacity of litter layer; water storage of soil; Yunnan Province

收稿日期:2019-06-16.

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

责任作者:肖丰(1972-),男,安徽灵璧人,讲师.从事林业调查规划和森林资源管理工作.



森林生态系统是指在一定地域内生存的森林生物群落与环境相互作用的、有能量转换和信息传递功能的统一体<sup>[1]</sup>。森林生态系统是生物圈生态系统中分布最广、结构最复杂、类型最丰富的陆地生态系统。森林以其繁茂的林冠层,林下的灌草植物形成的灌、草层,林地上的枯枝落叶层和疏松而深厚的土壤层,建造了完美的截持和蓄储大气降水的良好环境,从而对大气降水进行重新分配和有效调节,发挥着森林生态系统特有的水源涵养功能。森林生态系统水源涵养功能计量方法<sup>[2]</sup>主要有:土壤蓄水能力法、综合蓄水能力法、林冠截留剩余量法、水量平衡法、降水量贮存法、多因子回归法等 8 种,本文利用综合蓄水能力法对云南省 2007 年和 2017 年森林生态系统水源涵养功能进行动态评价,为云南省生态文明建设、林业可持续发展及开展生态效益补偿提供参考。

## 1 研究区概况

云南省地处中国西南边陲,地理坐标为东经 97°31′~106°11′,北纬 21°08′~29°15′。全省东西最大横距 885 km,南北最大纵距 910 km,总面积 38.264 4 万 km<sup>2</sup>。其中,山地面积占总面积的 84.0%,高原面积占 9.9%,盆地面积占 6.1%。全省地势呈北高南低,由北向南倾斜,西北最高,东南最低,呈明显的阶梯状下降,最高海拔 6 740 m,最低海拔 76.4 m,相对高差达 6 664 m。云南省气候类型多样,区域差异和垂直变化明显,年温差小,日温差大,降雨充沛,干湿分明,分布不均,最热月均温 19~22℃,最冷月均温 6~8℃,年均降雨量 1 010 mm,85%的雨量集中在 5—10 月的雨季。

云南省是中国植物种类最多的省份,由于气候和地貌的多样性,形成了丰富的森林植物区系,组成了复杂多样的森林类型。云南的植被水平分布:热带雨林、季雨林地带;亚热带南部季风常绿阔叶林地带;亚热带北部半湿润常绿阔叶林带。云南的植被垂直分布:亚热带山地植被垂直带(海拔由低到高分布着半湿润常绿阔叶林—湿性常绿阔叶林—云南铁杉林及常绿针阔叶混交林—云、冷杉林—高山灌丛和高山草甸)、热带山地植被垂直带(海拔由低到高,热带湿润雨林—热带季节雨林—山地雨林—山地季风常绿阔叶林—苔藓常绿阔叶林—山顶苔藓矮林)。

云南省水资源丰富,总量位居全国第三,仅次于西藏和四川。据 2017 年云南省水资源公报显示,

2017 年云南省年均降水量达 1 351.5 mm,地表水资源量达 2 203 亿 m<sup>3</sup>,地下水资源量达 762.0 亿 m<sup>3</sup>,水资源总量 2 203 亿 m<sup>3</sup>。由于云南省水资源在空间和时间上分布不均,降雨主要集中在 5—10 月,旱季水量严重短缺。水资源集中分布在西部和北部地区,东部和南部次之,中部最少。这给全省的社会经济发展和全面建设小康社会带来了严重影响。通过对云南省森林生态系统水源涵养的动态评价,提升人民群众对森林生态效益的认识,加大对森林生态系统的保护力度,充分发挥森林在涵养水源方面的作用,提高和改善全省水资源状况。

## 2 研究方法

利用综合蓄水能力法<sup>[2]</sup>,估算和分析研究区森林生态系统对降雨的林冠层截留量(C)、枯枝落叶层持水量(L)和土壤层蓄水量(S),评价研究区不同类型森林的水源涵养效益。

1) 森林生态系统的总水源涵养量(WR)为:

$$WR = C + L + S \quad (1)$$

式中:C 为林冠层截留量(m<sup>3</sup>),L 为枯枝落叶层持水量(m<sup>3</sup>),S 为土壤层蓄水量(m<sup>3</sup>)。

2) 林冠层截留降水量(C)为:

$$C = \sum A_i \times R \times D_i \quad (2)$$

式中:A<sub>i</sub> 为第 i 类森林林冠截留率(%),R 为单次最大降雨量(m),D<sub>i</sub> 为第 i 类森林面积(hm<sup>2</sup>)。

3) 枯枝落叶层持水量(L)为:

$$L = \sum B_i \times D_i \quad (3)$$

式中:B<sub>i</sub> 为第 i 类森林枯枝落叶层最大持水量(m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)。

4) 土壤层蓄水量(S)为:

$$S = \sum K_i \times H \times D_i \quad (4)$$

式中:K<sub>i</sub> 为第 i 类森林土壤非毛管孔隙度(%),H 为土层厚度(m)。

## 3 数据来源

### 3.1 数据收集与处理

收集 2007 年和 2017 年 2 期森林资源连续清查数据。

2007 年全省林地面积 2 476.11 万 hm<sup>2</sup>,森林总面积 1 817.73 万 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率 47.50%。其中,针叶林面积 584.94 万 hm<sup>2</sup>,阔叶林面积 742.37 万 hm<sup>2</sup>,针阔混交林面积 145.39 万 hm<sup>2</sup>,经济林面积 108.93 万 hm<sup>2</sup>,竹林面积 9.12 万 hm<sup>2</sup>,特殊灌木林

面积 226.98 万  $\text{hm}^2$ 。在针叶林中,面积占优势的主要是云南松林,占针叶林面积的 49.96%,其次为思茅松林和冷杉林,分别占 10.09%和 5.82%;在阔叶林中,面积占优势的主要是阔叶混交林,占阔叶林面积的 15.14%,其次为栎类林和其它软阔类,分别占 14.04%和 8.65%。

2017 年全省林地面积 2 599.44 万  $\text{hm}^2$ ,森林总面积 2 106.16 万  $\text{hm}^2$ ,森林覆盖率 55.04%。其中,针叶林面积 583.49 万  $\text{hm}^2$ ,阔叶林面积 918.49 万

$\text{hm}^2$ ,针阔混交林面积 194.37 万  $\text{hm}^2$ ,经济林面积 166.52 万  $\text{hm}^2$ ,竹林面积 11.52 万  $\text{hm}^2$ ,特殊灌木林面积 231.77 万  $\text{hm}^2$ 。在针叶林中,面积占优势的主要是云南松林,占针叶林面积的 48.52%,其次为针叶混交林、杉木林、思茅松林和冷杉林,分别占 10.89%、9.95%、9.62%和 6.25%;在阔叶林中,面积占优势的主要是阔叶混交林,占阔叶林面积的 55.59%,其次为栎类林,占 17.65%(表 1,图 1)。

表 1 各类森林面积统计

Tab. 1 Areas of various forest types

年度	合计	针叶林	阔叶林	针阔混交林	经济林	竹林	特别灌木林
2007 年面积/ $\text{hm}^2$	1817.73	584.94	742.37	145.39	108.93	9.12	226.98
占比/%	100	32.18	40.84	8.00	5.99	0.50	12.49
2017 年面积/ $\text{hm}^2$	2106.16	583.49	918.49	194.37	166.52	11.52	231.77
占比/%	100	27.70	43.61	9.23	7.91	0.55	11.00

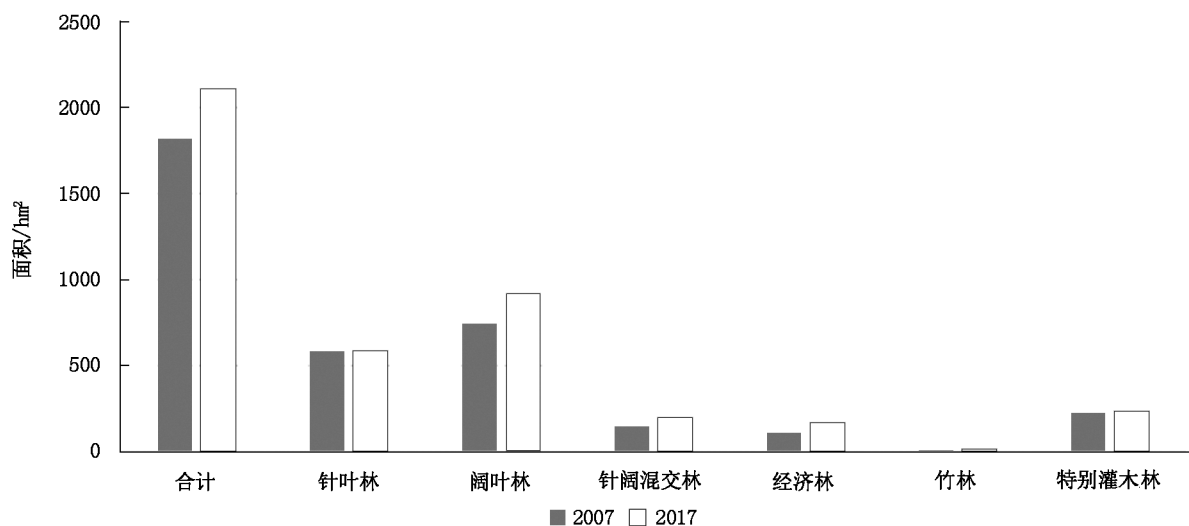


图 1 各类森林面积对比

Fig. 1 Areas comparison of various forest types

### 3.2 评价指标

由于森林植被类型不同,其林冠对降水的截留率也不同。根据收集的文献资料分析,估算出不同类型森林生态系统林冠层截留率、枯枝落叶层最大持水量、土壤层非毛管孔隙度。根据多年气象资料,平均降雨量为 1 131.6 mm(表 2)。

## 4 结果与分析

### 4.1 不同森林生态系统林冠层截留量

按公式(2)可以计算出,2007 年云南省森林生

态系统林冠层截留总量为  $580.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,其中针叶林林冠层截留量为  $184.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占林冠层截留总量的 31.7%;阔叶林为  $262.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占 45.1%;针阔混交林为  $35.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占 6.2%;经济林为  $32.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占 5.5%;竹林为  $2.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占 0.4%;特殊灌木林为  $64.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占 11.1%(表 3)。

2017 年云南省森林生态系统林冠层截留量为  $673.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,其中针叶林林冠截留量为  $183.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占林冠层截留总量的 27.3%;阔叶林为  $324.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,占 48.2%;针阔混交林为  $47.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,

表 2 不同森林类型生态系统林冠层截留率、枯枝落叶层最大持水量、土壤层非毛管孔隙度估算

Tab. 2 Estimation of canopy interception rate, maximum water holding capacity of litter layer and non-capillary porosity of soil in different forest ecosystems

森林类型	林冠层截留率 /%	枯枝落叶层最大持水量 / (t · hm <sup>-2</sup> )	土壤层非毛管孔隙度 /%
针叶林	27.8	20.8	13.2
阔叶林	31.2	16.5	19.6
针阔混交林	21.8	22.3	19.5
经济林	26.1	23.8	12.7
竹林	22.0	10.6	10.5
特殊灌木林	25.0	15.6	9.1

占 7.1%; 经济林为  $49.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 7.3%; 竹林为  $2.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 0.4%; 特殊灌木林为  $65.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 9.7% (表 4)。

按单位面积统计, 云南省森林生态系统林冠层截留量为  $319.4 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ , 其中针叶林林冠截留量为  $314.6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 阔叶林为  $353.1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 针阔混交林为  $246.7 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 经济林为  $295.3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 竹林为  $249.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 特殊灌木林为  $282.9 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

2017 年与 2007 年相比, 云南省森林生态系统林冠层截留量增加  $92.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 其中针叶林减少  $0.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 阔叶林增加  $62.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 针阔混交林增加  $12.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 经济林增加  $17.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 竹林增加  $0.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 特殊灌木林增加  $1.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。增加量排序为: 阔叶林 > 经济林 > 针阔混交林 > 特殊灌木林 > 竹林。

#### 4.2 不同森林生态系统枯枝落叶层截留量

按公式(3)可以计算出, 2007 年云南省森林生态系统枯枝落叶层截留量为  $61.7 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 其中针叶林枯枝落叶层截留量  $20.1 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占枯枝落叶层截留总量的 32.6%; 阔叶林为  $24.1 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 39.1%; 针阔混交林为  $6.8 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 11.0%; 经济林为  $2.6 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 4.2%; 竹林为  $0.2 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 0.3%; 特殊灌木林为  $7.9 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 12.8% (表 3)。

2017 年云南省森林生态系统枯枝落叶层截留量为  $71.5 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 其中针叶林枯枝落叶层截留量为  $20.1 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占枯枝落叶层截留总量的 28.1%; 阔叶林为  $29.8 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 41.7%; 针阔混交林为  $9.2 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 12.9%; 经济林为  $4.0 \times$

$10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 5.6%; 竹林为  $0.3 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 0.4%; 特殊灌木林为  $8.1 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 占 11.3% (表 4)。

按单位面积统计, 云南省森林生态系统枯枝落叶层截留量为  $34.0 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 其中针叶林枯枝落叶层截留量为  $34.4 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 阔叶林为  $32.4 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 针阔混交林为  $47.1 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 经济林为  $23.8 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 竹林为  $26.0 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 特殊灌木林为  $34.9 \text{ t}/\text{hm}^2$ 。

2017 年与 2007 年相比, 云南省森林生态系统枯枝落叶层截留量增加  $9.8 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 其中阔叶林增加  $5.7 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 针阔混交林增加  $2.4 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 经济林增加  $1.4 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 竹林增加  $0.1 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ ; 特殊灌木林增加  $0.2 \times 10^7 \text{ t}/\text{hm}^2$ 。增加量排序为阔叶林 > 针阔混交林 > 经济林 > 特殊灌木林 > 竹林。

#### 4.3 不同森林生态系统土壤层蓄水量

按公式(4)可以计算出, 2007 年云南省森林生态系统土壤层蓄水量为  $2905.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 其中针叶林土壤层蓄水量为  $772.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占土壤层总蓄水量的 26.5%; 阔叶林为  $1455.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 50.0%; 针阔混交林为  $283.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 9.8%; 经济林为  $162.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 5.6%; 竹林为  $10.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 0.4%; 特殊灌木林为  $222.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 7.7% (表 3)。

2017 年云南省森林生态系统土壤层蓄水量为  $3437.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 其中针叶林土壤层蓄水量为  $770.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占土壤层总蓄水量的 22.4%; 阔叶林为  $1800.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ , 占 52.4%; 针阔混交林为  $379.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 11.0%; 经济林为  $248.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 7.2%; 竹林为  $13.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 0.4%; 特殊灌木林为  $227.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 占 6.6% (表 4)。

按单位面积统计, 云南省森林生态系统土壤层蓄水量为  $1598.6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ , 其中, 针叶林土壤层蓄水量为  $1320.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 阔叶林为  $1960.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 针阔混交林为  $1950.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 经济林为  $1490.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 竹林为  $1150.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ; 特殊灌木林为  $980.0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

2017 年与 2007 年相比, 云南省森林生态系统土壤层蓄水量增加  $53.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 其中针叶林减少  $1.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 阔叶林增加  $345.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 针阔混交林增加  $95.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 经济林增加  $85.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 竹林增加  $2.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 特殊灌木林增加  $4.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。增加量排序为: 阔叶林 > 针阔混交林 > 经济林 > 特殊灌木林 > 竹林。

#### 4.4 不同森林生态系统水源涵养能力

按公式(1)估算, 2007 年云南省森林生态系统

总涵养水源能力为  $3\,548.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,952.0 \text{ t/hm}^2$ 。其中针叶林涵养水源能力为  $976.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,668.9 \text{ t/hm}^2$ ; 阔叶林涵养水源能力为  $1\,741.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力  $2\,345.5 \text{ t/hm}^2$ ; 针阔混交林涵养水源能力为  $326.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $2\,243.6 \text{ t/hm}^2$ ; 经济林涵养水源能力为  $197.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,809.4 \text{ t/hm}^2$ ; 竹林涵养水源能力为  $13.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,425.4 \text{ t/hm}^2$ ; 特殊灌木林涵养水源能力为  $294.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,297.5 \text{ t/hm}^2$ 。总涵养水源能力排序为: 土壤层蓄水(占 81.9%) > 林冠层截留(占 16.4%) > 枯枝落叶层持水(1.7%), 土壤层是森林涵养水源的主体; 阔叶林(占 49.4%) > 针叶林(占 27.5%) > 针阔混交林(占 9.2%) > 特殊灌木林(占 8.3%) > 经济林(占 5.6%) > 竹林(占 0.4%), 阔叶林是森林涵养水源的主体。按单位面积涵养水源能力排序为: 阔叶林 > 针阔混交林 > 经济林 > 针叶林 > 竹林 > 特殊灌木林。

按公式(1)估算, 2017年云南省森林生态系统总涵养水源能力为  $4\,182.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,986.0 \text{ t/hm}^2$ 。其中针叶林涵养水源能力为  $973.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,669.1 \text{ t/hm}^2$ ; 阔叶林涵养水源能力为  $2\,154.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $2\,345.5 \text{ t/hm}^2$ ; 针阔混交林涵养水源能力为  $436.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $2\,243.7 \text{ t/hm}^2$ ; 经济林涵养水源能力为  $301.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为

$1\,809.4 \text{ t/hm}^2$ ; 竹林涵养水源能力为  $16.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,423.6 \text{ t/hm}^2$ ; 特殊灌木林涵养水源能力为  $300.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,297.8 \text{ t/hm}^2$ 。总涵养水源能力排序为: 土壤层蓄水(占 82.2%) > 林冠层截留(占 16.1%) > 枯枝落叶层持水(1.7%), 土壤层是森林涵养水源的主体; 阔叶林(占 51.5%) > 针叶林(占 23.3%) > 针阔混交林(占 10.4%) > 特殊灌木林(占 8.3%) > 经济林(占 5.6%) > 竹林(占 0.4%), 阔叶林是森林涵养水源的主体。按单位面积涵养水源能力排序为: 阔叶林 > 针阔混交林 > 经济林 > 针叶林 > 竹林 > 特殊灌木林。

2017年与2007年相比, 云南省森林生态系统总涵养水源增加量为  $634.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 其中针叶林减少  $2.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 阔叶林增加  $413.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 针阔混交林增加  $109.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 经济林增加  $104.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 竹林增加  $3.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ ; 特殊灌木林增加  $6.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。增加量排序为: 阔叶林 > 针阔混交林 > 经济林 > 特殊灌木林 > 竹林。

云南省森林生态系统水源涵养能力估算结果详见图 2, 表 3, 表 4, 表 5。

### 5 结论与讨论

1) 云南省 2007 年森林生态系统总涵养水源能力为  $3\,548.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\,952.0 \text{ t/hm}^2$ , 经济价值达  $2.84 \times 10^{11}$  元; 2017 年森

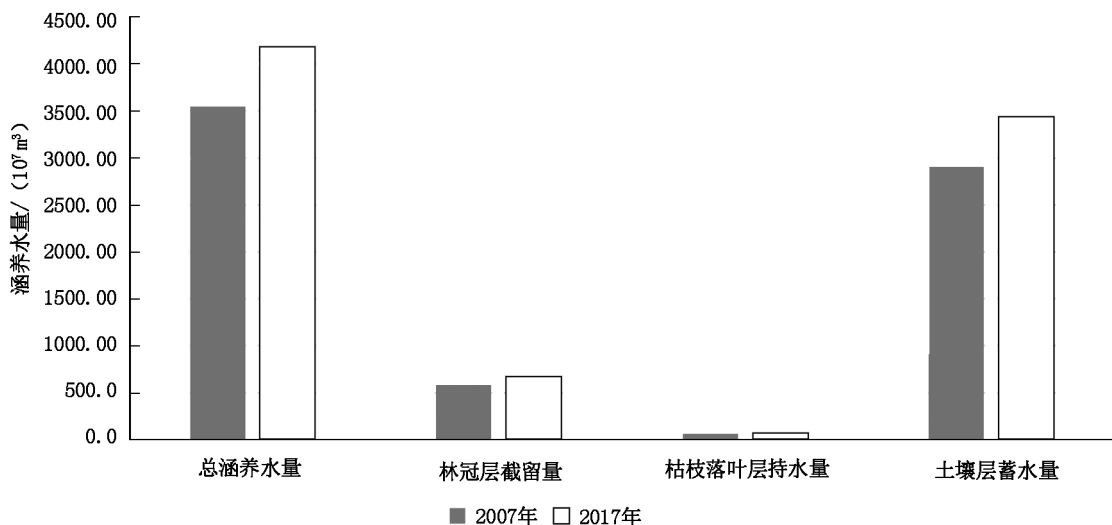


图 2 2007 年与 2017 年森林生态系统总涵养水量对比

Fig. 2 Comparison of total water conservation of forest ecosystem between 2007 and 2017

表 3 2007 云南省森林生态系统水源涵养能力估算

Tab. 3 Estimation of water conservation capacity of forest ecosystem in Yunnan Province in 2007

森林类型	合计	林冠层		枯枝落叶层		土壤层	
		截留量 /(10 <sup>7</sup> · m <sup>3</sup> )	占比 /%	截留量 /(10 <sup>7</sup> t· hm <sup>-2</sup> )	占比 /%	蓄水量 /(10 <sup>7</sup> · m <sup>3</sup> )	占比 /%
计	3548.2	580.7	16.4	61.7	1.7	2905.8	81.9
针叶林	976.2	184.0	18.8	20.1	2.1	772.1	79.1
阔叶林	1741.2	262.1	15.1	24.1	1.4	1455.0	83.6
针阔混交林	326.2	35.9	11.0	6.8	2.1	283.5	86.9
经济林	197.1	32.2	16.3	2.6	1.3	162.3	82.3
竹林	13.0	2.3	17.7	0.2	1.5	10.5	80.8
特殊灌木林	294.5	64.2	21.8	7.9	2.7	222.4	75.5

表 4 2017 云南省森林生态系统水源涵养能力估算

Tab. 4 Estimation of water conservation capacity of forest ecosystem in Yunnan Province in 2017

森林类型	合计	林冠层		枯枝落叶层		土壤层	
		截留量 /(10 <sup>7</sup> · m <sup>3</sup> )	占比 /%	截留量 /(10 <sup>7</sup> t· hm <sup>-2</sup> )	占比 /%	蓄水量 /(10 <sup>7</sup> · m <sup>3</sup> )	占比 /%
计	4182.8	673.5	16.1	71.5	1.7	3437.8	82.2
针叶林	973.9	183.6	18.9	20.1	2.1	770.2	79.1
阔叶林	2154.3	324.3	15.1	29.8	1.4	1800.2	83.6
针阔混交林	436.1	47.9	11.0	9.2	2.1	379.0	86.9
经济林	301.3	49.2	16.3	4.0	1.3	248.1	82.3
竹林	16.4	2.9	17.7	0.3	1.8	13.2	80.5
特殊灌木林	300.8	65.6	21.8	8.1	2.7	227.1	75.5

表 5 2007 年与 2017 云南省森林生态系统水源涵养能力对比

Tab. 5 Comparison of water conservation capacity of forest ecosystem between 2007 and 2017 in Yunnan Province

年度	总涵养水量	林冠层截留量 /(10 <sup>7</sup> ·m <sup>3</sup> )	枯枝落叶层截留量 /(10 <sup>7</sup> t/hm <sup>2</sup> )	土壤层蓄水量 /(10 <sup>7</sup> ·m <sup>3</sup> )
2007 年	3548.2	580.7	61.7	2905.8
2017 年	4182.8	673.5	71.5	3437.8
增减量	634.6	92.8	9.8	532.0

林生态系统总涵养水源能力为  $4\ 182.8 \times 10^7\ m^3$ , 单位面积水源涵养能力为  $1\ 986.0\ t/hm^2$ , 经济价值达  $3.35 \times 10^{11}$  元。2017 年与 2007 年相比, 总涵养水源增加量达  $634.6 \times 10^7\ m^3$ , 平均每年增加  $63.5 \times 10^7\ m^3$ ; 经济价值增加  $5.1 \times 10^{10}$  元, 平均每年增加  $5.0 \times 10^9$  元, 效益非常显著。

2) 不同类型森林生态系统总涵养水源能力排序为: 土壤层蓄水 > 林冠层截留 > 枯枝落叶层持水, 土壤层是森林涵养水源的主体, 通过保护森林土壤, 可有效提升森林涵养水源能力。

3) 不同类型森林生态系统单位面积涵养水源能力排序为: 阔叶林 > 针阔混交林 > 经济林 > 针叶林 > 竹林 > 特殊灌木林, 通过保护好现有的阔叶林, 在营造林和森林抚育时尽量营造阔叶林和针阔混交林, 可不断提高区域森林生态系统水源涵养能力。

4) 通过收集已发表的文献, 采用综合蓄水能力法估算云南省森林生态系统水源涵养能力, 对比 2007 年与 2017 年总涵养水量的变化, 目的是为说明森林生态系统在涵养水源方面的重要作用, 旨在提高全民森林保护意识, 合理经营和利用森林资源, 以充分发挥其生态效益。由于森林生态系统涵养水源功能涉及植被、气候、地质地貌、社会经济等多个因素, 所得结论仅反映理论上云南省森林生态系统涵养水源能力, 估算评价结果并不代表实际状态下的森林蓄水量。但随着研究的不断深入, 采取的手段和方法更加合理, 将能够更加接近于现实森林生态系统的涵养水源能力。

参考文献:

[1] 张彪, 李文华, 谢高地, 等. 森林生态系统的水源涵养功能及其计量方法[J]. 生态学杂志, 2009, 28(3): 529-534.

[2] 陈东立, 余新晓, 廖帮洪. 中国森林生态系统水源涵养功能分析[J]. 世界林业研究, 2005, 18(1): 49-54.

[3] 刘彩云, 陈永卫, 李会玲, 等. 洛南县森林生态系统水源涵养功能评价[J]. 水土保持, 2018, 6(1): 7-12.

[4] 赵元藩, 温庆忠, 艾建林, 等. 云南森林生态系统服务功能价值评估[J]. 林业科学研究, 2010, 23(2): 184-190.

[5] 国家林业局. 森林生态系统服务功能评估规范(LY/T1721-2008)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.017

## 赣东北地区不同林分类型的生态服务功能价值评估

肖舜祯

(国家林业和草原局华东调查规划设计院,浙江 杭州 310019)

**摘要:**采用分布式计算方法与 NPP 实测法,基于不同林分类型的生态服务功能,从物质量和价值量两个方面对江西省广丰县的森林生态服务功能价值进行了评估。结果表明,研究区森林生态效益总价值为 41.56 亿元,森林提供的生态价值平均为 5.42 万元/hm<sup>2</sup>·年,涵养水源、固碳释氧和生物多样性保护价值合计达到总价值的 88.02%。不同林分类型提供的生态效益价值排序为马尾松>灌木林>竹林>混交林>硬阔类>杉木>软阔类>国外松。单位面积不同林分类型提供的六项生态服务效益中,混交林提供的价值最大,为 7.86 万元/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**林分类型;生态效益;生态服务功能;物质核算;价值评估;江西省

中图分类号:S758.5;S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0096-04

引文格式:肖舜祯.赣东北地区不同林分类型的生态服务功能价值评估[J].林业调查规划,2020,45(1):96-99,131.

XIAO Shunzhen. Value Evaluation of Ecological Services of Different Stand Types in Northeast Jiangxi [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 96-99, 131.

## Value Evaluation of Ecological Services of Different Stand Types in Northeast Jiangxi

XIAO Shunzhen

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

**Abstract:** The value of ecological services of different stand types in Guangfeng County, Jiangxi Province was evaluated from two aspects of substance amount and value by using the distributed calculation method and NPP measurement method. The results showed that the total value of forest ecological benefits in the study area was 4.156 billion yuan, and the average ecological value provided by the forest was 54 200 yuan / (hm<sup>2</sup> · a). The value of water conservation, carbon sequestration and oxygen release and biodiversity conservation reached 88.02% of the total value. The order of ecological value provided by different forest types was *Pinus massoniana* > shrub > bamboo > mixed forests > hard broad forests > *Cunninghamia lanceolata* > soft broad forests > *Pinus elliottii*. The value of ecological service provided by the mixed forests was up to 78 600 yuan/hm<sup>2</sup>, which was the largest among the six ecological services.

**Key words:** stand types; ecological benefit; ecological services; accounting of substance amount; value evaluation; Jiangxi Province

收稿日期:2019-07-22.

第一作者:肖舜祯(1976-),男,江西新干人,硕士,高级工程师。主要从事森林资源监测与评价、林业碳汇计量等方面的工作。Email:xue-shuyuandi1980@163.com

“绿水青山就是金山银山”的生态发展理念已经成为当下指导我国林业可持续发展的重要理论基础,同时该理论也提出了自然资源价值核算的科学问题。在此背景下,如何客观、动态、科学地评估森林的生态服务功能,解决好生产发展与生态建设保护的关系,估测不同尺度下的主要森林类型生物量与碳储量,进行森林生态系统服务功能的价值评估,从而反映不同区域的森林资源保护与发展进程等一系列问题显得尤为重要。一直以来,我国高度重视森林生态服务功能效益评估方面的研究,经过几十年的借鉴吸收和研究探索,建立了相应的评估方法和定量标准,为开展全国森林生态服务价值评估奠定了基础<sup>[1]</sup>。目前,大尺度森林生态服务价值评估在模型建立、指标体系构建和数据耦合方法等方面还需要进一步探讨,客观科学评估多项生态功能也存在一定困难<sup>[2]</sup>。基于以上认识基础,本研究采用分布式计算方法与 NPP 实测法,基于不同林分类型的生态服务功能,从物质量和价值量两个方面对研究区的森林生态服务功能价值进行了评估,为合理化区域森林生态服务功能价值提供基础数据和林业可持续发展提供科学依据。

## 1 研究区概况

广丰县位于江西省东北部,上饶市东部,地理坐标为 118°1'18"~118°29'15"E, 28°3'30"~28°37'23"N。全县土地总面积为 137 779 hm<sup>2</sup>,其中林业用地面积为 84 218.31 hm<sup>2</sup>,占 61.1%。研究区内山岭起伏,群山环绕,南部为武夷山脉盘踞,东部为仙霞岭支脉所绵亘,形成东南高,西北低的地势。研究区年平均气温 17.9℃,极端最高气温 40.5℃,极端最低气温 -9℃;年平均无霜期 247d;年均降雨量 1847.9 mm,蒸发量为 1 516.8 mm,相对湿度 78%;日照时数为 1 659.2 h,年太阳辐射总量 108.8 kcal/cm<sup>2</sup>。境内植被种类繁多,木本植物 300 多种,主要类型有马尾松、国外松(主要为湿地松)、杉木、硬阔类、软阔类、混交林、竹林、灌木林 8 个树种组。其中,马尾松 3.79 万 hm<sup>2</sup>,占 60.19%;国外松 0.063 万 hm<sup>2</sup>,占 1.01%;杉木 0.58 万 hm<sup>2</sup>,占 9.28%;硬阔类 0.41 万 hm<sup>2</sup>,占 6.45%;软阔类 0.11 万 hm<sup>2</sup>,占 1.74%;混交林 0.47 万 hm<sup>2</sup>,占 7.45%;竹林 0.88 万 hm<sup>2</sup>,占 13.90%。

## 2 研究方法

应用《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/

T 1721-2008)行业标准和相关研究成果<sup>[3]</sup>,采用分布式计算方法与 NPP 实测法,由点上剖析推至面上分析,从物质量和价值量两个方面对研究区的森林生态服务功能价值进行评估<sup>[4-7]</sup>。采用的数据主要有三个来源,一是依据森林生态系统定位观测指标体系(LY/T 1606-2003)开展的长期、连续、定位观测研究数据集;二是 2014 年森林资源二类调查数据;三是我国权威机构公布的社会经济数据。通过分析研究区的森林资源特点并考虑到其它指标计算方法的不确定性,本评估不涉及森林防护、森林游憩、降低噪音的功能及其价值。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同林分类型的生态服务功能质量核算

#### 3.1.1 总物质量

不同林分类型涵养水源量介于 237.08 万 m<sup>3</sup>/年~1.42 亿 m<sup>3</sup>/年,其中马尾松最大,灌木林次之,竹林第三,国外松最小。

##### 1) 保育土壤功能

不同林分类型固土量 9 297.96 t~55.62 万 t/年,其中马尾松最大,灌木林和竹林次之,国外松最小;减少土壤 N 的损失量 6.51~389.35 t/年,其中马尾松最大,灌木林次之,竹林第三,国外松最小;减少土壤 P 的损失量 7.90~472.77 t/年,其中马尾松最大,灌木林次之,竹林第三,国外松最小;减少土壤 K 损失量 125.15~7 486.52 t/年,其中马尾松最大,灌木林次之,竹林第三,国外松最小;减少有机质的损失量 178.33~10 667.71 t/年,其中马尾松最大,灌木林次之,竹林第三,国外松最小。

##### 2) 固碳释氧功能

不同林分类型固碳量 1 061.76~63 514.77 t/年,其中马尾松最大,竹林次之,灌木林第三,国外松最小;释氧量 2 418.02~144 647.09 t/年,其中马尾松最大,竹林次之,灌木林第三,国外松最小。

##### 3) 积累营养物质功能

不同林分类型林木积累 N 物质质量 33.93~2 029.93 t/年,其中马尾松最大,杉木次之,混交林第三,国外松最小;积累 P 量 2.76~194.48 t/年,其中马尾松最大,硬阔类次之,杉木第三,软阔类最小;积累 K 量 13.82~826.56 t/年,其中马尾松最大,灌木林、竹林次之,国外松最小。

##### 4) 净化大气环境功能

不同林分类型提供负离子 6.59E+13~3.94E+

15 亿个,其中马尾松最大,竹林次之,混交林第三,国外松最小;吸收二氧化硫量 9.15~818.00 万 kg/年,其中马尾松最大,杉木次之,灌木林第三,软阔类最小;氟化物量 891.87~176 422.53 kg/年,其中马尾松最大,杉木次之,竹林第三,软阔类最小;吸收氮氧化物量 3 805.44~227 641.98 kg/年,其中马尾松最大,灌木林次之,杉木第三,国外松最小;滞尘量 0.11~12.60 亿 kg/年,其中马尾松最大,杉木次之,灌木林第三,软阔类最小。

### 3.1.2 单位面积物质质量

研究区不同林分类型的涵养水源量为 2 071.45~6 302.25 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>·年,其中混交林最大,灌木林次之,竹林第三,杉木最小。

#### 1) 保育土壤功能

固土量为 14.16~15.66 t/hm<sup>2</sup>·年,其中杉木、硬阔类和竹林最大,硬阔类次之,杉木第三,灌木林最小;减少土壤 N 损失量 0.010~0.022 t/hm<sup>2</sup>·年,其中硬阔类最大,竹林次之,软阔类第三,国外松最小;减少土壤 P 损失量 0.011~0.018 t/hm<sup>2</sup>·年,其中其中竹林最大,硬阔类次之,软阔类第三,杉木最小;减少土壤 K 损失量 0.18~0.21 t/hm<sup>2</sup>·年,其中其中硬阔类最大,杉木次之,混交林第三,竹林最小;减少有机质损失量 0.28~0.53 t/hm<sup>2</sup>·年,其中其中硬阔类最大,灌木林次之,竹林第三,国外松最小。

#### 2) 固碳释氧功能

固碳量为 1.38~3.29 t/hm<sup>2</sup>·年,其中混交林最大,杉木次之,竹林第三,灌木林最小;释氧量为 3.03~8.15 t/hm<sup>2</sup>·年,其中混交林最大,杉木次之,竹林第三,灌木林最小。

#### 3) 林分积累养分功能

林木积累 N 量为 0.009~0.11 t/hm<sup>2</sup>·年,其中混交林最大,杉木次之,马尾松第三,竹林最小;积累

P 量为 0.000 7~0.042 t/hm<sup>2</sup>·年,其中硬阔类最大,混交林次之,杉木第三,竹林最小;积累 K 量为 0.022~0.061 t/hm<sup>2</sup>·年,其中硬阔类最大,混交林次之,杉木第三,灌木林最小。

#### 4) 净化大气环境功能

提供负离子量为 1.80E+10~1.85 E+11 亿个/hm<sup>2</sup>·年,其中竹林最大,国外松次之,马尾松第三,灌木林最小;吸收二氧化硫量为 73.06~215.60 kg/hm<sup>2</sup>·年,其中杉木最大,混交林次之,竹林最小;吸收氟化物量为 0.50~4.65 kg/hm<sup>2</sup>·年,其中杉木最大,混交林次之,灌木林最小;吸收氮氧化物量为 3.00~6.00 kg/hm<sup>2</sup>·年,其中软阔类最大,杉木次之,竹林最小;滞尘量为 10 1100~33 200 kg/hm<sup>2</sup>·年,其中马尾松最大,杉木次之,灌木林最小。

### 3.2 森林生态服务功能价值量评估

#### 3.2.1 总价值量及其单位面积价值量

研究区森林生态效益的总价值为 41.56 亿元(图 1)。其中,涵养水源价值为 27.27 亿元,保育土壤价值为 1.18 亿元,固碳释氧价值为 5.28 亿元,积累营养物质价值为 0.85 亿元,净化大气环境价值为 2.95 亿元,生物多样性保护价值为 4.03 亿元。各项生态效益价值排序为涵养水源>固碳释氧>生物多样性保护>净化大气环境>保育土壤>营养物质积累。森林生态系统六项功能合计单位面积价值为 5.42 万元/hm<sup>2</sup>·a,其中涵养水源单位面积价值为 3.56 万元/hm<sup>2</sup>·a,保育土壤单位面积价值为 0.15 万元/hm<sup>2</sup>·a,固碳释氧单位面积价值为 0.69 万元/hm<sup>2</sup>·a,积累营养物质单位面积价值为 0.11 万元/hm<sup>2</sup>·a,净化大气环境单位面积价值为 0.38 万元/hm<sup>2</sup>·a,生物多样性保护单位面积价值为 0.53 万元/hm<sup>2</sup>·a。

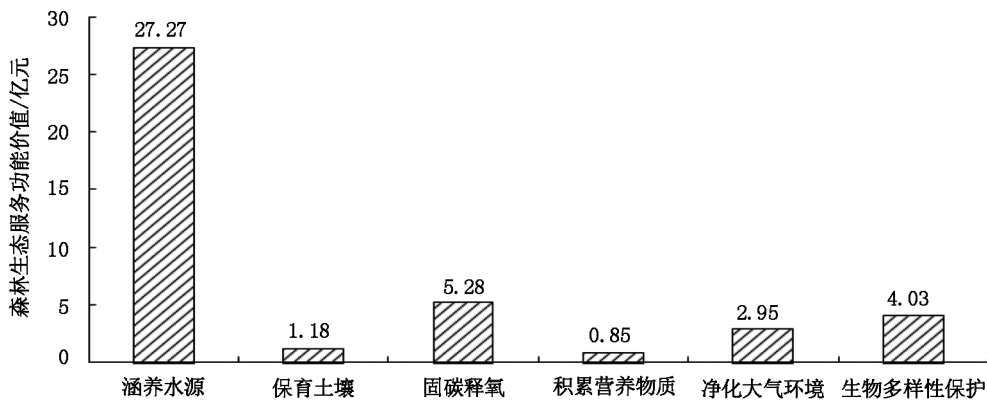


图 1 研究区森林生态服务功能价值构成

Fig. 1 Value composition of forest ecosystem services in the study area



### 3.2.2 不同林分类型的生态服务功能价值量评估

研究区不同林分类型提供的生态效益价值排序为马尾松>灌木林>竹林>混交林>硬阔类>杉木>软阔类>国外松。其中,马尾松提供的生态效益价值最大,为 18.22 亿元;其次是灌木林,提供的生态效益价值为 8.36 亿元;国外松提供的生态效益价值最小,为 0.30 亿元。不同林分类型提供的涵养水源价值为 0.19~11.16 亿元/年,排序为马尾松>灌木林>竹林>混交林>硬阔类>杉木>软阔类>国外松。不同林分类型提供的保育土壤价值为 89.83~5 373.52 万元/年,排序为马尾松>灌木林>竹林>杉木>混交林>硬阔类>软阔类>国外松。不同林分类型提供的固碳释氧价值为 369.21~22 086.64 万元/年,排序为马尾松>竹林>灌木林>杉木>混交林>硬阔类>软阔类>国外松。不同林分类型提供的积累营养物质价值为 69.45~4 154.74 万元/年,排序为马尾松>杉木>混交林>灌木林>硬阔类>竹林>软阔类>国外松。不同林分类型提供的净化大气环境价值为 183.85~20 017.37 万元/年,排序为马尾松>杉木>灌木林>竹林>混交林>硬阔类>国外松>软阔类。不同林分类型提供的生物多样性保护价值为 317.12~18 970.39 万元/年,排序为马尾松>混交林>竹林>灌木林>硬阔类>杉木>软阔类>国外松。

不同林分类型提供的六项生态服务功能单位面积的生态效益中,混交林提供的生态效益价值最大,为 7.86 万元/hm<sup>2</sup>;其次是竹林,提供的生态效益价值为 6.47 万元/hm<sup>2</sup>;国外松提供的生态效益价值最小,为 4.02 万元/hm<sup>2</sup>。不同林分类型单位面积提供的涵养水源价值为 1.63~4.96 万元/hm<sup>2</sup>·年,排序为混交林>灌木林>竹林>硬阔类>马尾松>国外松>软阔类>杉木。不同林分类型单位面积提供的保育土壤价值为 1 416.31~1 790.60 元/hm<sup>2</sup>·年,排序为硬阔类>竹林>灌木林>软阔类>混交林>杉木>马尾松>国外松。不同林分类型单位面积提供的固碳释氧价值为 4 691.21~12 192.56 元/hm<sup>2</sup>·年,排序为混交林>杉木>竹林>硬阔类>马尾松>国外松>软阔类>灌木林。不同林分类型单位面积提供的积累营养物质价值为 295.19~2 207.62 元/hm<sup>2</sup>·年,排序为混交林>杉木>硬阔类>马尾松>国外松>软阔类>灌木林>竹林。不同林分类型单位面积提供的净化大气环境价值为 1 629.11~5 276.01 元/hm<sup>2</sup>·年,排序为马尾松>国外松>杉木>混交林>竹林>软阔类>硬阔类>灌木林。不同林分类型单位面

积提供的生物多样性保护价值为 3 000~10 000 元/hm<sup>2</sup>·年,排序为混交林>硬阔类>软阔类>马尾松>国外松>杉木>竹林>灌木林。

## 4 结论与讨论

评估结果表明,广丰县森林生态效益总价值为 41.56 亿元,每公顷森林提供的价值平均为 5.42 万元/hm<sup>2</sup>·年。其中,涵养水源的价值为 27.28 亿元,占 65.62%;保育土壤的价值为 1.18 亿元,占 2.84%;固碳释氧的价值为 5.28 亿元,占 12.7%;积累营养物质的价值为 0.85 亿元,占 2.83%;净化大气环境的价值为 2.95 亿元,占 7.10%;生物多样性保护的的价值为 4.03 亿元,占 9.70%。涵养水源、固碳释氧和生物多样性保护价值合计达到总价值的 88.02%。各森林类型中,马尾松的六项功能均最大;除净化大气环境,国外松的其它 5 项功能价值均最小;从不同森林类型单位面积提供的六项生态服务功能来看,混交林的水源涵养、固碳释氧、积累营养物质、生物多样性保护功能均最大;硬阔类的保育土壤功能最大;而马尾松的净化大气环境功能最大;灌木林的固碳释氧、净化大气环境、生物多样性保护功能最小。

森林的生态服务功能价值评估是个复杂的科学问题,一些评价指标还存在难以量化的问题,因而在国民经济核算体系中无法得到广泛应用。目前正在进行的自然资源资产负债表的编制工作已经取得了阶段性的成果,森林资源作为主要的自然资源其生态效益占据着重要地位<sup>[8-12]</sup>。因此,森林生态服务功能价值评估的目的在于尽快将自然资源和环境因素纳入国民经济核算体系,最终为绿色 GDP 的核算以及森林生态效益补偿机制的完善提供科学依据<sup>[13]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 《中国森林生态服务功能评估》项目组. 中国森林资源生态服务功能评估[M]. 北京:中国林业出版社,2010.
- [2] 张永利,杨锋伟,王兵,等. 中国森林生态系统服务功能研究[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [3] 王兵,杨锋伟,郭浩. 森林生态系统服务功能评估规范[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [4] 韩玉洁,孙文,张文文. 基于分布式测算方法的上海城市森林生态系统服务功能评[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2019(2):147-155. (下转第 131 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.018

## 广西森林资源与生态状况监测体系建设构想

罗蔚生,农胜奇,蔡会德,卢峰,莫奇京,李惺颖

(广西壮族自治区森林资源与生态环境监测中心,广西 南宁 530022)

**摘要:**阐述广西森林资源与生态状况监测取得的监测体系不断完善,监测指标内容日益丰富,调查和监测机构队伍不断壮大,监测技术和设备不断改善,监测成果产出和应用广泛等成就;针对监测体系中存在的监测周期长、指标不完善,系统未整合优化、效率不高,专项监测和评估有待完善,定位观测及网络建设有待加强,仪器设备缺乏、监测手段落后,人才缺乏、软硬件设备不足等问题;从总体思路、建设目标、监测指标、监测体系组成等方面提出了广西森林资源与生态状况监测体系建设的初步构想和组织管理、经费投入、联动机制、人才队伍、科技创新等方面的保障措施。

**关键词:**森林资源;生态状况;监测体系;广西壮族自治区

中图分类号:S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0100-06

**引文格式:**罗蔚生,农胜奇,蔡会德,等.广西森林资源与生态状况监测体系建设构想[J].林业调查规划,2020,45(1):100-105.

LUO Weisheng, NONG Shengqi, CAI Huide, et al. Conception on Construction of Forest Resources and Ecological Monitoring System in Guangxi [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 100-105.

## Conception on Construction of Forest Resources and Ecological Monitoring System in Guangxi

LUO Weisheng, NONG Shengqi, CAI Huide, LU Feng, MO Qijing, LI Xingying

(Guangxi Forest Resources and Environment Monitoring Center, Nanning 530022, China)

**Abstract:** The monitoring system of forest resources and ecological status in Guangxi was improved with enriched monitoring indicators, growing investigation and monitoring institutions, improved monitoring technology and equipment and widely used monitoring results. In view of the problems existing in the monitoring system, such as long monitoring cycle, imperfect indicators, incomplete system integration and optimization, low efficiency, imperfect special monitoring, positioning observation and network construction, lack of instruments, backward monitoring means, deficient talents, software and hardware equipment, this paper put forward the preliminary conception on the construction of the monitoring system of forest resources and ecological status and the guarantee measures of organization and management, funds input, linkage mechanism, talent team and scientific and technological innovation from the aspects of overall thinking, construction objectives, monitoring indicators, and monitoring system composition.

**Key words:** forest resources; ecological status; monitoring system; Guangxi Zhuang Autonomous Region

收稿日期:2019-08-05.

基金项目:广西森林资源与生态状况关键指标监测与预警技术研究(桂林科字〔2016〕25号)广西大瑶山森林生态系统国家定位观测研究站运行补助经费资助.

第一作者:罗蔚生(1984-),男,广西岑溪人,硕士,工程师.主要从事森林资源与生态环境监测工作. Email:17945999@qq.com

林业资源与生态状况监测发展,与林业的发展历程,人们对林业需求的变化和相关学科理论与现代技术的发展息息相关<sup>[1]</sup>。20世纪80年代中期以后,以美国、德国为代表的北美和欧洲先进国家,经过长期探索,形成了成熟有效的国家森林资源监测抽样体系,特别是在森林生态环境与健康状况监测与评价、监测设备研发和遥感技术应用、森林资源多功能及多目标监测等方面都具有领先地位<sup>[2-6]</sup>,总体呈现出监测系统综合化与监测内容多元化、监测周期缩短与监测频率加大、高新技术应用与效率和精度提高等3个方向的趋势和特点<sup>[7]</sup>。

我国森林资源监测工作始于20世纪50年代初,60多年来,林业建设经历了由木材生产为主向生态建设为主的历史性转变<sup>[8]</sup>。进入21世纪,生态需求已成为社会对林业的第一需求<sup>[9]</sup>,国家林业局提出了森林资源和生态状况综合监测体系建设总体战略思路,在广东、内蒙古等省(区)开展了试点并取得一定成效,为森林监测逐步过渡到森林资源和生态状况综合监测奠定了基础<sup>[7]</sup>。许多专家和林业工作者也对如何建立综合监测体系等问题进行了探讨与实践,如肖兴威<sup>[10]</sup>、闫宏伟<sup>[11]</sup>、周光辉<sup>[12]</sup>、曾伟生<sup>[1,13-14]</sup>等从全国的站位对国家综合监测体系建设进行了分析和探讨;广东邓鉴锋<sup>[15]</sup>、叶金盛<sup>[9]</sup>、薛春泉<sup>[16]</sup>、内蒙古陈玉山<sup>[17]</sup>、浙江陶吉兴<sup>[18]</sup>、刘安兴<sup>[19]</sup>、湖南李晖<sup>[20]</sup>等结合各省实际,从各区域具体的生态监测系统类别选择、监测内容多元化与多功能化、监测技术与信息科学整合、系统化协同监测等方面进行了各种实践和探讨。总体来说,我国已基本建立涵盖森林、荒漠化、湿地等陆地生态系统的生物多样性及森林生态定位监测体系,具备了较完善的组织管理和技术保障系统,为我国林业发展和生态建设提供科学、详实的基础数据<sup>[7]</sup>。但整个综合监测体系还不能适应新形势生态建设的步伐,在指标完整性、监测协调性、数据时效性以及成果发布与应用、信息处理与综合评价等方面还存在一些不足。如何实现各生态系统协同监测,建成系统化、网络化、规范化的综合监测与评价体系,仍是当前需迫切解决的一项重要任务。结合广西实际,为适应新形势下林业发展与生态建设的需要,有必要对广西森林资源与生态状况监测体系建设进行探索和设计。

## 1 森林资源与生态状况监测体系建设成效

### 1.1 监测体系不断完善

以1977年森林资源连续清查体系建立为标志,

经过40多年的发展,广西林业资源调查与监测已由原来以森林资源监测为主,逐步向资源和生态状况综合监测体系转变。监测内容和技术体系不断完善,技术手段和设备不断更新,调查监测机构与队伍不断壮大,初步建立了以森林资源连续清查为基础,各专项监测相结合的林业生态状况监测体系。

1) 森林资源监测。建立了森林资源连续清查体系,布设固定样地4 946个;建立了二类调查、林地变更调查体系;开展市县森林覆盖率监测,布设遥感样地21.8万个;开展公益林资源与生态状况监测,布设监测样地80个。总体形成了每隔10年开展1次二类调查,每隔5年开展1次森林资源连清查,每年开展1次森林覆盖率、公益林监测以及林地变更调查的工作机制,实现了全区森林资源主要指标的动态监测和林地小班森林资源基础数据动态变化更新。

2) 湿地和动植物资源监测。于2000年、2011年分别完成了广西湿地资源第一、二次本底调查,实现了国家重要湿地保有量及动态变化监测。于1997—2001、2012—2018年开展了两次重点保护野生植物资源专项调查和陆生野生动物资源专项调查,掌握了区内野生动植物资源种类、数量、分布及生境状况、利用状况、研究状况、保护管理状况及影响资源变动的主要因子等。

3) 荒漠化土地监测。石漠化监测分别在2005年、2011年、2016年开展3次,沙化监测于1994年、1999年、2004年、2009年、2014年完成了5次,建立了每5年监测一次的工作机制,通过定期监测及时掌握沙化、石漠化土地现状及动态变化信息,为制定石漠化、沙化土地防治政策和措施,编制综合治理规划及环境影响评价,以及实施可持续发展战略等提供基础数据。

4) 生物多样性监测。2015年结合第九次森林资源连续清查,从4 946个固定样地中系统抽取1/8的样地开展植被专项调查,评价森林生态系统多样性;同时,结合公益林生态状况、自然保护区监测、石漠化治理成效、森林抚育成效及森林生态评估等多个专项监测工作,重点开展植物生物多样性监测,初步构建了全区植物生物多样性监测网。

5) 生态定位监测。全区现有国家级生态定位站6个,其中,国家林草局森林(竹林)生态站4个、湿地生态站1个,中国科学院喀斯特荒漠站1个,围绕“数据积累、监测评估、科学研究”三大任务,开展森林、湿地、荒漠等生态系统定位观测研究,通过生

态定位监测获取长期连续观测数据,为解答科学问题、完善森林生态补偿机制提供科学依据,为开展生态服务功能评估、灾害损失评估、生态恢复与生物多样性保护,以及林业重点生态工程建设成效评价等提供基础数据。

6)其他林业专项监测。全区布设林业碳汇计量监测样地 417 个,于 2014 年、2017 年完成 2 个周期国家级监测工作。同时,每年开展重点生态建设工程造林、石漠化治理成效、森林抚育成效等专项监测,作为森林资源监测重要补充,科学反映典型森林资源生态状况,为开展全区森林资源与生态状况监测和评估提供依据。

### 1.2 监测指标内容日益丰富

经过 60 多年发展,林业调查和监测指标内容实现 4 个重要的转变。1)从单一的面积、蓄积指标向生物量、森林健康、生态功能等森林生态环境多因子转变。2)从资源现状调查向资源动态监测转变,掌握其消长变化动态和原因。3)从单纯的技术调查向技术与管理相结合的调查转变,开展营造林实绩核查、森林督查等。4)从常规性技术调查向多源数据融合应用的监测调查转变<sup>[2]</sup>。在 4 个转变的基础上,林业调查与监测的内容正向综合性、专业性方向发展。

### 1.3 调查和监测机构队伍不断壮大

从 50 年代初成立的林调队至今,林业调查与监测机构、人员队伍日趋壮大,已初步形成省(区)、市、县三级和社会林业调查公司构成的调查和监测队伍体系。其中:省级林业调查与监测队伍技术力量雄厚,是从事森林资源调查与监测的中坚力量;乙级资质以市级森林资源监测队伍为主,丙级或丙级以下由县级调查队、国有林场调查队及社会调查公司组成,是从事森林资源监测的基础力量。

### 1.4 监测技术及设备不断改善

随着科学技术发展和林业资金投入,监测手段逐步得到改善,由以往的实地调查发展为空、天、地一体多源数据融合,“3S”技术在监测中得到广泛应用;调查和监测方法由过去的踏查发展为分层抽样调查,到现在的小班调查与专项典型样地调查相结合、激光雷达等高新技术应用与地面调查相结合;调查和监测软硬件设备由简易计算器操作到现在的计算机辅以数据库、数学模型软件等进行综合汇总分析。

### 1.5 监测成果产出和应用广泛

广西先后开展了 9 次国家级森林资源连续清

查、4 次全区森林资源二类调查和林地变更调查及 6 次森林生态系统服务功能评估调查,在科学经营和评价森林,有效控制森林资源消耗,政府宏观决策等方面发挥了重要作用。产出成果为自治区政府实施绿满八桂、村屯绿化、营造林重点生态工程等重大决策提供了基础资料,为制定森林采伐限额、编制森林经营方案、核算“绿水青山”价值、拟定林业发展和生态建设规划、完善森林生态效益补偿机制,建设“壮美广西、壮美林业”等提供决策依据和保障。

## 2 存在问题

### 2.1 监测间隔期长,监测指标不完善

森林资源连续清查是广西林业生态状况监测的基础,但监测周期为 5 年,期间动态变化不能及时掌握,清查结果不能准确到市县,满足不了考核市县党政领导生态文明建设成效的要求。年度森林覆盖率监测虽能及时掌握市县林地、森林面积变化动态,但不能反映森林蓄积量、森林结构等指标,监测体系及指标有待完善。

### 2.2 监测系统未整合优化,监测效率不高

目前,全区在森林、湿地、石漠化、重点生态工程效益监测等方面做了大量的工作,但各专项监测按需单独建网布点,没有实现监测资源系统的优化和整合,监测指标存在交叉、重叠,数据共享、共用性差,监测效率有待提高。

### 2.3 专项监测与评估有待完善

广西森林生态服务功能评估尚处于起步研究阶段,相关专项监测数据和参数欠缺。如专项生态公益林区、自然保护区、石漠化岩溶区生态服务功能评估,以及全区森林生态服务功能评估等部分参数来源于全国森林生态站及科研文献,存在评估指标不够全面、本地评估参数获取样本不足、评估参数不够准确、数据更新不及时等问题,难以满足各项生态服务功能评估的实际要求。

### 2.4 定位观测及其网络建设有待加强

广西现有国家湿地生态定位站 1 个,在类型上有所欠缺,不能覆盖所有典型湿地生态系统;广西作为滇黔桂石漠化重点区域,现有中科院国家级石漠化站 1 个,林业系统石漠化监测站尚未建设。综合区内生态环境特点,增设监测网点,完善监测设备和内容、构建区内生态站监测网、实现监测数据集成共享等工作有待加强。

### 2.5 监测仪器设备缺乏,监测手段仍落后

根据监测体系建设需求,缺少森林水、土、气等

要素监测及数据采集传输与存储等设备,自动化水平低。监测手段仍是多以地面调查为主,缺少先进的动态监测平台和手段,森林生态监测数据采集传输、存储和处理的信息化程度低,导致监管效率低、时效性不强,加上缺乏监测车辆、无人机等设备,应急处置能力差。

### 2.6 人才欠缺,监测所需软硬件设备不足

市、县林业部门缺少专门的监测机构,监测人才储备不足,难以支撑林业生态状况监测体系建设。省级森林资源和生态状况监测机构软、硬件设备不足,与全区生态环境监测体系建设的要求还有较大差距。

## 3 监测体系建设初步构想

### 3.1 总体思路

通过整合现有的监测资源,优化监测样地布设和监测网点建设,采用综合监测和典型监测相结合的方法,建立完善覆盖全区、指标科学、手段先进、结果客观的林业生态状况综合监测体系。为科学评估林业生态建设成效,开展党政领导绩效考评,领导自然资源资产离任审计,加快推进生态文明建设提供保障。

### 3.2 建设目标

通过采用遥感技术、抽样技术、地理信息系统技术、数据库技术和信息技术等高新技术手段,全面整合优化现有的监测资源,拓展监测内容,构建天地一体、上下协同、信息共享的监测网络体系,基本建成覆盖全区及各市县的林业生态状况监测体系,实现科学高效、综合灵敏、方便实用的信息采集,多目标、多层次、全方位的综合评价,系统化、网络化、智能化的信息管理服务,提升综合监测的信息采集处理能力、综合评价能力、适时监控能力以及林业生态状况主要指标的监测预警能力。

### 3.3 监测指标

根据广西林业发展和生态建设需要,综合监测指标包括:森林保护、湿地保护、石漠化生态恢复、生物多样性保护、森林生态系统服务功能价值评估等 5 项内容,9 个具体指标,按其监测覆盖范围和监测方法的不同分为基本指标和专项指标 2 类(表 1)。

### 3.4 监测体系组成

#### 3.4.1 主要指标监测体系

1)基本指标监测。以广西森林资源连续清查的 4 946 个固定样地和全区各市县森林覆盖率监测

表 1 林业生态状况监测主要指标

Tab.1 Main monitoring indicators of forest ecological status

指标类别	指标	监测周期
基本指标	林地保有量	1 年
	森林覆盖率	1 年
	森林蓄积量	1 年
	自治区级以上公益林保有量	1 年
	湿地保有量	1 年
	岩溶地区乔灌植被保有量	1 年
专项指标	森林生物多样性	3 年
	湿地生物多样性	3 年
	森林生态系统服务功能价值	1 年

的 21.8 万个遥感样地、湿地资源调查样地、石漠化土地监测样地为基础,建立完善覆盖全区市县森林、湿地、石漠化地区的生态状况综合监测体系,实现对全区及各市县、重点生态红线管控区、生态敏感区和脆弱区林地保有量、森林覆盖率、公益林保有量、湿地保有量、岩溶地区乔灌植被面积保有量等指标的监测。同时,通过布设森林蓄积量地面调查样地,实现森林蓄积量和上述指标的同步监测。

2)专项指标监测。以广西森林资源连续清查的 587 个植被调查样地、公益林资源与生态状况监测的 80 个固定样地、碳储量监测的 417 个样地、5 个森林生态系统定位观测站,以及石漠化综合治理等林业重点生态工程监测样地为基础,结合广西国家级自然保护区、重点生物多样性优先保护区域及湿地区域,建立覆盖全区不同森林类型、重要湿地的生物多样性监测网络体系,通过定期调查,实现对森林、湿地植物多样性、陆生野生动物多样性的监测。同时,结合专项监测拓展森林生态监测内容,完善森林生态系统服务功能 8 大项评估参数的监测,实现广西“森林碳库、森林水库、生物基因库、森林氧吧库”4 库生态评估,为全区及其重点区域森林生态系统服务功能、重点林业工程建设成效评估等提供依据。

#### 3.4.2 陆地生态系统定位监测网络建设

围绕广西陆地生态系统长期定位监测与研究的迫切需求,提升区内现有 6 个国家级生态站的监测能力,并结合广西实际新建 16 个具有区域代表性的森林(竹林)、湿地、荒漠、草地、城市等省级林业生态站,形成布局合理、覆盖区内所有生态系统、运行高效的广西陆地生态系统定位监测网络体系,满足

重大林业生态工程效益评估和生态文明建设考核对监测数据的需求。

### 3.4.3 监测管理平台建设

构建森林资源管理信息平台,建立森林资源档案矢量化数据库,采用遥感和激光雷达等技术,通过核对档案资料、实地验证等方法实现森林资源“一张图”常态化、动态化管理,实现主要指标动态监测。研发地图服务发布与管理平台、林业生态状况监管平台,升级现有林业生态审批与执法系统、林业生态状况监测信息管理系统,用于监测数据接收存储、处理与统计分析、监测指标预测预警等,实现信息共享和监测成果及时发布。开发基于平板电脑的数据采集系统,用于监测站点和样地导航定位及调查数据录入、存储和传输,实现监测数据实时上报及入库管理。

### 3.4.4 预报预警和应急体系建设

建立天空地一体化,区、市、县上下协同、信息共享的森林资源与生态状况监测预警系统,并将其融入林业监测信息管理系统,通过监测数据处理,建立仿真模拟与预警模型,设立主要指标预警阈值,实现主要指标预报预警。采用高分辨率卫星,辅以无人机设备,对突发森林灾害或林业生态环境受损严重地区进行实时监测。

### 3.4.5 监测质量控制体系建设

制订林业生态状况监测技术操作细则,明确监测工作制度,统一技术标准、操作方法、质量管理要求等;强化监测技术培训和指导,通过提高监测人员业务素质,保障监测成果质量;建立完善的区、市、县监测质量管理制度,强化监测数据检查、验收,监测结果审查、发布管理等,确保监测成果质量。

### 3.4.6 监测机构能力建设

进一步完善区、市、县 3 级监测机构设置,加强监测队伍能力建设。省级监测任务主要承担单位是省级监测中心,市、县林业主管部门是协助配合完成本市县辖区监测任务的责任单位,建立健全区、市、县 3 级林业生态状况监测机构或专职人员配置,通过加强在职人员培训、引进人才和政府购买服务等方式,强化监测队伍能力建设,全面提升监测人员业务素质。

### 3.4.7 监测体系运行维护

加强林业生态状况指标监测,基本指标监测方式为上下联动,区、市、县 3 级协同完成,监测频次为每年 1 次;专项指标监测由省级监测部门牵头完成,生物多样性、森林生态服务功能价值等专项指标监

测频次为每两年 1 次或每年 1 次,对于突发严重的林业生态灾害,视实际需要实行一年多次监测。加强监测软硬件设备维护,加强配套软硬件设备升级及相关营运车辆等保障设备的常规维护。同时,加强林业生态状况监测技术研究,创新监测技术方法,切实提高监测效率和质量。

## 4 保障措施

### 4.1 组织管理保障

各级林业主管部门要高度重视林业生态状况监测工作,切实加强领导、组织和协调,要成立林业生态状况监测工作机构,明确具体责任人,将监测体系建设的各项工作落实到具体承担单位和部门,要加强对监测工作的督促、指导和检查,确保监测体系建得成、用得上、出效益。

### 4.2 经费投入保障

将林业生态状况监测体系建设作为生态文明建设的一项重要内容,由各级政府、林业主管部门组织实施,并将监测体系建设及运行所需经费纳入各级财政预算。此外,要加强政策引导,鼓励更多的社会资本投入生态监测体系建设,也可探索通过向森林生态效益受益部门和单位征收补偿资金的办法,多渠道筹集资金保障监测体系建设和运营经费的投入。

### 4.3 联动机制保障

加强区、市、县监测工作的纵向协调和沟通,加强与生态环境、农业农村、水利、气象等相关部门的横向联系,建立纵向、横向监测体系协调配合机制,做到监测内容、技术手段、监测频次的有机衔接,确保监测成果的共建、共享。

### 4.4 人才队伍保障

省级监测中心是林业生态状况监测主要任务承担单位,市、县两级林业主管部门也应相应设立林业生态状况监测机构,落实监测人员编制,组建监测队伍。同时采用派出去、招进来的办法,强化监测人员的技术培训,不断提高监测技术水平,确保监测工作的顺利开展。

### 4.5 科技创新保障

以区内外科研院校为技术支撑单位,通过聘请多人才组建科研团队,开展林业生态状况监测技术方法研究,着力解决监测网点优化、无人机影像数据处理与应用、森林蓄积量遥感和激光雷达估测、天地一体化监测网络构建等关键技术问题,确保监测技术的更新与应用。

## 5 结语

建立与国家衔接并符合地方实际的森林资源与生态状况监测体系,是广西开展林业综合监测的一项重要基础工作。本文对广西森林资源与生态状况监测体系进行了初步探讨与构想,仅提出了一些主要的监测和评价指标,还存在许多不成熟和不完善的地方。随着国家和自治区机构改革的深入,新形势下林业被赋予新使命,必须适应和满足新时期广西林业发展和生态建设的需要,下一步的监测体系将在适应新体系、新形势和衔接国家综合监测体系的基础上,结合山水林田湖草等自然资源监测业务,不断拓展监测内容、创新监测技术、融入综合性监测信息,进一步完善和补充各类监测指标,为建设“壮美广西、壮美林业”提供基础数据支撑,更好地服务广西生态建设、助推林业发展。

## 参考文献:

- [1] 曾伟生. 森林资源和生态状况综合监测指标与方法探讨[J]. 林业科学研究, 2008, 21(增刊): 37-40.
- [2] 肖兴威. 中国森林资源和生态状况综合监测研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [3] 李云, 陈晓, 张英团. 美国、德国、法国和日本森林资源调查是体系对我国森林资源调查与监测的启示[J]. 林业建设, 2016(1): 1-9.
- [4] 舒清态, 唐守正. 国际森林资源监测的现状与发展趋势[J]. 世界林业研究, 2005, 18(3): 33-37.
- [5] 刘华, 陈永富, 鞠洪波, 等. 美国森林资源监测技术对我国森林资源一体化监测体系建设的启示[J]. 世界林业研究, 2012, 25(6): 64-68.
- [6] 马茂江, 张文, 万国礼, 等. 德国与我国森林资源调查监测对比分析[J]. 四川林勘设计, 2008(3): 48-50.
- [7] 唐小明, 张煜星, 张会儒, 等. 森林资源监测技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2012.
- [8] 中共中央国务院. 关于加快林业发展的决定[Z]. 中发〔2003〕9号, 2003.
- [9] 叶金盛, 林寿明, 李茂深, 等. 国家森林资源与生态状况综合监测理及其技术体系—以2007年广东省试点为例[J]. 林业资源管理, 2009(5): 39-43.
- [10] 肖兴威. 中国森林资源与生态状况监测体系建设的战略思考[J]. 林业资源管理, 2004(3): 1-5.
- [11] 闫宏伟, 黄国胜, 曾伟生, 等. 全国森林资源一体化监测体系建设的思考[J]. 林业资源管理, 2011(6): 6-11.
- [12] 周光辉, 曾伟生, 陈雪峰. 我国森林资源和生态状况监测存在的问题与对策[J]. 中南林业调查规划, 2006, 25(4): 1-5, 9.
- [13] 曾伟生. 关于森林资源年度监测总体方案的思考[J]. 中南林业调查规划, 2018(5): 1-5, 19.
- [14] 曾伟生. 森林资源监测有关问题的思考[J]. 林业资源管理, 2013(6): 15-18, 36.
- [15] 邓鉴锋. 新形势下广东省森林资源监测体系建设的探讨[J]. 中南林业调查规划, 2010(4): 12-15.
- [16] 薛春泉, 罗勇, 林俊钦, 等. 广东省森林资源和生态状况综合监测体系指标构成与系统设计研究[J]. 中南林业调查规划, 2010, 29(4): 12-15.
- [17] 陈玉山, 罗刚, 张建英. 内蒙古自治区森林资源与生态状况综合监测体系技术构架探析[J]. 内蒙古林业调查设计, 2007, 30(5): 35-38.
- [18] 陶吉兴, 季碧勇, 张国江, 等. 浙江省森林资源一体化监测体系探索与设计[J]. 林业资源管理, 2016(3): 28-34.
- [19] 刘安兴. 浙江省森林资源动态监测体系方案[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(4): 449-453.
- [20] 李晖, 管远保. 湖南省森林资源与生态状况综合监测初步探讨[J]. 林业资源管理, 2007(1): 29-33.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.019

## 生态环境保护与农民福祉关系研究文献综述

薛国祥, 支玲

(西南林业大学经济管理学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**在梳理国内生态环境保护与农民福祉相关文献的基础上,从生态福祉与居民福祉概念界定及生态系统服务、退耕还林、生态移民与农民福祉等方面总结其研究内容,阐述聚类分析、结构方程模型分析、参与式农村评估等研究方法,对不同学者的研究指标体系进行归纳比较。针对目前研究现状提出充实理论研究、深耕指标体系、加强动态研究等建议。

**关键词:**生态环境保护;农民福祉;研究文献;生态福祉;“三农”问题;指标体系

中图分类号:F323.22;C812 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0106-05

引文格式:薛国祥,支玲.生态环境保护与农民福祉关系研究文献综述[J].林业调查规划,2020,45(1):106-110,149.

XUE Guoxiang, ZHI Ling. Literature Review on Relationship between Ecological Environment Protection and Farmers' Well-being[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 106-110, 149.

### Literature Review on Relationship between Ecological Environment Protection and Farmers' Well-being

XUE Guoxiang, ZHI Ling

(College of Economics and Management, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** This paper summarized the domestic literature contents on ecological environment protection and farmers' well-being from the definition of ecological well-being and residents' well-being, and the relations between farmers' well-being and ecosystem services, grain for green and ecological migration, expounded the research methods such as cluster analysis, structural equation model analysis and participatory rural evaluation, and compared the research index systems of different scholars. Based on the current research situation, it was suggested to enrich theoretical research, deepen index system and strengthen dynamic research.

**Key words:** ecological environment protection; farmers' well-being; research literature; ecological well-being; three rural issues; index system

党的十九大报告指出,建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。坚持人与自然和谐共生,树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,已成为新时代中国特色社会主义的基本方略之一。森林和

草原生态系统是陆地上对居民生活影响最大的生态系统之一,而森林和草原大多存在于农村,如何协调社会经济发展与林业生态环境保护之间的关系是生态文明制度建设的重要内容。加强林业生态环境保

收稿日期:2019-08-23.

基金项目:林业公益性行业科研专项资助项目“退耕还林工程效益监测、评估与优化技术”(201504424-03).

第一作者:薛国祥(1993-),男,江苏淮安人,硕士研究生.主要研究方向:林业经济理论与政策. Email:1124594790@qq.com

责任作者:支玲(1958-),女,四川三台人,教授,博士后.主要从事林业政策研究及林业投资项目评估. Email:zhi-ling166@aliyun.com



护,保障农民利益是解决“三农”问题面临的重要挑战之一,因此,生态环境保护与农民福祉关系的研究受到众多学者的关注。本文系统梳理其研究现状,找出研究不足,展望未来研究趋势,提高研究水平,这是农村全面建设小康社会的必然要求,其研究成果对健全生态文明制度建设、促进“三农”问题的有效解决具有重要意义。

## 1 研究内容

随着工业化、城镇化进程的加快,人类对于自然资源的索取逐渐超出了环境承载力,长此以往,人类福祉状况堪忧,国际社会对此表示了极大的关注。2001年6月联合国启动了全球第一个关于“生态系统服务与人类福祉”主题的“千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment, MA)”国际合作项目,其评估结果引发了人们对生态系统服务和人类福祉关系的关注和研究<sup>[1]</sup>。2018年3月联合国环境框架下的“生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台”(IPBES)发布了有关人类福祉和生物多样性变化的研究报告,认为生物多样性和自然环境能够造福人类并促进经济增长,而生物多样性的急剧恶化将对世界各地的经济、民生、粮食安全、人类生活质量造成威胁,报告提出了现阶段人类保护和恢复自然福祉所面临的选择。2018年11月大自然保护协会(TNC)与美国明尼苏达大学及其他11个机构共同发布了研究报告《可实现的环境保护与人类福祉全球愿景》。此报告利用模型对2050年的世界展开预测,表明保护自然与提供水资源、粮食和能源以满足人类的需求并非一个不可统一的命题。这一振奋人心的结果无疑表明了“生态保护”和“可持续发展”道路的正确性。

### 1.1 生态福祉与居民福祉概念界定

关于生态福祉的界定,学者们有诸多研究。宋敏和韩曼曼根据MA提出的人类福祉构成要素,认为人类生态福祉也应该包括维持高质量生活的最低物质条件、健康、良好的社会关系、安全、自由与选择等要素<sup>[2]</sup>。廖福霖认为生态福祉是指生态环境系统给公众带来的福利和幸福<sup>[3]</sup>。臧正等从生态系统服务理论视角,将生态福祉定义为“人类从自然环境中获取或享有的、由生态系统通过初级生产和次级生产(统称为生态系统生产)提供的、与人类福祉直接相关的产品与服务”<sup>[4]</sup>。梁曼和杨振在研究农地流转导致的福祉变化时,将农地承载的生态福祉(简称“农地生态福祉”)定义为“以农地生态系统

服务功能为基础、能够为主体带来最大幸福和满足体验的一种生活状态”<sup>[5]</sup>。此外,胡鞍钢等对绿色福利的定义对本文研究生态福祉具有借鉴意义,其认为绿色福利包括安全性福利、适宜性福利和可持续性福利,安全性福利指水源地提供的安全用水、无污染土壤生产的粮食、无污染水域提供的水产品及空气质量等;适宜性福利指城市绿色空间、自然保护区等带来的生活适宜度的提升;可持续性福利指生物多样性、气候变化和适应性能力等方面的改善<sup>[6]</sup>。

农村居民福祉(简称“农民福祉”)属于居民福祉的范畴。关于居民福祉的概念,多兹认为居民福祉是一种心理状态,即提高收入不一定会增进居民福祉,增进居民福祉的最佳方式是明确人们的基本需求,防止商品拜物教<sup>[7]</sup>。康明斯等认为居民福祉应该包括人际关系、成就、健康、安全、社区联系、生活满意度和未来安全等7个方面<sup>[8]</sup>。还有研究者指出居民福祉应包含健康、较好的物质文化条件、社会关系、自我选择和决定权等<sup>[9]</sup>。

### 1.2 生态系统服务与农民福祉

人类保护生态环境的目的是获得良好的生态系统服务。20世纪60年代生态系统服务这个概念首次被使用,指人类从生态系统中获得的各种惠益。自MA提出生态系统服务和人类福祉二者间的关联,生态系统服务日渐受到学者们的普遍关注。生态系统通过为农户提供食物、淡水、木材等提高农户福祉<sup>[1]</sup>。自然资源是人类福祉的直接来源,所以其对贫困农民福祉有着极其重要的影响<sup>[10]</sup>。

臧正等基于生态系统服务的相关理论界定了生态福祉的概念内涵,提出区域生态福祉红线的刻划方法,并通过实证评估了2012年中国大陆省区的生态福祉状态<sup>[4]</sup>。人类的生存依赖于生态环境,生态系统服务的破坏将严重威胁人类福祉<sup>[10]</sup>。生态系统服务功能与农户福祉有一定的耦合关系,而生态系统的文化服务、供给服务与农户福祉的关系最为密切<sup>[11]</sup>。多数学者认为生态环境改善对农民福祉产生正向作用<sup>[12]</sup>,且对于贫困人口的影响更大<sup>[10]</sup>。部分学者则有不同结论,如张继飞等采用生态系统服务价值当量评估法,分析了生态系统服务价值和居民福祉的关系,认为一般而言,生态系统服务价值(ESV)越高,居民福祉越高,但对ESV较高而居民福祉偏低的地区,应该加大扶贫力度和加快产业发展<sup>[13]</sup>。也就是说,ESV正向作用的前提是农民有一定的生活水平,否则,ESV难以产生影响。

李惠梅等和张继飞等的结论相悖归根到底是尺度问题,既不能基于当前的数据推算生态系统服务对于未来人类福祉的影响,也不能将不同区域生态系统服务对农民福祉的影响相互混淆。尺度包括很多方面,如经济社会地位、政府政策等。比如在健康方面,生态系统服务对人类健康的影响与当地的社会经济发展状况有很大的关系。当生态系统服务发生退化的时候,富裕人群可从其他地区购买满足自身所需的资源来转移健康风险,而贫困群体却可能迁往生活条件更差的地区而使饮水、食物、卫生设施等更得不到保障<sup>[14]</sup>。可以看出,居民福祉关系到经济、文化、环境等多方面,所以在研究福祉问题时应该具体问题具体对待,必须注意研究对象和外部条件的差别。

### 1.3 退耕还林与农民福祉

退耕还林是我国实施的重要生态修复工程,工程实施后的农户福祉水平变动情况引起学者的关注。潘影等研究了宁夏固原市退耕地区的农民福祉状态及其变化,发现退耕还林区农民福祉的增加主要来自于水源涵养功能的增强<sup>[15]</sup>。刘秀丽等对山西省宁武县退耕后农户福祉进行研究,发现退耕后农户福祉明显增加,但依然处于较低水平,且不同村庄福祉水平差异较大<sup>[16]</sup>。李国平等测算了陕西省 79 个退耕还林县退耕区农户的经济福祉变化,发现退耕区农民的经济福祉较低<sup>[17]</sup>。丁屹红等对比研究了退耕还林工程对黄河与长江流域不同方面农户福祉的影响,认为退耕还林从总体上增进了农民福祉<sup>[18]</sup>。总之,退耕还林工程的实施对退耕区农民福祉产生双重影响。从正面影响来看,退耕还林通过营林造林为农民提供持续的生态系统服务,直接增进了农民的生态福祉;通过推动农村劳动力转移、政策补贴、经济结构调整等方式增进了农民的经济福祉。从负面影响来看,退耕还林使耕地减少,进而可能减少农民的农业收入和生活保障,减少农民的经济福祉和社会福祉。总的来说,不同退耕区农民福祉的变化具有不确定性。

### 1.4 生态移民与农民福祉

生态移民又称环境移民,是将生态环境脆弱区或重要生态功能区的人口迁移到生活环境更好的地区,以缓解原地生态环境压力、推动区域协调发展的政策。生态移民福祉问题并不只是移民区内部问题,也是一个福祉空间分布的不平等问题。对此,原生态区周边的环境受益省市应分担牧区生态环境治理的成本;当地政府应提高资金投入,统筹好移民的

财政支出;参与移民的企业和基层干部应负起相应责任<sup>[19]</sup>,同时要兼顾移民家庭、外部和心理福祉水平,重视移民福祉与政策实施的联系<sup>[20]</sup>。有学者以三江源为例,从 3 个“社会质量”要素的角度分析生态移民社会福祉提升的路径<sup>[21]</sup>,还有学者从老年人权益、教育、医疗、就业、移民文化、后续产业、旅游业等方面构建生态移民社会福利机制<sup>[22]</sup>。从以上研究中可以看出,学者们大都认为生态移民的后续保障政策应该跟上,政府应在产业发展、职业需求、心理稳定等方面采取措施弥补移民者离开故土的心理落差和福祉损失,保障移民者的生活质量和幸福感。

## 2 研究方法

由于各位学者研究的具体内容有所区别,采用的研究方法也不尽相同,其研究方法主要涉及聚类分析、结构方程模型分析、参与式农村评估等。

### 2.1 聚类分析

魏文俊等对生态系统服务和农户福祉进行主成分分析和聚类分析,以研究居民福祉和生态系统服务功能二者间的关系<sup>[23]</sup>。张继飞等先分别利用 ArcGIS 中的自然间断点分级法和 Jenks 自然间断点分级法对岷江上游 89 个乡镇 2000、2005 和 2010 年 3 期人均 ESV 和居民福祉进行自然分组,然后利用 Delaunay 三角网聚类揭示人均 ESV 与居民福祉的空间关系,并总结其规律<sup>[13]</sup>。其特点是充分考虑居民福祉的时空差异性,按生态系统服务功能的强弱和福祉水平的高低进行分组,然后分析其形成因素。

### 2.2 结构方程模型分析

李南洁等对农户福祉和生态系统服务变化的关系进行研究时,先采用模糊评价法计算农户福祉指标,得到福祉的模糊指数,然后运用结构方程模型分析移民搬迁农户的福祉和生态系统服务功能的耦合关系<sup>[11]</sup>。李鑫远等结合研究文献和参与式农村评估结果,运用结构方程模型对陕西省蓝田县生态移民农民福祉情况进行研究。相比其他方法,结构方程模型可以充分分析影响农民福祉的各种复杂因素及各因素间的关系<sup>[20]</sup>。

### 2.3 参与式农村评估

刘秀丽等采用参与式农村评估、层次分析法等方法,以山西省宁武县为例,分析了在退耕还林后,因土地利用变化引起的生态系统服务变化和农户福祉之间的关系<sup>[16]</sup>。杨莉等采用参与式农村评估和

问卷调查相结合的方法,通过探讨多因素影响下的生态系统服务变化和居民福祉的现状,探讨二者之间的关系<sup>[24]</sup>。李惠梅等运用参与式农村评估方法,建立相关的指标体系,评价了玛多牧民参与生态保护前后的福祉变化<sup>[25]</sup>。

此外,李国平等采用二步聚类法和倾向得分匹配法,建立相应的计量函数,研究退耕区农户经济福祉及福祉损失<sup>[17]</sup>。而潘影等没有选用具体的福祉测量指标,而是将福祉等同于食物、能源等 5 个方面的生态系统服务,然后将生态系统服务和农民对于此种生态系统服务的消费或需求进行定量比较,分析农民福祉变化<sup>[15]</sup>。丁屹红和姚顺波以退耕农户和非退耕农户为研究对象,从易测度的物质客观角度构建指标体系,采用双重差分法(DID)比较退耕还林分别对黄河流域和长江流域农户福祉的影响<sup>[18]</sup>。

### 3 研究指标设置

在研究生态环境保护对农户福祉影响时,学者们设置了一系列指标体系,具体内容见表 1。

从一级指标来看,以上文献设置的指标中都包含了生活或物质需求、健康、安全和社会关系这 4 个方面。另外,仅李惠梅等设置了与教育有关的指标,仅李惠梅等和唐琼等设置了与幸福感有关的指标,除唐琼等和刘秀丽等学者,其他学者都设置了与选择权利和自由相关的指标。

从二级指标来看,相同或相似的一级指标下的二级指标则差别较大。李惠梅等和李南洁等设置的生活指标中都包含了社会保障指标,其他学者则没有设置此指标。刘秀丽等和李南洁等在安全指标下都包含资源安全和居住安全,李惠梅等设置的安全指标则包含人身安全和治安,而将居住相关指标归纳到生活维度中。另外,不同于其他 4 篇文献中的人身、资源、居住等安全指标,丁屹红和姚顺波设置的安全指标只包括收入来源多元化,所以此处的安全只涉及经济层面。不同于李惠梅等和李南洁等设置的涉及政治权力和公平等方面的选择权力与自由指标,丁屹红和姚顺波设置的选择权力与自由指标只包括家庭收入占总收入比重,所以此处的选择权力与自由也只涉及经济层面。从总体上看,李惠梅等学者构建的指标体系包含的内容更为丰富。

表 1 不同学者生态环境保护对农民福祉影响研究指标体系构建

Tab. 1 Index system of different scholars' research on the impact of ecological environment protection on farmers' well-being

研究者	指标构成
刘秀丽等 <sup>[16]</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 收入:收入水平;</li> <li>2) 维持高质量生活所需的物质条件:生产资料满意度、资源获取能力;</li> <li>3) 健康:营养获取能力、健康状况;</li> <li>4) 安全:资源安全、环境安全、居住安全;</li> <li>5) 良好的社会关系:家庭关系</li> </ol>
李南洁等 <sup>[11]</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 生活:生活适应性、收入、消费、生活便利、社会保障;</li> <li>2) 生产资料和基础设施:耕地数量、质量、养殖种类和规模、农田基础设施、资源可达性;</li> <li>3) 健康:身体健康、心理健康、饮食健康、期望寿命;</li> <li>4) 安全:粮食安全、饮用水安全、垃圾和污水处理、居住安全;</li> <li>5) 家庭关系和社区活动:家庭负担系数、家庭关系、邻里关系、社区融入感;</li> <li>6) 自由与选择权利:选举权利、补助补贴公平</li> </ol>
丁屹红等 <sup>[18]</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 收入与物质需求:恩格尔系数、衣食住行消费占总消费比例;</li> <li>2) 健康:医疗消费占总支出比例、副食品消费占总食品支出比例;</li> <li>3) 和谐的社会关系:外出务工时间占总劳动时间比例、人情消费占总支出比例;</li> <li>4) 安全:收入来源多元化;</li> <li>5) 选择与行动的自由:家庭非农收入占总收入比例</li> </ol>
李惠梅等 <sup>[25]</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 生活:收入、消费、打工、住房、方便、社会保障;</li> <li>2) 健康:身体健康、压力、精神健康;</li> <li>3) 安全:人身安全、治安;</li> <li>4) 社会关系;</li> <li>5) 环境教育文化:生态、文化教育、宗教、休闲娱乐;</li> <li>6) 社会适应:身份地位、歧视、尊重;</li> <li>7) 自由公平:自由、政治权力、公平;</li> <li>8) 生活实现:生活质量、生活满意;</li> <li>9) 幸福:心情快乐、幸福感</li> </ol>
唐琼等 <sup>[26]</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 基本物质需求:收入、生活资料、生产资料;</li> <li>2) 健康需求:健康;</li> <li>3) 安全需求:人身安全、环境安全;</li> <li>4) 社交需求:社会关系;</li> <li>5) 精神需求:休闲游憩、精神和文化的满足、主观幸福感</li> </ol>

### 4 评述与展望

从上文可以看出,近年来,国内学者对生态环境保护与农民福祉问题的研究愈加关注,通过构建指标体系,采用某种方法,开展实证研究,客观地评价生态环境保护对农民福祉的影响,体现出学者研究的科学性,其研究成果对完善现行生态环境保护政

策,改善农民福祉具有重要意义,但还需进一步完善。

### 1) 理论研究尚显不足

总体来说国内学者主要集中在福祉的测量方法和对福祉的实证研究,但理论研究有些不足,落后于实践发展。如目前我国对于生态系统服务和人类福祉二者相互作用的过程和机理仍然缺乏理论支撑<sup>[16]</sup>。虽然学术界对居民福祉概念有一定的研究,但针对农民福祉的内涵与外延的系统研究却比较薄弱。

### 2) 福祉指标设置的系统不强

①学者在研究生态环境保护与农民福祉问题时,大多以人类福祉度量指标为基础,参考 MA 报告中研究生态系统服务与人类福祉关系的成果,构建农民福祉指标体系,针对性不够强;②主观福祉的测量有些薄弱,学者在研究农户福祉时大多采用客观的经济福祉指标,主观福祉则相对使用较少,这可能无法完整体现出农民的生存状态。

### 3) 动态研究滞后

生态环境保护是一项需长期实施的工程,对农民福祉的影响也是持续的。分析生态环境保护(如退耕还林工程等)对农民福祉动态影响的文献却相对比较薄弱,因此,现有研究还不能满足蓬勃发展的生态文明建设的需要。

党的十八大提出,建设生态文明是关系人民福祉,关乎民族未来的长远大计。习总书记在视察海南时强调:“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>[27]</sup>表明生态文明建设与人民福祉的关系非常密切。农村地区是生态环境建设、提供生态系统服务的重要区域,因此,应不断提高其生态环境保护与农户福祉的研究水平。

### 1) 充实理论研究

①继续加强生态系统服务和人类福祉二者相互作用的过程和机理研究;②相对于城市居民的福祉,农民福祉有其特殊性,应深化对农民福祉的理论研究,充实和发展农民福祉的内涵与外延。

### 2) 深耕指标体系

①在设置福祉测量指标时,根据研究对象的特点,设置农民福祉指标,提高其研究的针对性;②主客观指标比例应该适当,既要保证结果的相对客观准确,又要防止出现收入高而幸福感低的悖论,提高指标构建的科学性。

### 3) 加强动态研究

强化生态保护工程的监测网络体系建设,并提高其监测信息的共享性,夯实动态研究的数据基础,

提高研究成果的科学性。

## 参考文献:

- [1] 赵士洞,张永民. 生态系统与人类福祉——千年生态系统评估的成就、贡献和展望[J]. 地球科学进展, 2006(9):895-902.
- [2] 宋敏,韩曼曼. 生态福祉视角下的农地城市流转生态补偿机制:研究进展与框架构建[J]. 农业经济问题, 2016,37(11):94-103,112.
- [3] 廖福霖. 生态福祉[J]. 绿色中国, 2019(5):74-75.
- [4] 臧正,邹欣庆. 基于生态系统服务理论的生态福祉内涵表征与评价[J]. 应用生态学报, 2016, 27(4):1085-1094.
- [5] 梁曼,杨振. 农地非农流转的生态福祉损失与补偿机制研究[J]. 甘肃科学学报, 2014, 26(3):35-38.
- [6] 胡鞍钢,周绍杰. 绿色发展:功能界定、机制分析与发展战略[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1):14-20.
- [7] STEVE D A B. Towards a 'science of sustainability': Improving the way ecological economics understands human well-being[J]. Ecological Economics, 2004, 23(2):95-111.
- [8] CUMMINS R A, ECKERSLEY R, PALLANT J, et al. Developing a National Index of Subjective Wellbeing: The Australian Unity Wellbeing Index[J]. Social Indicators Research, 2003, 64(2).
- [9] HALL J, GIOVANNINI E, MORRONE A, et al. A Framework to Measure the Progress of Societies, Statistics Directorate Working Paper No. 34[R]. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2010.
- [10] 惠梅,张安录. 生态环境保护与福祉[J]. 生态学报, 2013, 33(3):825-833.
- [11] 李南洁,曹国勇,何丙辉,等. 农户福祉与生态系统服务变化关系研究——以重庆市武陵-秦巴连片特困区为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(7):136-142.
- [12] 黎洁,陆昕,李树苗. 小流域治理后农户福利变化与差异的研究——以陕西省安康市为例[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2014, 34(2):68-73.
- [13] 张继飞,邓伟,朱昌丽,等. 岷江上游生态系统服务与居民福祉的空间关联及其动态特征[J]. 山地学报, 2017, 35(3):388-398.
- [14] 张永民,赵士洞. 生态系统与人类健康[J]. 地球科学进展, 2008(6):644-650.
- [15] 潘骥,甄霖,杨莉,等. 宁夏固原市生态保育对农民福祉的影响初探[J]. 干旱区研究, 2012, 29(3):553-560.
- [16] 刘秀丽,张勃,郑庆荣,等. 黄土高原土石山区退耕还林对农户福祉的影响研究——以宁武县为例[J]. 资源科学, 2014, 36(2):397-405. (下转第 149 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.020

## 破坏植物资源犯罪中违法性认识问题案例探析

晋海,程澄

(河海大学法学院,江苏南京 210098)

**摘要:**破坏植物资源犯罪属于法定犯的范畴,基于“知法推定”立场的违法性认识不要说观点已难以适用。对于违法性认识定位问题,我国学界和大陆法系国家都存在“故意说”与“责任说”的分歧。由于故意说存在逻辑和体系上的缺陷,将违法性认识作为责任要素更为合理。在破坏植物资源犯罪的司法实践中,建议将违法性认识作为责任阻却事由进行考察。考虑到违法性认识在证明中的困难,实践中建议采用违法性认识可能性,即违法性认识错误的可避免性作为判断标准。对于违法性认识错误不可避免性的认定须具备两点,即行为人对破坏植物资源行为的违法性存在认识困难以及为避免错误,行为人曾努力查明法律。

**关键词:**破坏植物资源犯罪;违法性认识;故意说;责任说;违法阻却事由

中图分类号:S718.521.2;DF463 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0111-05

引文格式:晋海,程澄.破坏植物资源犯罪中违法性认识问题案例探析[J].林业调查规划,2020,45(1):111-115.

JIN Hai, CHENG Cheng. Analysis of Illegality Cognition in the Crime of Destroying Plant Resources[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 111-115.

## Analysis of Illegality Cognition in the Crime of Destroying Plant Resources

JIN Hai, CHENG Cheng

(Law School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** The crime of destroying plant resources belongs to the category of statutory crime. The traditional view of not saying the illegality cognition is not applicable based on “presumption of knowing the law”. There are differences between the theory of intent and the theory of liability for the orientation of illegality cognition in academic circles and civil law countries. Due to the defects of logic and system in intent theory, it is more reasonable to regard illegality cognition as the element of liability. The knowledge of illegality should be considered as the cause of non-imputability in the judicial practice of the crime of destroying plant resources. Considering the difficulties of illegality cognition in proof, the possibility of illegality cognition was recommended in practice, that is, the avoidability of illegality cognition error as the judgment standard. The determination of the unavoidable illegality cognition error must have two points that the actor has difficulty in understanding the illegality of destroying plant resources and has tried to find out the law in order to avoid mistakes.

**Key words:** crime of destroying plant resources; cognition of illegality; theory of intent; theory of liability; cause of non-imputability

收稿日期:2019-08-05

第一作者:晋海(1968-),男,安徽天长人,教授,法学博士。主要从事环境法学研究。

责任作者:程澄(1993-),女,江苏南京人,硕士研究生。研究方向为环境与资源保护法。Email:chengchengcora@126.com

## 1 基本案情及判决结果

2015年12月25日,被告人陈某与被告人熊某商量,以1200元左右的价格购买熊某的五株香樟树。2016年1月17日、18日,陈某将五株香樟树锯倒制材29件,并于19日雇请梁某、张某等人将其搬运到一陈姓村民家堆放。经当地林业局认定,上述五株树木属于国家Ⅱ级重点保护植物。被告人熊某与陈某对指控的主要犯罪事实无异议,但均辩解不知道香樟树系国家重点保护植物。辩护人辩称二被告人不知道香樟树系国家重点保护植物,请求判决被告人无罪。

法院判决中对于辩护意见回应:关于被告人熊某、陈某及其辩护人均辩称熊某、陈某不知道香樟树系国家重点保护植物,不构成犯罪的意见。无论被告人熊某、陈某是否明知香樟树是国家重点保护植物,被告人熊某非法出售香樟树的行为应以非法出售国家重点保护植物罪承担刑事责任,被告人陈某非法采伐香樟树的行为应以非法采伐国家重点保护植物罪承担刑事责任。故被告人熊某、陈某及其辩护人该辩护意见不成立,依法不予支持。判决被告人熊某犯非法出售国家重点保护植物罪,判处有期徒刑二年六个月,缓刑四年,并处罚金二万五千元;被告人陈某犯非法采伐国家重点保护植物罪,判处有期徒刑三年,缓刑五年,并处罚金二万五千元((2017)川0524刑初47号判决书)。

## 2 焦点问题与评析

本案的争议围绕被告人不知道香樟树系国家重点保护植物对定罪量刑能否产生影响展开。被告人及其辩护人主张不知所采伐、出售的树木为国家重点保护植物,并主张其行为无罪,而法院判决中认定无论被告是否明知香樟树是国家重点保护植物,其行为都应以非法出售国家重点保护植物罪承担刑事责任。这种是否明知犯罪对象为法律所保护的争议,实际上是要判断行为人是否认识到采伐、出售行为违反法律禁止或要求,也就是对被告人行为违法性认识的判断。

根据法院的判决,行为人不知道香樟树系国家重点保护植物与罪责的认定无关,也就是行为人主观上没有认识到自身行为的违法性并不影响行为人的犯罪构成或量刑。依照这个结论,一个不知道其行为违法而实施行为的行为人与一个主观上明知其行为违法仍实施违法行为的行为人,因其行为结果

相同,均构成犯罪且刑罚相当,这种否认行为人主观上对行为违法性认识错误的观点,被称作“违法性认识不要说”。这一观点实际上对行为人提出了一个极为严苛的要求:必须了解法律规定,即对行为人“知法推定”。这种“知法推定”的做法在特定时期、特定范围内有一定的合理性和必要性。譬如,在故意杀人的案件中,行为人故意杀人之后,却称不知杀人是违法行为,这显然不会被采信,只会被认为是行为人为逃避法律责任的借口,因为行为人不必要了解故意杀人罪的法律规定,仅凭其日常的生活经验以及社会通常的善恶道德标准,也能够认识到杀人行为的违法性。可见,在杀人、抢劫、盗窃、强奸这些传统刑法的范畴内,“知法推定”可以被认同,因这些犯罪往往具有鲜明的反道德性,基于规范内在化的作用,即便是普通的公民也能够知道到行为不可为,这种将不知法的风险放到公民个人身上,对公民加以了知晓法律的注意义务的做法,也是出于刑事政策的考虑,能够起到法律预防作用,有利于维护社会秩序和法律权威。若是将不知法作为抗辩理由,反倒会出现鼓励不知法、纵容犯罪的后果<sup>[1]</sup>。

曾经人们相信法的是确定、可知的,不知法的公民是因为其没有足够努力去获知,因而具有可谴责性。这是“知法推定”适用的背景。然而,随着时代的发展,出现了大量与道德评价无关,应国家管理需要而出台的刑法规定,这类区别于前述传统自然犯的犯罪被称作“法定犯”。这类法定犯仅凭借日常生活常识难以得知,若继续采用“知法推定”,仍然要求每个人在任何领域、任何时候都知晓法律,让公民个人承担不知法的全部风险,难免会有强人所难之嫌。并且,人们意识到法的不明确性是不可避免的,刑事立法本身就具有模糊性,需要通过法官进行解释,普通公民即便履行了知法的注意义务,仍可能存在法律认识错误的情形。如此一来,绝对的“知法推定”的做法不再适应现代社会的要求。

既然作为“违法性认识不要说”存在基础的“知法推定”被打破,“违法性认识不要说”的观点也不再适用于所有犯罪。在本案中,其实质争议的问题在于,在破坏植物资源的环境犯罪中,具有违法性认识错误的情形到底应该如何处理。被告熊某、陈某二人均主张其不知道香樟树系国家重点保护植物,其辩护人以此为理由做无罪辩护,这是采用违法性认识错误可以阻却违法的观点,而法院对此不予采纳,显然是违法性认识不要说的观点。

笔者认为,若对于熊某、陈某不知法的主张一概

不加考虑,未免不妥,因为本案中的非法采伐、毁坏国家保护重点植物罪和非法出售国家重点保护植物罪均为破坏植物资源的环境犯罪,属于法定犯的范畴,在法定犯下,传统的“违法性认识不要说”主张已难以适用。

### 3 违法性认识问题的法理分析

至于本案辩护人以行为人不具有违法性认识而主张无罪,这里其实有两种不同的分析思路。其一,是将违法性认识作为故意犯罪的构成要件来看,由于缺乏违法性认识,也就是缺乏行为人的主观故意,故不满足犯罪的构成要件,不成立犯罪,应以无罪论处;其二,是将违法性认识视为罪责的要素,虽然被告人熊某、陈某的行为符合非法采伐、毁坏国家保护重点植物罪和非法出售国家重点保护植物罪的犯罪构成要件,但是由于其不具有违法性认识,存在责任阻却事由,因而不构成犯罪。前一种思路中,将违法性认识作为犯罪故意的要素,这么一来,对违法性的认识与对构成要件事实的认识共同构成犯罪故意的认识要素,当行为人缺少违法性认识的时候,可以阻却故意的成立;后一种思路将违法性认识作为独立的责任要素,将违法性认识区别于故意,欠缺时也不影响故意的成立,作为责任的阻却事由存在。以上两种思路的根本区别在于,违法性认识究竟是犯罪故意的构成要素之一,还是独立的责任要素。

我国传统的刑法理论受苏俄刑法的影响,采用“四要件”的犯罪构成理论。在苏俄刑法中,违法与责任的概念被主观与客观涵盖,统一于社会危害性的判断中<sup>[2]</sup>,犯罪体系以社会危害性为中心,犯罪的构成需要满足这一罪名的犯罪主、客体、主观和客观方面这四个要素。在苏俄刑法体系下不存在违法性的概念,因而也没有违法性认识的概念。我国刑法体系中也不存在违法性认识的概念。但是随着存在违法性认识错误情形案件的频繁出现,理论界对于违法性认识这一概念的研究日渐增多。目前,我国对于违法性认识的观点主要有下述几种:1)违法性认识不要说,与案例中法院的立场相同。2)认为违法性认识是犯罪故意的要件之一。具体又有几种不同观点,一是将违法性认识和社会危害性认识共同作为犯罪故意的要件,缺一不可;二是将社会危害性包含于违法性;三是认为犯罪故意中的认识只能是违法性认识,而不是社会危害性认识;四是认为行为人有违法性认识或是有社会危害性认识,都可认为是犯罪故意。不难看出,这几种观点都试图将违

法性认识和社会危害性认识相联结,在现有刑法体系中找到违法性认识的合理定位。第三种是责任说的主张,违法性认识是责任阻却的事由,其中折中说的观点认为,违法性认识能否影响责任的成立应视具体情况而定,在违法性认识存在认识可能性的情形下,可以减轻责任,如果没有可能性,则免除责任。可见,国内关于违法性认识讨论的焦点仍然是故意说与责任说之争。

对于这两种观点,大陆法系国家的刑法理论和实践中一直存在争议。德国刑法中,最早秉持的是“不知法律不免责”的原则。19世纪的“心理强制说”提出只有把犯罪和刑罚用法律固定下来,预先公布法律,让行为人知晓法律,才会有心理强制的效果。这一学说对“不知法律不免责”的观念进行了否定<sup>[3]</sup>。此后,依据违法性认识对罪责的影响,德国刑法学界产生两种主流理论,即“故意理论”和“责任理论”。“故意理论”的代表人物是宾丁,他立足于实质违法性的观点,在其“规范理论”中强调违法性独立、实质的刑法意义,认为刑法的处罚对象应当是法规范实质上所要保护的利益,而非违反刑法条文本身的行为。宾丁认为,故意的成立以认识到违法性为前提。只有在当事人行为的时候具有违法性意识,才能认定其故意的罪责<sup>[4]</sup>。在这种理论下,当行为人的行为缺乏故意,且过失犯的情形又不受处罚时,行为人将以无罪论处。罪责理论的产生受目的行为论影响,其出发点是,违法性意识是一个独立的罪责要素,而不是故意的条件,它不影响罪责的构成,影响的仅是罪责的程度<sup>[5]</sup>。换言之,行为人认识到了犯罪事实及结果却仍然如此实施,此时行为人有犯罪故意,但是这并不当然表明行为人具有故意的责任,因为责任的有无还需考虑违法性认识或其可能性是否存在,这点也是依据目的行为论的观点。罪责理论中,若违法性意识错误是行为人可以避免的,那么对于行为人可非难性较低,可减轻或免除责任;反之,在违法性意识错误不可避免时,尽管行为人有故意,但责任从一开始就被阻却了,因此他也没有责任,只能是无罪。德国刑法在第17条中表明了立场,行为人行事时的认识错误如果是可以避免的,行为人不负责任;如果认识错误可以避免,则可减轻处罚。

日本刑法学界也存在故意理论和责任理论。对于故意理论又存在多种学说<sup>[6]</sup>。严格故意说主张违法性意识存在与否,是区分故意犯与过失犯的重要因素。由于故意犯具有违法性意识,而过失犯是

对违法性存在错误意识,因而对故意犯的处罚更重。限制故意说认可违法性的意识是成立故意犯的要害,同时采用违法性意识可能性的概念。故意的认识以违法性意识可能性的存在为前提,当行为人有认识可能性,即便缺乏违法性认识,也构成故意。但这样一来将本质上相互排斥的故意和过失两个概念揉杂,逻辑存在漏洞。自然犯和法定犯的区别说将违法性意识不要说和严格故意说相融合。在自然犯的情形下违法性意识不作为故意的要件;在法定犯的情形下,则必须将违法性意识作为故意的要件。这一学说的缺陷在于自然犯和法定犯的界限是模糊的,区别是相对的,会造成法律标准不统一。

而责任理论也有严格责任说和限制责任说之分。主张严格责任说的学者认为违法性的错误是正当化事由错误,在对违法性阻却事由该当事实存在误信时,否定其阻却故意。按照这一学说,在认定存在构成要件故意的时候,只有两种可能性,不是成立故意犯,就是不可罚,不存在成立过失犯的情形。主张限制责任说的学者将事实的错误看作是正当化事由的错误,对违法性阻却事由该当事实存在错误认知时,肯定其阻却故意<sup>[7]</sup>。对构成要件该当事实是否存在认识是责任谴责的关键,而只要存在故意,本身就应认识到违法性,就不能免除故意犯的责任,哪怕行为人并未实际认识到行为的违法性。当今日本刑法理论界大都认同责任说,在责任说中又以限制责任说为主流。司法实践中,日本判例以传统的违法性认识不要说为主,但依据限制故意说的判例也在逐渐增多。

可以发现,德日刑法理论中,关于违法性认识的主流学说都由故意说向责任说转变。究其原因,故意说存在逻辑和体系上的缺陷。首先,在故意说下,只有行为时具有违法性认识才能认定故意,那么,在行为人主张不知法律时,往往会因为其主观缺乏违法性认识而不能成立故意犯罪,使得这些行为人得到无罪判决,造成纵容犯罪的后果。其次,依照故意说,激情犯、确信犯和常习犯因为缺乏违法性认识,不构成犯罪,免于处罚,但是刑法中却仍要进行处罚,甚至还要加重处罚,这显然无法解释。再次,在具体办案中,要想获取行为人是否具备违法性的认识这一证据,在实践中非常困难,若因此认定行为人不具有违法性认识而不构罪,显然有失公正。最后,我国学者在故意说下讨论最多的是社会危害性认识和违法性认识的关系。有学者认为如果将违法性认识中的“违法性”限定为实质违法性,可以等

同于社会危害性。但这种观点混淆了社会危害和法益侵害,社会危害中包含了对道德、伦理的侵害,因此在判断中较为困难,带有政治色彩,而实质违法性中的法益侵害就是受刑法规范规制的,在刑法规范内的利益侵害。两者有相同之处,但出发点就不同,一个是从社会秩序管理的公益角度出发,一个是从私益的法益保护角度出发,本质不同。而对责任说的反对意见在于,责任说是基于德日“三阶层”的犯罪理论形成,与我国现行的刑法体系不能相容。笔者认为,脱胎于苏联刑法的“四要件”犯罪构成体系在实践中出现越来越多问题,且“四要件”犯罪体系的逻辑和社会危害性的概念本身受到诸多学者的批判,改变我国传统犯罪体系主张已非一家之言。若为了在“四要件”体系下找到违法性认识的定位而强行将违法性认识纳入故意的范畴是削足适履的做法。采用“责任说”,将违法性认识纳入有责性的范畴,作为责任阻却事由更为合理。

#### 4 类案司法建议

基于我国目前的刑法体系中缺少违法性认识的概念,责任说虽合理,但在现行刑法体系下又缺乏立足点。抛开违法性认识在立法上的定位问题,重点解决违法性认识问题在司法实践中如何应对更为重要。笔者认为,虽然立法上暂时不能采用责任说的观点,但在破坏植物资源犯罪的司法实践中,可以将违法性认识作为责任阻却事由进行考虑。

在破坏植物资源案件中,违法性认识不要说已被摒弃,而违法性认识必要说的观点在实践中存在证明上的困难。当行为人声称不知犯罪对象是国家重点保护植物时,由于违法性认识是行为人的心理因素,司法机关难以有直接证据证明其主观上是否为“明知”,而行为人的自身供述又容易存在虚假情形。基于刑事诉讼中有利于被告人的原则,当无法证明其主观“明知”时,应认定其缺乏违法性认识而阻却刑事责任,这会导致犯罪行为得不到惩罚,易导致错案的出现。正如上述案例中,二被告人及其辩护人称不知道香樟树系国家重点保护植物,判决中也并无证据表明二被告人在犯罪时系明知的状态,因此,即使法官采用违法性认识必要说的观点,也难以认定被告人有罪。而引入违法性认识的可能性作为判断违法性认识的标准,能够有效解决破坏植物资源犯罪实践中证明的难题。

违法性认识的可能性也就是违法性认识错误的可避免性,当这种认识错误是不可避免时,行为人不



具备违法性认识的可能性,那么阻却责任的产生;当错误可以避免时,也就是行为人具有违法性认识的可能性,那么违法性认识不能够成为阻却责任的原因,不影响罪责的成立。

破坏植物资源犯罪中,认定违法性认识错误的可避免性,必须包含以下几点要素:第一,行为人对破坏植物资源行为的违法性存在认识困难。由于破坏资源类犯罪需要具有一定的知识才能够了解其违法性,对于那些生活在偏远地区的人们,他们对于违法性的了解大多只能通过乡政府、村委会的宣传,当这种宣传教育缺位时,他们对于违法性的认识错误确实不可避免。此外,对于违法性的认识也与当事人的生活经历、职业、文化水平等有关。本案中的被告人,作为在本地生活已久且具有相应知识水平的人,显然具有违法性认识的可能性。第二,为避免错误,行为人曾努力查明法律。当一行为人在砍伐某国家重点保护植物时,想到当地曾宣传过砍伐植物有可能是犯法的,但他不知道自己砍伐植物的种类,也不知道其是否属于法律禁止砍伐的对象,误认为自己的砍伐行为合法。此时若行为人没有努力去查明法律,应认定他的违法性认识错误具有可避免性。另一种情形,如该行为人在砍伐树木前,向有关部门询问过,被告知可以砍伐,行为人基于对有权机关的信赖而去砍了树,结果被起诉。在这种情形下,行为前的咨询表明行为人曾努力去查明法律,但错误最终未能避免的原因在于有权机关的过失。此时,应认定行为人的违法性认识错误不具有可避免性。

因此,对于破坏植物资源犯罪中违法性认识问题,考虑到破坏植物资源犯罪的特殊性,依据违法性认识可能性的判断标准,提出以下司法建议:第一,当行为人客观上没有办法查明法律,承认其违法性认识错误不可避免,减轻或免除责任;第二,行为人客观上可以查明法律,努力去查但未查明时,应认定此时的违法性认识错误难以避免,应减轻或免除处

罚;第三,当行为人有机会查明法律却未尽到努力,从而产生认识错误,此时的错误应当是可以避免的,视情况可从轻处罚;第四,当行为人能够查明法律却没有努力,显然是具有违法性认识的可能性,不能阻却责任。

### 参考文献:

- [1] 劳东燕. 责任主义与违法性认识问题[J]. 中国法学, 2008(3):150-166.
- [2] 陈兴良. 违法性论的重塑——一个学术史的考察[J]. 政法论坛, 2011(5):5.
- [3] 徐久生. 费尔巴哈的刑法思想——费氏眼中的刑法与社会[J]. 北方法学, 2015(7):92.
- [4] [德]克劳斯·罗克辛. 德国刑法学总论(第1卷)[M]. 王世洲,译. 北京:法律出版社,1997:610.
- [5] [德]罗克辛. 德国刑法总论(第一卷)[M]. 北京:法律出版社,2005:611.
- [6] 张明楷. 外国刑法纲要:第2版[M]. 北京:清华大学出版社,2007:246-248.
- [7] [日]山口厚. 刑法总论:第2版[M]. 北京:中国人民大学出版社,2011:249.
- [8] 张明楷. 刑法学:第5版[M]. 北京:法律出版社,2016.
- [9] 陈忠林. 违法性认识[M]. 北京:北京大学出版社,2006.
- [10] [德]海因里希·耶塞克. 德国刑法教科书(总论)[M]. 北京:中国法制出版社,2001.
- [11] 周光权. 违法性认识不是故意的要素[J]. 中国法学, 2006(1):165-175.
- [12] 车浩. 法定犯时代的违法性认识错误[J]. 清华法学, 2015(4):22-46.
- [13] 孙国祥. 违法性认识错误的不可避免性及其认定[J]. 中外法学, 2016(3):702-724.
- [14] 陈璇. 责任原则、预防政策与违法性认识[J]. 清华法学, 2018(5):89-111.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.021

## 自然资源视角下的林地界定标准探究

——以上海市某区为例

申树云, 宁秀红

(上海城市房地产估价有限公司, 上海 200003)

**摘要:**系统梳理国内外关于林地界定的标准,重点分析我国目前已发布的林地界定标准《林地分类》(LY/T1812-2009)和《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)的差异。以上海市某区为例,具体分析林地界定差异引起的数据统计及相关管理、审批等方面的问题,结合自然资源统一管控趋势,提出增加复合用地分类,统一具体认定口径,建立分类对照表,明确林地界定的状态等林地界定标准修订及相关管理完善建议。

**关键词:**林地界定标准;自然资源;林地分类;土地利用现状分类;数据统计;分类对照表

中图分类号:S757;F301.24 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0116-04

**引文格式:**申树云,宁秀红.自然资源视角下的林地界定标准探究——以上海市某区为例[J].林业调查规划,2020,45(1):116-119.

SHEN Shuyun, NING Xiuhong. Discussion on Definition Standard of Forest Land from the Perspective of Natural Resources —A Case Study of One District in Shanghai[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 116-119.

## Discussion on Definition Standard of Forest Land from the Perspective of Natural Resources

——A Case Study of One District in Shanghai

SHEN Shuyun, NING Xiuhong

(Shanghai Urban Real Estate Appraisal Co., Ltd., Shanghai 200003, China)

**Abstract:** This paper systematically sorted out the domestic and international standards for forest land definition, and analyzed the differences between Forest Land Classification (LY/T1812-2009) and Land Use Status Classification (GB/T21010-2017) that had been released in China. Taking a district of Shanghai as an example, this paper analyzed the data statistics, related management, approval issues caused by the differences in forest land definition, and proposed revision proposals for forest land definition standards with the trend of unified control of natural resources, such as increasing the classification of compound land, unifying the specific identification method, establishing the classification comparison table, and clarifying the status of forest land definition.

**Key words:** forest land definition standard; natural resources; forest land classification; land use status classification; data statistics; classification comparison table

收稿日期:2019-07-23.

第一作者:申树云(1985-),女,安徽六安人,高级经济师.从事土地整治与土地规划研究.

## 1 自然资源部统领国土空间规划管控的要求

从国务院机构改革来看,建设生态文明已不是单纯的环境保护范畴,而是一个综合的系统工程,不仅需要绿色发展、可持续发展的理念来实现经济从高速增长到高质量、可持续发展的转变,还要求进行相应的机构改革与建设来落实相关的制度和职能安排。因此,自然资源部的组建是生态文明建设的客观要求,也为生态文明建设提供了重要的体制保障。而建立空间规划体系,推行“多规合一”并监督规划实施,则是此轮自然资源管理体制改革的重大突破,也是未来自然资源部门的重要职责。

从自然资源部的职能归属上看,国土空间规划将是规划的规划。在统一机构职能后,涉及空间规划的坐标系统、基础数据、规划期限、管控规则不一致的问题将迎刃而解。空间管理事权的分割将更加明确,有利于实现单一国土空间的统一空间管制。届时,空间规划的起点将是“统一的底图、统一的底数、统一的底线”,终点将是“统一的空间方案、统一的用途管制、统一的管理事权”。在建立统一的标准之前,首先需要对现状进行详细梳理,本文以自然资源重要组成部分——林地资源作为研究对象,系统梳理国内外对于林地的认定标准,并以上海市某区为例分析现行不同部门的标准差异引起的数据统计及管控问题,对自然资源部统一管控的林地界定标准提出优化建议。

## 2 国外关于林地界定的标准

国际上通常统计的是“森林”,但各国对于“森林”的具体认知不尽相同,不过总体来说基本围绕“覆盖情况”和“利用情况”2个角度来定义,定量阈值主要包括面积、林冠盖度、树高、林带宽度等<sup>[1]</sup>。联合国粮食及农业组织(FAO)在对全球森林资源评估时,对“森林”的定义是:“面积在 0.5 hm<sup>2</sup> 以上、树木高于 5 m、林冠覆盖率超过 10%,或树木在原生境能够达到这一阈值的土地。不包括主要为农业和城市用途的土地”<sup>[2]</sup>。该定义在对“森林”的最小阈值做出规定外,明确提出“森林”应不包含其他主导用途。

## 3 国内关于林地界定的标准

国内关于林地界定标准主要有 2 个,一是原国家林业局 2009 年发布的行业标准《林地分类》(LY/

T1812-2009)<sup>[3]</sup>(以下简称“《林地分类》”),二是原国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会 2017 年联合发布的国家标准《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)<sup>[4]</sup>(以下简称“《土地利用现状分类》”)。需说明的是,这 2 个标准均提出了关于林地界定的标准,但 2 个标准的定义范围不同,且关于具体的界定标准也略有不同(表 1)。

1)从界定范围来看,《林地分类》比《土地利用现状分类》范围广。具体体现在:①《林地分类》根据林地的现实形态,包括所有符合标准的林地,而《土地利用现状分类》所指林地不包括居民点内部的绿化林木用地,铁路、公路征地范围内的林木以及河流、沟渠的护堤林;②《林地分类》包含辅助生产林地,即直接为林业生产服务的工程设施用地,包括:培育、生产种子、苗木的设施用地等,而《土地利用现状分类》则不包含此类用地。

2)从界定标准来看,《林地分类》比《土地利用现状分类》更精细。以二者定义较为明确的有林地、灌木林地、疏林地为例进行说明。①有林地在《林地分类》的定义包含 4 个方面,树种、连续面积、郁闭度、种植要求/胸径,而《土地利用现状分类》仅对树种、郁闭度有要求;②对于灌木林地,二者的界定差异主要体现在覆盖度的要求不同,其中《土地利用现状分类》要求更高;③对于疏林地,《林地分类》从树种、连续面积、郁闭度 3 方面提出要求,而《土地利用现状分类》仅对郁闭度作出说明。

3)从用地类型来看,《林地分类》在分类时未考虑用地类型。从《林地分类》中林地的内涵分析,林地应指《土地利用现状分类》中农用地的“林地”及建设用地的“公园与绿地”。

综上所述,因 2 个标准在界定范围、界定标准、用地类型等方面存在差异,因而在一定程度上将会导致林地在不同管理部门的统计数据及空间分布存在差异。

## 4 林地界定标准差异引起的数据统计及空间分布差异

以上海某区为例,研究拟以具体数据分析林业部门和自然资源部掌握的林地数据的差异性。其中林业部门管理数据为该区 2016 年现状林地,因三调成果暂时未公布,故自然资源部“林地”和“公园与绿地”数据采用该区 2016 年第二次土地调查变更数据中“林地”和“瞻仰景观用地”。

1)从总量上来看,《土地利用现状分类》中“林

表 1 有林地、灌木林地、疏林地 在 2 个标准中的定义差异比较

Tab. 1 Definitions comparison of closed forest land, shrub land and open forest land in two standards

一级分类	二级分类	具体要求	《林地分类》(LY/T 1812-2009)	土地利用现状分类(GB/T 21010-2017)
有林地	乔木林地	树种	由乔木(含因人工栽培而矮化的)树种组成的片林或林带。	乔木,但不包括森林沼泽。
		面积	连续 666.67 hm <sup>2</sup> 。	/
		郁闭度	≥0.2	≥0.2
		种植要求	林带行数应在 2 行以上且行距 ≤ 4 m 或林冠冠幅水平投影宽度在 10 m 以上;当林带的缺损长度超过林带宽度 3 倍时,应视为 2 条林带;两平行林带的间距 ≤ 8 m 时视为片林。	/
竹林地	树种	竹类植物	竹类植物	竹类植物
		面积	连续 666.67 hm <sup>2</sup> 。	/
		郁闭度	≥0.2	≥0.2
红树林地	树种	红树林科植物和其他在形态上和生态上具有相似群落特性科属植物的林地。	红树植物的林地。	
		面积	连续 666.67 hm <sup>2</sup> 。	/
		郁闭度	≥0.2	≥0.2
灌木林地	树种	灌木树种;因生境恶劣矮化成灌木型的乔木树种;胸径小于 2 cm 的小杂竹丛。	灌木,但不包括灌丛沼泽。	
		面积	连续 666.67 hm <sup>2</sup> 。	/
疏林地	树种	乔木	乔木	/
		面积	连续 666.67 hm <sup>2</sup> 。	/
		郁闭度	0.10~0.19	0.10~0.19

地”和“瞻仰景观用地”总量为《林地分类》中林地的 40%(图 1);

2)从空间分布来看,二者在空间上重叠部分占《土地利用现状分类》中“林地”和“瞻仰景观用地”总量的 61%,占林业部门林地总量的 24%(图 1)。

3)从用地分类来看,在土地利用现状分类中林地约 76%属于建设用地,21%属于农用地(图 2)。

综上所述,根据《林地分类》和《土地利用现状分类》,林业部门和自然资源部门对于林地的认定

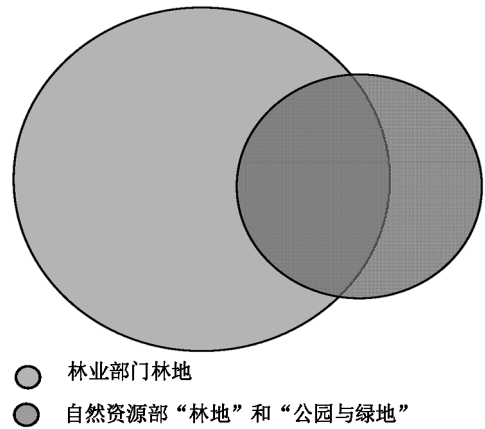


图 1 林业和自然资源部两部门林地统计数据及空间布局差异  
Fig. 1 Differences of forest land statistics and spatial layout between the two departments

无论从统计数据还是空间布局上均存在较大差异。

### 5 林地界定引发的问题

在机构改革落实前,由于管理职责不同(即自然资源部倾向于保护耕地和保障建设用地,林业部门倾向于林地保护),以及信息共享不充分,在一定程度上导致了两套林地统计成果出现差异。且两套数据缺乏融合互通,从而最终引发了管理、审批等方面的问题,主要表现在以下方面。

#### 5.1 重复认定易引起土地指标多重补偿问题

土地指标多重补偿问题是指同一地块,林业部门认定为林地,自然资源部认定为耕地,甚至划入基本农田管制,则工程建设项目占用该地块时,既要占一补一地补充耕地\基本农田,又要占一补一地补充林地,对工程建设项目推进产生一定的影响。

#### 5.2 差异认定和单部门认定易致资源损失

现行制度下,建设项目审批自然资源部、林业两部门的参与度差别较大,因而对于两部门认定不一致的图斑,尤其是自然资源部未认定为林地的图斑较易出现占林未补的情况。

### 6 林地界定标准修订及相关管理完善建议

在自然资源统一管控的体制机制下,建议应从以下几个方面开展林地界定标准修订。

#### 6.1 增加复合用地分类,建立严格的管理审核制度

林地标准修订方面,建议增加“农林复合”和“林水复合”分类,实现地块既具有林地或水域的生态功能,又具有耕地的生产功能,落实土地复合利

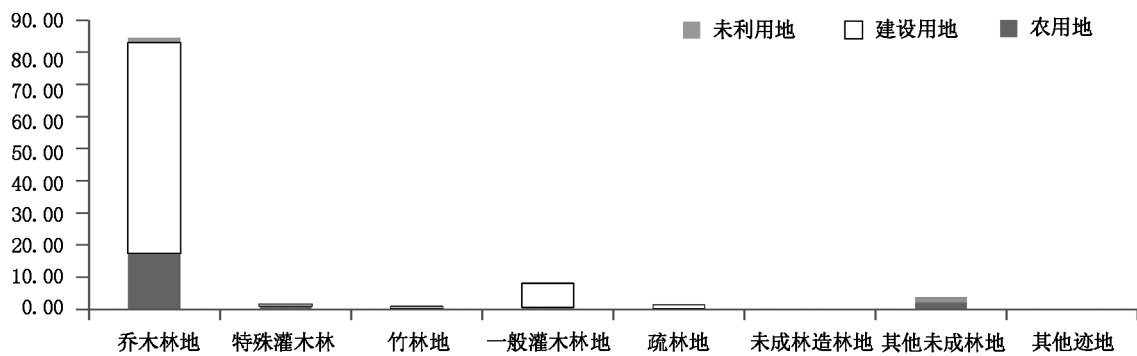


图 2 现状林地(2016)二调一级分类

Fig. 2 Current forest land (2016) classification in the forest resource inventory and planning

用,促进农业增效和农民增收,进而促进乡村振兴。

但复合用地分类的设定易引发指标空置,即“名不符实”和管理责任不明确等问题。而复合用地的具体模式又具有“因地制宜<sup>[5]</sup>”性,难以使用量化指标予以约束。随着自然资源部的成立及国土空间规划的推进,复合用地的管理应统一至同一部门统筹管理。

此外,需循序渐进推进“复合用地”标准落实。明确时间节点,针对某时刻前已存在的“名不符实”的复合用地,以“多重标注”的方式锁定图层。针对某时刻后新增的复合用地,推进复合用地标准落实,并逐步挖掘“多重标注”复合用地潜力,减少“名不符实”的面积。

### 6.2 统一具体认定口径,建立分类对照表

为使林业部门和自然资源部关于林地的统计面积能在一定程度上保持一致,以共同回应社会关切,首先应统一关于林地认定的具体口径,诸如“灌木林地认定标准”,为统计林地面积奠定基础。

其次,建立《林地分类》和《土地利用现状分类》的分类对照表,为实现两部门数据衔接搭建平台,具体分类对照表建议如表 2 所示。

### 6.3 明确林地界定的状态,划清现状与规划

《林地分类》中对“宜林地”的定义是“县级以上人民政府规划的宜林荒山荒地、宜林沙荒地和其他宜林地”。建议在林地分类中将该分类取消。管理单位可以制定林地专项规划,不仅推进造林计划执行,而且对于林地地类的管理大有裨益。

### 6.4 对于生态修复用途的耕地明确管控期限

对于部分建设用地复垦后认定为耕地,但需要以造林等方式实现生态修复。建议在土地分类中增加生态修复类耕地,但同时计入森林覆盖率。待生态修复后再调整为其他类型的耕地用途。

表 2 上海市《林地分类》和《土地利用现状分类》对照表  
Tab. 2 Comparison table of Forest Land Classification Standards and Land Use Status Classification in Shanghai

林地分类		土地利用现状分类	
一级	二级	一级地类	二级地类
有林地	乔木林地	林地	乔木林地
	竹林地		森林沼泽
	红树林地		竹林地
疏林地			红树林地
未成林造林地	人工造林未成林地		其他林地
	封育未成林地		
苗圃地			
	无立木林地	采伐迹地	
		火烧迹地	
灌木林地		其他无立木林地	
	国家特别规定灌木林	园地	果园
			茶园
			橡胶园
	其他园地		
	其他灌木林	建设用地	公园与绿地

注:城镇、村庄范围内的绿化林木用地和铁路、公路征地范围内的林木以及河流沟渠的护堤林,根据《土地利用现状分类》属于建设用地中的公园与绿地。

### 参考文献:

[1] 赵宪文. 什么是森林[J]. 林业资源管理, 2002(5): 61-64.  
 [2] Terms and definitions FRA (Forest Resources Assessment) 2020 [EB/OL]. <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/zh/>, 2018-7-25.  
 [3] 国家林业局. 林地分类: LY/T1812-2009 [S]. 2009.  
 [4] 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会. 土地利用现状分类: GB/T21010-2017 [S]. 2017.  
 [5] 陈卫平, 朱清科, 薛智德, 等. 农林复合系统规划设计的研究进展 [J]. 西北林学院学报, 2008, 23(4): 127-131.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.022

## 郑州市城区悬铃木生长与健康状况调研

孙毅宁,周小娟,刘杰

(郑州市农林科学研究所,河南 郑州 450000)

**摘要:**为研究郑州市城区道路行道树的生长及健康状况,以悬铃木为研究对象进行抽样调查。调查结果显示,郑州市城区悬铃木以中型植株为主,株高7.5~12.5 m的占比63.22%;胸径20.0~40.0 cm的占比57.46%;冠幅6.0~14.0 m的占比65.79%。郑州市内金水区大型悬铃木植株最多,生长状况最优,是道路林荫环境最好的区域。研究区内大部分植株处于“亚健康”和“生长维持”状态,I级植株所占比例偏小,仅为7.33%,亚健康植株占比最大,近60%,频死植株占比10.86%。二七区、中原区、高新区3个城区的悬铃木健康状况优于其他城区,惠济区、金水区2个城区悬铃木的健康状况较差。在养护管理条件相似的情况下,立地条件较好的绿带植株整体健康水平优于树穴植株,大型悬铃木植株健康状况普遍优于中小型植株,乔、灌、草3层垂直结构的悬铃木的健康水平优于其它垂直结构,三板四带式道路结构类型的悬铃木植株健康水平最为优异。

**关键词:**悬铃木;生长特征;健康状况;栽植点形式;垂直结构;道路结构类型;郑州市

中图分类号:S731.2;Q949.751.6 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0120-07

引文格式:孙毅宁,周小娟,刘杰.郑州市城区悬铃木生长与健康状况调研[J].林业调查规划,2020,45(1):120-126.

SUN Yining,ZHOU Xiaojuan,LIU Jie. Study on Growth and Health Status of *Platanus* in Zhengzhou City[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(1):120-126.

## Study on Growth and Health Status of *Platanus* in Zhengzhou City

SUN Yining, ZHOU Xiaojuan, LIU Jie

(Zhengzhou Institute of Agricultural and Forestry Sciences, Zhengzhou 450000, China)

**Abstract:** In order to study the growth and health status of roadside trees in Zhengzhou City, the sampling survey on *Platanus* was conducted. The results showed that the *Platanus* in urban area of Zhengzhou City was dominated by medium-sized plants, with plant height of 7.5~12.5 m accounting for 63.22%, DBH of 20.0~40.0 cm accounting for 57.46%, crown diameter of 6.0~14.0 m accounting for 65.79%. The most large-scale Firmiana simplex in Jinshui District grew best and formed the best shading environment of roads. Most of the plants in the study area were in the “sub-health” and “growth maintenance” state. The proportion of grade I plants was small, only 7.33%. The proportion of sub-healthy plants was the largest, nearly 60%, and the proportion of frequently dead plants was 10.86%. The health status of *Platanus* in Erqi District, Zhongyuan District and High-tech Zone were better than that in other urban areas, while that in Huiji District and Jinshui District was worse. Under the similar conditions of maintenance and management, the overall health level of green belt plants with fine site conditions was better

收稿日期:2019-08-12.

第一作者:孙毅宁(1978-),女,河南郑州人,助理研究员.主要从事常绿树种的引种、驯化、栽培等研究工作. Email:596583006@qq.com

than that of tree-hole plants. The health status of large-scale plantations was generally better than that of small and medium-sized plantations. The health level of three-layer vertical structure of arbor, shrub and herb was better than that of other vertical structures, and the plantations health of three carriage with four green belts pattern was the best.

**Key words:** *Platanus*; growth characteristics; health status; planting site; vertical structure; road structure type; Zhengzhou City

悬铃木 (*Platanus*) 为悬铃木科落叶大乔木, 原产欧洲东南部及亚洲西部, 是世界著名的优良庭荫树和行道树, 有“行道树之王”之称<sup>[1]</sup>。郑州市 1954 年开始种植悬铃木, 至今已达 60 年。随着城市建设的不断发展, 大量的悬铃木被广泛应用于城市绿化建设之中, 悬铃木已成为郑州城区的首选行道树种, 其使用量占城区乔木行道树总量的 57.41%<sup>[2]</sup>。悬铃木在郑州市有“市树”之美誉。1985 年郑州市绿化覆盖率为 35.25%, 人均公共绿地 4.12 m<sup>2</sup>, 居当时全国公布 317 个大中城市之首, 被冠于“绿城”之美名, 这其中悬铃木功不可没<sup>[3]</sup>。近年来, 郑州市城区悬铃木出现衰枯表现, 生长缓慢, 生长势减弱。为了科学评价郑州市城区悬铃木的健康质量状况, 对郑州市城区悬铃木的生长状况进行深入研究, 并对悬铃木行道树进行健康等级划分和质量评价, 以期提升郑州市悬铃木健康水平和景观质量提供参考。

## 1 研究区概况

以郑州市 8 个主城区为研究范围, 郑州市位于中国华北平原南部、黄河下游, 居河南省中部偏北, 地处东经 112°42′~114°14′, 北纬 34°16′~34°58′。属北温带大陆性季风气候, 冷暖气团交替频繁, 春夏秋冬四季分明。冬季漫长而干冷, 雨雪稀少; 春季干燥少雨, 多春旱, 冷暖多变大风多; 夏季比较炎热, 降水高度集中; 秋季气候凉爽, 时间短促。年均温 15.6℃, 8 月最热月均温 25.9℃; 1 月最冷月均温 2.15℃。全年平均降雨量 542.15 mm, 无霜期 209 d。全年日照时间约 1 869.7 h。1954 年河南省会迁至郑州, 开始进行绿化改造, 大量种植悬铃木, 截至目前郑州全市法桐种植数量已达 140.9 万棵<sup>[1]</sup>。

## 2 研究方法

实地调查集中在 2018 年 8—10 月进行。调查参照 2018 版的郑州市交通图, 对郑州市八大行政区以内的主干道、次干道、支路进行调查, 采用随机抽

样的方法<sup>[4]</sup>随机抽取 132 条样带, 每个样带连续调查 12 株悬铃木, 详细测量记录树高 (h)、胸径 (Φ)、冠幅 (P)、株行距、枝下高、道路结构类型、垂直结构、地表覆盖方式和种植点形式等基本信息, 并对树高 (h)、胸径 (Φ)、冠幅 (P) 进行分级。健康状况评价参照吴泽民制定的树木健康状况计算方法, 结合悬铃木自身特点, 将悬铃木行道树健康状况分为 6 个等级 (表 1), 并按健康等级标准对样本植株进行健康等级评判, 归类统计不同健康等级植株数量<sup>[5]</sup>。健康状况主要考察行道树的生长势 (长势、生长表现)、倾斜、枯枝、腐枝、盯梢枯枝、叶斑或变色、枝叶病虫害、干基腐朽、树干洞穴、树干损伤、树干病虫害、树根损伤等, 采用目测法总结详述行道树中出现的健康状况问题<sup>[6]</sup>。

表 1 健康等级划分

Tab. 1 Health rating

健康等级	简要描述
I	健康, 表现为树冠饱满, 叶色正常, 无病虫害危害, 无死枝, 树冠如有缺损须少于 5%。
II	较健康, 表现为树冠缺损 5%~25%, 叶色正常。
III	一般, 表现为树冠缺损 26%~50%, 叶色基本正常。
IV	生长差, 树冠缺损比例高达 51%~75%, 树势衰退严重, 叶色不正常。
V	树冠缺损达 79% 以上, 濒于死亡。
VI	死亡树木但未被移去。

## 3 结果与分析

### 3.1 悬铃木整体生长特征分析

#### 3.1.1 不同区域悬铃木生长特征

郑州市城区悬铃木树木平均高 11.18 m, 平均胸径 26.10 cm, 株均冠幅 8.55 m。平均树高金水区最大, 为 13.63 m, 郑东新区最小, 为 9.70 m; 平均胸径金水区最大, 为 35.44 m, 惠济区最小, 为 22.71 m; 平均冠幅金水区最大, 为 13.20 m, 高新区最小, 为 6.39 m; 平均树穴面积高新区最大, 为 2.04 m<sup>2</sup>,

管城区最小,为 1.21 m<sup>2</sup>。全市范围内最大的悬铃木植株在金水区,树高 23.20 m,胸径 81.40 cm,冠幅 28.20 cm;最小的植株在郑东新区,树高 3.80 m,

胸径 8.30 cm,冠幅 0.50 cm。综合以上数据,金水区是悬铃木生长状况最好的区域,道路林荫环境最好(表 2)。

表 2 郑州市不同区域悬铃木行道树生长特征

Tab. 2 Growth characteristics of roadside *Platanus* in different areas of Zhengzhou

区号	树高/m			胸径/cm			冠幅/m			树穴面积/m <sup>2</sup>		
	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小
郑东新区	17.20	9.70±2.48	3.80	46.40	23.66±7.58	8.30	12.60	7.23±2.60	0.50	2.25	1.60±0.45	1.00
管城区	18.20	11.85±2.45	7.70	66.50	25.50±9.78	12.00	19.30	8.43±2.69	3.60	1.96	1.26±0.34	1.00
惠济区	16.50	10.41±2.38	4.10	42.30	22.71±7.96	10.80	13.60	7.40±2.72	1.80	1.69	1.44±0.35	1.00
高新区	14.50	9.97±1.76	5.20	34.40	22.92±5.35	10.20	10.50	6.39±1.40	2.40	2.89	2.04±0.48	1.32
经开区	17.20	10.71±2.35	5.20	47.90	22.59±6.51	11.80	13.20	6.49±2.11	0.80	1.69	1.39±0.31	1.00
金水区	23.20	13.63±4.86	4.70	81.40	35.44±15.47	9.20	28.20	13.20±5.88	3.10	3.05	1.43±0.63	0.89
二七区	19.00	11.50±2.90	4.70	71.00	25.99±12.03	9.20	20.00	8.50±3.62	1.40	3.17	1.40±0.54	0.87
中原区	18.50	11.49±3.15	5.50	53.20	28.23±10.27	11.80	21.40	9.90±4.06	3.20	3.06	1.61±0.57	0.90
全市	23.20	11.18±3.21	3.80	81.40	26.10±10.84	8.30	28.20	8.55±4.07	0.50	3.17	1.51±0.52	0.87

3.1.2 不同大小等级上的数量结构分布特征

从等级分布来看,研究区内株高 7.5~12.5 m 的植株最多,占比 63.22%;胸径 20.0~40.0 cm 的植株最多,占比 57.46%;冠幅 6.0~14.0 m 的植株最多,占比 65.79%。株高大于 17.5 m 的植株,金水区多于其他区域,呈现出金水区>中原区>二七区>管城区的趋势,其他区域株高无大于 17.5 m 的植株;胸径大于 60 cm 的植株,金水区>管城区>二七区,其他区域无胸径大于 60 cm 的植株;冠幅大于

14 m 的植株,金水区多于其他区域,呈现出金水区>中原区>二七区>管城区的趋势。研究区内冠幅小于 6 m 的植株占树木总株数的 23.92%,其中经开区占比最高,为 37.57%,金水区占比最低,仅为 9.27%。由此看出,郑州市内大型的悬铃木集中在老城区,其中金水区大型悬铃木植株最多,是道路林荫环境最好的区域;经开区、高新区、惠济区均有 30%以上的植株冠幅小于 6 m,尚未形成良好的道路林荫环境(图 1,图 2,图 3,表 3)。

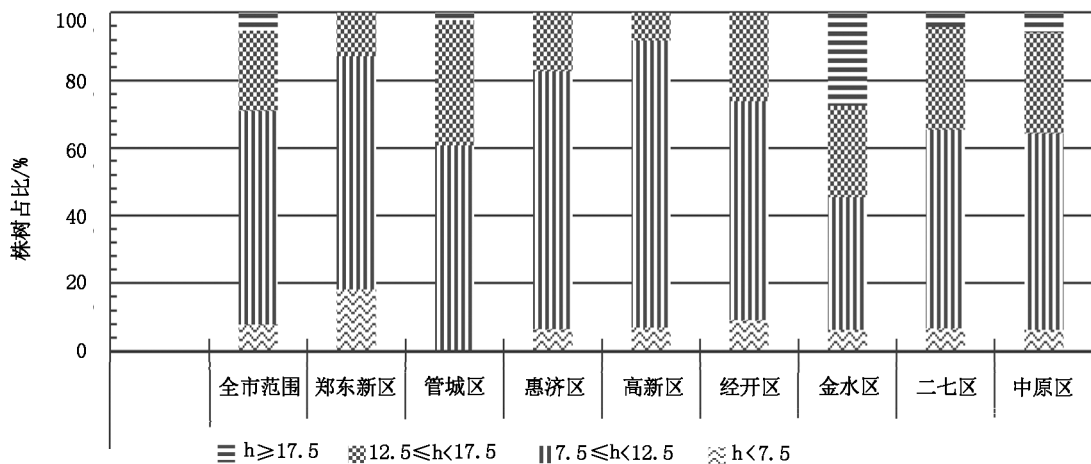


图 1 郑州市不同区域悬铃木树高等级分布

Fig. 1 Height distribution of *Platanus* in different areas of Zhengzhou



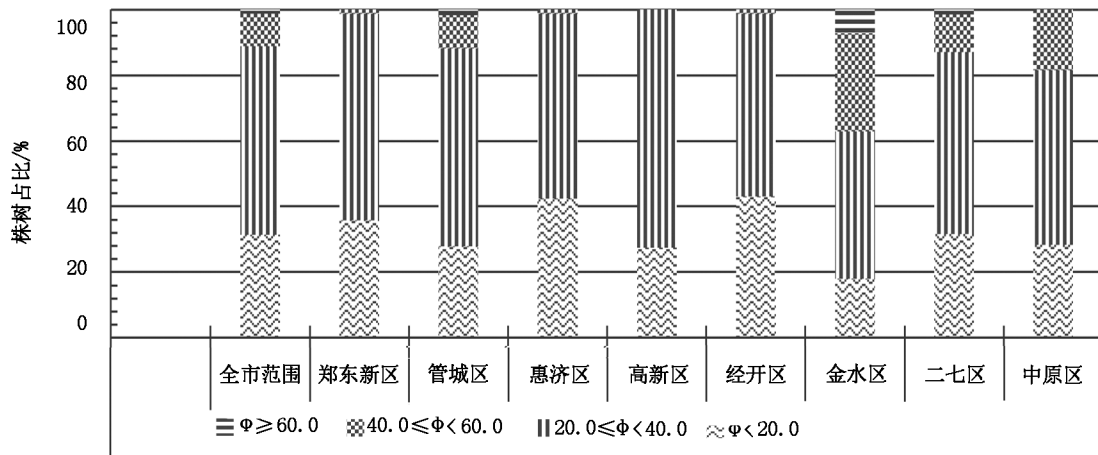


图 2 郑州市不同区域悬铃木胸径等级分布

Fig. 2 DBH distribution of *Platanus* in different areas of Zhengzhou

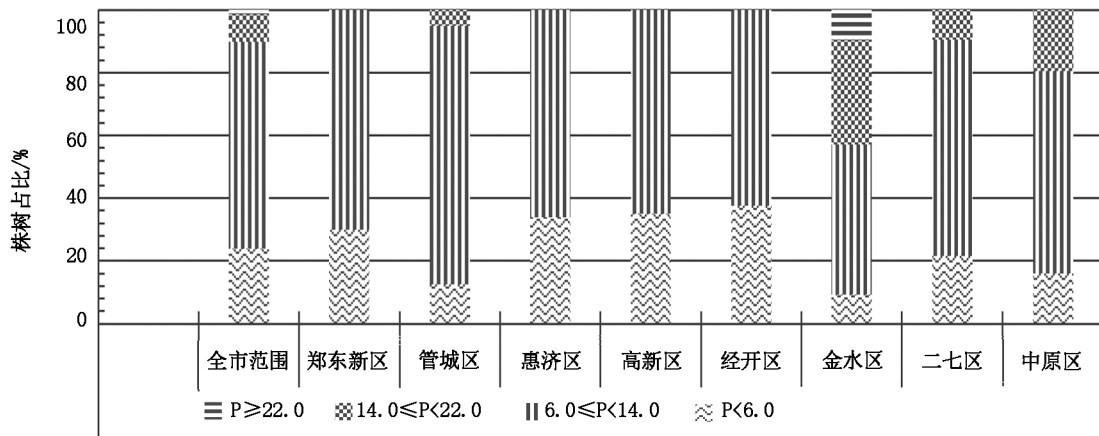


图 3 郑州市不同区域悬铃木冠幅等级分布

Fig. 3 Crown diameter distribution of *Platanus* in different areas of Zhengzhou

表 3 郑州市悬铃木树高、胸径与冠幅的等级分布

Tab. 3 Distribution of height, DBH and crown diameter of *Platanus* in Zhengzhou

植株型号	树高 (h) /m	株数占比 /%	胸径 (Φ) /cm	株数占比 /%	冠幅 (P) /cm	株数占比 /%
小型	$h < 7.5$	7.85	$\Phi < 20.0$	31.42	$P < 6.0$	23.92
中型	$7.5 \leq h < 12.5$	63.22	$20.0 \leq \Phi < 40.0$	57.46	$6.0 \leq P < 14.0$	65.79
大型	$12.5 \leq h < 17.5$	23.63	$40.0 \leq \Phi < 60.0$	9.75	$14.0 \leq P < 22.0$	8.98
超大型	$h \geq 17.5$	5.30	$\Phi \geq 60.0$	1.37	$P \geq 22.0$	1.31

### 3.2 悬铃木健康状况与关联因子分析

#### 3.2.1 不同城区悬铃木健康水平的整体差异

研究区内高新区、二七区、中原区 3 个城区悬铃木的健康状况较好, I - III 级健康植株占比大于 70%。惠济区悬铃木健康状况最差, I - III 级健康植株占比仅为 50.63%。全市 I - III 级健康植株比例排序为二七区 > 中原区 > 高新区 > 经开区 > 管城区 > 郑

东新区 > 金水区 > 惠济区。树干直的植株总体占比 88.03%, 郑东新区的树干情况最好, 管城区的树干情况最差, 但所有区域均大于 80%。结合不同区域悬铃木植株大小状况分析认为, 在养护管理条件相似的情况下, 植株大小可能是影响悬铃木健康状况的一个重要因素(表 4)。

### 3.2.2 不同栽植点形式对悬铃木健康水平的影响

在调查的 132 个样带中,树穴栽植占比达 87.12%,绿带栽植占比 12.88%。绿带栽植的平均树高、平均胸径、平均冠幅均大于树穴栽植,但差异不显著。I-II 级植株比例,绿带栽植占 36.11%,树穴栽植占 28.69%;V-VI 级植株比例,绿带(D)栽植占比 8.33%,树穴(C)栽植占比 11.56%。由此可以看出,绿带栽植的植株健康状况比树穴栽植的要好(表 5)。

### 3.2.3 不同树高等级层次上的悬铃木植株健康水平差异分析

按照不同的树高将悬铃木分为 4 个等级,对悬铃木健康植株的比例与树高的分析结果表明,植株越高,I-III 级植株所占比例越大(超大型除外)。其中大型植株 I-III 级植株占比近 70%。超大型悬

表 4 郑州市不同城区范围内悬铃木健康状况比较

Tab. 4 Comparison of health status of *Platanus* in different urban areas of Zhengzhou

区域	不同树干植株占比/%		不同健康等级植株占比/%					
	直	歪	I	II	III	IV	V	VI
郑东新区	91.53	8.47	3.83	20.85	36.17	22.13	16.59	0.43
管城区	84.10	15.90	3.98	16.48	41.48	26.14	11.92	0.00
惠济区	85.26	14.74	7.69	18.59	24.35	25.00	23.08	1.29
高新区	91.23	8.77	15.79	25.73	29.24	25.15	4.09	0.00
经开区	89.10	10.90	4.85	24.24	33.94	24.85	10.90	1.22
金水区	84.88	15.12	6.34	20.49	32.19	29.28	11.70	0.00
二七区	88.52	11.48	11.00	28.23	35.88	21.05	3.84	0.00
中原区	88.63	11.37	6.16	21.33	45.97	19.90	6.16	0.48
全市	88.03	11.97	7.33	22.06	35.34	24.02	10.86	0.39

表 5 郑州市不同栽植点形式对悬铃木健康的影响

Tab. 5 Effects of different planting sites on the health of *Platanus* in Zhengzhou

栽植点形式	平均树高 /m	平均胸径 /cm	平均冠幅 /m	植株占比 /%	不同健康等级植株占比/%					
					I	II	III	IV	V	VI
树穴(C)	11.15±3.20	26.02±10.82	8.53±4.07	87.12	7.23	21.46	35.62	24.13	11.2	0.36
绿带(D)	11.18±3.21	26.01±10.84	8.55±4.07	12.88	8.33	27.78	32.64	22.92	7.64	0.69

铃木数量很少,占比仅为 5.74%。由此看出,树高与悬铃木健康状况成正比(表 6)。

表 6 郑州市不同树高等级悬铃木健康状况比较

Tab. 6 Comparison of health status of *Platanus* at different tree heights in Zhengzhou

树高等级	树高 (h)/m	不同健康等级植株比例/%					
		I	II	III	IV	V	VI
小型	h<7.5	4.17	18.75	36.46	25.00	14.58	1.04
中型	7.5≤h<12.5	7.67	21.45	31.83	25.73	12.87	0.45
大型	12.5≤h<17.5	8.31	24.64	37.83	22.06	7.16	0.00
超大型	h≥17.5	1.23	13.59	51.85	24.69	7.41	1.23

### 3.2.4 不同垂直结构类型悬铃木健康水平差异分析

乔、灌、草 3 层结构的 I 级植株占比 12.88%, I 级植株是乔木单层结构的 2 倍,是乔、灌双层结构的 3 倍; II 级植株占比 28.41%,优于乔木单层结构和乔、灌双层结构, V-VI 级植株占比仅为 4.54%,明显低于乔木单层结构和乔、灌双层结构,说明丰富的垂

直结构有利于悬铃木的健康生长。3 种垂直结构类型相比,乔木栽植时,树高、冠幅明显大于其他 2 种类型;乔、灌组合栽植,株高、胸径和冠幅均降低;乔、灌、草立体栽植,胸径明显增加。在养护管理条件相似的情况下,乔、灌、草 3 层垂直结构的悬铃木的健康状况明显好于其他 2 种类型,这可能与植物物种多样性有关,适应城市特殊的生态环境(表 7)。

### 3.2.5 不同道路结构类型悬铃木健康水平差异分析

三板四带道路结构类型的悬铃木健康水平相对较高, I 级植株占比 10.71%, I-II 级植株累计占比 36%以上, V-VI 级植株占比最小,仅为 6.25%。其它道路结构类型的悬铃木, V-VI 级植株占比相差不大,占比均在 10%以上。进一步研究发现,一板二带道路结构类型栽植的悬铃木 90%以上为树穴栽植,三板四带式道路结构类型栽植的悬铃木植株的树高、胸径、冠幅均大于其它道路结构类型。由此可进一步看出,在养护管理条件相似的情况下,三板四带道路结构类型栽植的悬铃木植株健康水平最为优异(表 8)。

表 7 郑州市不同垂直结构类型悬铃木行道树健康状况比较

Tab. 7 Comparison of health status of *Platanus* with different vertical structures in Zhengzhou

垂直结构类型	平均树高 /m	平均胸径 /cm	平均冠幅 /m	不同健康等级植株比例/%					
				I	II	III	IV	V	VI
乔木单层	11.15±3.21	25.94±10.80	8.49±4.06	6.66	19.69	35.81	25.48	11.87	0.49
乔、灌双层	11.18±3.21	26.10±10.84	8.55±4.07	3.95	25.44	33.77	22.81	14.03	0.00
乔、灌、草 3 层	11.15±3.20	26.02±10.82	8.53±4.07	12.88	28.41	34.85	19.32	4.17	0.37
所有垂直结构类型	11.18±3.21	26.10±10.84	8.55±4.07	7.33	22.06	35.34	24.02	10.86	0.39

表 8 郑州市不同道路结构类型悬铃木行道树健康状况比较

Tab. 8 Comparison of health status of *Platanus* on different road structures in Zhengzhou

道路结构类型	平均树高 /m	平均胸径 /cm	平均冠幅 /m	不同健康等级植株占比/%					
				I	II	III	IV	V	VI
一板二带式	11.18±3.21	26.10±10.84	8.55±4.07	5.76	21.00	36.13	24.12	12.40	0.59
二板三带式	11.17±3.23	26.00±10.89	8.48±4.10	7.23	25.30	39.76	15.66	12.05	0.00
三板四带式	10.47±2.44	23.56±7.69	7.21±2.49	10.71	25.30	32.44	25.30	6.25	0.00
四板五带式	11.15±3.24	25.87±10.93	8.36±4.06	10.12	22.02	36.31	20.84	10.71	0.00
所有类型	11.18±3.21	26.10±10.84	8.55±4.07	7.33	22.06	35.34	24.02	10.86	0.39

#### 4 结论与讨论

郑州市城区悬铃木以中型植株为主,大型植株集中在金水区、中原区、二七区与管城区等老城区,其中金水区大型悬铃木植株最多,行道树生长状况最优。研究区内大部分植株处于“亚健康”和“生长维持”状态。二七、中原、高新 3 个城区的悬铃木健康状况优于其他城区,惠济、金水 2 个城区悬铃木的健康状况则较差。

悬铃木的健康状况与植株大小、栽植点形式以及垂直结构存在一定关系。树体较大的植株根系发育良好,水肥吸收能力较强。小型植株移植时间短,主根较浅,侧根发育不全,吸收功能弱,水肥营养供应能力不足,难以形成较好的生长势<sup>[7]</sup>。超大型植株的树高、胸径、冠幅增大到一定程度时,健康状况将会下降,导致出现生长缓慢,生长势弱等现象。

绿带植株整体健康水平优于树穴,主要与立地土壤条件有关,绿带的土壤质地、保水保肥能力均强于树穴。

不同垂直结构类型悬铃木健康状况也有明显差异,这可能与植物多样性有关,植物种类多,可充分利用太阳辐射、热量、水分等资源,抑制病虫害发生,提高土壤肥力,适应城市特殊的生态环境。

一板二带道路绿化 90% 以上为树穴栽植,树穴栽植的植株健康状况比其它栽植方式差;大型悬铃木植株的健康状况普遍优于中小型植株,三板四带式道路栽植的植株相对较大,健康状况比较优异;二板三带和四板五带式道路栽植的植株生长状况相同,栽植点形式植株比例相同,二板三带式道路栽植的植株健康状况优于四板五带式的,这可能与生态环境不同有关,如环境污染、温湿度差异<sup>[8]</sup>,道路越宽调节温湿度功能越差。生长状况相同,栽植点形式植株比例相同的悬铃木,道路越宽调节温湿度功能越差,健康状况越差。

影响悬铃木健康的因素很多,栽植方式、土壤密实度<sup>[9]</sup>、地下市政管线<sup>[10]</sup>、地上硬化地表铺装等致使植物生长面积受到影响,养分不足,无法满足悬铃木根系生长的正常需求。融雪剂<sup>[11]</sup>、交通尾气、城市夜晚光污染<sup>[12]</sup>、建筑垃圾等环境废物对悬铃木生长有很大的毒害作用,破坏了叶绿体的结构和根系的正常新陈代谢,进而影响到悬铃木的正常生长发育过程。在调查中也发现了一系列的问题:未对树木进行及时修剪定型,分枝太多、树型杂乱,两叉分支中心开裂而遮挡信号灯;树木与建筑间的距离或株间距过小导致树木生长受限,部分明显的偏冠现象存在安全隐患;落叶期长、病虫害严重,飞毛飞絮

污染严重;树木死亡后未移除,未及时补栽;树下硬铺装过多,树根正常生长受限,且造成路面损毁。

针对现阶段郑州市城区悬铃木生长健康状况存在的问题,对悬铃木养护管理现状提出如下建议:

1)对于管理不到位的,根据悬铃木的生长特点采取养护措施,增强树势。

2)改善立地条件,改良土壤,调整树穴大小,改变树穴结构和铺装材料,联通各树穴建成绿化隔离带。

3)及时修剪定型,排除安全隐患。

4)有计划地进行病虫害预防工作,采用更加环保的措施,减少对居民生活影响。

5)针对果毛污染进行品种改良,也可以于3—4月进行化学防治。

6)树木死亡后及时移除,并及时进行补植。

参考文献:

[1] 郑代平,刘志芳,王延方,等. 郑州市大规格行道树悬铃木复壮技术应用综述[J]. 河南林业科技,2015,35(2):46-48,56.

[2] 薛兴燕,赵杰,石蒙蒙,等. 基于 i-Tree 模型的郑州市行道树生态效益评估[J]. 河南科学,2018,36(9):1460-1467.

[3] 王永. 郑州市市树悬铃木研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(34):14980-14981.

[4] 刘雪梅. 天津行道树的调查与研究[C]//中国风景园林学会 2013 年会论文集,2013:3.

[5] 吴泽民,黄成林,白林波,等. 合肥城市森林结构分析研究[J]. 林业科学,2002,38(4):7-13.

[6] 王海玲,刘凤华,王新亮,等. 滨州市城区行道树养护管理现状与发展建议[J]. 安徽农业科学,2018,46(5):124-126.

[7] 郟光发,彭镇华,王成. 北京城区银杏行道树生长现状与健康状况研究[J]. 林业科学研究,2013,26(4):511-515.

[8] 李志敏. 长沙市城市道路植物景观研究[D]. 湖南:中南林业科技大学,2016:11-12.

[9] 杨瑞卿,王本耀,彭红玲,等. 不同栽植基质对上海市 4 种行道树表型生长和根系发育的影响[J]. 林业科学研究,2017,30(4):659-666.

[10] 尹荣,关春雨,李艺,等. 地下市政管线与行道树相互关系研究[J]. 给水排水,2010,46(8):117-121.

[11] 严霞,李法云,刘桐,等. 化学融雪剂对生态环境的影响[J]. 生态学杂志,2008,27(12):2209-2214.

[12] 陈芳,彭少麟. 城市夜晚光污染对行道树的影响[J]. 生态环境学报,2013,22(7):1193-1198.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 89 页)

[26] 施汉钰,刘瑰琦,曹昊,等. 间作东北铁线莲对病虫害生物防治的研究[J]. 森林工程,2018,34(5):15-19.

[27] 王业社,陈立军,杨贤均,等. 湖南崑山丹霞地貌区野生药用藤本植物资源及开发利用研究[J]. 草业学报,2014,23(3):85-96.

[28] 苏建荣,缪迎春,刘万德. 集合种群理论及其在野生植物保育中的应用[J]. 林业科学研究,2018,31(1):145-149.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.023

## 昆明地区板栗提质增效技术措施研究

杨伟志,秦秀兰,甘雨,高俊峰

(昆明市林业技能开发站,云南 昆明 650032)

**摘要:**为了提升昆明地区板栗产量和质量,就不同提质增效措施对板栗丰产的重要程度进行了研究。结果认为,不同提质增效措施对板栗丰产的重要程度排序为整形修剪>病虫害防治>土肥水管理。在昆明市宜良县 20 hm<sup>2</sup> 实验地上通过实施 2 年多的整形修剪、土肥水管理、病虫害防治、品种改良等提质增效技术措施,使板栗平均产量提高到 4 718.32 kg/hm<sup>2</sup>,是改造前的 1.59 倍,丰产增收效果明显。

**关键词:**板栗;低产原因;提质增效;品种改良;整形修剪;宜良县

中图分类号:S727.33;S753.53 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0127-05

引文格式:杨伟志,秦秀兰,甘雨,等.昆明地区板栗提质增效技术措施研究[J].林业调查规划,2020,45(1):127-131.

YANG Weizhi, QIN Xiulan, GAN Yu, et al. Technical Measures of Quality and Efficiency Improvement of *Castanea mollissima* in Kunming[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 127-131.

### Technical Measures of Quality and Efficiency Improvement of *Castanea mollissima* in Kunming

YANG Weizhi, QIN Xiulan, GAN Yu, GAO Junfeng

(Kunming Forestry Skills Development Station, Kunming 650032, China)

**Abstract:** In order to improve the yield and quality of *Castanea mollissima* in Kunming, this paper studied the importance of different quality-enhancing measures. The results showed that the importance order of different measures for improving quality and efficiency was plastic pruning> pest control> soil, fertilizer and water management. Through more than two years of plastic pruning, soil and fertilizer management, pest control, variety improvement and other technical measures to improve quality and efficiency in research area of 20 hm<sup>2</sup>, the average yield of *Castanea mollissima* was increased to 4 718.32 kg/hm<sup>2</sup>, 1.59 times of that before the transformation, and the effect of high yield was obvious.

**Key words:** *Castanea mollissima*; cause of low yield; quality and efficiency improvement; variety improvement; plastic pruning; Yiliang County

板栗(*Castanea mollissima* BL.)为壳斗科(*Fagaceae*)栗属(*Castanea*)植物,落叶乔木,喜光,营养丰富,果实中含糖、脂、蛋白质以及钙、磷、铁等多种

微量元素,素有“干果之王”的美誉。同时,板栗也是我国主要的木本粮食树种之一,一年种植,百年受益,被老百姓称为“铁杆庄稼”<sup>[1]</sup>,开发利用价值极

收稿日期:2019-07-25;修回日期:2019-10-10

第一作者:杨伟志(1990-),男,云南大理人,硕士,助理工程师。从事森林经理等工作。

责任作者:秦秀兰(1963-),女,四川犍为人,正高级工程师。研究方向:森林保护、森林培育。

高。板栗在我国有 2500 多年的栽种历史,栽种范围极为广泛,主要产区为河北、北京、河南、安徽、湖北、贵州、云南等地<sup>[2]</sup>。昆明大多数县区适宜种植板栗,板栗产业发展潜力巨大。经过调研,昆明地区板栗的栽培面积为 4 万多  $\text{hm}^2$ ,但平均产量不足  $1\ 800\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ,平均价格不到 5 元/kg。种植规模与经济效益不成比例,严重影响了栗农的生产积极性。

针对昆明地区板栗生产现状,笔者分析总结板栗低产原因,探索提质增效技术措施,建立板栗低产林改造技术示范园,发挥其辐射带动作用,改变当前板栗低产低效局面。通过 2 年的改造和技术措施应用,获得了丰产的效果。另外,本研究在探索总结板栗提质增效技术措施的同时,设置实验探索不同提质增效措施对板栗丰产的重要程度,旨在为栗农在生产实际中改造板栗低产林、进行板栗丰产栽培提供参考,为昆明市板栗研究提供数据支持。

## 1 研究地概况

研究地设在昆明市宜良县北古城镇阿保村,面积为  $20\ \text{hm}^2$ ,距离宜良县城 30 km,交通便利,水利设施较齐全。该区域地势东北高、南低,海拔  $1\ 690\sim 1\ 730\ \text{m}$ ,土壤为山地红壤,气候属亚热带高原季风性气候,冬季干旱少雨,夏季温湿多雨。年平均气温为  $16.3\ ^\circ\text{C}$ ,最冷月一月平均气温为  $5\sim 10\ ^\circ\text{C}$ ,最低气温  $-6\ ^\circ\text{C}$ ;最高气温为 7 月,最高气温  $35.6\ ^\circ\text{C}$ ,冬无严寒,夏无酷暑。年平均降雨量  $903.8\ \text{mm}$ ,多年平均蒸发量  $2\ 123.2\ \text{mm}$ ,相对湿度 75%。雨季集中在 5—10 月,降水量占全年的 86%,干湿分明,降水集中。全年多为西南风,间有东北风,年平均风速为  $2.4\ \text{m}/\text{s}$ ,最大风速  $19\ \text{m}/\text{s}$ 。平均初霜期在 11 月 30 日,终霜期在 3 月 18 日,平均无霜期为 257 d,全年日照  $2\ 190\ \text{h}$ 。

研究地包括两个小班(如图 1 所示),1 号小班地理坐标  $24^\circ 59' 20''\text{N}$ ,  $103^\circ 16' 2''\ \text{E}$ 。板栗品种主要为宜良本地品种“基地 6 号”、“基地 7 号”、“基地 8 号”以及九家种。板栗树龄集中分布为 20 a 和 2 a 两个阶段。20 a 的板栗树高约为  $7\sim 8\ \text{m}$ ,株行距  $3\ \text{m}\times 3\ \text{m}$ ;2 a 的板栗树高约为  $1.3\ \text{m}$ ,株行距为  $4\ \text{m}\times 5\ \text{m}$ 。园区板栗树以实生种植为主,管理松散,多年未进行树体修剪,树形杂乱;栗实象甲、云斑天牛、白生盘蚧、栗瘿蜂等病虫害危害严重。2 号小班地理坐标  $24^\circ 59' 33''\text{N}$ ,  $103^\circ 16' 14''\ \text{E}$ ;板栗品种主要为燕山早丰(3113)、宜良本地品种“大软枝”、“小软枝”;板栗树龄为  $7\sim 9\ \text{a}$ ,平均树高  $2.5\ \text{m}$ ,株行距  $3\ \text{m}\times 4\ \text{m}$ ,

园区管理较规范,树形较好;栗实象甲、云斑天牛、白生盘蚧等病虫害危害严重。

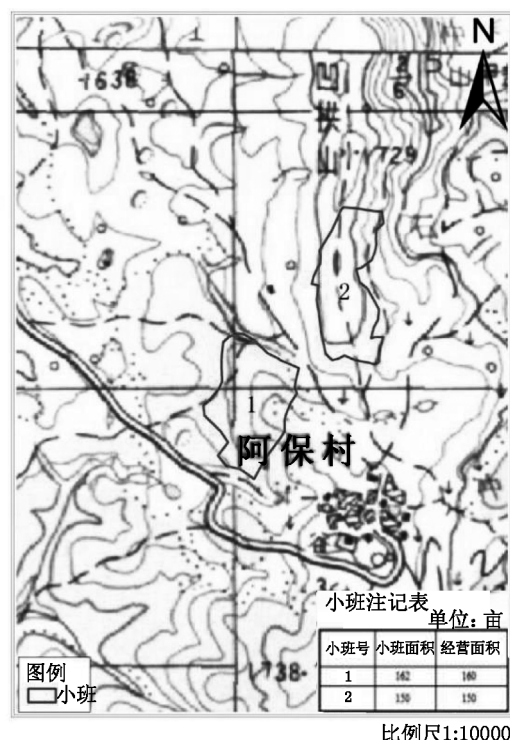


图 1 研究地位置

Fig. 1 Location of research area

## 2 研究方法

通过调查分析,研究地板栗低产的原因主要有:在种植后未能及时进行整形修剪;缺乏土壤翻耕、施肥、灌水等栽培管理措施;病虫害防治不当;栽植初期造林密度过大<sup>[3]</sup>;板栗品种多为本地老品种,市场竞争力不足等。根据宜良县阿保村板栗种植情况,确定研究区板栗低产林提质增效措施为整形修剪、加强土肥水管理、及时进行病虫害防治和改良品种,并设计实验测定不同提质增效措施对板栗丰产的重要程度,同时通过病虫害发生率测定、产量测定和品质测定表现提质增效效果。

### 2.1 果径增长量测定

果径增长量测定主要是为测定不同提质增效措施的重要程度。实验方法:在研究区选择 25 株品种相同、长势相近的板栗树,其中 5 株作为空白对照组,不进行任何提质增效措施,其中 15 株每 5 株为一组作为实验组,分别只进行整形修剪、土肥水管理、病虫害防治,最后 5 株为示范组进行全部提质增效措施。由于不同品种板栗果实大小及形状差异较大,故不进行品种改良果径增长量测定。

测量方法为每株板栗树选择东南西北四个方向,每个方向固定一粒板栗果实做好标记,分别于6月1日和7月1日对其果径进行测量。最后将空白对照组、实验组和示范组的果径数据汇总,分析得出各组初始果径数据以及果径增长量。对比得出不同提质增效措施对板栗丰产的重要程度。

## 2.2 病虫害发生率测定

为求证本研究中病虫害防治的成效,研究小组开展了病虫害防治效果对比实验。实验方法:板栗果实成熟期,拾取研究区内进行空白对照试验的板栗果实 300 粒,拾取进行全技术措施的板栗果实 300 粒;与此同时,在宜良县(非研究区)、寻甸县、呈贡区等地随机购买上市板栗 2 000 粒,分类,做好标记后放置在实验室内,进行栗实象甲幼虫生虫实验。每隔 1 天观察全部 2 600 粒板栗果实的生虫情况,统计、对比分析研究区空白、研究区全技术以及其他地区板栗病虫害发生情况。

## 2.3 产量测定

本研究自 2017 年开始,期间针对宜良县阿保村 1、2 号小班的实际情况,进行了整形修剪、加强土肥水管理、及时进行病虫害防治和改良品种等提质增效措施,并分别于 2017 年 8 月 20 日和 2018 年 8 月 20 日进行了产量测定。产量测定公式<sup>[5]</sup>为:

$$\text{栗实产量} = \frac{\text{抽样株总苞数之和} \times \text{抽样总苞的栗实重} \times \text{每公顷株数}}{\text{抽样总苞数} \times \text{抽样株数}}$$

## 2.4 品质测定

在果实采收时,对研究区内的板栗进行感官检验<sup>[6]</sup>。测定指标有每千克坚果数量、整齐度、缺陷容许度。参照板栗质量标准<sup>[6]</sup>测定研究区板栗的感官指标等级。

# 3 结果与分析

## 3.1 果径增长情况

在 2018 年 6 月和 7 月分别测量空白对照组、实验组和全技术示范组的果径数据,具体数据见表 1。结果显示,6 月平均果径、平均果径增长量以及平均果径增长率三项数据均为全技术示范组>实验组>空白对照组,全技术示范组平均果径增长率为 40.68%,而空白对照组仅为 21.29%。可以看出,提质增效技术措施是板栗低产林丰产的必要措施。

在三个实验组中,6 月平均果径、平均果径增长量以及平均果径增长率三项数据均为整形修剪组>病虫害防治组>土肥水管理组,其中整形修剪组平均果径增长率为 34.66%,病虫害防治组为 27.68%,

表 1 不同提质增效措施板栗果径数据对比

Tab. 1 Comparison of fruit diameter of *Castanea mollissima* with different quality and efficiency improvement measures

提质增效措施	6 月 平均果径 /cm	平均 增长量 /cm	平均果径 增长率 /%
空白对照	2.81	0.60	21.29
整形修剪	3.22	1.12	34.66
土肥水管理	2.93	0.77	26.30
病虫害防治	3.04	0.84	27.68
全技术示范	3.44	1.40	40.68

土肥水管理组为 26.30%,表明对于板栗低产林丰产的重要程度排序为整形修剪>病虫害防治>土肥水管理。

## 3.2 病虫害发生情况

经过 1 个月的观察,板栗果实生虫情况(见表 2)显示,研究区内经过病虫害防治的板栗平均生虫率为 3%,作为空白对照,研究区内未经过病虫害防治的板栗生虫率为 6%,宜良县非研究区的板栗生虫率为 10%。可以看出,研究区内的板栗生虫率<非研究区内的板栗,而研究区内进行了病虫害防治技术措施的板栗生虫率<未经病虫害防治的板栗。

表 2 板栗果实生虫数据

Tab. 2 Data of *Castanea mollissima* pest control

地点	试验 总粒数	有虫 颗粒数	虫总数	生虫率 /%
阿保村空白	300	15	17	6
阿保村病虫害防治	300	9	9	3
宜良其他	300	31	31	10
寻甸鸡街	300	28	30	10
寻甸仁德三棵树	300	156	167	56
寻甸仁德道院村	200	25	26	13
寻甸柯渡	300	26	27	9
寻甸彩纪	300	56	60	20
呈贡马金铺	300	78	79	26

将阿保村系列板栗与其他板栗进行生虫率对比,阿保村系列平均生虫率为 4.33%,其他系列平均生虫率为 21%,部分地区板栗果实生虫率甚至超过 50%。可以看出,阿保村板栗整体生虫率要远低于市场购得板栗。

根据 2018 年板栗交易市场行情,生虫率<5%的

板栗收购价为 10~12 元/kg, 6% < 生虫率 < 10% 的板栗收购价为 8~10 元/kg, 11% < 生虫率 < 20% 的板栗收购价为 5~8 元/kg, 生虫率 > 21% 板栗收购价为 3~5 元/kg, 价格差距明显, 表明进行正确的病虫害防治技术措施是板栗增收的关键, 也证实了本研究中采取的病虫害防治技术措施效果显著。

### 3.3 产量情况

经过产量测定, 2017 年研究区板栗平均产量为 3 894.73 kg/hm<sup>2</sup>, 2018 年研究区板栗平均产量为 4 718.32 kg/hm<sup>2</sup>, 相比 2016 年研究区板栗平均产量 2 970 kg/hm<sup>2</sup>, 板栗产量逐年增长, 2017 年较 2016 年增长 31.14%, 2018 年较 2017 年增长 21.15%, 2018 年较 2016 年增长了 58.87%, 是改造前的 1.59 倍, 增长趋势明显(图 2)。对照中华人民共和国林业行业标准《板栗优质丰产栽培技术规程》<sup>[7]</sup>, 研究区板栗产量均达到了西南栽培区(板栗)一级栗园标准<sup>[7]</sup>。

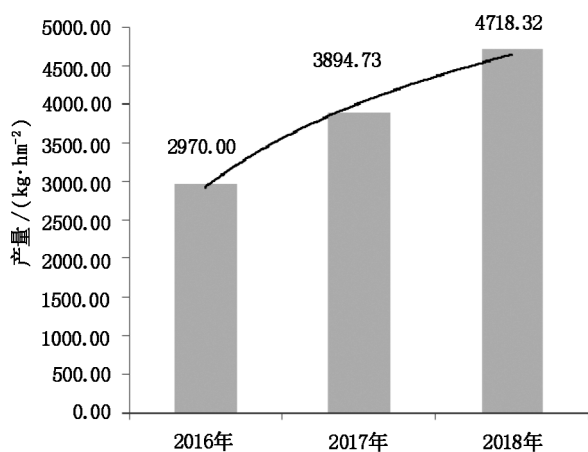


图 2 2016 至 2018 年研究区板栗产量

Fig. 2 *Castanea mollissima* yield in study area from 2016 to 2018

### 3.4 品种改良情况

对研究区实生移植苗、低产品种板栗树以及移栽未成活苗萌发植株进行高接换种, 成活后新梢抽生较快, 第 2 年即可挂果。经过测量(参照板栗质量标准<sup>[6]</sup>), 示范园内上市的炒食型板栗, 尺寸为 2.2~2.4 cm 的为 110 颗/kg, 尺寸为 2.0~2.2 cm 的为 146 颗/kg, 每千克坚果数量、整齐度、缺陷容许度分别达到板栗质量标准炒食型特级和 1 级标准; 示范园内上市的菜用型板栗, 尺寸为 2.4~2.6 cm 的为 89 颗/kg, 每千克坚果数量、整齐度、缺陷容许度达到板栗质量标准<sup>[6]</sup>菜用型 1 级标准。

经过品种改良, 引种燕山早丰(3113)、迁西、易门 2 号、易门 3 号等良种, 宜良板栗形成了 7 月 20 日左右上市早熟板栗、7 月底至 8 月初有部分中熟板栗, 8 月中旬至 9 月大量上市晚熟板栗的成熟板栗市场销售体系, 不仅能满足城乡居民的要求, 也成功吸引了大批国内各省市板栗收购商前来采购。2017 年、2018 年宜良板栗销售市场火爆, 其中阿保村板栗的市场收购价更是明显高于其他乡镇, 林业科技扶贫、板栗产业致富落到实处。

此外, 本研究在昆明市富民县罗免基地进行了板栗良种收集工作, 经过两年多的收集, 整理出适合昆明地区栽植的优良板栗品种有云良、云富、易门 2 号、易门 3 号、红光、处暑红、燕山早丰(3113)等。

## 4 结论与讨论

### 4.1 昆明地区板栗低产原因

板栗低产林在昆明地区普遍存在, 主要原因一是林农对板栗生长和丰产缺乏科学的认识, 往往进行粗放管理甚至是不管理<sup>[8]</sup>, 导致板栗产量下降、品质降低; 二是缺乏针对性的防治方法, 病虫害防治效果较差; 三是板栗品种多为本地老品种, 抵御病虫害能力较弱, 产量较低, 口感特性不适应市场需求。

### 4.2 板栗提质增效技术措施

板栗低产林改造需要专业技术支撑。经研究, 板栗低产林提质增效技术措施对板栗丰产的重要程度排序为整形修剪 > 病虫害防治 > 土肥水管理。

#### 4.2.1 整形修剪

冬季是板栗修剪的主要时期, 冬季修剪侧重培养丰产的树体结构, 调节生长与结实的矛盾, 短截壮枝, 疏除过密枝、交叉枝、细弱枝和病虫害枝, 回缩营养枝, 培养结果枝组, 更新预备枝。夏季修剪是在冬季修剪的基础上, 在生长季节进行的辅助修剪, 主要进行摘心、抹芽、除雄和疏枝等。每年冬季 12 月上旬进行冬剪, 5 月下旬进行夏剪。

#### 4.2.2 土肥水管理

秋季采果后, 结合土壤深翻进行早施有机肥料, 施肥量为 5 kg/株。4 月追施高氮复合肥 2 kg/株, 花后果实膨大初期进行叶面施肥。冬季对板栗园进行全园翻耕, 在耕翻的过程中及时清除巨角多鳃金龟幼虫等病虫害及杂草。在开春树体发芽前和果实迅速增长期分别进行灌水, 以保证板栗树体所需水分。

#### 4.2.3 病虫害防治

虽然在板栗栽培中林农很重视病虫害预防和治



理,但是却未能在时间节点上有针对性地开展病虫害防治,导致防治效果差。本次针对不同种类的病虫害开展了防治研究,其中防治栗实象甲要把握好三个关键时间点:一是在授粉结束后(5月中旬),二是在栗实半径约3~5cm左右或栗实在鸡蛋大小时(6月上旬)、三是在栗苞成型时(7月上旬),各喷1次0.5%百菌净,及用10%高效氯氰菊酯乳油3000~4000倍液进行喷雾。同时,在冬季结合土壤深翻消灭幼虫。防治云斑天牛要及时清理虫孔,冬季做好树干涂白工作;防治巨角多鳃金龟要把握好入冬前和授粉挂果期的施药时间,在冬季结合土壤翻耕消灭幼虫;防治白生盘蚱要在其羽化期进行施药,在冬季落叶后刮除病斑、虫卵和蚱壳;防治板栗溃疡病要在冬季落叶后刮除病部,烧毁子实体,并涂抹杀菌剂。

#### 4.2.4 品种改良

立春后一个月内,对移栽未成活苗萌发植株、实生移植苗或低产品种板栗树进行改接换头改造。用劈接、切接或者插皮接方式,接后做好除砧芽、解除绑缚物、立杆。来年4月,对嫁接未成活的板栗植株用插皮接补接。

#### 4.3 提质增效后成果

对宜良阿保村板栗低产林进行改造后,2018年板栗园产量达4718.32 kg/hm<sup>2</sup>,是改造前的1.59

倍,增长趋势明显,平均收入为37746.59元/hm<sup>2</sup>,在直接给林农带来增产增收的同时,也促进了昆明市板栗产业的发展。由此可见,板栗提质增效技术对推进昆明特色经济林产业建设及打赢脱贫攻坚战均具有重大指导意义。

#### 参考文献:

- [1] 吴崇三. 迪庆州板栗低产原因及增产措施初探[J]. 林业调查规划,2007(2):153-157.
- [2] 闭彩玲. 广西板栗低产林改造主要技术措施[J]. 中南林业调查规划,2003(4):59-60.
- [3] 宋红玉. 板栗低产原因分析及增产技术措施[J]. 河北林业科技,2013(5):103-104.
- [4] 曲英. 山地板栗低产园丰产栽培技术[J]. 辽宁林业科技,2012(2):61-62.
- [5] 中华人民共和国林业部. 板栗丰产林:GB 9982-1988[S]. 北京:中国标准出版社,1998.
- [6] 板栗质量等级:GB/T 22346-2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [7] 板栗丰产林:LY/T 1337-2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [8] 潘斌,黄河,梁玖华. 板栗低产林改造及增产途径试验[J]. 贵州林业科技,2013,41(3):27-31.

(责任编辑 刘平书)

(上接第99页)

- [5] 王兵,郭泉水,杨锋伟,等. 森林生态系统定位观测指标体系[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [6] 王兵. 生态连清理论在森林生态系统服务功能评估中的实践[J]. 中国水土保持科学,2016(1):1-11.
- [7] 冯继广,丁陆彬,王景升. 基于案例的中国森林生态系统服务功能评价[J]. 应用生态学报,2016(5):1375-1382.
- [8] 王兵,李少宁,郭浩. 江西省森林生态系统服务功能及其价值评估研究[J]. 江西科学,2007(5):553-559.
- [9] 黄翔. 湖南省森林生态系统服务功能价值评估[J]. 安徽农业科学,2017(23):133-135.
- [10] 尤海舟,王超,毕君. 河北省森林生态系统固碳释氧服

务功能价值评估[J]. 西部林业科学,2017(4):121-127.

- [11] 李吉玫,张毓涛,白志强. 新疆山地森林生态系统服务功能价值评估[J]. 西南林业大学学报,2016(4):97-102.
- [12] 包国庆. 乌尔旗汉林业局森林生态系统服务功能评估研究[J]. 内蒙古林业调查设计,2016(6):21-24.
- [13] 韦惠兰,祁应军. 森林生态系统服务功能价值评估与分析[J]. 北京林业大学学报,2016(2):74-82.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.024

## 思茅松种子园疏伐强度探究

陈绍安,徐玉梅,钟萍,杨德军

(云南省林业科学院热带林业研究所,云南 普洱 666102)

**摘要:**为探索思茅松种子园保留密度对生长量和球果产量的特性,对 7 年生相同家系的思茅松种子园开展 5 种不同疏伐强度(疏伐强度 25%、疏伐强度 30%、疏伐强度 45%、疏伐强度 50% 和不疏伐)的疏伐试验,观测试验前、2 年后的生长量(树高、胸径、冠幅)和球果数,计算出相应的增长量,对增长量进行方差分析。结果表明:5 种不同疏伐强度 2 年后树高、胸径、冠幅和球果数增长量最大的处理均是疏伐强度为 50% 的处理,树高增长量次之的处理是疏伐强度为 25% 的处理,胸径、冠幅和球果数增长量次之的均是疏伐强度为 42% 的处理。树高、胸径、冠幅和球果数增长量小的处理均是对照 CK。5 种不同疏伐强度的树高增长量差异不显著,胸径、冠幅和球果数增长量差异均显著。该差异可作为思茅松种子园郁闭期保留密度依据之一。

**关键词:**思茅松种子园;疏伐强度;保留密度;生长量;球果产量

中图分类号:S791.25911;S722.83;S753.513 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0132-03

引文格式:陈绍安,徐玉梅,钟萍,等. 思茅松种子园疏伐强度探究[J]. 林业调查规划,2020,45(1):132-134,140.  
CHEN Shaoan, XU Yumei, ZHONG Ping, et al. Study on Thinning Intensity of *Pinus kesiya* Seed Orchard [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 132-134, 140.

## Study on Thinning Intensity of *Pinus kesiya* Seed Orchard

CHEN Shaoan, XU Yumei, ZHONG Ping, YANG Dejun

(Institute of Tropical Forestry, Yunnan Academy of Forestry, Puwen, Yunnan 666102, China)

**Abstract:** In order to explore the effect of reserved density in seed orchard on growth and cone yield of *Pinus kesiya*, five thinning experiments with different thinning intensities (25%, 30%, 45% and 50% of thinning intensity and no thinning) were carried out in 7-year-old *Pinus kesiya* seed orchard with the same family. The growth (tree height, DBH, crown diameter) and cone number before and after the experiment were observed and calculated. The variance analysis showed that the highest increase of tree height, DBH, crown diameter and cone number after 2 years of five different thinning intensities was 50% thinning treatment, followed by 25% thinning intensity for tree height, 42% thinning intensities for DBH, crown diameter and cone number, and the smallest was CK. There was no significant difference in height increment among five different thinning intensities, but significant difference in DBH, crown diameter and cone number increment, which could be used as one of the basis for planting density selection in *Pinus kesiya* seed orchard.

收稿日期:2019-08-02;修回日期:2018-08-30.

基金项目:国家思茅松良种基地建设项目.

第一作者:陈绍安(1979-),男,广西南宁人,硕士,工程师.主要从事森林培育方面的研究.

责任作者:徐玉梅(1975-),女,云南宣威人,硕士,高级工程师.主要从事森林培育方面的研究.

**Key words:** *Pinus kesiya* seed orchard; thinning intensity; reserved density; growth; cone yield

思茅松 (*Pinus kesiya* var. *langbianensis*) 属松科 (Pinaceae) 松属 (*Pinus*) 常绿乔木, 属强阳性树种, 其林木生长快, 适应性强, 木材材质优良, 产脂量高, 产出的松香和松节油品质好。思茅松是云南省特有的速生用材和产脂乡土树种, 是普洱林区森林面积最大的树种, 产出的松香和松节油品质好, 用途广, 可用于纸浆材、坑木、枕木和采脂<sup>[1-3]</sup>。掌握思茅松种子园保存密度对球果产量的特性, 是种子园经营中不可忽视的一项工作内容, 是对种子园进行科学管理, 使种子产量达到高产、稳产的基础。本试验对 7 年生相同家系的思茅松种子园进行 4 种不同疏伐强度和 1 种对照进行疏伐试验研究, 2 年后观测其生长量和球果挂果数量, 期望为思茅松种子园的经营管理提供科学依据。

## 1 种子园试验地概况

种子园试验地设在普文试验林场, 属热带北缘季风气候类型, 雨量充足。海拔 850~950 m。一年当中受潮湿的西南季风和干暖的西风南支急流交替控制, 干湿季分明, 11 月至翌年 4 月为干季, 5—10 月为雨季。年均温 20.1℃,  $\geq 10^\circ\text{C}$  积温 7 459℃, 最热月 (7 月) 均温 23.9℃, 最冷月 (1 月) 均温 13.9℃, 极端最高温 38.3℃ (1966 年 5 月, 1969 年 5 月), 极端最低温 -0.7℃ (1974 年 1 月)。年降水量 1 655.3 mm, 是西双版纳降水最多的地区之一, 雨季降雨量占全年的 86%, 其月均降雨量可达 140~356 mm, 干季中最少月降雨量均在 20 mm 以上。冬春多雾, 雾日年均 145.5 d, 多雾不但可以缓解干旱, 且可形成山地逆温层。年均相对湿度 83%, 干燥度 0.71, 在气候区划上恰处于北热带北缘与南亚热带

南缘的交界处, 属湿润型气候。土壤为赤红壤, 母岩多为沙岩, 间有少部分泥质页岩, 具有红壤向砖红壤过渡性质, 土壤较深厚肥沃, 呈酸性, PH 值 5.4—6.3, 土层厚度 1 m 以上, A-B 层有机质含量 0.83%~2.67%, 全氮量 0.072%~0.160%, 有效磷较缺。

## 2 试验内容及方法

### 2.1 试验内容

种子园为同一家系种子园, 种植初始密度为 2 m×3 m, 长势一般。在种子园内进行 4 种不同疏伐强度试验, 2 年后观测其生长量和球果数量增长变化。

### 2.2 试验方法

采用随机区组设计, 共设 5 个处理, 分别为: 疏伐强度 25%、疏伐强度 30%、疏伐强度 45%、疏伐强度 50% 和不疏伐, 分 3 次重复, 每个重复 1 个小区, 共 15 个小区, 沿顺坡方向分别布置 5 个处理, 顺序为第 1 至第 5 处理的第 1 重复, 第 1 至第 5 处理的第 2 重复, 第 1 至第 5 处理的第 3 重复。疏伐前观测原始数据, 2 年后观测思茅松种子园的生长量和球果数量, 用 2 年后观测到的数据平均值减去疏伐前的数据平均值, 得到不同疏伐强度的生长量和球果数量增长量。

## 3 结果分析

### 3.1 疏伐前后思茅松种子园的树高、胸径、冠幅、球果数量及相应增长量

疏伐前后思茅松种子园的树高、胸径、冠幅、球果及对应增长量情况详见表 1。

表 1 疏伐前后思茅松种子园的树高、胸径、冠幅、球果数及对应增长量

Tab. 1 Growth of tree height, DBH, crown diameter, cone number of *Pinus kesiya* seed orchard before and after thinning

疏伐强度 /%	树高/m			胸径/cm			冠幅/m			球果数/个		
	疏伐前	疏伐后	增长量	疏伐前	疏伐后	增长量	疏伐前	疏伐后	增长量	疏伐前	疏伐后	增长量
25	6.56	7.99	1.43	11.36	14.51	3.15	3.70	4.44	0.74	10	15	5
30	6.66	7.89	1.23	11.93	14.82	2.89	3.77	4.89	1.12	12	17	5
42	6.16	7.54	1.38	11.13	14.94	3.81	3.51	5.07	1.56	9	18	9
50	6.68	8.95	2.27	12.15	17.24	5.09	3.82	5.98	2.16	10	24	14
CK	6.7	7.99	1.29	11.24	13.01	1.77	3.75	4.09	0.34	6	10	4

从表 1 看出:5 种不同疏伐强度思茅松种子园 2 年后的树高增长量由大到小排序为:疏伐 50%>疏伐 25%>疏伐 42%>疏伐 30%>CK,胸径增长量由大到小排序为:疏伐 50%>疏伐 42%>疏伐 25%>疏伐 30%>CK,冠幅增长量由大到小排序为:疏伐 50%>疏伐 42%>疏伐 30%>疏伐 25%>CK,球果数增长量

由多到少排序是:疏伐 50%>疏伐 42%>疏伐 30% = 疏伐 25%>CK。

### 3.2 方差分析及多重比较分析

5 种不同疏伐强度的思茅松种子园树高、胸径、冠幅、球果数量 2 年后增长量的方差分析及多重比较分析情况见表 2。

表 2 5 种不同疏伐强度的思茅松种子园树高、胸径、冠幅、球果数 2 年后增长量的方差分析及多重比较分析

Tab. 2 Variance analysis and multiple comparative analysis of tree height, DBH, crown diameter and cone number in *Pinus kesiya* seed orchard with five different thinning intensities after 2 years

处理	树高/m		胸径/cm		冠幅/m		球果数/个	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
疏伐 25%	1.43abA	0.57	3.15bBC	0.62	0.74cdBC	0.10	5cBC	1.53
疏伐 30%	1.23bA	0.47	2.89bBC	0.53	1.12bcBC	0.46	5cBC	1.73
疏伐 42%	1.38bA	0.32	3.81bAB	0.70	1.56bAB	0.14	9bAB	4.16
疏伐 50%	2.27aA	0.96	5.09aA	0.53	2.16aA	0.47	14aA	3.80
CK	1.29bA	0.27	1.77cC	0.35	0.34dC	0.09	4cC	1.50

注:表中小写字母表示在 0.05 水平差异显著,大写字母表示在 0.01 水平差异显著

对表 2 分析结果表明:

1) 树高:疏伐 50%处理与疏伐 25%处理间在 0.05 水平差异不显著,与其它处理间差异显著。处理疏伐 30%、疏伐 42%、CK 间在 0.05 水平差异不显著;5 个处理在 0.01 水平差异均不显著。

2) 胸径:疏伐 50%处理与其它处理间在 0.05 水平差异显著,疏伐 25%处理、疏伐 30%处理、疏伐 42%处理间在 0.05 水平差异不显著,处理 CK 与其它处理间差异显著;疏伐 50%处理与疏伐 42%处理在 0.01 水平间差异不显著,与其它处理间差异显著,疏伐 25%处理与疏伐 30%处理间在 0.01 水平差异不显著,CK 处理与其它处理间差异显著。

3) 冠幅:疏伐 42%处理与其它处理间在 0.05 水平差异显著,疏伐 25%处理与疏伐 30%处理在 0.05 水平差异不显著,疏伐 25%处理与其它处理间在 0.05 水平差异显著,CK 处理与其它处理间在 0.05 水平差异显著;疏伐 50%处理与疏伐 42%处理在 0.01 水平差异不显著,与其它处理间差异显著。疏伐 30%处理与疏伐 25%处理间在 0.01 水平差异不显著,与其它处理间差异显著,CK 处理与其它处理间在 0.01 水平差异显著。

4) 球果数:疏伐 50%处理与其它处理间在 0.05 水平差异显著,疏伐 42%处理与其它处理间在 0.05 水平差异显著,疏伐 25%、疏伐 30%、CK 在 0.05 水

平间差异不显著,与其它处理间差异显著;疏伐 50%处理与疏伐 42%处理在 0.01 水平间差异不显著,与其它处理间差异显著,疏伐 25%处理与疏伐 30%处理在 0.01 水平间差异不显著,与其它处理间差异显著,CK 处理与其它处理间在 0.01 水平差异显著。

## 4 结论

以 5 种不同疏伐强度(疏伐 25%、疏伐 30%、疏伐 42%、疏伐 50%和 CK 不疏伐)对 7 年生思茅松同一家系实生种子园进行疏伐,观测疏伐前的树高、胸径、冠幅和球果挂果数,2 年后观测对应的树高、胸径、冠幅和球果数,分别算出其树高、胸径、冠幅和球果数的增长量,对其增长量进行方差分析和多重比较分析,结果显示:5 种不同疏伐强度 2 年后树高、胸径、冠幅和球果数增长量最大的处理均是疏伐强度为 50%的处理,树高增长量次之的处理是疏伐强度为 25%的处理,胸径、冠幅和球果数增长量次之的处理均是疏伐强度为 42%的处理。树高、胸径、冠幅和球果数增长量小的处理均是对照处理 CK。5 种不同疏伐强度的树高增长量间差异不显著,胸径、冠幅和球果数增长量间差异均显著。该差异可作为思茅松种子园郁闭期保留密度的依据之一。

(下转第 140 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.025

## 不同施肥处理对油茶生长及土壤肥力的影响

赵文东<sup>1</sup>, 宁曼曼<sup>2</sup>, 徐永腾<sup>3</sup>, 覃其云<sup>4</sup>, 潘波<sup>4</sup>

(1. 广西壮族自治区国有三门江林场, 广西柳州 545006; 2. 广西龙滩自然保护区管理处, 广西天峨 547300;  
3. 广西天峨县林朵林场, 广西天峨 547300; 4. 广西壮族自治区林业科学研究院/广西特色经济林培育与利用  
重点实验室, 广西南宁 530002)

**摘要:**为探究不同施肥处理对油茶生长及土壤肥力的影响,连续3年在广西柳州市对5年生油茶人工林进行施肥试验研究。结果表明,施肥后,处理Ⅱ的树高、地径和冠幅的增长量明显高于其它处理,即有机—无机复混肥料直接施入油茶林地最有利于营养生长,而处理CK(不施肥)各项生长指标的增长量最低。不同施肥处理对油茶林地土壤养分各指标的影响差异较大,经灰色关联度法分析得出土壤综合肥力的高低顺序,其中处理Ⅲ(即无纺布包装有机—无机复混肥)施肥后对油茶林地土壤综合肥力的提高最显著,其次为处理Ⅰ(即有机栽培肥料),不施肥处理CK的土壤综合肥力则显著降低,土壤质量退化严重。

**关键词:**油茶;施肥;土壤肥力;灰色关联度;综合评价

中图分类号:S753.532;S794.4;S714.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0135-06

引文格式:赵文东,宁曼曼,徐永腾,等.不同施肥处理对油茶生长及土壤肥力的影响[J].林业调查规划,2020,45(1):135-140.

ZHAO Wendong, NING Manman, XU Yongteng, et al. Effect of Different Fertilizers on Growth and Soil Fertility of *Camellia oleifera*[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 135-140.

## Effect of Different Fertilizers on Growth and Soil Fertility of *Camellia oleifera*

ZHAO Wendong<sup>1</sup>, NING Manman<sup>2</sup>, XU Yongteng<sup>3</sup>, QIN Qiyun<sup>4</sup>, PAN Bo<sup>4</sup>

(1. State-Owned Sanmenjiang Forest Farm of Guangxi, Liuzhou, Guangxi 545006, China; 2. Management Office of Longtan Nature Reserve, Tian'e, Guangxi 547300, China; 3. Linduo Forest Farm of Tian'e County, Tian'e, Guangxi 547300, China; 4. Guangxi Key Laboratory of Characteristic Non-wood Forest Cultivation and Utilization, Guangxi Forestry Research Institute, Nanning 530002, China)

**Abstract:** In order to explore the effects of different fertilizers on growth and soil fertility of *Camellia oleifera*, five-year-old *Camellia oleifera* plantation was studied in Liuzhou City of Guangxi for three consecutive years. The results showed that the growth of tree height, ground diameter and crown of treatment II was significantly higher than that of other treatments. The organic-inorganic compound fertilizer applied directly to *Camellia oleifera* forest was the most beneficial to vegetative growth, while the growth index of

收稿日期:2019-06-27.

基金项目:广西特色经济林培养与利用重点实验室自主课题(19-A-02-02).

第一作者:赵文东(1980-),男,云南腾冲人,工程师.主要从事森林经营管理研究. Email:zhaowendongzh@163.com

责任作者:覃其云(1981-),男,广西上林人,高级工程师.主要从事土壤肥力和植物营养生理研究. Email:yunling181520@163.com

CK was the lowest. The effects of different fertilizers on the soil nutrient indexes of *Camellia oleifera* forest were quite different. The sequence of soil comprehensive fertility was obtained by the analysis of correlation degree, among which treatment III (non-woven packaging organic-inorganic compound fertilizer) increased the soil comprehensive fertility of *Camellia oleifera* forest most significantly after fertilization, followed by treatment I (organic cultivation fertilizer), but soil comprehensive fertility of CK decreased significantly without fertilization, and soil quality deteriorated seriously.

**Key words:** *Camellia oleifera*; fertilization; soil fertility; grey correlation degree; comprehensive evaluation

油茶(*Camellia oleifera* Abel.)又名油茶树,是我国南方特有的优质木本食用油料树种,与棕榈、椰子和橄榄合称为世界四大木本油料植物<sup>[1]</sup>。广西是我国油茶主要产区之一,栽培面积和产量均位居全国前列,主要分布在柳州、桂林、百色、梧州、河池、贺州等丘陵山地。得益于国家政策扶持和社会的关注,近几年广西油茶发展取得了较大进步,面积和产量均稳步上升,但仍存在低产林所占比例较大、产油较低等问题,主要原因除品种老化、生长衰退、病虫害外,缺乏科学的施肥管理是另一个重要原因<sup>[2]</sup>。

土壤是林木生长的基础,其供给林木生长发育所必须的水分和养分,因此,土壤肥力状况将直接影响到林木的分布、生长和产量。近些年来,我国在油茶苗期、幼林和成林施肥等方面进行了广泛深入研究<sup>[3-8]</sup>,并取得了有价值的研究成果。随着社会对油茶品质的不断追求和栽培技术的不断更新提高,为进一步探索不同施肥处理对油茶生长及土壤肥力的影响,本文通过试验效果对比和分析,筛选出最优的油茶肥料类型和包装材料,以达到既能肥料缓释长效,又能促进油茶营养生长和提高土壤肥力,从而为广西油茶实现持续丰产、高效养分管理和生态栽培提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于广西柳州市柳北区沙塘镇江湾村(E 109°20'58", N 24°27'41"),地形为丘陵,海拔 100 m,日照充足,雨水充沛,年均温 20℃,属亚热带季风气候。

试验林面积约 20 hm<sup>2</sup>,油茶品种为岑溪软枝和湘林油茶,于 2010 年 8 月种植,造林株行距为 2 m×3 m。其林下植被主要为铁芒箕(*Dicranopteris linearis*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)等。

### 1.2 试验设计

试验于 2015 年 6 月底于广西国有三门江林场柳州市沙塘镇江湾村油茶基地进行,试验林共设计 4 个施肥处理和 1 个不施肥处理作对照(表 1)。

### 1.3 施肥方法

施肥时沿树冠滴水线正下方两侧挖 2 条平行沟,沟长 50 cm,宽 15 cm,深 15 cm,施入不同处理肥料后立即覆土。2015—2017 年连续施肥 3 年,每年

表 1 试验林施肥设计

Tab. 1 Fertilization design of experimental forest

处理	配方 (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	施入方式	微量元素和 有机质	施肥量 /(kg·株 <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup> )	总养分/%
I	4.5-2.5-3	有机栽培肥料,直接施入	2%微量元素 有机质≥30%	2015年 0.50 2016年 1.00 2017年 1.50	10
II	14-7-9	有机-无机复混肥料,直接施入	2.5%微量元素 有机质≥7%	0.50	30
III	14-7-9	有机-无机复混肥料,无纺布包装 施入,0.25 kg/袋	2.5%微量元素 有机质≥7%	0.50	30
IV	14-7-9	有机-无机复混肥料,牛皮纸+无 纺布包装施入,0.25 kg/袋	2.5%微量元素 有机质	0.50	30
CK	(对照)	不施肥			

按要求一次性施入。试验林抚育化学除草和人工除草相结合,每年 2 次,第一次抚育在 2—4 月进行,与施肥相结合,第二次抚育于 7—8 月进行。

#### 1.4 调查方法

试验施肥前,各处理区域内分别选 30 株油茶树挂牌,全部测量树高、地径、冠幅,施肥后每年 12 月分别测量树高、地径、冠幅 1 次,连续测定 3 年,然后统计各处理生长指标差异。油茶树高的测定采用测高杆,精度 0.1 m;地径的测定采用游标卡尺,精度 0.01 mm;冠幅的测定采用钢卷尺,精度 0.01 m。

#### 1.5 数据分析

利用 SPSS17.0 系统分析软件和 Office Excel 2003 进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对油茶生长的影响

项目实施 2 年多时间不同施肥处理的油茶生长情况如表 2。

表 2 不同施肥处理对油茶生长的影响

Tab. 2 Effects of different fertilizers on the growth of *Camellia oleifera*

处理	树高/m			地径/mm			冠幅/m		
	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量
I	2.13	2.73	0.40	57.26	62.99	3.82	2.03	3.07	1.04
II	1.73	3.02	0.86	41.93	74.36	21.63	1.47	2.89	1.42
III	1.68	2.34	0.44	35.66	55.01	12.90	1.44	2.70	1.26
IV	1.55	2.3	0.50	34.60	43.66	6.04	1.49	2.51	1.02
CK	1.52	1.85	0.22	35.28	39.42	2.76	1.45	1.91	0.46

从表 2 可以看出,各处理试验前后的树高、地径和冠幅均呈不同程度增长,其中各处理树高、地径和冠幅增量的大小顺序分别为处理 II > 处理 IV > 处理 III > 处理 I > 处理 CK、处理 II > 处理 III > 处理 IV > 处理 I > 处理 CK、处理 II > 处理 III > 处理 I > 处理 IV > 处理 CK。可见,施肥后,处理 II 的树高、地径和冠幅的增量明显高于其他处理,即有机-无机复混肥料直接施入林地最有利于油茶生长,而处理 CK(不施肥)的各项生长指标的增量最低。而牛皮纸+无纺布包装肥料施入比无纺布包装肥料、有机肥单施更有利于油茶树高的生长;无纺布包装肥料比牛皮纸+无

帆布包装肥料、有机肥单施更有利于油茶地径的生长;无纺布包装肥料比有机肥单施、牛皮纸+无纺布包装肥料更有利于油茶冠幅的生长。

### 2.2 施肥对土壤养分的影响

项目实施 2 年后,不同施肥处理对油茶土壤 pH 值、有机质的影响见表 3。

表 3 不同施肥处理对油茶土壤 pH、有机质的影响

Tab. 3 Effects of different fertilizers on soil pH and organic matter of *Camellia oleifera*

处理	pH 值			有机质/(g · kg <sup>-1</sup> )		
	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量
I	4.75	4.38	-0.37	17.28	23.79	6.51
II	4.47	4.32	-0.15	13.81	21.15	7.34
III	4.74	4.24	-0.50	36.48	32.22	-4.26
IV	4.31	4.21	-0.10	23.66	24.88	1.22
CK	4.57	4.23	-0.34	42.84	27.30	-15.54

由表 3 可知,不同处理在施肥后土壤 pH 值均有所降低,降低幅度大小顺序为处理 III > 处理 I > 处理 CK > 处理 II > 处理 IV,可见,施肥后处理 III,即无纺布包装肥料处理其土壤 pH 值反而下降幅度最大,而无纺布+牛皮纸包装肥料处理的土壤 pH 值下降幅度最小。

表 3 中除处理 III 和处理 CK 的土壤有机质含量降低外,其余均有所提高,各处理施肥前后土壤有机质含量的增量大小顺序为处理 II > 处理 I > 处理 IV,而下降幅度大小为处理 CK > 处理 III。可见,处理 II 的有机质含量提高最大,处理 CK 下降最严重,对油茶林地土壤有机质含量最不利。

不同施肥处理对油茶土壤碱解 N、有效 P、速效 K 的影响见表 4。

由表 4 所示可知,各处理施肥后的土壤碱解 N 含量比施肥前均有所提高,提高幅度大小顺序为处理 III > 处理 I > 处理 II > 处理 IV > 处理 CK。可见,处理 III 施肥后对油茶的土壤碱解 N 含量提升最明显,处理 CK 由于不施肥其提升幅度最小。

各处理施肥后的土壤有效 P 含量反而均比施肥前降低,降低幅度大小顺序为处理 CK > 处理 III > 处理 I = 处理 II = 处理 IV。可见,不施肥处理的油茶林地土壤有效 P 含量降低最大,而处理 I、处理 II、处理 IV 三者的降低幅度一致且最低。

施肥后,处理 I 和处理 IV 的土壤速效 K 含量比

表 4 不同施肥处理对油茶土壤碱解 N、有效 P、速效 K 的影响

Tab. 4 Effects of different fertilizers on alkali hydrolyzed N, available P and available K in soil of *Camellia oleifera* mg/kg

处理	碱解 N			有效 P			速效 K		
	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量
I	87.1	132.5	45.4	1.1	1.0	-0.1	51.4	34.5	-16.9
II	53.5	98.5	45.0	1.1	1.0	-0.1	32.7	52.8	20.1
III	76.8	171.8	95.0	1.5	1.1	-0.4	41.4	46.6	5.2
IV	109.3	132.8	23.5	1.2	1.1	-0.1	43.7	44.8	1.1
CK	155.5	171.7	16.2	1.5	1.0	-0.5	32.0	21.0	-11.0

施肥前减小,其余各处理则为增加。因此,各处理的土壤速效 K 含量的增量大小顺序为处理 II > 处理 III > 处理 IV, 而下降幅度的大小为处理 I > 处理 CK。可见,处理 II 对油茶土壤速效 K 含量的影响最有利,而处理 I 的土壤速效 K 含量下降幅度最大,其次为处理 CK。

不同施肥处理对油茶土壤交换性 Ca、Mg 的影响见表 5。

表 5 不同施肥处理对油茶土壤交换性 Ca、Mg 的影响

Tab. 5 Effects of different fertilizers on exchangeable Ca and Mg in soil of *Camellia oleifera* mg/kg

处理	交换性 Ca			交换性 Mg		
	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量
I	133.0	171.2	38.2	6.2	8.3	2.1
II	108.3	164.6	56.3	3.9	6.5	2.6
III	127.7	203.0	75.3	3.7	7.7	4.0
IV	140.3	124.6	-15.7	5.6	7.2	1.6
CK	217.2	144.6	-72.6	6.2	5.3	-0.9

由表 5 可知,处理 I、处理 II 和处理 III 的土壤交换性 Ca 含量比施肥前明显提高,以处理 III 的提高幅度最大;处理 IV 和处理 CK 的土壤交换性 Ca 含量则比施肥前降低,以处理 CK 降低幅度最大。可见,处理 III 施肥后能明显提高油茶土壤交换性 Ca 含量,处理 CK 的土壤交换性 Ca 含量则会大幅度降低,对林地养分不利。

各施肥处理的土壤交换性 Mg 含量均比施肥前

增加,而处理 CK 则略有减少。各施肥处理的土壤交换性 Mg 含量增量大小顺序为处理 III > 处理 II > 处理 I > 处理 IV。可见,处理 III 对土壤交换性 Mg 的影响最有利,处理 CK 的影响最不利。

不同施肥处理对油茶土壤有机 Cu、Zn、B 的影响见表 6。

表 6 不同施肥处理对油茶土壤有效 Cu、Zn、B 的影响

Tab. 6 Effects of different fertilizers on available Cu, Zn and B in soil of *Camellia oleifera* mg/kg

处理	有效 Cu			有效 Zn			有效 B		
	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量
I	0.35	0.40	0.05	1.28	1.23	-0.05	0.14	0.35	0.21
II	0.47	0.36	-0.11	0.90	1.52	0.62	0.07	0.37	0.30
III	0.39	0.62	0.23	1.88	2.31	0.43	0.15	0.45	0.30
IV	0.79	0.85	0.06	1.35	1.65	0.30	0.18	0.37	0.19
CK	0.65	0.54	-0.11	2.39	1.59	-0.80	0.18	0.47	0.29

由表 6 可知,处理 II 和处理 CK 的土壤有效 Cu 含量比施肥前下降,且下降一致;其余处理则比施肥前提高,其增量大小顺序为处理 III > 处理 IV > 处理 I, 处理 III 对土壤有效 Cu 的提升作用最大。

处理 II、处理 III 和处理 IV 的土壤有效 Zn 含量均比施肥前提高,增幅大小顺序为处理 II > 处理 III > 处理 IV; 处理 I 和处理 CK 则比施肥前降低,降幅大小为处理 CK > 处理 I。可见,处理 III 对土壤有效 Zn 的提高作用最大,而处理 CK 的不利影响最高。

各处理的土壤有效 B 含量均比施肥前有所提高,增幅大小顺序为处理 II = 处理 III > 处理 CK > 处理 I > 处理 IV。可见,处理 II 和处理 III 对土壤有效 B 的提升作用一致,对比其它处理最有利,而处理 IV 的提高幅度最低。

不同施肥处理对茶油土壤有效 Fe、Mn 的影响见表 7。

由表 7 可知,施肥后各处理的土壤有效 Fe 和有效 Mn 含量与施肥前相比均有所增加。各处理土壤有效 Fe 含量增加幅度大小顺序为处理 III > 处理 IV > 处理 I > 处理 II > 处理 CK, 土壤有效 Mn 含量增幅大小顺序为处理 III > 处理 I > 处理 CK > 处理 II > 处理 IV。可见,处理 III 对油茶林地土壤有效 Fe 和有效 Mn 含量提高作用最大,处理 CK 对土壤有效



表 7 不同施肥处理对油茶土壤有效 Fe、Mn 的影响

Tab. 7 Effects of different fertilizers on available Fe and Mn in soil of *Camellia oleifera* mg/kg

处理	有效 Fe			有效 Mn		
	施肥前	施肥后	增量	施肥前	施肥后	增量
I	25.49	40.13	14.64	0.15	1.78	1.63
II	12.87	24.30	11.43	0.91	1.39	0.38
III	30.71	59.44	28.73	0.17	2.53	2.36
IV	27.58	45.00	17.42	1.32	1.51	0.19
CK	54.13	61.67	7.54	0.20	1.41	1.21

Fe 含量的增幅作用最低,对土壤有效 Mn 含量增幅作用最小的是处理 IV。

### 2.3 施肥前后土壤综合肥力评价

根据上述油茶土壤养分 11 项指标情况,整理出土壤各养分平均值(表 8)。

选择土壤有机质、碱解 N、有效 P、速效 K、交换性 Ca、交换性 Mg、有效 Cu、有效 Zn、有效 Mn、有效 B、有效 Fe 共 11 个养分指标作为综合评价油茶示范林施肥前后土壤肥力的标准。根据计算出的灰色关联度,参照表 9 给出的土壤质量分级评价标准,对油

表 8 各处理施肥前后土壤养分状况

Tab. 8 Soil nutrient status before and after fertilization

处理		有机质	碱解 N	有效 P	速效 K	交换性 Ca	交换性 Mg	有效 Cu	有效 Zn	有效 B	有效 Fe	有效 Mn
		/(g · kg <sup>-1</sup> )						/(mg · kg <sup>-1</sup> )				
I	施肥前	17.28	0.82	0.56	12.63	87.1	1.1	51.4	133.0	6.2	0.35	1.28
	施肥后	23.79	1.11	0.26	10.45	132.5	1.0	34.5	171.2	8.3	0.40	1.23
II	施肥前	13.81	0.95	0.58	22.67	53.5	1.0	52.8	108.3	3.9	0.47	0.90
	施肥后	21.15	1.04	0.33	10.59	98.5	1.1	35.3	164.6	6.5	0.36	1.52
III	施肥前	36.48	1.52	0.57	6.82	76.8	1.5	41.4	127.7	3.7	0.39	1.88
	施肥后	32.22	1.54	0.35	12.39	171.8	1.1	46.6	203.0	7.7	0.62	2.31
IV	施肥前	23.66	1.26	0.66	24.49	109.3	1.2	43.7	140.3	5.6	0.79	1.35
	施肥后	24.88	1.27	0.32	11.73	132.8	1.1	44.8	124.6	7.2	0.85	1.65
CK	施肥前	42.84	1.83	0.73	15.60	155.5	1.5	32.0	217.2	6.2	0.65	2.39
	施肥后	27.30	1.20	0.12	7.10	171.7	1.0	21.0	144.6	5.3	0.54	1.59

表 9 土壤肥力灰色关联度评价标准

Tab. 9 Evaluation standard of grey correlation degree of soil fertility

灰色关联度	[0.85, 1.00]	[0.70, 0.85]	[0.55, 0.70]	[0.40, 0.55]	[0.00, 0.40]
土壤质量分级	I (优)	II (良)	III (一般)	IV (差)	V (极差)

茶示范林施肥前后进行土壤质量评价,结果如表 10。

灰色关联度数值越大,其土壤综合肥力越高。由表 10 可知,各施肥处理的土壤综合肥力高低顺序为:施肥前处理 CK>施肥后处理 III>施肥后处理 IV>施肥前处理 IV>施肥后处理 CK>施肥后处理 I = 施肥前处理 III>施肥前处理 II = 施肥后处理 II>施肥前处理 I。试验开展后,处理 CK 的土壤综合肥力由 II (良)降低至 IV (差),而其它处理的土壤综合肥力

则表现为提高或不变,而提高幅度大小顺序为处理 III>处理 I>处理 IV>处理 II。可见,处理 III 的土壤综合肥力由施肥前的 IV (差)提高至施肥后的 II (良),提高幅度最大;其次是处理 I,处理 II 施肥前后的土壤综合肥力不变。因此,处理 III (即无纺布包装有机-无机复混肥)施肥后对油茶林地土壤综合肥力的提高最显著,其次为处理 I (即有机栽培肥料),而不施肥处理 CK 的土壤综合肥力则显著降低,土壤质量退化严重。

## 3 结论与讨论

### 3.1 结论

1) 各施肥处理树高、地径和冠幅增量的大小顺序分别为处理 II>处理 IV>处理 III>处理 I>处理 CK、处理 II>处理 III>处理 IV>处理 I>处理 CK、

表 10 油茶土壤养分含量关联系数、关联度及综合评价

Tab. 10 Correlation coefficient, correlation degree and comprehensive evaluation of soil nutrient content of *Camellia oleifera*

处理	有机质	碱解 N	有效 P	速效 K	交换性 Ca	交换性 Mg	有效 Cu	有效 Zn	有效 B	有效 Fe	有效 Mn	关联度 (ri)	土壤质量等级
I 施肥前	0.362	0.333	0.642	0.427	0.411	0.385	0.919	0.393	0.523	0.333	0.402	0.446	IV(差)
	施肥后	0.432	0.412	0.392	0.386	0.601	0.333	0.465	0.542	1.000	0.357	0.391	0.506
II 施肥前	0.333	0.365	0.670	0.829	0.333	0.333	1.000	0.333	0.343	0.397	0.333	0.454	IV(差)
	施肥后	0.401	0.390	0.430	0.389	0.447	0.385	0.476	0.509	0.561	0.338	0.461	0.454
III 施肥前	0.695	0.620	0.656	0.333	0.384	1.000	0.582	0.378	0.333	0.352	0.594	0.506	IV(差)
	施肥后	0.577	0.635	0.442	0.422	1.000	0.719	0.793	0.793	0.521	0.903	0.715	II(良)
IV 施肥前	0.431	0.470	0.813	1.000	0.486	0.455	0.636	0.415	0.460	0.806	0.417	0.551	III(一般)
	施肥后	0.447	0.474	0.427	0.409	0.603	0.385	0.665	0.370	0.676	1.000	0.502	III(一般)
CK 施肥前	1.000	1.000	1.000	0.498	0.784	1.000	0.433	1.000	0.523	0.556	1.000	0.736	II(良)
	施肥后	0.483	0.445	0.333	0.337	0.998	0.333	0.429	0.434	0.446	0.482	0.541	IV(差)

处理 II > 处理 III > 处理 I > 处理 IV > 处理 CK。可见, 施肥后, 处理 II 的树高、地径和冠幅的增量明显高于其他处理, 即有机-无机复混肥料直接施入油茶林地最有利于茶油生长, 而处理 CK(不施肥)的各项生长指标的增量最低。

2) 不同施肥处理对油茶林地土壤养分各指标的影响差异较大, 但经灰色关联度法分析得出土壤综合肥力高低顺序为: 施肥前处理 CK > 施肥后处理 III > 施肥后处理 IV > 施肥前处理 IV > 施肥后处理 CK > 施肥后处理 I = 施肥前处理 III > 施肥前处理 II = 施肥后处理 II > 施肥前处理 I。处理 III(即无纺布包装有机-无机复混肥)施肥后对油茶林地土壤综合肥力的提高最显著, 其次为处理 I(即有机栽培肥料), 而不施肥处理 CK 的土壤综合肥力则显著降低, 土壤质量退化严重。

### 3.2 讨论

本次施肥试验探讨了 2 种肥料不同施肥量和施入方式对油茶人工林树木营养生长和土壤肥力的影响, 并采用了灰色关联度法分析油茶人工林土壤肥力, 因土壤肥力影响因素较多, 只有考虑更多的因素指标, 才能更准确地评价土壤肥力状况。本文所选的 11 个分析指标仅代表此区域油茶林地大部分土壤养分的变化状况。

### 参考文献:

[1] 覃其云, 潘波, 欧军, 等. 不同施肥量对油茶 6 年生幼林营养生长的影响[J]. 西部林业科学, 2016, 45(5): 136-139.

[2] 石媛媛, 唐健, 王会利, 等. 广西油茶林地土壤肥力状况[J]. 广西林业科学, 2015, 44(4): 408-411.

[3] 黄金使, 蔡玲, 吴幼媚, 等. 油茶组培苗移栽及施肥试验[J]. 广西林业科学, 2012, 41(2): 137-138.

[4] 王玉娟, 龚春, 幸伟年, 等. 不同施肥处理对油茶幼林地土壤状况的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2011(1): 63-68.

[5] 刘庆定, 王毅, 张平安, 等. 施肥对油茶幼林营养生长的影响[J]. 浙江林业科技, 2013, 33(3): 58-60.

[6] 覃其云, 黄荣新, 潘波, 等. 配方施肥对油茶中幼林营养生长的影响[J]. 福建林业科技, 2016, 43(4): 66-69, 70.

[7] 刘学锋, 郭晓敏, 李小梅, 等. 平衡施肥对油茶林地土壤主要养分含量的影响[J]. 经济林研究, 2013(2): 44-47, 59.

[8] 周裕新, 鲁顺保, 胡玉玲, 等. 不同施肥处理对油茶生长及产量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(6): 1183-1186.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 134 页)

### 参考文献:

[1] [1] 云南省林业科学研究所. 云南主要树种造林技术[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1985: 13-16.

[2] 王达明, 李莲芳. 思茅松速生丰产林培育的关键技术

[J]. 云南林业科技, 1999, 28(4): 6-6.

[3] 徐玉梅, 杨德军, 史富强, 等. 思茅松人工林不同空间配置模式下不同密度生长试验与分析[J]. 南京林业大学学报, 2015, 39(1): 162-166.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.026

## 砷根“草莓漩涡”对高温胁迫的生长及生理响应

陈丽花<sup>1</sup>,王朝英<sup>1,3</sup>,谢英赞<sup>2,3</sup>,马立辉<sup>2,3</sup>,刘杨<sup>2,3</sup>

(1.重庆城市管理职业学院,重庆401331;2.重庆市林业科学研究院,重庆400036;  
3.重庆山地型城市森林生态系统(国家)定位观测研究站,重庆400036)

**摘要:**以砷根“草莓漩涡”为试验材料,研究了其对高温环境条件的耐受能力。研究结果显示,高温胁迫限制了砷根“草莓漩涡”株高、冠幅的增长和生物量的积累效率。高温环境条件下,草莓漩涡可溶性糖含量、可溶性蛋白含量呈现出先增高后降低现象, $O_2^-$ 、 $H_2O_2$ 和MDA含量持续增高,SOD、CAT和POD活性快速增高后缓慢降低。**结论:**一定时间和温度范围的高温胁迫会导致砷根“草莓漩涡”生长受限,但不会造成其死亡。砷根“草莓漩涡”对重庆夏季高温具有一定的耐受性,能够通过自身生长、生理调节来应对高温环境。

**关键词:**砷根“草莓漩涡”;高温胁迫;生长指标;生理响应;渗透调节物质;过氧化物;抗氧化酶

中图分类号:S728.2;S722.36 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0141-09

引文格式:陈丽花,王朝英,谢英赞,等.砷根“草莓漩涡”对高温胁迫的生长及生理响应[J].林业调查规划,2020,45(1):141-149.

CHEN Lihua, WANG Chaoying, XIE Yingzan, et al. Growth and Physiological Response of *Heuchera micrantha* ‘Strawberry Swirl’ to High Temperature Stress[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 141-149.

### Growth and Physiological Response of *Heuchera micrantha* ‘Strawberry Swirl’ to High Temperature Stress

CHEN Lihua<sup>1</sup>, WANG Chaoying<sup>1,3</sup>, XIE Yingzan<sup>2,3</sup>, MA Lihui<sup>2,3</sup>, LIU Yang<sup>2,3</sup>

(1. Chongqing City Management College, Chongqing 401331, China; 2. Chongqing Academy of Forestry Sciences, Chongqing 400036, China; 3. Chongqing Mountain Urban Forest Ecosystem Positioning Observation and Research Station, Chongqing 400036, China)

**Abstract:** *Heuchera micrantha* ‘Strawberry Swirl’ was used as experimental material for high temperature tolerance research. The results showed that high temperature stress limited the growth of plant height, crown width and biomass accumulation efficiency of *H. micrantha* ‘Strawberry Swirl’. Under high temperature environment, the content of soluble sugar and soluble protein in *H. micrantha* ‘Strawberry Swirl’ increased firstly and then decreased, the content of  $O_2^-$ ,  $H_2O_2$  and MDA increased continuously, while the activities of SOD, CAT and POD increased rapidly and then decreased slowly. It was concluded that high temperature stress in a certain time and temperature range would restrict the growth of *H. micrantha* ‘Strawberry Swirl’, but would not cause its death, which had a certain tolerance of high temperature and could cope with high temperature environment through its own growth and physiological

收稿日期:2019-06-12.

第一作者:陈丽花(1981-),女,讲师.主要研究方向:园林植物与观赏园艺. Email:yuxuan201615@sina.com

责任作者:王朝英,博士,讲师,园林工程师.主要研究方向为园林植物与观赏园艺.

regulation.

**Key words:** *Heuchera micrantha* ‘Strawberry Swirl’; high temperature stress; growth index; physiological response; osmotic adjustment substances; peroxide; antioxidant enzyme

矾根“草莓漩涡”( *Heuchera micrantha* “Strawberry Swirl”) 是虎耳草科 (Saxifragaceae) 矾根属 (*Heuchera*) 多年生草本地被观赏植物, 具有花期早、花量大、颜色异(浅粉橙色), 叶色鲜亮、叶片美感度高(褶皱的绿叶上被有银灰色斑纹)等特点, 极具观赏价值。近年来, 随着园林建设新风向花境建设的兴起, 矾根的应用规模、应用范围不断扩大, 各地对矾根的引种栽培和应用逐年扩大。作为矾根植物中优秀观赏植物的一种, 草莓漩涡自 2015 年春季由重庆城市管理职业学院工程管理学院和重庆市林业科学研究院分别引入重庆。

重庆地处我国西南, 位于长江中上游, 属典型的亚热带季风气候区, 夏季气温不断升高,

极易形成高温天气, 居我国传统的“四大火炉”城市之首。草莓漩涡引进重庆后势必难以避开夏季高温天气的侵扰。温度是影响植物种子萌发、幼苗生长、形态建成以及生殖、扩散等的重要环境因子。大量的研究表明, 高温环境下植物的生殖、生长均受到不同程度的不利影响。例如: 高温环境胁迫下, 芹菜种子发芽能力显著降低, 高温对芹菜幼苗的根系生长和生长量积累具有明显的抑制作用<sup>[1]</sup>。高温胁迫不仅导致小麦、黑麦草和芍药的生长减缓<sup>[2-4]</sup>, 还会造成酸枣、灰枣和棉花叶片叶绿素含量降低, 净光合速率、蒸腾速率等光合生理指标下降<sup>[5-6]</sup>。高温还会造成植物过氧化物水平升高, 细胞膜稳定性遭到破坏, 膜脂过氧化程度加剧<sup>[7]</sup>。进一步致使膜系统和抗氧化酶系统遭到破坏, 植物受到严重热害, 直至枯萎、死亡<sup>[8,9]</sup>。高温胁迫严重威胁着植物的生长、生存, 长期的进化和自我保护使得植物在应对高温胁迫不利环境条件时形成一系列的生理生化反应以应对一定程度的高温伤害。番茄随着高温胁迫时间的延长, 其叶片中的抗氧化酶活性、渗透物质和膜质过氧化物含量呈现出先上升后下降的趋势<sup>[10]</sup>。在 21 个山茶种质和金花茶的研究中发现, 高温胁迫环境条件下这些植物叶片的相对电导率、渗透物质含量和抗氧化酶活性表现出随胁迫时间的延长不断提升的趋势<sup>[11,12]</sup>。高山杜鹃叶片 SOD、CAT 和 POD 的活性随温度的升高而升高, 同一温度下 SOD、CAT 和 POD 的活性随时间推移呈先升高后降低的趋势<sup>[13]</sup>。因此, 了解植物的高温耐受

能力高低是重庆市植物品种引进和应用的关键步骤之一。本文拟通过对引进的矾根“草莓漩涡”的高温生长和生理响应研究, 了解草莓漩涡对高温环境条件的耐受状况, 为草莓漩涡在重庆地区的科学应用提供理论指导。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

实验材料为矾根“草莓漩涡”炼苗后 3 个月的组培苗。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 实验设计

2018 年春季(3 月 5 日), 选择植株健壮、长势好、大小均匀的矾根“草莓漩涡”炼苗后 3 个月的组培苗 120 株, 分别移栽至内径 22 cm、高度 20 cm 的塑料花盆内, 浇透水后养护 1 个月, 之后置于温度夜间/白天为  $(18 \pm 3)^\circ\text{C} / (28 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、空气湿度为  $(70 \pm 5)\%$  的人工温室中继续培养, 保持草莓漩涡根际土壤含水量在  $(20 \pm 5)\%$ 。2018 年 4 月, 将 60 盆草莓漩涡移至温室外, 置于自然环境中, 搭 2 m 高透明塑料遮雨棚遮雨, 土壤湿度与温室内草莓漩涡盆栽保持一致。将 60 盆草莓漩涡按照 10 盆 1 组分成 6 组(5 盆用于生理指标测定取样, 5 盆用于生长指标测定)。分别于 2018 年 7 月 15 日、18 日、23 日、28 日以及 8 月 3 日、7 日由其中 1 组生理指标取样株每株各自采取叶片 2~3 片用于生理指标的测定, 生长指标测定株每株量取株高、冠幅后仔细挖出, 清洗干净后用于鲜重、干重的测定。试验期间试验地气温走势见图 1。

#### 1.2.2 指标测试方法

株高使用精确度为 1 mm 卷尺测量, 植株生物量采用直接称重法, 鲜重使用千分之一天平直接称重, 干重使用万分之一天平直接称重; 可溶性糖含量采用改进蒽酮比色法<sup>[14]</sup>, 可溶性蛋白含量采用考马斯蓝染料结合法<sup>[15]</sup>, 采用邵玲改进法测定  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量<sup>[16]</sup>, 采用改良羟胺氧化法测定  $\text{O}_2^-$  含量<sup>[17]</sup>, 采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定 MDA 含量<sup>[18]</sup>, 采用氮蓝四唑(NBT)比色法测定 SOD 活性<sup>[19]</sup>, 采用愈创木酚比色法测定 POD 活性<sup>[15]</sup>, 采用分光光度

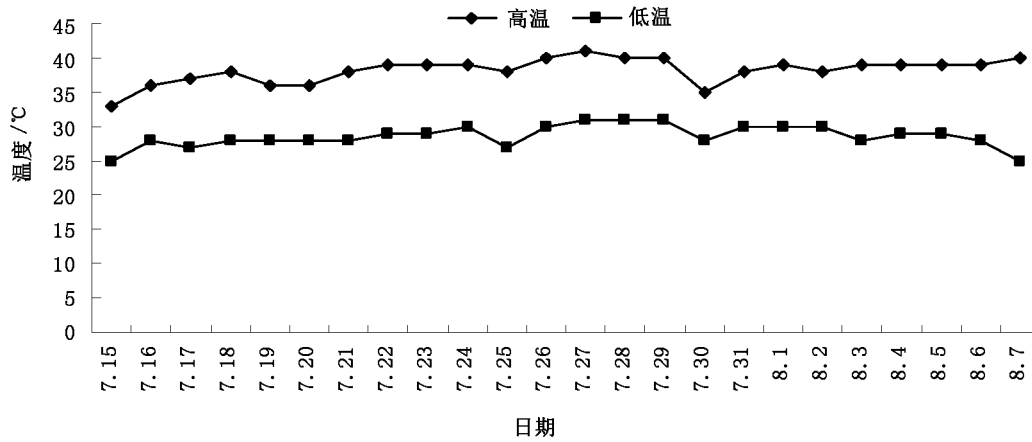


图 1 处理期间试验场地气温走势

Fig. 1 Temperature trend of test site during treatment

法测定 CAT 活性<sup>[15]</sup>。

1.2.3 数据处理与分析

数据分析使用 SPSS19.0 版进行单因素方差分析,并用 Duncan's 多重比较法检验每个指标 ( $\alpha = 0.05$ ) 的差异显著性。图表使用 Microsoft Office Excel 2003,根据 SPSS 分析结果制作。

2 结果与分析

2.1 高温胁迫对砷根“草莓漩涡”生长指标的影响

2.1.1 高温胁迫对草莓漩涡株高生长的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”株高变化见表 1。

表 1 不同处理下砷根“草莓漩涡”株高变化

Tab. 1 Plant height change of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatments

处理	日期					
	7.15	7.18	7.23	7.28	8.2	8.7
CK	14.51±0.255a	14.79±0.233a	15.40±0.205a	17.67±0.238a	19.52±0.201a	22.60±0.190a
HT	14.54±0.253a	14.91±0.145a	15.76±0.193a	16.48±0.138A	17.14±0.148A	17.17±0.164A

注:同列不同小写字母表示二者间差异显著,即  $P < 0.05$ ;同列字母相同而大小写不同表示二者间差异极显著,即  $P < 0.01$  (下同)。

通过表 1 数据可以看到,2 种处理方式下草莓漩涡在株高生长上发生了较大程度的差异。对照处理条件下(CK 组),草莓漩涡平均株高在 24 d 内由 14.51 cm 增长至 22.60 cm,增长为试验初始时的 155.8%;高温处理条件下(HT 组),草莓漩涡平均株高在经过 24 d 的生长期后,平均株高仅 17.17 cm,较试验初始时增长率仅为 118.1%。数据分析结果显示,试验开始 14 d 以后,CK 组的草莓漩涡平均株高极显著高于 HT 组,表明高温胁迫对草莓漩涡的株高生长具有一定的影响,且这种影响随着高温环境条件的不断持续会表现出对草莓漩涡株高生长抑制程度不断加剧的趋势。

2.1.2 高温胁迫对草莓漩涡冠高生长的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”冠幅变化见表 2。

根据表 2 数据可以看到,高温环境条件下不利于草莓漩涡冠幅的正常生长。数据测定结果显示,试验初始时 CK 组和 HT 组草莓漩涡在冠幅上基本一致,二者间没有显著性差异。随着试验时间的推进,两组草莓漩涡冠幅间的差距逐渐扩大,至试验后第 9 天开始,二者间差异达到极显著差异水平,此时 HT 组草莓漩涡冠幅约为 CK 组的 78.62%,至试验结束时,HT 组草莓漩涡冠幅仅为 CK 组的 39.69%。

2.1.3 高温胁迫对草莓漩涡生物量积累的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”生物量积累(鲜重、干重增长)变化见表 3。

根据表 3 中数据可以明显看出,高温环境胁迫条件下砷根“草莓漩涡”在生物量积累(鲜重、干重增长)上受到较大程度的抑制。鲜重增长方面,在

表 2 不同处理下砷根“草莓漩涡”冠幅变化

Tab. 2 Crown change of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatments

处理	日期					
	7. 15	7. 18	7. 23	7. 28	8. 2	8. 7
CK	9.08×11.86a	9.24×12.22a	10.73×13.48a	12.52×14.76a	15.84×18.16a	17.78×21.8a
HT	8.70×11.94a	8.88×12.14a	9.1×12.52A	9.46×13.14A	9.92×13.70A	10.62×14.48A

表 3 不同处理下砷根“草莓漩涡”生物量积累变化

Tab. 3 Biomass accumulation change of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatments

指标	处理	日期					
		7. 15	7. 18	7. 23	7. 28	8. 2	8. 7
FW	CK	23.35±0.158a	25.29±0.161a	28.13±0.268a	36.53±0.433a	46.87±0.311a	54.43±0.719a
	HT	23.35±0.334a	24.09±0.227A	25.96±0.115A	26.80±0.082A	27.69±0.104A	28.24±0.113A
HT	CK	4.28±0.081a	4.33±0.060a	5.10±0.045a	6.53±0.073a	8.03±0.045a	10.91±0.255a
	HT	4.24±0.026a	4.31±0.052a	4.55±0.043A	4.86±0.028A	5.11±0.020A	5.16±0.024A

高温处理第 3 天时 HT 处理组即显著低于 CK 处理组。随着处理时间的推移, HT 组草莓漩涡鲜重增长较 CK 组差距不断扩大, 至第 8 天、13 天、18 天、23 天时, HT 组草莓漩涡鲜重分别为 CK 组的 92.29%、73.36%、59.08% 和 51.88%。CK 组草莓漩涡鲜重在试验周期内增加至试验初始时的 2.33 倍, 而 HT 组草莓漩涡鲜重在试验周期内仅增加至试验初始时的 1.21 倍。干重增长上, 草莓漩涡呈现出与鲜重大致相似的变化趋势, 但差异变化较鲜重变化相对推迟。在高温处理后第 8 天时草莓漩涡干重开始显著低于 CK 组, 此时 HT 组干重为 CK 组的 89.22%。随着试验时间的延长, 至第 13 天、18 天、23 天时, HT 组草莓漩涡干重分别为 CK 组的 74.43%、63.64% 和 47.30%。CK 组草莓漩涡干重在试验周期内增加至试验初始时的 2.55 倍, 而 HT 组草莓漩涡干重在试验周期内仅增加至试验初始时的 1.22 倍。综合比较可知, 高温胁迫会导致砷根“草莓漩涡”生物量积累效率降低, 整体上高温对草莓漩涡干重积累的影响程度大于鲜重积累。

## 2.2 高温胁迫对砷根“草莓漩涡”渗透调节物质含量的影响

### 2.2.1 高温胁迫对草莓漩涡可溶性糖含量的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”可溶性糖含量见图 2。

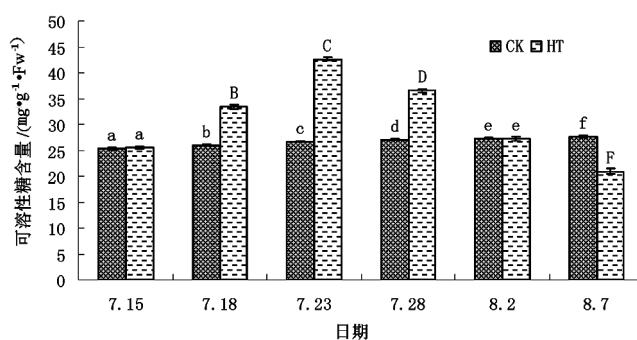


图 2 不同处理下砷根“草莓漩涡”可溶性糖含量

Fig. 2 Soluble sugar content of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

如图 2 所示, 高温环境下砷根“草莓漩涡”叶片可溶性糖含量与 CK 组相比发生了较大程度的波动。整个试验周期内, CK 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量呈现出基本稳定缓慢增长的趋势, 而 HT 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量则呈现出先快速增高后逐步降低的趋势。与 CK 组相比, 试验开始后第 3 天时, HT 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量升高至 (33.39±0.439) mg/g · FW, 与 CK 组相比差异达到极显著水平, 为 CK 组的 1.28 倍。至试验开始后第 8 天时, HT 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量升高至本次试验最高值, 为 (42.63±0.350) mg/g · FW, 为 CK 组的 1.60 倍。之后 HT 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量逐步降低, 至试验开始后第 18 天时降低至 (27.32±0.424) mg/g · FW, 与 CK 组 (处于基本持

水平)二者间差异不显著。至试验开始后第 23 天时,HT 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量极显著低于 CK 组,此时 HT 组草莓漩涡叶片可溶性糖含量降低为 CK 组的 75.78%。

### 2.2.2 高温胁迫对草莓漩涡可溶性蛋白含量的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”可溶性蛋白含量见图 3。

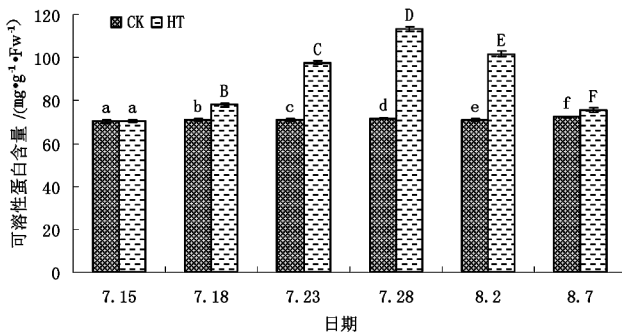


图 3 不同处理下砷根“草莓漩涡”可溶性蛋白含量

Fig. 3 Soluble protein content of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

据图 3 可以明显看出,高温胁迫环境条件对砷根“草莓漩涡”叶片可溶性蛋白含量具有较大程度的影响,整体上随高温环境条件时间的不断延长,草莓漩涡叶片可溶性蛋白含量呈现出先逐步升高后逐步降低的趋势。适宜的生长环境下(CK 组),草莓漩涡叶片可溶性蛋白含量基本保持稳定,而高温处理第 3 天时(HT 组)草莓漩涡叶片可溶性蛋白含量已达(77.87±0.829)mg/g·FW,极显著高于 CK 组的(71.00±0.373)mg/g·FW。高温处理第 8 天、第 13 天时草莓漩涡叶片可溶性蛋白含量持续增高,分别达到(97.78±0.875)mg/g·FW 和(113.31±0.937)mg/g·FW,为 CK 组的 1.38 倍和 1.58 倍。之后 HT 组草莓漩涡叶片可溶性蛋白含量逐步降低,至试验结束时虽仍显著高于 CK 组,但整体上差距极小,仅为 CK 组的 1.05 倍。数据分析结果表明,砷根“草莓漩涡”能够通过调节自身渗透物质可溶性蛋白含量来响应高温环境胁迫,应对高温环境。

### 2.3 高温胁迫对砷根“草莓漩涡”过氧化物含量的影响

#### 2.3.1 高温胁迫对草莓漩涡 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 含量的影响

不同处理砷根“草莓漩涡”超氧阴离子(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)含量见图 4。

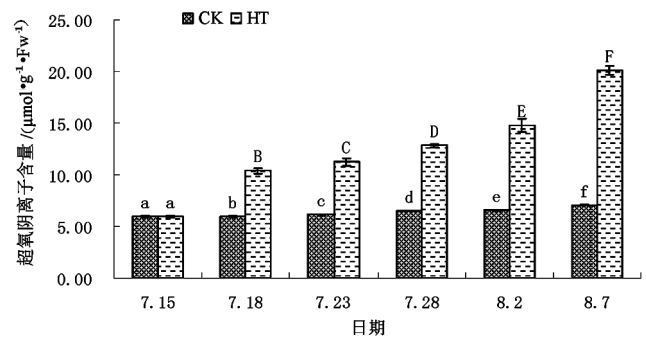


图 4 不同处理下砷根“草莓漩涡”超氧阴离子(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)含量

Fig. 4 O<sub>2</sub><sup>-</sup> content of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

图 4 明显展示了高温环境条件胁迫下砷根“草莓漩涡”叶片 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 含量的变化走势。据图 4 可以看出,高温环境持续时间越长,则草莓漩涡叶片 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 含量相对越高,二者间呈协同增长趋势。试验初始时 CK 组草莓漩涡叶片 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 含量为(5.96±0.093)μmol/g·FW,HT 组为(5.95±0.083)μmol/g·FW,二者间几无差异。至试验开始后第 3 天时,HT 组草莓漩涡叶片 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 含量即极显著高于 CK 组,试验开始后第 3 天、8 天、13 天、18 天和 23 天时 HT 组草莓漩涡叶片 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 含量分别为(10.38±0.274)μmol/g·FW、(11.25±0.395)μmol/g·FW、(12.86±0.167)μmol/g·FW、(14.82±0.653)μmol/g·FW 和(20.13±0.445)μmol/g·FW,分别为 CK 组(5.95±0.064)μmol/g·FW、(6.15±0.041)μmol/g·FW、(6.55±0.074)μmol/g·FW、(7.06±0.081)μmol/g·FW 的 1.74、1.83、1.98、2.26 和 2.85 倍。整体上,高温胁迫时间越长,对砷根“草莓漩涡”的危害相对越大,且随时间延长呈现伤害不断加剧的趋势。

#### 2.3.2 高温胁迫对草莓漩涡 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量见图 5。

根据图 5 可知,适宜的生长条件下(CK 组)砷根“草莓漩涡”叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量会随生长期的不断延长呈现出基本保持稳定,长期略有升高的趋势。试验初始至试验结束时,CK 组草莓漩涡叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量自(5.71±0.046)μmol/g·FW 增高至(6.48±0.110)μmol/g·FW,整体上增高了 1.13 倍。高温环境条件会导致草莓漩涡叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量迅速增高,并表现出随高温时间的延长而不断加速积累的现象。试验伊始,HT 组草莓漩涡叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量为(5.71±0.058)μmol/g·FW,至试验开始后第 3 天始 HT

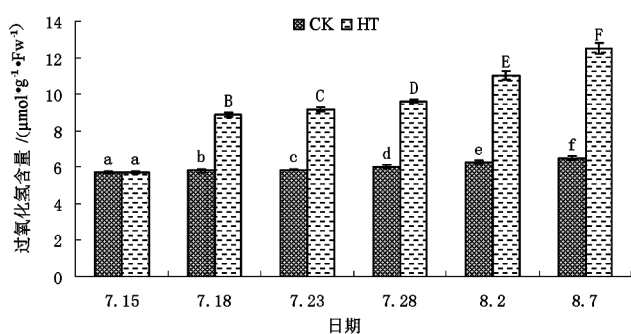


图 5 不同处理下砷根“草莓漩涡”过氧化氢含量  
Fig. 5 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

组草莓漩涡叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量即极显著高于 CK 组, 试验开始后第 3 天、第 8 天、第 13 天、第 18 天和第 23 天时 HT 组草莓漩涡叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量分别为 (8.85 ± 0.124) μmol/g · FW、(9.15 ± 0.121) μmol/g · FW、(9.61 ± 0.102) μmol/g · FW、(11.01 ± 0.248) μmol/g · FW 和 (12.51 ± 0.286) μmol/g · FW, 分别为 CK 组的 1.52、1.56、1.59、1.75 和 1.93 倍。整体上, 随高温时间的延长草莓漩涡叶片 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量的积累速率不断提高。

### 2.3.3 高温胁迫对草莓漩涡 MDA 含量的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”MDA 含量见图 6。

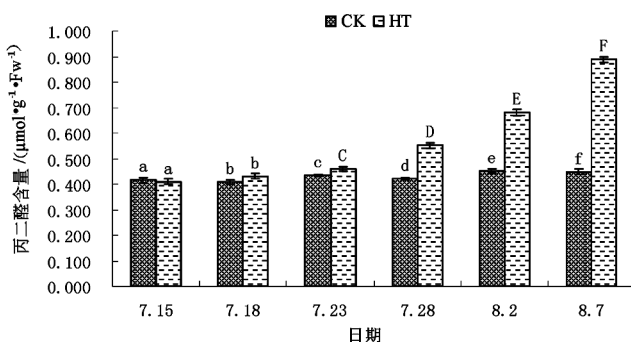


图 6 不同处理下砷根“草莓漩涡”MDA 含量  
Fig. 6 MDA content of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

如图 6 所示, 适宜的生长条件下砷根“草莓漩涡”在生长进程中叶片 MDA 含量基本处于相对稳定, 长期略有波动升高的状态。试验期间, CK 组草莓漩涡叶片 MDA 含量自试验开始时的 (0.415 ± 0.010) μmol/g · FW 波动增高至试验结束时的 (0.448 ± 0.010) μmol/g · FW, 整个试验期间 CK 组草莓漩涡叶片 MDA 含量最高值 (0.453 ± 0.009)

μmol/g · FW 出现在试验开始后第 18 天, 最低值 (0.408 ± 0.009) μmol/g · FW 出现在试验开始后第 3 天。高温胁迫下 (HT 组) 草莓漩涡叶片 MDA 含量变化趋势与 CK 组相比完全不同。HT 组草莓漩涡 MDA 含量在整个试验周期内表现出线性增长趋势。试验初始, HT 组草莓漩涡叶片 MDA 含量仅 (0.410 ± 0.011) μmol/g · FW, 与 CK 组无明显差异。至试验开始后第 8 天, HT 组草莓漩涡叶片 MDA 含量开始极显著高于 CK 组, 且随试验时间的延长差距不断扩大。至试验结束时, HT 组草莓漩涡 MDA 含量达 (0.888 ± 0.010) μmol/g · FW, 为 CK 组的 1.98 倍。

### 2.4 高温胁迫对砷根“草莓漩涡”抗氧化酶活性的影响

#### 2.4.1 高温胁迫对草莓漩涡 SOD 活性的影响

不同处理下的砷根“草莓漩涡”SOD 活性见图 7。

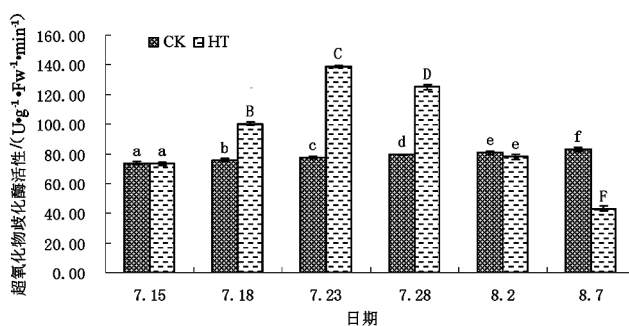


图 7 不同处理下砷根“草莓漩涡”SOD 活性  
Fig. 7 Superoxide dismutase activity of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

根据图 7 可以明显看出, 正常环境条件下砷根“草莓漩涡”叶片 SOD 活性长期保持基本稳定状态, 而高温环境下草莓漩涡叶片 SOD 活性则出现一定程度的波动变化。整体上, HT 组草莓漩涡叶片 SOD 活性表现出先逐步增高, 后渐渐降低的趋势。数据分析结果显示, 试验开始后第 3 天时, HT 组草莓漩涡叶片 SOD 活性开始极显著高于 CK 组, 并于试验开始后第 8 天达到最大值。之后 HT 组草莓漩涡叶片 SOD 活性逐渐降低, 至试验开始后第 18 天时将至与 CK 组无显著性差异水平, 第 23 天时极显著低于 CK 组。

#### 2.4.2 高温胁迫对草莓漩涡 POD 活性的影响

不同处理下砷根“草莓漩涡”POD 活性见图 8。



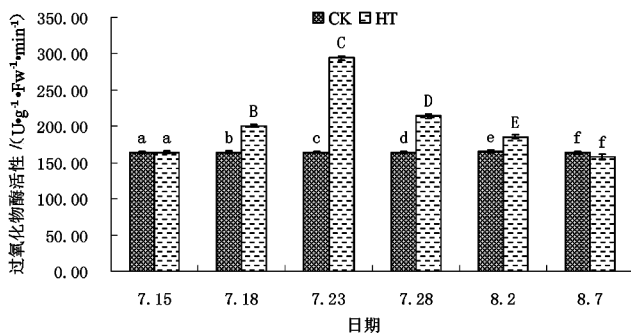


图 8 不同处理下矾根“草莓漩涡”POD 活性  
Fig. 8 Peroxidase activity of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

如图 8 所示,适宜环境条件下矾根“草莓漩涡”叶片 POD 活性随着时间的延长表现出基本稳定、缓慢升高的趋势,而高温胁迫下草莓漩涡 POD 叶片活性则表现出随胁迫时间的延长先增高后逐步降低的趋势。试验开始时,CK 组草莓漩涡叶片 POD 活性为  $(163.44 \pm 1.25) \text{ U/g} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}$ , HT 组草莓漩涡 POD 叶片活性为  $(164.11 \pm 1.96) \text{ U/g} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}$ ,二者间无显著差异。随着试验的继续,至第 3 天时,HT 组草莓漩涡叶片 POD 活性升高至  $(200.77 \pm 1.67) \text{ U/g} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}$ ,为 CK 组的 1.22 倍,极显著高于 CK 组。试验开始后第 8 天时,HT 组草莓漩涡 POD 叶片活性达到本次试验期间最高值,为  $(294.16 \pm 3.12) \text{ U/g} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}$ ,是同时期 CK 组的 1.79 倍。之后 HT 组草莓漩涡叶片 POD 活性开始逐步下降,至试验结束时降低至与同时期 CK 组无显著性差异水平。试验和数据分析结果表明,POD 是矾根“草莓漩涡”抗击高温环境胁迫,调节自身氧化物质平衡的重要酶之一,能够在较长的时间内发挥作用。

#### 2.4.3 高温胁迫对草莓漩涡 CAT 活性的影响

不同处理下矾根“草莓漩涡”POD 活性见图 9。

如图 9 所示,CK 组处理下矾根“草莓漩涡”叶片 CAT 活性相对较为稳定,长期波动不大,自试验开始至试验结束仅增加了 102.95%。HT 组处理下草莓漩涡叶片 CAT 活性则表现出较大幅度的变化,整体在试验周期内展现出先快速增高,后持续降低的趋势。试验开始后第 3 天时,HT 组草莓漩涡叶片 CAT 活性达  $(109.43 \pm 1.493) \text{ U/g} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}$ ,为 CK 组的 1.20 倍,极显著高于 CK 组。之后 HT 组草莓漩涡叶片 CAT 活性不断降低,自第 18 天时始极显著低于同时期 CK 组,至试验结束时,HT 组草莓

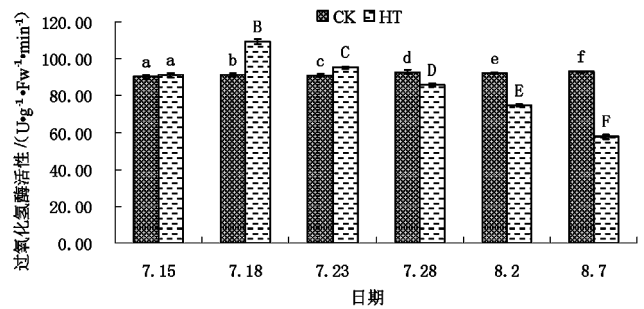


图 9 不同处理下矾根“草莓漩涡”CAT 活性  
Fig. 9 Catalase activity of *H. micrantha* 'Strawberry Swirl' with different treatment

漩涡叶片 CAT 活性仅  $(57.79 \pm 1.114) \text{ U/g} \cdot \text{FW} \cdot \text{min}$ ,为同时期 CK 组的 62.17%。

### 3 讨论

#### 3.1 高温胁迫对矾根“草莓漩涡”生长的影响

高温是限制植物正常生长发育的重要逆境因子之一,高温环境胁迫往往导致植物植株矮小、植物生物量积累下降<sup>[20,21]</sup>。高温胁迫初期,植株往往出现叶片气孔大量关闭、植株光合和呼吸作用降低等反应。随着高温胁迫时间的延长,植株叶片保卫细胞受损、叶绿体解体等不可逆损伤,最终导致植株光合效率持续走低,植株生产力下降等<sup>[22~24]</sup>。本试验测定结果与前人的研究结果类似,高温胁迫下矾根“草莓漩涡”在株高生长、冠幅生长和鲜重、干重增加方面也均表现出受到较大程度的抑制作用,这是因为矾根“草莓漩涡”在高温环境条件下植株器官受损、细胞功能结构被破坏、功能降低等导致的植株光合效率降低所致。此外,由于夜间较高的温度,草莓漩涡夜间呼吸效率相对提高,自身消耗相对增大,反应在植株上势必造成植株生物量积累的能力降低。

#### 3.2 高温胁迫对矾根“草莓漩涡”渗透调节物质含量的影响

渗透物质是调节植物细胞内压、维持植株生理环境稳定的重要物质,在植株应对逆境环境中发挥着重要作用。大量研究表明,植株在应对高温环境的胁迫压力时,为躲避伤害,调节自身渗透物质含量是较为及时和有效的方法<sup>[25~27]</sup>。高温胁迫能够诱导植株功能基因的表达量和表达效率,促进可溶性糖和可溶性蛋白的快速积累,提高细胞膨压、减少水分逸散、稳定细胞内环境<sup>[28]</sup>。本研究中,高温环境初期矾根“草莓漩涡”可溶性糖和可溶性蛋白

含量均出现快速升高的现象,表明砒根“草莓漩涡”也是首先通过调节自身渗透物质含量的方法来改善因环境胁迫压力造成的植株细胞内环境的不利变化,保障植株在适应突发环境变化中的存活概率。

### 3.3 高温胁迫对砒根“草莓漩涡”过氧化物含量的影响

高温等不利环境条件对植株造成伤害,首先往往是植株细胞内氧化物质产生效力不断提高,进而膜脂过氧化产物等不断积累,最终导致细胞膜、胞内功能性结构不断被氧化破坏,功能逐渐丧失等实现的。袁媛等通过对小苍兰幼苗的研究发现,高温会导致植物  $O_2^-$  和 MDA 含量不断升高<sup>[29]</sup>;徐向东等通过对黄瓜幼苗的研究结果发现,高温下黄瓜幼苗  $O_2^-$ 、 $H_2O_2$  和 MDA 积累速率不断提高<sup>[30]</sup>;任彩虹<sup>[31]</sup>、李品明<sup>[32]</sup> 和邓朝军<sup>[33]</sup> 等的研究也得到了类似结论。本研究中,高温环境胁迫下砒根“草莓漩涡”  $O_2^-$ 、 $H_2O_2$  和 MDA 含量不断升高,且随高温胁迫时间的延长呈现出积累速率越来越快的现象,与之前相关研究结论一致。这表明高温胁迫对砒根“草莓漩涡”具有一定的伤害,且随胁迫时间的持续,这种伤害的积累愈来愈严重。

### 3.4 高温胁迫对砒根“草莓漩涡”抗氧化酶活性的影响

应对高温等不利环境胁迫的威胁,启动植株抗氧化酶系统,解决因环境胁迫压力带来的细胞内环境持续恶化,清除氧化自由基尤为重要。植株抗氧化酶系统功能的发挥效率决定着植株应对不利环境条件的抗性强弱。邓注明等通过对不同耐高温品系棉花的研究结果显示,SOD、POD、CAT 活性的强弱决定着棉花品系的高温耐受能力<sup>[34]</sup>,王文举研究结果证明,外源物质添加能够通过提高葡萄 CAT、APX 和 SOD 酶活性来改善葡萄的耐热能力<sup>[35]</sup>,李大红等发现不同品种羽衣甘蓝的高温耐受能力强弱与其 SOD、POD 同工酶的关系密切<sup>[36]</sup>。本研究发现,高温下砒根“草莓漩涡”SOD、POD 和 CAT 活性增高明显,且在较长时间范围内能够持续保持较高水平。因此,砒根“草莓漩涡”能够长期在高温胁迫环境下存活,主要是因为高温条件下草莓漩涡植株 SOD、POD 和 CAT 活性的增强所致,SOD、POD 和 CAT 活性的增强提高了草莓漩涡对长期高温环境胁迫的耐受能力。

### 参考文献:

- [1] 许爽,阎君,杨学科,等. 高温胁迫对芹菜种子萌发和幼苗生长以及叶绿素荧光参数的影响[J]. 种子,2016,35(8):42-46.
- [2] 张蓓蓓,张辉,甘卓亭,等. 干旱高温胁迫对小麦生长及木聚糖含量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2016,34(1):186-192.
- [3] 王日明,熊兴耀. 高温胁迫对黑麦草生长及生理代谢的影响[J]. 草业学报,2016,25(8):81-90.
- [4] 张佳平,李丹青,聂晶晶,等. 高温胁迫下芍药的生理生化响应和耐热性评价[J]. 核农学报,2016,30(9):1848-1856.
- [5] 靳娟,杨磊,樊丁宇,等. 高温胁迫对枣苗生理特性的影响[J]. 新疆农业科学,2018,55(3):439-447.
- [6] 龚照龙,郑巨云,梁亚军,等. 高温胁迫对不同棉花品种光合作用及产量性状的影响[J]. 新疆农业科学,2018,55(10):1786-1793.
- [7] CAN V T,罗聪,何新华,等. 高温胁迫对杧果幼苗生理生化指标的影响[J]. 热带作物学报,2016,37(1):53-58.
- [8] 吴姝漪,孟千万,宋希强,等. 高温胁迫对华石斛幼苗的形态和生理参数的影响[J]. 热带作物学报,2017(4):65-70.
- [9] 邵长芬,李得发,关文灵,等. 高温胁迫对滇海水仙花生长发育的影响[J]. 北方园艺,2016(5):85-88.
- [10] 徐佳宁,刘钢,张利云,等. 高温胁迫对不同番茄品种叶片抗氧化系统的影响[J]. 山东农业科学,2016,48(10):27-31.
- [11] 彭邵锋,陆佳,陈永忠,等. 高温胁迫下 21 个山茶种质的生理生化响应[J]. 经济林研究,2016,34(3):121-125.
- [12] 张武君,邹福贤,陈菁璞,等. 高温胁迫对金花茶耐热生理指标的影响[J]. 亚热带农业研究,2017,13(2):88-92.
- [13] 李小玲,雒玲玲,华智锐. 高温胁迫下高山杜鹃的生理生化响应[J]. 西北农业学报,2018,27(2):253-259.
- [14] 刘海英,王华华,崔长海,等. 可溶性糖含量测定(蒽酮法)实验的改进[J]. 实验室科学,2013,16(2):19-20.
- [15] 张志良. 植物生理学实验指导(第三版)[M]. 北京:高等教育出版社,1992:159-160.
- [16] 邵玲. 植物生理学实验教学中  $H_2O_2$  可视化检测方法的改进[J]. 植物生理学报,2010,46(4):385-387.
- [17] 李光忠,龚明. 植物中超氧阴离子自由基测定方法的改进[J]. 云南植物研究,2005,27(2):211-216.
- [18] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2007.
- [19] 郑炳松. 现代植物生理生化研究技术[M]. 北京:气象出版社,2006.
- [20] 吴小娟,杨雯,解如琳,等. 高温胁迫对玉米品种‘郑单 958’幼苗生长及部分生理指标的影响[J]. 植物资源与环境学报,2018,27(2):119-121.

[1] 许爽,阎君,杨学科,等. 高温胁迫对芹菜种子萌发和幼

- [21] 刘爱荣, 陈双臣, 王森博, 等. 高温胁迫对番茄幼苗光合作用和叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(5): 145-148.
- [22] 郝召君, 周春华, 刘定, 等. 高温胁迫对芍药光合作用、叶绿素荧光特性及超微结构的影响[J]. 分子植物育种, 2017(6): 335-343.
- [23] 宋春雨, 刘晓冰, 金彩霞. 高温胁迫下光合器官受损及其适应机理[J]. 土壤与作物, 2002, 18(4): 252-256.
- [24] 吾甫尔·阿不都, 巴哈古丽·先木西, 彭华, 等. 棉花种质资源耐热性鉴定及高温胁迫对光合特性的影响[J]. 中国棉花, 2015, 42(2): 32-34.
- [25] 张显强, 罗在荣, 唐金刚, 等. 高温和干旱胁迫对鳞叶藓游离脯氨酸和可溶性糖含量的影响[J]. 广西植物, 2004, 24(6): 570-573.
- [26] 刘媛媛, 滕中华, 王三根, 等. 高温胁迫对水稻可溶性糖及膜保护酶的影响研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2008, 30(2): 59-63.
- [27] 赵森, 于江辉, 肖国樱. 高温胁迫对爪哇稻剑叶光合特性和渗透调节物质的影响[J]. 生态环境学报, 2013(1): 110-115.
- [28] 郑甲成, 刘婷, 杜莹莹, 等. 高温胁迫下 TaERECTA 基因对小麦幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2018, 53(3): 64-69.
- [29] 袁媛, 唐东芹, 史益敏. 小苍兰幼苗对高温胁迫的生理响应[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2011, 29(5): 30-36.
- [30] 徐向东, 孙艳, 孙波, 等. 高温胁迫下外源褪黑素对黄瓜幼苗活性氧代谢的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(5): 1295-1300.
- [31] 任彩虹, 闫桂琴, 郜刚, 等. 高温胁迫对马铃薯幼苗叶片生理效应的影响[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(1): 5-10.
- [32] 李品明, 杨丙贤, 孙玉芳, 等. 高温胁迫对黄连幼苗活性氧代谢及保护酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(18): 10796-10798.
- [33] 邓朝军, 许奇志, 蒋际谋, 等. 高温胁迫对枇杷果皮热伤害的抗氧化特性影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(5): 439-444.
- [34] 邓荭明, 熊格生, 袁小玲, 等. 棉花不同耐高温品系的 SOD、POD、CAT 活性和 MDA 含量差异及其对盛花期高温胁迫的响应[J]. 棉花学报, 2010, 22(3): 242-247.
- [35] 王文举, 王振平. 外源抗氧化剂对高温胁迫下红地球葡萄果皮组织 CAT、APX 和 SOD 酶活性的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2013(3): 8-10.
- [36] 李大红, 赵丽, 李贞, 等. 高温胁迫对不同品种羽衣甘蓝幼苗叶的生理特性及 SOD、POD 同工酶的影响[J]. 北方园艺, 2015(19): 6-10.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 110 页)

- [17] 李国平, 石涵予. 比较视角下退耕还林补偿的农村经济福利效应——基于陕西省 79 个退耕还林县的实证研究[J]. 经济地理, 2017, 37(7): 146-155.
- [18] 丁屹红, 姚顺波. 退耕还林工程对农户福祉影响比较分析——基于 6 个省 951 户农户调查为例[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(5): 45-50.
- [19] 乌静. 福利地理学视角下的牧区生态移民区环境福利问题——以内蒙古为例[J]. 三峡大学学报(人文社会科学版), 2017, 39(1): 11-14, 37.
- [20] 李鑫远, 雷敏, 郝家祺, 等. 生态移民福祉影响因素研究——基于陕西省蓝田县农村抽样调研[J]. 地理研究, 2018, 37(6): 1127-1141.
- [21] 解安. “社会质量”理论视阈下三江源生态移民社会福利机制构建背景分析及启示[J]. 现代妇女(下旬), 2013(1): 1-4.
- [22] 王旺多. 试论三江源生态移民社会福利机制的建构[J]. 开发研究, 2012(2): 70-73.
- [23] 魏文俊, 王兵, 牛香. 北方沙化土地退耕还林工程生态系统服务功能特征及其对农户福祉的影响研究[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2017, 38(2): 20-26.
- [24] 杨莉, 甄霖, 李芬, 等. 黄土高原生态系统服务变化对人类福祉的影响初探[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 849-855.
- [25] 李惠梅, 张雄, 张俊峰, 等. 自然资源保护对参与者多维福祉的影响——以黄河源头玛多牧民为例[J]. 生态学报, 2014, 34(22): 6767-6777.
- [26] 唐琼, 王文瑞, 田璐, 等. 沙漠—绿洲过渡带农户福祉认知和综合评价——以沙坡头为例[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(5): 51-56.
- [27] 罗保铭. 坚定不移实践中国特色社会主义——深入学习贯彻习近平总书记考察海南重要讲话精神[J]. 今日海南, 2013(9): 10-11.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.027

## 4 个油橄榄品种在昆明市海口林场的生长表现

解坤梅<sup>1</sup>, 严毅<sup>2</sup>, 赵予溪<sup>2</sup>, 何银忠<sup>2</sup>

(1. 海口街道办事处林业站, 云南 昆明 650114; 2. 昆明市海口林场, 云南 昆明 650114)

**摘要:**2018 年 3 月在昆明市海口林场引进科基、皮瓜尔、米佳、豆果 4 个油橄榄品种进行引种栽培试验, 观测记录其树高及地径生长情况。经过 8 个月的生长观测, 结果表明: 在高生长中, 米佳>科基>豆果>皮瓜尔, 在地径生长中, 科基>豆果>米佳>皮瓜尔, 皮瓜尔品种高生长和地径生长均低于其他 3 个品种; 经过方差分析, 不同品种间高生长和地径生长均存在显著差异。

**关键词:**油橄榄; 引种试验; 生长表现; 昆明市海口林场

中图分类号: S565.7; S727.32; S725.71 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)01-0150-03

引文格式: 解坤梅, 严毅, 赵予溪, 等. 4 个油橄榄品种在昆明市海口林场的生长表现[J]. 林业调查规划, 2020, 45(1): 150-152, 155.

XIE Kunmei, YAN Yi, ZHAO Yuxi, et al. Growth Performance of Four *Olea europaea* Varieties in Haikou Forest Farm of Kunming[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 150-152, 155.

## Growth Performance of Four *Olea europaea* Varieties in Haikou Forest Farm of Kunming

XIE Kunmei<sup>1</sup>, YAN Yi<sup>2</sup>, ZHAO Yuxi<sup>2</sup>, HE Yinzhong<sup>2</sup>

(1. Forestry Station of Haikou Sub-district Office, Kunming 650114, China; 2. Haikou Forest Farm, Kunming 650114, China)

**Abstract:** Four *Olea europaea* varieties, namely Koroneiki, Picual, Mijia and Arbequina were introduced to Haikou Forest Farm of Kunming City for cultivation experiment in March 2018, which were observed and recorded the growth of height and ground diameter. The results after 8 months observation showed that the order of height growth was Mijia>Koroneiki>Arbequina>Picual, and the order of ground diameter growth was Koroneiki>Arbequina>Mijia>Picual. The variance analysis found that there were significant differences in height growth and ground diameter growth among different varieties.

**Key words:** *Olea europaea*; introduction experiment; growth performance; Haikou Forest Farm of Kunming

油橄榄 (*Olea europaea* L.) 是木犀科木犀榄属常绿乔木, 主要分布于地中海国家, 是世界著名的木本油料兼果用树种, 果实富含优质食用植物油—橄榄油。

2018 年海口林场从昆明奥力联盟农业开发有限公司引种科基、皮瓜尔、米佳、豆果 4 个油橄榄品种, 每个品种 300 株, 共计 1 200 株进行栽培试验, 为海口林场油橄榄栽培作一些探索。

收稿日期: 2019-06-10; 修回日期: 2019-07-02.

第一作者: 解坤梅 (1973-), 女, 云南昆明人, 工程师. 主要从事森林保护工作. Email: 870926010@qq.com

责任作者: 何银忠 (1971-), 男, 云南昆明人, 高级工程师. 主要从事森林培育工作. Email: 1109905729@qq.com

## 1 试验地概况

试验地位于昆明市海口林场宽地坝林区 1964 年引种种植的油橄榄林地内,该区域年均温 14.6℃,绝对最高温 34.4℃,绝对最低温-7.8℃,年均降水量 909.7 mm,6—9 月份为雨季,占全年降水量的 80%以上,年蒸发量 1 915.8 mm。海拔 1 900~1 950 m,厚层石灰岩黄红壤,为中坡阳坡,沿等高线改为台地,原油橄榄种植株行距为 6 m×8 m,但大部份生长较差,现平均郁闭度为 0.3。

## 2 材料与方

### 2.1 试验材料

本次引种的油橄榄苗木来源于昆明奥力联盟农业开发有限公司,全部为生长健壮,无病虫害的 2 a 生扦插袋苗。

### 2.2 试验设计

实验共设置 3 个重复,每个重复每个品种不少于 30 株,在每个重复每个品种中随机选择 10 株作为观测植株,挂上标牌,注明品种和编号,并在植株根部用油漆画上观测标线。

### 2.3 造林方法与抚育管理

2018 年 3 月,采用机械全园深翻,清除所有杂草,按照每亩 55 株,3 m×4 m 的株行距进行穴状(60 cm×60 cm×60 cm)整地,每穴施 22 kg 复合肥,并与表土拌匀,回入穴内,种植时剥去营养袋,然后回填土壤踏实,插杆定干,浇足水后覆上地膜。

栽植后 1 个月,检查成活率,并对死亡苗木进行补植。分别于 2018 年 8 月、11 月对造林地内的杂草进行清除。

### 2.4 数据调查与分析

自 2018 年 4—12 月,每月 23—25 日观测植株,采用数显卡尺对地径进行测量(单位:mm,保留 2 位小数),用不锈钢直尺对树高进行测量(单位:cm,保留 1 位小数)。12 月对全园进行一次存活率的调查(保留 1 个小数)。采用 Microsoft Excel 2003 软件对数据进行处理,用 SPSS18.0 进行方差和多重比较分析。由于在抚育时皮瓜尔于 6 月份、米佳于 10 月份各损毁 1 株,因此观测至 12 月份的数据为 118 株。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同品种油橄榄生长情况分析

4 个品种油橄榄苗高和地径生长平均值见表 1。

表 1 4 个品种油橄榄存活率

Tab. 1 Survival rate of four *Olea europaea* varieties

品种	调查株数 /株	存活株数 /株	存活率 /%
科基	300	293	97.7
皮瓜尔	300	276	92.0
米佳	300	295	98.3
豆果	300	284	94.7

由表 1 可知,种植 8 个月后,4 个品种的油橄榄苗高增长在 46.1~65.8 cm,最高的为米佳 65.8 cm,最低的为皮瓜尔 46.1 cm,苗高的变异系数为 10%、10%、15%,说明用苗高作为品种间的差异性评价具有代表性;地径增长为 4.62~8.23 mm,其中最高的为科基 8.2 mm,最低的为皮瓜尔 4.62 mm,地径的变异系数为 11%、12%、25%,说明用地径作为品种间的差异性评价也同样具有代表性。

### 3.2 不同品种油橄榄存活率调查

4 个品种油橄榄种植存活率如表 2 所示。

表 2 4 个品种油橄榄生长性状比较

Tab. 2 Comparison of growth characters of four *Olea europaea* varieties

品种	4 月份		12 月份		极差值	
	苗高 /cm	地径 /mm	苗高 /cm	地径 /mm	苗高 /cm	地径 /mm
科基	49.5	4.71	109.7	12.92	60.2	8.23
皮瓜尔	47.4	5.16	93.5	9.78	46.1	4.62
米佳	44.5	4.50	110.2	10.44	65.8	5.93
豆果	38.9	3.89	91.2	11.71	52.3	7.82
CV/%	10	11	10	12	15	25

由表 2 可知,12 月底 4 个品种的油橄榄存活率均在 92%以上,反映出这 4 个品种的油橄榄都能适应当地的自然环境。其中以米佳的存活率最高,为 98.3%;其次是科基,为 97.7%;豆果、皮瓜尔最低,分别为 94.7%、92.0%。

### 3.3 不同品种油橄榄苗高生长情况差异性分析

将 4 个品种油橄榄苗高生长情况进行方差分析(表 3)。结果表明,4 个品种的油橄榄苗高差异显著( $P < 0.05$ )。

为进一步说明 4 个品种苗高增量间的不同差异程度,进行 LSD 多重比较,结果见图 1。

表 3 4 个品种油橄榄苗高方差分析

Tab. 3 Variance analysis of seedlings height of four *Olea europaea* varieties

时间		平方和	df	均方	F	显著性
4 月	组间	1878.628	3	626.209	5.233	0.002
	组内	13641.846	114	119.665		
	总数	15520.475	117			
12 月	组间	9206.162	3	3068.721	5.247	0.002
	组内	66670.957	114	584.833		
	总数	75877.119	117			
12 月与 4 月极差	组间	6585.203	3	2195.068	4.373	0.006
	组内	57224.916	114	501.973		
	总数	63810.119	117			

表 4 4 个品种油橄榄地径方差分析

Tab. 4 Variance analysis of ground diameter of four *Olea europaea* varieties

时间		平方和	df	均方	F	显著性
4 月	组间	24.020	3	8.007	14.951	0.000
	组内	61.050	114	0.536		
	总数	85.070	117			
12 月	组间	172.943	3	57.648	2.099	0.104
	组内	3131.518	114	27.469		
	总数	3304.461	117			
12 月与 4 月极差	组间	250.068	3	83.356	3.031	0.032
	组内	3135.273	114	27.502		
	总数	3385.341	117			

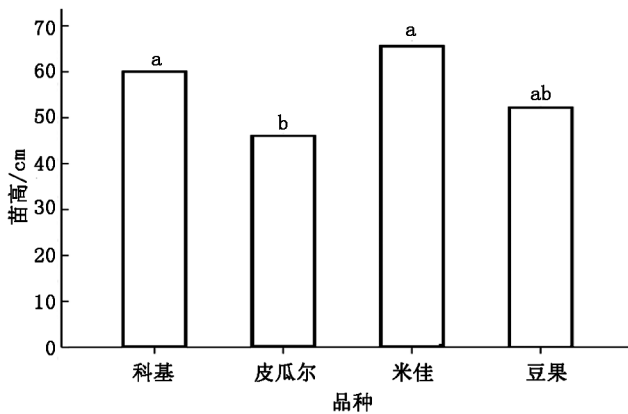


图 1 苗高 8 个月增长量

Fig. 1 Growth of seedling height in 8 months

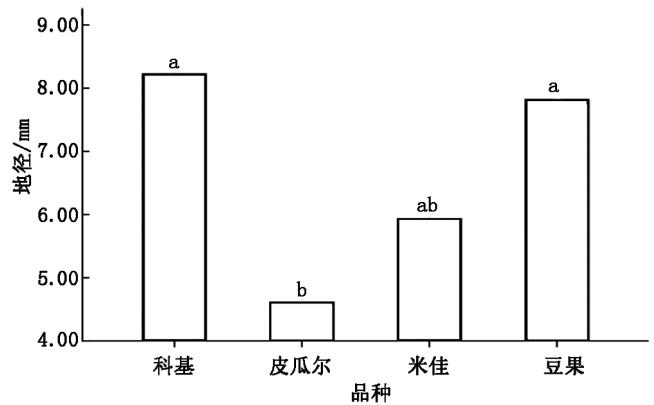


图 2 地径 8 个月增长量

Fig. 2 Growth of ground diameter in 8 months

### 3.4 不同品种油橄榄地径生长情况差异性分析

将 4 个品种油橄榄地径生长情况进行方差分析 (表 4)。结果表明,4 个品种的油橄榄地径在 4 月份时存在显著差异 ( $P < 0.01$ )。但生长到 12 月份时品种间地径生长差异不显著,这是由于原地径小的品种地径生长快,而地径大的品种地径生长慢,导致在 12 月份时不同品种间的地径大小基本一至,差异不显著的原因。但用地径的增长量 (极差值) 分析品种间的地径生长情况,则差异达到显著水平 ( $P < 0.05$ )。为进一步说明 4 个品种间地径增量的不同差异程度,进行 LSD 多重比较,结果见图 2。

## 4 讨论

苗高增量和地径增量是判定苗木适应性的重要指标。研究表明,在苗高生长中,米佳 > 科基 > 豆果 > 皮瓜尔,在地径生长中科基 > 豆果 > 米佳 > 皮

瓜尔。这一结果表明在引种的 4 个油橄榄品种中皮瓜尔不论在高生长和地径生长都小于其他 3 个品种,但这只能说明皮瓜尔品种在幼树期间生长较其他 3 个品种慢。

在本试验中,4 个油橄榄品种在高生长和地径生长上存在差异只能说明在相同的管理措施下,4 个品种的生物学特性在幼苗期适应海口林场气候、土壤等因子上存在差异,这并不能说明这 4 个品种在生物学特性上一定存在上述的排列关系,要全面了解 4 个品种的生物学特性和对当地环境的适应性,还需要长期的引种栽培试验。

### 参考文献:

[1] 罗胜丽. 油橄榄种植管理技术浅探[J]. 中国林业产业, 2016(4):97.  
 [2] 张江涛,陈浩,晏增,等. 不同产地女贞 1 年生苗生长及变异研究[J]. 河南林业科技, 2017(2):11-13.

(下转第 155 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.028

### 3 个松类树种在富源县石漠化地区造林成效探析

王祖芳,叶淑惠,肖华  
(富源县林业局,云南 曲靖 655500)

**摘要:**对富源县三道箐林场石漠化地区栽植的 4~5 年生湿地松、云南松、华山松林分生长状况进行调查,对树高、地径年均生长量进行方差分析及 LSD 检验,以对比 3 个松类树种在石漠化地区造林成效。结果表明,树高年均生长量湿地松最大,华山松最小;地径年均生长量也是湿地松最大,华山松最小。湿地松可作为富源县石漠化地区松类造林树种进行推广。

**关键词:**造林成效;石漠化地区;松类树种;生长量;富源县

中图分类号:S791.24;S728 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0153-03

**引文格式:**王祖芳,叶淑惠,肖华.3 个松类树种在富源县石漠化地区造林成效探析[J].林业调查规划,2020,45(1):153-155.

WANG Zufang, YE Shuhui, XIAO Hua. Afforestation Effect of Three Pinaceae Species in Rocky Desertification Area of Fuyuan County[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1):153-155.

### Afforestation Effect of Three Pinaceae Species in Rocky Desertification Area of Fuyuan County

WANG Zufang, YE Shuhui, XIAO Hua  
(Fuyuan Forestry Bureau, Qujing, Yunnan 655500, China)

**Abstract:** The growth of 4~5-year-old *Pinus elliottii*, *Pinus yunnanensis* and *Pinus armandii* planted in the rocky desertification area of Sandaoqing Forest Farm in Fuyuan County was investigated. The average annual growth of tree height and ground diameter was analyzed by variance analysis and LSD test to compare the afforestation effect of three Pinaceae species in the rocky desertification area. The results showed that the average annual growth of tree height and ground diameter was the largest for *Pinus elliottii* and the smallest for *Pinus armandii*. *Pinus elliottii* could be used as the species for afforestation in rocky desertification area of Fuyuan County.

**Key words:** afforestation effect; rocky desertification area; Pinaceae species; growth; Fuyuan County

石漠化导致我国南方岩溶地区生态恶化、耕地减少、自然灾害频发,一些地方甚至丧失了基本生存条件。遏制石漠化地区生态环境继续恶化,恢复植被,提高森林覆盖率,建立一个良性循环的生态系统是岩溶地区生态建设目标。一些外来植物品种的引

种试验是恢复和优化生态系统,增加生物多样性的一项重要措施。通过引种试验,筛选出速生丰产、适应本地气候、土壤条件的植物进行推广、提高生态系统的生产力。

收稿日期:2019-07-17.

第一作者:王祖芳(1968-),男,云南富源人,高级工程师。主要从事林业生态治理和种苗管理工作。

## 1 试验地概况

富源县国有三道箐林场林地相对集中,均为石灰岩岩溶区,地处东经 104°10'55"~104°13'3",北纬 25°43'16"~25°47'18",海拔 2 040~2 340 m,属南温带山地季风气候,年均温 12.2℃,≥10℃活动积温 3 400℃,无霜期 220 d,年均降雨量 1 050 mm,降雨多集中在 5—10 月,占全年降雨量的 87%以上,年均蒸发量 1 129 mm,年均相对湿度 75%,属半湿润型气候区,干湿季分明,雨热同季。土壤为山原红壤,水土流失较为严重,多石灰岩裸露,造林难度较大,中国南方石漠化区划体系为滇东、滇东南高原岩溶区,是富源县石漠化综合治理和长江防护林工程的重点建设区域。

富源县石漠化在滇东北地区具有一定代表性,建国以来,人工造林树种以两松(云南松、华山松)一杉(杉木)为主,在石漠化严重、土壤瘠薄区域营造云南松、华山松,生长十分缓慢,5 年均未成林,郁闭度未达到 0.2,治理成效不明显。2013 年以来,富源县在三道箐林场率先引种湿地松。为进一步对比 3 个松类树种在石漠化地区造林成效,对 3 个松类树种在富源县三道箐林场的地径和树高生长量指标进行调查分析,为今后富源县石漠化地区造林树种选择提供依据。

## 2 调查对象及方法

### 2.1 调查对象

调查对象为富源县三道箐林场 2013 年 6 月栽植的湿地松(*Pinus elliottii* Engelm),2014 年 6 月栽植的华山松(*Pinus armandi*)和云南松(*Pinus yunnanensis* Franch),株行距均为 2 m×2 m,当年造林成活率均在 90%以上。造林地块立地条件基本一致,未采取过除草、施肥等抚育措施,仅进行封山管护,此间未发生过病虫害。

### 2.2 调查方法

调查采用固定样行的方式,样行长度为 50 m,每个树种调查 3 个样行,逐株调查树高和地径,每个树种调查数量不少于 50 株。树高精度为 0.1 m,地径精度为 0.1 cm。

## 3 调查结果与分析

### 3.1 生长量调查

3 个松类树种的树高、地径年均生长量调查结果见表 1。

表 1 3 个松类树种年均生长量调查结果

Tab. 1 Investigation results of average annual growth of three Pinaceae species

树种	调查株数/株	年均树高值/m	年均地径值/cm
湿地松	64	0.58	1.47
云南松	50	0.23	0.82
华山松	60	0.15	0.46

### 3.2 数据分析

#### 3.2.1 树高年均生长量分析

采用 Sas 统计分析软件对 3 个松类树种树高年均生长量进行方差分析(表 2)。

表 2 3 个松类树种树高年均生长量方差分析

Tab. 2 Variance analysis of average annual height growth of three Pinaceae species

变差来源	自由度	离差平方和	均方差	F 值	显著性
树种间	2	6.4487	3.2244	650.90	**
重复间	2	0.0072	0.0036	0.73	
树种×重复	4	0.0063	0.0016	0.32	
随机误差	165	0.8174	0.0049		

注:“\*\*”为差异极显著,“\*”为差异显著。

方差分析结果表明,3 个松类树种年均树高生长量差异极显著,利用 LSD 法(最小显著差法)进行多重比较(表 3)。

表 3 3 个松类树种树高年均生长量多重比较

Tab. 3 Multiple comparison of average annual height growth of three Pinaceae species

树种名称	年均树高/m	多重比较结果
湿地松	0.58	A
云南松	0.23	B
华山松	0.15	C

多重比较结果显示,湿地松、云南松、华山松 3 个松类树种树高间差异极显著。

#### 3.2.2 地径年均生长量分析

采用 Sas 统计分析软件对 3 个松类树种地径年均生长量进行方差分析(表 4)。

方差分析结果表明,3 个松类树种年均地径生长量差异极显著,利用 LSD 法(最小显著差法)进行多重比较(表 5)。



表 4 3 个松类树种地径年均生长量方差分析

Tab. 4 Variance analysis of average annual ground diameter growth of three Pinaceae species

变差来源	自由度	离差平方和	均方差	F 值	显著性
树种间	2	32.47	16.235	425.90	**
重复间	2	0.25	0.126	3.30	*
树种×重复	4	0.24	0.060	1.59	
随机误差	165	6.29	0.038		

注：“\*\*”为差异极显著，“\*”为差异显著。

表 5 3 个松类树种地径年均生长量多重比较

Tab. 5 Multiple comparison of average annual ground diameter growth of three Pinaceae species

树种名称	年均地径/m	多重比较结果
湿地松	1.47	A
云南松	0.82	B
华山松	0.46	C

多重比较结果显示,湿地松、云南松、华山松 3 个松类树种地径间差异极显著。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

1)通过对湿地松、云南松、华山松的树高和地径生长量指标进行调查分析,树高年均生长量由大到小排序为:湿地松>云南松>华山松,地径年均生长量由大到小排序为:湿地松>云南松>华山松,由此得出,5 年生的湿地松在富源县石漠化地区造林

成效优于其他 2 个松类树种。

2)通过对 3 个松类树种树高和地径生长量指标的分析,湿地松与云南松、华山松有极显著差异,云南松、华山松是富源县石漠化地区造林的主要先锋树种,引进种植湿地松作为富源县石漠化地区造林树种,为富源县石漠化地区造林提供了先导。

### 4.2 建议

1)尊从石漠化治理生态优先原则,为增加石漠化地区生态治理的生物多样性,采用 3 个松类树种与旱冬瓜、川滇桉木等速生阔叶树种进行混交方式造林,是石漠化地区生态治理的研究方向。

2)研究分析结果仅代表 6 年生湿地松在富源县石漠化地区造林成效,考虑湿地松适生范围以及近几年富源地区未出现过极端天气等因素,此后湿地松的生长量指标、耐寒性等因子在石漠化地区造林的表现还需进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 孙艳丽,况明生,张远瞩. 中国南方岩溶地区脆弱的生态环境及石漠化过程[J]. 贵州师范大学学报,2003,21(2):80-83.
- [2] 赖兴会. 云南岩溶地区石漠化生态恢复的思路[J]. 林业调查规划,2005,24(1):12-13.
- [3] 邵崇斌. 概率论与数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,2004.
- [4] 邹彪,张兆国,张德国,等. 几种松树在建水县石漠化地区生长状况研究[J]. 林业调查规划,2008,33(6):55-58.
- [5] 喀斯特石漠化地区植被恢复技术规程:LY/T 1840-2009[S].

(责任编辑 许易琦)

(上接第 152 页)

- [3] 黎颖锋,黎少玮,龚益广,等. 12 个阔叶树种在广东云浮的生长表现[J]. 林业与环境科学,2017(12):65-67.
- [4] 周忠诚,王瑞文,张兴虎,等. 杨树不同品种材积生长规律研究[J]. 中国农学通报,2018,34(33):61-66.
- [5] 田生昌,樊弢,张小波,等. 不同树种在宁夏北部荒漠地带生长适应性分析[J]. 宁夏农林科技,2018,59(2):24-25.

- [6] 赵强宏,邓煜,杨思维,等. 油橄榄引进品种的果实性状及产量的比较试验[J]. 经济林研究,2018,36(3):187-190.
- [7] 周庆宏,严毅,罗建中,等. 5 个桉树品种在昆明地区苗期适应性研究[J]. 林业调查规划,2012(12):119-121.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.029

## 保水剂对千里光种子萌发及幼苗生长的影响研究

蒋汶江<sup>1</sup>, 徐毅刚<sup>1</sup>, 洪瑜婕<sup>1</sup>, 杨文良<sup>2</sup>

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

**摘要:**为探明保水剂对千里光(*Senecio scandens*)种子萌发、幼苗生长的影响以及最佳使用量,采用室内盆栽试验,研究了5个梯度的保水剂浓度[0(CK)、0.10%、0.20%、0.30%、0.40%]对千里光种子萌发及幼苗生长的影响。试验结果表明,添加适宜浓度的保水剂可提高千里光种子发芽率,最佳保水剂浓度为0.30%,较对照提高了7.62%。添加保水剂可以提升千里光幼苗生物量、株高与根系长度,株高随保水剂浓度增加呈先增加后下降趋势,根系长度随保水剂浓度增加而增加,在0.40%浓度处理达到最大值。在采用千里光进行绿化时建议加入浓度为0.30%的保水剂,有利于提高其成活率及绿化效果。

**关键词:**种子萌发;幼苗生长;保水剂;千里光

中图分类号:S722;S723.13 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0156-03

引文格式:蒋汶江,徐毅刚,洪瑜婕,等.保水剂对千里光种子萌发及幼苗生长的影响研究[J].林业调查规划,2020,45(1):156-158.

JIANG Wenjiang, XU Yigang, HONG Yujie, et al. Effect of Super Absorbent Polymer on Seed Germination and Seedling Growth of *Senecio scandens*[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 156-158.

## Effect of Super Absorbent Polymer on Seed Germination and Seedling Growth of *Senecio scandens*

JIANG Wenjiang<sup>1</sup>, XU Yigang<sup>1</sup>, HONG Yujie<sup>1</sup>, YANG Wenliang<sup>2</sup>

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

**Abstract:** The indoor pot experiment with 5 gradients of super absorbent polymer concentration (0, 0.10%, 0.20%, 0.30%, 0.40%) was conducted to determine the effect of super absorbent polymer on seed germination and seedling growth of *Senecio scandens*. The results showed that the suitable concentration of super absorbent polymer could improve the germination rate of *Senecio scandens* seeds, and the optimal super absorbent polymer was 0.30% and the values increased by 7.62% compared with that of the CK. The application of super absorbent polymer improved the biomass, plant height and root length of *Senecio scandens* seedlings. The plant height increased first and then decreased with the increase of super absorbent polymer concentration while the root length increased with the increase of super absorbent polymer concentration and reached the maximum at the concentration of 0.40%. It was suggested to add 0.30% super absorbent polymer when using *Senecio scandens* for greening, which was beneficial to improve

收稿日期:2019-08-08.

第一作者:蒋汶江(1976-),女,云南文山人,高级工程师.主要从事市政园林工程管理.

责任作者:杨文良(1967-),男,副研究员.主要从事果树和园林绿化工作. Email:158066692@qq.com

the survival rate and greening effect.

**Key words:** seed germination; seedling growth; super absorbent polymer; *Senecio scandens*

千里光 (*Senecio scandens* Buch. - Ham. ex D. Don) 是菊科千里光属多年生草本植物<sup>[1]</sup>。主要分布于云南、四川、贵州等地区<sup>[2]</sup>。其花色金黄,花期长,具有较高观赏价值。千里光适应性较强,耐干旱,又耐潮湿,生长迅速,是园林绿化和边坡植被恢复的优良植物<sup>[3]</sup>。千里光还有清热解毒、杀虫、明目等多种功效<sup>[4]</sup>,作为传统药材极具药用价值。

保水剂是一种安全无害的高分子聚合物<sup>[5]</sup>,可在短时间内吸持比自身重量数百倍甚至上千倍去离子水、数十倍含盐水分,在干旱情况下又可将水分缓慢释放供植物利用<sup>[6,7]</sup>。合理使用保水剂可以起到保水、保肥、促进植物根系和地上部生长的多重功效,目前保水剂在农业生产、园林绿化及植被恢复中的应用研究较多<sup>[8-12]</sup>。但对保水剂用量选择是十分重要的技术,用量太少起不到应有的作用;用量太多又会严重影响土壤通透性,造成根系呼吸困难甚至导致根系腐烂<sup>[13]</sup>。目前有关保水剂对千里光种子萌发及幼苗生长影响的研究未见报道。因此,探讨不同剂量聚丙烯酰胺类保水剂对千里光种子萌发及幼苗生理特征的影响,对实施千里光用于植被恢复具有重要意义。本文在限量供水条件下,研究不同保水剂浓度对千里光种子萌发及幼苗形态特征的影响,以探求适宜千里光生长的保水剂用量,为保水剂在千里光边坡绿化中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验用保水剂为北京汉力森新技术有限公司生产的 XM 型颗粒状保水剂,主要成分为丙烯酰胺—丙烯酸钾盐。试验基质为红色沙壤土。供试千里光种子采自昆明。

### 1.2 试验方法

试验于 2019 年 3 月 9 日至 5 月 8 日在云南农业大学园林苗圃进行。保水剂浓度按 0 (CK)、0.10%、0.20%、0.30% 和 0.40% 与栽培基质按质量比混合搅匀,之后放置于 1 加仑的花盆内。每盆播种 30 粒种子,覆土 1 cm,每个处理 3 次重复 (3 盆),随机排列。以不加保水剂处理为对照,对照浇水时保水剂的各个处理也同时浇水。试验持续时间为 60 d。每隔 10 d 浇水 100 mL。

## 1.3 指标测定

### 1.3.1 发芽率测定

种子萌发以播种当天为第 1 天,以后每天统计发芽数,计算最终萌发率,试验持续至各组不再出现新的种子萌发为止。

计算公式为:发芽率 = (发芽种子数/种子总数) × 100%;

### 1.3.2 幼苗形态指标测定

试验结束后,从盆内轻取幼苗,用纯净水将幼苗植株与根部洗净吸干,采用直尺测量幼苗植株高度与根系长度,并将地上、地下部分用剪刀分开,然后置于 105℃ 烘箱内杀青 15 min,再置于 80℃ 干燥箱中恒温烘干至恒重,采用电子分析天平称重,平均值为幼苗生物量,最终计算幼苗总生物量、根冠比及叶片含水量。计算公式为:

总生物量 = 地上干质量 + 地下干质量

根冠比 = 地下干质量 / 地上干质量

叶片含水量 = [(鲜质量 - 干质量) / 鲜质量] × 100%

## 1.4 数据处理

数据分析采用 SPSS 及 Microsoft - Excel 软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 保水剂对千里光种子萌发的影响

试验结果表明,随着保水剂浓度的增加,千里光种子发芽率表现为先增加后下降的趋势,在保水剂浓度为 0.30% 的处理达到最大值,比对照 CK 增加了 7.62% (表 1),但与对照 CK 无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

表 1 不同剂量保水剂对千里光种子萌发的影响  
Tab. 1 Effect of different dosage of super absorbent polymer on germination of *Senecio scandens* seeds

保水剂浓度 / %	发芽率 / %
0 (CK)	47.62
0.10	48.51
0.20	52.02
0.30	55.24
0.40	49.48

## 2.2 保水剂对千里光幼苗生长的影响

### 2.2.1 保水剂对千里光幼苗生物量的影响

试验表明,施加保水剂可提高千里光幼苗生物量。施加不同浓度保水剂处理地上生物量、地下生物量及总生物量均显著高于对照( $P < 0.05$ ),并均在保水剂浓度为 0.40% 的处理组达到最大值,较对照分别增加 92.51%、88.88%、92.33%(表 2)。

### 2.2.2 保水剂对千里光幼苗株高的影响

试验表明,各保水剂浓度处理株高均大于对照( $P < 0.05$ ),依次较对照增加 0.84 cm、1.55 cm、3.24 cm 和 2.72 cm,并在保水剂浓度为 0.30% 的处理达到最大值(表 2)。

### 2.2.3 保水剂对千里光幼苗根系长度的影响

研究表明,4 种保水剂浓度对千里光幼苗根系生长具有显著促进作用( $P < 0.05$ ),且浓度越高,作用越明显。随着保水剂浓度的增加,根长分别较对照增长 0.90 cm、2.01 cm、3.74 cm 和 2.95 cm(表 2)。

表 2 不同剂量保水剂对千里光幼苗形态特征的影响

Tab. 2 Effect of different dosage of super absorbent polymer on morphological characteristics of *Senecio scandens* seedlings

保水剂浓度 / %	地上生物量 / mg	地下生物量 / mg	总生物量 / mg	株高 / cm	根系长度 / cm
0(CK)	7.21	0.09	7.30	3.52	3.02
0.10	12.36	0.11	12.47	4.36	3.92
0.20	11.68	0.16	11.84	5.07	5.03
0.30	12.08	0.14	12.22	6.76	6.76
0.40	13.87	0.17	14.04	6.24	5.97

## 3 讨论

保水剂在绿化植物苗期应用试验已有相关报道,因保水剂类型和基质种类不同,推荐使用的浓度也不同。本试验结果表明,保水剂浓度在一定范围内可以提高千里光种子萌发率,并促进幼苗生长,保水剂最优浓度均为 0.30%,这与狗牙根(*Cynodon dactylon*)<sup>[14]</sup>、高羊茅(*Festuca arundinacea*)<sup>[15]</sup>、柠条(*Caragana microphylla*)<sup>[16]</sup>的研究结果相类似。千里光是可用于边坡植被恢复的优良材料,为了提高其成活率及绿化效果,在播种或终止施工环节可在土壤中添加适量的保水剂,建议添加浓度为 0.30%。

## 参考文献:

- [1] 陈录新,马鸿雁,张勉,等. 千里光化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(22):1600-1602.
- [2] 李松,肖玲. 明目利湿的千里光[J]. 首都食品与医药,2016,23(15):56-56.
- [3] 刘欣,林杏莉,庄雪影. 三种野生菊科植物的耐荫性研究[J]. 广东园林,2016,38(2):30-33.
- [4] 冯群,李晓宇,孙蓉. 千里光药理作用和毒性研究新进展[J]. 中国药物警戒,2014,11(3):151-153.
- [5] WOODHOUSE J,JOHNSON M S. Effect of Superabsorbent Polymers on Survival and Growth of Crop Seeding[J]. Agricultural Water Management,1991,20:63-70.
- [6] 庄文化,冯浩,吴普特. 高分子保水剂农业应用研究进展[J]. 农业工程学报,2007,23(6):265-270.
- [7] ZHUANG W H,FENG H,WU P T. Development of super absorbent polymer and its application in agriculture[J]. Transactions of CSAE. 2007,23(6):265-270.
- [8] GARDNER W R. Representation of soil aggregate-size distribution by a logarithmic-normal distribution[J]. Soil Science Society of America Journal,1956,20(2):151-153.
- [9] BOWMAN D C,EVANS R Y. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium[J]. Hortscience.
- [10] 宋双双,孙保平,张建锋,等. 保水剂与微生物菌剂对土壤水分、养分的影响[J]. 干旱区研究,2018,35(4):761-769.
- [11] YANG L,YANG Y,CHEN Z,et al. Influence of super absorbent polymer on soil water retention, seed germination and plant survivals for rocky slopes eco-engineering[J]. Ecological Engineering,2014,62(1):27-32.
- [12] 杨永辉,武继承,吴普特,等. 保水剂用量对小麦不同生育期根系生理特性的影响[J]. 应用生态学报,2011,22(1):73-78.
- [13] 王春明,孙辉,陈建中,等. 保水剂在干旱河谷造林中的应用研究[J]. 应用与环境生物学报,2001,7(3):197-200.
- [14] 曹响,许令明,王佳艺,等. 保水剂对狗牙根匍匐茎萌发、幼苗形态特征及抗旱性的影响[J]. 草业科学,2019,36(1):142-151.
- [15] 文华,梅晓东,方芳,等. 保水剂对冷地型草坪草种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(15):6968-6969.
- [16] 加国,郎思睿,汪晓峰. 保水剂包衣对柠条种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 干旱区研究,2014,31(2):307-312.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.030

## 广西国有林场存在的问题及高质量发展对策

陈广财<sup>1,2</sup>, 王磊<sup>1</sup>, 丁允辉<sup>3</sup>, 和太平<sup>1</sup>

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530005; 2. 广西国有高峰林场, 广西南宁 530002;  
3. 广西壮族自治区林业局, 广西南宁 530028)

**摘要:** 全面调查与分析国有林场改革后广西国有林场在经营管理机制、产业发展、资金债务、森林资源监管、基础设施建设等方面存在的问题, 提出探索林场经营新机制, 发展特色产业, 完善林场产业体系, 夯实资源基础, 拓宽林场发展资金来源, 加强监管, 确保国有森林资源资产安全以及加强基础设施建设, 夯实国有林场发展能力等国有林场高质量发展对策。

**关键词:** 高质量发展; 经营机制; 产业体系; 森林康养旅游; 林下经济; 林地租赁; 广西国有林场

中图分类号: F307.2; F323.22 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2020)01-0159-05

引文格式: 陈广财, 王磊, 丁允辉, 等. 广西国有林场存在的问题及高质量发展对策[J]. 林业调查规划, 2020, 45(1): 159-163.

CHEN Guangcai, WANG Lei, DING Yunhui, et al. Problems and High Quality Development Countermeasures of State-owned Forest Farms in Guangxi[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 159-163.

## Problems and High Quality Development Countermeasures of State-owned Forest Farms in Guangxi

CHEN Guangcai<sup>1,2</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, DING Yunhui<sup>3</sup>, HE Taiping<sup>1</sup>

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. Gaofeng State-owned Forest Farm of Guangxi, Nanning 530002, China; 3. Guangxi Forestry Bureau, Nanning 530028, China)

**Abstract:** The main problems of state-owned forest farms in Guangxi were investigated and analyzed comprehensively in terms of management mechanism, industrial development, capital and debt, forest resources supervision and infrastructure construction after the reform of state-owned forest farms. This paper proposed to explore new management mechanism, develop characteristic industries, improve industrial system, consolidate resource base, broaden the source of funds, intensify supervision, ensure the safety of forest resources assets, strengthen infrastructure construction and development capacity to promote the high-quality development of state-owned forest farms.

**Key words:** high quality development; management mechanism; industrial system; forest health tourism; under-forest economy; forest land leasing; state-owned forest farms in Guangxi

收稿日期: 2019-08-05.

基金项目: 广西壮族自治区林业局国有林场高质量发展调查研究课题.

第一作者: 陈广财(1984-), 男, 黑龙江宁安人, 工程师. 主要从事森林经营技术和国有林场基层管理工作.

责任作者: 和太平(1963-), 男, 广西宾阳人, 教授. 主要从事园林植物教学与研究工作.

## 1 概况

广西地处热带和亚热带,热量充沛,雨量充足,水热同季,地形地貌复杂,土壤类型多样,生物多样性丰富,林业发展条件十分优越<sup>[1]</sup>。2018年国有林场改革后,广西国有林场有145家,占全国国有林场的3.5%,其中公益性质林场136家,企业性质林场9家,分别占广西国有林场的93.8%和6.2%;经营总面积1465.33万hm<sup>2</sup>,分别占全国国有林场的2.5%及全区林地的8.9%;林场场内经营面积1192.00万hm<sup>2</sup>,场外租地造林27.33万hm<sup>2</sup>,租地造林规模全国第一<sup>[2]</sup>。国有林场总资产389.8亿元,实现总产值289.6亿元,经营收入56亿元,经营利润1.8亿元;生产商品木材488万m<sup>3</sup>,人造板177万m<sup>3</sup><sup>[3]</sup>。

目前国有林场已发展成为广西林业建设的生力军、造林绿化的中坚力量、森林培育的稳固阵地、生态屏障的核心主体、生物多样性的重要区域、秀美山川的展示窗口和科技兴林的示范样板,在维护国土生态安全、保护生物多样性、改善生态环境、促进经济社会可持续发展中发挥不可替代的作用<sup>[4]</sup>。

## 2 改革后存在的主要问题

### 2.1 林场经营机制不活,职工干事创业积极性不高

国有林场改革后,广西多数国有林场明确定位为公益性事业单位,为林场的可持续发展奠定了基础。但按事业单位管理规定,林场财务管理参照政府会计制度,经费实行收支两条线,职工工资按事业单位薪酬制度,这对兼备营造林、木材生产、林产品加工、森林旅游、林地开发等多种生产经营特征的国有林场显然不合适,不符合林场生产经营规律。另外,在具有生产经营性质的国有林场实行事业单位薪酬制度,容易引发论资排辈,不利于激发广大干部职工干事创业的积极性。笔者通过网络问卷调查(全区有各级各类国有林场3917名职工提交了有效问卷,以下简称问卷调查)结果表明,有1957人(占49.96%)认为自己所在林场管理机制不合理,有1761人(占44.96%)认为运行机制不合理。

### 2.2 林场产业体系不健全,发展质量亟待提高

目前,广西国有林场一产存在造林树种单一且林相单调、短轮伐期速丰林多而乡土珍贵树种少、小径材多而大径材少、速生桉纯林多而混交用材林和特色经济林少等结构性问题;森林培育投入标准低、经营管理欠精准、先进技术推广应用面窄等问题尚

未得到根本改变,森林经营质量与效益总体偏低。根据全区区直林场2015—2018年的统计,6年生桉树平均出材量为100.5m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,扣除营林成本前的收益仅41475元/hm<sup>2</sup>;问卷调查中有2607人(占66.56%)认为自己所在林场树种结构单一,2054人(占52.44%)认为营林科技含量低,1613人(占41.18%)认为管理粗放且欠精准。二产的木材加工产品单一,多为人造板初级产品,除少数刨花板、胶合板企业略有盈利外,多数企业长期亏损。三产森林旅游业未见起色,如多数林场未建森林公园,建园率仅22%,且一些林场的森林公园只规不建,有些则建而不营,徒有其名,全区效益好的森林公园寥寥无几。这与国有林场丰富的森林风景资源禀赋极不相称,也远未能满足广大人民群众对良好生态产品的迫切需求。

### 2.3 林场历史债务重,发展资金缺乏

长期以来,由于各地财政困难和自有资金贫乏,广西国有林场的营造林、木材加工、森林旅游、林下经济等产业发展主要依靠贷款,加之历史上决策失误和经营不善,使得部分林场债务累积日趋加重,根据相关统计资料,目前全区国有林场负债总额达168.8亿元,占全国国有林场债务的24.7%,其中金融债务超过75%,还有社保欠费6.7亿元。特别是区直林场贷款几十亿元盲目上工业项目,经营不善,连年亏损,还贷压力大,未来持续经营面临的风险日显。问卷调查中有2570人(占65.61%)认为自己所在林场缺乏发展资金。另外,改革后国有林场纳入财政保障,虽然基本解决了职工的吃饭问题,但林场高质量的生态建设和产业发展资金仍十分缺乏,长此以往将极大地影响国有林场的可持续发展。

### 2.4 林场资源监管压力大,林地保护形势严峻

由于历史上种种原因,广西国有林场林地被非法侵占问题十分严重,全区被非法侵占林地达13.99万hm<sup>2</sup>,占场内经营面积的11.7%,严重影响国有林场的持续发展,甚至影响个别林场的生存;问卷调查中有2261人(占57.72%)认为自己所在林场林地被侵占问题严重。其次,部分国有林场在困难时期把林地租赁给民营企业或个体户,普遍存在“面积大、租金低、租期长”等问题,造成国有资产流失,甚至导致个别林场沦为“空壳林场”。初步统计,全区国有林场租赁出去的林地累计达16.00万hm<sup>2</sup>,占全区国有林场场内经营面积的13.4%。再次,部分林场存在职工自营地如何处置的问题,特别是国有林场改革后财政全额保障和虽属差额保障林

场但发放全额工资的职工,其自营地回收问题较棘手,职工已丧失自营林地的基础,应依法依规将自营地收归林场,但自营地林种、树种、林龄各异,以何方式及何补偿标准收归林场,处置方式不能一刀切。另外,广西国有林场多镶嵌于集体林地内,部分林地相对分散,监管难度大,盗伐林木、林地纠纷、阻挠生产等事件时有发生,加大了林地保护管理的压力。

### 2.5 林场基础设施条件不完善,发展能力亟待增强

由于历史原因,广西国有林场交通、水电、站房、网络等基础设施仍然十分落后,问卷调查中有 3 195 人(占 81.57%)认为自己所在林场基础设施不及周边乡村,且至今未见纳入地方规划。如国有林区道路密度小,少数林场进总场场部道路尚未硬化,全区国有林区有 2 万多 km 等外公路,其硬化率不及 5%;国有林场有 40% 的居民饮用水未经安全处理;有 10% 居民缺电和 14% 居民未通广播电视及电信网络;林场公共和生产用房中危房面积各占 41% 和 45%。另外,国有林场多处于偏远山区,加之职工待遇低,生产生活条件差,人才难招也难留,问卷调查中有 3 024 人(占 77.20%)认为自己所在林场因“薪酬待遇低”而导致优秀人才流失。上述原因导致全区国有林场普遍存在职工队伍年龄和知识老化、技术人员比例低、专业结构不合理、思想观念落后、干事创业创新意识欠缺等问题。

## 3 新时代国有林场高质量发展对策

### 3.1 积极探索林场经营新机制,激发职工干事创业积极性

广西国有林场不能自满于已取得的成就,而应看到自身发展水平与全国先进林场还有较大差距,与自身优越的自然资源禀赋及广西经济社会高质量发展对林场的要求也不相适应。

林场行政主管部门要深化“放管服”改革,转变职能,简政放权,宏观监管好林场资产资源,不要干涉林场的内部管理,切实落实林场法人自主权;要积极探索公益事业性质而又兼备生产经营任务的国有林场经营机制,既不能完全按照公益类事业单位也不能简单照搬国有企业的资产资金管理制度,应根据森林资源资产培育保护利用特点,探索盘活森林资源资产、权责利相统一的经营机制;应重点监督国有林场资源资产增值,探索林场内部“一场两制”,即对公益林等生态资源管护实行严格的事业管理,而对经营性资源资产则通过组建公司实行市场化经营,经费实行预算管理,财务执行企业会计制度,薪

酬参照企业年薪制。国有林场要制定适应林场特点的绩效考评办法,以经营业绩体现薪酬享受,激励职工敢于担当、善作善成;落实容错纠错机制,让敢于负责、勇于担当、善于作为、成绩突出的干部有干事的机会,有发挥才干的舞台,有进步空间和上升渠道。建议自治区直属林场按人造板、商品林、种苗花卉、肥料等业务板块优化重组,成立专业企业,实现事企分开,林场履行出资人职责,享有所有者权益,把企业做大做强做优,支持有条件的企业上市。总之,只要有利于森林资源资产增长、经营效益提高和民生改善,林场就应解放思想、放开手脚大胆改革。

### 3.2 因地制宜发展特色产业,努力提升国有林场发展质量

#### 3.2.1 发展特色产业,完善林场产业体系

##### 1) 大力发展森林康养旅游产业

广西国有林场森林规模大、生物多样性丰富、森林风景资源多样,生态环境宜人,适合发展森林康养旅游产业。要充分利用资源优势,大力发展森林康养旅游业,以满足人民群众对优质生态产品的需要。各国有林场要因地制宜规划建设森林公园、森林人家、森林康养基地、森林体验基地、花卉观光基地或林业产业示范园,打造以森林观光、森林康养、动植物观赏、森林科普为特色的生态旅游、康养及健身产品。近期重点推进以高峰林场、七坡林场、南宁树木园为主要节点的“环绿城南宁森林旅游圈”建设,加快高峰森林公园、良凤江国家植物园、七彩森林小镇建设;推进六万林场、金田林场国家森林特色小镇试点和雅长林场兰花小镇、大桂山森林小镇建设,其他林场森林康养旅游项目也要加快建设步伐。

##### 2) 努力做大做强做优第二产业

基于丰富的森林资源的“造纸与木材加工”产业是广西优先重点发展的 14 个千亿元产业之一,要按照自治区“强龙头、补链条、聚集群”林产加工产业发展的要求,近期重点推动由区直林场联合组建广西森工集团,努力做强做大广西国旭林业有限责任公司和广西国控林业有限责任公司,支持国控公司与国有林场在国储林、速丰林、油茶、林下经济等的合作,支持国旭公司利用先进技术和设备,推动人造板产业向精细化和生态化发展,同时加强企业管理,提升经济效益;支持广西祥盛木业有限责任公司股改上市。

##### 3) 因地制宜发展林下经济产业

国有林场发展林下经济要体现特色并突出效益,宜种则种,宜养则养,不贪大求全,更不能搞花架

子;要体现高起点、高品质和高价值,拒绝低端化模式;发展林下经济应以职工为主,充分发挥其主观能动性,林场则要关注种苗保障、技术指导、品牌打造和市场开发,场群合作共同推动林下经济良性发展;要充分发挥林下经济绿色产业联盟作用,整合优化资源,建设一批林药、林菌、林菜、林花、林养等高标准示范基地,促进全区林下经济向规模化、集约化和产业化发展,打造一批竞争力强的林下经济品牌。

#### 4) 努力盘活国有林场土地资源资产

我国城镇化的快速进程和国家政策对于位于城郊的国有林场是千载难逢的发展机遇,林场应依法依规充分利用城镇周边的土地,主动融入地方经济社会发展布局,在地方征用林场土地时要努力争取留出一定比例的土地用于房地产、仓储物流、木材加工园区等项目开发建设,在支持区域城镇化建设的同时努力壮大林场综合实力。

### 3.2.2 夯实资源基础,全面提升林场发展质量

#### 1) 切实加强生态公益林的保护与管理

国有林场是生态建设的重要组成部分,承担培育保护森林资源、促进经济发展等多重使命<sup>[5]</sup>。按照国有林场改革要求,全区国有林场生态公益林面积比例要从改革前的 33% 提高到 2020 年的 45% 以上,但具体比例应因林场而已。要确保禁止生态公益林的商业性采伐和滥伐盗伐,条件允许的应对公益林进行卫生伐和林分改造。如公益林原是单一树种人工用材林的,要科学合理间种其他树种,以营建树种丰富的混交林。通过保护和改造,促进林场公益林的生物群落趋于合理稳定,森林景观日趋丰富多彩,森林生态系统服务功能价值日益提升增强。

#### 2) 积极探索并推广近自然森林经营技术

在生态文明地位空前提高的新时代,国有林场的森林经营目标应多样化,应考虑森林的综合功能,纯林、短轮伐期等人工林传统经营模式急需改善。要营造混交林,努力探索近自然森林培育技术,防治有害生物危害,减轻营林措施对森林生态可能的负面影响。要以国储林建设为契机,加大树种调整力度,优化树种结构,改变“一桉独大”局面,大力发展松树、杉木和澳洲大花梨、红椎、黄檀、火力楠、闽楠、香樟、米老排、格木、黑木相思等优良珍贵树种,以及油茶、澳洲坚果、核桃等特色经济树种。要通过开展抚育间伐、延长轮伐期等措施,培育大径材,提高林分质量、林木价值、景观效果和生态效益。

#### 3) 着力提高森林经营水平

有条件的国有林场要建设林木良种基地和高标

准良种壮苗示范性苗圃,发展优质苗木业,如大力培育轻基质的 2—3 年油茶营养杯超级苗,为全区实现油茶“双千计划”工程提供种苗保障。国有林场营林工程要全部采用良种壮苗,推广先进的测土配方施肥技术,使用缓释肥和专用肥,研发适用于广西山丘地貌特点的整地挖穴、抚育施肥、林木采伐等机械设备和作业技术,试验推广“免炼山模式”整地技术,以减少营造林对植被和表土层的破坏,提高森林经营的生态化、精准化和机械化水平。

### 3.3 用足用好国家政策,努力拓宽林场发展资金来源

积极争取中央和自治区对林木良种、生态修复、造林补贴、储备林、森林抚育、资源保护、公益林管理、林业有害生物防治等的财政专项资金支持;推动国有林场水、电、路、管、网、管护站房等纳入地方基础设施建设计划,努力实现林场生态建设的公共财政资金稳步增长。积极争取支农惠农和林场基本公共服务政策,促进林场与周边社区基本公共服务一体化和均等化。拓宽国有林场投融资渠道,开发适用的信贷产品,充分利用政策性贷款及中央财政贴息政策大力发展储备林、速丰林、森林康养旅游、林下经济、生态公益林等。鼓励有实力的林场企业在创业板、新三板、新四板上市融资。依托国有林地资源加强与知名企业合作,充分利用社会资金,共同推动林场绿色产业发展。

### 3.4 加强监管,确保国有森林资源资产安全

#### 3.4.1 建立健全国有森林资源保护管理责任制

国有林场既代表政府管理森林资源,又担负森林资源培育和保护的职能<sup>[6]</sup>。要结合广西国有林场改革发展实际和新时代国有森林资源保护与管理的要求,努力探索并建立健全国家所有、自治区监督、市县管理、林场保护经营的国有森林资源保护管理体制,将国有林场森林资源保护管理目标纳入地方行政首长绩效考核指标体系,强化地方政府国有森林资源保护管理的主体责任和林场国有森林资源保护管理的守土责任。

#### 3.4.2 强化被侵占国有林地综合整治工作

广西国有林场被侵占林地问题十分严重,尽管近年来已开展回收林地综合整治专项行动,也取得了阶段性成果,但仍然任重道远!为此,要进一步明确地方政府国有森林资源保护管理的主体责任和林场国有森林资源保护管理的守土责任,把综合整治专项活动作为工作重点,把林地回收工作列入设区市绩效考评范畴。要结合实际,针对不同情况灵活运用“清理回收、林地租赁、以砍促收、合作经营、收



购林木、依法回收”等方式回收林地,确保 2020 年底全区国有林场被侵占林地回收率达 65% 以上。

### 3.4.3 规范国有林地租赁工作

要在全面调查了解全区国有林场对外租赁林地情况的基础上,对照有关法律法规规范国有林场林地租赁行为,特别是对“面积大、租期长、租金低”的林地租赁行为要尽快纠正,防止国有资产资源的流失。对能通过协商变更租赁合同的,要及时跟进变更合同,特别要求国有林地对外租赁期不能超过 20 年;要根据市场规律适当调高租金,并实行合理的租金动态调整机制,对确有生态建设需要且政府财力允许的,可通过回购方式,收回林地经营权和林木所有权,为生态文明建设提供土地保证。

### 3.4.4 科学编制并严格实施森林经营方案和“林地一张图”

森林经营方案是国有林场实施森林经营管理的规范性文件和重要依据,各国有林场要在完成森林资源调查、摸清森林资源家底基础上,科学编制并严格实施森林经营方案和“十四五”森林采伐限额,发挥其在国有林场经营管理中的作用。国有林场要重视“林地一张图”编制工作,近期工作重点是要落实人员和经费,配合编制单位把林地界线落到“林地一张图”,为森林资源精准化保护管理和智慧林场建设奠定基础。

## 3.5 加强基础设施建设,夯实国有林场发展能力

### 3.5.1 加快国有林场基础设施体系建设

加快国有林场水、电、路、网络、管护站房等基础设施建设,将之纳入地方政府的建设计划,完善林场基础设施体系。尤其要加快国有林场危旧房改造工程建设进程,尚未开工的要努力创造条件争取尽早开工;正在施工建设中的要加快进度,在确保质量的前提下争取早日建成;已建成的要尽快分配入住,让职工尽早享受项目成果。

### 3.5.2 坚持科教兴林和人才强场,增强国有林场发展能力

#### 1) 实施“科教兴林和人才强场”战略

科技是第一生产力,人才是林场改革发展的基础,国有林场应充分发挥林业科学研究和先进技术推广示范引领作用。要加强与高等院校、科研院所合作,创新产学研合作机制,开展林木新品种选育、高质高效森林培育、森林资源高效利用等关键技术研发,培育一批自主创新产品和优势品牌,为现代高效林业发展储备科技成果。要建立健全林业研发推

广体系,推动新品种、新技术及新模式的示范和推广工作,促进科技成果转化,提高林业发展的科技含量;要努力增强国有林场自主创新能力和核心竞争力,推动林场由依靠传统经营模式发展向依靠科技进步模式发展转变。探索人才培养机制,加大人才引进培力度,近期重点解决急需人才引进培问题,建设布局合理、结构优化、数量充足的国有林场人才队伍。

#### 2) 规划建设智慧林场

要以“互联网+”和大数据技术为依托,开发能够满足国有林场现代经营管理需求的信息化应用系统、数据库、基础设施体系、标准化体系、安全与综合管理体系等,建立并完善林业灾害监控与应急系统、森林经营管理系统、林业资源监管系统以及基础数据资源与服务系统,努力打造智慧林场。

#### 3) 加强国有林场特色文化建设

要加快国有林场和谐文化、森林文化和生态文化建设,积极宣传先进人物和先进事迹,大力弘扬“塞罕坝”精神,激发职工敢于担当和干事创业的热情;要加强职工文体、娱乐和休闲设施建设,营造林场生活区融洽的环境氛围;要充分挖掘林场文化资源,展示林家魅力,努力凸显“场部有特色、林中有景观、庭院有文化”的国有林场品味,打造林场生态文化园;要加大林副产品研发力度,丰富森林康养旅游文化内涵,倡导生态的价值观、伦理观和消费观,打造林场文化品牌,提高森林文化产品竞争力。

致谢:衷心感谢广西壮族自治区林业局国有林场高质量发展调研组其他成员!

## 参考文献:

- [1] 温远光,李治基,李信贤,等. 广西植被类型及其分类系统[J]. 广西科学,2014,21(5):484-513.
- [2] 刘军,刘勇. 发展对外租地造林壮大广西国有林场实力[J]. 林业科技通讯,2016(1):74-76.
- [3] 高超. 广西国有林场产业融合发展对策浅析[J]. 中国经贸导刊,2019(5):77-78.
- [4] 张雷,陈广财,袁琳. 传统“林主”变现代“业主”——广西国有林场生态建设与产业发展比翼双飞[J]. 广西林业,2018(9):16-18.
- [5] 乔玥,陈文汇,曾巧. 国有林场改革成效评价——职工获得感的统计分析[J]. 林业经济问题,2019,39(1):62-70.
- [6] 杨秋益,许彦红. 森林认证在云南国有林场的发展因素分析[J]. 林业调查规划,2018,43(3):163-167.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.031

## 对云南省生态保护红线评估工作的思考

周永兴

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

**摘要:**生态保护红线划定是党中央治国理政坚强意志和决心战略,是国土空间规划编制的 3 条控制线之一,科学评估生态保护红线是落实中央战略意志,实施国土空间管控,促进地方管理事务协调发展的重要举措。文中阐述云南省现有生态保护红线划定情况,分析尚存在着的生态保护红线与现状地类、规划、各类矿业权的交叉冲突以及与自然保护地矛盾冲突等问题,挖掘存在问题的原因,从评估目标、技术准备、评估工作的组织实施以及自然保护地调整、生态保护红线调整、3 条控制线重叠的协调等方面对生态保护红线评估工作进行研讨。

**关键词:**生态保护红线;评估工作;技术准备;自然保护地;3 条控制线;云南省

中图分类号:S718.557 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2020)01-0164-04

引文格式:周永兴.对云南省生态保护红线评估工作的思考[J].林业调查规划,2020,45(1):164-167,172.

ZHOU Yongxing. Thoughts on Assessment of Ecological Red Line in Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1):164-167,172.

## Thoughts on Assessment of Ecological Red Line in Yunnan

ZHOU Yongxing

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

**Abstract:** As one of the three control lines in the compilation of territorial space planning, the delimitation of ecological red line is the strong will and determined strategy of the Central Committee of the Communist Party of China in the administration of state affairs. The scientific evaluation of ecological red line is an important measure to implement the strategic will and territorial space management and control, and promote the coordinated development of local management affairs. This paper expounded the status of the ecological red line in Yunnan Province, analyzed the existing problems such as the conflict between the ecological red line and the current land type, planning, mining rights and natural reserves, evaluated the ecological red line from the aspects of assessment objectives, technical preparation, organization and implementation of assessment work, adjustment of natural reserves, adjustment of ecological red line, and coordination of three control lines.

**Key words:** ecological red line; assessment work; technical preparation; nature reserve; three control lines; Yunnan Province

云南省正在组织开展的国土空间规划是具有统领作用的基础性规划,生态保护红线作为规划编制

的 3 条控制线之一,对现有生态保护红线进行科学评估,是编制各级国土空间规划格局的关键,将直接

收稿日期:2019-08-23;修回日期:2019-08-30.

第一作者:周永兴(1978-),男,云南腾冲人,高级工程师.从事林业调查规划工作.

影响全省经济社会发展大局。

## 1 生态保护红线划定的主要背景

### 1.1 基本概念

生态空间是指具有自然属性、以提供生态服务或生态产品为主体功能的国土空间,包括森林、草原、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地、荒漠、戈壁、冰川、高山冻原、无居民海岛等。生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能,必须强制性严格保护的区域。

### 1.2 生态保护红线划定是党中央治国理政坚强意志和决心战略

要健全自然资源资产产权制度和用途管制制度,实行资源有偿使用制度和生态补偿制度;健全国土空间用途管制制度,将用途管制扩大到所有自然生态空间,纳入国土空间规划并监督实施,严禁任意改变用途,防止不合理开发建设活动对生态红线的破坏,在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态红线,并严守生态保护红线。

### 1.3 现有生态保护红线的划定情况

2017 年底,在云南省委、省政府的统一部署下,由云南省生态环境厅、省发展改革委、省林草局牵头,有关部门配合完成了云南省生态保护红线的划定工作,2018 年 6 月经国务院批准,云南省人民政府发布了《云南省生态保护红线》,明确云南省生态保护红线面积为 11.84 万  $\text{km}^2$ ,占国土面积的 30.90%,要求各州(市)认真贯彻执行。为构建国土生态安全格局,维护云南省生态安全起到了重要作用,为建立国土空间开发保护制度奠定了重要基础。

全省生态保护红线具体由各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地、国家公园、世界自然遗产地、水产种质资源保护区、生态公益林、全省 43 个重点城市主要集中式饮用水水源地保护区、牛栏江流域水源保护区、九大高原湖泊等区域,以及各地各部门认为需要划为生态保护红线的其他区域,如:除上述 43 个重点城市主要集中式饮用水水源地保护区以外的其他城市或农村集中式饮用水水源地、珍稀濒危、特有和极小种群等物种分布地、栖息地、原始天然林等。

根据原有各类保护地或区域的分级、分类和生态服务功能情况,云南省生态保护红线类型划分为重点生态功能区红线,包括生物多样性保护类红线、水源涵养生态保护类红线、水土保持生态保护红线;

生态敏感区和脆弱区红线,包括水土流失敏感区生态保护红线、石漠化敏感区生态保护红线;禁止开发区红线,包括风景名胜区、森林公园、地质公园和其他等 4 个类型。

## 2 科学评估现有生态保护红线的现实意义

### 2.1 落实中央战略意志

为深入贯彻落实《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》,云南省正在组织开展国土空间规划编制审批和实施管理工作。生态保护红线是国土空间规划的约束性指标之一,与永久基本农田、城镇开发边界共同构成国土空间规划的 3 条控制线,为使生态保护红线既能很好地满足全省经济社会发展,又符合国土空间规划编制要求,需对现有生态保护红线进行科学评估,纳入国土空间规划,实施国土空间管控。

### 2.2 促进地方管理事务协调发展

生态保护红线的实质是生态环境安全的底线,对既有的生态保护红线进一步进行科学评估,把生态文明建设和环境保护放在全省经济社会发展大局中统筹考虑,既要注重当前,更要注重长远;既要考虑现实诉求,更要考虑子孙需要。

## 3 现有生态保护红线存在的问题

一年来,通过对全省市(县)生态保护红线的执行情况进行调研,梳理出生态保护红线与地方社会经济发展不相适应的交叉冲突矛盾,实施执行困难的问题。

### 3.1 生态保护红线与现状地类存在交叉冲突

据初步统计,目前云南省生态保护红线范围内有耕地面积 52 万  $\text{hm}^2$ ,有建设用地 10 万  $\text{hm}^2$ 。

### 3.2 生态保护红线与规划存在交叉冲突

云南省生态保护红线范围内有基本农田面积 34 万  $\text{hm}^2$ ,一般耕地面积 23 万  $\text{hm}^2$ ,规划建设用地 7 万  $\text{hm}^2$ 。

### 3.3 生态保护红线与各类矿业权存在交叉冲突

云南省生态保护红线范围内有采矿权 2 万  $\text{hm}^2$ ,探矿权 51 万  $\text{hm}^2$ ,重要规划矿区 65 万  $\text{hm}^2$ 。

### 3.4 生态保护红线内自然保护地矛盾冲突

截至 2018 年底,云南省仅人口超过万人的自然保护区就有会泽黑颈鹤、大山包黑颈鹤、珠江源、丽江拉市海高原湿地等 13 个,保护区内人类活动十分频繁,保护与发展的矛盾非常突出;全省还有 34 个

州(市)级、20 个县(市、区)级保护区未编制总体规划;3 个国家级、24 个省级、43 个州(市)级、32 个县(市、区)级保护区未完成勘界立标工作,约占全省各类自然保护地总数的 2/3;全省不少保护地存在资源所有权、经营权和管理权界定不清的情况,功能区划分不确定,保护目标不明确,缺乏依法依规管控依据。

#### 4 现有生态保护红线存在问题的原因分析

运用最新土地利用现状、遥感影像、行政界线、基本农田、矿产资源、建设用地、已经批准的项目用地和重大建设项目等数据,与现有生态保护红线进行逐图斑内业比对,分析交叉矛盾冲突问题,找出产生的主要原因。

##### 4.1 规则不明导致划定偏差

生态保护红线虽已划定,但国家层面至今未出台生态保护红线管控要求,一线管到底,缺乏分区管控措施,导致矛盾冲突凸显。

##### 4.2 延续自然保护地划定

各类自然保护地整体纳入生态保护红线,延续了原自然保护地存在的范围不准、边界不清、责权不明等问题。

##### 4.3 划定时采用的底数底图不一致

由于划定时采用规划的不同底数底图比例尺、坐标系、地类等不一致,衔接结果影响了生态保护红线划定的科学性和合理性,出现了生态保护红线与永久基本农田、城镇开发边界间的冲突,导致勘界定标工作难以落地,对当地群众生产生活影响较大。

#### 5 科学评估生态保护红线建议

##### 5.1 明确评估目标

深入贯彻习近平生态文明思想,按照“多规合一”、“划管结合”的总体思路,依据统筹划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界 3 条控制线的有关要求,对各县生态保护红线划定情况进行评估,以现有成果为基础,重点识别存在的矛盾冲突,按照调整规则,有针对性地提出调整方案和勘界定标工作方案,以利于国土空间规划的编制和勘界定标工作落地。

##### 5.2 技术准备

首先进行工作方案的编制,内容包括成立省级评估工作领导小组,制定评估遵循原则、评估内容、评估方法、评估工作要求、评估时间安排等。

在编制好工作方案的基础上,制定评估技术方案,内容包括评估工作指导思想与遵循原则、评估依据、评估范围、评估内容、评估工作主要技术路线,评估成果质量保证措施,评估成果要求等。

##### 5.2.1 评估内容

###### 1) 基础数据真实准确

梳理生态保护红线划定时采用的国土调查、地理国情普查、遥感影像、物种调查等基础数据情况,确保采用的数据图件成果真实可靠。

###### 2) 划定界限的合理性

分析生态保护红线划定结果与山脉、河流等自然地貌单元边界的一致性,做到图、数、实地相一致。

###### 3) 应划尽划情况

梳理生态功能极重要、生态环境极敏感脆弱区域,以及其他具有重要生态功能、潜在重要生态价值、有必要实施严格保护的区域划入生态保护红线的情况,保证生态系统完整性和生态廊道连通性,未划入的说明原因。

###### 4) 矛盾冲突

核实生态保护红线区域内永久基本农田、耕地、人工商品林、林粮间作、基本草原、承包草原、镇村、重大基础设施工程、合法矿业权、战略性矿产资源区域、国家规划矿区等情况,分析生态保护红线与其他重要控制线交叉冲突情况,提出解决矛盾冲突的规则和办法。

###### 5) 举证补划

各县要划出图斑向省级技术支撑单位进行举证,提供项目批准文件、矢量数据、列入计划等佐证材料。补划图斑要相对集中、呈规模,保证生态保护红线生态功能的系统性和完整性。

##### 5.2.2 技术路线

###### 1) 梳理问题

①基础数据资料分析。对生态保护红线划定成果、双评价成果、自然资源调查、生态环境数据、高分遥感影像、相关规划、自然资源产权等数据的来源、年份、时相、比例尺或分辨率、坐标系、处理过程进行分析。

②矢量数据分析。分析生态保护红线边界划定合理性、应划尽划情况和矛盾冲突情况。同时考虑完整性和连通性程度。

③遥感影像核实。借助高分遥感影像,逐图斑对比矢量数据,分析识别生态保护红线内的冲突图斑。

④实地踏勘。现场观看矛盾冲突图斑及问题区

域,重点踏勘冲突规模较大、空间分布较为集中的区域。

⑤座谈交流。组织相关部门、技术人员召开座谈会,了解生态保护红线存在的问题,听取完善生态保护红线评估的意见建议。

#### 2) 划管结合

对原住民、战略能源、监测设施、科学研究、考古调查、参观旅游、基础设施、生态修复等提出不同管控措施,实现对生态保护红线区域的有效管控。

#### 3) 优化调整

对既有的生态保护红线数据、边界、一致性、应划尽划、完整、连通性、极重要性、敏感性、资源利用、三线重叠、矛盾冲突等进行优化调整。形成省级生态红线调整成果,划定成果要权威、科学、法定、可执行。

### 5.2.3 评估工作的组织实施

生态保护红线评估工作由自然资源厅、生态环境厅负责总体部署,林草局负责自然保护地评估调整工作。各市人民政府统一组织协调有关部门及技术支撑单位,对辖区内生态保护红线进行科学评估,以现有生态保护红线成果为基础,重点核实生态保护红线内合法矿业权、重大基础设施工程、永久基本农田、耕地、人工商品林、林粮间作、基本草原、乡(镇)村、战略性矿产资源区域、国家规划矿区等情况,分析梳理交叉冲突矛盾情况。

#### 1) 市(县)级自查

①运用辖区最新土地利用现状、遥感影像、行政界线、基本农田、矿产资源、建设用地、已经批准的项目用地和重大建设项目等数据,与现有生态保护红线进行逐图斑内业比对,找出交叉矛盾冲突。

②采取实地踏勘等方式,对矛盾冲突图斑进行重点评估,分析原因。

③结合资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价成果,按照生态保护红线管控要求提出建议。

④形成自查报告,包括问题梳理、处理意见及调整方案。

⑤对冲突图斑向省级技术支撑单位进行举证、补划。

#### 2) 省级认定

①开展内业比对,对市(县)级生态保护红线评估成果进行分析,确定主要矛盾冲突。

②利用最新数据和评价成果对市(县)举证冲突图斑进行逐一认定,并确认调整方案是否符合全

省生态安全格局和生态保护红线管控要求,做到应划尽划、科学合理。

③形成省级生态保护红线综合评价报告和成果的矢量数据、图件。

#### 3) 国家核实

查找典型问题,明确协调规则,提出调整建议,出台管控措施。

### 5.3 其他问题

#### 5.3.1 自然保护地调整

1)原来 23 种自然保护地类型整合归并为国家公园、自然保护区、自然公园 3 种类型。

2)自然保护区 3 个功能区(核心区、缓冲区、实验区)变为核心保护区、一般控制区 2 个控制区。

3)坚持“两个不减少”,自然保护区总面积和核心区面积原则上均不减少。一般情况下,将自然保护区原核心区转为核心保护区;将原缓冲区、实验区转为一般控制区。

4)原缓冲区内具有重要保护价值且无人为活动的区域也应转为核心保护区。

5)自然保护区原实验区内无人为活动且具有重要保护价值的区域,特别是野生动物分布的关键区域、生态廊道的重要节点,也转为核心保护区。

6)从原核心区调整出的面积,应从一般控制区内有重要生态保护价值区域补划,确保核心保护区面积不减少。

#### 5.3.2 生态保护红线调整

1)生态保护红线要保证生态功能的系统性和完整性,确保生态功能不降低、面积不减少,性质不改变。

2)将生态功能极重要、生态环境极敏感脆弱区域以及目前虽不能确定但具有潜在重要生态价值的区域划入生态保护红线。

#### 5.3.3 协调 3 条控制线重叠问题

生态保护红线要保证生态功能的系统性和完整性,永久基本农田要保证适当的规模和稳定性,城镇开发边界要避免让重要生态功能区,不占或少占永久基本农田。

### 参考文献:

- [1] 中共中央,国务院. 关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[Z]. 2019.
- [2] 自然资源部,生态环境部. 关于开展生态保护红线评估工作的函[Z]. 2019.
- [3] 云南省人民政府. 关于发布云南省生态保护红线的通知[Z]. 2019.

(下转第 172 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.032

# 千岛湖森林康养基地发展路径探析

——基于千岛湖龙川湾的调查研究

徐高福,徐小忠,余梅生

(淳安县新安江生态开发集团有限公司,浙江 淳安 311700)

**摘要:**国家相关管理部门联合提出按照“环境优良、服务优质、管理完善、特色鲜明、效益明显”的要求建设一批国家森林康养基地。以浙江千岛湖龙川湾为例,分析其森林资源、地理区位、产业链、发展规模、社会合作、管理保障、三大效益等方面建设森林康养基地的优势,整合提升游憩观赏、研学文化、垂钓休闲、扶犁耕地、康养保健、疗养康复、健身拓展区域空间布局与发展举措,从康养体验、休闲体验、运动健身等方面增强千岛湖龙川湾森林康养基地功能,推进森林康养产业发展。

**关键词:**森林康养;基地建设;发展路径;空间布局;产业融合;千岛湖龙川湾

中图分类号:S788.1;F323.22 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0168-05

**引文格式:**徐高福,徐小忠,余梅生. 千岛湖森林康养基地发展路径探析——基于千岛湖龙川湾的调查研究[J]. 林业调查规划,2020,45(1):168-172.

XU Gaofu, XU Xiaozhong, YU Meisheng. Analysis on Development Path of Forest Health Base in Qiandao Lake——Based on the Investigation in Longchuan Bay of Qiandao Lake [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 168-172.

## Analysis on Development Path of Forest Health Base in Qiandao Lake

——Based on the Investigation in Longchuan Bay of Qiandao Lake

XU Gaofu, XU Xiaozhong, YU Meisheng

(Xin'an River Ecological Development Group Co., Ltd, Chun'an, Zhejiang 311700, China)

**Abstract:** The relevant national administrative departments jointly proposed to build a number of national forest health bases in accordance with the requirements of “fine environment, excellent service, perfect management, distinctive features and obvious benefits”. Taking Longchuan Bay of Qiandao Lake in Zhejiang Province as an example, this paper analyzed its advantages of constructing forest health base in terms of forest resources, geographical location, industrial chain, development scale, social cooperation, management guarantee and three major benefits, and promoted the regional spatial layout and development measures of recreation and sightseeing, research and culture, fishing and leisure, plowing, health care, recuperation and fitness. It was suggested to enhance the function of forest health base in Longchuan Bay of Qiandao Lake and promote the development of forest health industry from health experience, leisure experience, sports and fitness.

收稿日期:2019-08-19.

基金项目:杭州市农业与社会发展研究项目(2019S10).

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

**Key words:** forest health; base construction; development path; spatial layout; industrial integration; Longchuan Bay of Qiandao Lake

## 1 问题的提出

追根溯源,19 世纪 40 年代德国的“森林浴”可以认为是森林康养的萌芽与起步,在国外,森林疗法一直是森林康养的主体与发展目标。在我国,直到 20 世纪 90 年代才引入相关理念进行相应研究,但森林康养概念的正式提出并引起重视、付诸实践还不到 10 年<sup>[1]</sup>。因而,迄今为止,在资源整合利用、空间产业布局及关联业态融合等方面并不完全成熟<sup>[2]</sup>。新时代实施健康中国战略的提出,是从源头维护人民健康的创举,建设森林康养基地成为发展森林康养,践行“两山”理论的迫切需要。本文基于千岛湖龙川湾的研究分析,充分利用和发挥现有设施功能,适当填平补齐,提出千岛湖森林康养基地发展的基本路径。

## 2 建设森林康养基地的优势分析

### 2.1 基本情况

千岛湖龙川湾,又称“百岛湖”,总投资 4.21 亿元。整个景区面积 606 hm<sup>2</sup>,大小岛屿环绕错落,港汊曲折迂回,碧水呈奇,风光旖旎,形成了独特的“湖间有岛、岛间有湖”的互为掩映的原生态自然景观,是千岛湖中唯一的湖泊型湿地<sup>[3]</sup>。

龙川湾景区森林康养环境优良。区域内植物种类繁多、多种鸟类栖息繁衍,冬暖夏凉,气候宜人。水质 I 级,空气优良,对于回归自然、日益重视健康旅游的现代人极具吸引力。

龙川湾景区基础设施完善。基地内部林道圈通达性很好,是优质的康养步道,且导引系统完备。

森林康养产品丰富。建有芒花漾、70 公社、80 公社、90 公社、知青馆、龙川湾千岛湖国际垂钓中心等六大景点。是开展以森林体验、科普研学、禅修圣地、避暑胜地、垂钓基地、休闲拓展、服务产业为支撑的多项森林康养活动的绝佳基地。

千岛湖龙川湾景区由浙江千岛湖西南景区旅游有限公司经营,公司管理机制健全,安全保障有力。景区自 2009 年对外开放营业,目前年游客量达 25 万人以上,年营业收入 2 000 余万元,带动当地就业和乡村振兴效果明显。企业多年经营,信誉良好,荣获“浙江最美森林”、“全省示范型放心景区建设单位”、“杭州市职工(劳模)疗休养基地”、“新杭州人

文化家园”等荣誉。

### 2.2 森林康养基地建设现状

千岛湖龙川湾在森林康养为主题的基地建设中主要有 5 个特色景致。

1) 湖泊型森林湿地休闲公园——芒花漾。芒花漾湖泊型湿地山环水绕,环境清幽,随处皆是雅致的山野小景,特别适合漫步和游走。独特的湿地景观造就了丰富的珍稀动植物资源,现芒花漾有国家二级保护珍禽白枕鹤 [*Grus vipio*] 等多种鸟类栖息繁衍,堪称天然生物乐园。

2) 养生度假绝佳去处——70 公社。70 公社曾是原生产建设兵团第十三团二十四连连部所在地,有着 50 年的知青文化沉淀,经过多年经营和改造,现有“会呼吸的树屋”、“坐在客厅里垂钓的水屋”,让住客与大自然紧密相拥,是独具特色的康养圣地。

3) 健身体验基地——80 公社。80 公社规划为游客参与性、体验性项目区域,配套各类休闲、体验、户外拓展基地设施。目前小火车丛林穿越体验项目已完成并投入使用。

4) 禅文化研学基地——90 公社。90 公社传承禅学与养生理念,实现“养心”、“养身”与“养体”的完美融合。

5) 怡情养生垂钓——龙川湾千岛湖国际垂钓中心。垂钓中心水域面积约 134 hm<sup>2</sup>,湖岸线长 27 km,设有专门的筏钓区、岸钓区和夜钓区,是目前千岛湖功能最齐全、设施最完备、环境最优良的天然垂钓胜地。

### 2.3 基地建设优势

#### 2.3.1 森林资源

千岛湖龙川湾植被层次丰富,森林覆盖率高达 96%,其中有千岛湖区次生林改造最为成功的常绿阔叶林、落叶常绿叶混交林、常绿阔叶针叶混交林、针阔混交林等典型群落类型,顺应森林演替规律,生物多样性得以改良<sup>[4]</sup>,生态环境优美,又具有较高的景观价值<sup>[5]</sup>。经调查,千岛湖龙川湾现有各类林木 80 余种,共涉及 18 科 27 属,有大量的森林野菜、森林药材蕴含其中,春去秋来,夏至冬走,松杉翠绿,枫叶绯红,桐叶金黄,栎楮青紫,五彩斑斓,错落有致,被园林专家誉为罕见的“天然色库”,是生态摄影的绝佳之地。森林染绿了岛屿,澄清了湖水,净化了空气。被称为“空气维生素和生长素”的负氧离

子在千岛湖龙川湾每天均在 5 000 个/cm<sup>3</sup> 以上,个别地段优良天气负氧离子浓度高达 6.2 万个/cm<sup>3</sup>,是原生态森林浴、食疗康养的理想基地。

### 2.3.2 地理区位

千岛湖龙川湾森林康养基地坐落在千岛湖西南湖区,西南湖区东起紧邻千岛湖界首乡,南达与衢州开化、衢县相邻的枫树岭镇,西至钱江源国家森林公园,与安徽省相望,有以浪川芹川为代表的姜家镇。龙川湾是西南湖区最重要的景区,位于千岛湖西南湖区的西部,距千岛湖镇 42 km,距千岛湖高铁站 70 km,距黄衢南马金高速路口 21 km。下一步淳开高速将贯穿姜家,交通将进一步便利。

### 2.3.3 产业链

随着旅游大众化、全域旅游、乡村振兴的兴起与发展,千岛湖旅游由湖区向周边乡镇延伸的态势十分明显。千岛湖龙川湾作为千岛湖西南湖区重要景区,在推动当地姜家镇旅游产业快速、健康、和谐发展方面起到了强有力的作用。森林康养是发掘森林综合服务功能的新生事物,千岛湖龙川湾以森林康养基地与当地乡镇融合为突破口,助力乡村振兴战略,实现多层次目标的交汇。近年,姜家镇坚持“打造全域旅游新中心,争当乡村振兴模范生”,全镇各项工作整体呈现昂扬向上的发展态势,全域旅游新中心建设步入平台跨越期。目前,姜家逐步形成了“两源一百源经济、税源经济”、“两山一瀛山国学、球山探险”、“两湖—墨香游乐、百琴文化”、“两区—狮城百业、龙川提升”、“两手—市场营销、品牌配套”的康美产业发展格局。

### 2.3.4 发展规模

按照“环境优良、服务优质、管理完善、特色鲜明、效益明显”的建设国家森林康养基地要求,千岛湖龙川湾需要进一步优化布局,扩大规模,增加疗养设施,建设专门森林疗养区块,同时充分利用森林食品、森林药材资源,开展自然农法栽培茶叶、森林野菜、森林药材等项目,使功能分区更加合理、建设内容更加完整、特色优势更加突出,推进森林康养产业发展,不断满足人民群众对美好健康生活的需要。

### 2.3.5 社会合作

项目建设是森林康养产业发展的动力和引擎,一直以来,龙川湾大力开展社会合作,仅 2018 年就引进了 3 方面的项目。①引进小火车森林穿越项目。②打造专属品牌活动,如“千岛湖龙川湾七彩湿地生活节”、“龙川湾国际垂钓比赛”、“知青馆知青文化展览活动”、“龙川湾茶艺研学旅游”等系列

活动。③丰富芒花漾景点参与体验性项目,如引进氦气球与水上娱乐项目,采取对外租赁合作的方式进行经营。

### 2.3.6 管理保障

千岛湖龙川湾森林康养基地隶属于千岛湖旅游集团公司旗下的千岛湖西南景区旅游有限公司,是一家国有企业,管理机制完善。公司严格遵守各项制度规定,以标准化建设和依法治企专项行动为抓手,完善了公司内部各项制度,规范管控,在企业规章制度和管理工作方面取得了一定的成效。

### 2.3.7 三大效益

千岛湖龙川湾森林康养基地自 2009 年起步,经过整整 10 年的建设和经营,从打造休闲旅游目的地做起,创新营销理念,注重情境主题设计,立足千岛湖特色,适应游客需求。游客量年年攀升,营业收入不断提高,带动当地就业和乡村振兴效果明显。基地的生态环境越来越好,企业形象和信誉良好,荣获多项省市级荣誉。培育优秀的企业文化,增强企业的核心竞争力,加强公司员工的集体荣誉感,增强集体凝聚力,有利于公司的进一步发展,建成国家森林康养基地条件日臻成熟。

## 3 发展森林康养产业路径思考

建设国家森林康养基地,构建现代森林康养产业体系的关键环节和根本路径,要物尽其用,在选址科学安全、功能分区合理、建设内容完整、特色优势突出等方面破题,发挥基地森林生态系统的多种功能,实现关联业态的高度融合。

### 3.1 发展目标

要将千岛湖龙川湾森林康养基地建设成以景观为核心的森林观光、岛湖观光休闲体验基地;以养生为核心的原生态扶犁耕地、怀乡意境基地;以健身为核心的绵延山水林带森林浴、森林运动体系体验基地;以研学为核心的禅文化、科普教育体验基地;以垂钓为核心的国际垂钓中心、湿地养生基地。

### 3.2 总体布局

森林康养基地需要考虑基地基础条件,整合现有资源,规划空间布局,打造新型千岛湖森林康养功能区,注重产业融合、森林特色服务。

#### 1) 基础条件整合

根据千岛湖龙川湾森林康养基地资源状况,利用不同森林环境类型,规划多样化森林康养线路与旅游产品。针对不同类型和不同年龄目标客户打造养生、健身、康复和辅助治疗等项目。



完善千岛湖龙川湾基础设施工程,增加森林康养基地的可进入性和吸引力,不断扩大客源市场规模,优化客源市场结构。

#### 2) 空间布局

划分为生态屏障、森林康养、管理服务、预留发展 4 个大区。

生态屏障区:保障森林康养基地内部生态系统完整性。

森林康养区:分为游憩观赏、研学文化、垂钓休闲、扶犁耕地、康养保健、疗养康复、健身拓展 7 个分区。

管理服务区:完善现有接待服务功能。

预留发展区:延伸现有康养产业,预留发展空间。

#### 3) 规划对接

空间布局要处理好与上位规划的对接关系,与县域规划、千岛湖风景名胜区、千岛湖国家森林公园相衔接,避免在核心区、生态保育区范围开展项目建设或过度人为干扰,保护生态系统的本真性与自然性。

#### 4) 产业融合

根据国家林业和草原局等四部委《关于促进森林康养产业发展的意见》(林改发[2019]20号),发挥旅游与林业等兄弟行业的统筹协调的核心作用,根据龙川湾资源禀赋与资源特色,在空间整合和业态整合方面结合养老产业、中医药养生产业、文化与体育运动产业,尤其是农业、林业原生态健康产业,强化统筹协调功能,从促进产业结构升级转型,培育综合型创新产业的角度,在规划层面做好与不同业态的功能布局与产品布局,结合业态统筹协调的同时,在融资、运营、产品开发等方面引进专业机构和专业人才,共享利益,合作发展,建立现代森林康养产业建设和管理制度。

### 3.3 建设内容

#### 3.3.1 制定标准

结合森林康养产业特点和千岛湖实际,制定千岛湖森林康养基地规划建设标准,森林康养服务质量标准。

通过编制千岛湖森林康养基地规划导则和森林康养基地管理办法等形式,平衡资源保护,发挥森林的综合性服务功能。合理利用森林资源,配合康养产业与时俱进、可持续发展思路,制定及管理康养基地规划建设标准。

#### 3.3.2 建设内容

1) 通过各种措施建设特色化千岛湖森林康养基地。

根据地理区位,交通可达性、景观特色、环境质量与资源禀赋,打造层次化的森林产业业态。

针对不同年龄群体,发挥森林资源的综合服务功能,打造一批极具吸引力的森林康养活动项目。

发挥森林观光休闲功能,结合森林环境类型开展林相改造与维护,实施森林抚育,规划多样化观光休闲线路及相关旅游产品。

发挥森林的养生、康复和辅助治疗功能,满足人们对旅游休闲和健康疗养的双向需求,在规划中深入挖掘中医药保健养生潜能,优化配置医疗卫生资源,依托优质森林资源,设计打造一系列具有吸引力的森林康养体验活动项目。

发挥森林的科普宣教功能,规划中考虑室内外认知自然体验的设施和路径,满足人们尤其是青少年亲近自然、认知自然、保护自然的需求。

#### 2) 整合提升千岛湖龙川湾森林康养基地功能。

从康养体验、休闲体验、运动健身等方面提升千岛湖龙川湾森林康养基地功能。

① 康养——森林养生方面,包括扶犁耕地、康养保健、疗养康复等内容。新增项目:

有机茶采摘加工体验。利用现有自然农法栽培的有机茶,让游客参与到有机茶的采摘和加工过程中,使游客在锻炼的同时体验不一样的生产生活。

森林食品、森林药材餐饮与产品销售。在原豆腐作坊品尝农家“烤”豆腐的原汁原味基础上,利用千岛湖龙川湾的森林自然资源,增加苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)豆腐加工制作,品尝马兰(*Kalimeris indica*)等森林野菜以及黄精(*Polygonatum cyrtone-ma*)等“淳六味”中药材,让游客在品味原生态美食的同时收获健康。

养生康养基地建设,以健康养生调理为养生核心,配置医疗卫生资源,打造面向中老年的养生康养基地。

② 休闲——文化景观方面包括研学文化、游憩观赏等内容。主要项目:

研学文化中心,包括生态文化与禅文化基地。在 90 公社禅修中心中增设生态科普教育基地版块。融合禅学与现代养生理念,实现“养心”、“养身”与“养体”的完美融合。挖掘文化资源,千岛湖森林植被最好、浙江省最美森林之一的次生林保护区,蕴含丰富的动植物、鱼文化;神秘的湖泊湿地;封存了 50

年的老知青部落;流传了数千年的遂安文化。以青少年为主要对象开展科普与传统文化教育。

游憩观赏区。打造龙川湾处处有景、景景可观、丰富多变的休闲观光体系,重点打造最美阔叶林区、芒花漾等重要节点,改造现有景观,突出特色,提升品质,增强观光参与感。

文化康养产品。在引进氦气球与水上娱乐项目的同时,建设文学创作、摄影等文化基地,景观与康养基地的融合,景观与休闲健康的结合,景观与文化的融合,自然景观与人造景观的融合。

③健身——运动健康方面包括健身拓展、垂钓休闲等内容。主要项目:

健身拓展区。在 36 都骑客驿站、小火车丛林穿越体验项目的基础上,合理布设步行、骑行道,建设健康绿道体系,设立太极拳、健身舞场地,满足游客运动健身需求。

垂钓休闲区。休闲项目与湿地生态旅游结合,重点完善建设龙川湾千岛湖国际垂钓中心,成为功能最齐全、设施最完备、环境最优良的怡情养生垂钓度假胜地。

#### 4 结论与讨论

1)建设森林康养基地要紧扣多元化、多维度森林健康理念,打造养眼、养肺、养心、养生、养性的特色体系,形成品质上“小而精”、“大而全”的发展目标,进而使森林康养服务体系更加健全,森林康养理念深入人心,人民群众享有更加充分的森林康养服务。

2)千岛湖龙川湾森林康养基地建设已有现实基础。明确发展途径,合理布局,优化资源,丰富产

品,健全共建共享机制,推进森林康养产业融合发展,实现互促共赢。有效促进当地产业发展与乡村振兴,推动“绿水青山就是金山银山”理念的高水平转化、康美千岛湖的高质量发展。

3)单纯从文字意义破题,森林康养是偏正词组,“康养”是中心语,“森林”是修饰语,而且是定中短语。无论是公众认知还是专门学科分析,健康养生和中医学的预防、养生保健是相通的,中医所说的预防、养生保健讲究天人相应、形神兼备、治未病<sup>[6]</sup>,从某种意义上说,森林康养主要是依托森林中富含芬多精、负氧离子等开展促进人们身心健康、益寿享老的活动或服务。让森林康养真正发展成为系统性大产业,林业部门要有清醒认识,除了与旅游部门合作,医疗部门的介入是必不可少的,文化、体育、养老部门的参与也将起到锦上添花的效果。

#### 参考文献:

- [1] 徐高福,俞益武,许梅琳,等. 何谓森林康养?——基于森林多功能性与关联业态融合的思考[J]. 林业经济, 2018,40(8):58-60,103.
- [2] 束怡,楼毅,张宏亮,等. 我国森林康养产业发展现状及路径探析[J]. 世界林业研究,2019,32(4):51-56.
- [3] 李冬. 打造休闲旅游目的地——龙川湾[J]. 杭州生活品质,2012(5):36-37.
- [4] 徐高福,胡广,斯幸峰,等. 千岛湖生境片段化与生物多样性研究综述[J]. 林业调查规划,2015,40(5):42-47.
- [5] 章德三,徐高福,钱江华,等. 千岛湖龙川半岛生态旅游规划初探[J]. 林业实用技术,2008(增刊):86-88.
- [6] 苏晓川. 从中医药养生谈森林康养未来发展[J]. 绿色天府,2016(12):44-45.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 167 页)

- [4] 陈哲,温庆忠,秋新选,等. 云南省生态保护与建设成效分析及对策建议[J]. 林业调查规划,2018,43(1):57-60.
- [5] 王勇,余昌元,杨东,等. 云南省自然保护区保护空缺分析[J]. 林业调查规划,2018,43(4):55-58.
- [6] 李峰. 黑龙江林业生态工程建设的相关思考[J]. 林业勘察,2019,188(2):27-28.

- [7] 云南省生态保护红线划定方案[S]. 2018.
- [8] 云南省生态保护红线划定工作方案[S]. 2017.
- [9] 云南省生态保护红线划定技术方案[S]. 2017.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.03

## 勐腊县珍贵用材树种发展现状与对策研究

朱先成<sup>1</sup>, 黄运荣<sup>2</sup>, 孙晴<sup>1</sup>, 沙二<sup>3</sup>

(1. 勐腊县林业局, 云南 勐腊 666300; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051;

3. 西双版纳州林业调查规划院, 云南 景洪 666100)

**摘要:** 总结勐腊县珍贵用材树种发展现状, 从地理位置、自然条件、人文条件、政策条件阐述其发展优势。针对勐腊县珍贵用材林发展中存在的土地、技术、投资与收益等问题, 提出加大对珍贵树种产业的宣传与示范, 加强技术培训与政策扶持, 探索以短养长、长短结合的复合经营模式, 结合当前林业生态建设项目, 推进珍贵树种产业的可持续发展等建议。

**关键词:** 珍贵用材林; 乡土树种; 发展现状; 复合经营; 勐腊县

中图分类号: S727.1; S722.8 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2020)01-0173-03

引文格式: 朱先成, 黄运荣, 孙晴, 等. 勐腊县珍贵用材树种发展现状与对策研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(1): 173-176.

ZHU Xiancheng, HUANG Yunrong, SUN Qing, et al. Current Status and Development Strategy of Valuable Timber Species in Mengla County[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 173-176.

## Current Status and Development Strategy of Valuable Timber Species in Mengla County

ZHU Xiancheng<sup>1</sup>, HUANG Yunrong<sup>2</sup>, SUN Qing<sup>1</sup>, SHA Er<sup>3</sup>

(1. Mengla Forestry Bureau, Mengla, Yunnan 666300, China; 2. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China; 3. Xishuangbanna Institute of Forest Inventory and Planning, Jinghong, Yunnan 666100, China)

**Abstract:** This paper summarized the development status of valuable timber species in Mengla County, and expounded its development advantages from geographical location, natural conditions, human conditions and policy conditions. In view of the problems of land, technology, investment and income in the development of valuable timber forest in Mengla County, this paper suggested to increase the industry publicity and demonstration, strengthen the technical training and policy support, explore the compound management mode combining short and long term, and promote the sustainable development of valuable tree species industry based on the current forest ecological construction projects.

**Key words:** valuable tree species; local tree species; development status; compound management; Mengla County

珍贵用材树种是指木材具有密度高、硬度大、纹理美观等优良特性, 主要用于制作高端实木制品、高

档装饰材料和特殊工艺品等资源较匮乏的树种<sup>[1]</sup>。随着国民经济的快速发展和人民生活水平的不断提

收稿日期: 2019-07-15.

第一作者: 朱先成(1972-), 男, 云南勐腊人, 高级工程师. 主要从事林业科技推广及森林资源管理工作. Email: zhuxc72@163.com

责任作者: 黄运荣(1973-), 男, 云南宜良人, 高级工程师. 从事林业调查规划工作.

高,人们对木材消费的观念在不断改变,对高档木制家具的需求日益增加。我国森林资源储量较少,木材需求量较大,特别是珍贵木材和大径材,每年缺口 1 亿  $m^3$  以上<sup>[2]</sup>。从我国资源状况和世界木材市场分析,要解决我国珍贵木材供需矛盾,必须立足于国内后备资源的培育,增加国内珍贵用材林资源的储备。为加快珍贵树种的发展,在云南省委、省政府提出建设“森林云南”的战略目标基础上,2013 年 5 月,西双版纳州委、州政府提出了建设“全国珍贵用材林储备基地”的战略目标。为此,勐腊县委、县政府高度重视珍贵用材林的发展工作,紧紧围绕上级的总体部署,采取多种有效措施,不断加快珍贵用材林基地建设和发展。

## 1 发展现状

### 1.1 树种资源

勐腊县珍贵用材林资源丰富,种类较多,乡土树种主要有铁力木 (*Mesua ferrea* Linn.)、黑黄檀 (*Dalbergia fusca* Pierre)、铁刀木 (*Cassia siamea* Lam.)、西南桦 (*Betula alnoides* Buch. - Ham. ex D. Don)、望天树 (*Parashorea chinensis* Wang Hsie)、合果木 (*Paramichelia baillonii* (Pierre) Hu)、番龙眼 (*Pometia tomentosa* (Bl.) Teysm. et Binn.)、土沉香 (*Excoecaria acrifolia* Didr.)、红椿 (*Toona ciliata* Roem.) 等 10 余种。为遵循因地制宜、适地适树的原则,勐腊县政府在大力发展乡土树种的同时,引进适应性较强的珍贵用材树种。引进树种有柚木 (*Tectona grandis* Linn. f.)、降香黄檀 (*Dalbergia odorifera* T. Chen)、交趾黄檀 (*D. cochinchinensis* Pierre)、印度紫檀 (*Pterocarpus indicus* Willd.)、大果紫檀 (*P. macrocarpus* Kurz)、檀香 (*Santalum album* Linn.)、缅茄 (*Azalia xylocarpa* (Kurz) Craib)、桃花心木 (*Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.) 等 8 种。根据实地调查,上述外引树种较适宜在勐腊县境内生长,如 11 a 生的交趾黄檀胸径可达 20 cm,树高超过 15 m,冠幅 6 m 以上<sup>[3]</sup>。

### 1.2 面积与规模

为响应州委、州政府提出的建设“全国珍贵用材林储备基地”的战略目标,勐腊县各级各部门高度重视珍贵用材林建设和发展,对部分经济林、用材林进行树种更替,种植珍贵用材树种。同时,利用公路沿线、城镇街道、社区(小区)、机关、厂矿、学校和农村“四旁”空地等土地资源,大力发展珍贵用材林树种。截至 2018 年底,全县共种植珍贵用材树种

655.74 万株,面积达 14 466.67  $hm^2$ 。

## 2 发展优势

### 2.1 地理位置

勐腊县地处于云南省最南端,西双版纳州东部,北部、西北部与景洪市相邻,东北部与普洱市江城县毗邻,东南部、西南部与老挝接壤,西部与缅甸隔江相望。勐腊县属横断山南部,无量山南延尾梢,整体地势为东北部高,西南和南部低,地貌以山地为主,占 95.5%,全县土地总面积为 6 860.84  $km^2$ 。

### 2.2 自然条件

勐腊县属北热带和南亚热带季风湿润气候,受干燥热带大陆气团和暖湿气团季节性交替的影响,形成气候温和、热量丰富、冬无严寒、夏无酷暑、雨量充沛、终年暖热多雨的独特气候。年均温 20~22℃,平均相对湿度 82%,是云南省湿度最大的三个县份之一<sup>[1]</sup>,年降雨量 1 486.5 mm,年日照时数 1 984.1 h,全年太阳辐射量大,日照长,处于高温多湿气候。由于雨量充沛,植物生长旺盛,腐殖质经过长期积累土层深厚、土壤肥沃、有机质含量高,较适宜珍贵树种生长。

### 2.3 人文条件

勐腊县是一个多民族聚居的地区,当地世居民族主要有傣族、哈尼族和瑶族等。长期以来,各民族具有种植珍贵树种的习俗,尤其是傣族,为保护生态环境,减少森林资源消耗,充分利用自家房前屋后、田边地角等空地,种植薪炭林树种(铁刀木)或其他珍贵树种。根据勐腊县 2016 年第四次森林资源二类调查数据,全县人工种植的薪炭林面积为 9 533.33  $hm^2$ 。傣族群众种植珍贵树种的历史悠久,如经营铁刀木已有 400 多年的历史,针对铁刀木萌芽力强、木材热值高的特点,采用头木作业,4~5 年截干采收 1 次,生产薪材,下部主干及树根心材材质坚硬细密、强度高、耐虫蛀,用于制作家具等。根据实地调查,勐腊县关累镇曼勐村旁种植的 1 株大果紫檀已上百年,胸径达 80 cm 余,树高约 30 m;勐满镇曼列村旁种植的 2 株缅茄,胸径达 90 cm 余,树高约 35 m。

### 2.4 政策支持

为加快勐腊县“全国珍贵用材林储备基地”的建设步伐,县委、县政府曾组织相关人员到海南乐东县、广东肇庆市和顺德市考察学习,学习借鉴珍贵用材林的发展模式、苗木培育、造林措施、管理方法等先进经验。2013 年以来,县政府每年筹集大量资金

用于购置珍贵树种苗木,无偿提供给全县广大农户种植,按照“谁种谁有,谁种谁受益”的原则,以政策扶持和市场导向相结合的方式,充分调动全县各族群众的积极性和主动性,大力发展珍贵用材林。2013—2018年,全县共投入珍贵用材林建设资金 8 464.03 万元(其中财政资金 3 839.37 万元,社会资金 4 624.66 万元)。

### 3 存在问题

#### 3.1 土地问题

多年来,勐腊县一直在发展橡胶和茶叶 2 个传统产业。集中连片的土地大多已经种植橡胶和茶叶,特别是低海拔(800 m 以下)地区,基本上为橡胶林,制约着低海拔地区珍贵用材树种的发展。由于外引树种大多适生于低海拔地区,所以高海拔地区只适宜发展西南桦等乡土珍贵用材树种。

#### 3.2 技术问题

在珍贵用材林发展过程中,种苗培育、造林技术和抚育管理等工作较为重要。目前,勐腊县缺乏珍贵用材林专供苗圃,苗木品质参差不齐,当地生产和县外调入的苗木未进行检验检疫就直接上山造林。负责造林技术指导的工作人员专业知识不足,未能按因地制宜、适地适树的原则引导广大林农发展珍贵用材林。

#### 3.3 投资与收益

发展珍贵用材林是一项长期性投入的产业。由于投资周期长,且投入大、回收慢,一般在 30 年左右才具有收获价值,在林木生长期难以获取经济收益,以致影响林农的积极性。根据调查,目前部分林农种植的珍贵用材林由于缺乏管理,长势较差,基本上处于“野生”状态。部分林农对政府无偿提供的苗木不够重视,领取种苗后随意摆放和随意种植现象普遍存在,导致苗木成活率较低,林分质量差。

#### 3.4 政策问题

缺乏种苗管理机构,种苗质量参差不齐,市场经营的苗木种类繁多,没有制定苗木生产标准,盲目性大,市场混乱。缺乏产业监管机构,珍贵用材树种苗木无偿提供给农户后,未安排专人进行后期的跟踪检查,导致苗木损耗大,成活率低,长势差。

## 4 发展对策

#### 4.1 宣传示范

除了铁刀木等传统经营的珍贵用材树种,许多

外来珍贵树种以及新近驯化的乡土珍贵树种尚未得到广大农户的充分认识,加之珍贵树种作为一项新兴产业,其发展目前处在起步阶段,林农总抱有投资周期长、见效慢以及“前人栽树,后人享福”的观念,因此,加大对珍贵树种产业的宣传尤为重要。应通过宣传让全县广大群众真正认识珍贵树种产业带来的社会、经济和生态三大效益。宣传手段主要有:①珍贵用材林办理林权证(林木权证)后便可进行转让或抵押贷款,即活立木交易;②组织林农参观目前已成林、成材的珍贵用材林试验示范基地,从理性认识转为感性认识;③对沿海省份目前已产生经济效益的珍贵用材树种进行宣传、讲解,让广大群众充分认识珍贵用材树种的经济价值。

#### 4.2 技术培训与政策扶持

种苗质量、栽培技术和管理措施等对发展珍贵树种产业十分重要。①勐腊县需加强与中国科学院西双版纳热带植物园、中国林业科学研究院热带林业研究所和云南省林业和草原科学院等国内知名科研院所(所)的交流与合作,邀请有关专家进行技术培训,进一步提高种苗繁育、种植和经营技术水平;②组织相关技术人员深入到各乡镇(村、组)进行珍贵用材林种植和经营技术培训,广泛提高林农的栽培和经营技术水平;③通过树种遗传改良和定向集约经营,加快林木生长速度,缩短培育周期<sup>[4]</sup>;④每年需安排专项基金,为全县农户无偿提供珍贵树种苗木,以提高广大农户的积极性;⑤及时组建种苗检验检疫和管理机构,严格把关种苗质量,提高造林成活率,并加强后续监管,保证珍贵树种产业的健康持续发展。

#### 4.3 复合经营

珍贵树种产业由于投资周期长,见效慢,在一定程度上影响了广大农户的种植积极性,为了使种植户早日有收益、回收成本,需探索以短养长、长短结合的经营模式。根据勐腊县的自然条件和产业发展现状,鼓励种植户采取树种混交、林农间作、林下种植、养殖的措施进行经营,如:珍贵用材树种与澳洲坚果(*Macadamia ternifolia* F. Muell.)、柚子(*Citrus maxima* (Burm.) Merr.)等经济林木混交;林下种植茶叶(*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze.)、魔芋(*Amorphophallus rivieri* Durieu)等经济作物或者林下养殖家禽类动物等模式,使珍贵用材林基地早日产生经济效益。企业可采取种植、养殖、休闲度假、旅游观光为一体以及森林康养方式发展珍贵用材林基地<sup>[1]</sup>。(下转第 183 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.034

## 桂柳地区优良园林地被植物的筛选与运用

何志红<sup>1</sup>, 秦惠珍<sup>2,3</sup>, 蒋运生<sup>2</sup>, 唐健民<sup>2</sup>, 韦霄<sup>2</sup>, 邹蓉<sup>2</sup>, 朱成豪<sup>2</sup>

(1. 柳州市园林科学研究所, 广西 柳州 545005; 2. 中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006;  
3. 广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林 541006)

**摘要:**为筛选适合在广西桂柳地区推广种植的园林地被植物,根据桂柳地区的气候特点和地被植物所需具备的功能,采用综合评分法对引种到广西植物研究所的蜘蛛抱蛋、红毛毡、秋海棠、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、马蓝、假蒺和水田七等 9 种地被植物的生长状况、生长量变化、观赏价值、光合作用及蒸腾作用参数进行比较评分。结果表明,生长状况最好、观赏价值最佳的是扶芳藤、马蓝和蜘蛛抱蛋,最差的是秋海棠、假蒺和水田七;光合速率最强的是扶芳藤和马蓝,其次为蜘蛛抱蛋、大叶萝芙木和鸡尾木;蒸腾速率最大的是鸡尾木和假蒺,最小的是大叶萝芙木、扶芳藤和马蓝。

**关键词:**园林地被植物;生长状况;生长量变化;光合速率;观赏价值;广西

中图分类号:S731.9;S688.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0176-08

引文格式:何志红,秦惠珍,蒋运生,等. 桂柳地区优良园林地被植物的筛选与运用[J]. 林业调查规划,2020,45(1):176-183.

HE Zhihong<sup>1</sup>, QIN Huizhen<sup>2,3</sup>, JIANG Yunsheng<sup>2</sup>, et al. Selection and Application of Excellent Garden Ground Cover Plants in Guilin and Liuzhou[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 176-183.

## Selection and Application of Excellent Garden Ground Cover Plants in Guilin and Liuzhou

HE Zhihong<sup>1</sup>, QIN Huizhen<sup>2,3</sup>, JIANG Yunsheng<sup>2</sup>, TANG Jianmin<sup>2</sup>,  
WEI Xiao<sup>2</sup>, ZOU Rong<sup>2</sup>, ZHU Chenghao<sup>2</sup>

(1. Liuzhou Institute of Gardening, Liuzhou, Guangxi 545005, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi 541006, China; 3. College of Science, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi 541006, China)

**Abstract:** According to the climate characteristics in Guilin and Liuzhou and functions required of ground cover plants, the growth status, growth change, ornamental value, photosynthesis and transpiration parameters of 9 ground cover plants introduced to Guangxi Institute of Botany, including *Aspidistra elatior*, *Ardisia mamillata*, *Begonia grandis*, *Euonymus fortunei*, *Rawolfia verticillata*, *Excoecaria venenata*, *Baphicacanthus cusia*, *Piper sarmentosum* and *Schizocapsa plantaginea* were evaluated and compared by the comprehensive evaluation method to select the garden ground cover plants suitable for planting in Guilin and Liuzhou. The results showed that the growing condition and the ornamental value of *Aspidistra elatior*,

收稿日期:2019-05-29;修回日期:2019-07-09

基金项目:广西自然科学基金(2015GXNSFBAA139089和2017GXNSFBA198011);广西科技基地和人才专项(桂科AD17129022);广西创新驱动项目(桂科-AA17204056-1).

第一作者:何志红(1970-),女,广西平乐人,工程师.主要从事园艺与中药学研究. Email:1192845094@qq.com

责任作者:蒋运生(1966-),男,研究员.主要从事濒危植物引种栽培研究. Email:Jys@gxib.cn

*Euonymus fortunei* and *Baphicacanthus cusia* were the best while that of *Begonia grandis*, *Piper sarmentosum*, and *Schizocapsa plantaginea* were the worst. The highest photosynthetic rate was found in *Euonymus fortunei* and *Baphicacanthus cusia*, followed by *Aspidistra elatior*, *Rauwolfia verticillata* and *Excoecaria venenata*. The transpiration rate of *Excoecaria venenata* and *Piper sarmentosum* were the highest while that of *Rauwolfia verticillata*, *Euonymus fortunei* and *Baphicacanthus cusia* were the lowest.

**Key words:** garden ground cover plants; growth status; growth change; photosynthetic rate; ornamental value; Guangxi

地被植物是指能代替草坪等覆盖在地表的低矮植物,具有一定的观赏和经济价值的多年生低矮草本、小灌木和藤本植物<sup>[1,2]</sup>。地被植物生长迅速,可以弥补乔灌木生长缓慢、下层空隙大的不足;覆盖力强,叶面系数增加,可以降低气温,改善空气湿度,减少地面辐射并能保持水土、涵养水源;易于繁殖,在短时间内就可以收到较好的观赏效果;抗逆性强、适应能力强、养护管理粗放等优点,减少了养护管理费用和精力。发展地被植物,一方面可以增加植物层次,丰富园林景色,营造多种生态景观,另一方面可以美化城乡面貌、减少大气污染、防止水土流失、维护生态平衡。合理利用地被植物,将其运用于园林规划、城市绿化建设、景观建设当中,不仅可以形成良好的景观效果,也可以节约管理成本。

国内外许多学者对地被植物的基础生长量和光合作用进行了大量的研究,地径、株高、冠幅是反映植物生长状况的基本指标,光是影响植物生长发育的重要环境因子之一,对植物形态建成、物质积累和运输具有重要作用。光合作用贯穿植物生长发育的全过程,是生长发育的基础,是估测植株光合生产能力的依据。光合作用是一个反映植物与环境综合作用的过程,受到多方面因素影响,不仅受叶绿素含量、二氧化碳浓度、光强等因子的影响,也与植物的叶面水汽压亏缺、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率和气孔导度等自身因子密切相关。植物的光合能力是其在某一特定环境条件下及特定的发育时期生理状况的综合体现。本文通过对不同地被植物生长特性和光合特性的测定,可以了解其对环境适应的差异性,以便于选择适应范围广、管理粗放的植物作为园林地被植物,也可以为优良地被物种的选育与栽培及园林地被植物的配置方式提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验在中国科学院广西植物研究所引种试验地

中进行,选择分布于广西并具有观赏绿化价值的 9 种地被植物,分别为蜘蛛抱蛋、红毛毡、秋海棠、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、马蓝、假萎、水田七。

### 1.2 试验地

研究地位于广西桂林市雁山区广西植物研究所引种试验地,地理位置为 25°13'N, 110°13'E, 海拔高度 176 m, 属于中亚热带季风气候区, 年均日照时间 1 680 h, 年均温 23.5℃, 年均降雨 1 949.5 mm, 年均无霜期 300 d, 年均相对湿度为 82%。该实验场地遮荫度约为 20%, 可用于具有一定遮荫度的公园或行道树底层。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 地被植物的生长状况

于 2018 年 7—12 月观测这 9 种地被植物生长状况和物候, 每星期观察三次并记录各植株的株型、叶形叶色、花形花色、果实特征等。

#### 1.3.2 地被植物生长量变化

地径、株高、冠幅是衡量植物生长的重要指标, 于 2018 年 3—12 月每隔 30 d 对上述 9 种地被植物的地径、株高和冠幅进行测量。地径的测量使用游标卡尺进行, 株高的测量使用卷尺进行。冠幅 =  $\sqrt{\text{东西} \times \text{南北}}$ 。生长量的测量每次由同样的人员进行以减少误差。测量地被植物的生长量对其管理和配置具有重要意义。通过测定同一环境下不同地被植物的地径、株高和冠幅, 并进行多重比较分析, 分析不同地被植物不同生长因子对植物生长的影响。

#### 1.3.3 观赏价值的评价

在生长特性、生长指标及物候观察的基础上, 结合地被植物在园林地被植物中的运用特性, 采用层次分析法<sup>[3,4]</sup>对本研究中的 9 种地被植物进行评价, 筛选出观赏价值较高的地被植物(表 1)。

#### 1.3.4 光合日变化的测量

光合日变化的测量使用美国 Li-6400 便携式光合测量仪进行。测量前一天一次性地将试验用地浇透。净光合速率日变化的测量选择在 2018 年 11

表 1 9 种地被植物观赏质量评价标准层各评价指标的评分标准  
Tab. 1 Index evaluation standard of ornamental quality of 9 ground cover plants

参数	标准层(分值)				
	差(1分)	较差(2分)	一般(3分)	较好(4分)	好(5分)
植株高度(C1)	80~120 cm	80~60 cm	60~40 cm	40~20 cm	≤20 cm
生活型特征(C2)	季节性草花	一二年生草本	需要修剪的木本或草本	多年生草本	无需修剪的草本或木本
绿期(C3)	< 6 个月	6~9 个月	10 个月	11 个月	12 个月
覆地能力(C4)	<20%	20%~40%	40%~60%	60%~80%	>80%
叶色特征(C5)	色彩暗淡	色彩一般,无季相变化	色彩一般,有季相变化	色彩明亮,有季相变化	色彩鲜艳,有季相变化
花期花色(C6)	无花期或花期极短	花期短,花色一般	花期较长,花色一般	花期较长,花色鲜艳	花期长,花色鲜艳
果实特征(C7)	无果或果实无观赏价值	颜色暗淡,果形一般	颜色暗淡,果形奇特	颜色鲜艳,果形一般	颜色鲜艳,果形奇特
生长势(C8)	较弱	弱	一般	较强	强
适应力(C9)	较弱	弱	一般	较强	强
竞争力(C10)	需要人工干预才能使地表不裸露	自然覆盖能力 20%~50%	自然覆盖能力 50%~70%	自然覆盖能力 70%~90%	自然覆盖能力 90%以上

月晴朗无风的天气进行。选取主茎上的功能叶,每物种三株,每株测量一片叶,当其变化在  $0.5 \mu\text{mol}/\text{mol}$  范围内时连续记录 5 个值,取平均值。测量时间为 7:00-19:00,每 2 h 进行一次,测量时采用开放式气体回路,不离体测定植物叶片净光合速率<sup>[5]</sup>。由 Light-curve 程序自动测定 Pn、Ci、Gs、Tr 等指标。

### 1.3.5 光响应曲线的测量

在 2018 年 11 月 1—3 日晴朗无风的天气,9:00-11:00 测量光响应曲线。光响应曲线的测量使用开放气体通路,空气流速设为  $0.5 \text{ L}/\text{min}$ ,叶片温度设为  $26^\circ\text{C}$ , $\text{CO}_2$  浓度为  $400 \mu\text{mol}/\text{mol}$ ,光强强度为 0、20、50、100、150、200、400、600、800、1 000、1 200、1 500  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,共 12 个梯度。采用直角双曲线修正模型<sup>[6]</sup>,对 9 种地被植物的光合速率—光合响应曲线进行拟合,得到表观量子效率(AQY)、最大光合率(Pnmax)、光饱和点(ISP)、光补偿点(ICP)、暗呼吸速率(Rd)、决定系数等光合参数。

### 1.4 数据处理

主要用 Excel 2013 和 IBM SPSS Statistics 23 软件对数据进行处理,统计分析采用单因素方差分析(one-way ANOVA)、最小显著差异法(LSD)和 Duncan 显著性极差法比较不同数据组间的差异( $\alpha = 0.05$ )。图表中数据为 10 次重复的平均值 $\pm$ 标准误差。使用叶子飘教授的光合计算 4.1.1 软件对光响应曲线参数进行拟合,并绘制光合作用光响应曲线。图片的绘制采用 Origin 8 和 SigmaPlot 12.5。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同地被植物生长状况和生长量比较

生长状况是植物与环境适应性的表现特征,可以明显地反映出植物对环境的适应能力。生长状况良好说明植物能较好地适应当前的生存环境,停止生长或死亡说明当前的环境不适合其生长。从表 2 可知,生长状况较好、观赏价值较高的植物有蜘蛛抱蛋、扶芳藤及马蓝,其次为大叶萝芙木。

衡量植物生长状况的基础指标有地径、株高和冠幅等。株高是衡量植物生长状况的重要指标,冠幅是用来衡量苗木长势的参考指标。同一环境下不同地被植物地径、株高、冠幅具有显著差异,相同环境不同植物的生长状况存在明显的差异。从表 2 可知,9 种地被植物的地径、株高、冠幅的增长量具有明显差异,其中蜘蛛抱蛋、红毛毡、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、马蓝的地径增长量与秋海棠、假蒻、水田七的地径增长量相比具有显著差异;扶芳藤、鸡尾木的株高增长量与红毛毡、秋海棠、假蒻、水田七的株高增长量具有显著差异,蜘蛛抱蛋、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、马蓝与秋海棠的株高增长量相比具有显著差异;蜘蛛抱蛋、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、马蓝的冠幅增长量与秋海棠、假蒻的冠幅增长量相比具有显著差异,蜘蛛抱蛋、扶芳藤的冠幅增长量与红毛毡、秋海棠、假蒻的冠幅增长量相比具有显著差异。

对不同地被植物生长量增量进行多重比较分析(表 3)。



表 2 地被植物的形态特征及生长状况

Tab. 2 Morphological characteristics and growth status of ground cover plants

植物	所属科	生长状况	观赏价值
蜘蛛抱蛋 <i>Aspidistra traelator Blume</i>	天门冬科 Asparagaceae Juss	生长迅速、健壮,能开花结果	观叶、赏花、观果,观赏时间长,观赏价值大
红毛毡 <i>Ardisia mamillata Hance</i>	紫金牛科 Myrsinaceae	生长缓慢,少数能结果,浆果球形鲜红色	观叶、观果,观赏时间短,观赏价值一般
秋海棠 <i>Begonia grandis Dry</i>	秋海棠科 Begoniaceae C. Agardh	强光下不能生长,叶片脱落严重,不能正常开花结果	对环境要求严格,观赏价值较差
扶芳藤 <i>Euonymus fortunei (Turcz.) Hand.-Mazz</i>	卫矛科 Celastraceae R. Br	生长迅速、健壮,株型美观,能正常开花结果	观叶、赏花、观果,观赏时间长,观赏价值大
大叶萝芙木 <i>Rauwolfia verticillata (Lour.) Baill.</i>	夹竹桃科 Apocynaceae Juss	生长迅速、健壮,核果暗紫色	观叶、观果,观赏时间较短,观赏价值一般
鸡尾木 <i>Excoecaria venenata S. K. Lee et F. N. Wei</i>	大戟科 Euphorbiaceae Juss	长势好,但有个别植株死亡,叶形美观,能正常开花结果,蒴果球形	观叶、赏花、观果
马蓝 <i>Baphicacanthus cusia (Nees) Bremek.</i>	爵床科 Acanthaceae Juss	生长迅速、健壮,开花繁密,花冠黄、玫瑰红或白色	观叶、赏花、观果,观赏时间长,观赏价值大
假蒺 <i>Piper sarmentosum Roxb</i>	胡椒科 Piperaceae Giseke	生长缓慢,不能正常开花结果,适于生活在园林或树林的半荫处	几乎不具备观赏价值
水田七 <i>Schizocapsa plantaginea Hance</i>	茜苳薯科 Taccaceae	成活困难,叶子有变形现象,能开花不能结果	不具观赏价值

由表 3 可知,地被植物初步评分的高低为蜘蛛抱蛋、扶芳藤、马蓝>大叶萝芙木>鸡尾木>红毛毡>假蒺、水田七>秋海棠。

2.2 不同地被植物地径、株高和冠幅比较

地径是衡量苗木出圃质量的重要标准,通过地径可以判断苗木的出苗率及出苗质量。测定不同地被植物的地径,并进行多重性比较(表 4,图 1a)。同一环境下不同地被植物的株高具有较大差异(表 4,图 1b)。从株高这个指标来看,红毛毡、秋海棠、假蒺和水田七这四种地被植物没有长高甚至变差,不能正常维持生长;蜘蛛抱蛋和大叶萝芙木的株高

表 3 不同地被植物生长量增量的多重比较分析

Tab. 3 Multiple comparative analysis of growth increment of different ground cover plants

处理	地径/mm	株高/cm	冠幅/cm <sup>2</sup>
蜘蛛抱蛋	2.82 ± 0.58a	0.99 ± 0.33ab	7.01 ± 1.28a
红毛毡	0.58 ± 0.16bc	-0.60 ± 1.09bc	-1.20 ± 0.71bc
秋海棠	0.38 ± 0.11c	-4.40 ± 1.66c	-5.22 ± 4.13c
扶芳藤	0.47 ± 0.23bc	1.90 ± 1.29a	6.17 ± 1.41a
大叶萝芙木	0.39 ± 0.20bc	0.62 ± 0.58ab	2.63 ± 0.69ab
鸡尾木	0.58 ± 0.20bc	2.70 ± 0.97a	2.05 ± 0.48ab
马蓝	1.25 ± 0.42b	1.51 ± 0.16ab	3.58 ± 0.76ab
假蒺	0.19 ± 0.15c	-1.19 ± 1.32bc	-5.17 ± 1.71c
水田七	0.73 ± 0.13c	-2.79 ± 2.79bc	1.82 ± 1.37ab

注:表中英文字母表示应用 Duncan 多重极差检验法作多重比较,P=0.05 水平的差异显著,数据为均值 ± 标准误差,同列比较有字母相同表示差异不显著,下同。

表 4 不同地被植物生长量多重比较分析

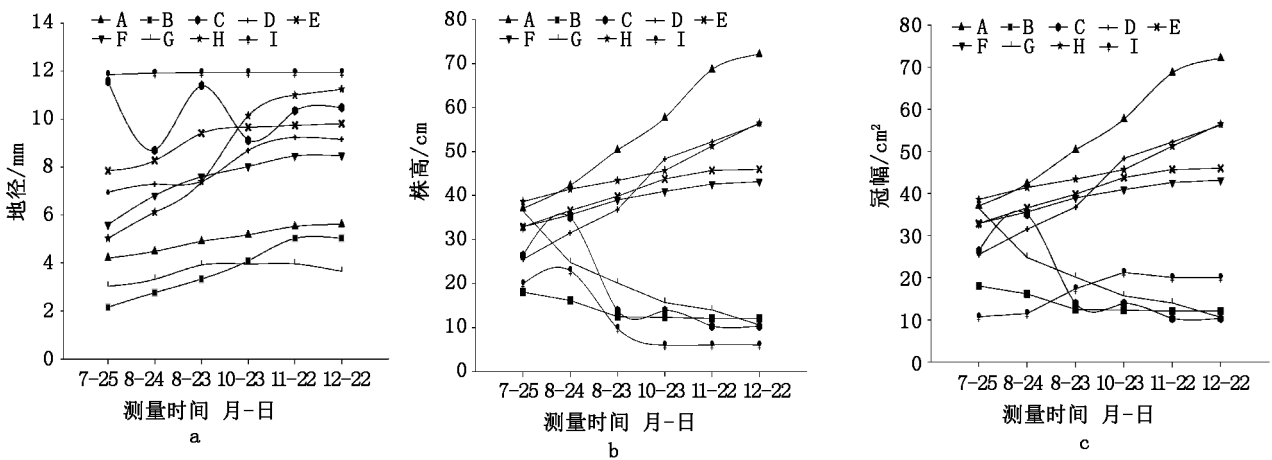
Tab. 4 Multiple comparative analysis of growth of different ground cover plants

处理	地径/mm	株高/cm	冠幅/cm <sup>2</sup>
蜘蛛抱蛋	5.14±0.25d	68.70±2.84a	19.25±0.51c
红毛毡	5.70±0.83cd	13.20±1.81d	12.46±1.72c
秋海棠	11.40±1.03a	40.75±4.97c	13.82±2.62c
扶芳藤	7.40±0.23bc	58.10±6.50ab	35.54±5.10b
大叶萝芙木	9.41±0.40ab	66.50±2.68a	39.10±2.67ab
鸡尾木	8.52±0.73b	62.90±7.62a	42.48±4.36ab
马蓝	7.98±1.27b	49.10±2.18bc	45.12±3.07a
假蒺	3.91±0.33d	41.00±2.52c	20.10±1.45c
水田七	5.67±0.69cd	9.80±0.93d	37.37±2.14ab

基本没有变化;扶芳藤、鸡尾木和马蓝的株高呈现上升的趋势,生长状况最好。同一环境下不同地被植物的冠幅具有显著差异(表 4,图 1c),其中秋海棠、红毛毡、假蒺和水田七的冠幅呈现下降趋势,长势差,尤其秋海棠的冠幅下降的幅度最大,可能与其脱叶严重有关;蜘蛛抱蛋、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木和马蓝的冠幅呈现上升趋势,其中蜘蛛抱蛋和扶芳藤的增长速度最快。

2.3 不同地被植物观赏价值的比较

观赏价值直接体现了地被植物的运用质量,观赏价值高、生长迅速的植物运用于园林地被植物中能达到观赏与绿化兼顾的效果。根据生长量指标株



注: A:蜘蛛抱蛋 B:红毛毡 C:秋海棠 D:扶芳藤 E:大叶萝芙木 F:鸡尾木 G:马蓝 H:假蒺 I:水田七, 下图同。

图 1 不同地被植物的生长量变化

Fig. 1 Changes in growth of different ground cover plants

高、地径、冠幅的测量,物候的观察以及表 1 各指标的评分标准,对 9 种地被植物的观赏价值进行评分,得分分别为 38,32,25,40,30,30,46,17,18. 由此可知,9 种地被植物中观赏价值最高的是马蓝,分值为 46 分,其次为扶芳藤,分值为 40;观赏价值最差的是水田七,仅为 18 分。

### 2.4 不同地被植物光合参数日变化的比较

因所选的十株水田七在试验地都出现了叶子严重变形现象,生理状态不正常,而植物的光合作用与叶片的生理状态有直接的关系,所以在测量植物光合作用指标进行比较时,水田七不作为考虑。净光合速率的日变化特征是植物光合生理活性和环境因素的综合体现,反映了植物对环境的适应能力<sup>[7,8]</sup>,是直接反应植物光合能力强弱的参数。各个物种光合参数日变化表现不一致(图 2),8 种地被植物的净光合速率最大值依次为大叶萝芙木>扶芳藤>马蓝>假蒺>蜘蛛抱蛋>秋海棠>鸡尾木。其中蜘蛛抱蛋、假蒺的净光合速率日变化趋势相似,即均为“双峰”曲线,表明这三种植物均具有明显的“光合午休”现象。其中蜘蛛抱蛋第一次出现峰值是在早上 9:00,第二次峰值在 15:00,在早上 10:00 出现“光合午休”现象;假蒺第一次出现峰值在早上 10:00,第二次出现峰值在下午 15:00,在下午 13:00 出现“光合午休”现象。其他的 6 种地被植物红毛毡、秋海棠、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、马蓝的光合速率日变化趋势一致,即均为单峰曲线,不存在光合午休现象。红毛毡、秋海棠、鸡尾木和马蓝的净光合速率在 9:00 时达到峰值,扶芳藤、大叶萝芙木的净光合

速率在 13:00 时达到峰值。扶芳藤、大叶萝芙木的 Gs 呈明显的双峰形,均在 9:00 和 13:00 出现峰值。其他植物的峰形变化不明显。Tr 变化趋势呈现单峰曲线,变化均为先升高达到最大值后下降,红毛毡、秋海棠在 11:00 时出现最大值,蜘蛛抱蛋、扶芳藤、大叶萝芙木、鸡尾木、假蒺在 13:00 出现最大值,其最大值大小依次为大叶萝芙木>扶芳藤>马蓝>红毛毡>秋海棠>假蒺>鸡尾木>蜘蛛抱蛋。

### 2.5 不同地被植物的光响应曲线的比较

光响应曲线反映了植物光合速率随光照强度大小变化的趋势<sup>[9]</sup>。8 种地被环境的光合—光响应曲线变化趋势相同,随着光照强度的增加,净光合速率迅速增大,增大到一定值时逐渐稳定,呈现平滑的曲线(图 3)。各项参数的比较: AQE 大小依次为鸡尾木>红毛毡>蜘蛛抱蛋>大叶萝芙木>秋海棠>扶芳藤>假蒺>马蓝, Pnmax 大小依次为扶芳藤>马蓝>鸡尾木>大叶萝芙木>红毛毡>假蒺>秋海棠, ISP 大小依次为蜘蛛抱蛋、扶芳藤、大叶萝芙木、马蓝>鸡尾木>假蒺>秋海棠>红毛毡, ICP 大小依次为假蒺>鸡尾木>秋海棠>红毛毡>大叶萝芙木>扶芳藤>蜘蛛抱蛋>马蓝, Rd 大小依次为鸡尾木>红毛毡>假蒺>秋海棠>大叶萝芙木>蜘蛛抱蛋>扶芳藤>马蓝。决定系数可以反映光响应曲线的拟合效果,本文所采取的叶子飘模型的系数大多处于 0.99 左右,说明拟合效果较好。但有研究表明,模型的系数并不能作为评价拟合效果的唯一标准,仍需要根据拟合的参数进一步地分析比较。

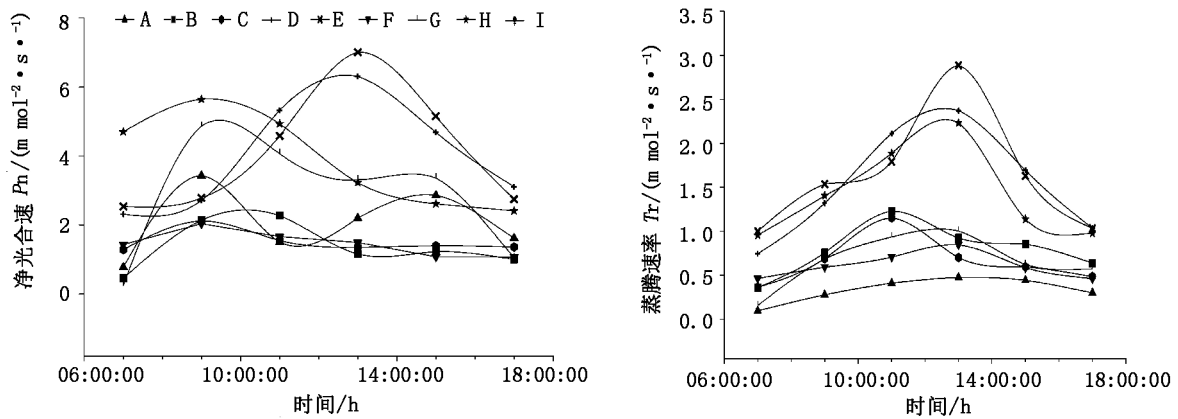


图 2 不同地被植物净光合速率和蒸腾速率

Fig. 2 Net photosynthetic rate and transpiration rate of different ground cover plants

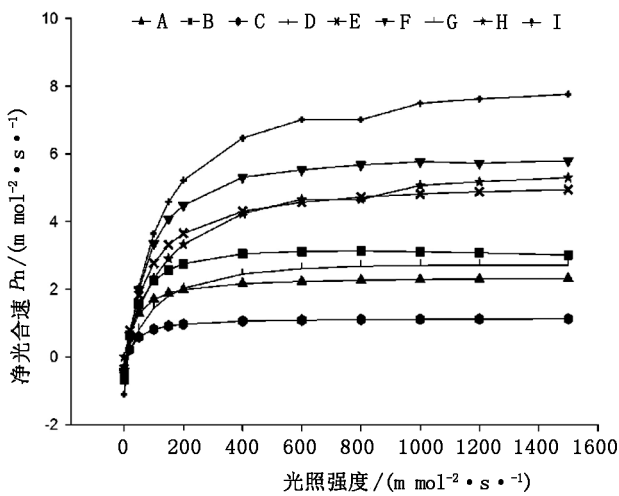


图 3 不同地被植物的光合—光合日变化

Fig. 3 Diurnal variation of photosynthesis in different ground cover plants

### 3 结论和讨论

从地被植物的增长量来看,首先 秋海棠的地

径、株高、冠幅与其他 8 种地被植物相比,具有显著差异;其次,蜘蛛抱蛋、马蓝的地径植物增长量显著高于秋海棠、假菱、水田七;扶芳藤、鸡尾木的株高增长量显著高于秋海棠、假菱、水田七与红毛毡;蜘蛛抱蛋、扶芳藤、鸡尾木的冠幅增长量显著高于秋海棠、假菱。从植物生长量增量的显著性分析可以看出,蜘蛛抱蛋、扶芳藤、鸡尾木、马蓝的生长情况最好,对环境的适应性较强;大叶萝芙木的生长情况一般;而秋海棠、红毛毡、假菱、水田七的生长情况最差,对环境的适应性差,这四种植物生长较差的原因可能是它们为阴生植物,不能适应强光照环境。

结合地被植物的生长状况、物候观察和地径、株高、冠幅的月变化来看,这 9 种地被植物的长势依次为蜘蛛抱蛋>扶芳藤>团花马蓝>大叶萝芙木>鸡尾木>水田七>红毛毡>假菱>秋海棠。本研究位于遮光度约为 20% 环境中,光照强度大导致有许多阴生植物不能正常生长,如秋海棠、红毛毡、假菱和

表 5 不同地被植物光响应曲线拟合参数

Tab. 5 Fitting parameters of light response curve of different ground cover plants

	表观量子效率 (AQE)	最大光合率 (Pnmax)	光饱和点 (ISP)	光补偿点 (ICP)	暗呼吸速率 (Rd)	决定系数
蜘蛛抱蛋	0.0810	2.3731	2500 ↑	4.6585	0.3311	0.9887
红毛毡	0.0941	3.1299	737	8.4139	0.6674	0.9843
秋海棠	0.0695	1.1534	865	11.5001	0.5434	0.9928
扶芳藤	0.0458	8.7957	2500 ↑	5.1280	0.2287	0.9932
大叶萝芙木	0.0711	5.2209	2500 ↑	5.5359	0.3527	0.9960
鸡尾木	0.1256	5.8102	1633	13.8293	1.4196	0.9991
马蓝	0.0387	5.8340	2500 ↑	0.0084	0.0003	0.9414
假菱	0.0442	2.7164	1238	15.5060	0.5789	0.9833

注: 2500 ↑ 表示数值在 2500 以上。

水田七,说明水田七、红毛毡、假萎、秋海棠等四种植物的生长可能需要一定的遮阴度才能正常生长或生长良好。因此,初步筛选适合作为园林地被植物的物种有蜘蛛抱蛋、扶芳藤、马蓝、大叶萝芙木及鸡尾木。观赏价值是一种植物是否适宜作为园林地被植物的直接体现,采用观赏质量评价标准对 9 种地被植物进行评分,发现马蓝、扶芳藤、蜘蛛抱蛋、大叶萝芙木及鸡尾木是园林地被植物的良好选择,这与上述的结论相符。

光合作用是植物生长发育的基础,能够为植物的生长提供必需的物质和能量,反映了植物利用水分和光能的情况。通过对植物光合作用的研究,能更好地了解植物对环境的适应性和水分的需求,对地被植物的管理和配置有重要意义。光合日变化直接反映了植物光合作用的日生产能力,是植物一天积累光合产物的基础<sup>[10]</sup>。光合作用贯穿植物生长发育的全过程,是生长发育的基础。而光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )、蒸腾速率( $T_r$ )等是鉴定植物对环境适应性的重要指标<sup>[11]</sup>。在外界环境一致的情况下,不同地被植物的净光合速率反映了不同地被植物的光合能力大小,蒸腾速率的大小直接决定土壤水分的多少<sup>[12]</sup>。大叶萝芙木、扶芳藤和马蓝的  $P_n$  值较高,光合生产能力强,对环境的适应力强,蜘蛛抱蛋、鸡尾木的  $P_n$  值比扶芳藤、大叶萝芙木、马蓝小,但  $T_r$  值处于最小值,说明其蒸腾速率小,蒸腾作用消耗的水分较少,作为园林地被植物可以少浇水。

植物的光合作用—光响应曲线是光合作用随着光照强度改变的反应曲线,对判定植物的光合能力非常有用<sup>[13]</sup>。至今为止,国内外学者建立了许多光合作用对光的响应模型<sup>[14]</sup>,这些模型广泛适用于植物生理生态等方面。本文采用叶子飘的直角双曲线修正模型对光合—光合曲线进行拟合。AQE 是弱光状态下的光响应曲线斜率,体现了植物对弱光的利用能力<sup>[15]</sup>;  $P_{nmax}$  指植株进行光合作用时所能达到的最大净光合速率,能反映出植物最大的实际光合能力<sup>[16]</sup>,是植物光合能力较强的表现因素<sup>[17]</sup>。红毛毡的光合利用区间比秋海棠和鸡尾木的稍大,能利用更强的光照进行光合作用,在 11:00 时净光合速率达到最大;扶芳藤和大叶萝芙木能利用强光进行光合作用,在 13:00 时光合速率才达到最大值,之后下降。由此可知,扶芳藤和大叶萝芙木的实际光合能力最强。对 ISP 和 ICP 而言,当植物有较高的 ISP 和较低的 ICP 时,表明此种植物的光能利

用区间较大,既能利用较强的光也能适应较弱的光照。ICP 和 ISP 能说明植物对光能的利用特性<sup>[18]</sup>,ISP 高低反映的是光合利用区间的大小,体现了植物对强光照的适应能力,而 ICP 反映的是植物利用弱光的能力,ICP 越低,植物对弱光的适应能力越强。ICP 还是判断植物耐荫性的一个重要指标,对园林植物的配置方式有指导意义。Rd 是植物在晚上无光下进行的呼吸作用并释放出二氧化碳的量,与叶片的生理活性有关<sup>[19]</sup>。暗呼吸速率越高,植物白天同化的碳水化合物消耗的就越多,植物积累的光合产物就越少。降低暗呼吸速率是提高植物光合产物积累的有效措施。此外,AQY 体现了植物进行光合作用时对光量子的利用能力,植物的 AQE 一般在  $0.04 \sim 0.07 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ <sup>[20]</sup>,9 种地被植物的 AQE 在  $0.04 \sim 0.12$ ,不同物种具有明显差异,但整体上对光能的利用效率均较强,其中鸡尾木对光能的利用效率最强,为 0.125 6,马蓝对光能的利用效率最差,只有 0.038 7。实际光合能力最强的是扶芳藤,为  $8.759 7 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,较强的有马蓝、鸡尾木和大叶萝芙木,接着是红毛毡、假萎和蜘蛛抱蛋。秋海棠和水田七的实际光合能力较弱,最弱的是秋海棠,为  $1.534 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ , $P_{nmax}$  值不到扶芳藤的 1/7。蜘蛛抱蛋、扶芳藤、大叶萝芙木、马蓝有较大的光饱和点和较低光补偿点,能利用强光也能利用弱光,光能利用区间大;鸡尾木、假萎和红毛毡、秋海棠有较小的光饱和点和较大的光补偿点,其能利用弱光不能利用强光,适合生活在阴暗处;水田七有较大的光饱和点和最小的光补偿点,理论上应该能适应强光,在弱光下也能生长,体现的是植物的实际光合能力,Rd 体现的是植物消耗碳水化合物的能力。两者共同反映了植物进行光合作用的实际产能。 $P_n$  越大,光合作用的能力越强,制造的有机物含量越多;Rd 越小,消耗的碳水化合物越少。综合各个参数考虑,扶芳藤、马蓝、大叶萝芙木的光合作用能力最强,其次是蜘蛛抱蛋和鸡尾木,这 5 种地被植物都能广泛地运用于园林地被中,红毛毡、秋海棠、水田七这三种在园林地被景观当中运用时要注意有一定的遮阴度,否则不能起到效果。

综上所述,9 种植物中最适合作为园林地被植物的三种植物分别为扶芳藤、马蓝、大叶萝芙木,其次为鸡尾木和蜘蛛抱蛋。

## 参考文献:

[1] 曹涤环,刘静. 地被植物在园林绿化中的应用[J]. 林

- 业与生态,2018(5):36-37.
- [2] 金萍,路征,杨丛喧,等. 地被植物蛇莓在廊坊地区园林景观中的应用分析[J]. 现代园艺,2018(18):122.
- [3] 唐东芹,杨学军,许东新. 园林植物景观评价方法及其应用[J]. 浙江林学院学报,2001(4):64-67.
- [4] 熊胎,陈榕,姜帅,等. 张家界市园林地被植物景观质量评价与应用研究[J]. 水土保持通报,2018,38(5):307-312.
- [5] 钱璐璜,许建新,雷江丽. 8种野生地被植物光合及蒸腾耗水特性研究[J]. 广东园林,2016,38(5):66-70.
- [6] 叶子飘. 光合作用对光和 CO<sub>2</sub> 响应模型的研究进展[J]. 植物生态学报,2010,34(6):727-740.
- [7] 李玉芝,刘玮,黄滔,等. 3种箬竹属植物光合特性的比较[J]. 经济林研究,2016,34(2):126-130.
- [8] 张永平,张英华,王志敏. 不同供水条件下冬小麦叶与非叶绿色器官光合日变化特征[J]. 生态学报,2011,31(5):1312-1322.
- [9] 安宇宁. 半干旱地区 15 种阔叶树的光合蒸腾作用分析[J]. 防护林科技,2018(8):11-12,15.
- [10] 朱文旭,张会慧,许楠,等. 间作对桑树和谷子生长和光合日变化的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(7):1817-1824.
- [11] 高娟,王志红,卫永太. 晋中市引种 5 种园林地被植物的耐荫性研究[J]. 山西林业科技,2018,47(2):34-37.
- [12] 张继红,丁雪丹,梅雅茹,等. 干旱胁迫对 5 种花镜植物光合生理特性的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2019(4):92-98.
- [13] 蒋高明,何维明. 一种在野外自然光照条件下快速测定光合作用—光响应曲线的新方法[J]. 植物学通报,1999(6):712-718.
- [14] SHARP R E, MATTHEWS M A, BOYER J S. Kok effect and the quantum yield of photosynthesis - light partially inhibits dark respiration [J]. Plant Physiology, 1984, 75(1):95-101.
- [15] 童方平,徐艳平,等. 湿地松优良半同胞家系光和 CO<sub>2</sub> 响应曲线特征参数的变异规律[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2009,33(1):54-58.
- [16] 何仲坚,熊咏梅. 四种藤本植物光合作用及影响因子分析[J]. 广东园林,2016,38(5):78-80.
- [17] 张婷婷,郭太君. 白檀光合作用光补偿点和光饱和点的研究[J]. 黑龙江科学,2017,8(2):156-157.
- [18] 王爱民,祖元刚. 大兴安岭不同演替阶段白桦种群光合生理生态特征[J]. 吉林农业大学学报,2005(2):190-193.
- [19] 段萌,杨伟才,毛晓敏. 覆膜条件下水分亏缺对春小麦光合特性影响及光响应模型比较研究[J/OL]. 农业机械学报,2017(12):1-12.
- [20] ZHAI Z X, GUO Y H, MA Y Z, et al. Physioecology of Plant[M]. Fifthed. Beijing: China Agricultural University Press, 1997:67-78.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 175 页)

#### 4.4 推广机制

为提高林农种植珍贵树种的积极性和主动性,加快“全国珍贵用材林储备基地”建设步伐,发展珍贵用材树种可结合当前林业生态建设项目同步实施,给予造林户一定的资金补助,使珍贵树种产业得到可持续发展。根据勐腊县现行的国家和地方林业政策,目前实施的林业生态建设项目有天然林保护工程(人工造林项目)、退耕还林工程、低效林改造项目及“全国珍贵用材林储备基地”项目等,可将部分生态建设项目因地制宜地安排给林农和其他种植户实施。同时,将发展珍贵树种纳入城镇绿化、新农村建设和林业中长期发展规划之中<sup>[5]</sup>。另外,可采取出让国有荒山或以“公司+基地+农户”的形式引进企业和资金,以宜林荒山造林、生态茶园套种、低效林改造和高海拔区域实行退胶替种等形式大力发展珍贵用材林,真正实现珍贵树种产业的经

济、社会和生态三大效益。

#### 参考文献:

- [1] 黄海燕,戴益源,孙亚丽. 勐腊县珍贵用材林发展可行性研究及树种规划概述[J]. 林业资源管理,2014(5):107-114.
- [2] 冯建国,周志春. 关于亚热带地区珍贵用材树种培育的几点思考[J]. 浙江林业科技,2009,29(1):74-78.
- [3] 朱先成,张劲松,龚江红,等. 交趾黄檀在西双版纳的引种生长表现和发展前景展望[J]. 林业调查规划,2019,44(3):148-151.
- [4] 朱积余,梁瑞龙,蒋焱. 广西优良珍贵树种发展的现状、问题与对策[J]. 广西林业科学,2007,36(1):1-4.
- [5] 刘福云,鄢武先,陈守庭,等. 国内外珍贵树种用材林发展动态及其在四川省的发展现状[J]. 四川林业科技,2009,30(5):63-68.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.035

## 贵州师范大学地被植物资源及其园林运用研究

郭贵香, 秦 华

(西南大学园艺园林学院, 重庆 北碚 400715)

**摘要:**采用外业实地调查、内业数据分析整理及照片拍摄的方法,对贵州师范大学校园里的地被植物资源现状进行调查,并对其园林应用配置现状进行评价。结果显示:校园内的地被植物包括一二年生花卉、多年生宿根花卉、攀援地被植物、灌木类地被植物及水生类地被植物 5 类;园林地被植物具有因地制宜,适地适树,性质与功能合理配置,植物季相景观营造,满足园林造景艺术性等 4 个配置特点。针对校园地被植物应用中存在的不足,提出实行生态配置,丰富植物的群落层次和季相变化,加强地被植物的调整和养护等改进建议。

**关键词:**地被植物;应用现状;配置特点;植物群落;景观结构;贵州师范大学

中图分类号:S731.9;S718.521.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0184-06

引文格式:郭贵香,秦华. 贵州师范大学地被植物资源及其园林运用研究[J]. 林业调查规划,2020,45(1):184-189,196.

GUO Guixiang, QIN Hua. Resources and Application of Ground Cover Plants in Guizhou Normal University[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1):184-189,196.

## Resources and Application of Ground Cover Plants in Guizhou Normal University

GUO Guixiang, QIN Hua

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

**Abstract:** By means of field investigation, data analysis and photo shooting, the current situation of ground cover plant resources in the campus of Guizhou Normal University was investigated and evaluated. The results showed that the ground cover plants in the campus included one or two year old flowers, perennial flowers, climbing plants, shrub and aquatic plants. The ground cover plants in the garden had four configuration characteristics, which were suitable trees for local conditions, reasonable configuration of properties and functions, plant seasonal landscape construction, and satisfying the art of landscape architecture. In view of the deficiencies in the application of ground cover plants in campus, some suggestions were put forward, such as implementing ecological allocation, enriching the community level and seasonal changes of plants, and strengthening the adjustment and maintenance of ground cover plants.

**Key words:** ground cover plants; application status; configuration characteristics; plant community; landscape structure; Guizhou Normal University

收稿日期:2019-07-08;修回日期:2019-07-22.

第一作者:郭贵香(1996-),女,贵州安顺人,研究生.研究方向:园林植物造景设计与景观规划.

社会的高速发展提高了生活水平,但是同时也带来了很严重的环境污染问题,如城市垃圾、大气污染、雾霾、全球变暖等。现如今,我们面临的问题变得越来越严重,采取有效措施治理这些问题刻不容缓。现在每个城市都在积极地进行节能减排和绿色治理双管齐下的治污方法,其中,较重要的就是园林绿化。基于此,地被植物在园林景观中的应用价值被挖掘出来,且迅速得到了重视和普及<sup>[1]</sup>。

## 1 地被植物概况

### 1.1 地被植物定义及作用

地被植物是指植株低矮且株丛密集,能快速覆盖地面,具有很强的扩展性,兼具使用价值和观赏价值,高度在 1 m 左右及以下的木本、草本、藤本植物<sup>[1]</sup>。地被植物因为容易栽植,能净化空气、美化环境,具有很高的观赏性,能对城市的生态系统建设起到较好的改善作用,成为了园林绿化中不可缺少的一部分<sup>[2]</sup>。地被植物的种类繁多,可在园林中应用的观赏价值较高的种类也数不胜数。地被植物个体小、种类多、生长速度快,弥补了乔木生长缓慢、下层空隙大的不足,在短时间内可收到较好的观赏效果,减少人工养护所花费的精力。随着生态园林建设步伐的加快,地被植物越来越受到了园林界的重视。

### 1.2 地被植物研究动态

地被植物的研究工作已开展近 50 年,不少国内外学者意识到地被植物的重要性,着手研究其生长特性,如耐阴性、抗旱性、抗寒性等,同时注重引种和驯化,增加地被植物资源。近年来,国内在地被植物资源开发方面也做了一些研究,地被石竹、连线草、蛇莓、过路黄等一些资源均受到人们的重视,其中地被菊的研究较多,而且在北方园林中也得到了应用。辽宁省林业学校实验苗圃自 1966 年引进美国地被石竹,进行建植观赏草坪的栽培试验,从叶片质地、抗旱性、抗热性、抗寒性、抗病性、耐践踏、花色、绿期及与杂草竞争能力方面,对其进行评价,认为地被石竹建植草坪成本低,后期管理粗放、适应性广泛,是优良的绿化品种。张艳敏 4 年的栽培试验表明,连线草具有占领地盘、减少杂草的优势,能起到减少地面尘土飞扬和水土流失等作用<sup>[3]</sup>。苏雪痕对杭州配置于槭树下的杜鹃进行耐阴性的研究,认为槭树叶浓密,而杜鹃的耐阴性并不像人们印象中那样好,配置时应注意。关于地被植物在园林中的应用原

则,俞洋认为是要利用地被植物的高密度种植,“覆盖整个地表”使野草失去竞争能力<sup>[4]</sup>。

目前,对于地被植物的研究主要集中于品种选择、景观设计和应用上,而关于南方地区高校的地被植物研究涉及较少。本研究通过对贵州省属重点大学——贵州师范大学的实地调查,整理统计数据,对贵州师范大学的地被植物种类资源和设计应用进行分析评价,并对地被植物的推广应用提出建议,从而提高贵州师范大学校园的整体绿化水平和景观效果,为贵州地区高校合理种植地被植物提供理论依据。

## 2 调查地点概况

贵州师范大学位于花溪大学城,四周交通便利,学校群山环绕,绿树成林,校园环境优美,植物景观丰富,四季有景,绿化率约 49%,是贵阳绿化美化的先进单位。2015 年 3 月—2018 年 9 月对贵州师范大学种植的地被植物种类品种及应用情况进行调查研究。采用外业实地调查、内业数据收集整理及照片拍摄的方法,对该地地被植物的设计和应用进行调查,包括其配置模式及植物的生态群落等方面。

## 3 调查方法

调查整个校园的地被覆盖物,调查路线从南入口开始,顺时针沿主要道路行进。调查区域涵盖所有主要校园道路、二级道路、教学区、办公区、宿舍区、池畔、山坡绿化,校园内的点、线和表面均得到有效覆盖。调查内容包括地被植物品种、应用形式和生长情况,记录其基本信息、物种生长状况,拍摄一些主要的照片。

## 4 结果和分析

### 4.1 地被植物种类

经过 3 年的实地调查统计,按照地被植物的性质类型,将校园内的地被植物进行归纳,其中包括一二年生花卉(占 1.5%)、多年生宿根花卉(占 5.5%)、攀援地被植物(占 3.8%)、灌木类地被植物(占 87%)、水生类地被植物(占 2.17%)5 类(表 1)。

据调查显示,贵州师范大学校园地被绿化植物中灌木类地被植物占比较大。矮生灌木类地被在园林植物中是一个很大的类群,其中植株低矮、枝条开展、茎叶茂盛、匍匐性强、覆盖效果好的种类、变种、品种是组成植物群落下层不可缺少的类型,作为地

表 1 贵州师范大学主要地被植物资源

Tab. 1 Main ground cover plants in Guizhou Normal University

类型	品种名	拉丁学名	科属	花期/月
一二年生花卉	波斯菊	<i>Cosmos bipinnata</i>	菊科秋葵属	6-8
多年生宿根花卉	松果菊	<i>Echinacea purpurea</i>	菊科松果菊属	5-10
	麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i>	百合科麦冬属	5-9
	红花酢浆草	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	酢浆草科酢浆草属	3-4
	车轴草	<i>Trifolium</i> Linn	豆科车轴草属	5-10
	葱莲	<i>Zephyranthes candida</i>	石蒜科葱莲属	5-11
	吉祥草	<i>Reineckia carnea</i>	百合科吉祥草属	7-11
	马鞭草	<i>Verbena officinalis</i>	马鞭草科马鞭草属	6-8
	美女樱	<i>Verbena hybrida</i> Voss	马鞭草科马鞭草	5-11
	萱草	<i>Hemerocallis fulva</i>	百合科萱草属	5-7
	玉簪	<i>Hosta plantaginea</i>	百合科玉簪属	8-10
	攀援地被	五叶地锦	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	葡萄科地锦属
常春油麻藤		<i>Mucuna sempervirens</i> Hemsl	豆科豇豆属	4-5
灌木地被	月季	<i>Rosa chinensis</i>	蔷薇科蔷薇属	5-11
	栀子	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	茜草科栀子属	3-7
	迎春	<i>Jasminum nudiflorum</i>	木犀科素馨属	2-4
	金叶女贞	<i>Ligustrum×vicaryi</i> Hort	木犀科女贞属	6
	小叶黄杨	<i>Buxus sinica</i> var. <i>parvifolia</i>	黄杨科黄杨属	4-5
	金边大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i> Levl	卫矛科黄杨属	3-4
	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>	柏科侧柏属	3-4
	春鹃	<i>Rhododendron simsii</i> &R. spp	杜鹃花科杜鹃花属	4-5
	绣线菊	<i>Spiraea salicifolia</i>	蔷薇科绣线菊属	6-8
	多花蔷薇	<i>Rosa multiflora</i> Thunb	蔷薇科蔷薇属	5-6
	南天竹	<i>Nandina domestica</i>	小檗科南天竹属	3-6
	蔓长春花	<i>Vinca major</i>	夹竹桃科蔓长春花属	3-5
	红花檵木	<i>Loropetalum chinense</i>	金缕梅科檵木属	4-5
	红叶石楠	<i>Photinia×fraseri</i> Dress	蔷薇科石楠属	5-7
	丝兰	<i>Yucca smalliana</i> Fern	百合科丝兰属	9-11
	八角金盘	<i>Fatsia japonica</i>	五加科八角金盘属	10-11
	萼距花	<i>Cuphea hookeriana</i> Walp	千屈菜科萼距花属	全年
	小檗	<i>Berberis thunbergii</i>	小檗科小檗属	4
	金丝桃	<i>Hypericum monogynum</i>	藤黄科金丝桃属	6-7
	山茶	<i>Camellia japonica</i>	山茶科山茶属	1-4
水生地被	睡莲	<i>Nymphaea alba</i>	睡莲科睡莲属	5-9

被有其它地被植物所不及的优点:矮生灌木生长期长,不用年年更新,管理也比草本植物粗放,移植、调整方便,大部分品种可以通过修剪进行矮化定向培育,一般均具有木本植物的骨架,形成群落比较稳定。校园内灌木地被主要以栀子花、八仙花、金边大叶黄杨、红花檵木、山茶等为主(图 1)。

同时,校园内对于多年生宿根花卉的运用也在不断地增加,原来只有草坪覆盖的地区,现在大多被宿根花卉的组合所代替,有些则是由草坪结合宿根花卉来共同营造校园景观。多年生宿根花卉一年种植,多年观赏,花卉种类繁多,色彩极其丰富。此外,宿根花卉比一二年生花卉有着更强的生命力,而且





图 1 贵州师范大学主要开花灌木

Fig.1 Main flowering shrubs in Guizhou Normal University

节水、抗旱、省工、易管理,合理搭配的品种完全可以达到“三季有花”的目标。宿根花卉的运用反映了人们追求自然、崇尚自然的现代理念。对于营造校

园景观,美化校园环境具有举足轻重的作用。校园内运用较多的宿根花卉主要有萱草、马鞭草、吉祥草、车轴草等(图 2)。



图 2 贵州师范大学主要多年生花卉

Fig.2 Main perennial flowers in Guizhou Normal University

#### 4.2 地被植物配置特点

##### 4.2.1 因地制宜,适地适树

因各个地区地理环境不同,地被植物所适宜的立地环境也有所差异。因此,在地被植物配置中也需遵循“因地制宜、适地适树”的原则。这就要求在选择地被植物时,需要明确周边的种植立地条件,植

物与周边环境的关系。在充分了解地被植物的各方面生长习性的基础上,遵循园林艺术的规律,对植物进行合理的配置和应用。贵州师范大学夏季雨水天气较多,土层较薄,易被雨水冲刷,应选择适宜当地气候且固土性较强的乡土植物,能有效保持水土。同时,也可以结合栽植引种驯化过且外型美观的植

物,这样既能满足功能上的要求,也能满足广大师生视觉上的美感。2015年,学校的大片林下景观均为草坪或是裸露的土壤,严重影响了全校的景观效果。后经改良,运用了大量的本地植物结合一些外来品种,学校的地被景观得到了极大的改善,大面积裸露的土壤已很难看见。

#### 4.2.2 性质与功能的合理配置

在地被植物的选择和布局形式上,除因地制宜外,还需要考虑其服务对象的功能性。校园在主要休息区、生活区栽植大量喜光、色泽鲜亮、耐践踏的地被植物,形成多形式的活动空间。在学校大门处的地被植物,主要选择植株低矮,景观效果好的灌木地被来进行装点,色彩对比鲜明,有极强吸睛效果,但以不遮挡入口为宜。在停车场通道和建筑物两旁,校园里主要选择耐阴性较好的地被,如八角金盘,长势良好,对环境美化作用较强。校园道路两侧人流量较大,除配置有一些草本花卉外,主要选择吸烟除尘较强的植物来吸附灰尘,从而减轻尘土飞扬的情况。校园里面山体较多,部分山体裸露,主要通过栽植爬山虎和常春油麻藤来进行攀附遮挡,油麻藤攀附和生长能力较强,成景效果快。

#### 4.2.3 植物季相景观营造

植物景观随时间变化而产生更替是植物配置的要害之一。植物个体或群落在不同的时间段都会产生不同的变化,一年四季不同季节的色彩变化,给人强烈的季相美感受。在贵州师范大学的校园内,植物的季相景观营造也比较丰富。春天百花齐放,多年生宿根花卉竞相争芳,给大地装点上五颜六色的彩衣,展现出一片生机盎然的景象。夏季时校园绿树成荫,于此时开花的地被植物为校园增添花色,阵阵清香,正好相得益彰。秋季树叶变色,季相变化在此时最为明显。校园内的地被开花植物主要以葱兰和菊科植物为主,部分灌木地被植物呈变叶状态,交相辉映。冬季宿根花卉大多枯败,部分常绿灌木地被减轻了校园景观的萧条,但因为缺少花的装点,校园缺乏生机景观。总体来说,基本能做到三季有花、四季有景。

#### 4.2.4 满足园林造景的艺术性

园地被植物在布局上不仅要满足功能性,而且需要形成不同的景观,给人以视觉、听觉、嗅觉上的美感,属于艺术美的范畴。因此,如何合理地地对地被植物进行搭配,符合园林美的规律也是需要考虑的<sup>[5]</sup>。在贵州师范大学图书馆前的花坛,运用修剪过的灌木地被来凸显校园的文化氛围,四周种上一

些多年生的草本花卉,整体吸人眼球。在教学楼周边种上栀子,开花时节,教室一片香气袭人,嗅觉上的美感得到了极大的满足。大门及道路两旁,通过整齐排列的地被植物,给人一种美观、大方的感觉。通过这些地被植物的应用,让校园植物的景观层次更加丰富,校园的环境也越发优美宜人。

## 5 存在问题及建议

### 5.1 存在问题

#### 5.1.1 地被植物物种单一,缺乏植物功能性运用的指导原则

通过调查发现,校园内的景观设计未进行总体规划,绿化后于建筑,仅作为一种陪衬物,而且地被植物并未受到重视,种类较少且以绿色为主。校园的各大功能分区中除大门入口处外都没有根据各区的特点来进行分类种植,缺乏明确的区域景观主题,总体上来说缺乏一定的识别特征。

#### 5.1.2 地被植物应用方式不充分,植物群落景观单调,缺乏生态性

贵州师范大学对于灌木类地被应用较多,忽视了草本类植物的搭配应用。基本的配置模式为底下草坪、中间灌木、上层乔木。有些则是下层灌木、上层乔木,造成了植物群落景观单调,空间层次不足,生态群落的稳定性较差。部分地方为满足功能的要求,大片铺设草坪,缺少地被植物景观的配置,降低了校园的绿量。学校的护坡植物基本上以长春油麻藤为主,攀援地被过于单调,景观效果缺少变化。近年来,在专业老师的带动下,学校开始开展了一些花镜的营造工作,增加了物种的多样性,配置层次得到了一定的提高,但距离达到景观的规划效果来说还任重而道远。

#### 5.1.3 地被植物分布不均,生长缺乏管理

校园内的地被植物呈现分布不均的情况,部分地段地被植物生长良好,景观效果优良。有些地段则没有地被植物覆盖,或者长势较差。校园空旷地段多为大面积草坪,上面野草丛生。草坪的使用寿命很短,环境适应性较差,克服这些困难都在无形中增加了学校的管理费用。开挖的水池地被植物只有睡莲零星分布,水生植物的运用品种量少质差。近两年来学校已经开始在草坪上种车轴草、波斯菊等地被植物来改善景观环境,增加了宿根花卉的使用来美化校园环境。这些措施都起到了很大的作用,但总体地被植物的分布还是不平衡,差异较大,养护管理水平还有待提高。

## 5.2 改进建议

### 5.2.1 以功能区为划分,实行生态配置

根据校园各功能分区来指导植物的配置,以突出校园地域文化为主体,严格划分和选用不同分区的植物物种。在选择地被植物造景时,必须了解该地的环境因子,然后选择能够与之相适应的地被植物,根据选用的地被植物的生态习性、生长速度与长成后可达到的覆盖面积与乔、灌、草合理搭配,使各种生物各得其所,构成和谐、稳定、长期共存的植物群落,使其景观更具生态性。在林下空间,为避免形成空地或秃斑景观,则需选择耐阴性较高的植物,如山麦冬、沿阶草、蕨类植物,其比草坪更容易成活,且蕨类植物在冬季也不会丧失观赏价值。在光线较好的区域,如公共活动区域,可选择颜色鲜艳的开花地被植物,如一串红、鸡冠花、佛甲草等;在岩石上可以通过虎耳草、络石和蕨类植物营造岩生地地被植物景观;在水池边,可以栽植一些旱伞草、水葱等,在水体中间构筑花坛或树池时,要选择一些耐湿的地被植物种类,如肾蕨、花叶芦竹、千屈菜、花叶杞柳、鸢尾等。丰富植物的立面空间层次,增强其生态稳定性<sup>[6]</sup>。

### 5.2.2 丰富植物的群落层次和季相变化

丰富的植物群落能保证景观的长效性,节约管理成本。地被植物作为校园绿化的最底层,是为更好地突出上层乔木、灌木的植物特征,通过与上层植被的合理、协调搭配,使整体群落层次分明。在较高的常绿乔木绿地处,可选择较高的观花地被植物,如玉簪、萱草等,能增强林相,拓宽景深,形成明显的分层结构。在灌木堆积较多的地块,可以片植较低矮的地被植物,如三叶草、紫花地丁等。乔、灌木品种较稀少时,可以选择从植、片植宿根花卉或一二年生花卉来营造丰富的季相景观植物群落,如矮牵牛、石竹、瓜叶菊、四季秋海棠等。学校秋季的开花花卉较少,应适当引种一些菊科的植物,菊科植物在秋季正值盛花期,花色繁多,可以弥补景观效果的不足。

### 5.2.3 加强地被植物的调整、病虫害防治和后期养护

地被植物的栽培期较长,其生长效果可能会因为环境的改变而不同,为达到设计的观赏、覆盖效果,必须要对其进行适当的调整、病虫害防治和管理。调整即对那些种植结构和分布格局单一或分散的植物进行一定比例的适当搭配,调节其稠密程度,不断适应环境的变化和需要。

园林地被植物面积较大,病虫害防治总体以预

防为主,进行综合治理,同时需要加强对校园植物病虫害的监控预警力度,分析病虫害类型及影响范围,及时地采取应对植物病虫害的措施<sup>[7]</sup>。对于病虫害措施要尽量以生物防治技术为主,用生态系统中的自然法则来进行病虫害的防控,减少化学农药的使用,促进生态系统的良性发展。园林植物后期的有效管理也有利于减少植物病虫害。贵州位于西南地区,极端天气以暴雨为主,进行地被植物栽种时要建立良好的排水系统和有效的施肥体系,雨水来临时尽快排走,以免地被植物根系被大面积淹没,造成大面积死亡。同时清除土壤基质中残留的可能引发病虫害的虫卵和杂草,对极易产生的病虫害,如立枯病、灰霉病、蚜虫、红蜘蛛等<sup>[8]</sup>,及时地对源头进行治理,以免加大后期管护工作量和资金投入。

地被植物的养护相比起草坪来说简单得多,需要保持足够的养分供给植物生长,定期给一个稠密的、竞争的植物群落施肥是必要的,通常做法是与叶营养的供给一起考虑,定时除草,地被植物才能保持较好的生长势头。所以,要取得好的地被景观效果,就必须合理地调节和改变植被的分布格局、组成与结构,定期对植物进行养护管理和病虫害防治,植物才能不断地朝着功能与景观相统一的良性生态系统方向发展。

## 6 结语

地被植物作为园林绿化中的重要材料,在校园景观中起着重要的作用,其能有效保持水土、分隔空间、屏障视线、节约资源,应增加校园植物多样性,维护校园景观的生态稳定性。地被植物作为一种重要的植物造景资源,在未来也会得到不断的开发和应用。各高校在借鉴配置时,都需要结合自身地理环境、校园文化和办学特色等因素,进行合理科学的搭配和适当设计,并进行相应的病虫害防治、管理和养护,从而达到美化校园,提高校园的景观、生态和社会效益的目的。充分展现地被植物的价值,创造出最优的地被植物群落景观。

## 参考文献:

- [1] 徐宁. 地被植物在园林景观中的应用[J]. 四川水泥, 2018(2):294.
- [2] 王爱超. 园林绿化景观中地被植物的应用及作用研究[J]. 智能城市, 2015, 1(1):62-63.

(下转第 196 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.036

# 基于感知和行为视角的校园滨水景观偏好研究

——以福建农林大学观音湖为例

高雅玲<sup>1,2</sup>, 张铭桓<sup>2</sup>, 陈凯旋<sup>1</sup>, 叶沐涵<sup>1</sup>, 邓诗靖<sup>1</sup>, 黄河<sup>2</sup>

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

**摘要:**基于人群感知和行为视角,以福建农林大学观音湖为研究对象,通过拍照试验、访访问卷、扫描观察收集数据,采用词频分析、照片分析、GIS 技术分析,分析景观元素、景观感知以及驻留点、观景点、景点、视线廊道的空间特征,以获得游览者对滨水景观偏好特征,采用核密度分析,得到游客景观热点的分布。结果表明,词频分析预测出游客关注湖区丰富的景观元素,以静态观赏和行进式观赏方式游览观音湖,舒适的湖区环境让游客感到心情愉悦、平静;空间角度,游览者的驻留点分布与观景点分布具有显著的一致性,表明优美的空间环境和良好的观景位置有利于游客驻留行为的产生;游览者对滨水景观的偏好是由“丰富性—功能性—特色性”三大属性特征相互协调、影响而形成的三维耦合结构模型。

**关键词:**滨水景观;景观偏好;驻留空间;词频分析;核密度分析;三维耦合结构模型;观音湖

中图分类号:S731.9;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0190-07

**引文格式:**高雅玲,张铭桓,陈凯旋,等. 基于感知和行为视角的校园滨水景观偏好研究——以福建农林大学观音湖为例[J]. 林业调查规划,2020,45(1):190-196.

GAO Yaling, ZHANG Minghuan, CHEN Kaixuan, et al. Preference of Campus Waterfront Landscape Based on Perception and Behavior——A Case Study of Guanyin Lake in Fujian Agriculture and Forestry University[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 190-196.

## Preference of Campus Waterfront Landscape Based on Perception and Behavior

——A Case Study of Guanyin Lake in Fujian Agriculture and Forestry University

GAO Yaling<sup>1,2</sup>, ZHANG Minghuan<sup>2</sup>, CHEN Kaixuan<sup>1</sup>, YE Muhan<sup>1</sup>, DENG Shijing<sup>1</sup>, HUANG He<sup>2</sup>

(1. Jinshan College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** Based on the perspective of perception and behavior, this paper collected data by photographing experiment, interview questionnaire, and scanning observation, used word frequency, photo and GIS technology to analyze the spatial characteristics of landscape elements, landscape perception, lingering

收稿日期:2009-08-28.

基金项目:2019 年福建农林大学金山学院应用型学科建设项目(yx190601);2018 年国家级大学生创新创业训练项目(201814046001);  
2018 年国家级大学生创新创业训练项目(201814046004).

第一作者:高雅玲(1986-),女,福建漳州人,博士,讲师. 从事风景园林规划研究. Email:gaoyal@126.com

责任作者:黄河(1986-),男,江西樟树人,博士,讲师. 从事风景园林规划设计研究. Email:fafuhh@126.com

places, viewing places, scenic spots and sight corridors of Guanyin Lake in Fujian Agriculture and Forestry University, which could obtain the tourists' preference of waterfront landscape, as well as used the kernel density analysis to get the distribution of hot landscape. The results showed that predicted by the word frequency analysis, tourists paid attention to the rich landscape elements in the lake area, and visited Guanyin Lake in a static viewing and traveling manner, in which the comfortable environment made tourists happy and calm. From the perspective of space, the distribution of visitors' lingering place was significantly consistent with the distribution of scenic spots, indicating that the beautiful space environment and good viewing location were conducive to tourists. The tourists' preference of waterfront landscape was a three-dimensional coupling structure model formed by the coordination and influence of the three attributes of "richness—functionality—characteristics".

**Key words:** waterfront landscape; landscape preference; lingering place; word frequency analysis; kernel density analysis; three-dimensional coupling structure model; Guanyin Lake

校园滨水区域是师生和附近居民重要的景观游憩场所,从使用者视角对其偏好进行研究有利于营造良好的滨水空间。校园滨水景观作为师生课余阅读、游憩活动的重要场所,对高等教育功能与目标的实现具有重要的作用。然而,校园景观设计过程中往往是设计师单方意愿的设计表达,或是按甲方需求的“气派、统一、文化、秩序”等进行规划设计,忽略了空间使用者主体师生群体的感受和使用需求,导致结果与设计出发点相悖。从使用者角度研究校园滨水景观特征,有利于摒除传统的从功能设计决定需求,转而把握实际需求再设计功能,对提升空间品质 and 使用者感知具有重要作用。

当前学术界关于滨水景观,在尺度上的研究多着眼于城市大型的湖泊、水系等滨水空间,对于特定的小型滨水空间研究较少<sup>[1-3]</sup>。在研究内容上侧重滨水空间环境规划与设计、滨水区的生态保护、滨水区植物景观评价、滨水区视觉景观评价、游憩功能开发及旅游资源等方面的研究,鲜有从使用者的行为和感知角度对滨水景观空间、景观偏好及其对景观设计影响的探讨<sup>[4-7]</sup>。根据感知理论,景观感知是视觉、听觉等多方式刺激的结果,是使用者对某一景观空间的视觉、情感的综合表现。不同的景观偏好、文化背景、景观类型和资源价值等影响景观感知,其对人性化景观空间设计具有借鉴意义<sup>[8]</sup>。

为优化校园滨水空间,提升校园师生的体验品质,本研究以福建农林大学观音湖为研究对象,采用拍照实验、访谈问卷、扫描观察 3 种方法,了解师生在观音湖滨水空间的行为类型、心理感知、关注的景观元素,并归纳得出人们对滨水景观元素的偏好、滨水空间的偏好及其结构模式,旨在为校园滨水景观建设提供借鉴。

## 1 研究区概况

研究区观音湖位于福建农林大学金山校区北部,是校园水域面积最大的水体景观,也是校园主景之一<sup>[9-10]</sup>。湖区呈较规整的长方形,东西长 368 m,南北宽 232 m,水域面积达 7 hm<sup>2</sup>,四周以校园车行道为界。景观设计继承了传统“一池三山”造园思想,东南的湖心岛和西北、东北 2 个人工堆筑的生态岛构成了“一池三山”的景观格局(图 1)。湖区中部的求知路和春晖桥形成了联系南北两侧的重要步行道,同时将湖面分为东西 2 个子湖面,湖区西侧有木栈道、映红轩景观长廊,进一步划分了西侧子湖面,加强了湖景的景观层次。研究区植物物种多样,包括了乔木 20 多种,227 株,地被 30 多种,11 万株,水生植物 60 多种,12.5 万株。丰富的植被类型与多样的景观建筑小品构成了观音湖优质的景观空间,吸引了大量的师生和附近居民的游赏兴趣,这些良好的景观空间与众多的游客是本研究的基础。

## 2 研究方法

### 2.1 拍照实验法

2018 年 6—7 月,上午 8:00—11:00,下午 2:30—7:00,邀请观音湖游客参与拍照实验,使其在游览过程中用手机拍摄自己喜欢的景点,并在给定的平面图上标注观景位置(即观景点)及景点位置,在游览结束后选择最喜欢的 10 张照片即最喜欢的 10 个景点照片提交。整个实验分 4 次完成,共邀请 60 位游客参与,收到照片 600 张。将每张照片的观景点及景点的位置注记平面图中,采用 ArcGIS 软件进行矢量化,进行核密度分析,得到游客观赏位置的热点分布,热点值高的即是游客偏好驻留空间和景点。

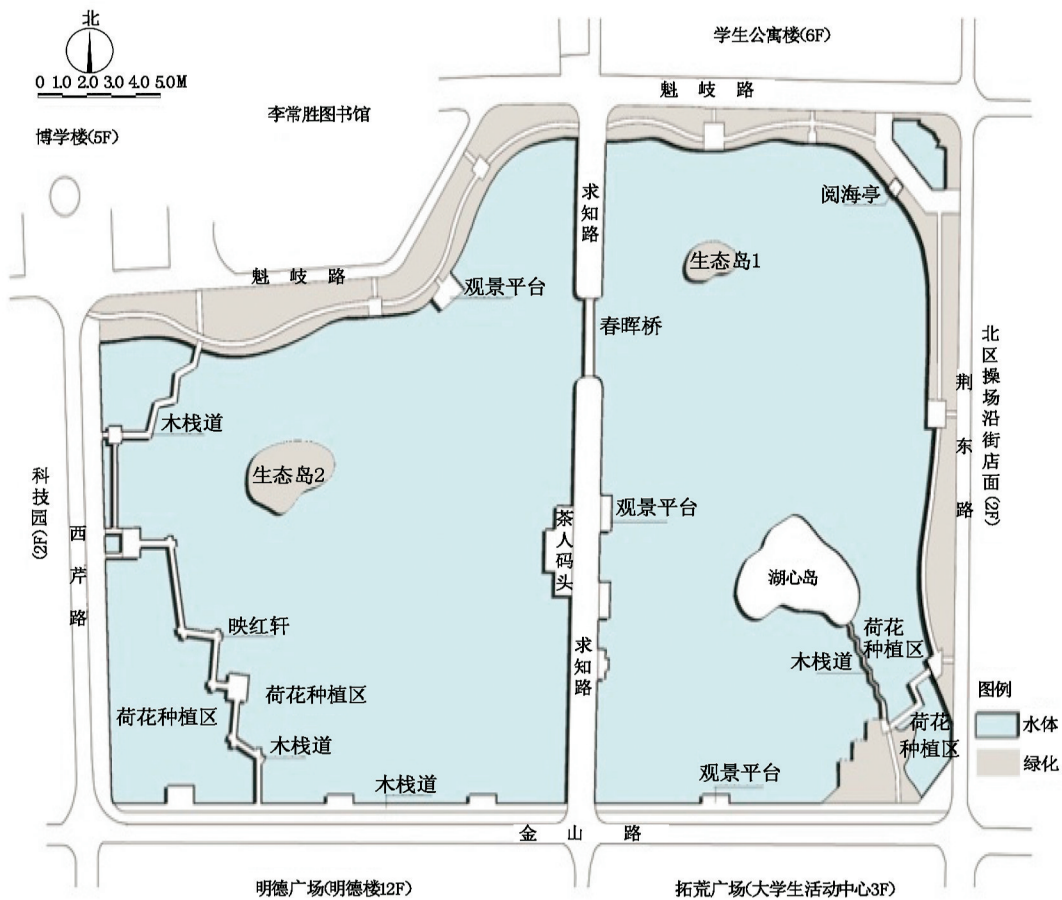


图 1 观音湖景观位置

Fig. 1 Location of Guanyin Lake

### 2.2 访谈式问卷法

结合提交的照片对游客进行访谈式问卷调查,旨在了解每张照片拍摄的原因、拍摄内容、描述当时拍摄的情景等。通过词频分析软件对收回的有效问卷进行词频统计分析,提取关键词,初步预测参与者对观音湖景观的感知与偏好。

### 2.3 扫描式观察法<sup>[11]</sup>

在非上课时间对观音湖进行扫描式观察,记录湖区游客驻留(包括坐、停留)、步行的行为、地点、时间等,累计收集到 540 个有效活动记录信息,运用 GIS 进行统计分析,统计各类型活动的空间分布及累计密度,得出游客驻留及步行行为空间特征。

## 3 观音湖滨水景观偏好特征分析

### 3.1 景观偏好预测

从收集到的 60 份访谈问卷中提取有效访谈记录 540 条作为研究样本,过滤情感用语,并对文本中相近词语进行替换合并,利用在线词频分析软件——图悦进行词频分析,按照词频排序,提取高频

词汇前 33 个关键词进一步分析(图 2),并对这些关键词所对应的景观类型和元素进行分类归纳整理(表 1)<sup>[12]</sup>。



图 2 词频分析结果图示

Fig. 2 Graph of word frequency analysis results

表 1 高频特征词汇分类归纳

Tab. 1 Classification of high frequency words

类型	元素	关键词(频数)
景观	湖	湖面(125次)、湖心岛(80次)、湖中(54次)、湖边(22次)、倒影(29次)、波光粼粼(19次)、一池三山(11次)
	植物	植物(103次)、荷花(44次)、荷叶(37次)、榕树(11次)、三角梅(32次)、行道树(20次)、绿色(18次)、茂盛(11次)
	建筑及小品	春晖桥(67次)、亭子(67次)、建筑(57次)、小品(36次)、茶人码头(19次)、石头(11次)
行为	道路	栈道(53次)、道路(19次)、木质(12次)
	静态	休息(25次)、观赏(38次)、欣赏(13次)
	动态	散步(12次)、行人(13次)
感知	美景度	优美(39次)
	空间尺度	宽阔(12次)
	心境	平静(13次)、阳光(19次)

表 1 显示,游客在游览过程中关注的景观元素包括湖、植物、建筑及小品、道路等元素,这四大要素是景观设计中的主要内容。在景观元素本体中,游客关注宽阔的湖面、水中的倒影,湖区的标志性建筑,包括石拱桥、亭子、廊架,色彩丰富的植物景观,以及景观元素的色彩和质感。在元素相互关系间,游客关注景观层次的丰富性,景观视线的可达性。游客的行为活动包括静态的休息、驻足观赏以及动态的步行等。湖区的亭、廊、木栈道、亲水平台为人们休息、交流、驻足等行为提供场所。线型的空间,

如木栈道、带状绿地间的游步道营造了舒适的步行空间,提供人们动态观赏的路径。游客的感知受到湖区的美景度、空间尺度影响,开阔的水面,绿色的植物空间使人心情舒畅,心态平静。

### 3.2 景观偏好空间构成

景观即“景”与“观”,“景”强调的是滨水景观的构成单元(简称:景点),“观”强调的是人的行为与感知,具体表现为游客观赏、休憩等行为与空间关系<sup>[14]</sup>。本研究根据游客驻留点、观景点、景点、视线廊道的空间分布特征,分析“观”与“景”的空间分布关系,从而获得景观偏好空间构成的影响因素及相关性。滨水空间中能够吸引游客坐、驻足休息的场所,即驻留点;吸引游客拍照取景的停留空间,即观景点;滨水景观吸引人观赏的景观,即景点;以及观景点与景点之间的视线廊道。驻留点、观景点和景点的分布体现了“观”与“景”的关系及人的行为活动与景观空间的关系。

根据受试者提供的照片,选取有效照片 540 张,及平面图上的标注点位,获得 542 个观景点,通过 ArcGIS 软件进行矢量化并进行核密度分析,得到游客观景点的热点分布,共得到 13 个热点位置,按照热点值从高至低排序为 A-M,主要集中在四大区域(区域 1 至区域 4)(图 3)。根据扫描观察得到的 540 个有效信息点(驻留 350 个,步行 290 个),通过 ArcGIS 软件进行矢量化并进行核密度分析,得到驻留和步行的空间分布(图 4,图 5)。

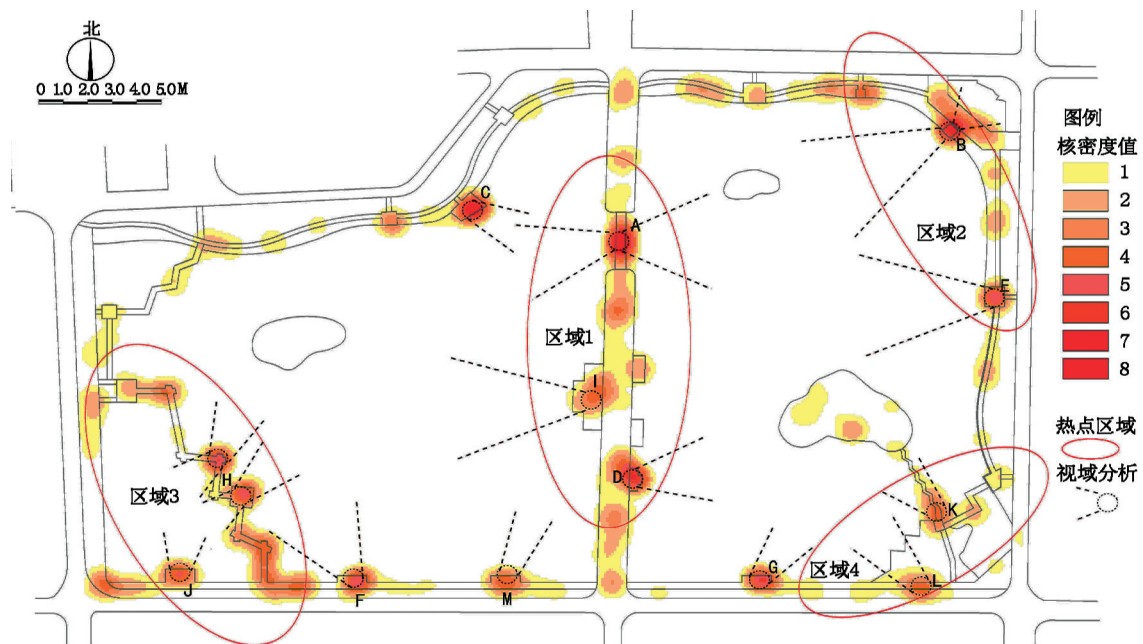


图 3 游客观景点热点区域及视域分析

Fig. 3 Viewshed analysis of hot viewing places of tourists



图 4 驻留点空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of lingering places

图 3、图 4 分析结果显示,观音湖游客驻留点与观景点存在显著一致性,即游客在驻留点的选择上不仅空间环境舒适,同时要有良好的赏景视域。观音湖观景点分布热点区域为区域 1(求知路—春晖桥)、区域 2(阅海亭区域)、区域 3(映红轩—荷花池)、区域 4(伴岛—栈道)。

区域 1(求知路—春晖桥)为横跨南北两岸的长堤,是一条良好的景观廊道,视野开阔,共形成 3 个热点区,包括 A、I、D 点。其中 A 点在长堤最高处以移动式观赏为主,由于其是观音湖至高点,成为整个研究区的最佳观景点,也因其视线通透成为较好的景点(被观赏),但 A 点空间狭窄且位于交通要塞,难以容纳过多游客,无法成为驻留点。I 与 D 点均能够提供人们休憩的景观空间,且两处亲水平台低于长堤,形成下沉式活动场地,减少长堤上行人的干扰,为人们提供了较安静的驻留点,同时东西两侧岛屿、植物、廊桥建筑为该区域人们提供多样的景观,促使其成为较好的观景点。

区域 2(阅海亭区域),包括 B 点(阅海亭)和 E 点(亲水平台),这 2 个区域视线较为开阔,能较好地观赏到湖区景观,特别是观赏春晖桥的较佳位置,该区域可以观赏到层次丰富的滨水景观:“生态岛 1—春晖桥—生态岛 2—映红轩栈道—背景林”。其中 B 点(阅海亭)高于周围环境,且三面临水,形成了相对安静的空间,适合人们长时间驻留,是一个较好的交流空间。

区域 3(映红轩—荷花池),包括 J 点(凸型平台)、H 点(映红轩),这些热点区域位于观音湖西南角的栈道水榭组合,该区域适合行进式观赏湖区景观,在路线的西侧有荷花景观、东侧可以欣赏到生态岛和求知路、春晖桥和湖面景观。其中 H 点(映红

轩)最吸引人们驻留,该处景观优美、通风、温度、湿度适宜,且长廊两侧有美人靠,适宜人们长时间停留。

区域 4(伴岛—栈道),该区域是观音湖标志性景观,伴岛上种有假槟榔、三角梅等植物,展示了热带风情的海岛景观,伴岛西南角刻有“观音湖”的景观石也是游客喜欢的景观之一。该区域形成热点区域包括 L 和 K 点,其中 L 点是观赏景观石的最佳位置,K 点位于栈道的交叉口位置,该区域可以欣赏到折桥、湖心岛景观。

C 点、G 点、F 点、M 点形成的热点分布于研究区南北两侧,这 5 个区域属于凸岸线平台,有一定的空间让人们停留观赏,根据其所在位置可观赏景观的丰富性不同,对游客的吸引力也不同。C 点能够近距离观赏春晖桥和生态岛景观,且该位置有休息设施,因此更能吸引人们驻留。F 点、M 点位于观音湖区南侧,紧邻校园主干道金山路,是日常人流量最大的区域,平常游客以散步通过为主,但在夏季 F 点、M 点是观赏观音湖荷花景观的最佳位置,因此在荷花季会吸引较多人在此停留。

湖区北侧以游步道为主,两侧植物茂密,南侧植物高度高于 1.6 m,遮挡了湖滨一侧的景观,因此该区域游客主要是步行通过,驻留活动较少(图 5)。但从图片内容分析看,也有少数游客喜欢近距离观赏植物景观,也有少量照片展示了林中蜿蜒的小路及近景植物景观。



图 5 步行空间分布

Fig. 5 Distribution of walking space

### 3.3 景观偏好结构模式

对游客行为和照片内容进行分析,总结得出游客的景观偏好结构模式包括丰富性、功能性和特色性。



### 3.3.1 滨水景观的丰富性

从拍摄内容、形式、角度深入分析照片信息。从拍摄内容类型看,95%的照片拍摄的是景观,5%的照片拍摄的是游客行为。景观元素包括亭、廊架、雕塑小品、植物景观、园路等;游客行为包括散步、聊天、校园主题活动等。从拍摄形式看,近景拍摄占61%,远景拍摄占25%,其中近景拍摄主要集中在湖区的景观建筑、雕塑小品、植物景观等。远景拍摄主要是景观层次丰富的湖区立面景观,如北立面、西立面、东立面,这些区域由远山、建筑、水体、植物构成多层次的景观空间。拍摄角度可以折射出观赏者对观赏对象的感受,平视拍摄说明景观给人平常朴实,清新舒适,身心舒畅的感受,仰视或俯视拍摄则体现出一种尊敬、畏惧或者征服、权威之态度<sup>[13]</sup>。参与者拍摄的照片以平视角度为主,体现了滨水景观给人平静开阔的感受,这与词频分析提取的感知关键词一致。因此,景观的丰富性体现为滨水景观构成元素(水体、建筑、植物、小品)的多样性,这些元素组合构成的景观层次以及滨水区域为玩家活动提供了丰富的空间类型。

### 3.3.2 滨水景观的功能性

功能性是滨水游憩活动开展顺利保障,滨水区的服务设施、休憩空间等能保证游客驻留行为的产生。视野开阔的临水的平台能吸引游客驻留,特别是布置有可停留休息的座椅、亭子、廊架等休憩服务设施的空间能让游客较长时间停留,并产生交往行为。湖区的线性空间,如滨水栈道、长堤、环湖游步道等区域适合人们散步。夏季游客游览一般选择上午8:00—10:00和傍晚6:00—7:30时段湖区光线好、温度舒适的时间段进行游览和拍摄,傍晚在环湖步道散步锻炼的人较多。

### 3.3.3 滨水景观的特色性

滨水景观的特色性表现为滨水区的标志性景观、开展的特色活动以及独具创意的景观等特征。滨水景观通过具有特色的景观和活动来吸引游客。根据词频与照片分析,游客对观音湖景观特色性感知度较低,从照片拍摄内容数据分析,观音湖景观特色性主要体现在游客对滨水区的雕塑小品、景观置石等标志性景观元素;行道树枝干截面手绘、茶人码头等创意元素;交流书屋、学生开展的主题活动等特色活动。

综上所述,滨水景观偏好是以游览者为中心,由“丰富性—功能性—特色性”三大属性特征相互协调、影响,形成的三维耦合结构模型<sup>[12]</sup>。游客对滨

水景观的偏好包括物质景观特征以及游客在游览过程中的切身体验,是“景”与“观”相互作用形成游客对滨水景观偏好的结构模式(图6)。

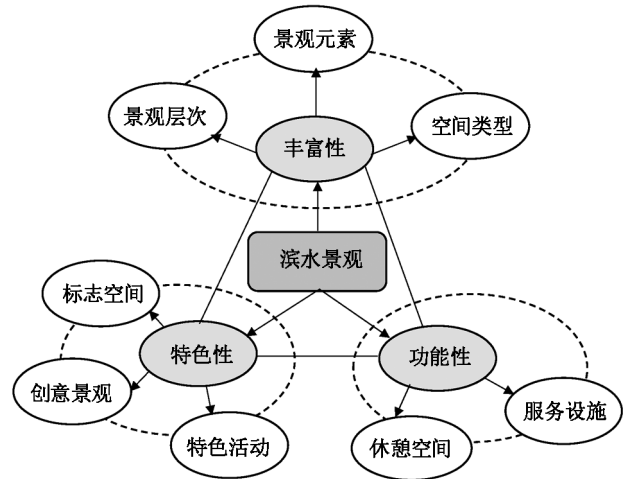


图 6 滨水景观感知偏好结构

Fig. 6 Perception preference structure of waterfront landscape

## 4 结论

利用图悦软件对访谈内容进行词频统计可初步预测游客的滨水景观偏好。采用词频预测游客景观偏好,结果表明,人们首先对临水的廊架、木栈道、亭子、雕塑小品、景观置石、生态岛、植物等景观元素关注度较高,这与观音湖设计愿景有较高的一致性,说明观音湖景观设计体现了滨水景观设计的特征,同时也为游客提供了较好的细节观赏要素;其次,游客关注滨水区域的色彩和材质,色彩艳丽的植物景观、木质的栈道、木平台。

另外,游客在游览过程中的行为表现为静态观赏和动态游览2种方式,静态观赏选择的驻留点多是环境景观优美且有一定的服务设施的场地,动态游览路线选择主要具有亲水性,如水上栈道、滨水栈道等,而林中栈道由于视线的遮挡,游客一般以快速步行的形式通过。因此,在滨水景观设计中应避免出现长距离的封闭空间,要考虑视线的通透性,设计具有封闭和开放的空间序列和节奏性,让游客在游览中有一定的韵律感。

通过核密度分析、视线分析、视域分析等空间分析方法,能有效分析游客在滨水空间行为活动特征。游客对景观空间感知随着游览和体验活动的深入,在滨水区中不断交融、扩散,且形成了一些游客偏好驻留点和观景点热点区域,且驻留点和观景点在空间分布上存在显著的相关性。这些热点区域往往具

有一定规模,如线性形式的滨水景观带,一定区域的滨水活动空间等。在滨水景观的设计中要整合场地的优势景观资源,设计具有特色的景观空间,对滨水景观廊道和游览线路进行统筹规划,同时结合特色雕塑、解说系统等,为游客在游览过程中提供驻留空间和观景点。

对游客行为和照片信息进行深入分析,得出游客对滨水景观偏好的结构模式是以游客为主体,具有“丰富性、功能性、创意性”的三维耦合结构。该结构包括:形式多样,类型各异的丰富性景观;保障游览活动顺利开展的功能性空间;融入现代景观设计手法的创意空间。游客在滨水空间游览中,通过观赏行为、参与活动,在不同的景观空间中感知景观,不断地获取和积累信息,从而形成了对滨水景观的整体偏好。因此,在滨水景观设计中优化滨水景观“丰富性、功能性、创意性”的数量和质量,能有效提高游客的景观感知和游览体验,从而提高滨水景观的吸引力。

**参考文献:**

[1] 姚凤梅,裴大英. 城市新区滨水景观环境规划与设计探析——以牡丹江右岸滨水地区为例[J]. 规划师,2011, 27(5):74-81.  
 [2] 吴志军,田逢军. 城市滨水旅游意象及其对旅游者选择意愿的影响研究——以南京、武汉、上海滨水区为例[J]. 旅游学刊,2010,25(6):78-83.  
 [3] 何林泰. 结合自然山水形势的城市设计研究——以绵阳为例[D]. 西安:西安建筑科技大学,2006.

[4] 陈曦. 历史滨水区更新中的旅游开发与城市设计[J]. 新建筑,2005(2):72-75.  
 [5] 姚玉敏,朱晓东,徐迎碧,等. 城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例[J]. 生态学报,2012, 32(18):5836-5845.  
 [6] 胡绍学,陈曦,宋海林,等. 我国近代滨水区旅游开发中的城市设计总体构思——烟台近代滨海景区更新研究[J]. 建筑学报,2004(5):21-25.  
 [7] 刘滨谊. 自然与生态的回归——城市滨水区风景园林低成本营造之路[J]. 中国园林,2013,29(8):13-18.  
 [8] 郭风华,程丽萍,傅学庆,等. 基于栅格结构的旅游景观感知计算方法[J]. 地域研究与开发,2018,37(1):125-130.  
 [9] 黄河,高雅玲,胡清林,等. 福建农林大学校园景观提升设计实践与思考[J]. 福建热作科技,2015,40(2):59-63.  
 [10] 高雅玲,黄河,许贤书,等. 福建农林大学“森林兰苑”景观设计[J]. 中国城市林业,2013,11(6):35-38.  
 [11] 韩见,叶成康,韩西丽. 北京市胡同社区户外环境对儿童感知及体力活动的影响——以钟楼湾社区为例[J]. 城市发展研究,2013,20(5):1-4.  
 [12] 徐薛艳,徐畅,高峻. 基于 VEP 实验法的江南水乡古镇游客感知意象研究——以上海枫泾古镇为例[J]. 地域研究与开发,2017(5):121-126.  
 [13] 宗圆圆. 基于 VEP 内容分析的旅游意象研究——以福州白云洞为例[J]. 济宁学院学报,2013,34(6):78-82.  
 [14] 赵焯,王建国. 滨水区城市景观的评价与控制——以杭州西湖东岸城市景观规划为例[J]. 城市规划学刊, 2014(4):80-87.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 189 页)

[3] 高千,金博. 地被植物在园林中的应用及研究现状[J]. 科技经济导刊,2017(12):120.  
 [4] 俞洋. 地被植物[J]. 中国园林,1989(2):36-39.  
 [5] 杨爽. 北方工业大学地被植物的配置及应用原则[C]//中国园艺学会观赏园艺专业委员会、国家花卉工程技术研究中心. 中国观赏园艺研究进展 2015. 中国园艺学会,2015:7.

[6] 方有欣. 略论校园景观中地被植物的配置[J]. 吉林省教育学院学报(中旬),2014,30(6):141-143.  
 [7] 臧爱梅,刘恺. 城市园林植物病虫害防治存在的问题及其解决措施[J]. 南方农机,2017,48(18):173.  
 [8] 曹淑娟. 城市园林地被观赏植物养护管理技术[J]. 现代农业科技,2009(5):61.

(责任编辑 杨焯焯)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.01.037

## 城市有机更新背景下的老年型公园景观规划设计

杨 尊 尊

(六盘水师范学院, 贵州 六盘水 553004)

**摘要:**对城市老年公园的交往、游憩、锻炼、生态、美化、文化和避险功能进行分析;提出老年公园设计应考虑主题性、安全性、人性化、特色性、生态性和多样性原则;从公园选址,出入口设置,公园的休闲娱乐区、体育活动区、老幼同乐区、安静休息区、公园管理区 5 大功能分区及园路、种植、硬质景观等方面阐述了老年型公园景观的设计要点,以期为老年公园的景观设计提供借鉴。

**关键词:**老年型公园;主要功能;设计原则;设计要点;景观规划

中图分类号:S759.91;TU986.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)01-0197-04

引文格式:杨尊尊.城市有机更新背景下的老年型公园景观规划设计[J].林业调查规划,2020,45(1):197-200.

YANG Zunzun. Landscape Planning and Design of Parks for the Elderly under the Background of Urban Organic Renewal [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(1): 197-200.

## Landscape Planning and Design of Parks for the Elderly under the Background of Urban Organic Renewal

YANG Zunzun

(Liupanshui Normal University, Liupanshui, Guizhou 553004, China)

**Abstract:** This paper analyzed the functions of communication, recreation, exercise, ecology, beautification, culture and risk avoidance of urban park for the elderly, and pointed out that the design of park should consider the principles of theme, safety, humanization, characteristics, ecology and diversity. The landscape design points of parks for the elderly were illustrated from the park site selection, the entrance and exit setting, the road, plants and hard landscape of five functional divisions, namely cultural and entertainment area, sports activity area, fun area for the aged and children, quiet rest area and management area, in order to provide reference for the landscape design of parks for the elderly.

**Key words:** parks for the elderly; main functions; design principles; design points; landscape planning

随着城镇化进程的不断推进,中国城市的土地利用方式逐渐由增量扩张转向存量开发乃至减量调整的有机更新模式,城市用地的更新和高效利用也因此受到更多的重视。同时,《中国人口老龄化发展趋势预测研究报告》显示,2030—2050年将是中国人口老龄化最严峻的时期,需要抚养的老年人口

将占总人口数的 40%~50%,人口老龄化的到来将给城市现代化建设带来了一系列新问题。党的十九大报告中也明确提出“实施健康中国战略”,采取措施积极应对人口老龄化,构建起养老、孝老、敬老的政策体系和社会环境,加快老龄事业和产业发展。因此,在城市有机更新背景下,如何在城市中建设适

收稿日期:2019-07-22.

第一作者:杨尊尊(1990-),男,山东菏泽人,讲师,硕士.主要从事风景园林规划设计、景观生态学等方面的研究. Email: tansuoze2010@163.com

合于老年人活动的公园,给老年人相互交流提供优美的环境,为他们的健康提供安全保障也成为应对人口老龄化问题的重要对策之一。目前,国内有些学者已经对一些老年公园建设的具体的实施案例进行了研究<sup>[1-6]</sup>,但是对老年型公园景观规划的理论研究还不够系统深入,理论和实践的联系需要进一步提升。基于以上认知,本研究从老年人的生理、心理、行为特征以及对交往空间的特殊要求出发,对老年公园的景观规划设计理论进行探讨,以期对老年公园的景观规划和建设提供借鉴。

## 1 老年型公园的功能定位

### 1.1 交往功能

老年人的心中也渴望与他人的交往,而他们的交往对象主要是同龄人,这样容易找到相同的话题与兴趣爱好,在老年公园中他们有更多的机会与同龄人交往,扩大自己的交往圈,使其从低落的情绪中走出来,而公园优美的环境为他们创造了良好的交往空间<sup>[1]</sup>。

### 1.2 游憩功能

老年公园可以为老年人提供各类活动空间与场所,从而满足他们的各类活动需求。公共空间可以进行跳舞、唱戏等集体活动,丰富老年生活;一些相对私密和安静的空间则成为老年人的休息、静坐、聊天、散步等活动的主要场所。

### 1.3 锻炼功能

老年人都希望自己有一个健康的身体,不会成为儿女的负担。但许多活动场所的健身器材是按年青人体格为比例制作的,并不适合老年人的锻炼需求,甚至是一个锻炼的隐患。在老年公园中应设计符合老年人体格的健身器材,为他们提供锻炼场所,满足老年人锻炼健身的需要。

### 1.4 生态功能

城市绿地拥有强大的生态功能,老年人公园也是城市绿地的一部分,同样能发挥重要的生态功能。公园可以吸碳供氧,为老年人提供新鲜的空气;降低噪音为老年人提供一个安静的环境空间;调节温度和湿度为老年人提供一个舒适的活动空间;吸收有害气体、滞尘杀菌为老年人创造一个健康的交往空间。

### 1.5 美化功能

老年公园不仅可以改善城市的生态环境,而且其优美的植物景观、雕塑、园林小品也为游人提供了一份视觉大餐,可以满足老年人的观赏要求,同时还

有美化、装饰城市的作用。

### 1.6 文化功能

老年公园其实也是一个城市文化继承与传播的地方,公园里的花草树木有许多是富有地域性的,这些便成了老年人认识自然的教科书。公园中的宣传栏、报刊栏以及在公园举行的一些演出、演讲、展览等,均可以向游人们进行文化宣传,促进彼此之间的文化交流,陶冶情操。

### 1.7 避险功能

当发生紧急情况的时候,公园可以成为紧急避险的场所。我国近几年发生了几次自然灾害,各类绿地在灾难中挽救了数以万计的生命,绿地的避险功能受到了很大的关注,老年公园也有较完善的应急避险系统,可发挥较好的避险功能。

## 2 老年型公园景观规划设计原则

### 2.1 主题性原则

老年人公园作为一个专类公园,其主要的服务对象就是公园所在地的老年人,因此,在公园的建设中要突出公园的主题,园中该有一些什么设施、该种什么样的植物、该怎样配置、施工尺度是多少等,都必须服务于这一个主题。

### 2.2 安全性原则

在确保安全的基础上,为老年人营造适合各种兴趣爱好的活动环境。在公园中应严格实行“人车分流”管理,各个活动空间之间要安全无障碍;活动设施要合理,不对老年人身体造成伤害;植物选择要谨慎,有刺、有飞絮等对老年人不利的植物不能种植;设置各类明晰的标识及方向指示,帮助老年人辨别环境方位。

### 2.3 人性化原则

人性化原则在很多细节方面尤其要坚持,一点点的改动或许就能适合老年人。应该考虑到很多老年人喜欢与孩子呆在一起,喜欢带着自己的孙子、孙女到户外走走,因此在公园的人性化设计中一方面要满足老年人的要求,另一方面也要兼顾儿童的特殊性。

### 2.4 特色性原则

建设老年公园时一定要体现当地的文化地域特色,一方面将地方文化与公园景观相结合,成为一个“有灵魂”的公园,既可以展现地方历史,与其他地方的公园相比又具有自己的特色;另一方面,老年人对于新环境的接受能力较弱,有地方特色的公园等于是将他们熟悉的生活环境微缩于园内,从而增强

了老人的归属感。

## 2.5 生态性原则

公园里的环境营造最原始的目的就是为了让到园的游客能回归自然的怀抱,在喧嚣的城市中找寻到自然的气息。每一种植物都有自己的生态位,要选择各种生活型和季相变化的植物,充分利用空间资源,构成一个稳定的长期共存的复层混交立体植物群落。

## 2.6 多样性原则

公园的园林植物种植设计要遵循物种多样性的生态学原理,目的是为了实现在园林植物群落的稳定性、植物景观的多样性等。在公园环境中要营造不同的活动空间、建设不同的活动设施,老年人大多与有共同兴趣爱好朋友一起活动,多样的活动空间和设施给予老年人更大的选择余地,也丰富了老年人的晚年生活。

# 3 老年型公园景观规划设计要点

## 3.1 公园选址

在调查中发现,老年人户外活动空间主要是离家最近的公园,因此老年公园宜设在城市的生活区内。同时,还应有较便利的交通,便于老年人到达园中游玩。要根据公园所在区域的交通、路况等来确定合理的服务半径,无论老年人是采取步行、骑自行车、坐公交车或其他交通方式,以 25 min 能到达为宜。目前大部分旧城区的居住用地都相对紧张,可以考虑利用现有的公园改造成老年公园,而新城区建设应当将老年公园纳入城市绿地系统规划中,为将来老年人的活动预留充分的场地<sup>[7]</sup>。

## 3.2 出入口的设置

主要出入口应与公园周边城市主干道和次干道、游客的主要来源相结合,老年人刚从公园较缓和的空间中出来,对于来往的车辆反应较慢,出入口设置在城市干道时应避开十字路口、T 型路口等车流量、人流量大的地方,可与路口保持适当的距离,有效消除一些安全隐患。由于老年公园位于城市生活区内,在与公园相连的居住区方向可以设置次要出入口,这样可以方便居住区内的老年人到达公园。

## 3.3 功能分区

### 3.3.1 文化娱乐区

文化娱乐区宜布置在地形平坦、开阔、面积较大的地方,可设置一些大的广场,以利于开展大型活动,满足老年人集体活动的需求。在地形略有起伏、面积受限的地方则可以结合园林景观安排群组活动

领域。文化娱乐区除了文化娱乐之外还可以开展一些科普教育,建设相关的设施,定期地进行一些展览等。该区人流量较大、较密集,可采用规则式布局,以花坛、草坪为主,选用一些暖色调花色的开花植物,但在活动区域中间不宜种植过多植物,以免妨碍游人视线,影响交通。同时这个区域的铺装场地较多,如果在铺装场地中安排植物,周边应采用透气性铺装,以保证植物根系的伸展范围。

### 3.3.2 体育活动区

体育活动区的主要功能就是为老年人开展各项体育活动,在这个区域的活动空间可以分 5 类:1) 专类运动场地。主要是为网球、羽毛球等活动而集中设置的场地。2) 体育器械场地。分散或集中地放置一些适合于老年人的活动器械。3) 集体活动场地。主要是为一些自发性或有组织的活动如跳舞、健身操等设置相对集中、并有一定面积的场地。4) 群组运动场地。有共同运动爱好的老年人往往会一起进行体育锻炼,例如打太极、跳绳等活动。5) 步道。主要是用于散步、跑步等活动,可以与本区域内的园路相结合。在本区应选用快长、挺拔、冠大的落叶乔木,不宜用易落花、落果、种毛散落的植物以及树叶反光发亮的植物。

### 3.3.3 老幼同乐区

老年人户外活动的另一大内容是带孩子,这一区域在公园所占的面积不需要太大。在老幼同乐区可以适当放置一些儿童的游乐设施,例如滑梯、跷跷板等,也可以适当地安排一些老年人可以参与其中的活动场所,比如沙坑等,在游乐设施的周边要设置一些休息场所,以供陪儿童前来公园游玩的老年人休息之用。该区域内植物应以绿色作为背景,配以色彩鲜艳的树种,以激发儿童的游玩兴趣,忌用有毒、有刺、有刺激性气味以及生长不健康、易生病虫害的植物。

### 3.3.4 安静休息区

安静休息区的位置应与其他区域保持一定距离,并且选择有一定地形变化的区域。这个区域的面积可适当大一些,老年人可以进行交往活动,也可以进行一些休闲活动,比如下棋、遛鸟等,有水面的地方还可以结合水面拓展垂钓区域。安静休息区对于环境的要求很高,周边环境的优美度对在这个区域活动的老年人有一定影响,宜有一定的水体,并且植被茂盛、绿草如茵。该区的设计应以自然式为主,强调安静、自然的氛围,要突出植物季相变化的特点,采用常绿与落叶植物合理搭配。

### 3.3.5 公园管理区

老年公园管理工作主要包括日常办公、生活服务、生产组织等内容。该区一般设置在既便于公园管理,又便于与城市联系的地方。公园的管理区规划设计中最重要的一点就是要适当隐蔽,不能过于突出,既要与园内有了一定的交通联系,但又不能影响园内游览。如果老年公园面积较大,还应配有苗圃、花圃、温室、荫棚等生产设施。老年公园的管理区应设置专用的出入口,以免车辆进出影响园内活动开展,尤其要避免车辆进出给老人带来的危险。

### 3.4 专项设计

#### 3.4.1 园路设计

园路是老年人散步和慢跑的主要场所,因此老年公园内的园路应尽量避免过多的高差变化以及车辆的通过。园路不能过于复杂,纵横交错,不然老人在园内容易迷失方向,但也不能过于简洁,要利用植物造景、园林小品等创造不同的行走空间<sup>[8]</sup>。由于记忆力和大脑机能的衰退,老人在相似的空间内容容易迷路,因此,除了各区域要加强景观的可识别性外,在园路的起始处、交汇处、分叉处要设立清晰、易懂的指示牌,并设置一些有吸引力的特征物。路面的铺装要选用防滑和易于打扫的材料,园路及各类广场要有良好的排水系统,以防雨天积水路滑。

#### 3.4.2 种植设计

在公园中要合理搭配常绿与落叶树种,常绿树种比例不宜过大,在冬季茂密的树林易给人阴凉昏暗的感觉。要多选用乡土树种,不宜种植带刺、有飞絮、根茎易露出地面、易长虫、有难闻气味的树种。要迎合老年人的心理,多种植一些色叶树种及开花植物,芳香植物可以给老人嗅觉上的刺激,也宜采用。新鲜的空气有利于老人的健康,因此要多选择一些能固碳释氧、杀菌滞尘、净化空气的植物。不宜过多地采用规划式的布局,要突显出自然的气息,焕发老年人对生命的向往和对生活的热情。

#### 3.4.3 硬质景观设计

1) 景观建筑:在老年公园建设中应尽量减少景

观建筑的数量,多利用植物造景,给老人回归大自然之感<sup>[5]</sup>。2) 花架:花架的建造材料多样,可以用仿木、仿竹等表现自然的野趣,但不宜用竹、木筒易搭成,不够牢固,当老人靠坐在花架边容易倒塌。3) 亭:可以结合地形、植物等适当布置,方便老人休息,也为游园老人提供了挡风避雨之所。4) 廊:可以用来联系各空间、也可以用来分隔各空间,或者与亭相结合设计。5) 榭、舫:结合水体而设,但占地体量较大,可以根据实际水面、水上活动的开展及当地的城市文化决定是否需要。6) 园林广场:主要是为老年人提供集体活动或群组活动的场地,可以设计成开放式或封闭式、半封闭式,可用花坛、喷泉、雕塑等园林小品进行点缀,但要突出老年型公园特色。

### 参考文献:

- [1] 温全平. 关注老年群体的社区公园景观设计方法探讨——以山东省莱阳市黄海路公园为例[J]. 设计, 2018(1):34-36.
- [2] 张鸿,黄铎森. 基于关爱型老年公园设计研究——以汕头适老性社区公园设计为例[J]. 中国园艺文摘, 2018(1):121-127.
- [3] 王明明. 老年友好型公园景观设计研究——以万寿公园为例[J]. 绿化与生活, 2015(6):37-38.
- [4] 张苏利. 城市公园老年感知景观设计研究——以南昌市人民公园设计为例[D]. 武汉:湖北工业大学, 2014.
- [5] 翟宇佳,庄安頔,龚修齐. 老年友好背景下基于实证的城市区域性公园服务半径研究——以上海市鲁迅公园为例[J]. 城市建筑, 2018(12):56-60.
- [6] 孙凤林,张娜. 老龄化背景下城市公园老年休闲体育生态链网研究——北京通州西海子公园的田野调查分析[J]. 北京体育大学学报, 2018(1):50-57.
- [7] 赵柳依. 关注老年群体的社区公园景观设计方法研究[D]. 上海:华东理工大学, 2017.
- [8] 李莉. 老年友好型公园绿地规划设计研究[D]. 南京:南京林业大学, 2011.
- [9] 谢静. 试论城市老年主题公园的设计[J]. 中国园艺文摘, 2016(7):147-148.

(责任编辑 张林艳)

# 《林业调查规划》征稿简则

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖,在云南期刊奖评选中,连续二届荣获“优秀期刊奖”。

## 1 来稿要求

**1.1 文章内容与字数:** 要求文稿真实、准确地反映当前林业生产、科研的新成果,内容具有先进性、科学性、实用性。来稿字数以4 000~8 000字为宜(含图表)。如为基金项目,请注明论文的基金资助名称和项目编号。

**1.2 文题:** 文题要言简意赅,以不超过20字为宜。

**1.3 署名:** 第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

**1.4 单位:** 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

**1.5 摘要和关键词:** 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结果和结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在300字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

**1.6 正文:** 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

**1.7 图和表:** 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

**1.8 量、单位和符号:** 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位: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”



榕树气生根



国内定价：20.00元（全年120.00元）  
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316202