

中国科技核心期刊
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING



第46卷 第6期
Vol.46 No.6

2021 6

云南省林业调查规划院 主办
西南地区林业信息中心

林业调查规划

第46卷 第6期
Vol.46 No.6

二〇二一年十一月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第46卷第6期(总第246期) 2021年11月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 46 No. 6 (Sum No. 246) Nov. 2021

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

委员 (按姓氏笔画排序)

王卫斌 王生 邓喜庆 孔德昌 龙廷位

艾建林 刘扬 许易琦 华朝朗 陈文红

张子翼 宋永俊 邹光启 杨光照 宋劲忻

余昌元 张程程 吴霞 周小平 欧光龙

岳彩荣 金瑛 施化云 钟明川 洪焰泉

秋新选 陶晶 曹顺伟 温庆忠 董建昌

赖兴会 瞿林

《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 邓砚 刘平书 许易琦

许春霞 吕鹏程 陈旭

杨焱熔 张林艳 张瑞君

英文责编 杨焱熔

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号

云南省林业调查规划院

邮编 650051

电话 0871-63318347;63332538

传真 0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

国内发行 中国邮政集团公司云南省分公司

订购 全国各地邮政局

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

广告经营许可证号 5300004000093

国内定价 20.00元(全年120.00元)

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

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

Members:

WANG Weibin, WANG Sheng, DENG Xiqing, KONG Dechang,

LONG Tingwei, AI Jianlin, LIU Yang, XU Yiqi, HUA Chaolang,

CHEN Wenhong, ZHANG Ziyi, SONG Yongjun, ZOU Guangqi,

YANG Guangzhao, SONG Jinxin, YU Changyuan, ZHANG Chengcheng,

WU Xia, ZHOU Xiaoping, OU Guanglong, YUE Cairong,

JIN Ying, SHI Huayun, ZHONG Mingchuan, HONG Yanquan,

QIU Xinxuan, TAO Jing, CAO Shunwei, WEN Qingzhong,

DONG Jianchang, LAI Xinghui, QU Lin

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

Editor: DENG Yan, LIU Pingshu, XU Yiqi,

XU Chunxia, LYU Pengcheng, CHEN Xu,

YANG Junrong, ZHANG Linyan, ZHANG Ruijun

English Editor in Charge: YANG Junrong

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347;63332538

Fax: 86-0871-63318347

Email: ynfip@vip.163.com

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

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Distributed by: Yunnan Branch of China Post Group Co., Ltd.

Subscription Office: Post Bureau of China

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

Ad. Licence: 5300004000093

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

林业调查规划

第46卷 第6期

(总第246期)

2021年11月

目次

●森林经理

- 基于机载激光雷达的亚热带森林生物量估算模型研究 方志良,陈奇,任引,王艳军(1)
- 基于无人机倾斜摄影技术的森林城市三维模型构建技术研究 李默然(9)
- 阿丁枫人工林地上部分生物量和碳储量分布格局 吴敏,钟连香,梁小春,李俊贞,秦武明(14)

●研究与探索

- 非洲辣木种子无菌萌发与组培再生体系的建立 覃玉凤,钟连香,魏秋兰,肖玉菲,覃子海(18)
- 珠巴洛河流域人为干扰度动态分析 廖聪宇,王有兵,张占忠,王海源(23)
- 银杏叶绿体基因组密码子使用偏性分析 李薇,王倩,胡晓艳,杜淑辉(28)
- 近35年国内空间句法研究知识图谱分析 张艺鸽,王梦瑶,杨芳绒,鲁黎明,周迪(35)

●林火研究

- 森林火灾风险性评估方法综述 王睿琛,张文文,龙腾腾,王秋华(44)
- 县级单位森林防火三大体系建设与规划 黄瑞荣,刘友林,陈梅,陈晓东,贺建梅(48)

●自然保护区

- 自然保护区生态旅游在生态文明建设中的地位与作用 周德成,鲁小波,陈晓颖(55)
- 河北漫山省级自然保护区种子植物区系研究
..... 封晓然,尚丽晨,李小龙,闫旭山,张鹏,王茂青,霍雨帆(63)
- 秦岭北麓周至县域自然保护地空间重叠分析与整合优化对策 李原,张建军,李东群,杨菁(68)

●生态建设

- 云南省湿地生态监测体系建设构想 李玲芬,董磊(74)
- 生态文明建设背景下北京城市园林绿化植物种类选择 路覃坦(79)
- 生态视角下大理市海东新区山地城镇建设敏感性因素分析 尹一帆,胡多才(84)

●森林资源管理

- 云勇林场不同林业发展模式森林资源动态分析 唐敏聪,陈世清,杨清,苏木荣,王锋(89)
- 广东省古树名木资源活化利用模式探究 陈秋菊,刘新科,练丽,郭盛才,李悦愉(95)

领导干部森林资源资产离任审计评价指标体系研究..... 洪宇(98)

●森林培育

兴安落叶松林径向生长与气候因子的关系..... 张晓英,王飞,铁牛(106)

沙土地绿芦笋栽培与病虫害防治技术研究..... 王鸿雁,段爱莉,李旭,刘占奇(114)

酸性基质研制品在兔眼蓝莓顶峰栽培中的应用..... 万合锋,封天洪,刘国华,文光琴,武玉祥(118)

●生态旅游

基于灰色预测的海口市旅游发展分析..... 赵临龙,田雨粟(124)

贵州省乡村旅游村寨空间分布特征及影响因素研究..... 郭贞梅,张巧(128)

基于深度预测的农业旅游服务推荐系统..... 倪凌(134)

●森林公园

南阳月季大观园郑州园植物文化表达设计研究..... 吴聪,刘保国(140)

生态文化在森林公园中的价值研究..... 张哲(145)

郑州市12个公园冬季景观植物及其景观效果调查研究..... 王威,李倩倩,邢浩杰,孙立强,刘保国(151)

●论坛

基于人群体力活动的社区公共空间要素调查与分析..... 张庆,田长丰,杨秋生(157)

云南省重点保护野生植物人工培植利用评价..... 郑进烜,郑静楠,王勇,华朝朗,董磊(165)

新《森林法》中保护优先理念应用分析..... 任军战,赵楠,党琼洁,卫亚亚,王斌(173)

●园林

云南省乡村绿化状况分析评价及建议..... 洪焰泉,赵书学,资权伟,陈刚,陈林,彭聿(177)

基于杂体诗文化的趣味性五感景观设计研究..... 丁芹勤,赵赞,王梦瑶,范学琴(184)

基于 Ecotect 分析的老旧小区适老景观更新研究..... 赵赞,丁芹勤,杨子萌,陈雅倩(190)

城市绿地使用状态评价体系构建研究..... 杨丽(196)

高山秋色..... 张正友摄(封面)

高原湿地..... 许易琦摄(封底)

《林业调查规划》征稿简则..... (封三)

(本期责任编辑:许易琦,陈旭,杨焱熔,刘平书)

Contents

●Forest Management

- Estimation Model of Subtropical Forest Biomass Based on Airborne Lidar
..... FANG Zhiliang , CHEN Qi, REN Yin, WANG Yanjun(1)
- 3D Model Construction Technology of Forest City Based on Oblique Photography by Unmanned Aerial Vehicle LI Moran(9)
- Distribution Pattern of Above-ground Biomass and Carbon Storage in *Altingia chinensis* Plantation
..... WU Min, ZHONG Lianxiang, LIANG Xiaochun, LI Junzhen, QIN Wuming (14)

●Research and Exploration

- Establishment of Aseptic Germination and Tissue Culture Regeneration System of *Moringa stenopetala* Seeds
..... QIN Yufeng, ZHONG Lianxiang, WEI Qiulan, XIAO Yufei, QIN Zihai(18)
- Dynamic Analysis of Human Disturbance in Zhubaluo River Basin
..... LIAO Congyu ,WANG Youbing, ZHANG Zhazhong, WANG Haiyuan(23)
- Codon Usage Bias in Chloroplast Genome of *Ginkgo biloba* LI Wei, WANG Qian, HU Xiaoyan, DU Shuhui(28)
- Knowledge Map Analysis of Space Syntax Domestic Research in Recent 35 Years
..... ZHANG Yige, WANG Mengyao, YANG Fangrong, LU Liming, ZHOU Di(35)

●Forest Fire Research

- Review of Forest Fire Risk Assessment Methods WANG Ruichen, ZHANG Wenwen, LONG Tengting, WANG Qihua(44)
- Construction and Planning of Three Forest Fire Prevention Systems of County
..... HUANG Ruirong, LIU Youlin, CHEN Mei, CHEN Xiaodong, HE Jianmei(48)

●Nature Reserve

- Position and Function of Ecotourism of Nature Reserve in Ecological Civilization Construction
..... ZHOU Decheng, LU Xiaobo, CHEN Xiaoying (55)
- Flora of Seed Plants in Manshan Provincial Nature Reserve of Hebei Province
..... FENG Xiaoran, SHANG Lichen, LI Xiaolong, YAN Xushan, ZHANG Peng, WANG Maoqing, HUO Yufan(63)
- Spatial Overlap and Integration and Optimization of Natural Protected Areas in Zhouzhi County at North Slope of
Qinling Mountains LI Yuan, ZHANG Jianjun, LI Dongqun, YANG Jing (68)

●Ecological Construction

- Preliminary Conception of Wetland Ecological Monitoring System Construction in Yunnan Province LI Lingfen, DONG Lei(74)
- Plant Species Selection of Urban Landscaping in Beijing Municipality Under the Background of Ecological Civilization Construction
..... LU Tantan(79)
- Sensitivity Factors of Mountain Towns Construction in Haidong New District of Dali from the Perspective of Ecology
..... YIN Yifan, HU Duocai(84)

●Forest Resource Management

- Dynamic Analysis of Forest Resources in Different Forestry Development Modes in Yunyong Forest Farm
..... TANG Mincong, CHEN Shiqing, YANG Qing, SU Murong, WANG Feng (89)

Activation and Utilization Modes of Old and Notable Trees in Guangdong Province	CHEN Qiuju, LIU Xinke, LIAN Li, GUO Shengcai, LI Yueyu(95)
Evaluation Index System of Departure Audit of Leading Cadres on Forest Resources Assets	HONG Yu(98)

●Forest Cultivation

Relationship between Radial Growth of <i>Larix gmelinii</i> Forest and Climatic Factors	ZHANG Xiaoying, WANG Fei, TIE Niu(106)
Cultivation and Pest Control Techniques of Green Asparagus in Sandy Land	WANG Hongyan, DUAN Aili, LI Xu, LIU Zhanqi(114)
Application of Acid Matrix in Cultivation of <i>Vaccinium ashei</i> Climax	WAN Hefeng, FENG Tianhong, LIU Guohua, WEN Guangqin, WU Yuxiang(118)

●Ecological Tourism

Tourism Development of Haikou City Based on Grey Prediction	ZHAO Linlong, TIAN Yusu(124)
Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Rural Tourism Villages in Guizhou Province	GUO Zhenmei, ZHANG Qiao(128)
Agricultural Tourism Service Recommendation System Based on Depth Prediction	NI Ling(134)

●Forest Park

Design of Plant Culture Expression in Zhengzhou Garden of Nanyang Rose Grand View Garden	WU Cong, LIU Baoguo(140)
Value of Ecological Culture in Forest Park	ZHANG Zhe(145)
Status and Landscape Effect of Winter Landscape Plants in 12 Parks of Zhengzhou City	WANG Wei, LI Qianqian, XING Haojie, SUN Liqiang, LIU Baoguo(151)

●Forum

Investigation and Analysis of Community Public Space Elements Based on Crowd Physical Activity	ZHANG Qing, TIAN Changfeng, YANG Qiusheng(157)
Evaluation of Artificial Cultivation and Utilization of Key Protected Wild Plants in Yunnan Province	ZHENG Jinxuan, ZHENG Jingnan, WANG Yong, HUA Chaolang, DONG Lei(165)
Application of Concept of Protection Priority in New <i>Forest Law of the People's Republic of China</i>	REN Junzhan, ZHAO Nan, DANG Qiongjie, WEI Yaya, WANG Bin(173)

●Landscape Architecture

Evaluation and Suggestions on Rural Greening in Yunnan Province	HONG Yanquan, ZHAO Shuxue, ZI Quanwei, CHEN Gang, CHEN Lin, PENG Yu(177)
Interesting Five-sense Landscapes Design Based on Miscellaneous Poems Culture	DING Qinqin, ZHAO Yun, WANG Mengyao, FAN Xueqin(184)
Renewal of Age-friendliness Landscape in Old Community Based on Ecotect Analysis	ZHAO Yun, DING Qinqin, YANG Zimeng, CHEN Yaqian(190)
Evaluation System Construction of Urban Green Space Use Status	YANG Li(196)
Autumn Scenery in Mountains	Photographed by ZHANG Zhengyou (Front Cover)
Plateau Wetland	Photographed by XU Yiqi(Back Cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.001

基于机载激光雷达的亚热带森林生物量估算模型研究

方志良¹, 陈奇², 任引³, 王艳军¹

(1. 湖南科技大学地理空间信息技术国家地方联合工程实验室, 湖南 湘潭 411100;

2. 夏威夷大学马诺阿分校地理与环境系, 美国 檀香山 96822;

3. 中国科学院城市环境研究所城市环境与健康重点实验室, 福建 厦门 361021)

摘要:利用机载激光雷达数据和地面调查数据研究和分析适合亚热带地区福建省龙岩市的森林生物量估算模型及其差异性。对比分析 4 种异速生长方程的树木生物量估算结果, 结合机载激光雷达数据提取的 15 个特征变量(包括高度均值、方差、峰度、分位数、偏度和垂直高度百分比), 构建了基于逐步回归、支持向量回归、随机森林和 BP 神经网络的森林生物量估算模型, 分析不同的异速生长方程对森林生物量估算结果的差异性影响。结果表明, 分省分树种的异速生长方程在样地尺度的生物量估算结果较准确, 基于机载激光雷达的森林生物量估算模型中, 随机森林方法精度较高。在整个森林生物量估算中, 简单分析生物量估算模型误差的大小并不能说明生物量估计的准确程度, 异速生长方程的误差需要更多地被考虑到森林生物量估算中。

关键词:森林生物量; 估算模型; 机载激光雷达; 异速生长方程; 亚热带地区

中图分类号: S718.556; V556.7 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0001-08

引文格式: 方志良, 陈奇, 任引, 等. 基于机载激光雷达的亚热带森林生物量估算模型研究[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 1-8. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.001

FANG Zhiliang, CHEN Qi, REN Yin, et al. Estimation Model of Subtropical Forest Biomass Based on Airborne Lidar[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 1-8. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.001

Estimation Model of Subtropical Forest Biomass Based on Airborne Lidar

FANG Zhiliang¹, CHEN Qi², REN Yin³, WANG Yanjun¹

(1. National-Local Joint Engineering Laboratory of Geo-spatial Information Technology, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411100, China; 2. Department of Geography & Environment, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu 96822, USA; 3. Key Laboratory of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen, Fujian 361021, China)

Abstract: The forest biomass estimation model suitable for subtropical Longyan City, Fujian Province was analyzed by airborne lidar data and ground-based lidar data. The tree biomass estimation results of four different allometric equations were compared. Combined with 15 characteristic variables (including height mean, variance, kurtosis, quantile, skewness and percentage of vertical height) extracted from airborne lidar data, a forest biomass estimation model based on stepwise regression, support vector regression, random forest and BP neural network was constructed, and the different effects of different allometric equations on the estimation results of forest biomass were analyzed. The results showed that the allo-

收稿日期: 2021-02-19.

基金项目: 国家自然科学基金(41771462).

第一作者: 方志良(1994-), 男, 安徽宣城人, 硕士. 研究方向为基于机载激光雷达森林生物量估算. Email: 1570516565@qq.com

metric equation of tree species by province was more accurate in the biomass estimation results of sample plot scale, and the random forest method had higher accuracy in the forest biomass estimation model based on airborne lidar. In the whole forest biomass estimation, simple analysis of the error size of biomass estimation model could not explain the accuracy of biomass estimation. The error of allometric equation needed to be more considered in forest biomass estimation.

Key words: forest biomass; estimation model; airborne lidar; allometric equation; subtropical region

1 研究背景

森林生物量(above-ground biomass, AGB)是森林生态系统发挥其生态功能的物质基础,是森林固碳能力的重要标志,在全球碳循环中扮演着重要角色^[1]。对森林生物量和碳贮量现状及其变化速率的准确估计,有助于了解森林在区域和全球碳循环中的作用,能够为应对气候变化提供关键信息。特别是我国亚热带地区,水热条件优越,生物多样性丰富,在中国乃至全球碳循环中均起到关键作用。近年来,随着遥感技术的飞速发展,利用光学、雷达和激光雷达(light detection and ranging, LiDAR)数据进行了大量的森林生物量研究^[2-5]。特别是机载 LiDAR 能够获得被动光学遥感所不能反映的垂直结构信息,且这些结构参数与森林生物量有着很好的相关关系,进而提高森林生物量遥感的估算精度^[6]。

利用机载激光雷达技术对森林生物量的准确估算是了解全球碳循环和缓解气候变化的重要手段,而异速生长方程及森林生物量估算模型是其中的关键。机载 LiDAR 数据并不能直接计算生物量,首先需要实地野外样地调查数据结合异速生长方程对单木生物量进行计算,其次将单木生物量累加得到样地生物量,然后与 LiDAR 特征变量构建生物量估算模型,最后利用该模型对整个 LiDAR 覆盖区域进行森林生物量的估算。大量研究表明,不同的异速生长方程会较大程度地影响最终生物量的估算精度^[7]。如 Chen 等^[8]研究了美国森林清查中的 3 种不同尺度的异速生长方程在美国太平洋西北部 3 个研究点之间的差异和关系,发现物种的组成和树木大小均会是引起 3 种异速生长方程在生物量估算上的差异性。Zhao 等^[9]利用区域尺度和国家尺度的两种异速生长方程比较了 8 个模型的回归性能,提出异速生长方程的可用性和不确定性对森林生物量估算的影响。目前,森林生物量估算研究大多是根据研究区域选择已有的异速生长方程或者根据解析木数据拟合的异速生长方程,较少研究不同异速生长方程的选择对森林生物量估算模型的影响。

近年来,周国逸等^[10]对文献中 900 多套异速生长方程进行综合分析,建立了较统一且实用的分省(自治区、直辖市)分树种生物量方程(简称 I)、全国优势种(组)生物量方程(简称 II)、分省混合种(组)生物量方程(简称 III)、中国森林主要群系生物量方程(简称 IV)共 4 套异速生长方程。但是,4 种异速生长方程的差异性及其在亚热带区域适用性研究尚缺乏。从 LiDAR 数据中提取生物量的方法已很成熟。在传统的统计方法方面,研究人员采用了一系列参数或非参数统计模型来进行生物量的量化,包括简单线性回归、逐步线性回归、线性混合模型方法^[11-12]。机器学习方法较适合处理高维问题,已广泛应用于森林生物量估算,如人工神经网络、支持向量回归(support vector regression, SVR)以及随机森林(random forests, RF)等^[13-14]。但需要考虑不同异速生长方程的约束条件,对比分析基于机载 LiDAR 点云的森林生物量估算模型。

为了更好地理解基于机载激光雷达数据的亚热带森林生物量估算模型及其受异速生长方程的影响,本研究旨在比较样地尺度上的不同异速生长方程的生物量估算差异性,研究基于机载 LiDAR 数据的亚热带森林生物量估算模型及其误差验证分析。

2 研究区域与数据

2.1 研究区域概况

研究区域为福建省龙岩市北部地区(图 1),属亚热带海洋性季风气候,以山地为主,地形比较复杂,境内山岭沿东北—西南走向,大体呈平行分布,自然资源丰富,植被群落类型复杂多样,主要乔木树种有闽楠(*Phoebe bournei*)、丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)、栲树(*Castanopsis fargesii* Franch)、木荷(*Schima superba* Gardn)、楠木(*Phoebe zhennan* S. Lee)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb)等。

2.2 地面调查数据

本研究区域包括 96 个边长为 25.82 m 的方形

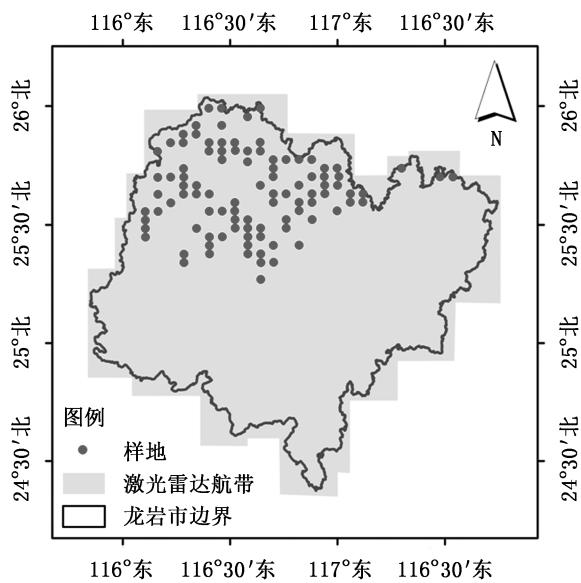


图 1 研究区域范围

Fig. 1 Location of study area

样地,应用中海达定位仪准确记录样地空间位置。通过 2013 年现场实地调查,在每块样地中测量胸径 (diameter breast high, DBH) 大于 5 cm 的各类树木信息,主要包括树种、胸径、平均树高、树的状态 (存活、砍伐、枯死等) 等,同时获取了同区域的 239 棵解析木数据。

2.3 机载 LiDAR 数据

机载 LiDAR 数据于 2013 年获取,采用的激光雷达系统是 ALS70-HP,数码相机系统是 LEICA RCD30,相对航高约 200~4 000 m,相对地面飞行速度约 250 km/h。该机载 LiDAR 系统中,激光器工作波长为 1 064 nm,脉冲重复频率为 50 kHz,激光束发散角为 0.15 mrad。获取的机载 LiDAR 点云数据平均密度约 6 点/m²,小范围精细飞行区达 9 点/m²,地表定位平面精度为 0.2 m,高程精度为 0.3 m,同步获取的 CCD 航空影像数据空间分辨率为 0.2 m。

3 研究方法

3.1 基于异速生长方程的树木单体生物量估算

使用 4 种异速生长方程来计算单木生物量,其来源于周国逸等^[12] 编译的生物量方程。根据该文献,树木单体生物量 (AGB) 计算为 4 个生物量成分的总和,公式为:

$$AGB = B_{\text{trunk}} + B_{\text{branch}} + B_{\text{leaf}} + B_{\text{root}} \quad (1)$$

式中: B_{trunk} 表示树干生物量; B_{branch} 表示树枝生物量; B_{leaf} 表示树叶生物量; B_{root} 表示树根生物量。

由于外业采集数据只包含树的胸径,而不包括单棵树高信息。因此,只选取该方法中基于胸径计算生物量的异速生长方程,公式为:

$$B = a \times DBH^b \quad (2)$$

式中: B 为树木器官生物量 (kg); DBH 为胸径 (cm); a, b 为系数。

选取 4 种异速生长方程,其中前两种按树种类型划分,后两种按森林类型划分。I: 分省 (自治区、直辖市) 分树种,树种包括杉木、马尾松、木荷、其他硬阔类 4 类。II: 全国优势种 (组),树种包括杉木、马尾松、木荷、其他硬阔类 4 类。III: 分省混合种 (组),森林类型包括针叶林、阔叶林、针阔混交林 3 类。IV: 中国森林主要群系,森林类型包括针叶林、阔叶林、针阔混交林,并在每种森林类型的基础上按胸径大小划分为 3 种,总共 9 类。

3.2 基于机载 LiDAR 点云的森林生物量估算模型

机载 LiDAR 点云数据的地面滤波和处理采用的是 TIFFS 软件工具^[15] 和 Terrasolid 软件辅助处理,主要包括: (1) 应用数学形态学方法对所有激光雷达数据进行处理,提取窗口数据,搜寻窗口内的最低点,接着进行开运算和闭运算的处理,将激光点云数据分类为地面点和非地面点,进一步运用高程阈值法,从非地面点中分离出建筑、电力线等非植被点,剩余的即为植被点; (2) 将地面点进行插值生成数字高程模型 (DEM),然后根据植被点的高度坐标与相应 DEM 进行归一化处理,计算每个点的树冠高度,即得到冠层高度模型; (3) 基于冠层高度模型及其三维结构,计算高度均值、方差、峰度、分位数、偏度、各垂直高度百分比数等 15 个特征变量,即生成样地尺度的生物量预测变量特征数据集^[16]。

根据机载 LiDAR 点云计算得到的特征数据集结合样地估算生物量,设计和构建了多种生物量估算模型,包括逐步回归、支持向量回归 (SVR)、随机森林 (RF) 和 BP 神经网络。

逐步回归模型是从一个自变量开始,根据自变量对因变量作用的显著程度,从大到小地依次逐个引入回归方程。当引入的自变量由于后面变量的引入而变得不显著时,要将其剔除掉。引入一个自变量或从回归方程中剔除一个自变量,为逐步回归的一步。对每一步均要进行 F 值检验,以确保每次引入新的有统计意义,即方差贡献显著的变量前回归方程中只包含对因变量作用显著的变量。这个过程反复进行,直至既无不显著的变量从回归方程中剔除,又无显著变量可引入回归方程时为止。公式为:

$$W = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n + \varepsilon \quad (3)$$

式中: W 为根据地面实测数据计算的样地生物量; $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ 为模型系数; x_1, x_2, \dots, x_n 为基于机载激光雷达数据提取的特征变量; n 为参与逐步回归的特征变量的总数; ε 为正态分布误差项 [$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$]。

机载 LiDAR 特征变量与生物量之间的关系通常是非线性的。支持向量回归(SVR)通过使用核函数将原始输入特征空间映射到一个新的高维特征空间^[17], 将问题线性化。采用台湾大学林智仁博士等开发的开源程序包 LibSVM3.1 工具, 首先对样本数据进行归一化处理, 将数据映射到[0-1]之间, 再利用常见的核函数, 通过格网搜索法确定模型参数。随机森林 RF 的回归过程通常涉及到两个关键参数, 一个为决策树数量, 即重抽样的次数, 另一个为随机特征数量, 即用来分割节点的最大输入变量个数。首先根据均方根误差(RMSE)最小的原则确定决策树数量, 然后利用袋外数据对所有样本的特征变量的重要性进行计算, 最后按特征变量的重要性依次引入模型, 选择预测能力强、相关性好的特征变量组合。BP 神经网络将特征变量作为神经网络输入变量, 样地生物量作为神经网络输出变量, 在仿真训练过程中不断调试参数, 最终构建合适的神经网络模型进行生物量估算。

为了比较回归模型的性能, 采用五折交叉验证方法进行模型拟合精度评估, 主要指标包括确定系数(R^2)和均方根误差(RMSE)。

4 结果分析

4.1 基于异速生长方程的生物量估算对比分析

4.1.1 单木尺度的生物量估算对比分析

异速生长方程误差的计算要求对单木进行破坏性测量。而在本研究中, 利用解析木数据(包含树干、树枝、树叶、树根及整棵树的生物量)对异速生长方程加以验证, 表 1 总结了 4 种异速生长方程验证结果。

平均而言, 分省分树种方法的生物量最高, 中国森林主要群系方法最低, 但 4 种异速生长方程得到的估算生物量均低于实测生物量。分省分树种和全国优势种方法在生物量估算上更为准确, 而另外两种方法, 特别是中国森林主要群系方法在生物量估算上严重偏低。这可能与分省分树种和全国优势种方法在树种上做了区分有关, 对各个树种生物量估算更精确。图 2 显示了解析木数据与 4 种异速生长

表 1 4 种异速生长方程估算生物量与实测生物量平均值比较

Tab. 1 Comparison of estimated and measured average biomass of four allometric equations kg

实测值	估算值			
	I	II	III	IV
124.88	102.61	101.47	96.85	85.97

注: I: 分省分树种; II: 全国优势种; III: 分省混合种; IV: 中国森林主要群系。(下同)。

方程估算生物量之间的关系。

对低生物量的树木, 4 种方法估算值都较为接近实测值, 但在高生物量的树木中均出现估算偏低的情况。这可能在建立异速生长方程时, 与解析木的选取有关。在实际野外调查中, 大径级解析木会比较少, 这时由小径级的解析木数据拟合的生物量方程估算大径级的生物量, 可能会导致估算结果的偏高或者偏低, 而在本研究中出现了偏低的情况。

4.1.2 样地尺度的生物量估算对比分析

表 2 统计了 4 种异速生长方程在样地尺度上的生物量密度, 样地数选择 96 个。

表 2 4 种异速生长方程在样地尺度上生物量密度

Tab. 2 Biomass density of four allometric equations at plot scale $t \cdot \text{hm}^{-2}$

生物量	I	II	III	IV
平均生物量	80.8	78.2	79.1	76.8
最大生物量	261.1	280.2	255.6	213.1
最小生物量	2.8	2.5	2.2	3.1

在样地平均生物量中, 分省分树种方法最高 (80.8 t/hm^2), 中国森林主要群系方法最低 (76.8 t/hm^2), 这些平均生物量差别较小, 最大差值仅 5%。但在样地最大生物量密度统计上, 4 种方法存在较大差异, 最大差值为 23%。对 4 种异速生长方程估算的样地生物量密度进行两两比较(图 3)。对于低生物量的样地, 任意两个异速生长方程生物量估算比较接近, 而对于大生物量样地, 不同异速生长方程生物量估算有明显差异。这与 Zhao 等^[9]得出的结论相似。

4.2 基于机载 LiDAR 的森林生物量估算模型

基于 5 折交叉验证实验的所有模型 R^2 和 RMSE 如表 3 所示。

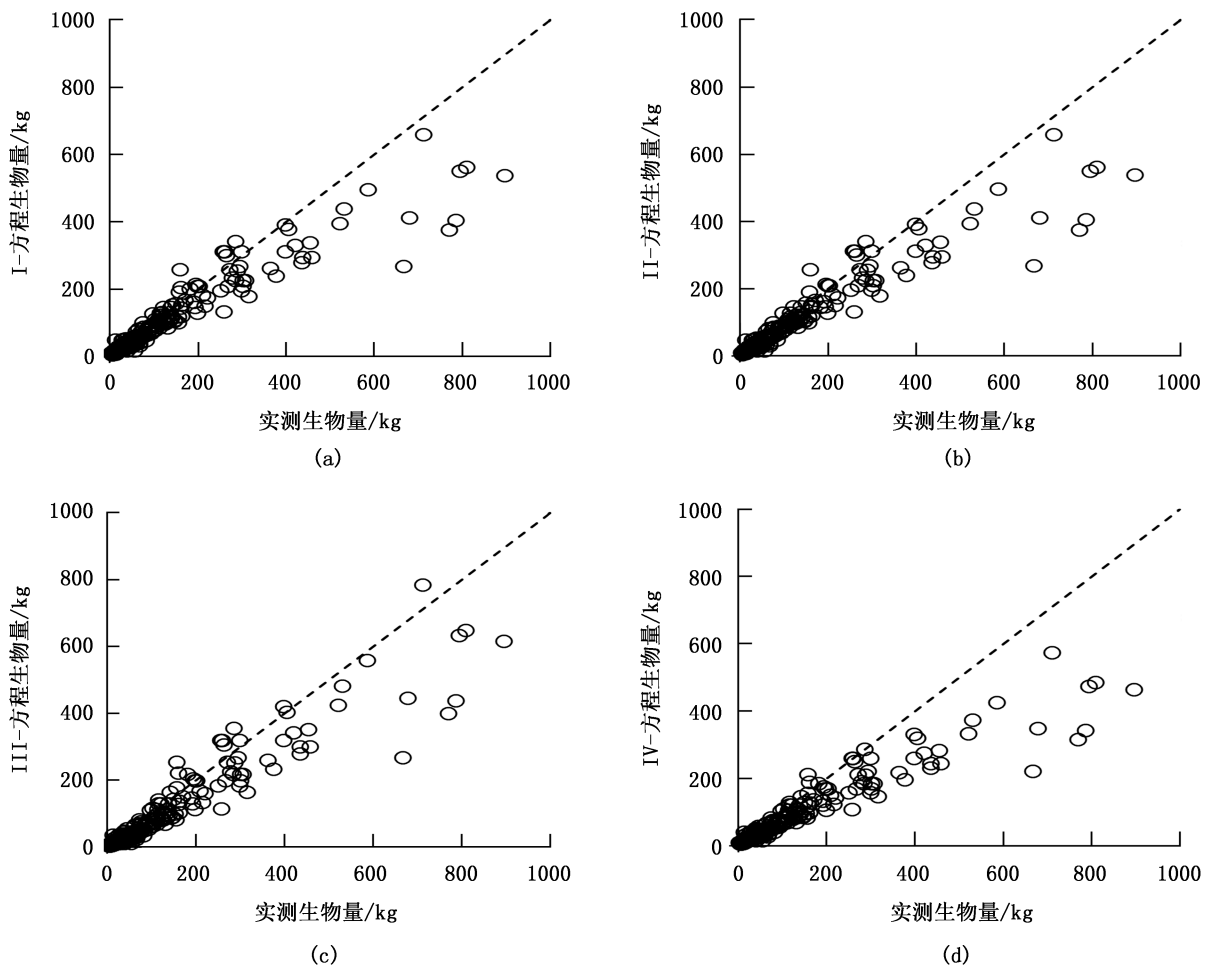


图 2 4 种异速生长方程单木生物量估算与实测值对比

Fig. 2 Comparison of individual estimated and measured biomass of four allometric equations

表 3 基于不同异速生长方程和不同统计方法的激光雷达生物量模型的交叉验证统计

Tab. 3 Cross validation results of lidar biomass models based on different allometric equations and statistical methods

估测模型	决定系数 R^2				均方根误差 RMSE/($t \cdot \text{hm}^{-2}$)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
逐步回归 SR	0.638	0.611	0.658	0.670	35.1	36.6	34.2	30.7
支持向量机 SVR	0.668	0.676	0.661	0.696	34.0	35.1	34.8	30.4
神经网络 BP	0.447	0.426	0.433	0.640	50.7	54.3	55.1	38.3
随机森林 RF	0.702	0.669	0.697	0.706	31.2	33.6	32.1	28.9
平均值 Average	0.614	0.596	0.612	0.678	37.8	39.9	39.1	32.1

总体来说,基于中国森林主要群系的生物量估算模型拟合度最好,后面依次是分省分树种、分省混合种、全国优势种。把所有生物量估算模型的结果取平均值,这 4 种方法对应的 R^2 依次为 0.614、0.596、0.612 和 0.678。相对应的 RMSE 分别为 37.8 t/hm^2 、 39.9 t/hm^2 、 39.1 t/hm^2 和 32.1 t/hm^2 。

在误差统计中, RMSE 仅用于描述激光雷达生物量估算模型误差,其假设异速生长方程无误差。然而在 4.1 中的分析表明,不同异速生长方程的误差是不同的,特别是中国森林主要群系异速生长方程存在较大误差,即使其生物量估算模型误差较小,但其在生物量估算上的误差也可能很大。

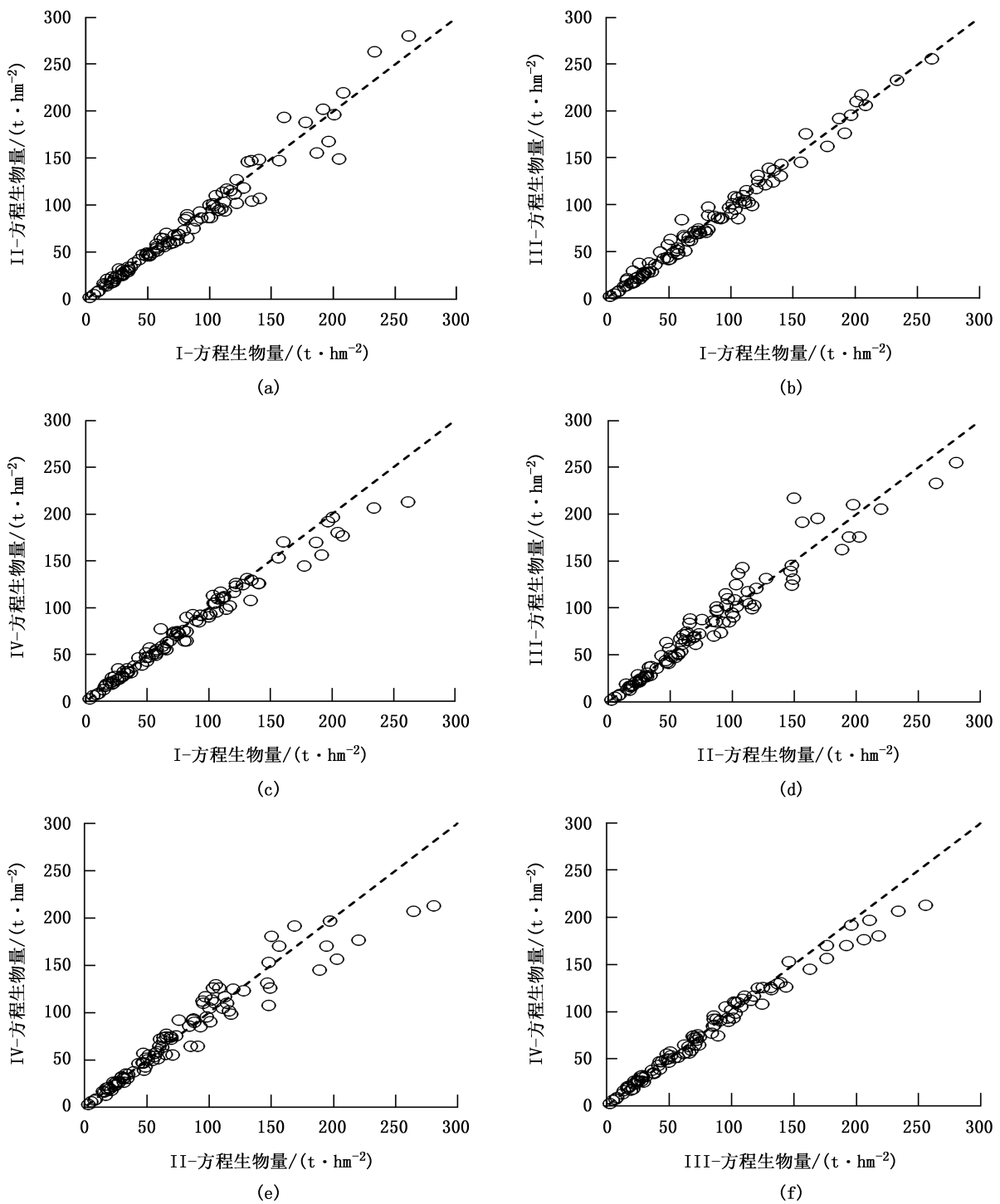


图 3 4 种不同异速生长方程在样地尺度上生物量比较

Fig. 3 Biomass comparison of four allometric equations at plot scale

4.3 基于机载 LiDAR 的森林生物量估算模型差异性分析

在测试的 4 种不同生物量估算模型统计方法 (1 种回归模型, 3 种机器学习方法) 中。RF 模型拟合结果最好, BP 神经网络拟合结果最差。为了比较生物量估算模型预测生物量与异速生长方程估算生

物量之间的关系, 以分省分树种方法为例进行异速生长方程计算的生物量模型拟合和验证 (图 4)。

通过比较散点图中的模型线发现, 4 种生物量估算模型的共同点: 大的生物量值往往被低估, 而小的生物量值通常被高估。这与 Chen^[8] 发现有共同之处, RF 方法用于生物量回归时, 由于该模型预测

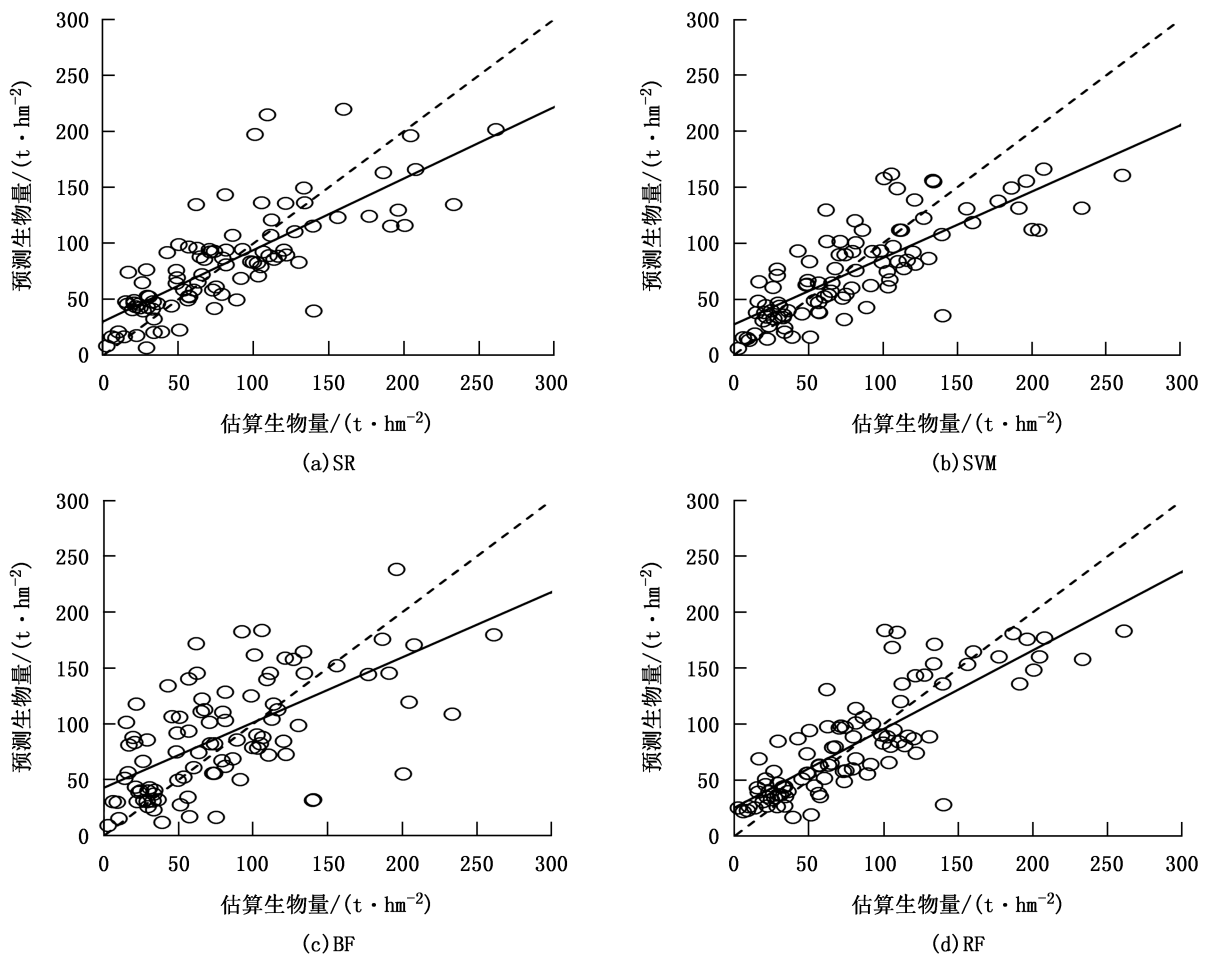


图 4 散点图显示预测生物量与参考生物量对比

Fig. 4 Scatter plot of comparison between predicted biomass and reference biomass

的是训练数据值的平均值,会导致低估高生物量区域和高估低生物量区域。但不局限于 RF 方法,其他的线性回归以及机器学习方法均可得出相同的结论。通过对分省分树种方法中生物量大于 100 t/hm^2 的 32 个样地的计算,估算生物量的最大值和平均值分别为 261 t/hm^2 、 145 t/hm^2 ,而 SR、SVR、BP 神经网络以及 RF 预测生物量的最大值依次为 214 t/hm^2 、 166 t/hm^2 、 238 t/hm^2 、 183 t/hm^2 ,相应的平均值依次为 125 t/hm^2 、 116 t/hm^2 、 129 t/hm^2 、 131 t/hm^2 ,在最大值和平均值水平上,预测生物量均低于估算生物量。高生物量样地生物量被低估是一个普遍现象,Gao 等^[18]也在利用生物量估算模型对高生物量样地进行生物量估算时发现,多种模型出现生物量低估的情况,特别是 RF 和 k-近邻法模型对生物量严重低估,导致无法正确预测生物量。

研究表明,在亚热带研究区域,BP 神经网络模型的回归性能结果较差(相关系数比 SR 模型低 0.175),随即森林 RF 的结果较好,和 Oliveira 等^[19]

研究结果一致。但与 Chen^[8]和 Li 等^[20]研究发现的 RF 效果较差形成对比。由此得出,不同森林类型、树种组成以及使用的异速生长方程等不同,会导致同样的生物量模型的结果差异。另外,研究结果揭示了不同移速生长方程及其对应的机载 LiDAR 点云生物量估算模型,二者在生物量估算中的不一致性。进而,在森林生物量估算误差的定量评估中,应使用误差传播理论^[21]全面考虑整个过程的误差,包括野外测量误差、异速生长方程误差、遥感数据误差、生物量估算模型误差等^[22-24]。

5 结论

选取福建省龙岩市的亚热带森林为研究对象,构建多种异速生长方程和生物量估算模型,利用机载 LiDAR 数据和样地调查数据对样地上的生物量进行监测,结果表明:在异速生长方程的选择上,分省分树种的方法在样地生物量估算上更为准确,中国森林主要群系的方法效果最差;在基于机载激光

雷达的森林生物量估算模型中,随机森林的方法精度最高,BP神经网络的方法精度最低。

对生物量估算模型的直接比较(如 R^2)而不考虑异速生长方程误差的差异是不合适的,未来需要更多地研究森林生物量估算过程中的误差,了解相关误差的组成及其传播方式。

参考文献:

- [1] 韩宗涛,江洪,王威. 基于多源遥感的森林地上生物量 KNN-FIFS 估测[J]. 林业科学,2018,54(9):70-79.
- [2] 庞勇,李增元. 基于机载激光雷达的小兴安岭温带森林组分生物量反演[J]. 植物生态学报,2012,36(10):1095-1105.
- [3] 王云飞,庞勇,舒清杰. 基于随机森林算法的橡胶林地上生物量遥感反演研究——以景洪市为例[J]. 西南林业大学学报,2013,33(6):38-45,111.
- [4] CHEN Q. Lidar remote sensing of vegetation biomass[J]. Remote Sensing of Natural Resources,2013(399):399-420.
- [5] LU D, CHEN Q, WANG G, et al. A survey of remote sensing-based aboveground biomass estimation methods in forest ecosystems[J]. International Journal of Digital Earth,2016,9(1):63-105.
- [6] 李旺,牛铮,王成,等. 机载 LiDAR 数据估算样地和单木尺度森林地上生物量[J]. 遥感学报,2015,19(4):669-679.
- [7] MELSON S L, HARMON M E, FRIED J S, et al. Estimates of live-tree carbon stores in the Pacific Northwest are sensitive to model selection[J]. Carbon Balance and Management,2011,6(1):2.
- [8] CHEN Q. Modeling aboveground tree woody biomass using national-scale allometric methods and airborne lidar[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2015(106):95-106.
- [9] ZHAO F, GUO Q, KELLY M. Allometric equation choice impacts lidar-based forest biomass estimates: A case study from the Sierra National Forest, CA[J]. Agricultural and Forest Meteorology,2012(165):64-72.
- [10] 周国逸,尹光彩,唐旭利. 中国森林生态系统碳储量—生物量方程[M]. 北京:科学出版社,2018.
- [11] KNUDBY A, LEDREW E, BRENNING A. Predictive mapping of reef fish species richness, diversity and biomass in Zanzibar using IKONOS imagery and machine-learning techniques[J]. Remote Sensing of Environment,2010,114(6):1230-1241.
- [12] CLARK M L, ROBERTS D A, EWEL J J, et al. Estimation of tropical rain forest aboveground biomass with small-footprint lidar and hyperspectral sensors[J]. Remote Sensing of Environment,2011,115(11):2931-2942.
- [13] 郑朝菊. 基于激光雷达和外推模型的森林地上生物量估算研究[D]. 北京:中国科学院大学(中国科学院遥感与数字地球研究所),2017.
- [14] AERTSEN W, KINT V, VAN O J, et al. Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean Mountain Forests[J]. Ecological Modelling,2010,221(8):1119-1130.
- [15] CHEN Q. Airborne lidar data processing and information extraction[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,2007,73(2):109.
- [16] CHEN Q, LAURIN G V, BATTLES J J, et al. Integration of airborne lidar and vegetation types derived from aerial photography for mapping aboveground live biomass[J]. Remote Sensing of Environment,2012(121):108-117.
- [17] CRISTIANINI N, SHAW-TAYLOR J. An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods; Preface [M]. Cambridge: Cambridge University Press,2000.
- [18] GAO Y K, LU D S, LI G Y, et al. Comparative analysis of modeling algorithms for forest aboveground biomass estimation in a subtropical region[J]. Remote Sensing,2018,10(4):627.
- [19] OLIVEIRA S, OEHLER F, SAN-MIGUEL-AYANZ J, et al. Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using multiple regression and random forest [J]. Forest Ecology and Management,2012(275):117-129.
- [20] LI M, IM J, QUACKENBUSH L J, et al. Forest biomass and carbon stock quantification using airborne LiDAR data: A case study over Huntington Wildlife Forest in the Adirondack Park[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing,2014,7(7):3143-3156.
- [21] CHEN Q, VAGLIO L G, VALENTINI R. Uncertainty of remotely sensed aboveground biomass over an African tropical forest: Propagating errors from trees to plots to pixels [J]. Remote Sensing of Environment,2015(160):134-143.
- [22] 秦立厚,张茂震,钟世红,等. 森林生物量估算中模型不确定性分析[J]. 生态学报,2017,37(23):7912-7919.
- [23] 傅煜. 区域尺度森林地上生物量估计与不确定性度量[J]. 湖北林业科技,2018,47(3):1-4,38.
- [24] SAARELA S, ANDRÉ W, HOLMSTRÖM E, et al. Mapping aboveground biomass and its prediction uncertainty using LiDAR and field data, accounting for tree-level allometric and LiDAR model errors[J]. Forest Ecosystems,2020,7(1):1-17.

责任编辑:许易琦

校对:许春霞 陈旭

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.002

基于无人机倾斜摄影技术的森林城市 三维模型构建技术研究

李默然

(贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003)

摘要:探究无人机进行倾斜摄影照片采集以及后期三维模型的构建, 阐述大疆无人机搭载 DJI GS RTK App 航线飞控软件的操作并分析三维模型的精度。结果表明, ContextCapture 所导出的不同地物信息, 相比于 pix4d 更加清楚、精细。用户借助 LocaSpaceViewer 软件可以实现模型浏览、测量, 分析测区范围内三维地理信息数据, 为森林城市生态体系建设、智慧管理、城区三维模型数据获取等方面应用提供参考。

关键词:无人机; 倾斜摄影; 森林城市; 三维模型

中图分类号: S711; S732.2; TB853.19; P232 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0009-05

引文格式: 李默然. 基于无人机倾斜摄影技术的森林城市三维模型构建技术研究[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 9-13. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.002

LI Moran. 3D Model Construction Technology of Forest City Based on Oblique Photography by Unmanned Aerial Vehicle [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 9-13. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.002

3D Model Construction Technology of Forest City Based on Oblique Photography by Unmanned Aerial Vehicle

LI Moran

(Guizhou Forestry Investigation and Planning Institute, Guiyang 550003, China)

Abstract: This paper discussed the oblique photography and photo acquisition of UAV and the construction of three-dimensional model, expounded the operation of Dajiang UAV equipped with DJI GS RTK App route flight control software, and analyzed the accuracy of three-dimensional model. The results showed that the different feature information exported by ContextCapture was clearer and more detailed than Pix4d. Equipped with the LocaSpaceViewer platform, the users could browse, measure and analyze the three-dimensional geographic information data, providing references for various applications such as forest city ecosystem construction, smart management, and urban three-dimensional data acquisition.

Key words: Unmanned Aerial Vehicle; oblique photography; forest city; three-dimensional model

建设森林城市是促进城市生产和良好生态环境全面发展的的重要途径。加强城市生态建设, 营造良好的人居环境, 弘扬生态文化, 提高城市质量, 是促

进人与自然和谐相处的重要举措。无人机倾斜摄影作为一项新兴测绘技术, 以其高速灵活、高效可靠、高精度等优点在数字城市、智慧城市等领域建设中

收稿日期: 2021-01-12.

第一作者: 李默然(1987-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 硕士研究生, 工程师. 从事林业调查规划工作.

得到广泛应用^[1-2],关于森林城市总体规划的应用却鲜有研究^[3]。以大疆精灵 4RTK 为例,选择贵州省江口县城区内部分区域作为试验对象,通过无人机倾斜摄影进行现地照片的采集以及后期三维模型的构建,阐述大疆无人机搭载 DJI GS RTK App 航线飞控软件的操作并对比分析生成的三维模型的精度,为森林城市生态体系建设、智慧管理、城区三维模型数据获取等方面应用提供参考。

1 研究区概况

江口县位于贵州省铜仁市中南部,地跨东经 108°30'~109°06',北纬 27°27'~27°58'。东邻碧江,南抵岑巩,西毗石阡,北连松桃,西北接印江。距贵阳市 412 km,距铜仁 52 km,省道 S303、S305 通过县域境内。属亚热带季风湿润气候,光照充足,雨量充沛,年均总积温 5 941 ℃,年均温 16.2 ℃,年均降水量 1 369.6 mm,雨季长达 6.5 个月,年均总日照 1 257.3 h,全年相对湿度 81%,年均蒸发量 664.5 mm。全县户籍人口总数 24.8 万人,其中城镇人口 8.9 万人,年末常住半年以上人口数(常住人口)17.6 万人,森林覆盖率 77.00%,2019 年末通过省级森林城市专家组的评估验收。

2 试验设备

本次研究使用的无人机为大疆精灵 4 RTK,是目前国内航测较为主流的消费级航拍无人机之一。相机镜头为 FOV 84°;8.8 mm/24 mm(35 mm 格式等效);光圈 f/2.8~f/11;带自动对焦(焦点无穷远);图像传感器 1 英寸 CMOS;有效像素 2 000 万(总像素 2 048 万);3 轴云台(俯仰、横滚、偏航)。卫星定位模块为 GPS/GLONASS 双模;理论续航时间 28 min。使用的地面站软件为 DJI GS RTK App,主要用于为区域内进行飞行任务的无人机制定飞行计划。

3 数据处理

3.1 航线设计

控制器设备注册登录后绑定 DJI 账号,在飞行模式中,选择 3D 五向飞行。按照任务需要规划好飞行区域边界(图 1),高度 70 m,速度 5.5 m/s;斜射高度 100 m,斜射角度-60°,速度 6.0 m/s,旁向重叠率 70%,航向重叠率 80%,拍摄方式为定时拍摄,照片比例 3:2,测光模式为平均测光。设置完成后,弹出确认界面,确认无误后,调用任务,拖动滑动条,无人机自行开始倾斜摄影航拍任务。



图 1 规划航线界面

Fig. 1 Planning route interface

按规划的航拍线路,从起始点由既定速度匀速飞至终点,完成空中拍摄。该无人机在空时间约为

11 min。一次起飞,飞行面积 1 462.8 m²,获得了无人机航拍有效照片 257 张。

3.2 数据预处理

对获取的航拍数据进行分析、整理以及检查工作,内容主要包括照片质量和文件格式、照片重叠度、GPS 记录管理信息与照片对应关系。为确保图像颜色符合生产要求,原始图像需要均匀。处理后的数据应保证与测区色调整体一致,且每张照片不偏色。

3.3 实景三维模型生成

为对比三维输出效果,分别以 pix4d 和 Context-Capture 为数据建立处理技术平台,将从影像中获得的纹理特征信息和几何结构模型分析结合,采用高精度一体化的自动建模技术,以测区几何中心为坐标原点,建立测区三维模型(图 2,图 3),设立 WGS-84 coordinate system 世界大地坐标系统,将模型按照该坐标系进行输出,构建江口县城部分区域的实景三维模型,并在 LocaSpaceViewer 平台中加载模型进行对比及质量评价。

4 结果与分析

4.1 三维模型质量评价

为了验证和评价三维建模的几何质量,将模型按照建筑物、交通工具、森林、道路河流、农耕地等类型分解到基元面,以局部精度评估整体质量。三维模型实景成果展示见图 4 和图 5。

图 5 中左侧为 pix4d 输出的三维模型,精度等级为最高,格式为 .obj;右侧为 ContextCapture 输出的三维模型,精度等级为最高,格式为 .osgb。放大影像,从目视效果来看,右侧地物还原度较高,生成模型棱角分明。这些信息对于土地利用的监测具有

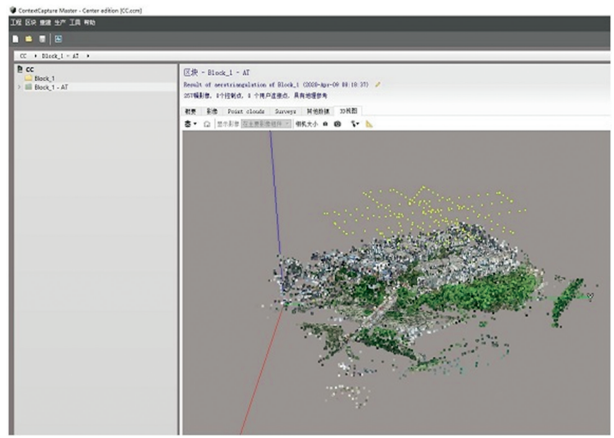


图 2 pix4d 软件空三测量处理
Fig. 2 Pix4d software aerial triangulation processing diagram

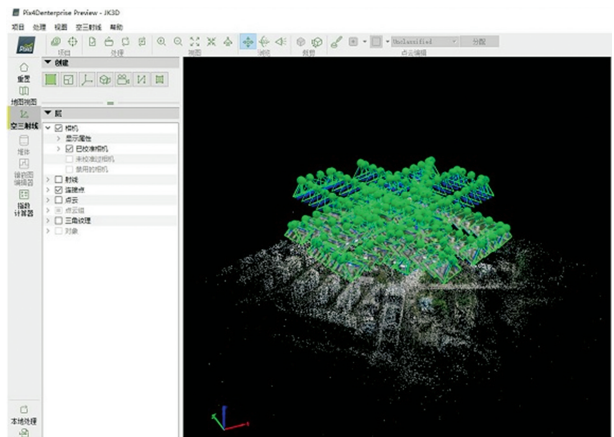


图 3 ContextCapture 软件空三测量处理
Fig. 3 ContextCapture software aerial triangulation processing diagram



图 4 三维模型实景成果整体展示
Fig. 4 Overall display of real results of 3D model



图 5 三维模型实景成果细节展示

Fig. 5 Detailed display of real results of 3D model

重要的应用价值。选取接边处道路的错动最大距离进行测量,并将该距离作为接边处的精度误差。整体而言,接边误差可控制在 0.7 m 以内。该误差可随照片重叠率及飞行高度等因素进一步降低。

4.2 模型精度分析

由于 ContextCapture 输出的三维模型质量较好,土地利用信息丰富。房屋、林地、道路、湖泊、草地等清晰可见,也易判读提取。在现地选取几处明显地物进行实地测量,同时在 ContextCapture 输出的三维模型上选取对应同地物点进行测量,分别测量两点之间的直线距离。以实地的距离为真值,模型上的距离与真值的差值即为误差值,差值占真值的百分比即为误差(表 1)。

由表 1 可知,模型的误差均在 2% 以内。

4.3 效率分析

该试验的数据获取时间约 25 min。包括无人机起飞前准备时间约 10 min,飞行航拍时间约 11 min,飞后整理时间约 4 min。1 人负责飞行及航拍。数据处理需 1 人/d。通过该试验,三维模型覆盖地面

表 1 误差分析

Tab. 1 Error analysis

编号	模型测量值/m	外业实测值/m	差值/m	误差/%
1	5.67	5.77	0.10	1.73
2	8.83	8.71	-0.12	-1.38
3	13.75	13.56	-0.19	-1.40
4	11.40	11.59	0.19	1.64
5	2.53	2.50	-0.03	-1.20
6	10.47	10.65	0.18	1.69

的面积为 91 418 m²。由此可见,该三维模型不仅时效性极强,而且获取成果周期短,效率高。

4.4 实用性分析

LocaSpaceViewer 是一款专业的 3D 数字地球软件,具备便捷的影像、高程、倾斜摄影数据浏览功能。用户利用该软件能够实现模型浏览、测量和分析测区范围内三维地理信息数据^[4]。对于森林城市规划中需要测算的建成区内的水岸绿化率、道路绿化率、立体绿化率等指标实现精确测量(图 6,图 7)。

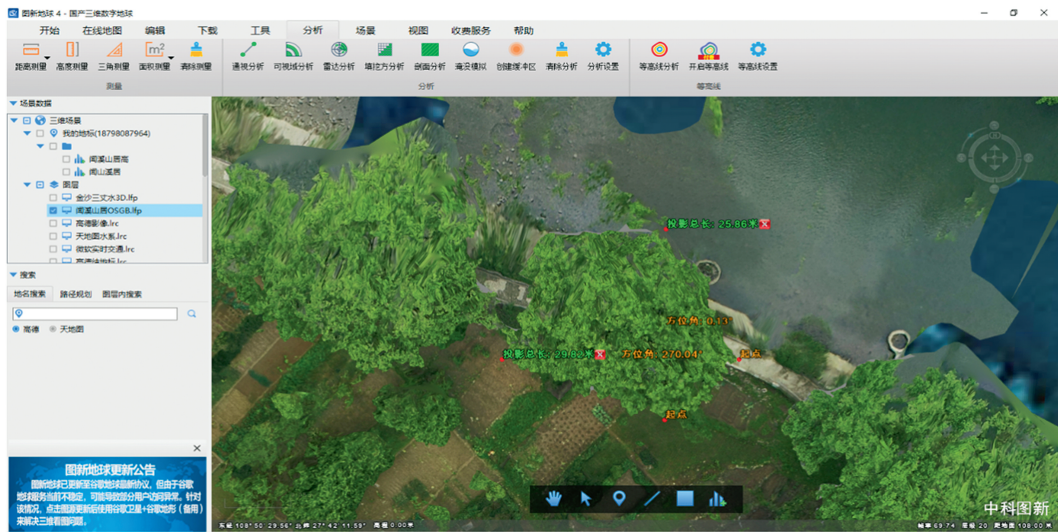


图 6 基于 LocaSpaceViewer 平台测定乔木层南北冠幅

Fig. 6 Measurement of north-south crown width of arbor based on LocaSpaceViewer platform

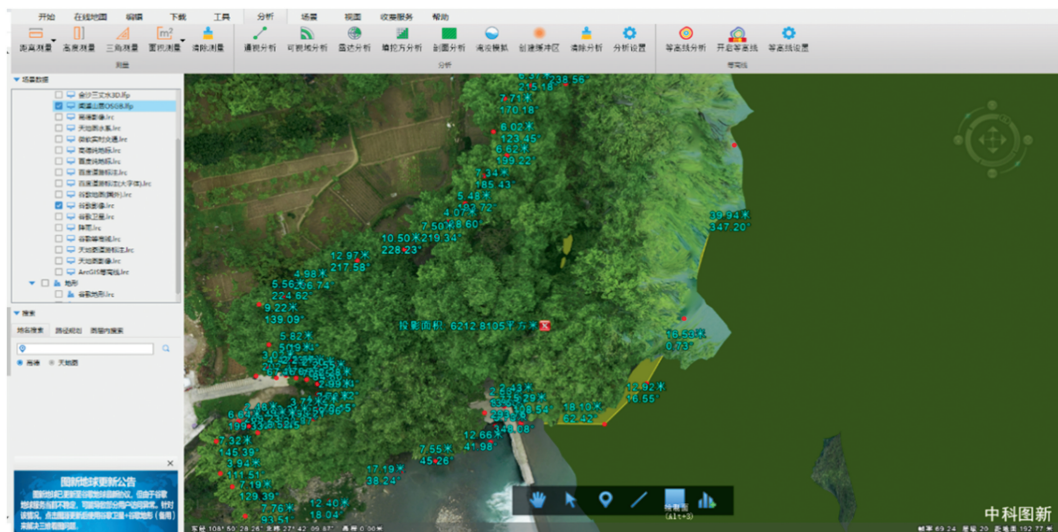


图 7 基于 LocaSpaceViewer 平台测定乔木林地面积

Fig. 7 Measurement of arbor land area based on LocaSpaceViewer platform

5 结论

该研究探索了基于 DJI GS RTK App 飞控软件进行倾斜摄影照片采集。对 pix4d 和 ContextCapture 两款数据处理平台获取森林城市三维模型的精度进行对比分析。结果表明,ContextCapture 导出的 3D 模型及地物信息相比于对 pix4d 更加清楚、精细,在山区小范围土地利用类型判别及森林城市生态体系建设、智慧管理、城区三维模型数据获取等方面具有极大的推广应用价值^[5]。

参考文献:

[1] 曾令权. 基于无人机倾斜摄影实景三维建模研究[J].

测绘标准化,2019,6(35):21-23.

[2] 李默然,金祺,张江平. 基于航线飞控软件获取正射影像方法浅析[J]. 内蒙古林业调查设计,2019,42(5):62-64.
 [3] 杨帆. 无人机倾斜摄影在森林景区实景三维模型构建及分析[J]. 林业资源管理,2018,8(4):120-124.
 [4] 彭云龙. 三维数字地球软件在初中地理教学中的应用[J]. 中小学数字化教学,2019(8):83-86.
 [5] 白阳,万鲁河. 基于无人机倾斜摄影测量实景三维模型构建方法[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报,2017,5(33):81-86.

责任编辑: 陈旭

校 对: 许易琦 陈旭

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.003

阿丁枫人工林地上部分生物量和碳储量分布格局

吴敏¹, 钟连香², 梁小春¹, 李俊贞¹, 秦武明²

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

摘要:以广西南宁树木园内 30 年生阿丁枫人工林为研究对象, 探究其人工林生物量、生产力、碳储量、年净固碳量及其分配特征。结果表明: 阿丁枫地上部分单株生物量为 553.60 kg, 林分地上部分生物量为 271.77 t/hm², 其中乔木层为 265.73 t/hm², 占 97.78%; 地上部分碳储量为 125.10 t/hm², 其中乔木层为 122.52 t/hm², 占 97.94%; 各器官碳储量以干材最大, 为 84.10 t/hm²; 林分地上部分生产力为 11.32 t/hm², 年净固碳量为 5.24 t/hm², 折合 CO₂ 固定量为 19.18 t/hm², 可见阿丁枫具有较强的固碳能力, 是发展碳汇林的良好树种。

关键词:阿丁枫人工林; 生物量; 乔木层; 生产力; 碳储量

中图分类号: S718.556; Q949.751.4 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0014-04

引文格式: 吴敏, 钟连香, 梁小春, 等. 阿丁枫人工林地上部分生物量和碳储量分布格局[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 14-17, 144. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.003

WU Min, ZHONG Lianxiang, LIANG Xiaochun, et al. Distribution Pattern of Above-ground Biomass and Carbon Storage in *Altingia chinensis* Plantation[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 14-17, 144. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.003

Distribution Pattern of Above-ground Biomass and Carbon Storage in *Altingia chinensis* Plantation

WU Min¹, ZHONG Lianxiang², LIANG Xiaochun¹, LI Junzhen¹, QIN Wuming²

(1. Nanning Arboretum, Nanning 530031, China; 2. College of Forestry, Guangxi University, Nanning 530000, China)

Abstract: The biomass, productivity, carbon storage, annual net carbon sequestration and distribution characteristics of 30-year-old *Altingia chinensis* plantation in Guangxi Nanning Arboretum were studied. The results showed that the above-ground biomass of *Altingia chinensis* individual was 553.60 kg and the total biomass of the stand was 271.77 t/hm², of which biomass of arbor layer was 265.73 t/hm², accounting for 97.78%; the above-ground carbon storage was 125.10 t/hm², of which the arbor layer was 122.52 t/hm², accounting for 97.94%; the carbon storage of trunk was the largest, which was 84.10 t/hm²; the above-ground productivity of the stand was 11.32 t/hm², and the annual net carbon fixation was 5.24 t/hm² which converted into CO₂ was 19.18 t/hm². With strong carbon sequestration ability, *Altingia chinensis* was a good tree species for the development of carbon sequestration forest.

Key words: *Altingia chinensis* plantation; biomass; arbor layer; productivity; carbon storage

收稿日期: 2021-01-19.

基金项目: 南宁树木园优质用材树种科研项目(BB33600114)资助.

第一作者: 吴敏(1988-), 男, 广西三江人, 工程师. 主要从事森林培育与种群生态学研究. Email: 1140216103@qq.com

责任作者: 李俊贞(1965-), 男, 广西平果人, 高级工程师. 主要从事林业经营管理与林业科技推广研究. Email: 1785561392@qq.com

森林作为陆地生态系统的重要组成部分,在改善生态环境、增加森林碳汇和碳吸存能力方面发挥着重要的作用^[1-2]。人工林是森林的重要组成部分,通过造林、再造林等活动增加森林生态系统碳固定量,有利于推进中国碳汇林业的发展。乡土树种是我国人工林的重要组成部分,其在我国林业生态建设和产业发展中发挥重要的积极作用。目前,国内学者先后对我国一些乡土树种如马尾松(*Pinus massoniana*)^[3]、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)^[4]、秃杉(*Taiwania flousiana*)^[5]、杨树(*Populus*)^[6]等人工林生态系统碳汇功能及其分配格局进行了研究,为乡土树种人工林生态系统碳汇功能和生态效益的评估提供了数据支撑。

阿丁枫(*Altingia chinensis*),别名蕈树、老虎皮,为金缕梅科(*Hamamelidaceae*)蕈树属(*Altingia*)常绿乔木,是我国南方地区珍贵的乡土树种,自然分布于福建、浙江、湖南、广西、广东等地区^[7]。阿丁枫适应性广,为良好的用材和园林绿化树种,同时其木材是培养香菇的最好木材之一,树脂广泛应用于药理和定香^[8],经济和生态效益较高,发展前景可观。近年来,学者在阿丁枫种子萌发^[9]、扦插育苗^[10]、生理活性^[11]、人工林培育^[12]等方面开展了研究,同时李江等^[13]也对云南地区几种阔叶人工林碳储量进行了初步探究,发现阿丁枫固碳作用明显。以广西南宁树木园内的30年生阿丁枫人工林为研究对象,通过对其生物量、生产力、碳储量及分布格局进行研究,分析阿丁枫人工林的固碳特性,为评价阿丁枫人工林生态系统碳储量和固碳潜力提供数据支撑。

1 试验地概况

试验样地位于广西南宁市郊树木园内,北回归线以南,地理坐标为22°40'N,108°21'E,属南亚热带季风气候,温暖湿润,年均温21.8℃,降雨丰富,年均降水量为1340mm。试验所选标准地为低矮山丘,海拔约346m,坡度约20°。实验地以赤红壤为主,土层厚度80~120cm。乔木层优势树种为阿丁枫,于1988年实生苗种植,林下植物包括米老排(*Mytilaria laosensis*)、粗叶榕(*Ficus hirta*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、竹叶草(*Oplismenus compositus*)等。

2 研究方法

2.1 林分调查与解析木选取

对试验林进行实地踏查后,按照典型选样原则选取阿丁枫人工林临时标准样地3块,每块样地为20m×20m,共计1200m²。测量样地内所有林木的树高、胸径、枝下高和冠幅指标,每个样地内选出2株能代表样地实际平均水平的样木作为标准木,共计6株,标准木要求生长正常且不断梢。

2.2 生物量与生产力测定

将选取的标准木伐倒,采用全株收获法^[14]测定各标准木树叶、树枝、树干和树皮鲜重,分别取样500g封于袋中,带回实验室105℃杀青30min后80℃烘干至恒重,计算各器官样品含水率,由此推算各平均木生物量、乔木层生物量以及林分生产力。林下调落物层和灌草层生物量测定采用样方收获法^[15]。林木通过光合作用生产的有机物质减去林木呼吸的消耗量所剩下的部分称为净生产量^[16],通常采用单位时间内平均净生产量作为生产力的估算指标。参照韦昌幸等^[17]测算木荷人工林生产力的方法,阿丁枫干材、树皮和树枝的平均净生产量按林分年龄30年计算,树叶平均净生产量则以叶在林木上着生5年计算。将生物量测定过程中经烘干的样品分别粉碎测定碳素含量,各组分碳素含量的测定均采用重铬酸钾氧化-外加加热法^[18]。

2.3 数据处理与分析

利用Excel 2010软件对数据进行常规处理,同时应用SPSS 20.0进行统计分析,各指标计算公式如下:

$$1) \text{ 年均生产力} = \text{植物各组分生物量} / \text{林龄}$$

$$2) \text{ 植物各组分碳储量} = \text{植物各组分生物量} \times \text{植物各组分碳含量} / 1000$$

$$3) \text{ 乔木层各器官年净固碳量} = \text{乔木层各器官年平均生物量} \times \text{各器官碳含量} / 1000$$

3 结果与分析

3.1 阿丁枫单株生物量分布

30年生阿丁枫地上部分的生物量为553.60kg/株,其中干材生物量为378.69kg/株,显著高于其余部位,占比达68.40%;树枝生物量次之,为106.58kg/株,占19.25%。地上部分各器官生物量大小排序为干材>树枝>干皮>树叶(图1)。

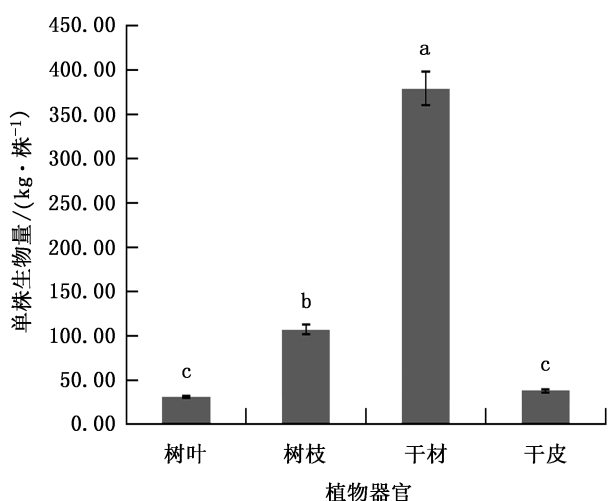


图 1 阿丁枫单株生物量分配

Fig. 1 Biomass allocation of *Altingia chinensis*

3.2 不同结构层次碳素含量

阿丁枫各器官碳素含量呈现的趋势为树叶>干材>树枝>干皮,各器官碳素含量为 441.90~469.33 g/kg,乔木层地上部分平均碳素含量为 458.38 g/kg。阿丁枫人工林凋落物层和灌草层碳素含量分别为 421.21 g/kg、445.64 g/kg。林分地上部分碳素含量以乔木层最高,灌草层(445.64 g/kg)次之,凋落物层(421.21 g/kg)最低(表 1)。

表 1 阿丁枫人工林不同结构层次碳素含量

Tab. 1 Carbon content of different structural levels in *Altingia chinensis* plantation

层次	组分	碳素含量 / (g · kg ⁻¹)	标准偏差 / (g · kg ⁻¹)
乔木层	树叶	469.33	7.2
	树枝	459.58	4.6
	干材	462.70	6.3
	干皮	441.90	5.4
	平均	458.38	5.9
灌草层		445.64	9.8
凋落物层		421.21	7.1

3.3 碳储量及其分配格局

阿丁枫人工林地上部分生物量为 271.77 t/hm²,其中乔木层生物量为 265.73 t/hm²,占地上部分生物量的 97.78%。乔木层生物量以干材最大,达 181.77 t/hm²,阿丁枫各器官生物量大小排序为干材>树枝>干皮>树叶。凋落物层的生物量为 4.46

t/hm²,占地上部分生物量的 1.64%;灌草层生物量最小,仅为 1.58 t/hm²(表 2)。

表 2 阿丁枫人工林不同结构层次碳储量分布

Tab. 2 Carbon storage distribution of different structural levels in *Altingia chinensis* plantation

层次	组分	生物量 / (t · hm ⁻²)	碳储量 / (t · hm ⁻²)	碳储量占比 / %
乔木层	树叶	14.74	6.92	5.53
	树枝	51.16	23.51	18.79
	干材	181.77	84.10	67.23
	干皮	18.06	7.98	6.38
灌草层		1.58	0.70	0.56
凋落物层		4.46	1.88	1.50
总计		271.77	125.10	100.00

阿丁枫人工林地上部分碳储量为 125.10 t/hm²,其中乔木层碳储量最大,为 122.52 t/hm²,占地上部分碳储量的 97.94%;灌草层碳储量为 0.70 t/hm²,占 0.56%;凋落物层碳储量为 1.88 t/hm²,占 1.50%。乔木层中各器官碳储量所占比例与其生物量所占比例相对应,以干材最大(84.10 t/hm²),占乔木层碳储量的 68.65%,其次是树枝和干皮,分别占 19.19%和 6.51%;树叶碳储量最少(6.92 t/hm²),占 5.65%。

3.4 乔木层地上部分年净固碳量估算

根据乔木层各器官平均净生产力与其相应的碳素含量,求得阿丁枫人工林地上部分年净固碳量,并进行阿丁枫人工林生态系统同化 CO₂ 能力的估算(表 3)。

表 3 阿丁枫人工林乔木层地上部分年净固碳量

Tab. 3 Annual net carbon sequestration of arbor layer in *Altingia chinensis* plantation

组分	净生产力 / (t · hm ⁻²)	年净固碳量 / (t · hm ⁻²)	折合 CO ₂ / (t · hm ⁻²)
树叶	2.95	1.38	5.07
树枝	1.71	0.79	2.88
干材	6.06	2.80	10.26
干皮	0.60	0.27	0.97
合计	11.32	5.24	19.18

从表 3 可以看出,30 年生阿丁枫人工林地上部分净生产力为 11.32 t/hm²,年净固碳量为 5.24 t/

hm²,折合CO₂固定量19.18 t/hm²。林木各器官中干材年净固碳量最大,达到2.80 t/hm²,占总年净固碳量的53.44%;干皮年净固碳量仅为0.27 t/hm²,占5.15%。

4 讨论与结论

30年生阿丁枫林乔木层地上部分生物量为265.73 t/hm²,林分净生产力为11.32 t/hm²,与其他乡土树种相比,高于48年生木荷(*Schima superba*)^[19]和27年生观光木(*Michelia odora*)^[20],表现出较高的生物量和生产力;但与速生树种15年生桉树(*Eucalyptus robusta*)^[21]相比,生物量和生产力均未占优势,说明在阿丁枫人工林栽培中,应注意林分水肥、光照以及密度控制,以提高林分的生物量和生产力。在阿丁枫人工林中,地上部分生物量为乔木层>凋落物层>灌草层,乔木层生物量占比为97.78%,说明乔木层对整个生态系统生物量的影响占绝对优势;林下灌草层和凋落物层生物量占比较小,但其在森林植被多样性、养分循环等方面的作用不可忽视。

森林碳储量的大小与森林生物量和含碳系数密切相关,通常在进行碳储量计算时以换算系数450 g/kg或者500 g/kg进行估算^[22]。研究结果显示,阿丁枫地上部分各器官碳素含量为441.90~469.33 g/kg,与相近区域火力楠(*Michelia macclurei*)等树种^[23-24]的研究结果相近,但低于青钩栲(*Castanopsis kawakamii*)^[25]、马尾松^[26]以及秃杉^[5]各器官平均碳素含量,说明林木中碳素的含量与树种密切相关,各器官碳素含量的差异也反应了不同树种碳素积累与分配特点。

30年生阿丁枫地上部分平均碳储量达125.10 t/hm²,明显高于我国亚热带常绿阔叶林碳储量平均水平(61.05 t/hm²)^[27],其中乔木层碳储量达122.52 t/hm²,占比为97.94%。有研究表明,中国森林年均净固碳量为5.54 t/hm²,本研究中阿丁枫乔木层地上部分年净固碳量达5.24 t/hm²,折合CO₂为19.18 t/hm²,与中国森林年均固碳量接近,同时高于相近区域的观光木^[28]和火力楠^[23]年净固碳量,可见阿丁枫人工林具有较强的固碳能力。

综合分析可知,阿丁枫作为我国乡土用材树种,人工林生物量和生产力水平较大,固碳能力强,合理经营阿丁枫人工林能够有效增强人工林的碳汇功

能,促进生态系统碳循环和环境改善。

参考文献:

- [1] JANZEN H H. Carbon cycling in earth systems—a soil science perspective[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2004, 104(3):399–417.
- [2] ZHAO M, YANG J, ZHAO N, et al. Estimation of China's forest stand biomass carbon sequestration based on the continuous biomass expansion factor model and seven forest inventories from 1977 to 2013[J]. Forest Ecology and Management, 2019, 448:528–534.
- [3] JUSTINE M F, YANG W, WU F, et al. Dynamics of biomass and carbon sequestration across a chronosequence of masson pine plantations[J]. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 2017, 122(3):578–591.
- [4] ZHANG H, ZHOU G, WANG Y, et al. Thinning and species mixing in Chinese fir monocultures improve carbon sequestration in subtropical China[J]. European Journal of Forest Research, 2019, 138:433–443.
- [5] 谢敏洋,何斌,戴军,等. 桂西北秃杉人工林不同年龄阶段的固碳功能[J]. 林业科学研究, 2020, 33(5):106–113.
- [6] 贾黎明,刘诗琦,祝令辉,等. 我国杨树林的碳储量和碳密度[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013, 37(2):1–7.
- [7] 蒋桂雄,朱积余. 广西珍贵树种高效栽培技术(连载)[J]. 广西林业, 2013(10):44–45.
- [8] 李振问,吴擢溪,杨亨永. 福建省常见香菇树种的优化选择及开发利用研究[J]. 福建林业科技, 2000(S1):68–71.
- [9] 王满莲,文香英,韦霄,等. 温度对3种金缕梅科植物种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2016, 35(10):79–83.
- [10] 龙双畏,刘济祥,郑伟. 优良园林绿化树种阿丁枫育苗技术研究[J]. 北方园艺, 2009(5):199–201.
- [11] 李莹,陈永滨,范辉华,等. 福建19种主要造林乡土阔叶树种光响应曲线特性分析[J]. 西部林业科学, 2020, 49(1):59–64.
- [12] 龙敏,钟连香,吴敏,等. 阿丁枫人工林生长规律与林下植被多样性探究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(4):29–33.
- [13] 李江,陈宏伟,冯弦. 云南热区几种阔叶人工林C储量的研究[J]. 广西植物, 2003(4):294–298.
- [14] 杨卫星,何斌,卢开成,等. 桂西南连续年龄序列尾巨桉人工林的生物生产力[J]. 农业研究与应用, 2016(2):6–11.
- [15] 何斌,何纾敏,黄弼昌,等. 速生阶段西南桦人工林养分积累及其分配特征[J]. 东北林业大学学报, 2015, 43(3):23–25.

(下转第144页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.004

非洲辣木种子无菌萌发与组培再生体系的建立

覃玉凤, 钟连香, 魏秋兰, 肖玉菲, 覃子海

(广西壮族自治区林业科学研究院, 广西 南宁 530002)

摘要:以非洲辣木种子为材料,探究非洲辣木种子的最佳消毒方法,同时研究培养基和植物生长调节剂对非洲辣木无菌苗诱导、继代增殖及生根的影响,建立组培再生体系。结果表明,非洲辣木种子处理和消毒的最佳方式为剥壳+清水 0.5 h+75%酒精 60 s+0.1%升汞 10 min,此处理的非洲辣木种子发芽率高达 81.11%,而污染率仅为 17.41%。最佳的初代诱导培养基为 MS+6-BA 1.0 mg/L+KT 0.4 mg/L,每个外植体平均萌芽数为 3.17;初代芽在 MS+6-BA 0.6 mg/L+KT 0.3 mg/L 的培养基上进行继代增殖培养,增殖系数可达到 4.62;在 1/2 MS+NAA 1.0 mg/L+IBA 0.5 mg/L 的培养基上进行生根培养,株均根数达 5.88 条,平均根长在 2.0 cm 以上,平均生根率达 86.68%。

关键词:非洲辣木;组织培养;消毒方法;再生体系;无菌苗诱导;继代增殖

中图分类号:S723.133;Q949.748.5 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0018-05

引文格式:覃玉凤,钟连香,魏秋兰,等.非洲辣木种子无菌萌发与组培再生体系的建立[J].林业调查规划,2021,46(6):18-22. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.004

QIN Yufeng, ZHONG Lianxiang, WEI Qiulan, et al. Establishment of Aseptic Germination and Tissue Culture Regeneration System of *Moringa stenopetala* Seeds[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 18-22. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.004

Establishment of Aseptic Germination and Tissue Culture Regeneration System of *Moringa stenopetala* Seeds

QIN Yufeng, ZHONG Lianxiang, WEI Qiulan, XIAO Yufei, QIN Zihai

(Guangxi Academy of Forestry, Nanning 530002, China)

Abstract: The best disinfection method of *Moringa stenopetala* seeds was explored, and the effects of medium and plant growth regulator on induction, subculture multiplication and rooting of aseptic seedlings of *Moringa stenopetala* were studied. The results showed that the best disinfection method was shelling+water for 0.5 h+75% alcohol for 60 s+0.1% mercuric chloride for 10 min. The germination rate of sterilized seeds was as high as 81.11%, while the pollution rate was only 17.41%. The best medium for primary induction was MS+6-BA 1.0 mg/L+KT 0.4 mg/L, and the average number of buds per explant was 3.17. The primary buds were subcultured on the medium of MS+6-BA 0.6 mg/L+KT 0.3 mg/L, and the proliferation coefficient was 4.62. The average number of roots was 5.88, the average root length was more than 2.0 cm, and the average rooting rate reached 86.68% on the medium of 1/2 MS+NAA 1.0 mg/L+IBA 0.5 mg/L.

收稿日期:2021-03-15.

基金项目:广西科技计划项目(桂科 AD18281083)资助.

第一作者:覃玉凤(1982-),女,广西来宾人,工程师.主要从事植物生物技术方面的研究. Email:1140216103@qq.com

责任作者:覃子海(1980-),男,广西来宾人,高级工程师.主要从事林木遗传育种研究. Email:75455621@qq.com

Key words: *Moringa stenopetala*; tissue culture; disinfection method; regeneration system; aseptic seedling induction; subculture multiplication

非洲辣木(*Moringa stenopetala*)为辣木科(Moringaceae)辣木属(*Moringa*)植物,在热带、亚热带国家和地区广泛种植^[1]。由于辣木含有丰富的氨基酸、维生素、蛋白质、活性酶类物质以及人体必需的矿物质元素,同时具有抗癌、消炎、降血压等功效,是良好的药食同源植物,也常被誉为“生命之树、奇迹之树”,其营养价值和药用价值已被广泛证实并被开发利用^[2-4]。辣木又因其速生、耐旱、抗病性强以及经济效益好等特点成为世界上热门的多用途树种之一,使辣木日益受到重视^[5]。

随着辣木的神奇功效和潜在市场价值的发现,对辣木的研究和开发日益增多,其化学成分的药理作用和营养成分研究均取得了较好进展。例如,辣木叶乙酸乙酯部位(M2)在浓度较低时对细胞氧化损伤有较好的保护作用^[6];饶体宁等^[7]报道了饲料中添加辣木叶提取物可以有效改善血清和蛋黄抗氧化性能、增加蛋鸭免疫球蛋白。同时,基于辣木良好的经济效益,辣木育苗技术^[8]和栽培技术^[9]也日益成为研究热点。目前,辣木的种子较为昂贵,传统的种子育苗已不能满足市场需要。为此,开展辣木组培快繁实验,建立植株再生体系是解决引种初期种苗缺乏问题的主要途径,可为推广辣木提供优质的种质资源。本研究通过对非洲辣木种子无菌萌发、不定芽诱导、增殖、生根培养基配方的研究,全面、系统地探讨适合非洲辣木组织培养的各项因素,以期建立一套非洲辣木组培快繁技术体系,为实现辣木组培工厂化育苗奠定技术基础。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

本试验以饱满、健康的非洲辣木种子为供试材料,种子原产于印度。

1.2 试验方法

1.2.1 无菌苗的获得

选择饱满的非洲辣木种子,用清水洗净后,分别采用 4 种不同的处理方法进行消毒处理,然后用无菌水冲洗 5 次,将种子横卧接种于 MS 培养基(每升附加蔗糖 30 g、琼脂 3 g, pH 为 5.8)中,接种后置于培养室(自然光照、28 ℃)中培养,观察种子的污染率和发芽率。

1.2.2 无菌苗诱导培养

当种子生长成为无菌苗时进行切断处理,将切

好的无菌苗(2~2.5 cm)接种至培养基中,然后置于 24 ℃暗室进行暗培养 10 d,再转入正常光照培养,15 d 后统计植株生长状况并计算诱导系数。基本培养基为 MS、WPM、B5 培养基,植物生长调节剂为 6-BA(0.5、1.0、1.5 mg/L)、KT(0.2、0.4、0.6 mg/L),各试验因素构成 $L_9(3^4)$ 正交试验(表 2),培养基中蔗糖浓度为 30 g/L,琼脂浓度为 3 g/L, pH 5.8。

1.2.3 增殖培养

将诱导产生的不定芽切断处理(2 cm 左右),转接到 MS 培养基中,植物生长调节剂为 6-BA(0.4、0.6、1.2 mg/L)、KT(0.3、0.5 mg/L)(表 3),蔗糖浓度为 30 g/L,琼脂浓度为 3 g/L, pH 5.8。接种后,先暗培养 10 d,再转入正常光照培养。30 d 后统计每个处理芽总数,计算增殖系数。

1.2.4 生根培养

将增殖得到的无菌苗切成 2 cm 左右带顶尖的茎段,转接入以基本培养基 1/2 MS 的培养基上,添加 NAA(0.5、1.0、1.5 mg/L)和 IBA(0.4、0.5 mg/L)进行培养(表 4),其中蔗糖浓度为 30 g/L,琼脂浓度为 3 g/L, pH 5.8。培养 30 d 后记录每瓶生根株数、每株生根条数和平均根长,计算生根率、株均根数和平均根长。

1.2.5 炼苗及移栽

生根培养 30 d 后,将生根的试管苗移入大棚,拧松瓶盖,在自然光下炼苗 1 周后,取出生长健壮的生根苗,将基部的培养基洗干净,移至基质(泥炭土)中,每日淋足水分,30 d 后统计移栽成活苗株数。

1.3 培养条件

培养温度为 24 ℃,光照强度为 6 000 lx,每天光照时间为 14 h。

1.4 数据统计

利用 Excel 2016 对数据进行整理,采用 SPSS 21.0 对增殖系数、生根率、平均生根数和平均根长进行方差分析并采用邓肯新复极差法进行多重比较。

2 结果分析

2.1 外植体的消毒

不同消毒方法对种子萌发的影响效果见表 1。

表 1 不同消毒方法对种子萌发的影响

Tab. 1 Effect of different disinfection methods on seed germination

处理	处理方法	种粒数 / 粒	污染率 / %	发芽率 / %
1	未剥壳+清水 12 h+	90	43.7 ± 4.73a	44.07 ± 7.44b
	75%酒精 15 s+0.1% 升汞 20 min			
2	未剥壳+清水 24 h+	90	40.37 ± 3.29a	47.04 ± 8.02b
	75%酒精 45 s+0.1% 升汞 25 min			
3	剥壳+清水 0.5 h+	90	17.41 ± 2.31b	81.11 ± 4.31a
	75%酒精 60 s+0.1% 升汞 10 min			
4	剥壳+清水 1.0 h+	90	15.93 ± 1.70b	70.37 ± 5.70a
	75%酒精 90 s+0.1% 升汞 15 min			

从表 1 可以看出,剥壳处理(处理 3 和处理 4)辣木种子发芽率显著高于未剥壳处理(处理 1 和处理 2),剥壳处理发芽率在 70% 以上,其中以处理 3 发芽率最高,达 81.11%;未剥壳处理发芽率显著降低,发芽率均在 50% 以下。从污染率指标看,未剥壳处理污染率显著高于剥壳处理,污染率在 40% 以上。75%酒精和 0.1% 升汞不同消毒时间对辣木种子发芽率和污染率亦产生影响。消毒时间过短会出现大量霉菌,而消毒时间过长会影响种子活力,从而影响萌发率。从发芽率指标和污染率指标看,处理 3 (剥壳+清水 0.5 h+75%酒精 60 s+0.1% 升汞 10 min)更适用于辣木种子消毒,种子发芽率达 81.11%,污染率仅为 17.41%,既达到良好的消毒效果,又能避免种子活力受到损害。

2.2 不同培养基对不定芽诱导的影响

不同培养基与激素配比试验中辣木诱导系数存在差异,如表 2 所示。

MS 培养基更利于辣木诱导,而 WPS 培养基和 B5 培养基对辣木诱导效果表现较差。处理 2 (MS+6-BA 1.0 mg/L +KT 0.4 mg/L) 和处理 3 (MS+6-BA 1.5 mg/L +KT 0.6 mg/L) 诱导系数均达 3.0 以上,显著高于其他处理,其中处理 2 诱导系数最大(3.17)。从极差分析结果看,诱导系数各影响因素作用的主次顺序为:培养基>6-BA>KT (R 培养基=1.24, R_{6-BA}=0.51, R_{KT}=0.29),故辣木不定芽诱导的最优培养基与激素配比为:MS+6-BA 1.0 mg/L+KT 0.4 mg/L。

表 2 不同培养基对非洲辣木的诱导效果

Tab. 2 Induction effect of different medium on *Moringa stenopetala*

处理	因素			诱导系数
	培养基	6-BA/ (mg · L ⁻¹)	KT/ (mg · L ⁻¹)	
1	MS	0.5	0.2	2.45 ± 0.15b
2	MS	1.0	0.4	3.17 ± 0.21a
3	MS	1.5	0.6	3.07 ± 0.15a
4	WPM	0.5	0.6	2.25 ± 0.18bc
5	WPM	1.0	0.2	1.60 ± 0.13de
6	WPM	1.5	0.4	1.13 ± 0.02e
7	B5	0.5	0.4	2.17 ± 0.27bcd
8	B5	1.0	0.6	2.56 ± 0.18ab
9	B5	1.5	0.2	1.68 ± 0.14cde
\bar{K}_1	2.90	2.27	2.08	
\bar{K}_2	1.66	2.47	2.37	
\bar{K}_3	2.15	1.96	2.26	
R	1.24	0.51	0.29	

2.3 不同激素对继代增殖的影响

不同浓度 6-BA 和 KT 组合对辣木增殖产生显著影响,各处理辣木增殖系数在 2.8 以上,如表 3 所示。

表 3 不同激素对非洲辣木的增殖效果

Tab. 3 Proliferation effect of different hormones on *Moringa stenopetala*

处理	因素			增殖系数
	培养基	6-BA/ (mg · L ⁻¹)	KT/ (mg · L ⁻¹)	
1	MS	0.4	0.3	3.78 ± 0.10b
2	MS	0.4	0.5	3.62 ± 0.33bc
3	MS	0.6	0.3	4.62 ± 0.18a
4	MS	0.6	0.5	3.03 ± 0.23d
5	MS	1.2	0.3	3.10 ± 0.51cd
6	MS	1.2	0.5	2.80 ± 0.31d

6-BA 和 KT 浓度过高或过低辣木的增殖系数均会降低,如表 3 所示,当 6-BA 浓度为 0.6 mg/L、KT 浓度为 0.3 mg/L (MS+6-BA 0.6 mg/L+KT 0.3 mg/L) 时辣木增殖效果最好,增殖系数达 4.62,显著高于其他处理,说明该激素组合较适用于辣木增殖过程。

2.4 不同激素对生根的影响

以1/2 MS为培养基、NAA和IBA配比组合下,辣木生根率均达70%以上。当NAA浓度为1.0 mg/L时,辣木达到很好的生根效果,其中以处理4(1/2

MS+NAA 1.0 mg/L+IBA 0.5 mg/L)生根效果最好,生根率高达86.68%。从株均根数看,各处理生根数均在4.0条/株以上,处理3和处理4株均根数达5.0条以上,但与其他处理均未达显著差异(表4)。

表4 不同激素对非洲辣木生根培养的效果

Tab. 4 Effect of different hormones on rooting culture of *Moringa stenopetala*

处理	因素			平均生根率/%	平均根数/条	平均根长/cm
	培养基	NAA/(mg·L ⁻¹)	IBA/(mg·L ⁻¹)			
1	1/2 MS	0.5	0.4	76.01 ± 4.88ab	4.32 ± 0.43b	1.82 ± 0.19ab
2	1/2 MS	0.5	0.5	82.67 ± 4.64ab	4.20 ± 0.37b	1.88 ± 0.22ab
3	1/2 MS	1.0	0.4	83.33 ± 5.27ab	5.24 ± 0.22ab	2.18 ± 0.25a
4	1/2 MS	1.0	0.5	86.68 ± 3.50a	5.88 ± 0.36a	2.04 ± 0.23a
5	1/2 MS	1.5	0.4	71.35 ± 5.12b	4.76 ± 0.58b	1.62 ± 0.45b
6	1/2 MS	1.5	0.5	70.67 ± 3.86b	4.68 ± 0.29b	2.14 ± 0.34a

从平均根长指标看,处理3、处理4、处理6这3个处理平均根长达2.0 cm以上,平均根长最长的为处理3,达2.18 cm。综合分析可知,处理4较适用于辣木生根,生根率达86.68%,平均根数为5.88条/株,平均根长达到2.0 cm以上。

2.5 炼苗及移栽

试管苗在生根培养基上培养30 d,将生根的试管苗移入遮阴大棚,拧松瓶盖,在自然光下炼苗7 d后取出生长健壮的生根苗,将基部的培养基洗干净,移至消毒的泥炭土中,每日淋足水分,成活率达90%以上。

3 结论与讨论

在组织培养中可以通过种子消毒来获得无菌苗,其最主要的前提就是种子消毒剂的选择、搭配及消毒时间的掌握^[10]。不同植物种子对不同消毒剂的耐受能力不同,种子消毒时间过长,在达到很好的灭菌效果的同时也会对种子造成损害,进而降低种子的发芽率,因而筛选出适宜的消毒剂和消毒时间很有必要。相关研究表明,外壳对辣木内部的种子起到保护作用,不剥壳可以提高发芽率^[11],在不剥壳的情况下70%酒精浸泡30 s+0.1%升汞浸泡8 min,其成活率可达73.3%;但也有一些学者认为辣木外壳表面细菌较多,保留外壳会使污染率提高进而影响种子发芽^[12]。而本研究结果显示,非洲辣木种子在剥壳的情况下发芽率较高,与黄洲^[13]的研究结果一致,最佳的处理组合为清水0.5 h+75%酒精

60 s+0.1%升汞10 min,采用此种处理方法种子发芽率达81.11%,且污染率低,植物受消毒剂的伤害小。

基本培养基与植物的生长发育密切相关,在植物组织培养的不同阶段所需的营养物质也存在差异^[14]。实验结果显示,辣木不定芽诱导的最适培养基为MS培养基,与刘德承^[15]和陈丽文等^[16]的研究结果一致,表明MS培养基中较高浓度的NH₄⁺和NO₃⁻更适合非洲辣木不定芽的诱导。基本培养基只能使外植体存活下来,如果想要获得更加优质的试管苗,需要按照不同要求添加相应植物生长调节剂来促使其生长和分化,而决定植物形态发生启动和分化方向最重要的2个因素是生长素和细胞分裂素浓度配比。本实验选用的植物生长调节剂为6-BA和KT,其配比对实验结果起到关键作用。相关研究表明,高浓度6-BA作用下辣木侧芽生长明显,茎节距也会相应减小^[17-18];当6-BA浓度高于0.6 mg/L时,增殖系数不增反降,且植株出现下部叶片黄化现象,这也说明过量的细胞分裂素对辣木产生不利影响。当6-BA浓度不变时,KT浓度高则增殖系数会相应降低,说明低浓度的KT更利于非洲辣木增殖。本研究亦得出结论:辣木在MS培养基上增殖效果较好,当6-BA浓度为0.6 mg/L、KT浓度为0.3 mg/L时,增殖效果最好,增殖系数达4.62。

研究结果显示,辣木在1/2 MS培养基上培养可达到很好的生根效果,当NAA浓度为1.0 mg/L、IBA浓度为0.5 mg/L时生根率高达86.68%。木本植物生根是离体培养的关键步骤^[19],培养基种类、

植物生长调节剂等对组培苗生根均会产生一定的影响。高浓度无机盐易使外植体切面产生愈伤组织,不利于生根,因而通常选用无机盐浓度较低的 1/2 MS 培养基进行生根诱导。有研究认为,IBA 诱导出的根细长,无愈伤组织,根质量较好,苗木移栽成活率高,而 NAA 诱导出的根粗而短,且随 NAA 浓度增大愈伤组织增多,移栽成活率降低^[20-21]。亦有研究报道,IBA、NAA 和 IAA 等植物生长调节剂复合使用比单一使用更利于植物生根,且愈伤组织少,移栽成活率高^[22]。

本研究中,非洲辣木种子无菌萌芽率高,继代增殖和生根培养效果理想,在工厂化育苗中具有重要的指导意义,后期将开展辣木继代增殖和生根过程中细胞形态及结构变化、生理活性变化等方面的研究,阐明其增殖和生根的机理机制,进一步优化非洲辣木组培再生体系。

参考文献:

- [1] 罗晓波,汪开毓,吉莉莉,等. 辣木叶的价值及其开发利用研究进展[J]. 资源开发与市场,2016,32(11):1362-1366.
- [2] OYEYINKA A T, OYEYINKA S A. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects[J]. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2018, 17(2): 127-136.
- [3] 刘子记,孙继华,刘昭华,等. 特色植物辣木的应用价值及发展前景分析[J]. 热带作物学报,2014,35(9):1871-1878.
- [4] MUGHAL M H, SRIVASTAVA P S, IQBAL M. Drumstick (*Moringa pterygosperma* Gaertn.): A unique source of food and medicine [J]. JEcon Taxon Bot, 1999, 23(1): 47-61.
- [5] 矫健,陈伟忠,穆钰,等. 国内外辣木产业发展现状及思考[J]. 世界农业,2015(5):126-128.
- [6] 王丽虹,刘阳,许悦,等. 辣木叶不同极性部位对细胞的抗氧化及抗增殖活性研究[J]. 食品研究与开发,2021, 42(2): 8-13.
- [7] 饶体宇,吴伯梅,鲜思美,等. 辣木叶提取物对蛋鸭抗氧化、脂质代谢及免疫功能的影响[J]. 中国饲料,2020 (17): 71-75.
- [8] 王小安,韦晓霞,姜翠翠,等. 辣木栽培关键技术研究进展[J]. 东南园艺,2019,7(5):56-62.
- [9] 彭钟通,林佳娜,刘丽,等. 水氮耦合对辣木生长特性的影响[J]. 生态学杂志,2021,40(2):363-372.
- [10] 夏春英,谢小敏,刘江枫,等. 竹叶兰种子无菌萌发与组培快繁研究[J]. 福建农业学报,2020,35(11):1215-1221.
- [11] 马秋月,黄海泉,黄蔚霞,等. 辣木组织培养技术研究[J]. 黑龙江农业科学,2015(12):18-21.
- [12] 高燕,姜艳,李泽生,等. 辣木组织培养与植物激素培养基筛选试验[J]. 热带农业科技,2015,38(3):23-27.
- [13] 黄洲. 辣木的快速繁殖和引种栽培[D]. 杭州:杭州师范大学,2018.
- [14] 姚金澳,王旭承,唐徐玮,等. 杂交兰组织培养与快速繁殖技术的分析[J]. 分子植物育种,2021,19(3):929-936.
- [15] 刘德承. 辣木组培三种培养基及抑菌剂的初步研究[D]. 南宁:广西大学,2019.
- [16] 陈丽文,时群,陈乃明,等. 辣木离体再生体系的建立[J]. 安徽农业科学,2019,47(18):121-123.
- [17] 李惠波,李海泉,周堂英,等. 辣木种苗组培快繁技术研究[J]. 热带农业科技,2016,39(2):14-16.
- [18] 武新琴,智顺. 不同激素配比对辣木组培苗生长的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2012, 32(5):387-390.
- [19] SIDDIQUE I, ANIS M. Direct plant regeneration from nodal explants of *Balanites aegyptiaca* L. (Del.): A valuable medicinal tree[J]. New Forests, 2009, 37(1): 53-62.
- [20] 陈陆琴. 木本植物的组织培养及其生理生化研究[D]. 沈阳:辽宁师范大学,2005.
- [21] 黄烈健,王鸿. 林木植物组织培养及存在问题的研究进展[J]. 林业科学研究,2016,29(3):464-471.
- [22] SAINI R K, SHETTY N P, GIRIDHAR P, et al. Rapid in vitro regeneration method for *Moringa oleifera* and performance evaluation of field grown nutritionally enriched tissue cultured plants[J]. Biotech, 2012, 2(3): 187-192.

责任编辑:许易琦

校对:许春霞 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.005

珠巴洛河流域人为干扰度动态分析

廖聪宇¹, 王有兵², 张占忠¹, 王海源³

(1. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051; 2. 云南省林业调查规划院大理分院, 云南 大理 671000;
3. 迪庆藏族自治州林草资源和生态公益林工作站, 云南 迪庆 674499)

摘要:珠巴洛河流域内生物多样性较高, 生态区位重要。采用 GIS 技术, 基于耕地、园地及建设用地 3 类干扰类型研究该流域 2003—2019 年人为干扰程度。结果表明, 在研究期内, 该区域的耕地面积明显减少, 园地面积明显增加, 特别是 2011—2019 年间增减幅度较大, 耕地主要转化为园地; 建设用地面积呈逐渐增加趋势; 整体上流域受人为干扰程度在逐渐增加, 但受干扰区域相对集中, 主要位于珠巴洛河中下游及其较大支流沿岸; 流域范围内自然保护区的各功能区均受到不同程度干扰, 其中实验区所受干扰程度明显高于整个流域。

关键词:人为干扰度; 干扰类型; 白马雪山自然保护区; 珠巴洛河流域

中图分类号: S718.557; Q178.511 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0023-05

引文格式: 廖聪宇, 王有兵, 张占忠, 等. 珠巴洛河流域人为干扰度动态分析[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 23-27.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.005

LIAO Congyu, WANG Youbing, ZHANG Zhanzhong, et al. Dynamic Analysis of Human Disturbance in Zhubaluo River Basin[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 23-27. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.005

Dynamic Analysis of Human Disturbance in Zhubaluo River Basin

LIAO Congyu¹, WANG Youbing², ZHANG Zhanzhong¹, WANG Haiyuan³

(1. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China;
2. Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671000, China;
3. Deqen Station of Forest and Grass Resources and Ecological Public Welfare Forest, Deqen, Yunnan 674499, China)

Abstract: The Zhubaluo River basin has high biodiversity and important ecological location. The degree of human disturbance in the basin from 2003 to 2019 was studied by using GIS technology based on three interference types of cultivated land, garden land and construction land. The results showed that the area of cultivated land in this region decreased significantly, and the area of garden land increased significantly during the study period, especially from 2011 to 2019, and the cultivated land was mainly transformed into garden land; the area of construction land showed a gradual increase trend; on the whole, the degree of interference in the basin increased gradually, but the interference areas were relatively concentrated, which mainly located in the middle and lower reaches of the Zhubaluo River and along the banks of the larger secondary tributaries; all the functional areas of the reserve within the basin were disturbed to varying degrees, and the interference degree of the experimental area was significantly higher than that of the whole basin.

收稿日期: 2021-02-25.

第一作者: 廖聪宇(1990-), 男, 湖南汝城人, 工程师. 从事林业调查规划工作.

责任作者: 张占忠(1966-), 男, 云南漾濞人, 高级工程师. 从事林业调查规划工作.

Key words: human disturbance; interference type; Baimaxueshan National Nature Reserve; Zhubaluo River basin

土地是人类生存的基础,土地利用作为人地关系最直观的表现形式,是导致景观结构改变的直接原因,直观展现了人类活动改变景观格局的变化过程,可以通过土地利用结构变化评估生态环境变化^[1-2]。随着我国城镇化进程的推进,城乡社会经济的重组,由此造成的土地利用转型带来了新的生态与环境问题,提高了生态风险的不确定性^[3]。土地利用转型实质上是景观格局的变化,会影响区域生态功能发挥和生态系统物质、能量循环,从而改变生态系统的稳态,并在一定程度上反映了该生态系统受人为活动干扰的程度^[4-5]。人类活动对生态环境的干扰程度越来越高,对土地不合理开发利用问题仍然是生态环境系统中最突出的问题之一^[6-7]。生态环境中最脆弱的地区往往是人类活动强度最大的区域^[8]。如何监测生态环境变化特征,并分析其与人为干扰之间的关系,对于生态系统的保护和景观资源的可持续管理具有重要意义^[9]。目前国内学者在人类活动对生态环境干扰方面做了较多研究^[10-16]。珠巴洛河流域是金沙江上游云岭山脉生物资源较为丰富的地区之一,同时该区域江河沿岸分布着较多原住居民,随着城镇化及新农村建设的推进,农业产业结构化改革和升级,该区域土地利用发生了较大改变。文章基于土地利用类型分析了 2003—2019 年该区域人为干扰动态变化情况,以期为该流域的资源开发利用及生态环境保护提供参考。

1 研究区域概况

珠巴洛河流域位于云南省迪庆藏族自治州德钦县东南部(图 1),地理坐标为东经 $98^{\circ}57' \sim 99^{\circ}25'$,北纬 $27^{\circ}33' \sim 28^{\circ}23'$,流域总面积为 $188\ 048.37\ \text{hm}^2$,珠巴洛河自西北向东南流向贯穿其中,总长 $114\ \text{km}$,是金沙江上游云南段最长的一级支流。流域内最高海拔 $5\ 430\ \text{m}$,最低海拔 $1\ 930\ \text{m}$,相对高差达 $3\ 500\ \text{m}$ 。流域地势西北高,东南低,倒“U”型开口于东南方向,地质结构复杂,属于高山深切峡谷地貌。由于海拔高差大,形成干暖河谷带、山地北亚热带、暖温带、中温带、寒温带、寒带等垂直气候带谱^[17]。

2 数据来源及处理

2.1 数据来源

参考数据主要包括该流域第三次、第四次森林

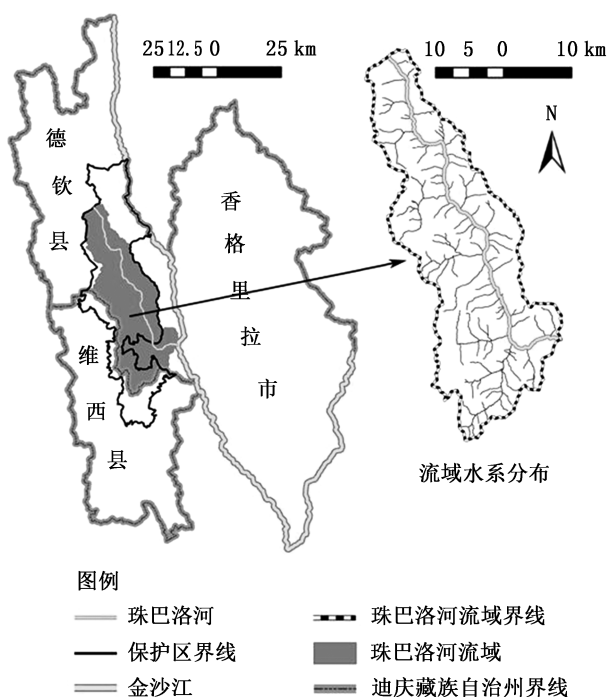


图 1 研究区域位置

Fig. 1 Location of study area

资源规划设计调查数据;历年森林资源监测数据;近几年国土调查数据;近几年森林资源监测及国土调查所使用的影像;Google Earth 历史影像;白马雪山国家级自然保护区矢量数据。

2.2 处理方法

参照已有研究成果^[13,18],结合流域的实际干扰情况及现有调查数据,采用 ArcMap10.2.2 软件区划流域内 2003 年、2011 年及 2019 年 3 个年度的人为干扰地块,斑块区划最小面积为 $0.01\ \text{hm}^2$ 。将受干扰地块按类型分为 3 个等级并赋相对值(表 1),采用下列模型^[18-20]获取有关指标值,计算公式为:

$$\text{变化率: } K = (S_b - S_a) / t \quad (1)$$

$$\text{人为干扰指数: } M = \sum_i^n f_i \times H_i \quad (2)$$

$$\text{空间分布离散性程度: } Y_h = (-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i) / \ln S \quad (3)$$

式(1)中: S_a 、 S_b 分别为研究期初和研究期末的景观面积; t 为监测时段长度。式(2)中: M 为统计单元内人为干扰指数; n 为统计单元内某干扰类型斑块数; f_i 为当前斑块 i 的面积与统计单元总面积比值; H_i 为当前斑块类型的干扰相对值。式(3)中: Y_h 为

研究区内干扰因素的空间分布离散性程度; S 为空间网格的数目(网格大小设为 $1\ 000\text{ m}\times 1\ 000\text{ m}$, 共计

2 050 个网格); P_i 为第 i 个空间网格中干扰面积在总干扰面积中所占的比例,多样性指数 Y_h 取值区间为 $[0, 1]$ 。

表 1 干扰程度定义

Tab. 1 Definition of interference degree

干扰程度	相对值	定义
中度	4	园地(核桃林地、花椒、木瓜等)、未硬化农村道路、植被恢复造林地
重度	5	耕地及农业附属设施
完全	6	工矿用地、居民点、硬化道路、电站及其他建设用地

3 结果与分析

3.1 干扰类型面积动态变化

以 2003 年、2011 年及 2019 年为时间节点,统计流域内干扰较强的耕地、园地、住宅用地、交通运输用地及其他建设用地等 5 类土地利用面积变化情况(表 2)。

表 2 干扰类型面积动态变化

Tab. 2 Area dynamic change of interference types

土地利用类型	2003 年		变化率 /%	2011 年		变化率 /%	2019 年	
	面积/ hm^2	占比/%		面积/ hm^2	占比/%		面积/ hm^2	占比/%
耕地	3542.23	90.3	-7.32	3483.68	86.2	-91.52	2751.50	59.3
园地	12.12	0.3	1.58	24.75	0.7	150.26	1226.83	26.4
住宅用地	154.03	3.9	4.01	186.08	4.6	4.96	225.73	4.9
交通运输用地	199.26	5.1	14.64	316.35	7.8	10.04	396.64	8.5
其他建设用地	15.72	0.4	1.70	29.28	0.7	1.47	41.05	0.9
合计	3923.36	100		4040.14	100		4641.75	100

从表 2 可见,随时间变化,流域内耕地面积明显减少,从 2003 年的 $3\ 542.23\ \text{hm}^2$ 减少至 2019 年的 $2\ 751.50\ \text{hm}^2$,特别是 2011—2019 年间,耕地面积减少幅度最大,变化率达 -91.52% ,该时期实施了大面积的退耕还林项目,种植了大量核桃、花椒等经济果木;因农业结构的优化调整,退耕项目的实施,16 年来,园地面积从 $12.12\ \text{hm}^2$ 增至 $1\ 226.83\ \text{hm}^2$,特别是 2011—2019 年间,变化率高达 150.26% ,园地面积的增加与耕地面积减少有着密切关系;随着流域内城镇化建设的推进及人口数量的增加,建设用地面积逐年增加,住宅用地面积在 2011—2019 年间增速高于 2003—2011 年间,交通运输用地及其他建设用地面积增速逐渐减缓。

3.2 人为干扰空间分布

统计该流域的中度、重度及完全 3 类干扰面积(表 3)。

从表 3 可见,中度和重度干扰面积有相互对应变化关系,耕地和园地之间存在相互转化,主要体现为耕地转化为园地(退耕还林),少量园地转化为耕地(郁闭度达不到 0.2 或因灾而死亡);完全干扰面积逐渐增加,主要因居民点数量增加,基础设施(如

表 3 干扰程度面积动态变化

Tab. 3 Area dynamic change of interference degree

干扰程度	2003 年		2011 年		2019 年	
	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%
中度	123.55	3.1	250.77	6.2	1522.56	32.8
重度	3542.23	90.3	3483.68	86.2	2751.50	59.3
完全	257.58	6.6	305.69	7.6	367.69	7.9

道路)建设加速等导致。从干扰类型空间分布情况来看(图 2),该 3 类干扰仅沿珠巴洛河及较大支流(施坝河和各么茸河)分布,且只分布于河流中下游区域,主要因该区域河谷横向较宽,河滩面积较大,河谷两岸坡度较缓,适宜农耕及居住。从干扰区域空间分布离散性程度变化情况来看,随着时间的推移,干扰面积在逐渐扩大,较明显的区域有流域北端(香德公路改线占用)以及河谷区(各类基础设施的建设,促使各类干扰源密集化),离散性指数由 2003 年的 0.727 1 增至 2019 年的 0.732 4。干扰指数由 2003 年的 0.105 0 增至 2019 年的 0.117 3。

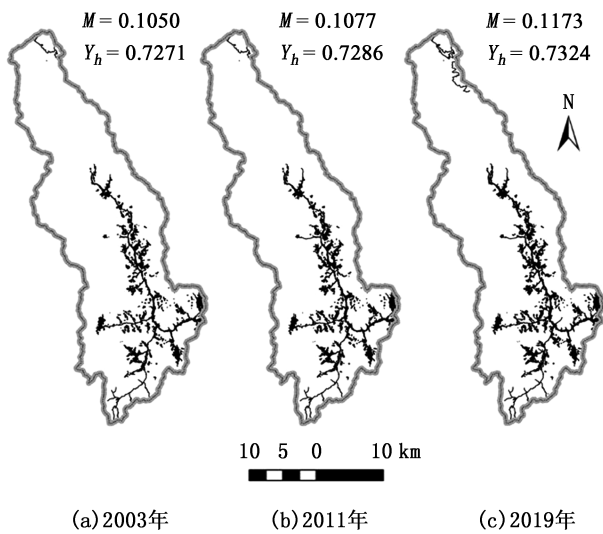


图 2 干扰情况分布
Fig. 2 Distribution of interference

3.3 流域内自然保护地分布及干扰现状

目前该流域涉及自然保护地有 3 个,分别为三江并流世界自然遗产地(白茫—梅里雪山片区)、白马雪山国家公园和白马雪山国家级自然保护区,但三者的空间位置基本重叠,此处分析以白马雪山国家级自然保护区(以下简称“保护区”)为例,保护区与流域的空间关系见图 3。流域范围内涉及保护区面积 157 573. 22 hm²,占流域总面积的 83. 8%,其中保护区的核心区及缓冲区大部分均位于该流域西侧。通过叠加分析获得保护区受干扰情况(表 4,表 5)。

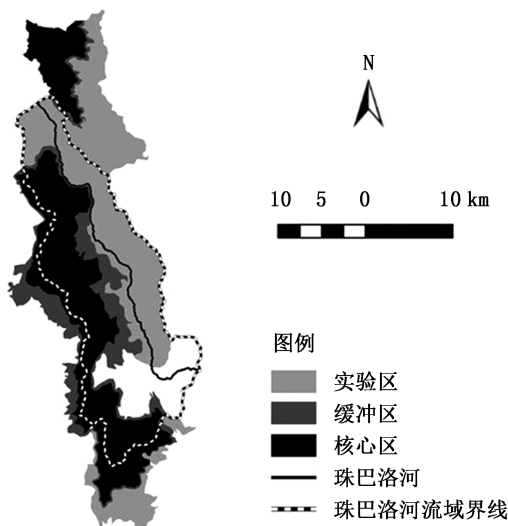


图 3 白马雪山自然保护区与流域空间关系
Fig. 3 Spatial relationship between Baima Snow Mountain of the Reserve and the Basin

表 4 白马雪山自然保护区各功能区干扰面积变化

Tab. 4 Change of interference area in each functional area of the reserve

功能区	年份	中度		重度		完全	
		面积 /hm ²	变化率 /%	面积 /hm ²	变化率 /%	面积 /hm ²	变化率 /%
核心区	2003	19.00		1.40		0.06	
	2011	19.00	0	1.40	0	0.06	0
	2019	19.41	0.05	1.40	0	0.14	0.01
缓冲区	2003	3.05		51.11		0.48	
	2011	3.15	0.01	51.01	-0.01	0.48	0
	2019	29.60	3.31	44.04	-0.87	0.50	
实验区	2003	48.60		1719.77		120.24	
	2011	105.91	7.16	1693.76	-3.25	139.35	2.39
	2019	757.29	81.42	1322.91	-46.36	168.57	3.65

表 5 白马雪山自然保护区各功能区干扰程度动态变化

Tab. 5 Dynamic change of interference degree in each functional area of the reserve

功能区	2003 年	2011 年	2019 年
核心区	0.0012	0.0012	0.0013
缓冲区	0.0108	0.0108	0.0136
实验区	0.1455	0.1488	0.1630

从表 4 可见,保护区各功能区均不同程度受到人为干扰,其中核心区存在少量园地、耕地及道路,随时间变化各干扰类型面积增幅较小;缓冲区中度干扰面积有增大趋势,重度干扰面积逐渐减少,完全干扰面积增加极少;当地百姓生产生活区域主要位于保护区的实验区内,因此,实验区内各干扰类型的变化趋势与流域所受干扰变化趋势是一致的。从干扰指数变化情况来看,核心区 2003—2011 年的指数无变化,至 2019 年略有增加;缓冲区 2003—2011 年的指数无变化,至 2019 年增加 0.002 8;实验区干扰指数呈逐渐增加趋势,且明显高于流域干扰指数。

4 结论与讨论

基于耕地、园地及建设用地 3 类人为干扰类型研究了珠巴洛河流域 2003—2019 年人为干扰情况。

1) 流域耕地面积明显减少,主要转化为园地,特别是 2011—2019 年间减少幅度最大;

2) 因耕地面积转化为园地,导致园地面积大幅度增加;

3) 建设用地面积呈逐渐增加趋势;

4) 整体上流域受干扰程度在逐渐增加,但受干扰区域相对集中,主要位于珠巴洛河中下游及其较大支流沿岸;

5) 流域范围内保护区的各功能区均受到不同程度干扰,其中实验区所受干扰程度明显高于整个流域。

珠巴洛河流域是白马雪山东南侧生态区位较重要及生物资源较好的区域之一,受多个保护地保护,其中白马雪山国家级自然保护区 55.9% 的面积位于该流域内。天然林是陆地生态系统中结构最复杂、生物量最大、功能最完善的自然资源,该区域森林资源以天然起源为主,野生动植物资源极其丰富,该区域保护价值较高^[21-22]。分析结果显示,该区域所受人为干扰强度在逐渐增强,结果与已有研究结论是一致的^[13]。珠巴洛河流域人为干扰区域主要沿河谷分布,东西向干扰幅度相对较小,但由于河谷狭长,导致居民点、耕地及建设用地沿河谷呈南北向分布,甚至深入到保护区内部,给保护区及森林资源管理带来了较大困难。目前虽加大了生态效益补偿力度,聘用当地百姓为生态护林员,促使社区参与式管理保护区的模式发挥了一定作用,但百姓的生产生活给保护区安全管理埋下了较大隐患。下一步可通过保护地整合优化解决历史遗留问题,优化功能区界线,同时加强森林资源管理,科学规划国土空间,加强资源监测及各类自然灾害预警。

参考文献:

- [1] 王成,魏朝富,高明,等. 土地利用结构变化对区域生态健康的影响:以重庆市沙坪坝区为例[J]. 应用生态学报,2005,16(12):2296-2298.
- [2] 潘竟虎,石培基,刘英英. 干旱区县域土地利用规划环境影响的生态安全评价——以张掖市甘州区为例[J]. 水土保持通报,2012,32(1):248-252,261,263.
- [3] 龙花楼. 论土地整治与乡村空间重构[J]. 地理学报,2013,68(8):1019-1028.
- [4] 韩文权,常禹,胡远满,等. 景观格局优化研究进展[J]. 生态学杂志,2005,24(12):1487-1492.
- [5] 郭建国. 景观生态学:概念与理论[J]. 生态学杂志,2000,19(1):42-52.
- [6] 徐勇,孙晓一,汤青. 陆地表层人类活动强度:概念、方法及应用[J]. 地理学报,2015,70(7):1068-1079.
- [7] 郭少壮,白红英,孟清,等. 1980-2015年秦岭地区景观格局变化及其对人为干扰的响应[J]. 应用生态学报,2018,29(12):4080-4088.
- [8] LIANG F C, LIU L Q. Quantitative analysis of human disturbance intensity of landscape patterns and preliminary optimization of ecological function regions: A case of Minqing County in Fujian Province[J]. Resources Science, 2011, 33(6):1138-1144.
- [9] 刘吉平,董春月,盛连喜,等. 1955-2010年小三江平原沼泽湿地景观格局变化及其对人为干扰的响应[J]. 地理科学,2016,36(6):879-887.
- [10] 徐网谷,秦卫华,刘晓曼,等. 中国国家级自然保护区人类活动分布现状[J]. 生态与农村环境学报,2015,31(6):802-807.
- [11] 赵广华,田瑜,唐志尧,等. 中国国家级陆地自然保护区分布及其与人类活动和自然环境的关系[J]. 生物多样性,2013,21(6):658-665.
- [12] CHEN G Q, QIANG S. Human activities are the principle cause of biotic homogenization[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(14):4107-4116.
- [13] 王有兵,刘起斌,廖聪宇,等. 白马雪山国家级自然保护区德钦分局人为干扰度动态研究[J]. 林业调查规划,2018,43(2):104-108.
- [14] 孙永光,赵冬至,吴涛,等. 河口湿地人为干扰度时空动态及景观响应——以大洋河口为例[J]. 生态学报,2012,32(12):3645-3655.
- [15] 江东,阎晓曦,付晶莹. 人类活动信息多尺度遥感影像提取的适用性比较——以灵武白芨滩自然保护区为例[J]. 资源科学,2016,38(8):1409-1422.
- [16] 马欣敏,罗志清. 哈巴雪山保护区人类活动轻度时空变化定量研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(19):205-208.
- [17] 赵卫东,孙庆蕾,陈永春,等. 基于红外相机技术的白马雪山自然保护区野生动物监测研究[J]. 林业调查规划,2016,41(3):42-44.
- [18] 冯志贤,张继贤,侯伟,等. 基于地表覆盖分类的生态环境人为干扰度分析——以北京市为例[J]. 生态学杂志,2017,36(2):508-516.
- [19] 易凤佳,李仁东,常变蓉,等. 2000-2010年汉江流域湿地动态变化及其空间趋向性[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(9):1412-1420.
- [20] 段金龙,屈永慧,张学雷. 地表水空间分布与土壤类别多样性关联分析[J]. 农业机械学报,2013,44(6):110-116.
- [21] 沈文清,戴星照. 江西省近30年森林资源动态分析[J]. 西部林业科学,2016,45(4):40-45,59.
- [22] 刘起斌,王有兵,郭宝华,等. 白马雪山国家级自然保护区森林资源现状分析[J]. 林业调查规划,2017,42(6):108-111.

责任编辑:许易琦

校对:陈旭 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.006

银杏叶绿体基因组密码子使用偏性分析

李 薇, 王 倩, 胡晓艳, 杜淑辉

(山西农业大学林学院, 山西 太谷 030800)

摘要:利用 CodonW 等软件,对银杏叶绿体基因组 57 个基因密码子的使用偏性及其影响因素进行研究。对银杏叶绿体基因组的 ENC 值、中性绘图、ENC-plot 绘图、最优密码子、奇偶偏差、对应性分析的结果表明:影响银杏叶绿体基因组密码子使用偏性的因素,以自然选择压力为主,自身基因变异和碱基组成等也有一定影响。依据 ENC 值建立高低表达基因库,最终确定 UUU、UUG、CUU、GUU、UCA、CCA、ACA、UAU、AAU、CGA、AGA 等 11 个银杏叶绿体基因组的最优密码子。

关键词:银杏;叶绿体基因组;密码子使用偏性;最优密码子;自然选择压力

中图分类号:S792.95;Q244;Q343.3 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0028-07

引文格式:李薇,王倩,胡晓艳,等.银杏叶绿体基因组密码子使用偏性分析[J].林业调查规划,2021,46(6):28-34.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.006

LI Wei, WANG Qian, HU Xiaoyan, et al. Codon Usage Bias in Chloroplast Genome of *Ginkgo biloba*[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6):28-34. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.006

Codon Usage Bias in Chloroplast Genome of *Ginkgo biloba*

LI Wei, WANG Qian, HU Xiaoyan, DU Shuhui

(College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030800, China)

Abstract: The codon usage bias of 57 genes in chloroplast genome of *Ginkgo biloba* and the influencing factors were studied by using CodonW software. The results of ENC value, neutrality plot analysis, ENC-plot analysis, optimal codon analysis, odd-even deviation analysis and correspondence analysis of the chloroplast genome showed that pressure from natural selection played the major role among the factors influencing the codon usage bias, and other factors such as gene variation and base composition also influenced to some extent. The gene bank with different expression level was established according to the ENC value, and the optimal codons of 11 chloroplast genomes were finally determined as UUU, UUG, CUU, GUU, UCA, CCA, ACA, UAU, AAU, CGA and AGA.

Key words: *Ginkgo biloba*; chloroplast genome; codon usage bias; optimal codon; pressure from natural selection

遗传密码是沟通遗传信息和生物功能的桥梁,也是生命信息的基本遗传单位,密码子的使用与生

物大分子物质的功能表达密切相关^[1]。自然界中存在的 20 种氨基酸是由密码子(信使 RNA 分子一

收稿日期:2021-02-01.

基金项目:山西省优秀博士来晋工作奖励项目(SXYBK201742),山西农业大学科技创新项目(2017YJ22),山西省高等学校科技创新项目(2019L0369).

第一作者:李薇(1999-),女,山西运城人.主要从事园林植物种质资源方面的研究. Email:lw199906@163.com

责任作者:杜淑辉(1985-),男,山东泰安人,博士,副教授.主要从事园林植物种质资源评价研究. Email:agas231@163.com

组相邻的 3 个核苷酸)所编码的,编码相同氨基酸的密码子被称为同义密码子。植物基因组中当同义密码子以相同频率出现时,表明不存在基因突变或选择压力等影响密码子使用的情况^[1]。但实际翻译过程中,在不同物种生物体内,密码子的使用存在一定程度的差异,这就形成了同义密码子的使用偏性^[2]。密码子使用偏性是物种在进化过程中由于基因突变和自然选择压力等因素共同作用形成的^[3],广泛存在于人类、动物、植物、真菌和细菌等生物体中^[4]。研究发现,影响密码子使用偏性的因素主要包括基因组大小、基因序列的碱基组成、mRNA 二级结构、tRNA 丰度和蛋白质三级结构等^[4],在不同生命体中,影响密码子使用偏性的因素也不同。随着基因表达调控和分子进化等研究的不断深入,密码子使用偏性的研究表现出了重要的生物学意义。对密码子使用偏性及其影响因素进行分析,不仅可以确定最优密码子,通过对基因工程表达载体进行设计来提高基因表达丰度,还可以根据密码子使用偏性和特定生物学功能的相关性来对某些基因的功能进行预测。

银杏(*Ginkgo biloba* L.)为银杏科(Ginkgoaceae)银杏属(*Ginkgo*)落叶乔木,是世界著名的中生代子遗树种,系我国特有树种,素有“金色活化石”美誉,具有非常高的观赏、药用和食用等价值,在我国栽培区域甚为广泛^[5]。植物叶绿体基因组密码子使用偏性及其主要影响因素研究,已在酸枣^[6]、大花香水月季^[4]和沙枣^[7]等物种中展开。目前关于银杏的遗传物质^[8]、全基因组序列^[9]、WRKY 家族基因密码子使用偏性^[10]和叶绿体基因组^[11]等研究工作也已相继展开,但有关其叶绿体基因组密码子使用偏性的研究还未见报道。本研究从 NCBI 中获取银杏叶绿体基因组序列,分析银杏叶绿体基因组密码子使用偏性及其影响因素,以期对银杏生长发育及叶绿体基因组遗传变异研究提供重要的理论依据。

1 材料与方法

1.1 数据获取与整理

从 NCBI 公共数据库中获取银杏叶绿体基因组序列(NC_016986,序列全长 156 988 bp)。为减少分析误差,保留长度大于 300 碱基对(base pair, bp)的编码序列(coding sequence, CDS),剔除小于 300 bp 以及重复的序列,最终筛选出 57 条 CDS 序列用于此次分析。

1.2 研究方法

1.2.1 同义密码子偏好性分析

运用 CodonW 软件对银杏叶绿体基因组 57 条 CDS 序列的密码子组成和偏好性参数进行分析。其中,衡量叶绿体基因组密码子组成的度量指标主要包括:同义密码子第 3 位上碱基的出现频率,即胸腺嘧啶(T_{3S})、鸟嘌呤(A_{3S})、腺嘌呤(G_{3S})和胞嘧啶(C_{3S})的出现频率;同义密码子第 3 位碱基的 GC 含量(GC_{3S});密码子 GC 含量(GC);密码子适应指数(codon adaptation index, CAI),主要用于基因表达水平的测量,其取值范围为 0~1,越接近 1 表明基因表达水平越高;密码子偏好指数(codon bias index, CBI),指特定基因中高表达优越密码子的组分情况;最优密码子频率(frequency of optimal codon, Fop);氨基酸长度(length of amino acid, Laa)等。将同义密码子使用相对频率(relative synonymous codon usage, RSCU)和有效密码字数组成(effective number of codons, ENC)作为密码子使用偏好性的度量指标。RSCU 指对于某个特定的密码子在编码对应氨基酸时的同义密码子中的相对概率;若 RSCU = 1,则该密码子无使用偏性;若 RSCU > 1,则该密码子使用频繁;若 RSCU < 1,则该密码子使用频率较低^[12]。ENC 反映一个特定基因中所用到的密码子种类的多少,取值范围为 20~61,与密码子使用偏性呈负相关,即 ENC 值越大,密码子使用的随机性越高,使用偏性越弱;越靠近 20 则偏性越强^[12]。

1.2.2 中性绘图分析

以各基因 GC_3 为横坐标, GC_{12} (GC_1 和 GC_2 的平均值)为纵坐标作图,进行相关性分析,判断影响密码子使用偏性的主要因素。如果二者显著相关,说明 GC_{12} 与 GC_3 碱基组成相似,突变对密码子使用偏性影响较大;反之,说明 GC_{12} 与 GC_3 碱基组成差异较大,选择压力对密码子使用偏性影响较大^[12]。

1.2.3 ENC-plot 绘图分析

以各基因 GC_3 为横坐标, ENC 为纵坐标作图,进行相关性分析,判断各基因 GC_3 含量对密码子使用偏性的影响。理论上 $ENC = 2.5 - GC_3 + 29.5 / [GC_3^2 + (1 - GC_3)^2]$,若 ENC 值分布在理论值曲线上或附近,说明密码子使用偏性仅受 GC_3 含量的影响;若 ENC 值分布在曲线下方较远的位置,说明选择压力对密码子使用偏性影响较强^[13]。

1.2.4 最优密码子分析

结合高频率密码子和高表达密码子分析银杏叶绿体基因组的最优密码子。利用软件计算得到

RSCU 值,根据 Δ RSCU 法,将各基因按照 ENC 值的大小进行排序,分别取两级 10%的基因组成低样本组和高样本组,对最优密码子进行预测。如果 Δ RSCU>0.08,且基因组 RSCU 值>1,则该密码子为最优密码子^[14]。

1.2.5 奇偶偏差分析

选择 4 种密码子编码的氨基酸进行密码子第 3 位上的 4 种碱基组成情况分析,以 $A_3/(A_3+T_3)/4$ 为横坐标, $G_3/(G_3+C_3)/4$ 为纵坐标绘图,密码子使用偏性的程度和方向以从图的中心点(表示 A=T 且 G=C)发出的矢量来表示,以此来判断密码子使用偏性的影响因素是否为 AT 或 GC 的碱基组成差异^[15]。

1.2.6 对应性分析

为阐明密码子在使用模式上的变异趋势,运用 CodonW 软件,基于 RSCU 值来进行对应性分析。筛选出的 57 条 CDS 序列,经软件处理后分布于一个 57 维的向量空间内,密码子使用偏性的影响因素就根据基因值的变异和在该向量空间的分布情况来判断。基因在主向量轴(第 1,2 轴)的分散程度,反映密码子的主要变化趋势,分别以第 1,2 轴为横纵坐标作图,依据基因的分布情况来判断密码子使用模式的变异趋势^[16]。

2 结果与分析

2.1 银杏叶绿体基因组密码子组成和偏好性分析

运用 CodonW 软件计算分析银杏叶绿体基因组 57 条 CDS 序列密码子碱基组成与 ENC 值(表 1)。

从表 1 可知,同义密码子在第 3 位上的 T_{3S} 、 G_{3S} 、 A_{3S} 、 C_{3S} 的使用频率变化范围为 0.39~0.55、0.08~0.26、0.28~0.51、0.09~0.31,平均值分别为 0.47、0.17、0.42、0.17;G+C 含量的变化范围为 0.33~0.46,平均值为 0.40;第 3 位碱基 G+C 含量范围为 0.18~0.34,平均值为 0.26;ENC 的平均值为 48.56,说明银杏叶绿体基因组密码子使用随机性较高,使用偏性较弱。

2.2 中性绘图分析

银杏叶绿体基因组各基因中性绘图分析如图 1。

相关性分析得出 R^2 值为-0.694 57,表明 GC_{12} 与 GC_{3S} 无显著相关关系,银杏叶绿体基因组各基因保守性较高,说明选择压力对密码子使用偏性的影响较大。

2.3 ENC-plot 绘图分析

ENC-plot 绘图分析结果如图 2。

表 1 银杏叶绿体基因组 CDS 序列密码子使用指标

Tab.1 Codon usage index of CDS in chloroplast genome of *Ginkgo biloba*

基因	T_{3S}	C_{3S}	A_{3S}	G_{3S}	GC_{3S}	GC	Nc
psbA	0.49	0.31	0.28	0.08	0.34	0.44	43.19
matK	0.48	0.19	0.39	0.22	0.30	0.37	49.55
chlB	0.50	0.18	0.41	0.17	0.27	0.41	48.50
atpA	0.48	0.16	0.41	0.18	0.26	0.42	46.42
atpF	0.43	0.20	0.42	0.21	0.32	0.40	47.74
atpI	0.49	0.17	0.38	0.16	0.27	0.40	52.94
rps2	0.44	0.17	0.48	0.17	0.26	0.40	45.46
rpoC2	0.45	0.18	0.44	0.19	0.28	0.39	49.91
rpoC1	0.47	0.16	0.47	0.15	0.23	0.40	47.91
rpoB	0.46	0.13	0.47	0.19	0.24	0.39	47.27
psbD	0.51	0.22	0.33	0.14	0.29	0.43	44.30
psbC	0.46	0.22	0.34	0.16	0.32	0.46	46.41
rps14	0.44	0.11	0.44	0.24	0.27	0.42	52.92
psaB	0.51	0.18	0.37	0.15	0.27	0.41	47.80
psaA	0.45	0.21	0.37	0.17	0.31	0.44	50.72
ycf3	0.43	0.20	0.43	0.26	0.33	0.43	56.19
rps4	0.44	0.16	0.47	0.15	0.24	0.38	45.57
ndhJ	0.55	0.15	0.35	0.24	0.29	0.41	50.58
ndhK	0.46	0.19	0.40	0.21	0.30	0.40	49.05
ndhC	0.50	0.18	0.35	0.17	0.27	0.39	61.00
atpE	0.46	0.19	0.37	0.16	0.29	0.44	57.59
atpB	0.45	0.19	0.41	0.15	0.27	0.43	45.29
rbcL	0.52	0.18	0.38	0.15	0.27	0.44	46.06
accD	0.50	0.19	0.37	0.21	0.30	0.39	51.08
ycf4	0.51	0.17	0.37	0.19	0.28	0.40	51.57
cemA	0.46	0.21	0.42	0.20	0.30	0.36	49.42
petA	0.50	0.19	0.37	0.20	0.30	0.40	53.21
rpl20	0.47	0.19	0.38	0.17	0.28	0.39	53.65
rps12	0.43	0.16	0.48	0.12	0.23	0.42	41.91
clpP	0.46	0.19	0.41	0.19	0.29	0.42	54.68
psbB	0.48	0.18	0.40	0.15	0.26	0.44	47.94
petB	0.49	0.18	0.32	0.18	0.30	0.42	43.15
petD	0.45	0.13	0.49	0.11	0.20	0.38	39.79
rpoA	0.44	0.19	0.44	0.21	0.29	0.39	54.03
rps11	0.51	0.09	0.43	0.12	0.18	0.43	44.51
rps8	0.46	0.13	0.42	0.19	0.25	0.40	44.03
rpl14	0.40	0.19	0.51	0.12	0.25	0.41	54.13
rpl16	0.44	0.14	0.47	0.11	0.21	0.44	40.74
rps3	0.47	0.16	0.49	0.16	0.24	0.38	47.91
rpl22	0.50	0.14	0.46	0.14	0.22	0.39	43.99

续表 1

基因	T _{3S}	C _{3S}	A _{3S}	G _{3S}	GC _{3S}	GC	Nc
rp12	0.39	0.18	0.43	0.18	0.30	0.45	55.88
yef2	0.48	0.17	0.47	0.22	0.28	0.33	47.82
ndhB	0.47	0.16	0.44	0.13	0.23	0.35	45.48
rps7	0.44	0.16	0.50	0.12	0.22	0.40	48.73
ndhF	0.47	0.17	0.45	0.12	0.23	0.38	45.48
ccsA	0.47	0.13	0.41	0.18	0.25	0.38	49.04
ndhD	0.46	0.13	0.42	0.17	0.24	0.38	45.81
ndhE	0.47	0.16	0.42	0.14	0.24	0.37	56.02
ndhG	0.44	0.17	0.39	0.15	0.27	0.37	48.18
ndhI	0.55	0.12	0.43	0.17	0.22	0.36	46.26
NADH1	0.47	0.14	0.39	0.18	0.25	0.39	46.04
NADH-7	0.52	0.11	0.47	0.16	0.20	0.38	44.37
yef1	0.46	0.15	0.47	0.22	0.26	0.35	49.69
chlN	0.45	0.15	0.48	0.18	0.25	0.40	48.34
chlL	0.47	0.13	0.50	0.17	0.22	0.37	48.18
rps7	0.44	0.16	0.50	0.12	0.22	0.40	48.73
ndhB	0.47	0.16	0.44	0.13	0.23	0.35	45.48
平均值	0.47	0.17	0.42	0.17	0.26	0.40	48.56

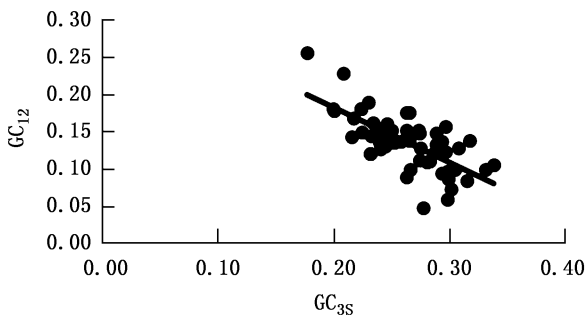


图 1 中性绘图分析

Fig. 1 Neutrality plot analysis

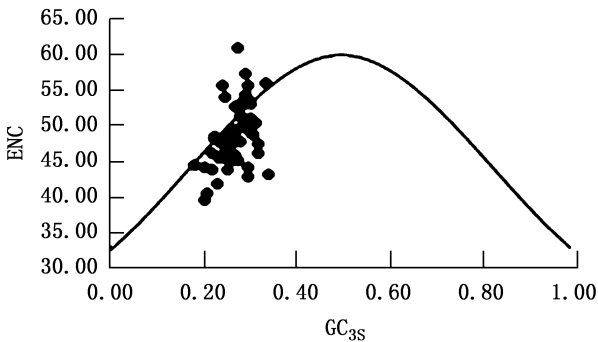


图 2 ENC-plot 绘图分析

Fig. 2 ENC-plot analysis

相关性分析得出 R^2 值为 0.435 24,同时从图 2 可看出,银杏叶绿体基因大部分偏离了基因预测值的标准曲线,表明 ENC 与 GC_{3S} 无显著相关关系,除碱基组成对密码子使用偏性有影响外,影响更多来自于自然选择。

2.4 最优密码子分析

银杏叶绿体基因组最优密码子分析结果见表 2。

表 2 银杏叶绿体基因组最优密码子

Tab. 2 Optimal codon in chloroplast genome of *Ginkgo biloba*

氨基酸	密码子	高表达基因		低表达基因		Δ RSCU	基因组	
		数目	RSCU	数目	RSCU		数目	RSCU
苯丙氨酸 Phe	<u>UUU</u> ***	19	1.40	26	0.87	0.53	688	1.17
	UUC	8	0.60	34	1.13	-0.53	488	0.83
亮氨酸 Leu	<u>UUA</u>	19	1.43	34	2.06	-0.64	680	1.80
	<u>UUG</u> **	17	1.28	16	0.97	0.31	470	1.24
	<u>CUU</u> *	21	1.58	22	1.33	0.24	440	1.16
	CUC**	9	0.68	3	0.18	0.49	175	0.46
	CUA	7	0.53	17	1.03	-0.51	338	0.89
	CUG*	7	0.53	7	0.42	0.10	165	0.44
异亮氨酸 Ile	<u>AUU</u>	37	1.21	47	1.53	-0.33	959	1.45
	AUC*	28	0.91	21	0.68	0.23	439	0.66
	AUA*	27	0.88	24	0.78	0.10	588	0.89
	AUG	28	1.00	38	1.00	0.00	563	1.00
缬氨酸 Val	<u>GUU</u> ***	21	1.47	21	0.97	0.51	414	1.33
	GUC	7	0.49	13	0.60	-0.11	152	0.49
	<u>GUA</u>	24	1.68	47	2.16	-0.48	491	1.57
	GUG	5	0.35	6	0.28	0.08	191	0.61
	<u>UCU</u>	20	1.85	25	2.14	-0.30	525	1.80
	UCC	9	0.83	10	0.86	-0.03	271	0.93
丝氨酸 Ser	<u>UCA</u> ***	14	1.29	9	0.77	0.52	335	1.15
	UCG*	7	0.65	6	0.51	0.13	200	0.69
	<u>AGU</u>	12	1.11	14	1.20	-0.09	327	1.12
	AGC	3	0.28	6	0.51	-0.24	93	0.32
	<u>CCU</u>	17	1.42	31	1.91	-0.49	414	1.61
脯氨酸 Pro	CCC	10	0.83	17	1.05	-0.21	206	0.80
	<u>CCA</u> **	15	1.25	14	0.86	0.39	279	1.08
	CCG**	6	0.50	3	0.18	0.32	131	0.51
	<u>ACU</u>	17	1.26	31	1.91	-0.65	454	1.63
苏氨酸 Thr	ACC	12	0.89	20	1.23	-0.34	219	0.78
	<u>ACA</u> ***	20	1.48	12	0.74	0.74	324	1.16
	ACG*	5	0.37	2	0.12	0.25	120	0.43

续表 2

氨基酸	密码子	高表达基因		低表达基因		Δ RSCU	基因组	
		数目	RSCU	数目	RSCU		数目	RSCU
丙氨酸 Ala	<u>GCU</u>	43	1.93	51	2.13	-0.19	675	1.98
	GCC*	13	0.58	11	0.46	0.13	197	0.58
	<u>GCA</u>	20	0.90	26	1.08	-0.18	376	1.10
	GCG*	13	0.58	8	0.33	0.25	117	0.34
络氨酸 Tyr	<u>UAU</u> *	31	1.59	28	1.40	0.19	666	1.61
	UAC	8	0.41	12	0.60	-0.19	163	0.39
终止密码子 THR	<u>UAA</u>	2	1.20	3	1.50	-0.30	26	1.42
	UAG	1	0.60	3	1.50	-0.90	12	0.65
	UGA***	2	1.20	0	0.00	1.20	17	0.93
组氨酸 His	<u>CAU</u>	11	1.22	16	1.14	0.08	441	1.59
	CAC	7	0.78	12	0.86	-0.08	115	0.41
谷氨酰胺 Gln	<u>CAA</u>	21	1.31	27	1.59	-0.28	632	1.53
	CAG*	11	0.69	7	0.41	0.28	195	0.47
天门冬酰胺 Asn	<u>AAU</u> **	44	1.66	28	1.30	0.36	837	1.59
	AAC	9	0.34	15	0.70	-0.36	215	0.41
赖氨酸 Lys	<u>AAA</u>	28	1.51	30	1.54	-0.02	803	1.48
	AAG	9	0.49	9	0.46	0.02	281	0.52
天门冬氨酸 Asp	<u>GAU</u>	30	1.43	19	1.73	-0.30	809	1.68
	GAC*	12	0.57	3	0.27	0.30	156	0.32
谷氨酸 Glu	<u>GAA</u>	41	1.37	37	1.42	-0.06	941	1.47
	GAG	19	0.63	15	0.58	0.06	343	0.53
半胱氨酸 Cys	<u>UGU</u>	4	1.14	9	1.80	-0.66	197	1.47
	UGC***	3	0.86	1	0.20	0.66	71	0.53
色氨酸 Trp	UGG	13	1.00	22	1.00	0.00	409	1.00
精氨酸 Arg	<u>CGU</u>	14	1.12	28	2.21	-1.09	351	1.45
	CGC	4	0.32	9	0.71	-0.39	81	0.33
	<u>CGA</u> *	15	1.20	14	1.11	0.09	344	1.42
	CGG***	11	0.88	1	0.08	0.80	99	0.41
	<u>AGA</u> ***	26	2.08	18	1.42	0.66	444	1.84
	AGG	5	0.40	6	0.47	-0.07	132	0.55
甘氨酸 Gly	<u>GGU</u>	25	1.20	52	2.19	-0.98	591	1.44
	GGC*	11	0.53	7	0.29	0.24	133	0.33
	<u>GGA</u> **	36	1.73	30	1.26	0.47	724	1.77
	GGG*	11	0.53	6	0.25	0.28	188	0.46

注: *表示 Δ RSCU>0.08, **表示 Δ RSCU>0.3, ***表示 Δ RSCU>0.5; 下划线表示基因组密码子 RSCU>1, 加粗显示的密码子表示最优密码子。

将同时满足高频密码子和高表达优越密码子这两个条件的密码子确定为银杏叶绿体基因组最优密码子, 其中, RSCU>1 的密码子为高频密码子, UUU、UUA、UUG 等为银杏叶绿体基因组的高频率密码

子; Δ RSCU>0.08 的 UUU、UUG、CUU 等为银杏叶绿体基因组的高表达优越密码子。最终确定 UUU、UUG、CUU、GUU、UCA、CCA、ACA、UAU、AAU、CGA、AGA 等 11 个银杏叶绿体基因组的最优密码子, 除密码子 UUG 外, 其余密码子均以 A 和 U 结尾, 其中 5 个以 A 结尾, 5 个以 U 结尾。

2.5 奇偶偏差分析

银杏叶绿体基因组使用偏性的奇偶偏差分析结果如图 3 所示。

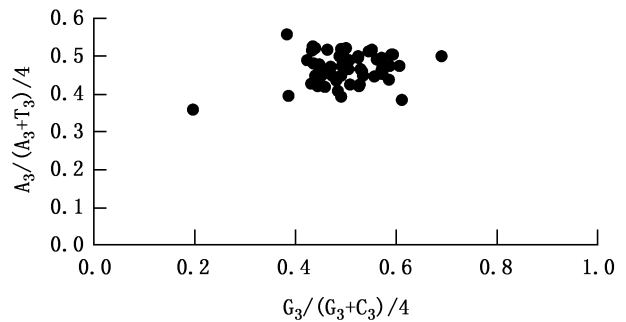


图 3 奇偶偏差分析

Fig. 3 Odd-even deviation analysis

各基因较多的集中在图的左下方, 密码子第 3 位上碱基 A+T 和 G+C 的分布频率是不平衡的, T 高于 A, C 高于 G, 嘧啶的使用较嘌呤频繁, 说明密码子第 3 位碱基的使用存在偏好性。当密码子的使用仅由突变影响时, A、C、G、T 这 4 种碱基的使用频率应是一致的。因此可判断, 银杏叶绿体基因组使用偏性的影响因素, 除突变外, 还有自然选择压力等。

2.6 对应性分析

银杏叶绿体基因组密码子使用偏性的对应性结果分析如图 4 所示。

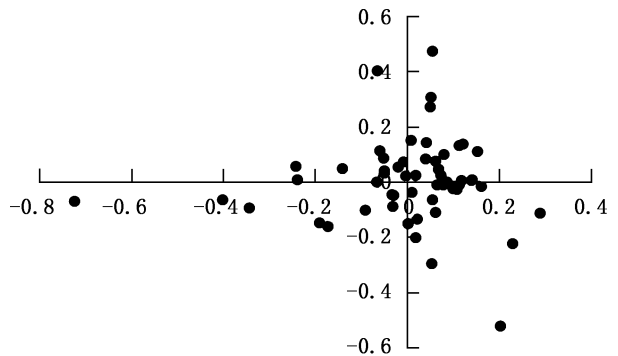


图 4 对应性结果分析

Fig. 4 Correspondence analysis

由图 4 可知,银杏叶绿体基因组 57 个编码基因的分布相对集中。

从各度量指标与第 1 轴的相关性分析可知,ENC 与第 1 轴呈显著相关关系,相关系数为 0.335,其他度量与第 1 轴的相关关系未达到显著水平,说明 ENC 对银杏叶绿体基因组的密码子使用偏性影响最大,其他因素也有一定影响(表 3)。

表 3 各度量指标与第一轴的相关性分析
Tab. 3 Correlation analysis between the index and the first axis

	Axis1	CAI	CBI	Fop	GC _{3S}	ENC
CAI	0.191					
CBI	0.018	0.707 **				
Fop	0.024	0.750 **	0.964 **			
GC _{3S}	0.226	0.446 **	0.490 **	0.535 **		
ENC	0.335 *	-0.079	-0.014	0.012	0.435 **	
GC	-0.018	0.423 **	0.568 **	0.613 **	0.316 *	0.046

注:**表示在 0.01 水平上显著相关,*表示在 0.05 水平上显著相关。下同。

通过密码子使用参数之间的相关性分析可知,ENC 与 GC_{3S} 含量呈极显著相关,说明密码子第 3 位碱基组成对密码子使用偏好性影响较大(表 4)。

3 讨论与结论

针对银杏叶绿体基因组 57 条 CDS 序列,分析其密码子使用偏性与影响因素。通过中性绘图、ENC 绘图和奇偶偏差性分析发现,选择压力等因素对银杏叶绿体基因组密码子使用偏性的影响较大,而碱基突变等因素影响较小。通过对应性分析发现,ENC 与碱基组成对密码子使用偏性影响较大。ENC 平均值为 48.56,根据 Wright 的研究^[14],以 ENC 值 35 作为偏好性使用强弱的阈值,可以得出银杏叶绿体基因组密码子使用偏性较弱。依据 ENC 值建立高低表达基因库,最终确定 UUU、UUG、CUU、GUU、UCA、CCA、ACA、UAU、AAU、CGA、AGA 等 11 个银杏叶绿体基因组的最优密码子,其中除 UUC 外,以 U 结尾 5 个,以 A 结尾 5 个,与此次最优密码子分析结果基本一致的有酸枣^[6]、大花香水月季^[4]及巨桉^[17]等物种的叶绿体基因组,均偏好以

表 4 基因密码子使用参数之间的相关性分析

Fig. 4 Correlation analysis between the index of codon usage

	T _{3S}	C _{3S}	A _{3S}	G _{3S}	ENC	GC _{3S}	GC	L_aa
C _{3S}	-0.088							
A _{3S}	-0.470 **	-0.574 **						
G _{3S}	0.048	-0.074	-0.118					
ENC	-0.146	0.207	-0.167	0.446 **				
GC _{3S}	-0.086	0.787 **	-0.651 **	0.511 **	0.435 **			
GC	-0.122	0.321 *	-0.388 **	-0.155	0.046	0.316 *		
L_aa	0.042	0.026	0.133	0.227	-0.085	0.090	-0.347 **	
Aromo	0.475 **	0.271 *	-0.472 **	0.073	-0.053	0.242	-0.179	0.226

A/T 结尾的密码子,这可能与不同物种间叶绿体基因组进化的相对保守性有关。

在生物漫长的进化历程中,遗传密码子也在不断地进化,且这种趋势总是朝着稳定化的方向前进^[18]。自然界各个物种的功能基因,在不断适应外界自然环境改变以及朝着有利于自身进化方向发展的过程中,表现出了密码子的使用偏好性。在众多影响密码子使用偏性的因素中,影响最广泛的因素就是密码子自身的碱基组成。在分析碱基组成对密码子使用偏性的各个参数里,由于密码子第 3 位碱基受到的选择压力最小,因此,GC_{3S} 通常被作为推

断密码子使用偏性影响因素的重要参数^[6]。通过中性绘图分析发现 GC₁₂ 与 GC_{3S} 无显著相关关系,而奇偶偏差分析表明密码子第 3 位碱基的使用存在偏性,嘧啶的使用较嘌呤更为频繁,即选择压力较影响密码子的使用偏性。这与大花香水月季^[4]和陆地棉^[13]等叶绿体基因组密码子使用偏性的研究结果相一致,但与酸枣^[6]等的研究结果存在差异。在密码子碱基使用频率研究中发现,蒺藜苜蓿^[19]等植物叶绿体基因组碱基使用频率中,T 高于 A,但 G 和 C 的使用频率存在物种差异。上述分析结果表明,密码子使用偏性的影响因素存在一定差异,与不同

物种间叶绿体基因组碱基组成的差异有一定的关系。有的物种受自然选择压力影响较大,如大花香水月季^[4];有的物种受自身碱基组成影响较大,如籽粒苋叶^[20];有的物种中突变和选择起到相对均衡的作用,如巨桉^[17]。而影响银杏叶绿体基因组密码子使用偏性的主要因素是自然选择压力,其他因素如碱基组成和碱基突变等也具有一定的影响。

目前发现,银杏的自然栖息地绝大部分位于中国,是银杏家族唯一存活的物种^[21],其野生状态的树木也仅在中国有发现,而遍及世界多个国家的栽培品种均源自中国。在对银杏这一物种进行更深层次的研究过程中发现,银杏顽强的生命力源自其在物种遗传变异方面维持了较高的水平,即随着环境的变化,银杏也会朝着利于自己生存的方向进化。因此围绕银杏功能基因展开研究,对保持银杏的种群优势有着重要作用,而叶绿体是植物进行光合作用的主要场所,针对叶绿体基因组进行深入研究,能够为该植物类群的保护及利用提供科学依据^[22]。经过近年来的研究发展,叶绿体基因组序列在叶绿体基因工程、系统进化分析、物种鉴定以及分子标记等领域应用广泛^[23]。随着对各类植物在分子水平上更深入的研究,针对植物叶绿体基因组的序列测定以及组装都将极大地推动相关产业的发展^[24]。本研究通过对银杏叶绿体基因组密码子使用偏性的分析,为银杏叶绿体基因组有关的编码基因进化及基因表达与选择提供了重要信息,为今后开展银杏基因工程等工作奠定了坚实的基础。

参考文献:

- [1] DURET L. Evolution of synonymous codon usage in metazoans[J]. *Current Opinion in Genetics & Development*, 2002, 12(6): 640-649.
- [2] HANSON G, COLLIER J. Codon optimality, bias and usage in translation and mRNA decay[J]. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2018, 19(1): 20-30.
- [3] BRULE C E, GRAYHACK E J. Synonymous codons: Choose wisely for expression[J]. *Trends Genet*, 2017, 33(4): 283-297.
- [4] 牛元, 徐琼, 王崑德, 等. 大花香水月季叶绿体基因组密码子使用偏性分析[J]. *西北林学院学报*, 2018, 33(3): 123-130.
- [5] 刘海琳. 银杏全基因组测序及生物信息学分析[D]. 南京: 南京林业大学, 2018.
- [6] 胡晓艳, 许艳秋, 韩有志, 等. 酸枣叶绿体基因组密码子使用偏性分析[J]. *森林与环境学报*, 2019, 39(6): 621-628.
- [7] 王婧, 王天翼, 王罗云, 等. 沙枣叶绿体全基因组序列及其使用密码子偏性分析[J]. *西北植物学报*, 2019, 39(9): 1559-1572.
- [8] ZHOU Q, MU K M, NI Z X, et al. Analysis of genetic diversity of ancient *Ginkgo* populations using SSR markers[J]. *Industrial Crops & Products*, 2020, 145: 111942.
- [9] 殷平平. 基于基因组重测序的银杏种群进化历史研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
- [10] 石元豹, 汪贵斌, 杨晓明, 等. 银杏 WRKY 家族基因密码子使用偏向性分析[J]. *分子植物育种*, 2019, 17(5): 1503-1511.
- [11] LIN C P, WU C S, HUANG Y Y, et al. The complete chloroplast genome of *Ginkgo biloba* reveals the mechanism of inverted repeat contraction[J]. *Genome Biology Evolution*, 2012, 4(3): 374-381.
- [12] 吴宪明, 吴松峰, 任大明, 等. 密码子偏性的分析方法及相关研究进展[J]. *遗传*, 2007, 29(4): 420-426.
- [13] 尚明照, 刘方, 华金平, 等. 陆地棉叶绿体基因组密码子使用偏性的分析[J]. *中国农业科学*, 2011, 44(2): 245-253.
- [14] WRIGHT F. The 'effective number of codons' used in a gene[J]. *Gene*, 1990, 87(1): 23-29.
- [15] LIU Q P, FENGY X, XUE Q Z. Analysis of factors shaping codon usage in the mitochondrion genome of *Oryza sativa*[J]. *Mitochondrion*, 2004, 4(4): 313-320.
- [16] HUANG M X, ZHONG Y S, MA X Y, et al. Analysis of codon usage in the mitochondrion genome of *Spirodela polyrhiza*[J]. *Aquatic Botany*, 2019, 156: 65-72.
- [17] 王鹏良, 吴双成, 杨利平, 等. 巨桉叶绿体基因组密码子偏好性分析[J]. *广西植物*, 2019, 39(12): 1583-1592.
- [18] 罗辽复. 遗传密码的进化稳定性[J]. *物理学进展*, 2001, 21(1): 66-87.
- [19] 杨国锋, 苏昆龙, 赵怡然, 等. 蒺藜苜蓿叶绿体密码子偏好性分析[J]. *草业学报*, 2015, 24(12): 171-179.
- [20] 冯瑞云, 梅超, 王慧杰, 等. 籽粒苋叶绿体基因组密码子偏好性分析[J]. *中国草地学报*, 2019, 41(4): 8-15.
- [21] 董雨桐. 银杏叶绿体基因组研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2018.
- [22] 林小涵. 银杏和木兰属植物的转录组、叶绿体基因组及其相关研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2011.
- [23] SHEN L, CHEN X Y, ZHANG X, et al. Genetic variation of *Ginkgo biloba* L. (Ginkgoaceae) based on cpDNA PCR-RFLPs: Inference of glacial refugia[J]. *Heredity*, 2005, 94(4): 396-401.
- [24] 桂腾琴, 孙敏. 叶绿体基因工程的研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(8): 3429-3431, 3434.

责任编辑: 杨焱熔

校对: 张林艳 杨焱熔

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.007

近35年国内空间句法研究知识图谱分析

张艺鸽¹, 王梦瑶², 杨芳绒¹, 鲁黎明¹, 周迪¹

(1. 河南农业大学风景园林与艺术学院, 河南 郑州 450000; 2. 珠海科技学院, 广东 珠海 519041)

摘要:以CNKI的1907篇空间句法相关文献为数据基础,借助Citespace软件绘制相关研究的作者、机构、关键词等知识图谱,分析文献的基本特征及研究态势。结果显示:我国空间句法发展前期处于发展停滞阶段,文献发文量自2003年开始缓慢发展,2012年开始显著增长,且主要为空间句法的实证研究;相关研究主要集中在部分高校,以天津大学、北京交通大学、武汉大学、合肥工业大学为代表;空间结构、可达性、空间形态、整合度、传统村落、公共空间、量化分析、城市空间形态等关键词是我国空间句法领域各发展阶段的主要研究热点,#0景观格局、#1空间形态、#2建筑设计、#3村落形态、#4整合度、#5校园规划、#6网络开放数据、#7公共空间是我国空间句法的主要研究领域。

关键词:空间句法;知识图谱;Citespace;可视化分析;研究热点;突现关键词

中图分类号:O177.3;H043;G302;TN911.73 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0035-09

引文格式:张艺鸽,王梦瑶,杨芳绒,等.近35年国内空间句法研究知识图谱分析[J].林业调查规划,2021,46(6):35-44.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.007

ZHANG Yige, WANG Mengyao, YANG Fangrong, et al. Knowledge Map Analysis of Space Syntax Domestic Research in Recent 35 Years[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 35-44. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.007

Knowledge Map Analysis of Space Syntax Domestic Research in Recent 35 Years

ZHANG Yige¹, WANG Mengyao², YANG Fangrong¹, LU Liming¹, ZHOU Di¹

(1. College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450000, China;

2. Zhuhai College of Science and Technology, Zhuhai, Guangdong 519041, China)

Abstract: Based on the data of 1907 papers related to space syntax in CNKI, this paper drew knowledge maps of authors, institutions and keywords with the help of Citespace software, and analyzed the basic characteristics and research trends of the literature. The results showed that the early development of space syntax in China was basically at the stage of stagnation, and the number of literature published had increased slowly since 2003 and increased significantly in 2012, which was mainly an empirical study of space syntax; the relevant research mainly focused on some universities, represented by Tianjin University, Beijing Jiaotong University, Wuhan University and Hefei University of Technology; key words such as spatial structure, accessibility, spatial form, degree of integration, traditional villages, public space, quantitative analysis and urban spatial form were the main research hotspots in each development stage of space syntax, while landscape pattern, spatial form, architectural design, village form, degree of integration, campus planning, network open data and public space were the main research fields of space syntax in China.

收稿日期:2021-01-15;修回日期:2021-11-03.

基金项目:河南省科技智库立项(HNKJZK-2020-01C).

第一作者:张艺鸽(1998-),女,河南平顶山人,硕士研究生.研究方向为风景园林规划与设计.

责任作者:杨芳绒(1963-),女,河南灵宝人,教授,博士生导师.研究方向为风景园林规划与设计.

Key words: spatial syntax; knowledge map; Citespace; visual analysis; research hotspot; emergent keywords

空间句法是运用数学思维,对现实空间进行量化描述和分析的理论和技術。基于拓扑学原理对空间形态结构进行建模分析,进而研究现实空间与社会活动之间存在的关系,其基本思想是通过复杂空间进行尺度划分和空间分割,分析其复杂的关系^[1]。自 20 世纪 70 年代末,国外学者 Bill Hillier 等提出空间句法的概念以来,已经约有 40 年历史,空间句法理论及实证研究均取得了一定进展,在空间形态、空间可达性、传统村落、公共空间、量化分析等方面得到了具体应用。目前国内已有学者关注空间句法的研究态势,主要是探讨空间句法存在的问题与发展方向^[2],以及城市空间和系统开发的应用研究等方面^[3-4],但缺乏对国内相关研究的演进分析和研究前沿的总体概述。本文借助 Citespace 可视化分析软件对空间句法的研究脉络进行系统梳理,了解空间句法领域整体研究概况,旨在为国内该领域的相关研究提供一定的参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

以 CNKI 中国知网作为数据来源,收集空间句法的相关文献。以“空间句法”为检索词,以“1985—2020”为时间节点,2020 年时间截至 9 月 14 日进行检索,共得到 2 197 篇文献。对搜索结果进行校正,通过人工筛选除去相关会议、期刊寄语、刊物宣传等不符合条件的文献 290 篇,共得到有效文献 1 907 篇,其中期刊 1 003 篇,博士学位论文 904 篇,在此基础上进行研究分析。

1.2 研究方法

在文献计量视角下,借助 Citespace 5.6. R1 软件对空间句法进行可视化图谱分析,绘制 1985—2020 年国内空间句法研究的科学知识图谱。系统分析近 35 年来国内空间句法领域的学术研究,对作者、研究机构、关键词等进行分析,总结国内空间句法的研究概况,了解国内空间句法研究在时间和空间上的分布特征,进而得出该领域的研究热点与研究趋势。

2 结果与分析

2.1 文献基本特征

2.1.1 研究历程

国内对空间句法领域的研究起步较晚,最早发

表的文献年份是 1985 年,2003 年以后发文量开始逐步增长,总体呈现上升趋势。基于此,本文将国内空间句法的研究大致分为 3 个阶段(图 1)。

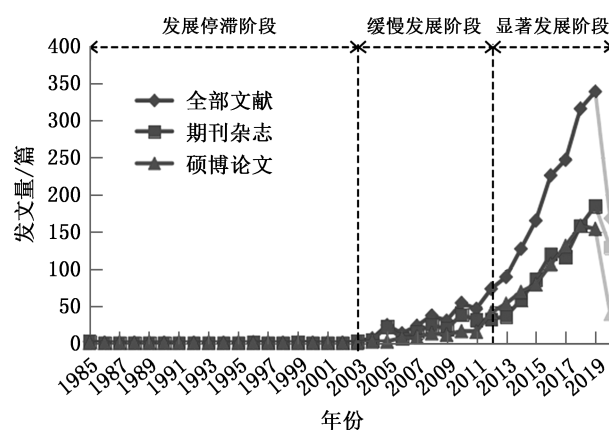


图 1 空间句法论文发表走势

Fig. 1 Trend of published paper about space syntax

注:文献统计时间截至 2020 年 9 月 14 日,故 2020 年文献统计不完全。

1) 1985—2002 年为发展停滞阶段,共发表论文 4 篇。国内关于空间句法的第一篇文章是对国外空间句法观念翻译引入,之后断断续续出现对空间句法理论的补充讨论^[5-6]。1999 年,学者通过空间句法视角详细分析快速城市化进程中城市与村落在形态和尺度上的矛盾^[7],至此,空间句法在国内开始受到学者关注。

2) 2003—2011 年为缓慢发展阶段,共计发表论文 225 篇,年均发文量 25 篇,学者对空间句法的关注度有所上升,但此阶段研究总量较少,仅占总发文量的 11.8%。随着大数据时代的迅速发展,2003 年的第十二届全国数据库学术会议提到了空间句法数据模型研究及其在空间信息栅格中的实现,推动了空间句法领域的发展。同年出现了国内第一篇关于空间句法的实证研究,以武汉市交通轴线为对象,对不同尺度空间区域的句法变量参数进行对比,深入分析空间形态与人类活动之间的相关关系^[8]。

3) 2012 年至今为显著发展阶段,共计发表论文 1 678 篇,年均发文量约 186 篇,该阶段年均发文量相当于缓慢发展阶段年均发文量的 7.44 倍。“中国地理学术会议”及“中国城市规划年会”的相关研究在一定程度上引领了这一时期国内空间句法的发

展,研究热度逐渐稳步上升,发文量快速增加,占总发文量的 88%。此阶段出现了空间句法理论体系及实证案例研究的大量文献,而且从城市空间开始扩展到传统村落、历史街区、古典园林等空间,其研究对象逐渐丰富。整个发展历程表明,我国学者对于空间句法领域的关注度不断攀升,并形成一定

的规模,预测接下来几年内空间句法相关研究的发文量将继续呈现整体上升趋势。

2.1.2 作者与合作网络分析

将节点阈值设置为 2 后,得到作者发文量和合作共现图谱,该图谱可以反映作者发文频次以及相互间的合作网络关系(图 2)。

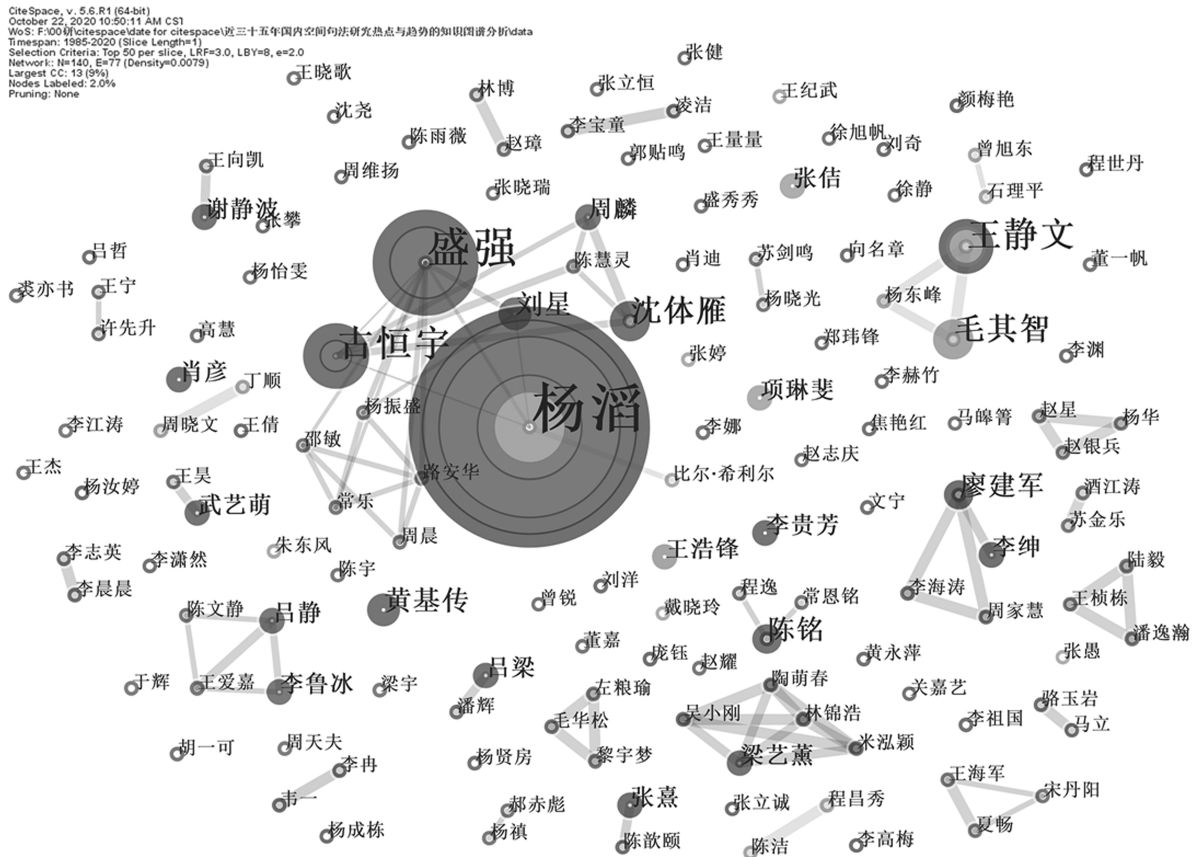


图 2 空间句法作者与合作网络共现图谱

Fig. 2 Co-occurrence map of authors and cooperative network about space syntax

从图 2 可以看出,国内空间句法研究共形成 10 个主要的小合作团体,其中以杨滔、盛强、古恒宇、沈体雁、刘星、周麟为主的研究团体发文量最高且联系紧密,以王静文、毛其智、杨东峰为主的团体发文量较高,以梁艺熏、米泓颖、林锦浩、陶萌春、吴小刚为主的团体联系较为紧密。图中 Network: $N=140$, $E=77$ ($Density=0.0079$) 表明节点为 140 个,合作连线数量为 77 条,合作网密度为 0.0079,虽然各团体内的合作研究较为紧密,但团体间的合作研究相对分散,作者间的合作交流有待加强。

根据文献计量学领域的著名学者普赖斯提出的计算公式:

$$M \approx 0.749 \sqrt{N_{\max}}$$

式中: N_{\max} 为所研究论文时段内发表文章频次最高的核心作者的论文数量,将发表论文数在 M 篇以上的作者称为核心作者。

在本研究中,已知 $N_{\max}=29$,根据公式计算出 $M \approx 4$,即发表在 4 篇及以上论文的作者可看作是空间句法研究领域的核心作者。根据 Citespace 软件进行统计分析,发表论文数在 4 篇及以上的作者共有 10 位,共发表文献 83 篇,尚未形成核心作者群,缺乏作者群的学科引领与导向作用。

2.1.3 研究机构与载文期刊分析

通过研究机构和载文期刊分析,可以反映国内相关研究机构与载文期刊的空间分布情况和变化趋势(图 3)。

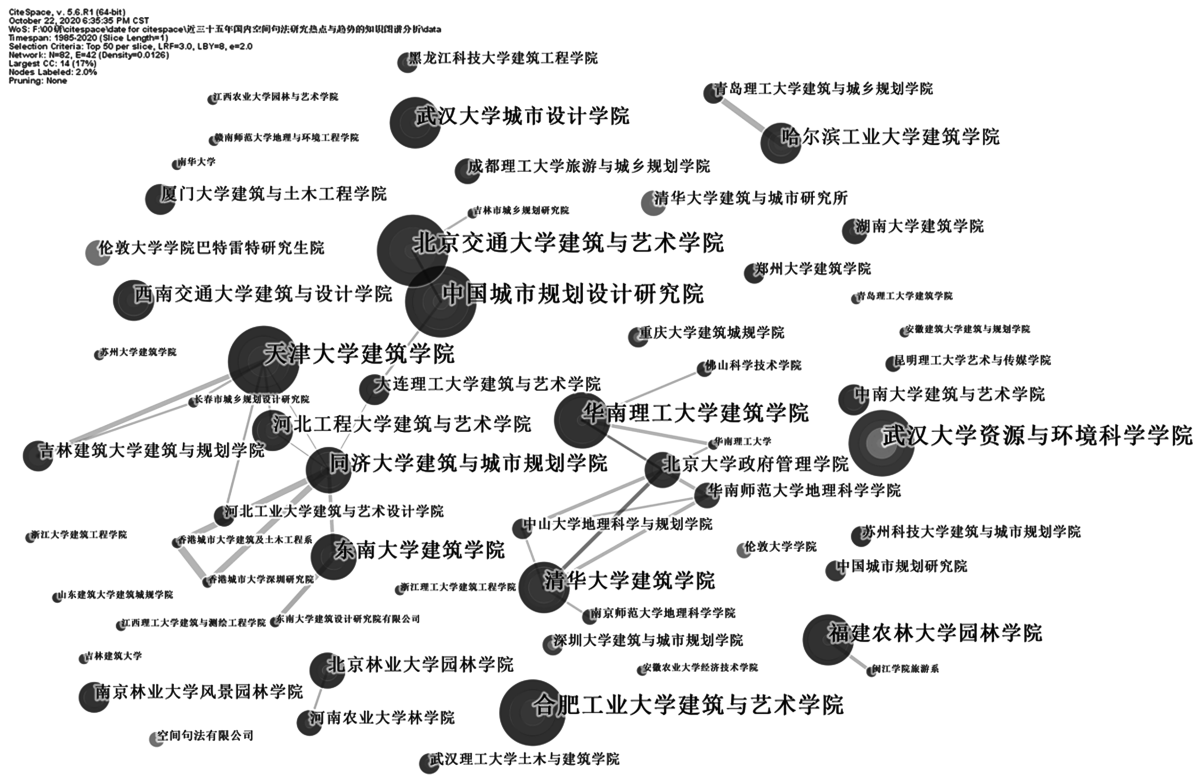


图 3 空间句法研究机构共现图谱

Fig. 3 Co-occurrence map of research Institutions about space syntax

从图 3 中可以看出,空间句法相关的研究机构主要来源于北上广及南京等沿海城市,福州、成都、武汉、合肥和哈尔滨等中北部内陆地区,基本为国内省会及一线城市,空间句法相关研究的热度与城市化程度有一定联系。其次,在空间句法研究上,高校建筑学院为国内空间句法的主干力量,研究成果丰富,研究方向主要集中于地理交通与规划建筑。国内空间句法研究机构主要形成了两大合作团体,以中国城市规划设计研究院、北京交通大学、天津大学、河北工程大学等为主,形成京津冀地区合作团体,其联系最为紧密,发文量最多;其次为以清华大学、北京大学、华南理工大学、佛山科学技术学院等为主,形成同地区机构或与其机构下的二级学院的合作团体,发文量较多。

研究中的 1 003 篇期刊文献共载文于 306 个期刊,其中载文期刊的发文频次前 14 名如表 1 所示。

分析载文期刊发文频次的分布情况,可以使学者了解某学科或主题文献集中在哪些期刊发表,核心期刊的载文数量在一定程度上可以反映出该领域的研究质量。通过载文期刊统计,发文频次前 14 名的期刊载文量 435 篇,占总数的 43.8%,几乎占总发文量的一半,说明国内空间句法的文献分布较为

表 1 空间句法载文期刊发文频次统计

Tab. 1 Publication frequency statistic of periodical organizations about space syntax

机构名称	发文频次	机构名称	发文频次
华中建筑	64	山西建筑	26
建筑与文化	61	城市设计	26
城市建筑	42	世界建筑	22
规划师*	33	南方建筑*	21
中外建筑	32	新建筑	19
现代城市研究*	29	城市发展研究*	18
建筑学报*	26	城市规划	16

注:带*为核心期刊,包含中文核心期刊与科技核心期刊。

集中,相关研究已形成一定规模;同时也反映了目前空间句法领域发表的相关文献与规划建筑和地理学界联系相对紧密^[4],其中有 127 篇发表于《规划师》《现代城市研究》《建筑学报》《南方建筑》《城市发展研究》5 种核心期刊,占比 29.2%,核心期刊发文数量较少,研究成果的质量有待提升。

2.2 研究热点分析

关键词来源于文献的标题和摘要,是对文章主

题的高度概括和集中描述,通过关键词可以了解论文的中心内容。对空间句法研究领域内相关文献的关键词进行分析和归纳,可以对空间句法研究领域

的研究重点、研究热点与趋势这些隐含信息有更进一步的认识,每个关键词共现对应的中心性指标反映该关键词对研究发展所起的控制作用(图 4)。

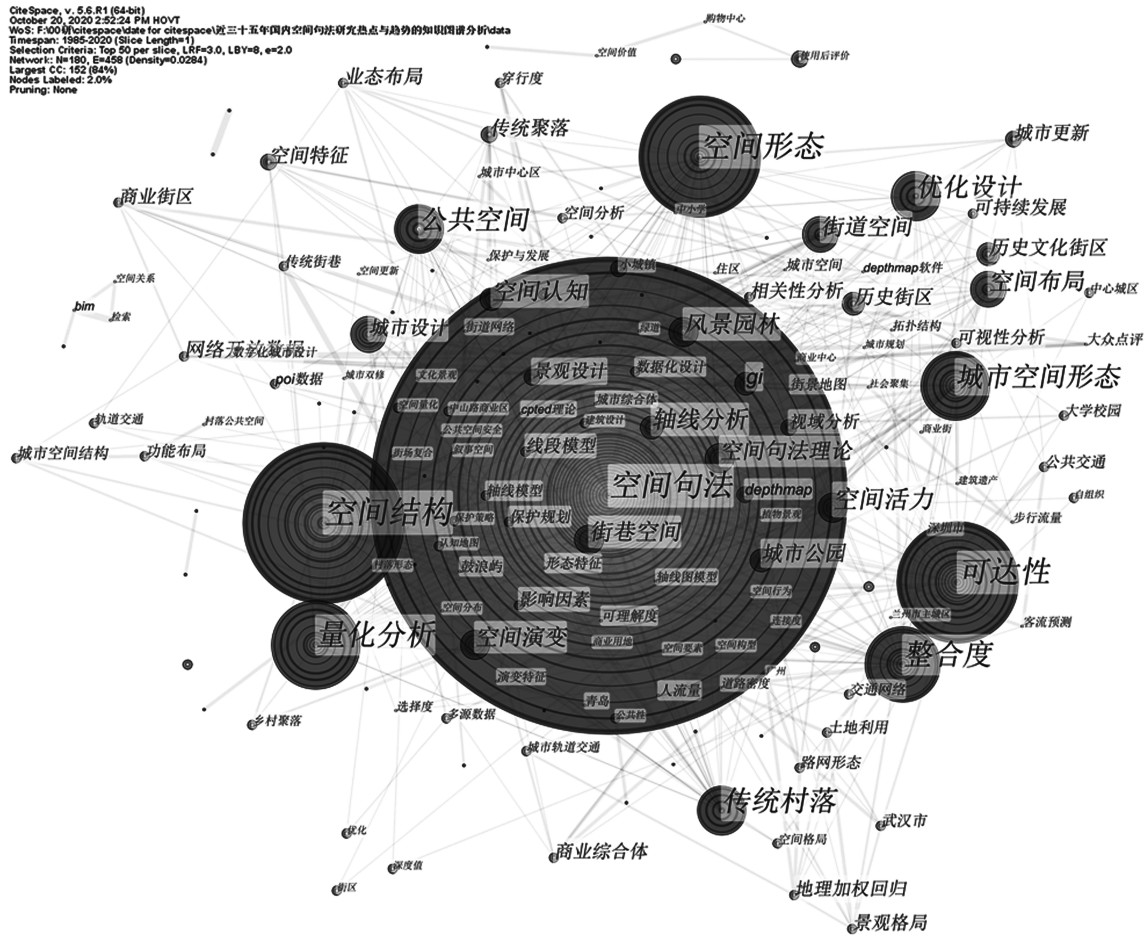


图 4 空间句法关键词共现图谱

Fig. 4 Co-occurrence map of keywords about space syntax

从图 4 可以看出,“空间句法”作为文献检索的主题词,频次最高为 1 132 次,中心性较高,为 0.24;“空间结构”“可达性”“空间形态”“量化分析”“整合度”“传统村落”“城市空间形态”“公共空间”的中心性均大于 0.1,表明这 8 个关键词是空间句法研究领域内连接不同研究热点及推动研究发展的重要脉络节点;“传统村落”“公共空间”“优化设计”是近年来国内空间句法研究中出现频次较多的关键词,词频为 57 次、39 次、34 次,是近年来空间句法的研究热点(表 2)。

2.3 研究主题演进分析

关键词聚类时序图谱可以展现聚类所代表的研究类别发展演化的时间跨度和研究进程,聚类内的关键词能够表现该聚类的内部结构特征(图 5)。

表 2 空间句法关键词中心性前 10 位

Tab. 2 Keywords centrality top ten about space syntax

年份	关键词	频数 (中心性)	年份	关键词	频数 (中心性)
1985	空间句法	1132(0.24)	2013	整合度	57(0.15)
2004	空间结构	155(0.29)	2015	传统村落	57(0.14)
2008	空间形态	127(0.21)	2006	城市空间形态	49(0.11)
2007	可达性	107(0.25)	2017	公共空间	39(0.13)
2012	量化分析	78(0.12)	2017	优化设计	34(0.08)

通过关键词聚类时序图谱梳理空间句法的核心研究内容脉络,聚类为八大类(#0 景观格局、#1 空间形态、#2 建筑设计、#3 村落形态、#4 整合度、#5 校园规划、#6 网络开放数据、#7 公共空间),代表我国

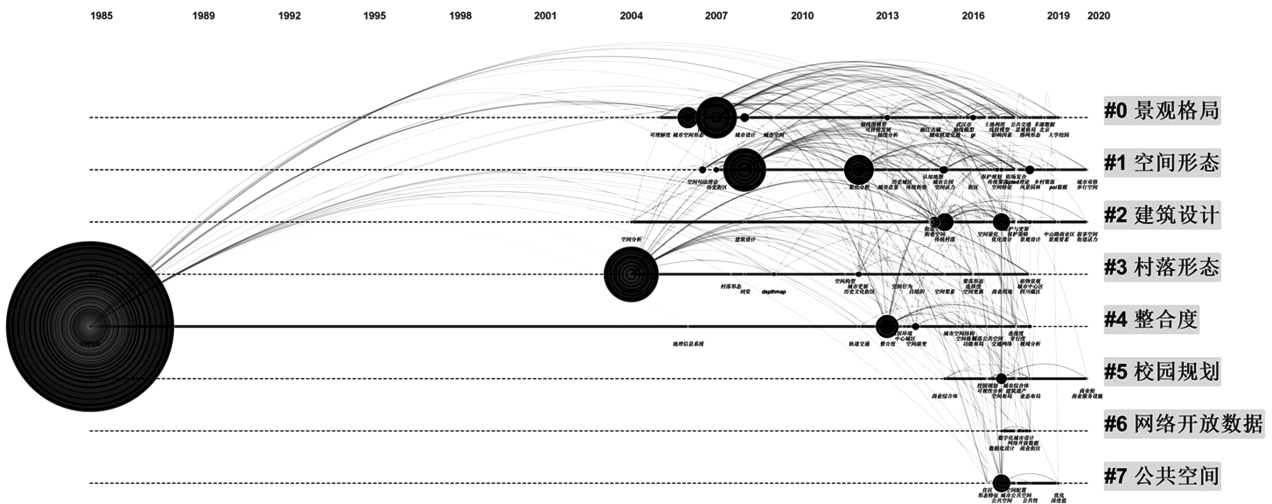


图 5 空间句法关键词共现聚类时序图谱

Fig. 5 Keywords co-occurrence clustering sequence diagram about space syntax

空间句法研究的主要研究领域,图中线段的端点及长度代表聚类关键词出现的时间段,聚类序号的数字大小与该聚类重要性成反比。

1) #0 景观格局聚类重要性最高,其相关文献最早出现于 2005 年,集中于 2006 年后,国内学者从城市空间形态、路网形态、土地利用、可达性等方面进行研究和评价,其中对北京市、武汉市、丽江古城开展了大量的文献研究。学者基于空间句法的视角,在不同尺度上深入研究景观格局的可达性与服务的社会公平性之间的关系^[9],使用空间句法的轴线模型进行分析,为城市空间的可持续发展提供设计策略。

2) #1 空间形态聚类对空间句法的原理、模型、参数、实践应用进行解析,并与认知地图、POI 数据、城市双修、CPTED 等理论有机结合,对历史街区、传统街巷、城市公园、乡村聚落等的空间形态进行量化分析,空间句法在国内不同类型空间的实践应用逐渐丰富。学者对传统聚落公共空间的可达性及吸引力进行量化分析^[10],或基于城市公园空间布局的句法变量参数与行人流量进行深入分析^[11],提出公共空间活力构建及营造策略。该聚类持续时间较长,是该领域研究的重要主题之一。

3) #2 建筑设计聚类研究早在 2004 年就已出现,但在 2014 年后才逐渐增多,聚类中多涉及建筑设计、建筑遗产、传统村落、街道活力、叙事空间、优化设计和保护更新等关键词。学者用实际项目分析商业建筑中对空间句法理念和技术的运用^[12],或从建筑策划、形态、技术与表情 4 个方面总结大型风景地中景观建筑设计的方法和理念^[13]。该聚类轮廓

值为 0.584,表明该聚类相关研究具有多元化、异质性强的特点。

4) #3 村落形态聚类对历史街区、传统村落、古典园林等空间研究居多,通过句法模型,深入探究宗族制度和传统民俗的空间表达。该聚类的高频关键词有空间结构、村落形态、祠堂、历史文化街区、空间行为、自组织、空间更新、植物景观等,对四川藏区有大量的文献研究。学者对村落形态与空间演变历程深入剖析,分析其特点和影响因素,并提出保护与发展规划的思考^[14],或结合可行层、可视层对个园空间进行拓扑空间划分,并分析其空间特点^[15]。

5) #4 整合度聚类研究出现时间最早,发文量最多,且时间跨度最大。自 Bill Hillier 的空间句法观念首次翻译引入,在长达 16 年的时间内,国内空间句法领域的研究基本上处于停滞阶段,随着国内学者的日益关注,自 2003 年起相关研究开始大幅增长,结合地理信息系统,用连接度、整合度等参数,对城市轨道交通、路网形态和中心城区的空间演变等进行量化研究,深入探索城市的结构特性和内在驱动力。学者对古城空间集成核心的变迁进行时空解析^[16],或利用城市道路网络的句法参数对其空间形态进行深入分析^[17]。该聚类研究产生时间最早,持续性最强,影响并推动了后续空间句法各领域的研究发展。

6) #5 校园规划聚类的高频关键词有校园规划、可视性分析、空间布局、城市综合体、商业综合体、业态布局、商业街、商业服务设施等,主要探究校园、商业街、公园等小尺度范围内空间的布局形式与人群

活动强度等影响因素之间的联系。学者对高校校园新老校区空间形态的差异性进行深入分析^[18],或分析街道空间形态和商业的空间布局对人流空间分布的联动影响机制^[19]。该聚类轮廓值为 0.905,说明此聚类研究内容与其他聚类交叉融合较少,共现强度低,同质化程度较高。

7)#6 网络开放数据,空间句法作为一门对空间量化描述和分析的理论与技术,在二维平面上分析和评价空间具有一定的局限性,将句法参数结合网络开放数据可以提高分析结果的全面性和准确性。该领域的高频关键词为数字化城市设计、网络开放数据、数据化设计、商业街区。学者结合大众点评、百度兴趣点等网络开放数据,探讨不同数据源在不同尺度上的空间规律的差异性^[20],或分析交通流量数据与空间句法视域整合度和广场空间使用率之间

的联系^[21]。该聚类轮廓值为 0.954,表明该聚类研究范围过于单一,研究主题的同质性较高。

8)#7 公共空间聚类相关文献最早出现于 2016 年,主要对公共场所的空间结构进行分析,展示空间模式和功能运行间的相关关系,该领域的关键词有公共空间、住区、形态特征、空间配置和优化等。学者探讨古城公共空间活力不均衡的影响因素及影响规律^[22],或基于可达性的视角分析城市绿地空间结构与其感知恢复能力的联系^[23]。

2.4 关键词突现及前沿分析

关键词突现分析可以反映空间句法领域研究突然出现、频次迅速增长的关键词,了解到空间句法领域的研究前沿。通过 Brust 强度直观反映突现关键词研究热度和出现时间段,进一步体现空间句法相关研究的发展趋势和研究前沿(图 6)。

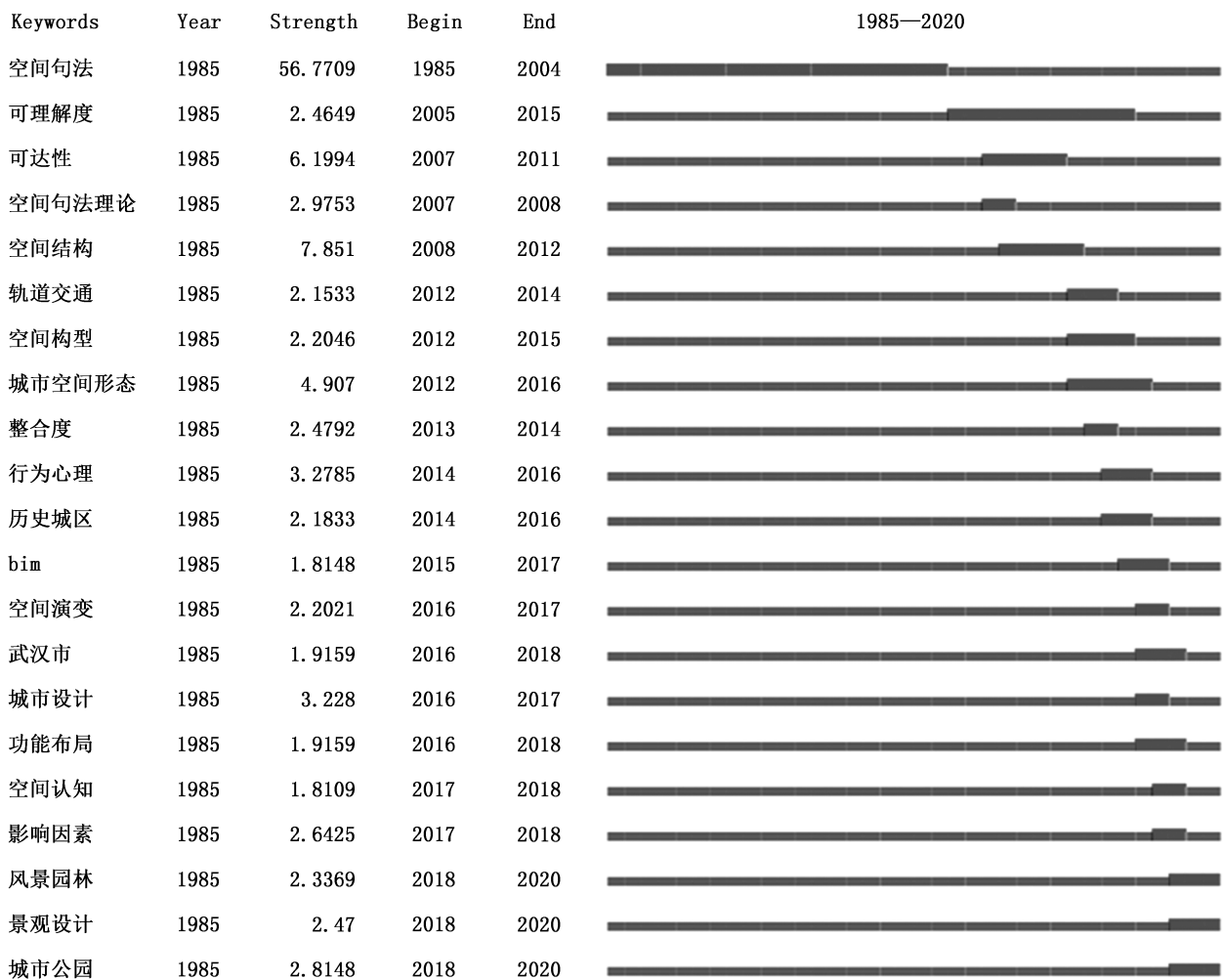


图 6 空间句法关键词突发性检测

Fig. 6 Keywords paroxysmal detection about space syntax

在 21 个突现词中,“空间句法”在整个发展历程中持续时间最长,但在 2003 年之前,我国空间句法领域基本处于停滞状态,突现关键词仅有“空间句法”一个;在缓慢发展阶段,“可理解度”“可达性”“空间句法理论”“空间结构”等关键词出现,国内空间句法此时处于理论体系构建阶段,“可达性”“空间结构”在短时间内热度快速攀升,研究成果相对丰富;在显著发展阶段,空间句法在“轨道交通”“城市空间形态”“空间构型”“整合度”“历史城区”“功能布局”“城市公园”等方面开展了丰富研究,在时间维度上分析空间演变,及结合行为心理更加准确地全面地分析评价空间。从 2012 年开始,空间句法的相关研究开始迅速增长,2016—2018 年 3 年内,突现词出现密集,空间句法在“武汉市”爆发大量的实证研究。近年来,空间句法研究关键词突现为“风景园林”“景观设计”“城市公园”等,关注空间句法在城市公园的景观提升、设计规划等的应用,引导后续研究持续深入发展。

结合关键词突现及研究主题演进分析,可以总结出我国空间句法领域的研究前沿:(1)多学科、多元化、全方位视角下的理论体系建设与实践案例探究,由建筑学为主,逐渐融合经济学、社会学、环境心理学、环境行为学等,构建我国空间句法理论应用体系;(2)关注实践研究及设计对策的评价分析,研究对象涵盖多种尺度与类型的人居环境空间,结合网络开放数据与 GIS 等软件,进一步深入探讨。

3 结论

从研究历程、作者与合作网络、研究机构与载文期刊分析、研究热点分析、研究主题演进分析、关键词突现及前沿分析 6 个方面对近 35 年国内空间句法的研究进行分析。

1)自空间句法概念引入国内以来,我国空间句法长时间处于发展停滞阶段,发表文献数量自 2003 年开始缓慢发展,2012 年开始显著增长,主要为空间句法的实证研究。

2)我国空间句法的研究呈现局部集中、总体分散的特征,研究主要集中在部分高校,以天津大学、北京交通大学、武汉大学、合肥工业大学、华南理工大学为代表,形成了跨地区合作团体,但各团体间联系较少;目前空间句法领域已有 10 位核心作者,尚未形成核心作者群,缺乏学科引领群体。

3)空间结构、可达性、空间形态、整合度、传统村落、公共空间、量化分析、城市空间形态等关键词

是我国空间句法领域各发展阶段的主要研究热点,#0 景观格局、#1 空间形态、#2 建筑设计、#3 村落形态、#4 整合度、#5 校园规划、#6 网络开放数据、#7 公共空间是我国空间句法的主要研究领域。基于信息化大数据时代,国家的发展政策及“中国城市规划年会”“中国地理学学术年会”“中国风景园林学会”等组织机构的会议对国内空间句法研究有一定的推动作用。

4 展望

通过对国内空间句法研究态势的可视化图谱分析,对其相关研究主要提出 3 点启示。

4.1 多维度的空间分析

城市作为经济、社会和环境高度耦合的大尺度的复杂系统,空间结构复杂多变^[24]。空间句法软件对现实中的三维空间进行二维量化分析具有一定的局限性,这种三维性质不仅体现在空间高差,而且周围的交通环境及景观性质的差异均会影响句法分析结果的准确性。因此,为了使句法分析结果与客观现实相契合,对空间句法软件的计算方法进行优化改进,使之更加全面准确地反映现实三维立体空间,从而使计算结果更加符合客观现实,更好地在空间关系的理论研究和空间决策的应用研究中发挥作用。

4.2 句法模型的完善和技术的整合

国外在空间句法分析领域快速发展与更新,进一步优化句法测度的技术方法。空间句法轴线地图的提取原则为用最少且最长的轴线覆盖整个系统,但如何实现最长且最少无固定的标准,其结果具有主观不确定性。对于复杂大规模空间,空间句法轴线提取的难度大,耗时长,且结果需要多次校对,轴线模型不易获取。加强空间句法理论及计算机技术研究,增强结果的可重复性和可检验性,以增加句法测度结果的科学性和精确性,仍需深入研究。其次,研究空间句法软件与其他理论模型结合的可能性和方法,加强软件之间的对接。目前空间句法作为一种空间建模理论已与 GIS 进行了有效集成,因而研究和整合空间句法与其他视域分析、网络模型、模拟模型、虚拟现实等计算机技术,开展参数化的交互式句法分析技术研究是十分必要的。

4.3 应用领域的多元扩展

国外的空间句法研究已从实证研究转向理论与方法的创新以及应用领域的多元化发展^[25]。国内空间句法的研究则相对滞后,仍多局限于技术应用

层面和实证研究层面,很少涉及到理论与方法研究层面。在未来的发展中,加强空间句法软件与经济学、社会学、环境心理学、环境行为学等其他学科的结合,补充和完善空间句法的知识理论支撑,是值得深入探究的课题。

参考文献:

- [1] 江斌,黄波,陆峰. GIS环境下的空间分析和地学可视化[M]. 北京:高等教育出版社,2002:2-7.
- [2] 王静文. 空间句法研究现状及其发展趋势[J]. 华中建筑,2010,28(6):5-7.
- [3] 张晓瑞,程志刚,白艳. 空间句法研究进展与展望[J]. 地理与地理信息科学,2014,30(3):82-87.
- [4] 张红,王新生,余瑞林. 空间句法及其研究进展[J]. 地理空间信息,2006(4):37-39.
- [5] HILLIER B,赵兵. 空间句法——城市新见[J]. 新建筑,1985(1):62-72.
- [6] 靳东生. 关于“空间句法”一文的讨论[J]. 新建筑,1985(1):73.
- [7] 郭湛. 关注城市化过程中城镇建筑环境新旧关系的研究[J]. 城市发展研究,1999(3):3-5.
- [8] 李江,郭庆胜. 基于句法分析的城市空间形态定量研究[J]. 武汉大学学报(工学版),2003(2):69-73.
- [9] 王静文,雷芸,梁钊. 基于空间句法的多尺度城市公园可达性之探讨[J]. 华中建筑,2013,31(12):74-77.
- [10] 吕静,李赫竹. 基于空间句法的乡村聚落公共空间活力量化研究——以通化地区庆生村为例[J]. 吉林建筑大学学报,2019,36(2):73-78.
- [11] 黄基传,赵红红. 基于空间句法的城市公园空间结构分析研究[J]. 华中建筑,2019,37(8):62-65.
- [12] 杨滔,盛强,刘宁. 无之以为用——论空间句法在商业建筑设计中的应用[J]. 世界建筑,2015(4):118-122,137.
- [13] 千茜,章锡龙,汝俊峰. 与境互动的诗意建筑:第六届中国(厦门)国际园林花卉博览会园博园主展馆及主要建筑设计[J]. 风景园林,2007(4):45-48.
- [14] 王量量,张撰闻,韩洁,等. 基于村落形态演变的闽南传统村落保护与发展探索——以泉州市福林村为例[J]. 城市建筑,2019,16(31):76-81,99.
- [15] 陈宇,宗思雨. 基于空间句法理论的个园空间分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):109-112.
- [16] 蒋金亮,徐向远,孙东琪,等. 基于改进空间句法的近代广州古城空间演变研究[J]. 地域研究与开发,2018,37(3):54-59.
- [17] 陈焘森,陈文成. 基于空间句法的泉州城区道路网形态研究[J]. 热带地理,2011,31(6):604-608,615.
- [18] 陈雪依,姚亦锋. 基于空间句法的新老校园空间形态差异性研究——以南京大学为例[J]. 华中建筑,2010,28(2):103-106.
- [19] 武凤文,李烈航. 基于空间构成效率的历史古城人流空间分布研究——以平遥古城主要商业街道为例[J]. 西部人居环境学刊,2020,35(3):61-68.
- [20] 盛强,杨振盛,路安华,等. 网络开放数据在城市商业活力空间句法分析中的应用[J]. 新建筑,2018(3):9-14.
- [21] 盛强,周晨,凯万·卡里米,等. 基于空间句法模型的数据化城市设计——以吉林市朝阳广场设计为例[J]. 景观设计学,2018,6(2):103-113,102.
- [22] 欧莹莹,林琳,杨莹. 丽江大研古城公共空间活力不均衡的空间句法解析[J]. 规划师,2018,34(2):94-100.
- [23] 杨梅,张建平,李宝勇,等. 城市绿地空间可达性与安全感相关性研究——以南昌八一公园为例[J]. 中国园林,2019,35(11):76-80.
- [24] 比尔·希利尔,朱利安妮·汉森,杨滔,等. 空间的社会逻辑[J]. 世界建筑,2019(9):123.
- [25] 李志明,冯琳惠,沈瑞馨. 国外空间句法研究演进与前沿领域的知识图谱分析[J]. 规划师,2019,35(8):5-11.

责任编辑:许易琦

校对:邓砚 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.008

森林火灾风险性评估方法综述

王睿琛¹, 张文文¹, 龙腾腾^{1,2}, 王秋华^{1,2}

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

摘要:对中国知网(CNKI)和 Web of Science 关于森林火灾风险评估的文献汇总、整理和归纳分析, 国内外采用的森林火灾风险评估方法可概括为基于信息扩散理论的评估、基于通用风险评估模型的评估、基于林火预报的评估、基于林火蔓延模型的评估和基于 GIS、RS 的评估, 对森林火灾风险性评估方法进行比较。结果表明, 现有主流森林火灾风险评估方法以 GIS、RS 为主, 其他一种或者几种方法为辅, 综合评估、长期评估、联合评估以及定量精准评价, 结果更具科学性和实用性, 是未来研究的重点和方向。

关键词:森林火灾; 风险性评估; GIS; RS; 信息扩散理论; 林火预报; 林火蔓延模型

中图分类号: S762.2 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0044-05

引文格式: 王睿琛, 张文文, 龙腾腾, 等. 森林火灾风险性评估方法综述[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 44-47, 54.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.008

WANG Ruichen, ZHANG Wenwen, LONG Tengting, et al. Review of Forest Fire Risk Assessment Methods[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 44-47, 54. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.008

Review of Forest Fire Risk Assessment Methods

WANG Ruichen¹, ZHANG Wenwen¹, LONG Tengting^{1,2}, WANG Qihua^{1,2}

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

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

Abstract: Based on the summary, sorting and analysis of forest fire risk assessment literature by CNKI and Web of Science, the forest fire risk assessment methods adopted at home and abroad were summarized as assessment based on information diffusion theory, general risk assessment model, forest fire forecast, forest fire spread model and GIS and RS. The methods of forest fire risk assessment were compared. The results showed that the existing mainstream forest fire risk assessment methods were mainly GIS and RS, supplemented by one or several other methods, and the results of comprehensive assessment, long-term assessment, joint assessment and quantitative accurate assessment were more scientific and practical, which were the focus and direction of future research.

Key words: forest fire; risk assessment; Geographic Information System; Remote Sensing; information diffusion theory; forest fire forecast; forest fire spread model

收稿日期: 2020-12-30.

基金项目: 云南省农业联合面上项目(2018FG001-055, 2018FG001-059); 云南省教育厅科学研究项目(2020Y0382, 2019Y0145); 大学生创新创业项目(202010677134).

第一作者: 王睿琛(2000-), 男, 甘肃张掖人. 研究方向为森林火灾评估. Email: w1687169901@163.com

责任作者: 王秋华(1978-), 男, 福建长汀人, 教授. 主要从事森林防火方面的教学与研究. Email: qhwang2010@swfu.edu.cn

森林火灾是世界多林国家共同面临的灾害。作为一种自然灾害,其会造成严重的森林资源、生态和生命财产损失。与其他灾种相比,森林火灾具有更高的发生频度,在特定天气和环境条件下形成的规模和波及的范围存在高度不确定性,正在持续不断地向人类发出挑战^[1]。亚马逊地区在2019年共记录了48 339处火情,而2018年为24 467处火情,呈猛烈增长趋势。该地区森林大火蔓延广,时间长,强度大,造成了严重经济损失^[2]。2019年11月澳大利亚森林发生大火,累计过火面积超过1 940万 hm^2 ,受极端火行为影响,扑救极其困难,在澳大利亚乃至世界历史上也属罕见^[3]。2020年3月30日,四川省凉山州西昌市泸山发生森林火灾,火灾过火面积超1 000 hm^2 ,毁坏面积超80 hm^2 ^[4]。为避免森林火灾给人民和国家带来巨大的经济损失,需要积极预防森林火灾,保护林业资源。森林可燃物可以是草本植物、干枯植株、倒木以及腐殖质等一切有机质^[5],作为森林燃烧物质基础,可通过森林可燃物管理,从根本上解决林火安全问题,使森林结构得到改善,从而提高森林健康水平^[6]。因此,进行可燃物普查,为森林可燃物管理提供依据,从而积极预防森林火灾十分必要。此外,了解火灾风险将最大程度地减少土地和森林火灾的潜在影响^[7]。而森林管理中森林火灾风险评估是关键部分,也是最重要的一步,能够合理划分火灾风险等级,有目的地采取预防措施,最大程度地减少对生命、财产和自然资源的威胁^[8]。森林火灾风险评估是对森林火灾潜在发生与蔓延风险及森林火灾潜在危害的综合评估,通过风险评估确定森林火灾高风险地点并估计其影响范围,为森林消防组织提供决策支持。通过对中国知网(CNKI)和Web of Science关于森林火灾风险评估的文献汇总、整理和归纳分析,以比较、评价森林火灾风险性评估方法。森林火灾风险性评估方法对当前的森林防火措施改进和提高具有重要参考价值。

1 森林火灾风险性评估方法

森林火灾风险性评估是依据可能发生森林火灾区域因子之间的关联性,做出合理、科学的评价,最终对森林火灾的可能性及危害性进行研究,从而完成对森林火灾风险性的评估^[9]。森林火灾风险评估不仅是评估森林火灾潜在发生与蔓延风险,而且是对森林火灾潜在危害的综合评估^[10]。森林火灾风险评估与火灾随机性具有联系,可对完善森林火

灾双重性规律起到重要作用。同时,可依据森林火灾风险性评估进行森林防火规划和风险区划^[11]。通过风险评估确定森林火灾高风险地点并估计其影响范围,为消防组织提供决策支持^[12]。

2 现行主要森林火灾风险性评估方法比较

目前,国内外采用的森林火灾风险评估方法可概括为基于信息扩散理论的评估、基于通用风险评估模型的评估、基于林火预报的评估、基于林火蔓延模型的评估和基于GIS、RS的评估。不同森林火灾风险评估方法的优缺点具体见表1。

表1 森林火灾风险评估方法
Tab. 1 Forest fire risk assessment method

评估范围	评估方法	优越性	局限性	应用场景
小尺度	基于信息扩散理论的评估	可在不完备信息条件下进行优化处理 ^[14-17]	存在一定误差,无法对大样本进行分析 ^[14-17]	数据少、不易整理和统计且信息量不足的小样本事件 ^[14-17]
	基于通用风险评估模型的评估	通用性高,可用于各种风险评估	无法精准分析,存在一定误差 ^[20]	各种场景的风险评估
中尺度	基于林火预报的评估	准确率较高 ^[13]	受预报因子和天气预报直接影响 ^[22]	可进行预报因子排查的场景
	基于林火蔓延模型的评估	适应范围广,可精确地分析和评估 ^[23]	参数繁多且不易获取,对可燃物要求苛刻 ^[23]	模型适用的地区和植被类型 ^[27]
大尺度	基于GIS、RS的评估	数据完备、精准且分析准确 ^[24]	分析数据量较大、技术要求高 ^[24]	可使用GIS、RS技术的评估

分析表1结果可知,小尺度范围评估方法在分析精确方面存在一定误差,无法对大样本进行分析,适合分析数据少、不易整理和统计的小样本事件;中尺度范围评估方法受影响因素较多,如湿度、风、降水、可燃物等;而大尺度范围评估方法解决了数据获取、分析和精准度等方面的问题,可以完成林火监测、预测、辅助决策、信息发布等功能,从而成为主流分析方法。

2.1 基于信息扩散理论的评估

信息扩散理论是为信息不足样本进行优化的一种对样本进行集值化的模糊数学处理方法^[14]。该

方法可在不完备信息条件下进行优化处理,其优势在于能够进行小样本风险评估,不需要额外的参数估计,避免了放大误差的不足,适用于火灾风险分析。基于信息扩散理论的风险评估方法适用于目前森林火灾数据较少、信息量不足等小样本事件^[15]。

周雪等^[15]基于信息扩散理论,对中国森林火灾风险进行了评估,得出全国森林火灾总次数在不断变化,且指标重大森林火灾次数与在总次数中比例波动幅度及频率较为一致。金旭等^[16]通过信息扩散理论对福建省森林火灾风险进行了评估,得出森林火灾受害面积相对分散,且近年来福建省森林火灾有明显增加趋势。目前此方法也是在可用灾情统计数据少,且不易整理和统计等现实情况下相对适用的灾害风险分析方法^[17]。

2.2 基于通用风险评估模型的评估

通用风险评估模型适用于各种场景的风险评估。如层次分析法、灰色模糊综合评价法等。Çoban 等^[12]基于层次分析法为土耳其布卡克森林计算风险,结合 GIS 确定并绘制了布卡克一级火灾敏感的地中海森林生态系统的火灾危险区。Tong 等^[18]利用加权综合评分法和层次分析法在自然灾害风险模型的基础上对吉林省西部草原火灾风险进行评估。高明等^[19]基于层次分析法,通过森林火灾危险性、易损性和防灾减灾能力等,对森林火灾的气象风险进行了评估研究。杨建华等^[20]根据风险评价过程中某些影响因素的不确定性、模糊性和评价信息不完全、不充分等特点,利用灰色模糊理论对大兴安岭某片森林进行综合评价。

森林火灾风险评估是一项艰巨的任务,因为森林火灾是一个复杂的事件,受众多环境和人为因素及其相互作用的影响,且影响因素具有不确定性、模糊性和评价信息不完全、不充分等特点。因此,为保证评估结果的真实性和可靠性,需对数据的采集和处理方法采取进一步的修正和完善。而通用风险评估模型适用性高,可用于森林火灾风险评估。

2.3 基于林火预报的评估

林火预报是综合气象要素、地形、可燃物相关特征和火源等,对森林可燃物的燃烧危险性进行分析预测,林火预报的准确性受天气预报的直接影响。林火预测预报一般可分为 3 种:火险天气预报、林火发生预报和林火行为预报^[21]。可通过林火预报研究出适用于不同省、分区和各地、县的森林火灾趋势模型;利用模型进行评估,为森林防火资金投入、设施建设、组织建设等决策服务,将森林防火工作从盲

目性中解放出来^[22]。

目前我国使用的多为火险天气预报,逐渐向林火发生和林火行为预报方向发展,并开始研制全国性的林火预报系统。国内外林火预报方法概括起来有经验法、物理法、数学法、野外实验法和室内测定法等^[21]。

2.4 基于林火蔓延模型的评估

林火蔓延数学模型在 1946 年由 W. R. Fons 首先提出,随着时间的推移,世界上许多国家都提出了自己的林火蔓延模型^[25],主要有美国的罗森迈尔模型、澳大利亚的麦克阿瑟模型、加拿大的劳森和斯托克斯模型、欧洲的普罗米修斯模型、中国的王正非林火蔓延模型等,以及在这些模型基础上的修正模型^[26]。

林火蔓延模型通过相关数学处理,得出林火行为与各种影响因素间的定量关系式。可利用关系式去评估将要发生或正在发生的林火行为,为灭火及日常林火管理提供依据^[27]。目前使用较多的有 Behaveplus、Farsite、Firefamilyplus、Landis 等林火蔓延模型。

2.5 基于 GIS、RS 的评估

采用 GIS、RS 收集信息,处理和分析具有结构和功能组件的空间数据,以确定研究区域的火灾危险区域,支持空间决策过程^[28]。尽管其通常用于检查空间数据的学科,但许多林业部门的用户更喜欢,GIS 的交互结构是关于森林火灾危险区识别的一个强大来源^[29]。Bulgarian 等^[30]将 GIS 用于分析森林火灾风险,并结合不同的致灾因子创建各种主题地图,并通过 GIS 将保加利亚森林地区森林火灾风险的图形和非图形数据可视化。

国内外关于遥感估计火灾风险的大多数文献均基于 NDVI(归一化植被指数)的使用,NDVI 值在特定区域的减小已被认为是植被压力的指标,并且与高火灾风险有关^[31]。林志强等^[32]通过 GIS 与 NDVI 等植被因子相结合,将西藏地区森林火险风险区划分以获取森林火险的动态变化情况。European Assoc Remote Sensing Labs^[33]通过 RS 和 GIS 来评估土耳其安塔利亚市附近森林火灾前后的情况并形成火灾风险图,根据 NDVI 比较火灾前后的分类图像。Wenliang Liu 等^[34]通过 RS 和 GIS 技术提取大量的高时空分辨率数据,以遥感数据中检索到的 NDVI 作为评估大兴安岭森林火灾风险等级的一个因素进行森林火灾风险评估。

3 结论与展望

在森林火灾风险评估过程中,每种评估模型都有其自身的特点和适用范围,面对不同的森林火灾类型和起火原因,没有一种评估方法是完全适用的。森林火灾会阻碍地区可持续经济及环境发展,因此,进行森林火灾风险评估具有重要的现实意义和科学价值。结合我国森林火灾特点,立足于森林资源基础,森林火灾风险评估方法有利于开展全国性的森林可燃物普查,从而更科学、合理地划分森林火险,突出重点,集中力量,实现预防为主的目标。

随着科学技术的发展,很多系统都应用了先进的通信工具、遥感设备和现代理论,尤其是GIS、RS的概念和技术的引入,使得在空间数据的处理和分析方面又有了长足的进展。解决了目前森林火灾数据较少、信息量不足等问题,使森林火灾风险评估更加精确化、动态化。以GIS、RS为主,其他一种或者几种方法为辅,综合评估、长期评估、联合评估以及定量精准评价,结果更具科学性和实用性,将是未来研究的重点和方向。研究多种森林影响因子与森林火灾风险之间的关系,如NDVI、森林可燃物等。在此基础上,结合学科交叉,学科融合,探寻更多的综合评估方法进行森林火灾风险性评估,对森林火灾风险进行区域划分,为森林火灾防治政策及采取相应技术措施提供借鉴和决策参考。

参考文献:

- [1] 王海晖,SHAMIMA A,盛昌栋,等. 国际林火发展动向和全球化应对策略[J]. 森林防火,2020(1):1-8.
- [2] 吕万鹏. 巴西亚马逊林火对我国森林消防工作的启示[J]. 森林防火,2019(4):48-52.
- [3] 李伟克,殷继尧,冯梦,等. 2019国际林火特点及管理经验对我国森林防火工作的启示[J]. 森林防火,2020(3):49-54.
- [4] 魏书精,罗碧珍,李小川,等. 凉山州“3·30”林火扑救人员伤亡原因分析与启示[J]. 森林防火,2020(2):10-13.
- [5] 楚艳萍,姜瑶,王旭. 森林火灾危害及其预防措施[J]. 北京农业,2015(36):117-118.
- [6] 贺红土,常禹,胡远满,等. 森林可燃物及其管理的研究进展与展望[J]. 植物生态学报,2010,34(6):741-752.
- [7] JADMIKO S D,MURDIYARSO D,FAQIH A. Climate changes projection for land and forest fire risk assessment in West Kalimantan[J]. Earth and Environmental Science,2017,58(1):1-8.
- [8] AKINOLA O V,ADEGOKE J. Assessment of forest fire vulnerability zones in Missouri, United States of America[J]. International Journal of Sustainable Development & World Ecology,2019,26(3):251-257.
- [9] 汤宛地,朱同武. 森林火灾的风险性评估初探[J]. 森林防火,2010(2):9-11,25.
- [10] 田晓瑞,代玄,王明玉. 多气候情景下中国森林火灾风险评估[J]. 应用生态学报,2016,27(3):769-776.
- [11] 张运生. 森林火灾发生风险性评估研究[J]. 森林防火,2012(4):31-33.
- [12] COBAN H O,ERDIN C. Forest fire risk assessment using gis and ahp integration in bucak forest enterprise, turkey [J]. Applied Ecology and Environmental Research,2020,18(1):1567-1583.
- [13] 臧伟运,李志,陈丽萍. 几种森林火险预报方法比较与应用[J]. 森林防火,1997(2):19-20.
- [14] 黄崇福,刘新立,周国贤,等. 以历史灾情资料为依据的农业自然灾害风险评估方法[J]. 自然灾害学报,1998,7(2):3-5.
- [15] 周雪,张颖. 中国森林火灾风险统计分析[J]. 统计与信息论坛,2014,29(1):34-39.
- [16] 金旭,廖善刚. 基于信息扩散理论的福建省森林火灾风险评估[J]. 河南大学学报(自然科学版),2014,44(2):190-195.
- [17] 庞西磊,黄崇福,艾福利. 基于信息扩散理论的东北三省农业洪灾风险评估[J]. 中国农学通报,2012,28(8):271-275.
- [18] TONG Z,ZHANG J,LIU X. GIS-based risk assessment of grassland fire disaster in western Jilin Province, China [J]. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment,2009(23):463-471.
- [19] 高明,姚俊英,时一文,等. 基于层次分析法的黑龙江省森林火灾气象风险评估[J]. 黑龙江气象,2016,33(2):16-18.
- [20] 杨建华,邵红梅,兰月新. 森林火灾风险的灰色模糊综合评价[J]. 内江科技,2014(4):37-38.
- [21] 白尚斌,张晓丽. 林火预测预报研究综述[J]. 森林防火,2008(2):22-25.
- [22] 韩刚,韩恩贤. 森林火灾预测预报研究概述[J]. 陕西林业科技,1997(4):65-68.
- [23] 张晓婷,刘培顺,王学芳. 王正非林火蔓延模型改进研究[J]. 山东林业科技,2020(1):1-6,40.
- [24] 唐博海. 基于Web GIS的森林火灾风险评估[D]. 哈尔滨:哈尔滨师范大学,2016.
- [25] 单延龙,金森,李长江. 国内外林火蔓延模型简介[J]. 森林防火,2004(4):18-21.
- [26] 胡海清. 林火生态与管理(修订版)[M]. 北京:中国林业出版社,2005.

(下转第54页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.009

县级单位森林防火三大体系建设与规划

——以重庆市石柱县为例

黄瑞荣¹,刘友林²,陈梅³,陈晓东¹,贺建梅²

(1. 国家林业和草原局华东调查规划设计院,浙江 杭州 310019; 2. 国家林业和草原局西北调查规划设计院, 陕西 西安 710048; 3. 重庆市石柱土家族自治县林业局,重庆 石柱 409199)

摘要: 森林火灾预防、扑救、保障三大体系建设,对于健全森林防火长效机制,全面提高森林火灾防控能力,最大限度地减少森林火灾发生和灾害损失具有重要意义。对重庆市石柱县森林防火基础能力现状及现有成效进行了全面深入分析,提出了森林防火五大重点建设内容与规划目标。重点对森林防火预警监测系统、通信和信息指挥系统、森林消防队伍能力、林火阻隔系统、森林防火宣传教育等五大建设内容进行了规划,形成完备的森林防火三大体系。

关键词: 森林防火;建设任务;三大体系;石柱县

中图分类号:S762.33 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0048-07

引文格式:黄瑞荣,刘友林,陈梅,等.县级单位森林防火三大体系建设与规划——以重庆市石柱县为例[J].林业调查规划,2021,46(6):48-54. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.009

HUANG Ruirong, LIU Youlin, CHEN Mei, et al. Construction and Planning of Three Forest Fire Prevention Systems of County——A Case Study of Shizhu County in Chongqing[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6):48-54.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.009

Construction and Planning of Three Forest Fire Prevention Systems of County

——A Case Study of Shizhu County in Chongqing

HUANG Ruirong¹, LIU Youlin², CHEN Mei³, CHEN Xiaodong¹, HE Jianmei²

(1. East China Inventory and Planning Institute of National Forestry and Grassland Administration, Hangzhou 310019, China; 2. Northwest Surveying, Planning and Designing Institute of National Forestry and Grassland Administration, Xi'an 710048, China; 3. Forestry Bureau of Shizhu Tujia Autonomous County, Shizhu, Chongqing 409199, China)

Abstract: The construction of the three major systems of forest fire prevention, fighting, and guarantee is of great significance for improving the long-term forest fire prevention mechanism, comprehensively improving forest fire prevention and control capabilities, and minimizing forest fire occurrence and disaster losses. The basic ability situation and current existing achievements of forest fire prevention in Shizhu County of Chongqing were analyzed. The five major construction tasks of forest fire prevention early warning and monitoring system, communication and information command system, forest fire brigade capacity,

收稿日期:2020-01-29.

第一作者:黄瑞荣(1990-),男,甘肃天水人,工程师.研究方向为森林资源监测、林草规划设计. Email: rruangxy@126.com

责任编辑:刘友林(1970-),男,江苏泰州人,高级工程师.主要从事森林资源调查监测与评价、遥感应用研究等工作.

Email: 395515292@qq.com

forest fire barrier system and forest fire prevention publicity and education were planned to form a complete forest fire prevention three major systems.

Key words: forest fire prevention; construction task; three major systems; Shizhu County

建设生态文明,事关人民福祉,关乎民族未来。党的十八大把生态文明建设纳入中国特色社会主义事业“五位一体”总体布局;党的十九大指出,建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计;中共中央、国务院颁布《关于加快推进生态文明建设的意见》和《生态文明体制改革总体方案》,对生态文明建设做出顶层设计和总体部署。森林防火作为生态文明建设的安全保障,事关国土生态安全,关乎人民生命财产和森林资源安全,森林防火责任重于泰山。党中央和国务院高度重视森林防火工作。森林火灾突发性强、破坏性大、危险性高,是全球发生最频繁、处置最困难、危害最严重的自然灾害之一^[1]。为积极应对我国严峻的森林防火形势,切实解决森林防火中存在的突出问题,国家林业局(现为国家林草局)组织编制了《全国森林防火规划(2016—2025年)》,用以指导全国森林防火工作。重庆地处长江中上游、三峡库区腹地,是全国重要的生态功能区^[2]。为强化中上游意识,担起上游责任,重庆市林业局立足全市实际,联合其他部门共同编制了重庆市森林防火规划。石柱县地处长江上游南岸,为建设长江上游重要生态屏障,并为建设美丽重庆保驾护航。依据相关文件要求,石柱县林业局编制了重庆市石柱县森林防火规划。规划的编制,对重点有效实施预警监测系统^[3]、通信和信息指挥系统^[4]、森林消防队伍能力、林火阻隔系统、森林防火宣传教育等五大建设任务,建立健全森林防火长效机制,提升森林火灾综合防控能力,高起点高标准开展石柱县森林防火工作,推动森林防火治理体系和治理能力现代化,将发挥重要作用^[5]。

1 区域概况

重庆市石柱土家族自治县(以下简称“石柱县”)紧依长江,东靠湖北省利川市,南接彭水苗族自治县,西南连丰都县,西北邻忠县,北接万州区,地处北纬 $29^{\circ}39' \sim 30^{\circ}33'$,东经 $108^{\circ}00' \sim 108^{\circ}29'$ 。石柱县地势东南高,西北低,主要分布有方斗山山脉和七曜山山脉,两山顺东北—西南近似平行排列,纵贯全境,形成“两山夹一槽”的主要地貌特征。气候特点为春旱,常有春旱,升温快而不稳,有寒潮;夏长,无

酷热,多伏旱;秋短,有低温,多绵雨;冬迟,无严寒,少雨,有霜雪。森林植被分布有三峡库区残存的几块亚热带常绿阔叶林,生物种类丰富。

2 森林防火现状

2.1 森林火灾主要成因

根据重庆市石柱县近10年来森林火灾发生情况统计,森林火灾次数处于多发持续趋势。森林火灾主要由人为原因引起,其中清理农地烧荒为主要原因。石柱县地处山区,且林区社情民情复杂,面对人为性火源,火源管控难度大,森林防火形势较为严峻^[6]。

2.2 森林消防队伍建设与装备现状

2.2.1 森林消防队伍建设

石柱县建立防火检查站4个,人员12人;专业森林消防队(2013年9月成立)1支,人员40人;半专业森林消防队34支,人员158人;义务森林消防队(群众扑火队)38支,人员1900人;护林人员1510人,其中地面巡护1490人,瞭望观测20人。

半专业森林消防队伍人员主要由当地政府聘请的护林员组成,队员们长期从事高危险、高劳动强度职业,无人身保险制度保障,无固定编制、营房。由于经费等因素的不足,很大程度地影响了防火人员的工作积极性,不利于队伍的稳定和发展。义务森林消防队伍缺少必要的扑火机具和装备,部分扑火队员仅在森林防火期临时招募,且由于农村青壮年外出务工人员较多,留守在家的大多为老人和小孩,扑救能力老龄化,其应变能力和体力很难适应森林火灾扑救,远不能满足处置突发性森林火灾的要求^[7]。

2.2.2 森林消防装备

石柱县森林防火资金十分有限,用于采购消防装备基本建设的费用严重短缺,现有设备薄弱落后,通讯、交通设备陈旧老化,扑火机具短缺,装备落后,已不适应日趋严峻的森林防火形势。(1)森林消防队伍扑救森林火灾主要以传统工具为主,扑火专业队伍装备简陋,主要消防装备有对讲机、二号工具、灭火水枪、油锯、风力灭火机等,其中部分装备如油锯、风力灭火机等不适应石柱县当地实情,难以发挥作用,缺乏大型水车、水泵等高效灭火装备,先进装

备、水车、水枪、消防车等装备数量有限,不能满足实际需要;(2)森林消防指挥车、运兵车等常用车辆严重匮乏,制约队伍机动能力;(3)通讯设备以移动电话为主,指挥调配得不到有力保障。

2.3 防火通讯瞭望现状

2.3.1 森林火险预警监测系统

石柱县森林防火指挥中心目前有计算机 3 台,建有前端视频点 13 个,瞭望塔 9 座(其中 1 座已不可用)、防火检查站 4 座(2014 年建设)、专业扑火队营房 1 座、森林防火物资库 1 座,面积 100 m²。目前,林火瞭望观测手段主要依靠目视观测,森林防火技术手段不够先进,致使森林火灾监测不全面,发现迟、报警慢等,远不能满足瞭望预警监测需求,林区大部分区域仍属瞭望监测盲区,不能及时、准确地预报森林火灾情况,在一定程度上减弱了森林火灾指挥扑救效力,给森林资源保护带来更大的威胁^[8]。

森林火险预警系统处在一个较低水平,无统一的县级预警系统,森林火险预警中心有名无实,严重制约着当地整体林火管理水平的提高。在充分利用国家、重庆市气象台站信息的同时,迫切需要建立适合县情的林区火险天气、森林火险、林火发生、林火行为预报等系统,以加强森林火险等级预测、预报。

2.3.2 森林防火通信和信息指挥系统

石柱县森林防火通信指挥系统基本设于各个单位内部,覆盖全县 33 个乡镇的通信指挥网络尚未建立,森林防火工作仍处于人工巡护与局部视频监控相结合的方式,通信联络工具主要是移动电话,巡护主要靠步行,交通工具严重匮乏,防火通讯设备仅 20 台对讲机,与森林防火的实际需求差距较大。因投入不足,目前系统功能单一、结构简陋,火场信息仍沿用传统电话、对讲机进行音频传输,指挥部门无法及时掌握火场动态且通信盲区较大。火场扑救实况常不能实时传输到后方指挥部,难以满足上级主管部门及时掌握火场动态的需求,影响到扑救指挥决策的制定,给扑火工作带来了很大困难。

受自然、经济等因素的制约,石柱县的森林防火基础设施发展缓慢,主要表现在防火指挥设施、设备落后,图面资料、通讯、交通工具短缺,经常造成联络不畅,致使指挥能力降低。

2.4 林火阻隔系统

林火阻隔系统建设是防止火灾蔓延,控制重特大森林火灾发生的治本措施,也是森林火灾预防体系的基础工程,促进我国森林生态环境长治久安的战略举措^[9]。林火阻隔带由自然阻隔带、工程阻隔

带、生物阻隔带和组合阻隔带组成,该系统阻火作用具有主动性、预防性特点。根据《重庆市林业局关于进一步加强防火阻隔带工程建设的决定》文件要求,各区县需尽快达到重点火险区林火阻隔带密度 15~25 m/hm²,一般火险区防火阻隔带密度 10~15 m/hm²。石柱县防火隔离带 292.25 km,密度为 1.4 m/hm²,不足全国林火阻隔网密度(3.7 m/hm²)的 1/2,与重庆市森林防火规划目标的要求(4.7 m/hm²)差距较大。

森林防火应急通道是森林防火的重要基础设施,是扑火队伍和物资迅速运达火场的重要通道,是实现“打早、打小、打了”的重要保障,加快建设森林防火应急通道至关重要。石柱县现有防火通道 566.26 km,林区路网密度为 2.62 m/hm²,与重庆市森林防火规划目标要求(3.7 m/hm²)尚有一定差距。林区森林防火应急道路密度低、建设滞后、通行能力差等问题突出。同时,森林防火应急道路作为林区内部专用道路未纳入国家“通村、通乡”路网体系和相关建设规划,新建和升级改造防火应急通道投资大,资金匮乏。

目前,林火阻隔系统建设严重滞后,仍以自然阻隔为主,部分乡镇仍未建设森林防火应急通道,或呈现破碎化分布,未形成封闭网络体系。森林资源面积大、分布集中,枯枝落叶较多,地被物较厚且易燃烧,如马尾松纯林、灌草丛等一旦遇到火灾,在人力不及的情况下,极易形成地表火,快速蔓延扩大。

2.5 现有成效

2.5.1 预防体系得以完善

现有防火瞭望塔 9 座、前端视频点 13 个,监测区域逐步扩大,护林员、瞭望员火灾预防的“探头作用”得以发挥,火险预警能力逐步加强。已建森林防火道路 566.26 km,林火阻隔带 292.25 km,林火阻隔系统初见成效。

2.5.2 扑救能力得以提升

已建森林消防专业队 1 支,人员 40 人,半专业队伍 34 支,人员 158 人,扑火力量得到充实。以水灭火得到有效推广,扑火效率明显提高。

2.5.3 保障体系日趋完善

森林防火组织机构日趋完善,县林业、应急和公安等部门以及各乡镇林业员全面负责森林防火、灭火工作。森林防火基础设施建设投入逐步增加,多层次、多渠道、多主体的森林防灭火投入机制逐步完善。

2.5.4 科技引领作用初显

森林防火视频监控、卫星监测、无人机巡护、红外传感、航空护林等高新防控技术和手段在石柱县多起森林火灾预警中发挥了重要作用,体现了森林火灾防控中高科技手段的高效、准确、迅速等优点。

3 重点建设内容与规划

3.1 预警监测系统建设

预警监测系统由森林火险预警系统、林火视频监控两项内容构成。

3.1.1 森林火险预警系统

森林火险监测站是为森林火险监测定制的能够自动观测并上报与森林火险相关气象因子的专用设备和站点。规划建设森林火险综合监测站3个、手持火险监测仪181台,联网重庆市森林火险预警中心气象信息数据库。

3.1.2 林火视频监控系统

利用现有的通讯塔、电力、网络等公共资源,采用可见光、红外探测、智能烟火识别技术,实现监控范围森林火情24h不间断自动探测。针对不能利用现有电力和网络的监控点,采取自建风光互补系统予以解决。一旦发生火情,森林防火调度指挥平台立即感知,根据火情大小自动进入相应的防火预案工作状态,实现火情的早期发现、及时处理。该林火视频监控系统由林火视频监控前端(林火视频监控点)、林火视频监控后端组成。

1) 林火视频监控前端

目前石柱县林火瞭望监控覆盖率为60%,仍有40%为监控盲区。结合林区现状,拟在部分海拔相对较高、人工监控困难的重点区域,采用智能化林火视频监控系统实现对该区域的有效监控,并通过网络实现与指挥中心的林火视频监控后端连接,为森林防火指挥中心提供实时监控区域林火视频资料,为扑救森林火灾的调度指挥做出及时、正确的决策提供保障。

在规划区域内根据林下可燃物载量、森林火险等级情况,规划新建视频监控前端60处,红外监测预警系统3套,以便通过分析监控区域的温度变化,及时发现该区域发生森林火灾的风险性,并通过系统自带热成像报警软件及时报警。前端监控设备安装位置可采用多角度方式对重点区域监控,不宜选择在居民区和磁场干扰较大的区域,以减少干扰因素。同时,监控塔观测平台应高于监控区域内最高的树冠或遮挡物5m以上。

2) 林火视频监控后端

目前,石柱县视频监控后端已建设完成,但由于监控设备安装较早,已无法满足与前端视频监控设备相匹配的要求,需对指挥中心的现有视频监控终端设备更新改造,实现调度台可呼叫视频终端,在建立语音通话的同时,实时显示视频调度终端经过压缩传输的动态视频,指挥中心既能实时了解调度现场的各种变化,也可以将接收到的视频转发到其他调度台和视频设备,便于指挥员做出快速正确的指挥调度。同时还可将视频上墙显示,供多人同时查看同一视频。

3.2 森林防火通信和信息指挥系统建设

森林防火通信和信息指挥系统在林火监测、火情传递、指挥调度、林火扑救、后勤保障工作中具有十分重要的作用。森林防火通信和信息指挥系统由综合通信系统和信息指挥系统两部分组成。县防火指挥部门和有关防火、基层扑火单位,在保证各环节通信质量的前提下组成通信网,增强相互间的快速联系和信息沟通。

3.2.1 综合通信系统建设

石柱县现有基地调试设备1套、中继台1台、便携台2台、车载台2台、手持台4台,通信覆盖率90%。但全县34个乡镇及国有林场,森林防火期综合通信系统略显不足。规划各新建一套森林防火火场通信系统、卫星通信及应急机动通信系统。森林防火火场通信系统:数字超短波高山中继站15台、基地调度设备1套、基础台3套、便携式背负台6套、语音网关1套、手持台40台。

卫星通信及应急机动通信系统:配备北斗星指挥系统1套、北斗车载台(机载台)2台、北斗手持台10台、移动视频单兵系统12套。

3.2.2 森林防火信息指挥系统建设

县森林防火指挥中心现有1套综合显示系统、1个视频终端、2个UPS电源。由于现有设备较为陈旧,前端视频监控摄像头清晰度不够,无法实现叠加林火识别、定位功能,需将前端视频监控摄像头进行更新。防火信息指挥系统规划内容主要是将进入指挥中心的各种音频源、视频源进行集中整合、统一管理,实现跨平台的媒体资源转分发,通过实时监测各路林火视频及热红外成像信息,利用可见光像素比对与红外多光谱双模红外智能识别烟火软件,同步定位热点,实现实时火情报警。

森林防火信息指挥系统规划内容是森林防火指挥中心设施设备1套。具体配置为多媒体调度系统

设备 1 套、多媒体调度操作系统 1 套、视频转发服务设备 1 套、林火视频监控设备及相关林火识别软件 1 套、集群对讲软件 1 套,并对指挥中心内的大屏幕显示设备进行更新。配备北斗卫星定位系统设备 1 套,卫星监控、接收设备 1 套。

3.3 森林消防队伍能力建设

森林消防专业队伍是保护森林资源、扑救森林火灾的主力军,森林消防专业队是经过严格的扑火技术、安全避险培训及体能训练,并配备防火防护装备和必备扑火机具的有组织的队伍。森林消防专业队伍建设包括消防队伍建设、消防专业队营房建设、森林消防机具及装备建设等内容。

3.3.1 森林消防专业队伍建设

目前石柱县设立了 1 支森林消防专业队伍。由于专业队员从事的工作风险性高,薪资待遇过低,无人身安全保障,应加大扑火专业队伍建设资金投入,提供训练经费及福利保障。

3.3.2 森林消防专业队伍设施及设备建设

1) 消防专业队伍营房

由于防火经费投入有限,专业队虽已建有专业营房,但专业队营房未达到《森林消防队伍建设管理规范》中人均不少于 15 m² 的标准。由于营房面积过小,扑火队员无法集中食宿、实行 24 h 备勤及集中进行扑火技能和体能训练,且营房过于陈旧,需要进行维修改造。为提高消防专业队伍的战斗力,规划对面积未达标的 400 m² 消防专业队伍营房进行改扩建。规划新建营房面积 500 m²,新建训练场 9 000 m²。

2) 扑火机具装备

为进一步加强森林消防队伍的建设和管理,推动森林消防专业队伍的专业化和规范化,整体提升石柱县森林消防专业队的战斗能力,将石柱县森林消防专业队伍建成拉得动、打得赢的具有较强战斗力的专业扑火队伍。依据国家林业局《森林消防队伍建设管理规范》,制定统一扑火机具装备标准。规划完善提升专业队伍装备 1 套。

其中扑火工具主要包括风力灭火器 40 台、进口高压水泵 4 台、油锯 10 台、泡沫水枪 24 支、筒式水枪 20 支、细水雾系统 1 套;同时,为提高大型灭火机械在扑救森林火灾中的重要作用,规划在石柱县森林消防大队配备灭火车炮 1 台;配备个人防护装备,主要包括防护头盔 1 顶、扑火服 2 套、防火鞋 2 双、防火手套 1 副、单兵装备包 1 个;作训装备包括作训服 2 套、训练鞋 2 双。同时,为提高在扑救森林火灾

时的火情侦察能力及复杂地形人工难以达到区域的巡护,利用无人机开展侦查或巡护,为森林消防大队配备四旋(或六旋)翼无人机、重型固定翼无人机、小型无人机各 1 架。

3.3.3 森林火灾案件侦破能力建设

经统计近 10 年来森林火灾发生情况,森林火灾主要由人为原因引起,且森林火灾案件突发、高发的形势严峻。因此,依法打击处理违法犯罪人员至关重要。县林业、应急、公安等部门需明确职责,狠抓落实,多措并举。(1)全面发动,迅速部署,进一步加大森林火灾查处力度,将行动不断引向深入;(2)建立科学、量化的考核奖励机制,每季度公布考核成绩及排名,有效激励侦破、查处火案的积极性;(3)加大对大要案件的督办力度;(4)加强对各地的督查、指导,局领导分别带队深入各乡镇检查、督导森林火案侦破和查处工作;(5)开展火案侦破情况内部自查活动,通过自查,及时找出问题,提出改进措施。

规划火案执法场所规范化改造 100 m²,配备执法场所配套装备 1 套、刑事勘察车 1 辆、勘察箱 2 套。

3.3.4 以水灭火常规水源地建设

以水灭火是扑救森林火灾最行之有效的办法。因此,结合石柱县林区内水源分布情况,充分利用林区内现有河流、库塘作为航空灭火的重要水源地。同时,在林区内水源缺乏地段,沿防火通道进行蓄水点的布设,满足扑救森林火灾时以水灭火设备用水需求,为以水灭火提供充足的水源保障,提升专业队伍灭火效能。

根据石柱县的实际情况,规划在林区内沿防火通道新建蓄水池 100 处。同时,在国有林场修建泵房 5 处并配备加压水泵。

3.4 林火阻隔系统建设

林火阻隔系统是防止林火蔓延的重要措施,在保护森林资源中发挥着十分重要作用^[10]。林火阻隔系统按照阻隔林火的性质分成自然障碍阻隔、工程阻隔、生物阻隔和组合阻隔 4 种^[11]。依据《重庆市森林防火规划(2016—2025 年)》,结合石柱县立地条件和实际需要,规划开展应急防火通道建设、阻隔带清理维护。

3.4.1 森林防火应急通道建设

应急防火通道主要担负着将扑火人员物资运送到扑火前线的功能,同时也能起到有效防止林火蔓延的作用。根据石柱县防火道路现状,在森林火灾频发、林区存在断头路、防火通道无法实现连通的区

域,规划新建防火公路与现有公路实现连通,提高森林火灾扑救效率。

依据《重庆市森林防火规划(2016—2025年)》具体指标要求:新建防火应急通道136 km,改建应急防火通道91 km,到2025年末,全市实现林区路网密度 $3.1 \text{ m}/\text{hm}^2$ 的目标。石柱县森林资源地域分散,且村中有林,林中有村,林区社情民情复杂,森林火险隐患多,防火形势极其严峻。根据石柱县的县情民情,应适宜加大防火应急通道建设力度,并根据重庆市森林防火规划要求,区县自主建设的项目全部由区县财政和自筹资金解决,故将超出指标部分纳入地方财政预算。同时,结合中共中央、国务院《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》要求,全面协调“四好农村路”建设,健全农村地区基本出行条件,改善农村交通设施条件,并充分衔接重庆市交通建设“三年行动计划”和《石柱土家族自治县全域旅游发展总体规划》,加强农村基础设施建设,助力精准扶贫攻坚。

规划新建防火通道544.4 km。同时,根据实际需要,对部分破损、影响车辆通行的防火通道进行改造,共规划改建防火通道265.4 km。改建后防火通道路面宽6 m,混凝土厚度大于15 cm,每6 m至少留1条伸缩缝,坡度小于 25° ,雨水交汇区、道路衔接处要实施硬化。

3.4.2 林火阻隔带建设

对道路两侧和林下树叶、杂草等可燃物进行清除是防止森林火灾发生的一项重要措施。通过对林下可燃物清理形成制度,研究探讨如何利用社会资源对清理的可燃物进行综合利用,如腐殖质、活性炭、木质纤维、饲料等,做到既消除火险隐患,满足环境保护要求,又可以增加经济收入。规划阻隔带清理维护379 km。

3.5 森林防火宣传教育工程

预防是森林防火的前提和关键,是一项群众性和科学性很强的工作,也是林区火源管理和全民防火工作的重要内容。在预防工作中,要通过广泛深入地宣传教育来提高和强化群众护林防火意识。结合石柱县林区特点及防火宣传现状,采取在非森林防火期利用广播、电视、报刊等新闻媒体开展防火宣传教育;通过办板报、刷写标语、印发通告和宣传资料、树立宣传碑、出动宣传车、开展防火知识竞赛等活动,以及发放宣传画等方式,在林区基层群众和中小學生中开展防火知识宣传;森林防火期内,在旅游景点加派流动宣传车,加大防火宣传力度等一系列

措施,提高群众护林、防火意识。同时,通过在进入林区的路口和林区道路沿线增加必要的防火宣传设施,配备多媒体宣传材料制作设备等,进一步加大防火宣传力度,规划设置宣传牌242个、宣传碑35座、宣教设备1套、红外语音电子宣传杆20套。

3.6 其他防火设施建设

为进一步提高森林火灾扑救效率,拟在石柱县内建设1处直升机起降点,若发生重大火灾,可以通过直升机将火场扑救人员及扑火物资快速运送至火灾现场附近,为迅速有效扑救森林火灾提供强有力的保障。同时,也可通过直升机吊桶取水,直接对火灾现场实现空中立体灭火,为地面灭火人员无法靠近火场实施灭火创造条件。

森林防火检查站主要设置在重点防火区域的路口,在森林高火险期由防火人员值守,以控制火源,减少森林火灾隐患,发现火情,立即报告,并协助指挥中心开展扑救工作。石柱县现有林区检查站4个(分别位于黄水森林公园景区大门、千野草场南大门、千野草场北大门、三星乡石星村高兴组高堡头),远不能满足需要,不能达到对全部重点林区的监管,仍有部分森林资源集中、火灾隐患较大、人员出入频繁的林区入口需要建设防火检查站,通过值守人员对过往车辆、人员进行盘查、登记,为林区火情监控、防止森林火灾发生奠定基础,也为森林火灾案件调查提供相关证据。

4 结论

通过全面分析重庆市石柱县防火现状,重点对森林防火预警监测系统、通信和信息指挥系统、森林消防队伍能力、林火阻隔系统、森林防火宣传教育等五大建设内容进行了规划,形成了完备的森林火灾预防、扑救、保障三大体系^[12]。

4.1 加强火灾预防体系建设

林业、应急、公安等各部门联合预防,加强野外火源管控力度,全面落实防火责任^[13]。充分发挥护林员、瞭望员等作用,加强高科技成果应用,提升火情预警监测能力,做到早发现、早报告、早处理,实现报扑同步。

4.2 健全火灾扑救体系

不断优化森林防火通信和信息指挥系统,增强各部门相互间的快速联系和信息沟通,利于合理高效调配扑救力量,阻止火势蔓延。

4.3 完善火灾保障体系

加强森林防火应急通道、林火阻隔带等基础设

施建设,加强防扑火物资储备库建设,加强航空护林站点建设,推广无人机应用,提升设施设备现代化水平,规范配齐营房等相关设施,推进专业队伍标准化建设,提高实战能力^[14]。

坚持源头管控、科学施救,重点进行森林防火三大体系建设与规划^[15],可为推动石柱县森林防火治理体系和治理能力现代化提供一定的理论支撑。

参考文献:

- [1] 舒立福,田晓瑞,李红. 世界森林火灾状况综述[J]. 世界林业研究,1998(6):42-48.
- [2] 袁建,江洪,徐建辉,等. 重庆森林火灾发生规律与发展趋势分析[J]. 浙江林业科技,2013,33(1):74-78.
- [3] 覃先林,李晓彤,刘树超,等. 中国林火卫星遥感预警监测技术研究进展[J]. 遥感学报,2020,24(5):511-520.
- [4] 马鸿伟. 新时期森林草原防灭火综合指挥平台建设[J]. 林业机械与木工设备,2020,48(7):54-58.
- [5] 浙江省人民政府森林消防指挥部办公室. 全面贯彻落实《规划》加强森林防火三大体系建设[J]. 森林防火,2013(4):22-23,32.
- [6] 宋卫国,王健,SATOH K,等. 人口密度对森林火灾发生频率的影响[J]. 火灾科学,2005(1):1-5.
- [7] 邹全程,王丽娜. 我国县(区)级单位森林防火能力建设

研究——以威海市环翠区为例[J]. 林业调查规划,2017,42(6):33-37.

- [8] 王梦犀,张冠湘,朱国飞,等. 南方地区林火视频监控系统设计——以石柱县森林火灾高风险区为例[J]. 绿色科技,2020(6):226-229.
- [9] 王明玉,任云卯,赵凤君,等. 北京西山防火林带空间布局与规划[J]. 林业科学研究,2010,23(3):399-404.
- [10] 顾汪明,卢泽洋,黄春良,等. 云南省建水县防火树种筛选研究[J]. 北京林业大学学报,2020,42(2):49-60.
- [11] 袁硕,李超,陈昊,等. 福建省将乐县生物防火林带阻隔网空间布局与规划[J]. 北京林业大学学报,2020,42(5):88-95.
- [12] 翟洪波,魏晓霞,赵鹏武,等. 中国森林防火形势分析[J]. 林产工业,2018,45(4):43-48.
- [13] 彭徐剑,吴建国. 江西省森林火灾发生特点及防治对策研究[J]. 消防科学与技术,2020,39(10):1439-1442.
- [14] 徐燕红. 昭山示范区森林防火体系建设[J]. 森林防火,2018(4):28-30,33.
- [15] 王秋华,唐永军,张波,等. 玉溪市森林防火规划探讨[J]. 林业调查规划,2016,41(3):105-109,114.

责任编辑:陈旭

校对:许易琦 陈旭

(上接第 47 页)

- [27] 唐晓燕,孟宪宇,易浩若. 林火蔓延模型及蔓延模拟的研究进展[J]. 北京林业大学学报,2002,24(1):87-91.
- [28] HASSAN A G, BAKHTIAR F, THOMAS B. GIS-based forest fire risk mapping using the analytical network process and fuzzy logic [J]. Journal of Environmental Planning and Management,2020,63(3):481-499.
- [29] MARC B, DESPINA K, KASSOMENOS P A. Forest fire risk analysis [J]. Human and Ecological Risk Assessment,2005,11(3):617-626.
- [30] BULGARIAN C A, INT C A, UNIV A, et al. 7th International Conference on Cartography and GIS [C]//Sozopol, BULGARIA,2018.
- [31] GABBAN A, SAN-MIGUEL-AYANZ J, VIEGAS D X. On the suitability of the use of normalized difference vegetation index for forest fire risk assessment [J]. International Journal of Remote Sensing,2006,27(22):5095-5102.

- [32] 林志强,路红亚,罗布次仁. 基于 GIS 的西藏地区森林火险风险区划[J]. 资源科学,2013,35(11):2318-2324.
- [33] European Assoc Remote Sensing Labs. 28th European-Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL) Symposium and Workshops on Remote Sensing for a Changing Europe [C]//Istanbul Tech Univ, Remote Sensing Div, ITU Maslak Campus, Istanbul, Turkey,2008.
- [34] LIU W L, WANG S X, ZHOU Y. Lightning-caused forest fire risk rating assessment based on case-based reasoning: a case study in DaXingAn Mountains of China [J]. Natural Hazards,2016,81(1):347-363.

责任编辑:许易琦

校对:邓砚 陈旭

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.010

自然保护区生态旅游在生态文明建设中的地位与作用

周德成¹, 鲁小波², 陈晓颖²

(1. 景泰县寿鹿山自然保护区管理站, 甘肃 景泰 730400; 2. 渤海大学管理学院, 辽宁 锦州 121013)

摘要:自然保护区除充分发挥保护责任、监测责任、科研责任外,还肩负着宣教与旅游责任,而生态旅游更好地融合了自然保护区的宣教、旅游与环境教育责任,成为生态文明建设的重要载体和途径。目前我国约80%的自然保护区开展了生态旅游,显然已成为我国生态旅游实践的前沿主战场。自然保护区生态旅游已构成生态文明建设的核心组成部分,两者相互联系、相互支撑,不可分离。生态文明建设需要从生态文明理念传播、体制机制建设和全民参与3个方面落实。通过分析自然保护区生态旅游在生态文明建设中面临的问题,明确了自然保护区生态旅游能有效传播生态文明理念,推动体制机制建设,逐步实现全民参与的战略目标,提出应充分重视自然保护区生态旅游在生态文明建设中的重要地位与积极作用,促进二者融合,纠正自然保护区生态旅游实践偏差,科学发展,突出其公益性,循序渐进地实现自然保护区生态旅游的生态文明价值。

关键词:自然保护区;生态旅游;生态文明建设;环境问题;实践偏差;公益性功能

中图分类号:S759.9;S788.2;X171.2 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0055-08

引文格式:周德成,鲁小波,陈晓颖.自然保护区生态旅游在生态文明建设中的地位与作用[J].林业调查规划,2021,46(6):55-62. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.010

ZHOU Decheng, LU Xiaobo, CHEN Xiaoying. Position and Function of Ecotourism of Nature Reserve in Ecological Civilization Construction[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 55-62. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.010

Position and Function of Ecotourism of Nature Reserve in Ecological Civilization Construction

ZHOU Decheng¹, LU Xiaobo², CHEN Xiaoying²

(1. Shoulushan Nature Reserve Management Station, Jingtai, Gansu 730400, China;

2. College of Management, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China)

Abstract: The responsibilities of nature reserves includes protection, monitoring, scientific research, publicity, education and tourism. Ecotourism integrates the responsibilities of publicity and education, tourism and environmental education of nature reserves, which has become an important carrier and way of ecological civilization construction. At present, about 80% of nature reserves in China have carried out ecotourism, which has obviously become the front and main field of ecotourism practice. Ecotourism in nature reserves has become the core component of ecological civilization construction, which are interrelated, mutually supportive and inseparable. The construction of ecological civilization needs to be implemented from three aspects of the dissemination of concept, the construction of system and mechanism and the national

收稿日期:2021-01-18.

基金项目:国家自然科学基金项目“基于利益相关者理论的自然保护区生态旅游健康度评价”(41301137).

第一作者:周德成(1974-),男,甘肃景泰人,工程师.主要从事生态保护、自然保护区管理方面的研究.

participation. The analysis on the problems found that ecotourism in nature reserves could help effectively spread the concept of ecological civilization, promote the construction of system and mechanism, and gradually realize the strategic goal of national participation. This paper suggested to pay full attention to the important position and positive role of ecotourism of nature reserves in the ecological civilization construction, promote the integration, correct the practical deviation of ecotourism, develop scientifically, highlight the public welfare, and gradually realize the ecological civilization value of ecotourism in nature reserves.

Key words: nature reserves; ecotourism; ecological civilization; environmental problems; practical deviation; public welfare

生态文明是人类知识积累达到非常高层次,并付出了惨痛代价而获得宝贵经验教训之后选择的科学发展方向,必须坚持自然环境、人类社会以及经济发展协调统一,不可偏废。生态文明是实现可持续发展的理论指导,是当前人类面临生态退化、污染加重以及资源枯竭等环境危机的必然选择。生态文明建设的成败关乎中华民族的永续发展,是世界和中国发展史上的异常深刻变革^[1]。“生态文明”在中国共产党第十八次全国代表大会上被纳入“五位一体”中国特色社会主义现代化建设的总体布局中。中共中央、国务院于 2015 年 9 月 21 日印发了《生态文明体制改革总体方案》。2018 年 3 月,第十三届全国人大一次会议通过了《中华人民共和国宪法修正案》,将“生态文明”写入宪法^[2]。习近平总书记在《推动我国生态文明建设迈上新台阶》的文章中(发表于《求是》2019 年第 3 期)系统阐释了生态文明建设的六项基本原则:人地和谐原则、“两山”原则、民生福祉原则、生命共同体原则、保护生态环境最严法律制度原则、全世界共同原则^[3]。自然保护区是生态文明建设的重要载体,生态旅游是我国生态文明建设的重要实践内容,自然保护区生态旅游的科学发展既有利于生态文明物质基础的保护,也与人民群众的生态知识增加、生态文明意识提高、生态观念形成等精神层面的生态文明建设息息相关。因此,系统分析了自然保护区生态旅游在生态文明建设中的地位 and 作用。

1 中国自然保护区的建设

1956 年 6 月 15 日—6 月 30 日的第一届全国人民代表大会第三次会议上,陈焕镛、秉志、钱崇澍、杨惟义、秦仁昌等生物学家的提案中建议我国加强自然环境保护工作。1956 年 10 月《天然森林伐区(自然保护区)划定草案》出台,同年中华人民共和国的第一个自然保护区——鼎湖山自然保护区在广东省肇庆建立。之后的 10 多年时间里自然保护区工作发展

缓慢,而到了 20 世纪 70 年代末、80 年代初,中国自然保护区事业逐步得到党和国家的重视,发展迅速,进入 21 世纪以来,自然保护区建设进入快车道,规模和质量大幅提高,自然保护区体系日臻完善。截至 2019 年 12 月,不包括中国香港、中国澳门与中国台湾,大陆 31 省、直辖市、自治区共建立各级各类自然保护区 2 740 个(占国土面积的 14.84%),其中国家级自然保护区 474 处,合计面积为 9 757 万 hm^2 ,占国土面积的 10.13%。广东省拥有 347 个自然保护区,为全国自然保护区数量最多的省级行政区,第 2 至第 7 位的分别为云南省、内蒙古自治区、黑龙江省、四川省、湖北省和贵州省,拥有自然保护区数量分别为 198 个、192 个、186 个、163 个、138 个和 129 个。

三江源国家级自然保护区是中国面积最大的自然保护区,总面积达 39.5 万 km^2 ,跨青海省 16 县 1 乡,具体包括玉树藏族自治州的称多、杂多、治多、曲麻莱、囊谦、玉树 6 个县,果洛藏族自治州的玛多、玛沁、甘德、久治、班玛、达日 6 个县,海南藏族自治州的兴海、同德 2 个县,黄南藏族自治州的泽库和河南 2 个县以及海西藏族蒙古族自治州的格尔木市管辖的唐古拉山乡。世界上高海拔地区生态最敏感和生物多样性最集中的依然是三江源自然保护区。山东山旺古生物化石国家级自然保护区是我国面积最小的国家级自然保护区,位于山东省临朐县山旺村,面积仅 1.2 km^2 ,保存着 1 800 万年前各种动植物化石。长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区是涉及省级行政区最多的国家级自然保护区,范围涉及四川、云南、贵州省和重庆市,其设立的主要目标是为了保护长江上游自然生态环境及其鱼类种群多样性。青海可可西里国家级自然保护区是我国海拔最高的自然保护区,平均海拔达 4 600 m,海拔最低点为豹子峡(海拔 4 200 m),北缘昆仑山布喀达板峰为海拔最高点(海拔 6 860 m)。可可西里自然保护区凭借着丰富的野生动物资源和保存完整的原始生态环境于 2017 年 7 月 7 日被列入《世界遗产名录》^[4-6]。

2 自然保护区的责任

2.1 保护责任

保护自然是自然保护区的第一责任。在自然保护区范围内严格禁止进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等各类与生态环境保护相违背的活动。对于保存较完整、天然状态的生态系统以及珍稀、濒危动植物的集中分布地等自然保护区范围,应划定为核心区,禁止任何单位和个人进入其中;除依照《自然保护区管理条例》第27条的规定经批准外,自然保护区的核心区不允许进入从事科学研究活动。建立自然保护区的主要目的和责任是:保护各地代表性的生态系统和典型的自然地理区域;保护濒危珍稀的动植物资源及其生境;保护特殊价值地域生态系统,如海岸、岛屿、海域、内陆水域、湿地、森林、草原和荒漠等;保护自然遗迹,如地质构造、著名溶洞、冰川、火山、温泉以及化石分布区等;国务院及省级人民政府批准的予以保护的天然区域。

2.2 监测责任

监测自然保护区生态环境变化是保护区重要职责之一,其目的在于及时发现管理中存在的问题,有针对性地提出解决方案和建议,改进管理方式和手段,提高建设和管理水平。具体监测责任包括全面调查自然保护区范围内的各类自然资源,并建立动态管理记录档案,组织开展环境生态、水体、空气等方面的监测工作,多举措并举,切实保护自然保护区范围内的自然生态环境和各类自然资源。

2.3 科学研究责任

自然保护区的科研工作自然保护区工作中的一项重要职责,也是开展各项保护工作、政策制定和经营管理的基础。通过科研工作,保护区不仅能够及时掌握保护对象的生存状态、环境影响和威胁因素,更重要的是据此开展的许多有针对性的管理活动可以保障保护区的良性发展,减缓负面影响。自然保护区科研工作的目的在于:探索保护与持续利用生物多样性资源的技术和知识,保障物种不消失,自然基因不丢失,保护生态系统的完整性和多样性;保护和协调人类生存发展的资源需求,保护人类赖以生存的自然生态环境^[7]。

2.4 宣传教育责任

宣传教育责任是自然保护区基本职责之一,可以总结为对广大民众展开的环境教育。自然保护区的宣传教育基本内容包括向民众宣传普及自然保护区相关的法律法规,在自然保护区周边进行生产、生活

以及游览等活动需要注意的事项,特别是禁止民众在自然保护区周边及其范围内的行为类型。另外,宣传教育中也向民众传播生态系统、景观类型、珍稀濒危动植物物种等生态知识,以及自然保护区的意义与价值等生态思想。宣传教育的最终目的是逐步提高当地居民、游客及社会大众的环保意识,树立尊重自然、自觉保护环境正确生态价值观。

2.5 旅游责任

根据相关规定,自然保护区的实验区在不妨碍保护对象的情况下,可以开展适度的旅游活动,但必须经过认真规划,科学论证,严格审批,且开展的活动内容必须符合自然保护区管理要求。自然保护区在主体功能区划中是禁止开发的国土,需要采取特殊保护的管理措施,所以需要对参观、旅游活动进行严格的监督管理,进入自然保护区的游客也必须服从自然保护区管理机构的管理。为了保证自然保护区生态环境以及保护对象不受影响,自然保护区严禁开展与保护方向不一致的旅游项目,国家最新规定自然保护区开展的旅游活动必须为生态旅游。

3 自然保护区生态旅游的发展

“生态旅游(ecotourism)”一词是1983年由墨西哥学者、国际自然保护联盟(IUCN)特聘专家谢贝洛斯·拉斯喀瑞明确提出,而被官方正式确认是在1986年召开的国际环境会议上。2001年国际大会第五十届会议通过的决议将2002年定为国际生态旅游年,以鼓励各国发展生态旅游。2002年5月19—22日,来自132个国家的公有、私有及非政府组织的1000多名代表出席了由联合国环境署(UNEP)和世界旅游组织(WTO)发起,魁北克旅游局和加拿大旅游委员会共同主办的世界生态旅游峰会,会议通过了《魁北克生态旅游宣言》。2002年是全世界同唱“生态旅游”一首歌的一年,自此之后,生态旅游在全世界范围内引起了普遍关注,各国也迅速行动起来^[8],生态旅游得到迅速发展,成为21世纪初全球旅游发展的主要方向,以年增长率20%~25%的速度在世界各地快速扩张^[9-10]。随着王献溥分别在1993年和1994年公开发表的《保护区发展生态旅游的意义和途径》与《如何开展生态旅游》两篇论文以及卢云亭、郭来喜、张广瑞等学者们积极将“生态旅游”理论引入国内^[11]，“生态旅游”在中国也开始落地生根。“2009中国生态旅游年”是国家旅游局推动生态旅游在全国发展的重要举措,中国大地上生态旅游快速地从理论

转化为实践,生态旅游景区迅速增加。自然保护区是区域自然生态与物种资源汇聚之地,各类自然资源丰富多样,旅游风景优美多彩,是开展生态旅游活动的最佳天然区域,也是我国生态旅游实践的最主要场所。从目前形势来看,生态旅游也逐渐成为我国自然保护区的主要任务之一^[12]。保护自然是自然保护区的首要任务,但是在完成保护任务且不对保护对象和环境带来不利影响的前提下,在自然保护区的实验区适度发展生态旅游,通过旅游获得保护资金应被作为自然保护区可持续发展的有效途径^[13]。据不完全统计,目前我国约 80%的自然保护区开展了生态旅游,其中吉林长白山、福建武夷山、四川九寨沟、浙江天目山、广西大明山、贵州梵净山、江西井冈山、广西猫儿山、云南西双版纳、新疆喀纳斯等自然保护区的生态旅游已享誉国内外,成为我国著名的旅游品牌^[14],市场广阔、潜力巨大。

4 自然保护区生态旅游的作用与生态文明建设的关系比较

生态文明、生态旅游以及自然保护区都是在人与自然关系失衡的背景下出现的事物,其目的都是为了保护生态环境,促进人与自然和谐相处,实现人与自然永续发展。自然保护区生态旅游与生态文明建设在背景、目标等方面具有高度的一致性。对比分析自然保护区生态旅游的核心内容与生态文明建设的关系(表 1)。

在表 1 对比的 8 个方面中,有 4 项是高度吻合的,还有 2 项密切相关,另外 2 项自然保护区生态旅游的内容对生态文明建设具有促进作用。生态文明建设与自然保护区生态旅游存在密切相关的紧密联系,自然保护区生态旅游是生态文明建设的有效实践途径和重要组成部分,自然保护区生态旅游的健康发展有助于推动生态文明建设,两者相互联系、支撑,不可分离。

5 生态文明建设的内涵、核心与途径

生态文明建设的总体目标是实现人与自然的和谐发展,核心内容是保护和恢复良好的生态环境基础、绿色循环的生产体系、低碳环保的生活方式、节能环保的消费模式以及全面、完整、普遍的生态理念和环境保护思想。生态文明建设途径包括 3 个方面。

表 1 自然保护区生态旅游与生态文明建设的关系对比

Tab. 1 Relationship between ecotourism in nature reserves and ecological civilization construction

序号	自然保护区生态旅游		两者关系	生态文明建设	
	功能	效果		内容	作用
1	环境教育	提高生态意识	高度吻合	生态文明理念	生态文化建设
2	宣传教育	提高保护意识	高度吻合	保护环境意识	保护观念培养
3	生态保护	提高环境质量	高度吻合	生态系统保护	稳固生态基地
4	旅游环境	提高环境质量	高度吻合	生态环境治理	建设美丽中国
5	社区参与	增加居民收入	密切相关	绿色生产方式	当地居民生计
6	环境监督	提高监督效率	密切相关	环境监管机制	改革监管机制
7	提高当地知名度	创造发展机遇	促进作用	绿色发展	产业升级
8	提高居民素质	提高人口素质	促进作用	保护意识形成	社会治理

5.1 生态文明理念的传播

生态文明建设是一项复杂、庞大的全民、全社会系统工程,其成功离不开全社会民众的共同参与。生态系统与人类环境由许多单元组合而成,除了专家学者、政府机构、企事业单位、非政府组织等,每个普通民众也都是其中的一份子。公民缺乏生态文明意识,就不可能成功建设生态文明。要在全社会逐步树立科学的生态文明观,向全社会传播生态文明理念,培育全民的生态素养和生态知识。

5.2 构建生态文明体制机制

5.2.1 构建完整的生态文明指标体系

在全国总体规划中将各地环境资源承载力界定为生态权益,把各地提升环境资源承载力的增量界定为生态补偿,把各地为其他地区分担的人类影响的环境承载量界定为生态输出,各地的生态权益减去生态补偿和生态输出即为生态成本。各地生态文明建设指标体系的构建应统筹兼顾、承上启下,形成一个连续的体系。

5.2.2 逐步完善生态文明立法

建立健全生态环境保护领域的法律法规,让生态文明在实践过程中有完善的法律体系可依。要合理利用司法资源,借助法律手段推进生态文明建设,对于污染环境、破坏生态等严重破坏生态文明的行为,

应借助司法途径追究其法律责任,依据明确的法律条款让违法者为损害生态环境付出高昂的经济代价,以恢复受损的生态环境,补偿民众的生态权益,促进人与自然、人与人的公平和谐,逐步实现生态系统可持续发展。重新修订不适应生态文明建设要求的相关法律政策,补充能够增强和激发生态能力提升的政策法规。

5.2.3 做好主体功能区规划与落实工作

完善全国主体功能区规划并严格落实,形成布局合理,发展有序,保护有效的全国主体功能区新格局。对于自然保护地、生态功能区应加强生态恢复和保护力度,构架开发与保护,生态补偿与生态收益等地区的横向生态保护与补偿有效衔接机制。促进区域协调发展,防止发达地区将落后产能向落后地区转移,统筹城乡生态文明同步推进。

5.2.4 运用社会主义市场机制实现全面节能减排目标

充分发挥中国特色社会主义市场机制作用,严格落实市场主体责任与权益,调节各地、各部门节能减排工作。治理生态环境亟需严格落实各个市场主体责任,将资源环境成本纳入企业的成本体系,要建立完善的有公众参与的生态环境监督与管理体系。建立公开、公平、公正的碳排放交易市场,构建节能减排市场运行机制。在燃料资源消费、排污等方面要将资源与环境代价计入其价格和税收体系中,用市场机制调节天然能源资源消耗与排污治理。另外,还应对资源消耗大户、重点排污企业等重点环境影响单位采取信息公开管理,让广大的社会大众充分享有相关能源消耗与排污的知情权。

5.2.5 建立科学的领导干部评价体系

将考核业绩的 GDP 转化为绿色 GDP,将经济增量与生产成本、生态成本等环境资源损耗纳入地区经济发展的约束性评价指标中。评价应明确对象,确认责任主体。对突破生态环境红线的主体和责任人在当年的评价中应一票否决。另外,对于企业和法人单位也要强化环境主体责任。普通民众应发挥环境监督责任,在消费过程主要提升节能减排的公民自律责任。对于领导干部、政府机关以及企业法人等的评价结果必须向全社会公开发布,新闻媒体应重视和加强该项工作,让更多的社会大众参与监督领导干部的环境责任考核和环境责任落实。

5.3 全民参与生态文明建设

生态文明是全社会、全民的共同责任和义务。所以,只有全社会所有民众参与其中,形成全面参与、全

面监督、生态文明人人有责、人人负责的态势,生态文明建设才能成功。全民参与生态文明建设应通过环境教育与媒体宣传,提升民众的生态文明素养和理念;支持非政府的环保组织逐步发展壮大;逐步建立公众全面参与生态文明建设的政策体系。

6 自然保护区生态旅游在生态文明建设中面临的问题

自然保护区生态旅游在中国的发展才经历 10 多年的实践,尚处于探索阶段。为了未来的健康发展,应重视中国自然保护区生态旅游发展过程中的一些普遍性问题。

6.1 普遍存在对生态旅游理论和内涵的认识问题

普遍存在着对生态旅游理解不深、认识不足,发展理念不正确以及生态旅游规划不科学等问题,甚至出现了生态旅游的泛化和“伪生态旅游”等严重偏差^[15-16]。

6.2 自然保护区生态旅游项目施工过程中的问题

不少自然保护区生态旅游在建设施工过程中无视相关法律法规和核心理念,在保护区范围内大动干戈,破山除石大修旅游公路,甚至将旅游线路扩展到了缓冲区和核心区。另外,还出现保护区范围内大兴土木建设旅游商店、宾馆酒店和餐饮设施等违法违规行为^[17]。

6.3 自然保护区生态旅游引发严重的环境问题

问题包括环境、社会与经济等多方面,最为突出的是引发了自然保护区生态环境质量的急剧退化^[18],如旅游活动和住宿、餐饮等企业在自然保护区范围内的排污和破坏生态以及引起的植被破坏,导致动物栖息地破坏甚至偷捕盗猎问题频繁发生,以及自然景观观赏度下降等。宝天曼自然保护区生态旅游引发的突出环境问题涉及到保护区的植物与动物以及生境中的水体、空气、土壤、地表等环境要素退化^[19]。猫儿山自然保护区生态旅游引起生态系统和自然景观出现退化的问题^[20]。自然保护区生态旅游直接或间接地给野生动物带来不利影响^[21],且对不同种类的野生动物会导致不一样的影响作用,逐步造成野生动物生态状态变化甚至生态失衡的严重问题^[22]。九寨沟自然保护区大量的游客自辟道路,导致游径变宽、植被根部裸露及道路泥泞等情况,不规范的行为和活动对保护区的植被、土壤造成了严重的非污染性生态影响^[23]。

6.4 自然保护区生态旅游管理方面的问题

(1) 宏观管理层面,存在着国家战略缺乏,法律

制度不完善,管理体系不顺畅,多头管理相互冲突等问题;(2)自然保护区管理层面,存在着认识不足,规划不科学,监管不到位,专业人才缺乏等问题;(3)社区与保护区关系层面,存在着社区参与不足,权益不明,冲突严重等问题;(4)游客与保护区关系层面,存在着环境教育缺失,对游客活动监管不足等问题;(5)生态旅游经营者与保护区关系层面,存在着环境保护与生态旅游经营相互冲突,回馈环境保护的资金太少等问题;(6)生态环境与保护区关系层面,存在着监测分析生态旅游影响的工作不深入等问题^[24-28]。

6.5 自然保护区生态旅游引发环境问题的共同性原因

监管系统不完善;保护工作投入资金过少,低水平的科研和管理;法律法规体系不完善,执法不严;环境保育手段单一,技术支撑不足;权属不清,利益分配不均;景区超负荷运营;周边居民参与不足;专业人才缺乏^[15];旅游项目与保护区之间矛盾重重;交通、通讯等基础设施严重滞后,各类自然灾害频繁发生,严重制约自然保护区生态旅游的发展^[29]。“生态旅游”实践偏差的最大原因是“目光短浅地追逐眼前利益”,旅游者只考虑自己的享受,经营者只考虑吸引游客赚取高额利润,在“发展旅游经济”的大旗掩护下,使“生态旅游”之名背离生态旅游之实^[30],与生态文明渐行渐远。

7 对策与建议

7.1 明确自然保护区生态旅游在生态文明建设中的重要作用(物质基础、有效宣传、环境教育)

自然保护区不仅为我国生态文明建设提供本底资源,还能提高生态系统的功能,是我国生态文明建设的前沿阵地和基本单位,更是我国保护生物资源、维护国土生态安全、弘扬生态文化、建设生态文明建设的重要物质载体和示范基地^[31]。生态旅游是生态文明建设的重要载体和核心内容,其基本原则“生态保护、社区参与、环境教育”既强调了对生态文明物质基础的保护,还突出了带动当地社区发展的社会责任,必须发挥改变人们生态文明思想观念重要功能的“环境教育”。生态文明是自然保护区生态旅游健康发展的前提条件,而自然保护区生态旅游的发展目标和根本特征必须围绕生态文明的中心思想。因此,应充分重视自然保护区生态旅游在生态文明建设中的作用,这既关系到生态文明建设的物质基础,更是生态文明思想传播和普及最重要、最有

效、最基本的道路。

7.2 推进自然保护区生态旅游与生态文明建设协调发展

肯尼亚、哥斯达黎加的生态旅游发展促进了当地自然生态资源的永续开发利用。保护濒临灭绝的动植物、日趋萎缩的各类生态系统以及地质遗迹等自然生态环境与资源是中国建立自然保护区的初衷。生态文明的根本目标是通过转变发展方式,走中国特色永续发展道路。生态文明、自然保护区以及生态旅游总体目标一致,但具体内容各不相同,自然保护区是为了保护脆弱生态而采取的被动防御措施,生态旅游是基于生态环境基础的旅游可持续发展模式,全社会所有行业、所有领域的综合永续发展战略与目标的实现就是生态文明。当前中国生态文明建设的关键点不是技术问题,而民众普遍未养成良好的生态意识。通过持续有效的生态文明理论教育与思想宣传,让民众养成“自觉”的生态保护意识和习惯,全社会每个公民都从日常行为上自觉行动,为保护环境、节约资源、永续发展约束自己行为,并自觉主动监督其他单位和个人的生产与生活行为是否符合生态文明建设的要求,形成“所有公民自觉建设生态文明”的局面,中国特色生态文明的战略目标实现将指日可待了。硬性的经济处罚与刑事惩罚、强制管理等措施都是一些“过渡性的措施”,能够在一定程度上缓解环境危机,但却不能从根本上解决问题。核心途径是要让全民养成正确的生态观,生态文明建设过程中的环境教育、生态保护宣传不能空洞、生硬、死板、乏味,应坚持“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”“寓教于乐”“润物细无声”的原则,自然保护区生态旅游既具有丰富的载体,又可以通过形式多样的活动让游客快乐地接受“环境教育”,洗涤心灵。将自然保护区作为民众环境教育的基地,通过丰富多彩、生动活泼的生态旅游传播生态环境知识、培养民众的生态文明观念具有非常重要的现实意义。

7.3 纠正自然保护区生态旅游的实践偏差

发展起来以后的问题不比不发展时少^[32]。生态旅游在中国自然保护区的实践一定会带来一系列的问题,既不能因为这些问题而否定生态旅游的价值和作用,也不能对这些问题置之不理。应以科学的态度看待这些问题,支持科研工作,鼓励各地各单位开展课题研究,深入分析问题的根源,逐步探索解决问题的措施与途径,让生态旅游逐步走上正确道路,充分发挥自然保护区生态旅游在环境治理、经济

发展和社会和谐方面的作用,为我国生态文明大厦“添砖加瓦”。从当前研究来看,“条块分割”“体制障碍”“权力失衡”“意识淡薄”“标准缺乏”“监管不力”“教育不足”“管理不严”等是中国自然保护区生态旅游产生问题的根源性问题。在系统分析生态旅游在中国自然保护区实践偏差的类型,准确探寻根源原因的基础上,结合国家政治体制改革、简政放权、精准扶贫、旅游扶贫、资源有偿使用、生态补偿、生态文明建设、生态文明体制改革、生态文明建设目标评价考核等政策与条件,充分利用技术条件和专业人才资源,构建科学、有效、可操作的“治理体系”帮助纠正实践偏差,健全政策、法律法规管理体制,完善监督管理机制,落实社区共管、效益分享、环境保护与地区发展的综合任务,规范经营,实现保护环境、带动社区、促进地方、环境教育等生态、社会与经济方面的目标,促进经济、社会与环境效益协调发展,实现自然保护区通过生态旅游在生态文明建设中发挥积极作用的目标。

7.4 科学发展自然保护区生态旅游

当前很多自然保护区的“生态旅游”为人们所诟病,如长白山的高尔夫球场和别墅、吉林琿春东北虎自然保护区核心区的别墅、哈纳斯国家级自然保护区少批多建、三亚珊瑚礁自然保护区内亚龙湾瑞吉度假酒店、扎龙自然保护区核心区内的景区等,这样的“生态旅游”既不符合自然保护区的管理条例,也违反了生态旅游的基本原则,根本不是自然保护区所应发展的生态旅游。自然保护区生态旅游一定要在不影响保护对象的实验区开展,且要与保护区的发展方向一致,杜绝大量人为建筑与设施,必要的旅游设施要与环境相适应、相融合。自然保护区生态旅游不需要豪华别墅,不是舒服的度假疗养而是艰苦之旅、求索之旅、知识之旅,不是悦耳悦目的娱乐之旅,而是悦志悦神的精神之旅。因此,不是自然保护区生态旅游带来了严重后果,而是很多自然保护区生态旅游脱离了其核心的科学理念,走向了生态旅游和生态文明的反方向。未来的自然保护区必须坚持发展科学的生态旅游。

7.5 突出自然保护区生态旅游的公益性功能

自然保护区是我国政府部门建设与管理的公共资源,本质上具有公共产品的特点。根据生态旅游的概念,自然保护区生态旅游有3种公益性的特征。(1)生态旅游发展的资源基础毫无疑问具有自然保护区的公共产品属性;(2)生态旅游的核心内容之一是社区参与,让当地居民充分参与到生态旅游的

相关经营、服务、管理、监督等工作之中,带动当地社区经济发展,实现脱贫致富的目标,这是一种非常有效的扶贫慈善公益项目;(3)游客在生态旅游活动中接受生态环境信息,提高保护环境能力,形成生态文明素养,发挥了自然保护区生态旅游的价值型公益作用^[33]。自然保护区并不能将生态旅游视为单纯增加经济收入的“摇钱树”,需将其建设为对民众开展环境教育的有效途径,鼓励国民前往游览,而对于那些位于经济发展滞后“老少边穷”地区的自然保护区,还应考虑由当地社区居民直接参与生态旅游的经营、管理、服务等,通过游览、餐饮、住宿、交通以及销售当地民众土特产和手工艺品等内容和形式丰富当地社会的经济收入来源,增加就业机会,提高当地农副产品附加值,使当地居民受益,让自然保护区生态旅游成为社会福利而非消费产品^[34],让自然保护区生态旅游在环境保护和扶贫帮困等方面发挥积极的、可持续的和促进社会和谐的价值和作用,积极强调环保和扶贫等公益主张,不要过分突出自然保护区生态旅游的经济价值。

7.6 循序渐进地实现自然保护区生态旅游的生态文明价值

生态文明是人类的一个发展阶段,而生态文明建设是一个循序渐进、不断进步、不断改进、持续提高的过程。作为生态文明重要组成的自然保护区生态旅游也要经历由低级的初始状态逐步向高级阶段提升、发展和进步的过程。自然保护区生态旅游的生态保护作用、环境教育价值、带动当地发展、提高游客与居民素质、改善当地环境等方面的作用和价值也不能在短期内得到全面发挥,需要逐步有序释放对生态文明建设积极促进作用和推动价值。各地自然保护区在发展生态旅游的过程中应明确轻重缓急、重要次序、核心原则,长远规划、逐步落实、循序渐进、持续进步,为生态文明建设贡献持续力量。

参考文献:

- [1] 全国干部培训教材编审指导委员会. 推进生态文明,建设美丽中国[M]. 北京:人民出版社,党建读物出版社,2019:1.
- [2] 钟林生,王朋薇. 新时代生态文明建设背景下生态旅游研究展望[J]. 旅游导刊,2019,3(1):9-20.
- [3] 习近平. 推动我国生态文明建设迈上新台阶[J]. 求是,2019(3):1-10.
- [4] 李萍,苑彩霞,王文强. 中国自然保护区现状研究[J]. 环境科学与管理,2019(2):191-194.

- [5] 杨喆,吴健. 中国自然保护区的保护成本及其区域分布[J]. 自然资源学报,2019(4):839-852.
- [6] 常延明,夏志立,王静. 中国自然保护区地理分布及级别分析[J]. 防护林科技,2018(7):66,72.
- [7] 栾晓峰,徐基亮,邢韶华. 自然保护区管理教程[M]. 北京:中国林业出版社,2015:105-139.
- [8] 万绪才. 国外生态旅游研究进展[J]. 旅游学刊,2002,17(2):68-72.
- [9] 陈忠晓,彭建. 生态旅游的内涵辨析[J]. 桂林旅游高等专科学校学报,2001(1):56-57.
- [10] 梁慧. 国际生态旅游发展趋势展望[J]. 当代经济,2007(1):72-73.
- [11] 陈晓颖,鲁小波. 论中国生态旅游研究中的学者[J]. 林业调查规划,2020,45(6):1131-118.
- [12] 张玉钧,石玲. 自然保护区开展生态旅游的意义及潜在风险[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2013(1):7-10.
- [13] 郭来喜. 中国生态旅游——可持续发展的基石[J]. 地理科学进展,1997,16(4):1-10.
- [14] 鲁小波,陈晓颖,郭迪. 基于矛盾论与旅游地生命周期理论的我国自然保护区生态旅游发展阶段研究[J]. 干旱区资源与环境,2015,29(3):188-192.
- [15] 徐正春. 广东省自然保护区生态旅游问题探讨[J]. 西南林业大学学报,2012(3):73-79.
- [16] 宗雪. 中国森林类型自然保护区生态旅游开发存在的问题及对策[J]. 林业资源管理,2016,45(1):14-18.
- [17] 罗菊春,王灵艳. 论我国自然保护区生态旅游问题[J]. 北京林业大学学报,2010(3):221-224.
- [18] 刘洋,吕一河,陈利顶,等. 自然保护区生态旅游影响评价:进展与启示[J]. 自然资源学报,2005,20(5):771-779.
- [19] 文军,胡天淑,刘洋,等. 广西大明山自然保护区生态旅游开发中的社区参与研究[J]. 中南林业调查规划,2009,28(2):38-42.
- [20] 王金叶. 自然保护区生态旅游环境影响评价——以猫儿山国家级自然保护区为例[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2010(1):105-108.
- [21] 马建章,程鲲. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响[J]. 生态学报,2008,37(6):2818-2827.
- [22] 杨新东. 试析自然保护区生态旅游活动对野生动物的影响[J]. 绿色科技,2017(12):179-180.
- [23] 刘春艳,李文军,叶文虎. 自然保护区旅游的非污染生态影响评价[J]. 中国环境科学,2001,21(5):399-403.
- [24] 丛艳国,蔡秀娟. 集体林权制度改革对自然保护区生态旅游社区参与的影响——以广东省为例[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2013,12(2):31-35.
- [25] 刘青,王智,钱谊,等. 我国自然保护区生态旅游存在问题分析[J]. 生态与农村环境学报,2009,25(3):11-15.
- [26] 方怀龙,王宝,张东方,等. 林业自然保护区生态旅游利益相关者的利益矛盾起因及对策[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):252-257.
- [27] 李国平,郭勇,刘大为. 自然保护区管理效率评价研究——以牛背梁国家自然保护区为例[J]. 旅游学刊,2015,30(3):76-85.
- [28] 蒋明康,吴小敏. 自然保护区生态旅游开发与管理对策研究[J]. 农村生态环境,2000(3):1-4,14.
- [29] 贺昭和,秦卫华,王智,等. 我国自然保护区生态旅游发展的存在问题及对策[J]. 生态环境,2007,16(1):253-256.
- [30] 田一丁. “生态旅游”在实践中出现严重偏差的原因和对策探析[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版),2004,55(6):57-61,67.
- [31] 杨炜. 自然保护区在山西生态文明建设中的地位[J]. 山西林业,2017(2):8-9.
- [32] 中央文献研究室. 邓小平年谱(下卷)[M]. 北京:中央文献出版社出版,2004:1364.
- [33] 谭红杨. 生态旅游的公益性[D]. 北京:北京林业大学,2010:34-53.
- [34] 薛熙明. 中西生态旅游价值取向之比较研究[D]. 昆明:云南师范大学,2005:1-12.

责任编辑:陈旭

校 对:许易琦 陈旭

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.011

河北漫山省级自然保护区种子植物区系研究

封晓然¹, 尚丽晨², 李小龙², 闫旭山², 张鹏¹, 王茂青¹, 霍雨帆¹

(1. 河北亚森工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000; 2. 河北绿景工程咨询服务有限公司, 河北 石家庄 050000)

摘要:通过野外调查和查阅标本、文献资料,对漫山省级自然保护区内的种子植物区系进行研究。结果表明,保护区内共有种子植物 510 种,隶属于 91 科 299 属,植物多样性较为丰富;保护区内种子植物科的组成以小科和极小科为主,种数集中在中等科;属的组成以极小属为主,种数集中在小属;优势科为菊科、禾本科、蔷薇科、豆科和百合科,优势属共有 10 属;在科级水平上,种子植物区系以世界分布为主,兼有温带和热带成分;在属级水平上,温带分布占有绝对优势;本区系中无中国特有科,有中国特有属 2 属,区系特有现象不明显。

关键词:种子植物;地理区系;植物多样性;优势科;漫山省级自然保护区

中图分类号:S759.9;S718.545 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0063-05

引文格式:封晓然,尚丽晨,李小龙,等.河北漫山省级自然保护区种子植物区系研究[J].林业调查规划,2021,46(6):63-67,150. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.011

FENG Xiaoran, SHANG Lichen, LI Xiaolong, et al. Flora of Seed Plants in Manshan Provincial Nature Reserve of Hebei Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 63-67, 150. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.011

Flora of Seed Plants in Manshan Provincial Nature Reserve of Hebei Province

FENG Xiaoran¹, SHANG Lichen², LI Xiaolong², YAN Xushan²,
ZHANG Peng¹, WANG Maoqing¹, HUO Yufan¹

(1. Hebei Yasen Engineering Project Management Co., Ltd, Shijiazhuang 050000, China;

2. Hebei Greenview Engineering Consulting Service Co., Ltd, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: The flora of seed plants in Manshan Provincial Nature Reserve was studied through field investigation, specimen and literature. The results showed that there were 510 species of seed plants in the reserve, belonging to 299 genera and 91 families, and the species richness was relatively high; the seed plant families were mainly small families and extremely small families, and the number of species was concentrated in medium families; the composition of genera was dominated by extremely small genera, and the number of species was concentrated in small genera; the dominant families were Compositae, Gramineae, Rosaceae, Leguminosae and Liliaceae, and there were 10 dominant genera; at the family level, the seed plant flora was mainly cosmopolitan, with both temperate and tropical elements; at the genus level, temperate nature had an absolute advantage; there were 2 endemic genera of China but no endemic families of China, and the endemism of flora was not obvious.

Key words: seed plant; floral region; plant diversity; dominant family; Manshan Provincial Nature Reserve

收稿日期:2021-01-04.

第一作者:封晓然(1992-),男,河北石家庄人,工程师.主要从事森林资源调查与规划工作. Email:1344303563@qq.com

河北漫山省级自然保护区位于河北省石家庄市灵寿县,2001年3月由河北省人民政府批准设立,保护区总面积为12 028 hm²,主要保护对象为国家重点保护野生动植物金钱豹(*Panthera pardus*)、黑鹳(*Ciconia nigra*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、野大豆(*Glycine soja*)等,保护区内保存有比较完整的天然林、天然次生林森林生态系统,也是石家庄地区的重要水源涵养地。近年来随着保护区的开发建设,其生态环境也遭受了一定程度的破坏。且针对保护区植物资源的调查也迟迟未开展,对其植物区系结构的研究更是接近空白。基于实地调查和查阅资料,对保护区的植物资源和区系结构进行研究,以期对保护区的保护管理提供科学的理论依据。

1 研究区自然地理概况

漫山省级自然保护区(以下简称“保护区”)地处太行山山麓,座落在古老变质岩基础上发育起来的断块中山地区,海拔为450~2 281 m。保护区属于暖温带大陆性季风气候,年均降水量约680 mm,年均温7.5℃,年均相对湿度在60%以上,≥10℃积温1 846.6℃,年日照时数为2 400~2 900 h,无霜期90~130 d,全年平均风速2.0 m/s。保护区土壤类型随着海拔高度的变化呈现出垂直带性分布,从低到高依次为潮土、褐土、棕壤和亚高山草甸土4种类型。保护区植被类型以典型落叶阔叶林为主,主要的植被类型从山顶至山麓依次可分为亚高山草甸带—针叶林带—落叶阔叶林带—山地灌木丛带—农田林果带。

2 研究方法

根据2016年开展的漫山省级自然保护区物种资源调查,采用典型样地和典型样线法,对保护区内各海拔及各地形的典型植被类型区进行调查,并对相关野外调查成果和文献资料进行归类、整理和分析。对野外采集的3 500多号标本参照《中国高等植物图鉴》^[1]《中国植物志》^[2]《Flora of China》等文献进行标本鉴定,并按科、属归类。在此基础上,对保护区内种子植物科、属的数量结构、特征,以及优势科、优势属进行了统计、研究,据此了解分析保护区内植物物种的构成成分。同时,以《世界种子植物科的分布区类型系统》^[3]及《中国种子植物属的分布区类型》^[4]为依据,对种子植物区系组成进行研究分析。

3 植物多样性组成

保护区共有野生种子植物510种,隶属于91科299属,其中裸子植物2科4属4种,被子植物89科295属506种(包括双子叶植物79科246属422种,单子叶植物10科49属84种),既有进化水平较低的古老科,如马兜铃科(*Aristolochiaceae*)、木兰科(*Magnoliaceae*)等,也有在被子植物进化中处于分化的关键类群的科,如虎耳草科(*Saxifragaceae*),还有高度进化的大科,如菊科(*Compositae*)、禾本科(*Gramineae*)、兰科(*Orchidaceae*)等^[5]。

3.1 植物区系特征

3.1.1 科的数量结构特征

以科内属数为依据,将保护区种子植物91科分为4个类型:多属科(>10属)、中等科(6~10属)、寡属科(2~5属)、单属科(1属)。保护区多属科有6个,包括蔷薇科(*Rosaceae*)14属、豆科(*Leguminosae*)17属、唇形科(*Labiatae*)11属、菊科30属、禾本科20属、百合科(*Liliaceae*)13属,共计105属,占保护区内种子植物总属数的35.12%;中等科有6个,包括石竹科(*Caryophyllaceae*)6属、毛茛科(*Ranunculaceae*)7属、十字花科(*Cruciferae*)10属、虎耳草科8属、伞形科(*Umbelliferae*)8属、玄参科(*Scrophulariaceae*)7属,共计46属,占15.38%;寡属科有35个,包括松科(*Pinaceae*)3属、杨柳科(*Salicaceae*)2属、桦木科(*Betulaceae*)3属、榆科(*Ulmaceae*)2属、桑科(*Moraceae*)2属、荨麻科(*Urticaceae*)4属、蓼科(*Polygonaceae*)5属等,共计104属,占34.78%;单属科44个,包括柏科(*Cupressaceae*)、胡桃科(*Juglandaceae*)、壳斗科(*Fagaceae*)、檀香科(*Santalaceae*)、马兜铃科、苋科(*Amaranthaceae*)、商陆科(*Phytolaccaceae*)等,共计44属,占14.72%。表明保护区内以寡属科和单属科为主,但属数多集中在多属科和寡属科(表1)。

以科内种数为依据,将保护区种子植物91科划分为5个类型:大科(>50种)、较大科(21~50种)、中等科(6~20种)、小科(2~5种)和极小科(1种)。保护区内大科仅有1个,即菊科58种,占总种数的11.37%;较大科有3个,包括蔷薇科30种、豆科24种和禾本科32种,共计86种,占总种数的16.86%;中等科有23个,包括桦木科6种、壳斗科6种、蓼科13种、藜科(*Chenopodiaceae*)6种、石竹科14种、毛茛科16种、罂粟科(*Papaveraceae*)6种等,共计230种,占总种数的45.10%;小科有31个,包括松科3种、

表 1 漫山省级自然保护区种子植物科内属的组成

Tab. 1 Genera composition of seed plants families in Manshan Provincial Nature Reserve

类型	科内 属数 /属	科数 /科	占总科数 的比例 /%	属数 /属	占总属数 的比例 /%
多属科	>10	6	6.59	105	35.12
中等科	6~10	6	6.59	46	15.38
寡属科	2~5	35	38.46	104	34.78
单属科	1	44	48.36	44	14.72
合计		91	100.00	299	100.00

杨柳科 5 种、榆科 4 种、桑科 3 种、荨麻科 5 种、牻牛儿苗科 (*Geraniaceae*) 2 种、远志科 (*Polygalaceae*) 2 种等, 共计 103 种, 占总种数的 20.20%; 极小科有 33 个, 包括柏科、檀香科、马兜铃科、苋科、商陆科、马齿苋科 (*Portulacaceae*)、芍药科 (*Paeoniaceae*) 等, 共计 33 种, 占总种数的 6.47%。表明保护区种子植物科的组成以极小科和小科为主, 种数集中在中等科(表 2)。

表 2 漫山省级自然保护区种子植物科内种的组成

Tab. 2 Species composition of seed plants families in Manshan Provincial Nature Reserve

类型	科内 种数 /种	科数 /科	占总科数 的比例 /%	种数 /种	占总种数 的比例 /%
大科	>50	1	1.10	58	11.37
较大科	21~50	3	3.30	86	16.86
中等科	6~20	23	25.27	230	45.10
小科	2~5	31	34.07	103	20.20
极小科	1	33	36.26	33	6.47
合计		91	100.00	510	100.00

单种科和单属科(极小科)反映了植物进化过程中两个相反的方向, 单种科是新产生的科, 属种尚未分化; 单属科是演化终极的科, 属种已大量消亡, 现存的是残遗种类。保护区有单种科 33 个, 单属科 44 个, 说明本区系既有新兴的植物种类, 又反映出其古老起源。

按科的大小顺序, 保护区前 12 个大科包含 265 种, 约占总种数的 52%, 以前 n 科包含总种数与所占总种数百分比作图(图 1)。

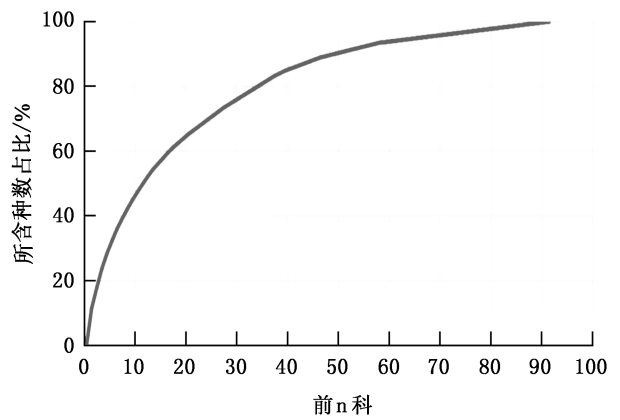


图 1 大科对本区总种数贡献

Fig. 1 Contribution of large families to the total number of species in the region

从图 1 中可以看出, 起初随科数增加, 含种数占比迅速增加, 从前 6 科以后开始变缓, 前 12 科以后逐渐趋于平滑, 反映出前 12 科在本区种数构成上的作用最大, 之后各科的影响较小。

保护区前 12 个大科不仅包括华北地区大部分种类, 还包括本区系一些重要的属, 如蒿属 (*Artemisia*)、廖属 (*Polygonum*)、委陵菜属 (*Potentilla*) 是华北最大的几个属, 菊属、蒿属、狗尾草属等是保护区植被中的重要组成部分, 翼蓼属 (*Pteroxygonum*)、蚂蚱腿子属 (*Myriopholis*) 是本区少数几个特有属, 均反映出前 12 个大科在本区系中的重要地位。

3.1.2 属的数量结构特征

以属内种数为依据, 将保护区种子植物 299 属划分为 5 个类型: 大属 (>20 种)、较大属 (10~20 种)、中等属 (6~9 种)、小属 (2~5 种) 和极小属 (1 种)。保护区内没有大属, 较大属仅有 1 个, 即委陵菜属 10 种, 占总种数的 1.96%; 中等属 9 个, 包括栎属 (*Quercus*) 6 种、蓼属 (*Polygonum*) 8 种、蝇子草属 (*Silene*) 6 种、丁香属 (*Syringa*) 6 种、白前属 (*Vincetoxicum*) 7 种、马先蒿属 (*Pedicularis*) 6 种、忍冬属 (*Lonicera*) 6 种、蒿属 8 种和藁草属 (*Carex*) 6 种, 共计 59 种, 占总种数的 11.57%; 小属 93 个, 包括杨属 (*Populus*) 3 种、柳属 (*Salix*) 2 种、桦木属 (*Betula*) 3 种、榛属 (*Corylus*) 2 种、朴属 (*Celtis*) 2 种、榆属 (*Ulmus*) 2 种、桑属 (*Morus*) 2 种、荨麻属 (*Urtica*) 2 种等, 共计 245 种, 占总种数的 48.04%; 极小属 196 个, 包括落叶松属 (*Larix*)、云杉属 (*Picea*)、松属 (*Pinus*)、侧柏属 (*Platyclusus*)、胡桃属 (*Juglans*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、葎草属 (*Humulus*)、苕麻属 (*Boehmeria*) 等, 共计 196 种, 占总种数的 38.43%。表明保护区

种子植物属的组成以极小属为主,种数集中在小属(表 3)。

表 3 漫山省级自然保护区种子植物属内种的组成

Tab. 3 Species composition of seed plants genera in Manshan Provincial Nature Reserve

类型	属内种数/种	属数/属	占总属数的比例/%	种数/种	占总种数的比例/%
大属	>20	0	0	0	0
较大属	10~20	1	0.34	10	1.96
中等属	6~9	9	3.01	59	11.57
小属	2~5	93	31.10	245	48.04
极小属	1	196	65.55	196	38.43
合计		299	100.00	510	100.00

含 1 种的属数最多,随所含种数增加,属数直线下降,超过 7 种的属数极少。本区系中极小属 196 个,占总属数的 65.55%,所含种数占总种数的 38.43%;小属 93 个,占总属数的 31.10%,所含种数占总种数的 48.04%。这说明本区系属的分化较大,小属和极小属较丰富,而大属和较大属较稀少,占有的种也较少(图 2)。

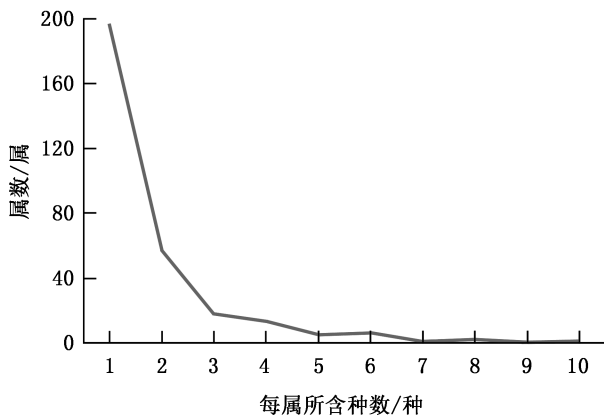


图 2 所含不同种数的属数分布

Fig. 2 Distribution of genera numbers with different species numbers

3.1.3 种子植物优势科与优势属

保护区内 91 科种子植物中,菊科内属、种数量均居首位,包含 30 属 58 种。禾本科、豆科、蔷薇科和百合科均含 20 种以上,合计 94 属 164 种,占保护区总种数的 32.16%,是本地区的优势科,皆属世界和北温带广布科(表 4)。

表 4 漫山省级自然保护区种子植物优势科

Tab. 4 Statistics of dominant families of seed plants in Manshan Provincial Nature Reserve

序号	科名	含属数/属	所含种数/种
1	菊科	30	58
2	禾本科	20	32
3	蔷薇科	14	30
4	豆科	17	24
5	百合科	13	20

保护区内 299 属种子植物中,优势属(>6 种)共有 10 属,合计 69 种,占保护区总种数的 13.53%,其中委陵菜属、蒿属、栎属、蝇子草属、丁香属、马先蒿属和忍冬属 7 属为温带分布型,篇蓄属和藁草属为世界分布型,白前属为热带分布型(表 5)。

表 5 漫山省级自然保护区种子植物优势属

Tab. 5 Statistics of dominant genera of seed plants in Manshan Provincial Nature Reserve

序号	优势属	所属科	所含种数/种
1	委陵菜属	蔷薇科	10
2	篇蓄属	蓼科	8
3	蒿属	菊科	8
4	白前属	萝藦科	7
5	栎属	壳斗科	6
6	蝇子草属	石竹科	6
7	丁香属	木犀科	6
8	马先蒿属	列当科	6
9	忍冬属	忍冬科	6
10	藁草属	莎草科	6

3.2 植物区系组成

3.2.1 种子植物科的区系成分类型

保护区种子植物 91 个科划分为 7 个分布区类型,以世界分布、泛热带分布和北温带广布为主(表 6)。

由表 6 可知,世界分布科有 38 个,占总科数的 41.76%,包括菊科、禾本科、豆科、蔷薇科、唇形科、十字花科、虎耳草科、伞形科、毛茛科、玄参科等。菊科、禾本科、蔷薇科是保护区的优势科,在全球都有广泛的分布,但这些科出现在保护区内的属多为温带分布属,因此世界分布科占总科数的比例(41.76%)

表 6 漫山省级自然保护区种子植物科、属分布区类型
Tab. 6 Areal-types of families and genera of seed plants
in Manshan Provincial Nature Reserve

序号	分布区类型	科数 /科	占总科 数的比 例/%	属数 /属	占总属 数的比 例/%
1	世界分布	38	41.76	41	13.71
2	泛热带分布	24	26.37	30	10.03
3	东亚(热带、亚热带)及热 带南美间断分布	3	3.30	0	0
4	旧世界热带分布	0	0	3	1.00
5	热带亚洲及热带大洋洲分布	0	0	5	1.67
6	热带亚洲及热带非洲分布	0	0	6	2.01
7	热带亚洲分布	0	0	4	1.34
8	北温带广布	20	21.97	109	36.46
9	东亚和北美洲间断分布	3	3.30	17	5.69
10	旧世界温带分布	2	2.20	44	14.72
11	温带亚洲分布	0	0	12	4.01
12	地中海区、西亚至中亚分布	0	0	3	1.00
13	中亚分布	0	0	0	0
14	东亚分布	1	1.10	23	7.69
15	中国特有分布	0	0	2	0.67
	合计	91	100.00	299	100.00

要远低于世界分布属占总属数的比例(13.71%)。如菊科在保护区内分布的 30 属中有 20 属为温带分布型,其中典型的北温带分布型就有 7 属;禾本科在保护区内分布的 20 属中有 10 属为各类温带分布型;蔷薇科在保护区内分布的 14 属中有 12 属皆为温带分布型,且 10 属为典型的北温带分布型。这些科在构成山地灌丛、林下草本、草甸中起着重要作用。豆科、唇形科、玄参科在热带与温带同样重要,但在保护区内分布的属也多以温带分布型为主,豆科 17 属中有 12 属为各类温带分布型;唇形科 11 属、玄参科 7 属中则全部为温带分布型。

泛热带分布科为 24 个,占总科数的 26.37%,包括荨麻科、大戟科(Euphorbiaceae)、萝藦科、卫矛科(Celastraceae)、葡萄科(Vitaceae)、椴树科(Tiliaceae)、天南星科(Araceae)、鸭跖草科(Commelinaceae)等;保护区热带分布型科虽占较大的比例,但其所含属的比例却明显降低,说明本区系的热带成分不明显。

北温带广布科为 20 个,占总科数的 21.97%,包括百合科、忍冬科、桦木科、罂粟科、松科、杨柳科、牻牛儿苗科、胡颓子科(Elaeagnaceae)等。其中松科、

杨柳科、胡桃科、桦木科等是构成保护区落叶阔叶林或针叶林的建群植物。

东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布科 3 个,占总科数的 3.30%,包括五加科(Araliaceae)、马鞭草科(Verbenaceae)和苦苣苔科(Gesneriaceae);东亚和北美洲间断分布科 3 个,占总科数的 3.30%,包括五味子科(Schisandraceae)、透骨草科(Phrymaceae)和木兰科;旧世界温带分布科 2 个,占 2.20%,包括柽柳科(Tamaricaceae)和川续断科(Dipsacaceae);东亚分布科 1 个,占 1.10%,即猕猴桃科(Actinidiaceae)。

由此表明,在科级水平上,种子植物区系以世界分布为主,兼有温带和热带成分,但这些科在保护区内出现的属则多为温带分布型。

3.2.2 种子植物属的区系成分类型

保护区种子植物 299 个属划分为 13 个分布区类型,以北温带广布、旧世界温带分布、世界分布和泛热带分布为主。其中北温带广布 109 属,占总属数的 36.46%,主要属于世界分布科和北温带广布科,且木本属比较丰富;旧世界温带分布 44 属,占 14.72%,生活型除柽柳属、沙棘属等少数木本属外,全部为草本属;世界分布 41 属,占 13.71%,其生活型大多数是中生的草本或半灌木;泛热带分布 30 属,占 10.03%,但本分布型所含种数均较少,这是因为这些属均以热带分布为中心,保护区所在区域已是其向温带延伸的边缘;此外还有东亚分布 23 属,东亚和北美洲间断分布 17 属,温带亚洲分布 12 属,热带亚洲及热带非洲分布 6 属,热带亚洲及热带大洋洲分布 5 属,热带亚洲分布 4 属,旧世界热带分布 3 属,地中海区、西亚至中亚分布 3 属,中国特有分布 2 属,合计占总属数的 25.08%。由此反映出,在属级水平上,温带分布在保护区占有绝对优势。

4 种子植物中国特有属与特有种

保护区无中国特有科,仅有中国特有属 2 个,占保护区总属数的 0.67%,分别为蓼科的翼蓼属和菊科的蚂蚱腿子属,远低于全国特有属水平(8.5%),特有现象不明显。

5 讨论与结论

1) 保护区共有野生种子植物 510 种,隶属于 91 科 299 属。其中裸子植物 2 科 4 属 4 种,被子植物 (下转第 150 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.012

秦岭北麓周至县域自然保护地空间重叠分析与 整合优化对策

李原¹, 张建军², 李东群², 杨菁¹

(1. 中国煤炭地质总局航测遥感局, 陕西 西安 710199; 2. 周至县林业局, 陕西 周至 710400)

摘要:以秦岭北麓周至县内 11 处自然保护地为研究对象,通过 GIS 软件进行叠加分析,结合韦恩图量化研究了区内各类保护地间的交错重叠和空间关系。结果表明,研究区内各类型保护地存在较为复杂的空间交叉与重叠覆盖关系;其中风景名胜区与森林公园之间的重叠面积最大,占自然保护地总面积的 12.40%;水产种质资源保护区、风景名胜区、森林公园和湿地公园 4 类自然保护地间的重叠范围为空间重叠密度最高区域。提出研究区自然保护地整合优化对策。

关键词:自然保护地;空间重叠;整合优化;韦恩图;周至县

中图分类号:S759.9;X36 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0068-06

引文格式:李原,张建军,李东群,等. 秦岭北麓周至县域自然保护地空间重叠分析与整合优化对策[J]. 林业调查规划,2021,46(6):68-73. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.012

LI Yuan, ZHANG Jianjun, LI Dongqun, et al. Spatial Overlap and Integration and Optimization of Natural Protected Areas in Zhouzhi County at North Slop of Qinling Mountains[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 68-73. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.012

Spatial Overlap and Integration and Optimization of Natural Protected Areas in Zhouzhi County at North Slop of Qinling Mountains

LI Yuan¹, ZHANG Jianjun², LI Dongqun², YANG Jing¹

(1. Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Bureau, China National Administration of Coal Geology, Xi'an 710199, China; 2. Zhouzhi Forestry Bureau, Zhouzhi, Shaanxi 710400, China)

Abstract: This paper conducted a case study on a total of 11 natural protected areas in Zhouzhi County at the north slop of Qinling Mountains to quantitatively study the overlapping and spatial relationship of various natural protected areas through GIS software and Venn diagram. The results showed that there were complex spatial overlapping and coverage relationships among various natural protected areas; the overlapping areas between scenic spot and forest park were the largest, accounting for 12.40% of the total area; the overlapping area, among with aquatic resource reserve, scenic spot, forest park and wetland park, had the highest spatial overlap density. Therefore, this paper put forward suggestions for the optimization and integration of natural protected areas.

收稿日期:2021-01-22.

基金项目:基于空天地大数据的生态环境综合管理平台构建及应用示范(20SFSF00B);项目来源于西安市科学技术局.

第一作者:李原(1983-),男,陕西岐山人,工程师,硕士研究生.主要从事自然资源调查及监测方面的工作. Email:39647148@qq.com

Key words: natural protected areas; spatial overlap; integration and optimization; Venn diagram; Zhouzhi of Shaanxi

秦岭横亘中国中部,西起甘肃省临洮,东抵河南省鲁山,位于我国南北地理分界处,是亚热带与暖温带的分界线,同时也是黄河水系与长江水系的分水岭。独特的地理位置和气候特征孕育了秦岭地区丰富的动植物资源,使之成为重要的生态系统保护地^[1],也被赋予了中央水塔和中华民族祖脉的美誉。作为重要的生态安全屏障和国家主体功能区中的重要生态功能区^[2],同时也是全国重要生态系统保护和修复重大工程规划重点项目涉及的重要区域,最大限度地保护生态系统和野生珍稀动物栖息地的完整性是秦岭地区生态安全屏障建设的重要内容。党的十九届五中全会明确坚持“绿水青山就是金山银山”的理念,提出推动绿色发展,守住自然生态安全边界,使生态安全屏障更加牢固。自然保护地作为生态建设的核心载体,在维护国家生态安全中居于首要位置。

通过60多年的发展和建设,全国已建立了数量庞大、类型丰富、功能多样的各级各类自然保护地。自然保护地在维护生物多样性、保护自然资源及应对全球气候变化等重要保护工作中居于核心位置,同时在保护生物多样性、保存自然遗产、改善生态环境质量和维护国家生态安全方面发挥了重要作用^[3]。于此同时,由于重叠设置、多部门管理^[4],秦岭地区自然保护地也存在与其它地区相似的问题,存在条块分割、边界不清,未形成相互协调、上下联动的长效机制和合力,各方职责有待夯实等现实问题。鉴于此,本文以秦岭北麓周至段为研究区域,以平面量化交错重叠关系和空间叠加分析作为切入点,开展各类自然保护地相互间空间关系研究,进而提出符合保护地优化调整原则和要求的方案与对策。

1 研究区域概况

陕西省周至县地处西安市西北部,属秦岭北麓、渭河平原中部,地理坐标为东经107°39′~108°31′,北纬33°42′~34°14′。研究区地貌类型多样,地形复杂破碎,南为秦岭山地及秦岭北麓黄土台塬,北为关中平原,西南高,东北低,海拔399~3767.2 m。由于受地貌影响,气候垂直变化明显,南北差异显著。研究区河流归属黄河、长江两个流域,属黄河流域的

15条河流均发源于秦岭北侧坡,集水面积2822.3 km²,占全县总面积的95.5%。区内水资源丰富,地表水资源量每年可达9.7亿m³,每年向市区供水3.05亿m³,是西安市的主要水源地。区内森林资源丰富,有林地面积占西安市有林地面积的五成以上,主要分布在山区。南部林区地跨秦岭南北,为野生动物栖息繁殖提供了良好的生活环境。珍稀动物有国家一类保护动物大熊猫、金丝猴、金毛扭角羚、林麝等,二类保护动物大鲵、金钱豹等。研究区内野生动物种类繁多,其中国家Ⅰ级重点保护物种39种,国家Ⅱ级重点保护物种145种,省级重点保护物种88种,《国际贸易公约》禁止或限制贸易物种附录Ⅰ29种,附录Ⅱ48种。按《中国生物多样性红色名录》濒危评级,极危种10种,濒危种36种,易危种42种,野生植物中国家Ⅰ级重点保护物种20种,国家Ⅱ级重点保护物种61种,省级重点保护物种118种,《国际贸易公约》禁止或限制贸易物种附录Ⅱ59种,按《中国生物多样性红色名录》濒危评级,濒危种18种,易危种38种。研究区具有地理位置独特、动植物区系成分复杂、生物资源多样、生物物种珍稀、生态类型多样等特点,是生态系统和生物种源的天然贮存库。为保护特有的生态系统和丰富的自然资源,各级管理部门在周至县建设了类型多样的自然保护地。

研究区内自然保护地共涉及五大类型,包括自然保护区、湿地公园、森林公园、风景名胜区和水生野生动物保护区^[5-7]。各类自然保护地的划定与原主管部门^[8]见表1。

2 研究数据与方法

本研究中自然保护地边界数据来源于西安市自然资源和规划局组织开展的自然保护地调研工作报告。为便于进行空间关系分析,在数据预处理阶段将所用矢量数据整合为统一的坐标系(CGSC2000_GK_CM_108E),并收集地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn>)参照ASTER GDEM 30M分辨率数字高程原始数据,将DEM数据转化为30m分辨率的栅格数据,与研究区内自然保护地边界进行空间分析。

通过GIS软件将各保护地范围数字可视化,依据符号化标识研究区内各自然保护地的空间分布,

表 1 自然保护地保护内容和原主管部门

Tab. 1 Content and original authority of natural protected areas

保护地类型 代码	自然保护地 类型	范围与主要保护内容	原主管部门
A	国家公园	由国家批准设立并主导管理,边界清晰,以保护具有国家代表性的大面积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地或海洋区域	中央(省级)管理
B	自然保护区	《中华人民共和国自然保护区条例》(2017年修订):对有代表性的自然生态系统,珍惜濒危野生动植物物种的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地、陆地水体或者海域,依法划出一定面积予以特殊保护和管理的区域	林业、国土资源等多部门管理
C1	森林公园	《森林公园管理办法》(2016年修订):森林景观优美、自然景观和人文景物集中,具有一定规模,可供人们游览、休息或进行科学、文化、教育活动的场地	国家林业局
C2	湿地公园	《国家湿地公园管理办法》(2010年):以保护湿地生态系统、合理利用湿地资源为目的,可供开展湿地保护、恢复、宣传、教育、科研、监测、生态旅游等活动的特定区域	国家林业局
C4	水产种质资源保护区	《水产种质资源保护区管理暂行办法》(2011年):为保护水产种质资源及其生存环境,在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,依法划定并予以特殊保护和管理的海域、滩涂及其毗邻的岛礁、陆域	农业部
C5	风景名胜区	《风景名胜区》(2006年):具有观赏、文化或者科学价值,自然景观、人文景观比较集中,环境优美,可供人们游览或者进行科学、文化活动的区域	住房和城乡建设部

明确现有自然保护地之间的拓扑关系;通过数据管理模块下的叠加分析功能统计不同类型自然保护地的交叉区域,厘清和揭示各自然保护地之间错综复杂的空间关系以及各类自然保护地的空间分布格局。

3 研究结果

3.1 自然保护地分布现状

研究范围分布有 11 处自然保护地(图 1、表 2),涉及 5 类主要自然保护地类型,总面积 195 764.44 hm^2 (含交叉重叠面积,其中周至县内 195 358.08 hm^2 ,黑河湿地省级自然保护区位于县界外围 15.69 hm^2 ,周至老县城国家级自然保护区位于县界外围 390.67 hm^2),占全县国土面积的 66.33%。研究区自然保护地现状总体呈现以自然保护区为主,其他类型保护地面积占比较低的特点^[9]。

3.2 自然保护地空间关系

研究区内 11 处自然保护地共有 9 处存在交叉重叠,其总体数量重叠率为 81.82%,仅陕西周至老县城国家级自然保护区、陕西省翠峰山森林公园 2 处保护地不与其它保护地重叠。各自然保护地之间存在多处两两重叠,甚至部分区域存在 4 处相互重叠现象(表 3)。

自然保护地交叉重叠主要集中于楼观台风景名胜区、陕西西安田峪河国家湿地公园、陕西黑河珍稀水生野生动物国家级自然保护区和黑河多鳞铲颌鱼国家级水产种质资源保护区 4 个保护地范围内(表 4)。

按自然保护地类型统计,湿地公园与其它自然保护地重叠率最高,自然保护区与其它自然保护地重叠率最低(表 5)。

通过对各类自然保护地之间重叠覆盖区域的面积统计,计算重叠面积与研究区内各类自然保护地总面积占比,利用韦恩图(Venn diagram)将自然保护地之间的空间关系定量和图示化(图 2),可直观展示各类自然保护地的交叉冲突并量化各类保护地的拓扑关系。

从韦恩图显示,研究区内各类自然保护地类型存在较为复杂的空间交叉与范围重叠,主要体现在风景名胜区与森林公园之间、水产种质资源保护区与自然保护区之间,以及湿地公园范围与其它自然保护地的交错重叠。

其中 2 种自然保护地重叠水平中,风景名胜区与森林公园重叠区域最大,占区内自然保护地总面积的 12.40%,其次为水产种质资源保护区与自然保护区的重叠区域,占区内自然保护地总面积的 1.64%。3 种自然保护地重叠水平中,水产种质资源保护区、自然保护区与森林公园之间重叠区域最大,占自然保护地总面积的 0.44%;其次为湿地公园、风景名胜区与森林公园之间的重叠区域,占自然保护地总面积的 0.14%。局部区域还存在 4 种自然保护地重叠水平,集中表现为水产种质资源保护区、风景名胜区、森林公园与湿地公园重叠区域,占区内自然保护地总面积的 0.02%。

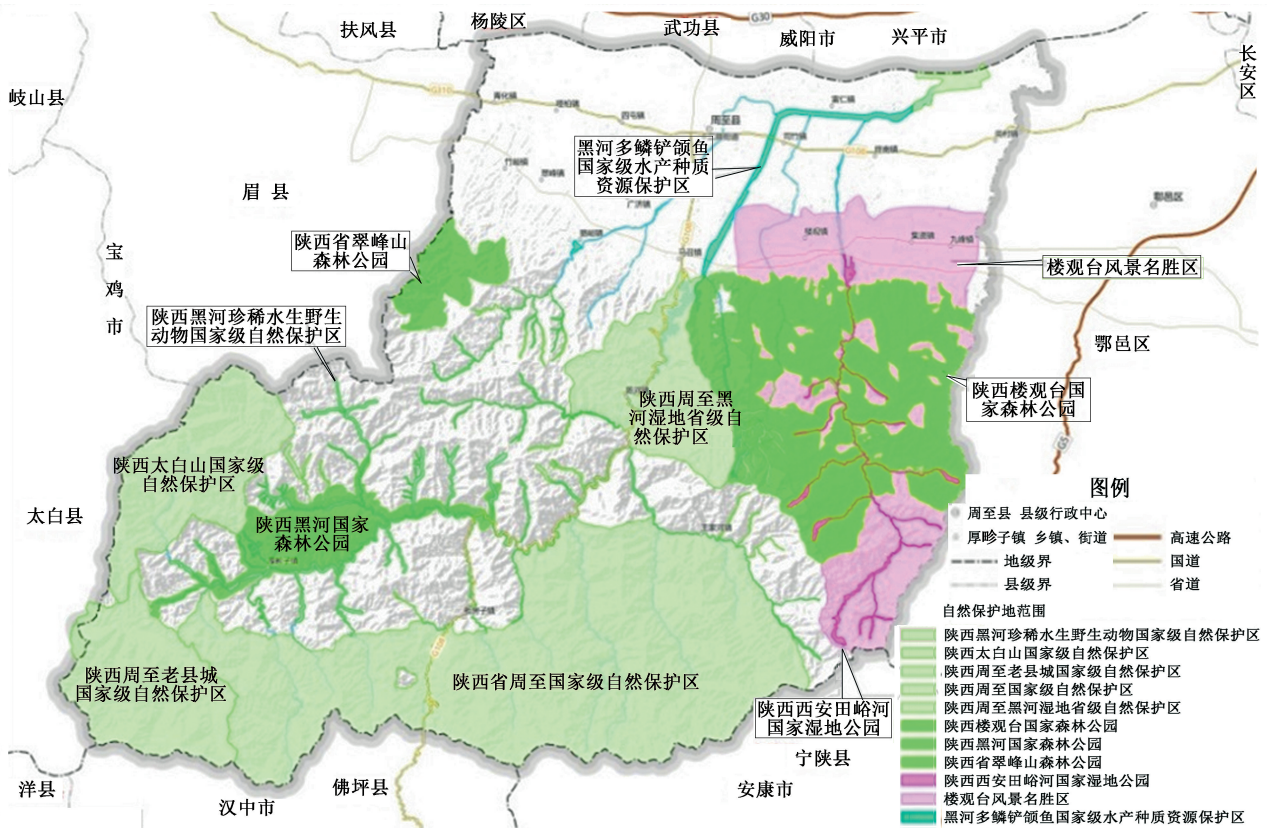


图 1 周至县自然保护地现状分布

Fig. 1 Distribution of current natural protected areas in Zhouzhi

表 2 研究区自然保护地基本情况

Tab. 2 Basic conditions of natural protected areas in Zhouzhi

序号	保护地名称	保护地类型	级别	总面积/hm ²	主要保护对象
1	陕西黑河珍稀水生野生动物国家级自然保护区	自然保护区	国家级	4451.33	秦岭细鳞鲑、大鲵、水獭、多鳞铲颌鱼、山溪鲵、秦巴北鲵、中国林蛙等及其亚高山山涧溪流生态系统
2	陕西太白山国家级自然保护区	自然保护区	国家级	12521.44	保护森林生态系统、自然景观、第四纪冰川遗迹、古文化遗产、水源涵养地、大熊猫、金丝猴、羚牛等野生动植物栖息地
3	陕西周至老县城国家级自然保护区	自然保护区	国家级	12423.91	以秦岭大熊猫及其栖息地为主的、全面保护其它珍稀濒危物种及其栖息地和森林生态系统
4	陕西周至国家级自然保护区	自然保护区	国家级	56146.5	川金丝猴及其栖息地、森林生态系统和生物多样性、黑河水源地和自然景观
5	陕西周至黑河湿地省级自然保护区	自然保护区	省级	13343.27	以黑河水库为主的湿地及其区域森林生态系统
6	楼观台风景名胜	风景名胜区	省级	48566.44	楼观林场范围内的自然景观及其森林生态系统
7	陕西黑河国家森林公园	森林公园	国家级	7583.28	森林资源和野生动植物
8	陕西楼观台国家森林公园	森林公园	国家级	30325.19	森林资源和野生动植物
9	陕西省翠峰山森林公园	森林公园	省级	3787.39	所有林木及重点动植物资源
10	陕西西安田峪河国家湿地公园	湿地公园	国家级	882.69	水系和水质保护、水岸保护、野生动物及其栖息地保护、湿地文化保护
11	黑河多鳞铲颌鱼国家级水产种质资源保护区	水产种质资源保护区	国家级	5745.90	多鳞铲颌鱼

表 3 周至县自然保护地拓扑关系与面积占比

Tab. 3 Topological relationship and area ratio of natural protected areas

保护地空间重叠	面积/hm ²	比例/%
1 种保护地	132105.60	81.06
2 种保护地	29082.29	17.85
3 种保护地	1632.78	1.00
4 种保护地	148.98	0.09
合计	162969.65	100.00

表 4 周至县各类自然保护地重叠面积

Tab. 4 Overlapping areas of various natural protected areas in Zhouzhi

类型	重叠面积 /hm ²	自然保护地总面积 /hm ²	重叠率 /%
自然保护区	5580.12	98886.44	5.64
森林公园	27007.94	41682.97	64.79
湿地公园	882.69	882.69	100.00
风景名胜区	25610.79	48566.44	52.73
水产种质资源保护区	4416.54	5745.90	76.86

表 5 研究区各类自然保护地间重叠关系

Tab. 5 Overlapping relationships of various natural protected areas in Zhouzhi

类型	存在空间重叠的自然保护地类型
自然保护区	自然保护区、森林公园、水产种质资源保护区、风景名胜区
森林公园	自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区、风景名胜区
湿地公园	森林公园、风景名胜区、水产种质资源保护区
风景名胜区	自然保护区、森林公园、湿地公园、水产种质资源保护区
水产种质资源保护区	自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜区

4 整合优化对策

自然保护地整合优化工作是贯彻落实中共中央

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》、《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》最重要的核心基础。按照自然资源部、国家林业和草原局自然保护地整合优化和生态保护红线评估调整推进工作要求,充分依据《陕西省自然保护地整合优化前期工作实施方案》、国家林业和草原局自然保护地管理司《关于印发自然保护地整合优化预案编制大纲的通知》,对周至县自然保护地整合优化提出以下对策和建议。

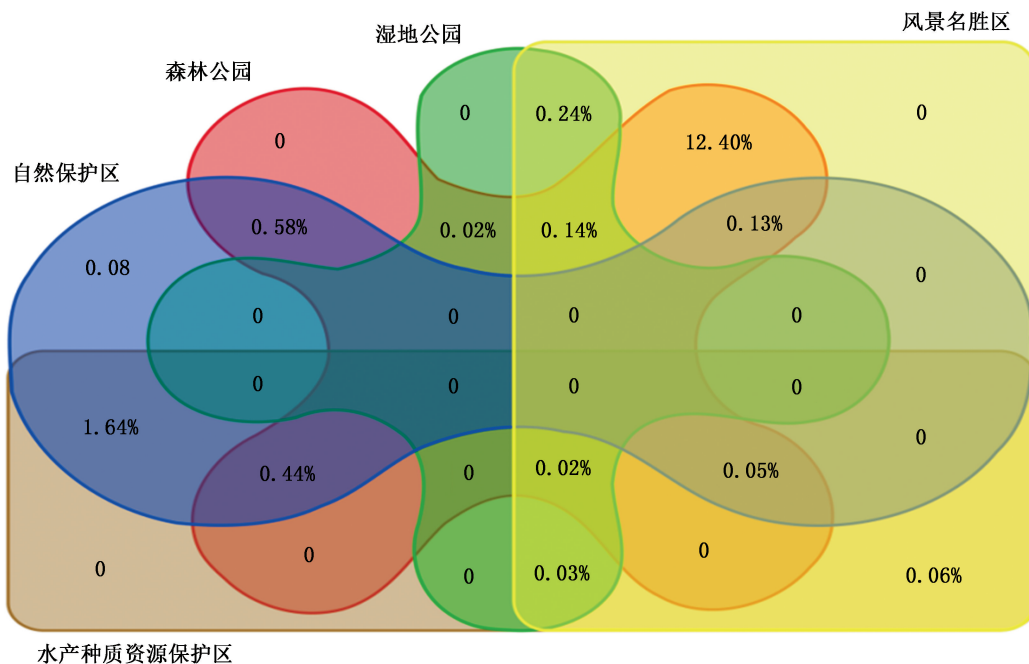


图 2 周至县自然保护地重叠冲突韦恩图

Fig. 2 Venn diagram of spatial overlapping of natural protected areas in Zhouzhi

1)周至县内的陕西太白山国家级自然保护区、陕西周至国家级自然保护区、陕西周至老县城国家级自然保护区是秦岭大熊猫、金丝猴等珍稀濒危物种主要分布和生境区域,同时也是秦岭北麓生态系统保护的核心区,将其整合一并纳入大熊猫国家公园范围。整合优化后,周至县新增1处国家公园。

2)在陕西楼观台国家森林公园南部新设陕西首阳山省级自然保护区,范围包含陕西楼观台国家森林公园和陕西西安田峪河国家湿地公园部分区域,同时将陕西楼观台国家森林公园、楼观台风景名胜及黑河多鳞铲颌鱼国家级水产种质资源保护区的重叠区域纳入。整合优化后,周至县自然保护区由现在的5处调整为3处。

3)拟在陕西楼观台国家森林公园南部至县界区域的保护地空白区域新建陕西小王涧省级森林自然公园,该范围属森林生态系统区域,优势树种包括云杉、华山松、桦木、栎类、油松、杨树,野生动物包括羚牛、斑羚、豹猫、猪獾、猎隼、红腹锦鸡等。优化调整后,周至县各类自然保护地避免了划定边界的交错重叠,将更多有保护价值的区域纳入自然保护地体系,提高了野生动植物栖息地和生态系统完整性,在保护性质不改变的前提下提高了保护强度。

自然保护地是生态建设的核心载体,分析和厘清自然保护地分布格局和空间关系是开展自然保护地空间管控和自然保护地体系整合优化的首要问题^[10]。通过对秦岭北麓周至段自然保护地的分布情况和空间重叠分析,初步提出了整合优化对策和建议,旨在为周至县建立以国家公园为主体的自然保护地体系建设提供符合本地实际的优化对策和建

议,可为秦岭保护相关部门进一步完善自然保护地统筹管理提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 薛冰洁,张玉钧,安童童,等.生态格局理念下的国家公园边界划定方法探讨—以秦岭国家公园为例[J].规划师,2020,36(1):26-31.
- [2] 环境保护部,中国科学院.全国生态功能区划(修编版)[Z].2015.
- [3] 王凯.自然保护地治理研究进展与思考:网络治理视角[J].林业资源管理,2020(5):32-37.
- [4] 马童慧,吕偲,雷光春.中国自然保护地空间重叠分析与保护地体系优化整合对策[J].生物多样性,2019,27(7):758-771.
- [5] 彭杨靖,樊简,邢韶华,等.中国大陆自然保护地概况及分类体系构想[J].生物多样性,2018,26(3):315-325.
- [6] 唐小平,栾晓峰.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.
- [7] 唐芳林.建立以国家公园为主体的自然保护地体系[J].中国党政干部论坛,2019(8):40-44.
- [8] 张小鹏,孙国政.国家公园管理单位机构的设置现状及模式选择[J].北京林业大学学报(社会科学版),2021,20(1):76-83.
- [9] 黄宝荣,马永欢,黄凯,等.推动以国家公园为主体的自然保护地体系改革的思考[J].中国科学院院刊,2018,33(12):1342-1351.
- [10] 欧阳志云,徐卫华.整合我国自然保护区体系,依法建设国家公园[J].生物多样性,2014,22(4):425-426.

责任编辑:刘平书

校对:张林艳 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.013

云南省湿地生态监测体系建设构想

李玲芬¹, 董磊²

(1. 云南省湿地保护管理办公室, 云南 昆明 650224; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要: 基于前期监测基础, 结合云南省湿地分布特征, 构建由湿地生态监测省级管理体系、湿地生态监测实施体系和湿地生态监测保障体系组成的云南省湿地生态监测体系。其中, 湿地生态监测省级管理体系以省湿地生态监测研究中心为主体, 统筹全省湿地生态监测工作; 湿地生态监测实施体系以12个监测站和20个监测点为主, 开展日常监测工作; 湿地生态监测保障体系从制度、技术、人才和资金等方面保障湿地生态监测体系的运行。

关键词: 湿地生态监测体系; 监测实施体系; 监测站点布局; 监测指标体系; 监测保障体系; 云南省

中图分类号: Q178.5; S718.557; S758.4 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0074-05

引文格式: 李玲芬, 董磊. 云南省湿地生态监测体系建设构想[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 74-78.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.013

LI Lingfen, DONG Lei. Preliminary Conception of Wetland Ecological Monitoring System Construction in Yunnan Province [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 74-78. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.013

Preliminary Conception of Wetland Ecological Monitoring System Construction in Yunnan Province

LI Lingfen¹, DONG Lei²

(1. Yunnan Administration of Wetland Protection and Management, Kunming 650224, China;
2. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: The wetland ecological monitoring system in Yunnan Province composed of the provincial management system, the implementation system and the guarantee system was constructed based on the early monitoring work and the distribution characteristics of wetlands. The provincial monitoring and research center of wetland ecological administrated the monitoring of wetlands in the whole province; the implementation system mainly included 12 monitoring stations and 20 monitoring points to carry out daily monitoring; the guarantee system ensured the operation of the wetland ecological monitoring system from the aspects of organization, technology, talents and funds.

Key words: wetland ecological monitoring system; implementation system; layout of monitoring stations; monitoring index system; guarantee system; Yunnan Province

建设湿地生态监测体系, 全面掌握湿地生态系统的时空变化规律, 是实现湿地有效保护及资源合

理利用的基础。然而, 云南省目前尚未构建完整的湿地生态监测体系, 不利于全省湿地保护的科学决

收稿日期: 2021-01-11.

基金项目: 云南省林业调查规划院青年联合会项目(1QL001Z00018).

第一作者: 李玲芬(1984-), 女, 云南玉溪人, 硕士, 工程师. 主要从事湿地保护管理及研究工作. Email: 252267383@qq.com

责任作者: 董磊(1987-), 男, 新疆乌鲁木齐人, 硕士, 工程师. 主要从事湿地资源调查、监测与保护工作. Email: dl-donald@163.com

策和湿地资源的合理利用。湿地生态监测是湿地资源保护、管理和利用的基础性工作^[1],通过采用科学、可比的方法,在时空尺度上对湿地生态系统结构和功能要素进行观测与测度,定量获取湿地生态系统状况及其变化信息^[2]。建立并完善湿地监测体系,有助于全面监测湿地生态系统的时空变化规律,为湿地生态系统的有效保护与管理、湿地资源的合理利用提供科学依据^[3-4]。我国政府对湿地监测工作极为重视,2016年国务院办公厅印发《湿地保护修复制度方案》,提出健全湿地监测评价体系;2020年自然资源部印发《自然资源调查监测体系构建总体方案》,要求全面掌握湿地生态质量状况及湿地损毁等变化趋势;2013年通过的《云南省湿地保护条例》规定,应当建立湿地资源监测站(点)网络,开展监测工作;2017年云南省人民政府办公厅印发《关于贯彻落实〈湿地保护修复制度方案〉的实施意见》,要求加快湿地生态监测体系建设。

云南省先后在国际重要湿地、部分湿地自然保护区和国家湿地公园开展了专项监测。然而,湿地生态监测体系尚未构建完整,对全省湿地生态质量状况、生态系统演变规律、生态承载力等信息的掌握较为欠缺,不利于湿地保护与管理的科学决策。因此,构建云南省湿地生态监测体系极为迫切,这不仅对于提升湿地保护与管理水平和成效,而且对于促进湿地资源的合理利用均具有重要意义。

1 云南湿地概况

据第二次湿地资源调查,云南省湿地总面积 56.35 万 hm^2 ,包括河流、湖泊、沼泽和人工湿地 4 类,其中河流湿地 24.18 万 hm^2 、湖泊湿地 11.85 万 hm^2 、沼泽湿地 3.22 万 hm^2 、人工湿地 17.10 万 hm^2 ,分别占湿地总面积的 42.92%、21.03%、5.72%和 30.33%^[5]。

云南湿地共记录湿地植物群系 189 个,湿地植物 2 274 种,分属 204 科 876 属;其中,国家 I 级重点保护野生植物 5 种,国家 II 级重点保护野生植物 7 种,省级重点保护野生植物 5 种,云南特有种 116 种。全省湿地分布有脊椎动物 1 006 种,包括水鸟 162 种,哺乳动物 36 种,两栖动物 127 种,爬行动物 94 种,淡水鱼类 587 种(亚种);其中,国家 I 级重点保护野生动物 18 种,国家 II 级重点保护野生动物 49 种,省级重点保护野生动物 22 种,云南特有种 237 种。湿地植物和动物种类以及特有物种种类位居全国之首^[6-7]。

云南地处低纬高原,位于长江、珠江、澜沧江、红

河、怒江、伊洛瓦底江等 6 大国内、国际江河的上游或源头,分布在各流域的湿地具有生态区位重要、生态功能突出、类型复杂多样、生物种类丰富、生态景观壮丽、生态系统脆弱等特点,发挥着补给水源、调节径流、净化水体、增加碳汇、减轻侵蚀及保育生物多样性等作用,是流域生态安全的重要屏障。承担的“水塔”“基因库”和“碳库”功能备受国内外关注,在全国湿地保护中具有关键地位。

2 云南省湿地生态监测体系总体架构

云南省湿地生态监测体系包括湿地生态监测省级管理体系、湿地生态监测实施体系和湿地生态监测保障体系 3 个部分。湿地生态监测省级管理体系设立省湿地生态监测研究中心,作为全省湿地生态监测主要支撑机构,在省湿地保护专家委员会指导下,负责全省湿地生态监测数据汇总、分析,编制全省湿地生态监测年度评估报告及湿地资源状况公报,开展湿地监测评估研究,提出湿地保护、管理和利用建议。湿地生态监测实施体系由湿地生态监测站、点组成,在省湿地生态监测研究中心指导和湿地科研机构协助下,应用标准化的监测指标与监测技术方法,具体实施生态监测,采集监测数据并编制监测报告,上报至省湿地生态监测研究中心。湿地生态监测保障体系,通过对湿地生态监测管理制度、技术、人才和资金等方面的完善,以保障湿地生态监测体系的正常运行(图 1)。

3 湿地生态监测实施体系构建

3.1 监测站点布设

根据云南省湿地类型与分布特点,基于自然地理特征的差异,湿地保护与合理利用途径的相似性、流域的连续性,结合行政分区及区域经济社会发展现状,将全省湿地划分为六大湿地生态区^[8],即滇西滇西北横断山脉高原湿地区、滇东北中山深切切割河流高原沼泽草甸湿地区、滇中和滇东高原湖盆湿地区、滇东南岩溶山原湖泊河流湿地区、滇南中山山原河流湖泊湿地区、滇西南中低山宽谷河流湖泊湿地区。

监测站点的布设首先需覆盖全省六大湿地生态区,选取各区具有典型性和代表性的湿地实施。综合考虑各区监测工作基础,整合已有设施设备、人才队伍,依托国家重要湿地(含国际重要湿地)、湿地类型自然保护区、国家湿地公园等优先布设监测站。

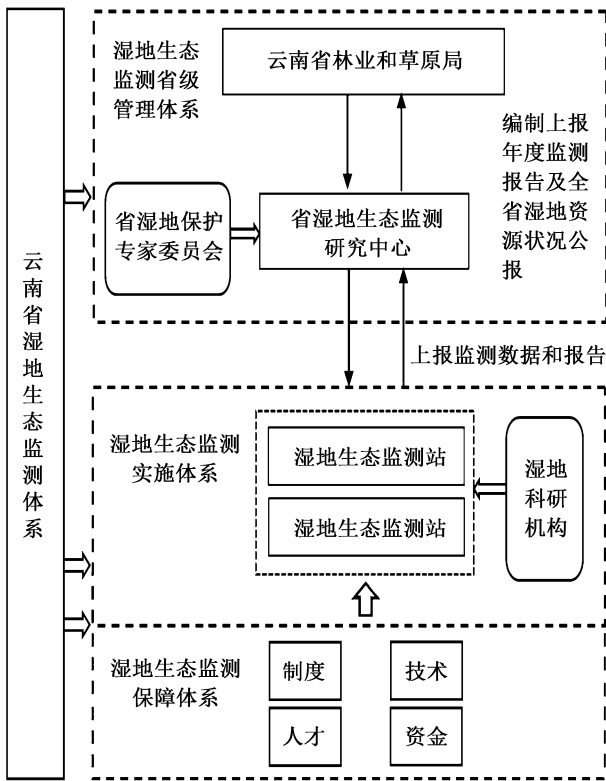


图 1 云南省湿地生态监测体系总体架构

Fig. 1 Overall framework of wetland ecological monitoring system in Yunnan Province

在湿地规模较小,但湿地类型或生物多样性等方面具有独特性的湿地建立监测点,基本满足对全省六大湿地生态区湿地生态状况的监测。全省共构建湿地生态监测站 12 个、监测点 20 个(表 1)。

3.2 监测指标体系

监测指标是表述生态系统特征及干扰因素的可度量变量^[9],监测的有效性依赖于监测指标的选取和指标体系的建立^[2],建立湿地监测指标体系是湿地资源监测体系建设的首要任务^[10]。

张明祥等^[11]研究提出了中国国际重要湿地监测指标体系。国家层面出台了《重要湿地监测指标体系》国家标准,印发了《国际重要湿地生态特征监测指标》,并出版了《国家湿地公园生态监测技术指南》。云南省结合本省实际,发布了《湿地生态监测》地方标准^[12],制定了包括湿地类型与分布、植被、植物、动物、环境、保护状况等方面的监测指标共 186 项。这类监测指标的实质均为技术指南,标准化和规范化了各指标的应用和实施方式。若全部采用上述指标,无疑会增加监测站点的工作负担与成本;同时,上述部分指标敏感性较低,不能及时反映湿地生态系统状况和演变规律,这类指标的应用无

表 1 云南省湿地监测站点布局
Tab. 1 Layout of wetland monitoring stations in Yunnan Province

湿地生态区	州市	监测站	监测点	监测重点
滇西滇西北横断山脉高原湿地地区	大理州、丽江市、怒江州、迪庆州	碧塔海、拉市海、洱海、洱源西湖	纳帕海、白马雪山、高黎贡山(怒江)、泸沽湖、云龙天池、剑湖、丽江老君山、鹤庆草海	重点监测典型湿地生态系统、湿地生物多样性、关键和特有种
滇东北中山深切切割河流高原沼泽草甸湿地地区	昭通市、曲靖市	大山包、沾益海峰	会泽黑颈鹤栖息区、巧家马树	主要监测湿地鸟类种群及其栖息生境、湿地生境变化
滇中和滇东高原湖泊湿地地区	昆明市、楚雄市、玉溪市	滇池、抚仙湖	哀牢山(楚雄)、杞麓湖、寻甸黑颈鹤	主要监测湖泊湿地生态变化、生物多样性变化
滇东南岩溶山原湖泊河流湿地地区	红河州、文山州	丘北普者黑、哈尼梯田	长桥海、异龙湖	主要监测喀斯特湿地生态特征
滇南中山山原河流湖泊湿地地区	西双版纳州、普洱市、临沧市	普洱市	勐梭龙潭、西双版纳州、临沧市	以监测点为主
滇西南中低山宽谷河流湖泊湿地地区	德宏州、保山市	腾冲北海	高黎贡山(保山)、德宏州	北热带残留湿地及印缅生物区系物种
合计	16	12	20	

疑增加了监测工作的成本。因此,需筛选部分敏感性较高、操作性强的指标作为全省监测站点均必须开展的常规监测指标,指标应遵循以下原则:

1) 科学性原则,即基于湿地所处区位、生态系统特征和属性、生态演替规律、现状等的科学分析,使筛选的指标相对独立、敏感,能够反映湿地消长、生态特征及其生态演变的过程和规律。

2) 标准化原则,即基于云南省《湿地生态监测》标准筛选指标,使监测方法、实验方法、分析方法标准化,获得的监测数据具有一致的标准,便于对比。

3) 可操作性原则,即基于云南湿地监测现状(监测工作开展情况、人员配置、监测设备配置等),筛选的指标应是监测站、点能够胜任,或通过培训、购置监测设备后能够完成,或部分依托科技支撑单

位、CMA 中国计量认证的分析测试机构能够完成的指标。

通过初步筛选并经专家咨询,最终确定 25 项常规监测指标,从景观与生态系统、物种、环境和社会经济方面对湿地生态系统进行监测(表 2)。

随着监测技术的发展及监测站点标准化建设的推进和完善,各监测站点在完成常规监测指标的基础上,可增加部分特色监测指标,如洱源西湖监测站可增加泥炭监测指标内容,逐步形成常规指标+特色指标的湿地生态监测指标体系。

表 2 湿地生态常规监测指标
Tab. 2 Conventional monitoring indicators

监测内容	指标	适用范围和对象	监测方法	指标意义	
景观与生态系统	类型与分布	湿地类型及面积	保护地范围	遥感和现地调查	掌握湿地消长变化。
	植被	湿地植被类型及面积	保护地范围	遥感和现地调查	通过不同生活型植被面积变化,反映湿地演替过程和规律。
物种	植物	物种组成	保护地范围	样方法、样带法、核实法	掌握湿地物种组成变化,特别是珍稀濒危和特有种。
		有害入侵种类及入侵范围	保护地范围	样方法、样带法、核实法	掌握有害入侵种类和扩散状况。
	动物	水禽种类与数量	保护地范围	分区直数法、样点法、样线法	云南大部分湿地类型保护地的保护对象,其数量变化是湿地环境变化的表征。
		有害入侵种类及入侵范围	保护地范围	样方法、样带法、核实法	掌握有害入侵种类和扩散状况。
环境	气象	气温、降水、湿度	湿地区域	自动气象站	掌握影响湿地形成、发育的重要气象因子变化规律,对于应对全球气候变化至关重要。
	水文	水位	湖泊、沼泽、河流	自记水位计或标尺测量	掌握湿地水文情势变化规律。
		最大积水面积		现地调查和遥感	
		最小积水面积			
	水质	总氮、总磷	湖泊、沼泽、河流	固定点采样	掌握水体富营养化情况。
	土壤	有机碳、全氮	沼泽、湖滨沼泽	固定点采样	表征湿地潜育环境状况。
	社会经济	社会经济	年人口密度	湿地周边社区,根据湿地资源利用的具体情况选择	资料收集和现地调查
游客数量		年和月游客数量			
农业生产		农作物种植面积			
		年化肥施用量			
渔业捕捞		年捕捞量			
水资源利用		年总取水量			
基础设施建设		年建设里程			
	年建设面积				
禁止性行为	禁止性行为及其影响面积				

4 湿地生态监测保障体系构建

4.1 建立湿地生态监测管理制度

监测站点在湿地科研机构的指导下,编制 5 年期监测方案和计划,经省级林草行政主管部门核准后实施,不得随意更改或调整;监测站点对设置的监测样地、样方(点)、样线(带)必须设立标识和标记,并采取保护措施进行保护;监测站点必须制定监测工作

制度,确定监测人员职责,明确数据采集、录入、分析、上报工作分工;做好监测资料档案管理,建立监测数据库,录入管理系统;在湿地科研机构指导下完成年度监测报告的编写。

监测人员为监测数据真实性和准确性的第一责任人,在开展监测工作前应接受专业培训,掌握监测设备使用、物种识别、采样等基本技能,规范填写记

录表。各级林草行政主管部门和监测站点负责人为数据质量主要负责人对监测工作进行检查和数据质量把关,确保监测结果准确、真实、完整。省级林草行政主管部门不定期组织专家对监测站点的数据进行技术审查和质量评估,对监测设施和设备使用情况进行检查。

利用物联网、3S 技术、自动化、云计算、大数据等新科学、新技术,整合全省湿地生态监测信息、数据成果,实现向上对接国家数据平台,向下对接各监测站点实时信息、数据交换,充分将监测数据应用到考核考评、宣教、生态状况评估及保护管理决策参考中,并定期发布全省湿地生态监测数据及评估报告。

4.2 建立湿地生态监测技术支撑体系

发挥云南省湿地保护专家委员会的作用,建立健全专家咨询机制,为湿地生态监测站点分批布局和建设、日常监测工作的开展提供科学技术支撑和服务。鼓励监测基础较好的监测站点开展自主监测。监测能力较弱的监测站点可与科研院(所)、大专院校等合作开展监测,也可通过委托、采购等方式探索向社会力量购买服务机制。

4.3 建立湿地生态监测人才培养体系

发挥云南省湿地保护专家委员会和相关高校、科研院(所)的作用,定期组织专家对监测站点技术人员进行培训,使其能够熟练掌握使用监测设备、物种识别、采样等基本技能,能够胜任监测工作。选拔监测站点工作人员,通过在职进修等方式,专业学习湿地生态相关专业知识,促进人员专业素质的提高和工作成效的提升。通过引进高校和科研院(所)湿地生态相关专业毕业生,为监测工作的持续开展引入新生力量。

4.4 建立湿地生态监测资金保障体系

目前,全省湿地生态监测工作主要靠国家湿地保护补助资金、相关科研课题以及有限的合作项目等,单一、不持续的经费来源不仅严重制约了全省湿地生态监测工作的展开,而且不能保障现有监测工作的连续性。湿地生态监测是社会公益性项目,政府投入是建设的主要来源,应积极争取各级财政对湿地生态监测的稳定持续投入;同时,不断拓宽融资渠道吸纳社会资金,保证湿地生态监测工作的常态化,推进全省湿地生态监测体系的建设和发展。

5 结语

随着社会经济的发展和人口增长,湿地资源保护与经济发展之间的矛盾日益突出,湿地生态系统的保护问题已成为当今国际社会热点,也是各级政府面临的当务之急。云南省复杂多样的自然地理环境造就了云南湿地具有类型多、分布广、区域差异显著、生物多样性丰富等鲜明地域特色,但依然面临湿地面积锐减、湿地结构和功能严重退化等问题。因此,构建完整的云南省湿地生态监测体系,掌握全省湿地生态质量状况、生态系统演变规律和生态承载力等信息,利用监测成果数据有针对性地制定保护对策,对加强云南高原湿地保护,维护湿地生态系统结构和功能的稳定,推进全省湿地保护事业发展具有重要现实意义。

参考文献:

- [1] 吕宪国. 湿地生态系统观测方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,2005.
- [2] 任宪友,王学雷,肖飞. 湿地生态环境监测指标体系的探讨[J]. 云南林业科技,2003(4):24-28.
- [3] 张明祥,鲍达明. 湿地资源监测的方法构想[J]. 林业资源管理,2002(3):19-22.
- [4] 林进,严承高,袁军,等. 建立中国湿地监测体系的构想[J]. 野生动物,1997,4(3):12-14.
- [5] 温庆忠. 中国湿地资源云南卷[M]. 北京:中国林业出版社,2015.
- [6] 云南省林业厅. 云南省湿地保护与修复“十三五”规划[Z]. 2018.
- [7] 云南省林业厅. 云南省第二次湿地资源调查公报[R]. 2014.
- [8] 云南省林业厅. 《云南省湿地保护工程规划(2007—2020)》[Z]. 2007.
- [9] 马广仁. 国家湿地公园生态监测技术指南[M]. 北京:中国环境出版社,2017.
- [10] 赵威,汤孟平. 我国湿地监测发展现状与展望[J]. 福建林业科技,2008,35(4):270.
- [11] 张明祥,张建军. 中国国际重要湿地监测的指标与方法[J]. 湿地科学,2007,5(1):1-6.
- [12] 云南省质量技术监督局. 湿地生态监测:DB53/T653. 1-653. 7—2014[S]. 2014.

责任编辑:许易琦

校 对:许春霞 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.014

生态文明建设背景下北京城市园林绿化植物种类选择

路覃坦

(北京市昌平区公园绿地管理中心,北京 昌平 102200)

摘要:基于近年来北京城市园林绿化具体实施工作总结,提出北京市城市园林绿化植物种类选择的 5 点建议:高度重视本地种质资源,大力发展乡土种;因地制宜,适地适树,根据立地条件选择植物种类;关注群众诉求,积极治理杨柳飞絮,绿化工作重视植物文化和民风民俗;厉行节约型园林建设,选择寿命长、耐粗放管理的植物种类;避免生态入侵,维护北京生态安全。

关键词:生态文明;园林绿化;植物配置;植物选择;乡土种;北京市

中图分类号:S731.2;S718.54;S718.554 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0079-05

引文格式:路覃坦.生态文明建设背景下北京城市园林绿化植物种类选择[J].林业调查规划,2021,46(6):79-83,88.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.014

LU Tantan. Plant Species Selection of Urban Landscaping in Beijing Municipality Under the Background of Ecological Civilization Construction[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 79-83, 88. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.014

Plant Species Selection of Urban Landscaping in Beijing Municipality Under the Background of Ecological Civilization Construction

LU Tantan

(Changping District Park and Green Space Management Center of Beijing Municipality, Beijing 102200, China)

Abstract: Based on the summary of the specific implementation of urban landscaping in Beijing in recent years, five suggestions on the selection of plant species were put forward, including attaching great importance to local germplasm resources and vigorously developing indigenous species; selecting plant species according to site conditions; expressing concern about the demands of the masses, taking action on the fluffy catkins from blooming willows and poplars, and paying attention to plant culture and folk customs; implementing the construction of conservation oriented landscaping strictly and selecting plant species with long service life and resistance to extensive management; avoiding ecological invasion and maintaining the ecological safety of Beijing.

Key words: ecological civilization; landscaping; plant configuration; plant selection; indigenous species; Beijing Municipality

北京市生态文明建设关乎国家和首都形象,关乎城市品质,关乎民生福祉,是建设国际一流的和谐宜居之都的重要支撑。

城市的园林绿化担负着美化城市环境、净化空

气、除尘减噪、涵养水源、保持水土等重任^[1]。美丽的景观造型,独特的绿植品种及搭配,给人美的享受。大都市城区园林绿化也和城市建筑一样,作为城市具有代表性的公共艺术之一,不仅构成了独特

收稿日期:2021-01-15.

第一作者:路覃坦(1983-),女,河南巩义人,硕士,工程师.主要从事园林绿化工作.

的城市物质形态,更反映出中西文化相互交融的性格特征,是城市的一张名片。

城市绿地生态系统作为人工开放系统,其内部植物群落多强调景观效果并由人工组合而成,普遍存在着植物种类单一、景观单调、地域特色丧失和植物群落种间关系失衡等问题^[2-4]。随着社会经济的快速发展和人们生活水平的提升,人们对城市园林绿化的要求不断提高。园林绿化是一项长期的系统工程,作为绿化的重要主体,植物配置特别是植物种类的选择,关系着景观价值的实现和生态效益的发挥,意义重大。同时,北京作为首都具有强烈的示范效应。因此,北京城市绿化中植物的选择更需要科学、严谨、合理。

1 深度挖掘本地种质资源,大力发展乡土种

北京作为中国的文化中心,受到国内外园林文化的冲击较大。以苗木储备为例,与 20 世纪 50—60 年代相比,北京现有的乡土苗木种类呈现单一化趋势^[5-6]。一些城市绿化工作者对资源植物的潜在价值认识不深,系统培育和利用不够,对一些具有发展潜力的乡土资源植物的价值重视不够,有意或无意地疏远甚至放弃乡土种,甚至将乡土植物视为“土、旧、俗、野、慢”,罔顾国情,过分追求“洋、新、奇、特、快”,外来种的无序引进可能会导致生态入侵、增大养护管理成本、绿地景观同质化严重等一系列不良后果^[7]。

植物引种遵循生态相似性原则^[8]。乡土种具有生态适应性强、性能价格比高、管理便利等优点,而且具有一定的文化内涵^[9],最能体现当地的生态特色和反映一个地区的生态本底,对于创建城市生态园林和人文园林具有重要意义,是丰富城市植物多样性,促进生态系统稳定性的重要条件^[10]。北京地处燕山和太行山环抱的华北平原,独特的自然环境,使得植物多样性丰富,仅被誉为“华北物种基因库”的雾灵山高等植物就有 1 870 种^[11]。北京本地种引种成功率极高,适应能力强,养护成本较低,且不存在生态入侵的潜在风险和水土不服的现象,应该成为园林绿化植物的主力。北京市朝阳区奥林匹克森林公园建设伊始就很注重北京本地种的引进,园内栽植植物 180 多种,大多为本地种,获得了很好的生态效应^[12]。北京市园林科学研究院从北京乡土植物中成功选育出“园科”涝峪苔草(*Carex giraldiana* Kuk.)和“京研”青绿苔草(*Carex breviculmis* R. Br.),具有“不浇水、不施肥、不打药”的特点,相

对于草坪草而言,节水、节肥、省工,是符合绿色发展理念的优良地被植物,尤其在较为荫蔽的林下、坡体等其他地被植物难以生长的地方,已先后应用于颐和园、陶然亭公园等各大市属公园的绿地中^[13]。

然而,与北京山区丰富的野生植物资源相比,北京城市绿化应用植物种类不足其 1/3^[10],还有很大的发掘利用空间。北京市昌平区郊区野山上的山桃(*Amygdalus davidiana* (Carrière) de Vos ex Henry)、山杏(*Armeniaca sibirica* (L.) Lam)等具有潜力的乡土乔木树种,经过长期的自然繁殖,已成为建群种,极具特色,然而其文化内涵挖掘尚不够充分^[14]。丰富的植物种质资源是农林业可持续发展的宝贵财富,我国不乏野生种质资源遭国外势力窃掠的先例。北京市应引以为鉴,充分利用资金和技术优势,进一步大力开发本地种的遗传资源和传统知识,加快引种、驯化力度,发挥生物种质资源优势,展现北京的文化自信。

2 因地制宜,根据立地条件选择植物种类

植物的生长与其立地条件息息相关,配置合理则生长旺盛,反之,则生长势较弱甚至死亡,达不到预期的景观效果。

2.1 道路植物种类选择

北京是全国的交通枢纽,道路四通八达。道路绿化是城市园林绿化的重要组成部分,关系着北京居民出行的幸福感和获得感,也关系着外地游客对北京的第一印象。

行道树作为道路的配套设施,能够改善区域生态环境、消除噪音、净化空气、调节气候以及涵养水源,也代表着一个城市当地生态环境的特点及文化韵味。由于受到树池小、整体土壤性质较差以及汽车尾气污染等不良因素影响,行道树的生长环境整体偏差,树种选择范围较窄。如银杏(*Ginkgo biloba* L.)对融雪盐敏感;油松(*Pinus tabulaeformis* Carrière)等松树类对城市热辐射敏感,作为行道树极易产生黄叶、焦叶,生长状态较差^[15];垂柳(*Salix babylonica* L.)作为行道树,枝条低垂,给行人出行带来极大不便。北京的乡土树种国槐(*Styphnolobium japonicum* (L.) Schott)、栾树(*Koelreuteria paniculata* Laxm.)、白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb.),耐粗放管理,树形姿态优美,分叉点高,成材快,郁闭度高,病虫害少,比较适合用作行道树。

机非隔离带中可种植低矮灌木或草本植物,如沙地柏(*Juniperus sabina* L.)、紫叶小檗(*Berberis*

thunbergii)、小叶黄杨(*Buxus sinica* var. *parvifolia* M. Cheng)、萱草属(*Hemerocallis* L.)植物等。为了不遮挡司机和行人的视线以确保安全,若选用萱草属植物,可以选择花期长、植株低矮的“金娃娃”萱草(*Hemerocallis fulva*),而不宜选用花葶挺拔的大苞萱草(*Hemerocallis middendorffii* Trautv. et Mey.)。

2.2 滨水地段植物选择

北京滨水廊道众多,河湖水系发达,不同年份和季节,由于降水量的差异,湖泊和河流的水量、水位均有一定的变化。因此,需要根据水的来源、历年降水量和河湖的最大容水量做出合理估算和规划,在滨水地段或者地势低洼处,需要考虑植物的耐水性。植物被水淹后,由于处于周期或长期的厌氧或缺氧状态,限制植物的有氧呼吸和维持生命活动所需能量的产生,导致土壤还原势降低和有毒物质积累,从而对植物的生存构成严重威胁^[16]。因此,常年积水水域可以选择荷花(*Nelumbo nucifera* Gaertn.)、睡莲(*Nymphaea tetragona* Georgi)、菖蒲(*Acorus calamus* L.)等水面植物,滨水地段或者地势低洼处可以种植耐水湿的榆树(*Ulmus pumila* L.)、柳树(雄株)等树种,以及香蒲(*Typha orientalis* C. Presl)、红蓼(*Polygonum orientale* Linn.)、芦苇(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)等驳岸植物,避免种植华山松(*Pinus armandii* Franch.)、油松、玉兰(*Yulania denudata* (Desr.) D. L. Fu)、华北紫丁香(*Syringa oblata* Lindl.)、国槐、小叶白蜡、银杏、栎树等耐水性差的树种。以垂柳为例,在水边可以营造出柳枝低垂,杨柳依依的旖旎风光,即使被水淹,生长状态尚可。不易被水淹没的地势较高处,可以按照常规方式进行植物配植,适当选择一些碧桃(*Amygdalus f. persica duplex* Rehd.)、樱花(*Cerasus yedoensis* (Mats.) Yü et Li)等植物,创造出桃红柳绿,燕舞莺啼的河岸风光。

2.3 庭园植物选择

庭院植物的选择较为宽泛,可以根据造景需求和植物的生态习性遴选出恰当的物种。成片绿地可适当增加彩色植物以增添美感,如黄栌(*Cotinus coggygria* Scop.)、紫叶李(*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea* (Jacq.) Rehd.)、紫叶矮樱(*Prunus cistena*)、紫叶稠李(*Prunus virginiana* L.)、美人梅(*Prunus blireana*)、红瑞木(*Cornus alba* L.)、金枝槐(*Sophora japonica*)、中华金叶榆(*Ulmus pumila*)等小乔或灌木。在人员密集的场所,避免栽种有毒、有刺、落果、飞絮、花粉污染的植物种类。为预防苹桧锈病,蔷薇

科植物与柏科植物不宜栽种在一起。某些植物之间存在化感作用,也应避免近距离栽植。地被植物可以选择野牛草(*Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm.)、马蔺(*Iris lacteal* Pall.)、玉簪(*Hosta plantaginea* (Lam.) Asch.)、射干(*Belamcanda chinensis* (L.) Redouté)、萱草、蓝蝴蝶鸢尾(*Iris tectorum* Maxim.)、八宝景天(*Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba)、匍匐委陵菜(*Potentilla reptans* L.)、蛇莓(*Duchesnea indica* (Andrews) Focke)、连钱草(*Glechoma longituba* (Nakai) Kupr.)、涝峪苔草和麦冬(*Ophiopogon japonicus* (Thunb.) Ker Gawl.)等。

3 根据实践经验安排绿化工作

3.1 减少杨柳飞絮

杨柳树具有速生、耐干旱、抗逆性强等特点,自20世纪60—70年代以来,作为北京街景的重要部分,在释氧固碳、降温增湿、减菌杀菌、吸收有毒有害物质等方面发挥了重要的生态价值。据园林绿化部门普查,截至2017年,北京建成区有约200万株杨柳树雌株,占园林绿化乔木总量3700万株的5.4%^[17]。每年4月中旬,北京地区杨柳雌株开始飞絮。杨柳树飞絮是植物种子随风传播实现物种繁衍的自然现象。然而,杨柳飞絮不光影响市容、市貌,给环卫工人增添很大的工作量,而且,由于质轻易燃、分布广泛、燃烧速度快,存在极大的火灾隐患,也给人的呼吸道和眼睛带来不适,还可能引发哮喘甚至导致死亡^[18]。广大市民通过各种渠道表达对杨柳飞絮治理的诉求,需要采取有效措施加大治理力度。

除了飞絮扰民,杨柳树长成大树后,空心现象严重,在大风或者夏季雷雨天气,极易发生倒伏,给人们的出行带来极大安全隐患。由此可见,杨柳树不适合在北京大面积栽种,当作行道树也不安全,而且将杨柳树砍伐改种其他树种也需耗费大量的人力、物力。

近年来,针对杨柳树飞絮这一“扰民”特性,北京市出动大量人力、物力来治理这一现象。在新建及改造绿化工程中严把苗木关。各项绿化建设改造工程中严禁使用杨柳雌株,结合城市园林绿化更新改造工程,对现有的老、残、病株逐步更新改造。现有的杨柳树主要通过高位嫁接(雌株的砧木嫁接雄株的接穗)、喷药^[18-19]、推广注射花芽抑制剂、修剪雌株枝条抑制或减少飞絮。飞絮成熟爆发期,对主要道路和重点地区采用高压水枪冲洗、地面湿化处理、及时收集飞絮、深度掩埋等无害化处置措施消除

隐患,减少二次飘移,并在飞絮期辨识杨柳树雌雄株,加强台帐建设。同时,充分利用广播、电视、报纸、网络、微博、微信等媒体和景点的宣传栏、警示牌、标语、门票等媒介,加强科普宣传教育工作,广泛普及杨柳飞絮基本知识和治理措施,引导广大市民正确认识杨柳树作为乡土树种的生态和景观效益,树立对杨柳飞絮问题的科学态度,营造良好的社会氛围和舆论环境。

3.2 考虑传统文化习俗

中国历史悠久,留下了很多关于植物的传统文化习俗,如用萱草代指母亲,用香椿(*Toona sinensis* (Juss.) M. Roem.)代指父亲,用棠棣(*Cerasus japonica* (Thunb.) Loisel.)代指兄弟。《堪舆手记》中说:“宅第欲求人安逸,东种桃柳西榴榆,南种青梅与红枣,北种杏花高树立。”这些说法符合树种的生理特性,包含一定的科学道理。“前不栽桑,后不栽柳,当院不栽鬼拍手”则是大家对于谐音的忌讳和对噪声的反感。城市园林绿化需要结合宗教祭祀、民俗礼仪、精神崇拜等文化内涵,综合考虑树形、采光、谐音、寓意等因素,特别是毗邻居民区的绿地,慎重选择植物种类,如选择月季(*Rosa chinensis* Jacq.)、芍药(*Paeonia lactiflora* Pall.)、牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)等礼仪植物,紫藤(*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet)、西府海棠(*Malus micromalus* Makino)、侧柏(*Platycladus orientalis* (L.) Franco)、牡丹、金银忍冬(*Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim.)、山桃、山杏、小叶鼠李(*Rhamnus parvifolia* Bunge)、六道木(*Zabelia biflora* (Turcz.) Makino)等形意植物^[20]。园林绿化工作初衷是“为民办实事”,十里不同风,百里不同俗,园林绿化工作要在考虑中国传统文化习俗的前提下,虚心听取当地老百姓的意见或建议,把工作落到实处,做老百姓满意的民心工程,才能实现双赢。

4 降低养护成本,厉行节约型园林绿化建设

养护成本是园林绿化工作的重要支出之一。因此,节约养护成本,以工作中的实际行动响应国家提出的建设资源节约型社会的倡议,克勤于邦,意义重大。

由于园林绿化工作涉及植物种类繁多,而且由于人力资源、栽种地点等因素的限制,还属于相对粗放的管理。因此,应减少不必要的名贵花木,选择抗性强的“皮实”型花木种类,可从源头上节省后期的养护成本,如白榆(*Ulmus pumila* L.)和臭椿(*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle)基本不需要人工呵

护,生命力极强,可以在片林中种植,实现自然繁殖^[21]。

北京属于温带季风气候,冬季寒冷干燥。抗寒性弱的树种,如雪松(*Cedrus deodara* (Roxb. ex Lamb.) G. Don)需要搭设风障越冬。抗寒性强的树种,如国槐、蒙古栎(*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.)、核桃楸(*Juglans mandshurica* Maxim.)、山杨(*Populus davidiana* Dode)、枫杨(*Pterocarya stenoptera* C. DC.)、棘皮桦(*Betula dahurica* Pall.)、大果榆(*Ulmus macrocarpa* Hance)、糠椴(*Tilia mandshurica* Rupr. et Maxim.)、紫椴(*Tilia amurensis* Rupr.)、元宝槭(*Acer truncatum* Bunge)、栎树、油松、白皮松(*Pinus bungeana* Zucc. et Endl.)、白榆、白蜡、臭椿等北京本地树种较易越冬,可以节省搭设防风障、防寒围布等防寒费用^[21]。

不同物种的寿命差异很大,这也使园林绿化者要适当选择一些寿命长的花木种类,以避免经常性砍伐和重新栽种所需的巨额费用,如地被植物减少冷季型草坪和一年生草本植物的使用,适当增加宿根花卉,在一些郊野、半郊野、森林公园,可以适当保留一些原有地被,营造近自然景观。

5 严防生态入侵,守护首都生态安全

近 20 年来,生态入侵已成为生态学的新热点,入侵种对生态系统功能所造成的影响已被越来越多的人所认识^[22-24],生物安全问题已成为全世界、全人类面临的重大生存和发展威胁之一。随着经贸等交流活动的增加,中国近年来的生态入侵呈高发态势,20 世纪 90 年代以前每 8~10 年发现 1 种入侵物种,到 90 年代以后,每年发现入侵物种 1~2 种^[25-26]。以北京为例,截至 2009 年,共发现外来入侵植物 48 种^[27]。而闫小玲等^[28]经过调查和对大量文献资料的整理和分析,确定截至 2014 年,北京的外来入侵植物已达 182 种。严防生态入侵已成为北京市园林建设中不可忽视的问题。

园林绿化工程栽植的花木数量较多,一般会形成连续色带或聚集成林,如果选用的物种不当,存在物种入侵的潜在风险。园林工作者在引种外来物种时,必须杜绝盲目引种和推广行为。同时需要了解这些物种的生态特性、扩散能力,而且要清楚引入地的生境,经过科学论证、风险评估、控制性试验后,才能确定能否推广应用^[29]。在园林绿化中要提高警惕,坚决禁止栽植列入《全球入侵植物名录》《中国第一批外来入侵物种名单》《中国第二批外来入侵

物种名单》的入侵物种,严格遵守《进出境动植物检疫法》《植物检疫条例》《森林法》《种子法》《邮政法》等我国现有的涉及外来生物入侵的法律;尽可能多栽种已具有多年栽植经验的物种或本地种,确保我国生物种质资源的安全和生态环境的稳定,杜绝凤眼莲(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)、紫茎泽兰(*Ageratina adenophora* (Sprengel) R. M. King & H. Robinson)、黄顶菊(*Flaveria bidentis* (L.) Kuntze)等类似物种入侵事件的重演^[30-32]。

“我国总体上仍然是一个缺林少绿、生态脆弱的国家,造林绿化,改善生态,任重而道远”。因此,更要“像保护眼睛一样保护生态环境,像对待生命一样对待生态环境”,为生态环境站好岗,把好关,坚守物种入侵的生态防线,严防生态入侵,避免让本就脆弱的生态雪上加霜,努力营造良好生态环境这一最公平的公共产品,打造最普惠的民生福祉。

6 结语

园林绿化涉及社会效益、环境效益、文化效益等多方面的平衡与完善,关系到政府部门、社会团体和普通老百姓的切身利益,是一个复杂的综合体系,园林绿化工作可谓牵一发而动全身。随着“京津冀一体化”的推进,城市园林规划用地紧张,未来北京市的园林绿化发展必须更加注重科学论证,讲究质量和效益,进一步提升北京市园林绿化水平。

北京市园林绿化工作需要深入贯彻习近平生态文明思想,把生态文明建设摆在更加突出的位置,让生态文明成为首都这座城市的亮丽底色,进一步加强文化自信,避免“拿来主义”,充分考虑我国国情民意,深入发掘我国北方特别是北京市本地种资源丰富的优势,大力加强乡土植物驯化,筛选适宜的植物品种,秉承人与自然和谐共生、丰富生物多样性的理念,选用野生、乡土、长寿、抗逆、景观等各类植物科学配置、巧妙搭配、物尽其材,营造高效、稳定、极具鲜明特色的生态绿地。园林工作者要树立“节约就是效益、节约就是收入”的理念,时刻牢记“勤俭节约意识”,在确保养护质量的同时,千方百计降低养护成本,厉行节约型园林绿化建设。

参考文献:

[1] 田玉荣. 园林树木在城市生态建设中的作用[J]. 现代农业科技, 2010(22): 204, 206.
[2] 杨玉萍, 周志翔. 城市近自然园林的理论基础与营建方法[J]. 生态学杂志, 2009, 28(3): 516-522.

[3] 李树华, 王勇, 康宁. 从植树种草, 到生态修复, 再到自然再生——基于绿地营造视点的风景园林环境生态修复发展历程探讨[J]. 中国园林, 2017, 33(11): 5-12.
[4] 李祖政, 尤海梅, 王梓懿. 徐州市景观格局对绿地植物多样性的多尺度影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(6): 1813-1821.
[5] 孟雪松, 欧阳志云, 崔国发, 等. 北京城市生态系统植物种类构成及其分布特征[J]. 生态学报, 2004(10): 2200-2206.
[6] 邢韶华, 肖雁青, 林大影, 等. 北京山区与城区植物组成比较[J]. 广西植物, 2007, 27(3): 487-492.
[7] WANG G M, ZUO J C, LI X R, et al. Low plant diversity and floristic homogenization in fast-urbanizing towns in Shandong peninsular, China: effects of urban greening at regional scale for ecological engineering[J]. Ecological Engineering, 2014(64): 179-185.
[8] 杨志斌, 陶金川, 黄致远, 等. 中国亚热带稀有濒危活植物的迁地保育[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2000(S1): 43-46.
[9] 徐剑琼. 浅谈城市园林建设中的植物配置[J]. 科技资讯, 2010(23): 157-158.
[10] 殷丽峰, 张文秀, 任斌斌. 北京城市公园植物多样性特征分析[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2020, 41(3): 21-26.
[11] 王琳, 赵明. 雾灵山生态旅游区主要观赏植物资源研究[J]. 河北林果研究, 2014, 29(1): 100-105.
[12] 余琦殷, 宓春荣, 邢韶华, 等. 北京市奥林匹克森林公园植物组成分析[J]. 生态科学, 2012, 31(6): 646-651.
[13] 王谦. “三不草”下山绿化城市[N]. 北京日报, 2018-08-25.
[14] 金莹杉, 马润国, 周晓东. 北京小西山资源植物现状及其发展对策研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 140-144.
[15] 陈长征. 银杏作城市主干道行道树应用探讨[J]. 现代农业科技, 2009(7): 75, 78.
[16] 谭淑端, 朱明勇, 张克荣, 等. 植物对水淹胁迫的响应与适应[J]. 生态学杂志, 2009, 28(9): 1871-1877.
[17] 曹滢. 200万株杨柳飞絮成灾 北京园林局: 2020年明显改善[N]. 新华网, 2017-04-12.
[18] 乔建国, 王晓媛. 杨柳树飞絮的治理措施[J]. 河北林业科技, 2008(5): 46-47.
[19] 冯强, 彭影, 郭彩伶, 等. 杨柳飞絮治理技术[J]. 河北林业科技, 2012(4): 28-30.
[20] 金莹杉, 马润国, 周晓东. 北京小西山资源植物现状及其发展对策研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 140-143, 202. (下转第88页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.015

生态视角下大理市海东新区山地城镇建设敏感性因素分析

尹一帆¹, 胡多才²

(1. 云南师范大学, 云南 昆明 650500; 2. 国家林业和草原局昆明勘察设计院, 云南 昆明 650000)

摘要:以大理市海东新区为研究区,通过对森林植被、生物多样性、地形地貌、水环境、人文环境、开发建设成本等建设敏感性因素进行综合分析,提出生态保护视角下的海东新区山地城镇建设中保护与发展建议,为海东新区城市建设发展以及生态环境开发利用和保护提供依据,探索出一条具有云南特色的山地城镇化生态发展道路。

关键词:山地城镇;敏感性因素;生态环境;海东新区

中图分类号:S718.554;S284;TU984.2 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0084-05

引文格式:尹一帆,胡多才.生态视角下大理市海东新区山地城镇建设敏感性因素分析[J].林业调查规划,2021,46(6):84-88. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.015

YIN Yifan, HU Duocai. Sensitivity Factors of Mountain Towns Construction in Haidong New District of Dali from the Perspective of Ecology[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6):84-88. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.015

Sensitivity Factors of Mountain Towns Construction in Haidong New District of Dali from the Perspective of Ecology

YIN Yifan¹, HU Duocai²

(1. Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 2. Kunming Survey and Design Institute of State Forestry and Grassland Administration, Kunming 650000, China)

Abstract: Based on the comprehensive analysis of construction sensitivity factors such as forest vegetation, biodiversity, landform, water environment, cultural environment and development and construction cost in Haidong New District of Dali, this paper put forward some suggestions on protection and development in the construction of mountainous towns from the perspective of ecological protection, which provided a basis for the urban construction and development of Haidong New District and the development, utilization and protection of ecological environment, and explored an ecological development road of mountain urbanization with Yunnan characteristics.

Key words: mountain towns; sensitivity factor; ecological environment; Haidong New District

山地城镇化是加快山区发展不可逾越的阶段,是国家城镇化建设的重要组成部分,也是实现山区与全国同步建成小康社会的关键所在^[1]。云南省山区和半山区占土地总面积的 94%,而平坝区仅占

6%,全省 80%以上的人口生活在平坝区域,可供建设和耕作的土地资源相对不足^[2]。山多地少的特殊地理条件和生态环境决定了云南省只能走适度开发低丘缓坡山地,建设发展少量山地城镇的道路,目

收稿日期:2021-02-23.

项目名称:大理洱海东部面山生态修复国家长期科研基地项目(2020132559).

第一作者:尹一帆(1985-),女,云南昆明人,在读博士,讲师.研究方向为城乡规划、旅游规划. Email:yinyifan-33@163.com

的在于破解耕地保护与建设用地需求之间的矛盾,实现经济社会科学发展、和谐发展和跨越式发展^[3]。为探索具有云南特色的城镇化道路,保护洱海西岸优质耕地和洱海流域湖光山色,大理市城镇化建设聚焦海东山地城镇开发,在制定规划、海东开发、海西保护、城镇上山、工业上山、项目上山等方面取得了突破性进展^[4]。然而,近年来随着洱海周边房地产过度开发、旅游无序发展等难题的出现,催生了生态环境问题,大理海东新区面临全面停止开发,为洱海保护让路的困境。但是,大理市海东片区地理环境优越,低丘缓坡资源量大,是大理市围绕洱海保护进行山地城镇建设的重点发展区域^[5]。因此,选取此区域作为研究对象,通过对其建设敏感性因素分析,为协调洱海流域生态保护与城镇化、经济发展的矛盾,促进低丘缓坡山地开发及山地城镇可持续发展提供参考借鉴,以更好地践行“绿水青山就是金山银山”的绿色发展使命^[6]。

1 区域概况

海东新区位于大理市东部,东邻宾川县,南起凤太路,西临洱海,北与洱源县和鹤庆县相接^[2]。海东新区规划建设区紧接洱海,规划建设面积 140 km²,三面环山,一面临水,建有大理州机场和满江片区规划建设的仅次于昆明的云南第二大高铁枢纽中心,地理区位和交通优势非常明显(图 1)。大理海东新区拥有丰富的低丘缓坡土地资源,区域内无基本农田,林地和耕地为主要农用地类型,有利于山地城镇建设用地的开发^[5]。但该区属喀斯特岩溶地貌,大片岩石裸露,常年干旱少雨、土地贫瘠,立地条件差,也是洱海流域生态绿化的重点攻坚区域。

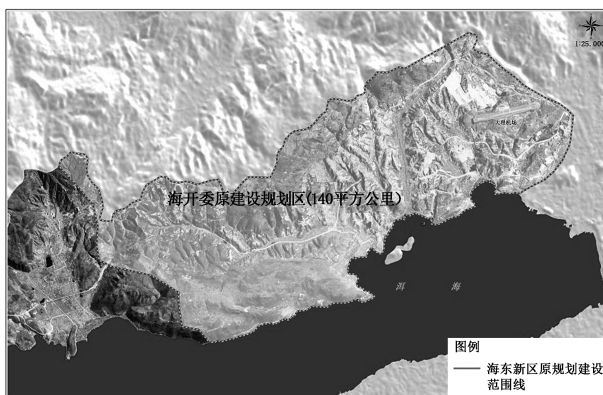


图 1 大理市海东新区规划建设范围

Fig. 1 Planning and construction scope of Haidong New District of Dali City

2 建设敏感性因素分析

洱海是云南省第二大高原淡水湖泊,是洱海流域区社会经济赖以发展的重要基础,也是生态环境保护的高敏感区。近年来随着大理州经济社会的快速发展,洱海流域生态环境面临的压力不断增大,洱海流域的系统保护与治理成为解决洱海生态环境问题的关键^[7]。为更好地控制和保护洱海流域,海东新区山地城镇建设需要综合考虑生态保护、地形地貌、水环境、人文环境、开发建设等诸多因素,特别是洱海生态保护安全格局的塑造要求特别高,因此,土地利用的合理性需要科学论证^[8]。

2.1 森林植被和生物多样性影响因素分析

海东新区总面积 14 000 hm²,森林覆盖率 30.57%,明显低于大理市森林覆盖率 39.5%。区域内主要植被有云南松、柏木、桉树、车桑子等,群落和林分结构单一,以次生植物为主,地带性植被多以孤立木或残余成分分布,天然林比例较低,工程造林多为低质低效林,森林生态效益低。海东新区因地处洱海流域东部面山区域,立地条件较差、土壤极度贫瘠、石漠化程度高、山高坡陡、人为干扰严重、土壤侵蚀量大、干旱缺水、保水保肥力差、大风天多、土壤腐殖质含量低、植物群落结构单一、植被覆盖率低、生态退化严重、区域生态环境等问题日益突出。近年来,各级政府投入大量的人力、物力、财力,开展了洱海面山绿化工程、天然林保护工程、岩溶石漠化综合治理、退耕还林、陡坡地治理等生态建设工程,并取得了一定成效。洱海流域东部面山已从原来以扭黄茅、旱茅为主、小石积等灌草型植被体系,提升演替为以车桑子为主、圆柏等乔灌型植被体系,但目前的生境状态仍无法通过自然演替恢复到地带性植物的高级群落结构水平。而且依靠人工和自然演替的结合,需要经历漫长的时间,尤其是该区域较为干旱,蒸发量远大于降雨量,空气湿度较低,生境条件差,如果植被遭到破坏,会造成生态环境的不可逆。以海东新区 14 000 hm² 规划建设面积计算,占用林地 4 280 hm²,占用灌木林地等其他林地 2 803 hm²,将对森林植被的保护和生态效益带来巨大挑战。虽然可以通过园林绿化工程进行弥补,但不可能达到原生状态,森林生态效益将受到巨大影响。

2.2 地形地貌限制因素分析

海东新区地理位置特殊,基本以山地地貌为主。区域内地形、坡度变化大,平均坡度在 20°以上,局部地形破碎。采砂厂开发后难以恢复原地貌,水土

流失问题严重,属于洱海流域自然生态敏感区,作为城镇建设区与生态保护矛盾突出。在原地貌基础上进行人工切坡、坡顶增载、坡地建筑等不当的利用方式或过高的开发强度,会使坡地的稳定性受到破坏,导致崩塌、滑坡等危害,而且会花费较大的成本,在景观美学方面也不能取得良好的效果。因此,从地形地貌来看,区域不适宜大面积进行山地城镇开发建设。

2.3 水环境因素分析

海东新区虽然紧邻洱海,但水源仅有龙王庙箐和向阳大沟,年降雨量较少,所以整体区域水资源匮乏。城镇开发在污水排放和水土保持方面影响较大,最为突出的是城镇开发导致的面源污染未得到有效控制,污水收集处理设施建设和运营管理粗放。虽然建成污水处理系统,但由于监管不严也会存在污水直接排放至洱海的情况,导致洱海受到污染,水质下降,保护压力巨大。同时,削坡造地进行山地城镇开发建设,易使高陡边坡发生垮塌和滑坡等危害,不能有效保护区域安全,加重地表侵蚀度,增加雨水对裸露地表的冲刷,水土流失问题接踵而来。

2.4 人文环境因素分析

人文环境对海东新区山地城镇的影响主要包括城镇人口、产业经济、人文景观等因素。按照海东新区发展规划,人口容量为 15 万人,人口密度为 1 071 人/km²,人口容量远超过适度人口容量。尤其是旅游业的发展,使得流域内人口总量快速增加,人类经济活动的扩张加剧了生态环境恶化。因此,拓展城镇发展新空间,以承载人口、产业的疏解转移是区域合理配置人口密度的关键。近些年随着环洱海周边流域旅游、房地产开发强度日益增加,导致流域整体开发超载,环境保护问题凸显。海东新区开发建设应把洱海保护治理与产业转型发展有机结合起来,引导发展模式向绿色生产、生活方式转变。另外,洱海周边房地产过度开发、旅游无序发展,使得传统的地域特性和人文特色逐渐消逝,今后海东新区应通过城市设计和风貌控制进行保护与传承,彰显城镇文化景观特色与城市规划风格。

2.5 开发建设成本因素分析

海东新区土地类型多为耕地、林地和未利用地,山地坡度均在 20°以上。从山地城镇开发建设成本分析,坝区征地成本是山地的 2 倍以上,而在山地平整、道路建设、环境治理等方面,工程量高于坝区城镇建设,特别是较大山体的开挖和重塑,其开发和建设费用是坝区的 4 倍甚至更高,无疑提高了产业准

入门槛。在绿化用地配套建设中,以园林式标准建设的秀北山森林公园为例,占地面积 79.3 hm²,工程建设费用 1.5 亿元,项目建设每年至少耗费管护费用 600 万元,人工干扰重塑园林式山体公园花费至少 2 亿元以上,如果采用自然生态修复方式,以 4.5 万元/hm² 的造林成本计算,营造一些乡土和适生树种,保留自然景观,让其慢慢实现生态的自我循环和修复,总投资约 500 万元,开发建设成本巨大,但效果有待验证。

2.6 综合分析

山地城镇化是一项涉及多学科、多专业的复杂工作,不能将山地城镇化简单地等同于城镇上山,盲目进行坡地开发,稍有不慎就会使流域内生态环境遭受恶性循环。特别是在生态环境敏感的洱海流域范围内,一定要科学地认识山地资源开发利用的复杂性,正确评价目前开发利用方式的利弊,努力探寻出一条山地城镇开发的生态之路。基于海东新区的地域特殊性,山地城镇开发建设敏感性因素影响程度依次为森林植被和生物多样性影响因素、地形地貌限制因素、水环境因素、人文环境因素、开发建设成本因素。其中森林植被和生物多样性影响因素存在不可逆风险;地形地貌限制因素导致局限性较大;水环境因素存在不可控制风险;人文环境因素中规划人口密度较高,会产生诸多附加效应;开发建设成本因素涉及财政风险过高。经综合分析,海东新区山地城镇建设规划区的 140 km² 范围整体上不完全属于开发建设的合理空间。

3 发展建议

山地城镇的生态环境具有敏感性与脆弱性,若开发利用不当,就会给当地的自然生态环境带来严重破坏。因此,综合分析山地城镇发展的自然环境基础,及其与城镇空间规划建设的关系,才能确保山地城镇建设的可持续性发展以及与生态环境的良好适应性。大理海东新区山地城镇建设与生态环境保护关联度较高,属于较为敏感区,将 140 km² 范围纳入规划建设区高于生态阈值,需要调整发展思路,合理配置,为洱海流域留足生态空间。

3.1 合理调整规划范围,满足生态建设需求

洱海东部区域降雨量少、土壤瘠薄、保水性差、岩石裸露、林草稀少的现状反映出生态系统服务功能退化、景观效果差等问题,严重影响了洱海流域的生态安全。受自然条件限制,山地城镇开发建设破坏后流域植被恢复具有不可逆的风险。根据科学合

理性评价,海东新区规划建设范围(140 km²)过大,对流域生态环境带来巨大风险,建议将规划区进行

缩减和调整,调出空间开展大规模生态修复工程,促进区域生态环境与社会经济的协调发展(图2)。

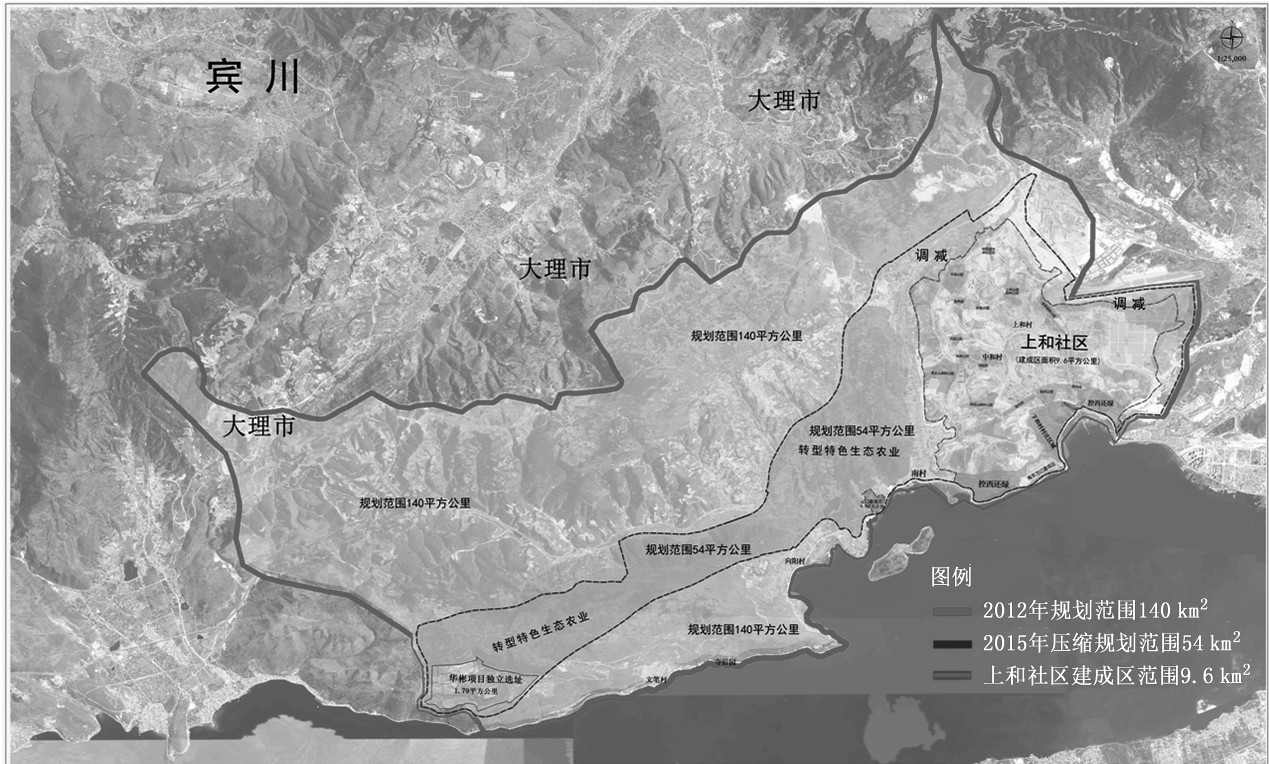


图2 大理市海东新区规划调整

Fig. 2 Adjustment plan of Haidong New District of Dali City

大理市的发展要跳出“环湖造城、环湖布局”的误区,围绕保护洱海,走一条高质量发展新路。以洱海生态环境保护为前提,遵循大理市国土空间规划“控制增量、盘活存量”的原则,对海东新区规划面积进行合理调减,调出空间用于洱海生态建设,完成流域面山的生态修复和保护,为子孙后代留下青山绿水。通过压缩海东新区山地城镇规划范围,转向巍山或宾川距离不远的平坝区发展,在海东面山流域范围内大面积实施生态修复工程。将海东新区交通区位条件和自然景观最好的地块作为公共绿地进行绿化和提升;实施“黄土歼灭战”,集中力量对黄土裸露地块和荒山荒坡进行覆绿;引入边坡生态修复技术,加快各类边坡绿化和生态修复;对流域内所有矿区完成矿山植被修复;将海东片区污水处理厂处理后的中水全部抽到山头地块,作为造林绿化灌溉用水,实现中水回用,不让一滴中水进入洱海,进而产生生态和经济效益;与海东面山其他区域齐头并进开展面山生态修复工作,实施人工造林、退耕还林、封山育林、陡坡地治理等工程。通过转型发

展,确保洱海保护治理各项措施落地见效。

3.2 城镇建设与生态保护并重,打造绿色山城

海东新区转型、转移发展要树立山地城镇开发建设与生态环境保护并重的意识,在规划实施阶段,要注重开发与环境保护相结合,充分制定好生态环境保护措施,尽量顺应坡地的自然形态进行利用,构建山川、水文、生态的良性环境系统。积极探索洱海东岸石质化山地植被恢复方法和途径,通过人工造林和封山育林,切实恢复洱海面山径流区森林植被,构建洱海流域生态安全屏障,推进森林大理建设。以改善水环境质量为核心,加强水源区森林保护和森林培育,从源头上保障饮用水安全,并通过实施海绵城市工程和生活污水治理,有效整合海东新区自然水循环系统和社会水循环系统。加强昆明—大理—丽江高速公路建设以及大理市洱海东岸面山一线生态修复项目的实施,有利于进一步优化区域景观效果和提升旅游环境,促进区域旅游转型升级。切实调整洱海流域农业种植结构,推行绿色生态种植,促进农业绿色生态转型发展,建立健全生态补偿

机制。加快建设具有多种功能于一体的综合公园、主题公园、社区公园和防护绿地,充分发挥城市绿化生态效应。

综上,山地城镇开发特别是在生态环境高敏感区,一定要以生态环境保护为前提,这是实现“山、水、林、田、湖、草”综合治理的客观反映和要求。在未来发展中,大理市海东新区的山地城镇规划建设,要做好生态保护与土地高效利用、城镇化科学发展的高度统一,立足洱海流域生态环境保护和生态质量提升,进一步优化洱海流域空间格局,构建科学合理的生态安全格局。实现既保护好洱海高原明珠,也能促进区域经济良性发展的目标,为探索出一条具有云南特色的山地城镇化发展道路提供宝贵经验。

参考文献:

[1] 丁宇,张雷,吴映梅. 山地城镇化的困境与出路:以云南省大理州为例[J]. 山地学报,2018,36(6):917-929.
 [2] 李金伟,彭祖强. 大理市海东新区山地城市的开发建议[J]. 四川建材,2015,41(5):75-77.

[3] 阮兴文. 保护坝区农田与建设山地城镇——云南省大理州的实证研究[J]. 经济研究导刊,2012,164(18):47-48.
 [4] 唐筱玲. 大理州山地城镇建设的探索与思考[J]. 大理学院学报,2013,12(11):33-38.
 [5] 张洪,王一涵,束楠楠. 山地城镇建设用地选择与布局研究——以大理市海东区为例[J]. 安徽农业科学,2016,44(26):193-199.
 [6] 张洪,李中元,李彦. 基于生态安全的山地城镇土地可持续利用模式研究——以云南大理市为例[J]. 地理研究,2019,38(11):2681-2694.
 [7] 朱江,詹浩,杨箐丛. 流域治理视角下的国土空间规划探讨——以大理白族自治州国土空间规划为例[J]. 规划师,2020(19):34-39.
 [8] 张洪,王思明. 城镇化背景下低丘缓坡山地开发与耕地保护的权衡——以大理为例[J]. 安徽农业科学,2020,48(20):65-70,116.

责任编辑: 陈旭
 校 对: 许易琦 陈旭

(上接第 83 页)

[21] 蒋高明. 多栽本地树可免冬季树穿衣[N]. 科学时报,2008-12-01.
 [22] EVANS R D, RIMER R, SPERRY L, et al. Exotic plant invasion alters nitrogen dynamics in an arid grassland [J]. Ecological Applications, 2001, 11(5):1301-1310.
 [23] MICHELLE C M, D'ANTONIO C M, LEY R E. Alteration of ecosystem nitrogen dynamics by exotic plants: A case study of C₄ grasses in Hawaii [J]. Ecological Applications, 2001, 11(5):1323-1335.
 [24] FORREST J M, BRIAN C, CARTHY M. Effect of environmental variation on the invasive success of a nonindigenous forest herb [J]. Ecological Applications, 2001, 11(5):1336-1348.
 [25] 万方浩,郑小波,郭建英. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制[M]. 北京:科学出版社,2005.
 [26] 万方浩. 外来入侵植物意大利苍耳在我国适生区预测[J]. 草业学报,2010,19(6):222-230.
 [27] 杨景成,王光美,姜闯道,等. 城市化影响下北京市外

来入侵植物特征及其分布[J]. 生态环境学报,2009,18(5):1857-1862.
 [28] 闫小玲,刘全儒,寿海洋,等. 中国外来入侵植物的等级划分与地理分布格局分析[J]. 生物多样性,2014,22(5):667-676.
 [29] 张庆费. 严防慎用防治外来物种入侵[N]. 中国花卉报,2006-10-25.
 [30] 高雷,李博. 入侵植物凤眼莲研究现状及存在的问题[J]. 植物生态学报,2004,28(6):735-752.
 [31] 鲁萍,桑卫国,马克平. 外来入侵种紫茎泽兰研究进展与展望[J]. 植物生态学报,2005,29(6):1029-1037.
 [32] 张天瑞,皇甫超河,杨殿林,等. 外来植物黄顶菊的入侵机制及生态调控技术研究进展[J]. 草业学报,2011,20(3):268-278.

责任编辑: 陈旭
 校 对: 许易琦 陈旭

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.016

云勇林场不同林业发展模式森林资源动态分析

唐敏聪¹,陈世清²,杨清³,苏木荣⁴,王锋⁵

(1. 广东省龙眼洞林场,广东 广州 510520; 2. 华南农业大学,广东 广州 510642; 3. 广东森科园林绿化工程有限公司,广东 广州 510520; 4. 佛山市云勇生态林养护中心,广东 佛山 528518; 5. 广东省德庆林场,广东 德庆 526600)

摘要:为探究佛山市云勇林场不同林业发展模式森林资源动态变化,采用1993、2001、2012、2018年云勇林场森林资源规划设计调查数据及期间连续25年林场主要森林资源培育、利用档案材料,采用Excel 2019软件进行统计及纵向对比分析。结果表明,I~III时期林业发展模式,随着时间的推移,林场的乔木林面积,森林覆盖率,生态公益林面积,一、二级生态功能等级林分面积比例,乡土树种种类数量及种植阔叶混交林面积不断增大。其中,生态公益林面积增幅最大的是I模式时期,为75.1%,应用乡土树种种类数量最多及种植阔叶混交林面积最大的是II模式时期,分别达134种和1429.0 hm²,而在III模式时期,乔木林面积占比及森林覆盖率增幅最大,分别达11.63%和12.02%;一、二级生态功能等级林分面积比例最大,达92.62%,森林植物景观变化最丰富,斑块面积最趋均匀。森林总蓄积量及乔木林单位蓄积量均呈先降后升趋势,造林面积先升后降趋于“0”。随着I~III时期林业发展模式的转变,林场获取的木材资源数量越来越少,对森林的干扰不断减弱,生态景观功能不断增强,提供绿色公共生态服务产品越来越多。

关键词:林业发展模式;森林资源动态;生态功能等级;森林植物景观;乔木林单位蓄积量;云勇林场

中图分类号:S758.4;F316.23 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0089-06

引文格式:唐敏聪,陈世清,杨清,等.云勇林场不同林业发展模式森林资源动态分析[J].林业调查规划,2021,46(6):89-94,172. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.016

TANG Mincong, CHEN Shiqing, YANG Qing, et al. Dynamic Analysis of Forest Resources in Different Forestry Development Modes in Yunyong Forest Farm [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46 (6): 89 - 94, 172. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.016

Dynamic Analysis of Forest Resources in Different Forestry Development Modes in Yunyong Forest Farm

TANG Mincong¹, CHEN Shiqing², YANG Qing³, SU Murong⁴, WANG Feng⁵

(1. Longyandong Forest Farm, Guangzhou 510520, China; 2. South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. Guangdong Senke Landscaping Engineering Co., Ltd, Guangzhou 510520, China; 4. Yunyong Ecological Forest Maintenance Center, Foshan, Guangdong 528518, China; 5. Deqing Forest Farm, Deqing, Guangdong 526600, China)

Abstract: In order to explore the dynamic development of forestry resources in different forestry development modes in Yunyong Forestry Farm of Foshan City, the data of forest inventory for planning and design

收稿日期:2021-01-13;修改日期:2021-01-29.

基金项目:广东省林业科研计划项目(2019-20)资助.

第一作者:唐敏聪(1988-),男,广东广州人,硕士研究生,工程师.研究方向为森林资源管理. Email:287522017@qq.com

责任作者:陈世清(1966-),男,江西九江人,教授.研究方向为森林资源管理. Email:sqc@scau.edu.cn

of Yunyong Forest Farm in 1993, 2001, 2012 and 2018, and the archival materials of forest resource cultivation and utilization for 25 consecutive years were used for statistics and longitudinal comparative analysis by Excel 2019 software. The results showed that the arbor forest area, the forest coverage, the ecological public welfare forest area, the area proportion of stand in primary and secondary ecological function grades, the number of native tree species and the area of broad-leaved mixed forest increased with the time in I ~ III forestry development modes. The largest increase in the area of ecological public welfare forest was in mode I, which was 75.1%. The largest number of native tree species and the largest area of planting broad-leaved mixed forest were in mode II, which reached 134 species and 1 429.0 hm² respectively. The proportion of arbor forest area and forest coverage increased the most in mode III, which reached 11.63% and 12.02% respectively. The proportion of stand area in the primary and secondary ecological function grades was the highest, up to 92.62%, with the most abundant changes of forest plant landscape and the most uniform patch area. The total volume and the unit volume of arbor forest decreased first and then increased, and the afforestation area increased first and then decreased to “0”. The interference to the forest was weakened, the ecological landscape function was strengthened, and more and more green public ecological service products were provided with I~III forestry development mode change.

Key words: forestry development model; forest resource dynamics; ecological function grade; forest plant landscape; unit volume of arbor forest; Yunyong Forest Farm

纵观世界各国的林业发展, 大多都是经过由木材利用到木材培育和利用, 再到可持续发展的过程^[1]。林业发展模式与国民经济发展、林业产业定位, 森林经营理念及林业管理模式、政策支撑与国家发展战略等息息相关^[2]。而森林资源的变化是社会、经济、环境协调发展对林业产品培育与保护利用的反映^[3-5]。国有林场是植树造林、森林资源培育、保护和合理利用资源、维护国家生态安全的重要机构^[6], 国有林场森林资源数量、培育产品和利用力度与林业发展模式关系密切。根据国有林场改革指导思想, 我国现有公益性国有林场通过改革, 林业发展模式必须实现由木材生产为主转变为生态修复和建设为主、由利用森林获取经济利益为主向保护森林提供生态服务为主的生产经营转变^[7]。佛山市云勇林场是广东省较早转制成公益一类事业单位性质的国有林场, 历经不同的林业发展模式, 对其不同林业发展模式下森林资源变化进行研究, 分析总结发展变化规律, 可为进一步推动国有林场发展提供参考。

1 研究区概况

佛山市云勇林场(以下简称“云勇林场”)位于佛山市高明区, 现有经营面积 1 958.29 hm², 其中林业用地面积 1 922.39 hm²。属低山丘陵地形, 年均温 22℃, 年降雨量 1 720 mm, 土壤主要为花岗岩发育而成的赤红壤。现有植被主要为亚热带常绿阔叶

人工林。林场始建于 1958 年, 原为广东省属林场, 于 1984 年下放给佛山市管理。林场自成立至今已有 61 年, 属性历经生产性事业单位、自主自收事业单位(事业单位企业管理)转制成广东省较早公益一类事业单位性质的国有林场^[8]。伴随着属性的转变, 其林业发展历经以培育松树、杉木、桉树等用材林资源为主, 通过获取木材为主要目的的林业发展模式(1958—2001 年), 以生态修复和建设为主、木材生产和生态建设并重的综合性林业发展模式(2002—2013 年)和以生态建设为主保护森林提供生态服务为主要目的的林业发展模式(2013 年至今)。

2 材料与方法

2.1 研究数据来源

采用的基本资料为 1993、2001、2012、2018 年云勇林场不同林业发展模式转变节点森林资源二类调查主要因子数据, 以及 1993—2018 年连续 25 年云勇林场主要森林资源培育和利用的档案材料。

2.2 研究方法

参考我国林业发展历史^[1], 以我国森林分类经营起始时间 1993 年作为研究时间起始点, 结合云勇林场的森林经营历史沿革^[7], 选用 1993—2001 年代表以木材生产为主的林业发展模式(下简称 I), 2002—2011 年代表以生态修复和建设为主的林业发展模式(下简称 II)和 2012—2018 年代表保护森

林提供生态服务为主林业发展模式(下简称Ⅲ)起止年度的森林资源二类调查数据中反映森林资源数量的乔木林面积、森林覆盖率、森林总蓄积量和反映资源质量的乔木林单位蓄积量、生态公益林比例、混交林比例以及反映森林资源利用的生态功能等级和森林景观等级等主要资源因子,不同林业发展模式时期与国有林场主要职能“植树造林,森林资源培育、保护和合理开发利用”^[6]密切相关的林木采伐量,造林面积、应用树种等主要经营产品为对象,纵向对比分析 3 种林业发展模式下森林资源数量、质量和生态景观因子等数据变化。

2.3 数据统计分析

采用 Excel 2019 软件对数据进行统计整理,纵向比较分析 4 个年份 3 个发展模式云勇林场森林资源动态变化数据,研究其变化规律。

1) 乔木林面积占比

乔木林面积占比(%)通过公式(1)计算:

$$Y_i = 100 \times F_i / D_i \quad (1)$$

式中: Y_i 为表现 i 年度乔木林地类面积占总面积百分率; F_i 表示 i 年度乔木林面积; D_i 表示 i 年度有林地总面积;有效数字保留两位小数。

2) 森林覆盖率

区域内单位森林面积(郁闭度 0.2 以上的乔木林地和竹林地面积)与土地面积的之比的百分数。

森林覆盖率(P ,%)通过公式(2)计算:

$$P = 100 \times (\text{森林面积} / \text{土地经营总面积}) \quad (2)$$

式中:森林面积和土地面积的计算单位为 hm^2 ;有效数字保留两位小数。

3) 森林资源因子增长率/下降率

主要指的是本期值比上一统计周期的增长量/减少量与上一个统计周期的比值,通常以百分数的形式表现,该公式主要应用于不同时期与上一周期之间相同内容之间的比较,林木主要资源因子中,不同林业发展阶段乔木林面积占比、森林覆盖率、林木

总蓄积量与乔木林单位面积蓄积量、不同年份林种占比均使用公式(3)进行比较和计算:

$$G_r(R_r) = (C_i - B_i / B_i) \times 100\% \quad (3)$$

式中: G_r 为增长率; R_r 为下降率; C_i 为当期起始数据; B_i 为上一终止期数据,如果计算值为正值(+),则称增长率,如果计算值为负值(-),则称下降率(减少率);有效数字保留两位小数。

3 结果与分析

3.1 森林资源数量变化分析

3.1.1 乔木林面积变化

根据云勇林场 3 个不同林业发展模式起止时间节点 4 个年份森林二类调查数据库资料显示,林场的经营面积处在动态变化之中,主要原因是:(1)部分数据更新不及时;(2)调查技术手段提高带来精度提升;(3)国土与林业部门对林缘边耕地、园地等是否作为林地的标准不统一;(4)不同年份林业部门对办公、生产、生活场所,护林站及林区公路等辅助生产林地与非林地统计方式不统一,导致数据有差异性^[9]。为直观比较,乔木林森林资源数量变化采用各年度乔木面积占经营面积百分比进行比较(表 1)。

从表 1 的数据分析可知,乔木林面积占比从 I 模式起始年的 1993 年的 81.94%到Ⅲ模式 2018 年的 98.95%,总体上呈增加趋势。从增长幅度变化分析,以Ⅲ模式增幅最大,达 11.63%,而 I 与Ⅱ模式增幅相差较小,分别为 4.82%和 3.20%(表 1)。究其原因有 3 点,(1)由于 I~Ⅲ模式林木采伐面积小于造林面积;(2)1993 年的采伐迹地 34.1 hm^2 通过造林转变成乔木林地,而 2016 年后林场已停止林木主伐,只对林分进行森林抚育;(3)在Ⅲ模式,一些竹林、苗圃、灌木林和辅助林地转变成乔木林地。

表 1 云勇林场不同发展时期主要时间节点森林资源数量因子变化

Tab. 1 Factors change of forest resources quantity at main time nodes in different development periods of Yunyong Forest Farm

林业发展模式	年度	经营面积/ hm^2	乔木林地面积/ hm^2	乔木林地面积占比/%	与上一期同比变化率/%	森林覆盖率/%	与上一期同比变化率/%	森林总蓄积量/ m^3	与上一期同比变化率/%
I	1993	1929.0	1555.1	81.94		80.80		125813	
	2002	1928.7	1656.6	85.89	4.82	85.96	6.39	99543	-20.88
II	2012	2007.8	1758.1	88.64	3.20	87.64	1.95	56200	-43.54
III	2018	1958.3	1902.3	98.95	11.63	98.17	12.02	123147	119.12

3.1.2 森林覆盖率变化

从表 1 的数据分析可知,森林覆盖率从 I 模式起始年 1993 年的 80.80% 上升到 III 模式 2018 年的 98.17%,总体上呈增加趋势。从增长幅度分析,以 III 模式时期增幅最大,达 12.02%,其次为 I 模式,增幅为 6.39%,II 模式的增幅最小,仅为 1.95%。究其

原因,与乔木林面积增幅大体相似,造林面积大于采伐面积,III 模式将竹林、苗圃、灌木林和辅助林地通过造林转变成乔木林地,在 II 模式,由于林场要转变为生态型林场,需要加大对用材树种的采伐力度,营造更多生态功能更强的乡土阔叶树种,达到生态修复建设成效,造成 II 模式增幅最低(表 2)。

表 2 云勇林场不同发展时期主要林木资源培育与利用产品变化

Tab. 2 Changes of main forest resources cultivation and utilization products in different development periods of Yunyong Forest Farm

林业发展模式	采伐面积 /hm ²	年均采伐面积 /hm ²	采伐蓄积量 /m ³	年均采伐蓄积量 /m ³	造林面积 /hm ²	年均造林面积 /hm ²	不同造林树种面积/hm ²						
							杉木	松树	尾叶桉	针叶混	速相思	阔叶混	其他阔叶纯林
I	907.9	100.9	101075.0	11230.6	968.8	107.6	454	146.8	227.8		21	119.4	0
II	1413.4	141.3	102890.5	10289.1	1471.9	147.2	0	6.6		18.1	0	1429.0	18.1
III	111.5	18.6	11433.5	1905.6	128.3	21.4	0	0	0	0	0	128.3	0

注:林木采伐统计年度为 1993—2017 年,造林面积统计年度为 1994—2018 年。

3.1.3 森林总蓄积量变化

从表 1 的数据分析可知,森林总蓄积量呈先降后升趋势。从 I 模式起始年 1993 年的 125 813 m³ (最高)一直下降到 II 模式终止期 2012 年的 56 200 m³ (最低),随后再上升到 III 模式 2018 年的 123 147 m³。降幅最大的为 II 模式,下降了 43.54%,增幅最大的是 III 模式,增长了 119.12%。究其成因,在 I 模式和 II 模式,为获得木材利益和加快生态建设,林木采伐量始终居高不下,大量蓄积量较大的成、近熟林被采伐,而 I 模式和 II 模式新栽林木因林龄小,生长量小,林木资源得不到恢复补充,造成总蓄积量不断下降,到 II 模式后期达到最低点,而到了 III 模式,伴随采伐量剧减, I 模式和 II 模式前期栽植林木开始进入中龄,生长量加大,林木蓄积量不断增加,逐步回升。

3.2 森林资源培育产品变化分析

3.2.1 造林树种与林分的变化

伴随着林场主要职能的转变,其森林资源培育的树种发生了重大改变。以木材生产为中心的 I 时期,林场种植的树种以用材特性更突出的杉、松、桉、速相思为主,其造林面积达到 849.4 hm²,占 85.94%,以纯林为主;乡土阔叶树种应用数量仅 24 种,造林面积 119.4 hm²,占 14.06%,为阔叶混交林。以生态修复和建设为主的 II 时期,林场种植树种以生态功能更强大的乡土阔叶树种为主,应用种类达 134 种,其造林面积达到 1 429.0 hm²,占 97.09%,与

I 时期相比,乡土树种应用种类增加了 110 种,阔叶混交林增加了 1 309.7 hm²。进入 III 时期,种植的树种以生态功能强大、同时兼顾商品价值更高的降香黄檀、闽楠、格木、土沉香等 11 种乡土阔叶树种为主,全部为阔叶混交林,其造林面积达 128.32 hm²,占 100%(表 2)。

3.2.2 林种的变化

伴随着林场主要职能的转变,其森林类别中的林种随之发生变化。以木材生产为中心的 I 时期,林场生态公益林比例起始年为“0”,1999 年后,为完成国家下达的生态林建设任务,2 年内把原有商品林分中的 75.10% 划定为生态公益林(树种及所有经营措施均未改变)。以生态修复和建设为主的 II 时期,林场从树种培育根源上主动求变,实现生态建设的转型,生态公益林比例上升到 96.85%。提供生态服务为主的 III 时期,林场充分挖掘地类潜力,把生态公益林比例提高到 98.61%(表 3)。

3.2.3 乔木林单位蓄积量

伴随着林场主要职能的转变,其树种与经营目的随之发生变化,从而导致乔木林单位蓄积量改变。在 I 时期起始之前,林场经营森林的目的是获取木材,乔木林单位蓄积量最高,达 80.90 m³/hm²,而到了末期,需要完成上级下达的生态林建设任务,种植的树种也发生改变,单位面积蓄积量开始下降至 60.09 m³/hm²,其后,在经营转型的 II 时期,为加快生态修复建设任务,林场加大用材树种采伐力度,乔

木林单位蓄积量下降率达到最大,为 46.80%,到 II 时期末期,乔木林单位蓄积量仅为 31.97 m³/hm²,之后,林场进入 III 时期,林木采伐大幅度下降,而早期种植的树木进入快速生长初始阶段,乔木林单位蓄积量出现正向增长,增长率最大达 102.52%,到 III 时期的 2018 年,乔木林单位蓄积量达 64.74 m³/hm²,预计未来,生长量随林分年龄增大而增加,乔木林单位蓄积量会更大(表 3)。

表 3 云勇林场不同发展时期主要时间节点森林资源质量因子变化

Tab. 3 Factors change of forest resources quality at main time nodes in different development periods of Yunyong Forest Farm

林业发展模式	年度	生态公益林面积占比/%	乡土阔叶树种应用种类	混交林面积占比/%	与上一期同比变化率/%	乔木林单位蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)	与上一期同比变化率/%
I	1993	0	0			80.90	
	2002	75.10	24	14.06		60.09	-25.72
II	2012	96.85	134	97.10	590.62	31.97	-46.80
III	2018	98.61	11	100	3.0	64.74	102.52

3.3 森林资源利用变化分析

3.3.1 林木资源利用

“植树造林,森林资源培育、保护和合理开发利用”是国有林场的主要职能,通过大力造林、科学营林、减少商业性采伐是增强生态功能,提升森林质量的重要举措^[6]。从表 2 的分析数据可知,在 I 时期的 9 年内,云勇林场基本按“法正林”理论进行林木资源经营,年均采伐面积 100.9 hm²,年均利用木材量达 11 230.6 m³,提供的年均木材资源最大;II 时期,林场为加快生态修复建设,加大了利用木材资源数量,年均采伐面积为 141.3 hm²,年均利用木材量达 10 289.1 m³;林场进入 III 时期,林木利用大幅度下降,年均采伐面积 18.6 hm²,年均利用木材量为 1 905.6 m³,且大多为低效林改造更新及改善森林环境而开展的林木采伐利用。

3.3.2 生态功能等级变化

以林分林层、植被盖度、郁闭度、生物多样性、枯枝落叶层 5 个因子综合评判森林生态功能等级,对森林资源的生态状况评价具有重要作用,综合得分越大,生态功能等级越高,当林分生态功能一、二级占比超过 50%,可认为该林分生态状况达到较优水

平^[10]。广东自 2002 年建立生态等级评价标准以来,对森林生态功能的优劣有了较为系统的评判标准。云勇林场的生态状况一直处于较优水平,但生态功能等级比重随着不同林业发展模式的转变发生着不断变化。其中,生态功能一、二级林分合计数, I 时期末年和 III 时期 2018 年均高于 II 时期末年;随着林业发展模式的转变,生态功能等级为一级的林分面积占比呈上升趋势,所占比例由 11.46% 上升至 26.77%;生态功能等级为二级的林分面积占比则呈先降后升,总体呈上升的趋势;生态功能等级为三级的林分面积占比呈先升后降趋势;而生态功能等级为四级的林分面积比重则呈先升后降趋势,至 2018 年林分面积占比为 0(表 4);由于 II 时期林场进行较大面积的更新造林,而 III 时期更新改造面积逐年减少,新造林分随着年龄增长,其林分的各种生态因子逐步恢复,生态功能逐渐变强。

表 4 云勇林场不同发展时期主要森林生态资源变化

Tab. 4 Changes of main forest ecological resources in different development periods of Yunyong Forest Farm

生态功能等级	2002 年		2012 年		2018 年	
	面积 /hm ²	占比 /%	面积 /hm ²	占比 /%	面积 /hm ²	占比 /%
一级	221.0	11.46	442.2	21.81	514.60	26.28
二级	1134.7	58.83	659.7	32.53	1299.26	66.35
三级	415.7	21.55	677.7	33.42	108.53	5.54
四级	157.3	8.16	178.7	12.24	35.90	1.83
总面积	1928.7	100	2007.8	100	1958.29	100

注:生态功能等级四级,包括了辅助林地和采伐迹地面积。

3.3.3 森林植物景观变化

森林植物景观是最重要的森林资源利用要素。通过查阅及分析《广东云勇森林公园总体规划(2001-2012)》《云勇生态型林场总体规划(2002-2012)》及云勇林场 1993—2018 年 4 个年份森林资源二类调查相关数据发现(表 5),林场 3 种林业发展模式其主要森林植物景观类型数量变化不大,始终维持在 7~8 种范围,但各森林植物景观类型斑块面积则发生较大变化,其中杉树、松树林、桉树林、相思林景观及其景观斑块面积不断减少,甚至消失,逐步被纯阔叶林、阔叶混交林、针阔混交林 3 种植物景观所替代;同时,依托纯阔叶林、阔叶混交林及针阔

表 5 云勇林场不同年份森林植物景观类型变化

Tab. 5 Changes of forest plant landscape types of Yunyong Forest Farm in different years

森林景观类型	1993 年		2002 年		2012 年		2018 年	
	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%
杉树景观	928.5	59.71	777.4	46.93	37.1	2.11	66.01	3.47
松树林景观	587.1	37.75	400.7	24.19	196.9	11.20	175.04	9.20
桉树林景观			227.8	13.75	42.7	2.43		0.00
相思林景观			21.0	1.27				0.00
纯阔叶林景观					8.0	0.46	591.21	31.08
针叶混交林景观	14.1	0.91	7.4	0.45			20.85	1.10
竹林风景林	3.8	0.24	1.3	0.08				0.00
阔叶混交林景观	21.6	1.39	221.0		1453.9	82.70	408.87	21.49
针阔混交林景观					19.5	1.11	621.10	32.65
油茶林景观							19.18	1.01
合计	1555.1	100.00	1656.6	100.00	1758.1	100.00	1902.30	100.00

注:不包括采伐迹地及辅助林地面积。

混交林景观资源,按照不同的景观要素,云勇林场构建了红花林、芳香林、百果园、珍贵树种园、木兰园、保健林等多种森林景观,极大地丰富了森林景观资源的内涵,吸引了众多游客前来休闲、游憩,逐步实现了森林资源从获取木材为主向提供生态服务产品的转变。

4 结论与建议

基于云勇林场 25 年 3 个不同林业发展模式起止时间节点 4 个年份森林资源规划设计调查数据资料分析,结果表明,Ⅰ~Ⅲ时期林业发展模式,随时间推延,林场的乔木林面积,森林覆盖率,生态公益林面积,一、二生态功能等级林分面积比例,应用乡土树种种类数量及种植阔叶混交林面积不断增大;森林植物景观变化更加丰富,斑块面积更趋均匀。森林总蓄积量及乔木林单位蓄积量呈先降后升趋势。年均获取的木材资源越来越少,造林面积呈先升后降趋势,整体呈现森林干扰不断减弱,生态景观功能不断增强的良好态势。

剖析云勇林场 25 年森林资源动态变化可得到以下结论:国有林场属性决定林场的林业发展模式,进而决定其森林资源总量、培育产品和利用力度。当前,随着广东省大多数林场转变为公益事业单位,其主要功能已明确定位为保护培育森林资源、维护国土生态安全和提供生态公益服务^[11]。因此,如何通过科学的森林资源经营提升森林资源质量成为国

有林场改革的主要目标^[12]。基于云勇林场的森林资源现状提出如下建议。

1) 加强中幼林抚育措施。云勇林场自 1999 年进行生态公益林建设以来,以种植乡土阔叶树种为主,造林密度为 1 665 株/hm²,目前林分郁闭度大多达到 0.6 以上,林木处于中幼龄,乔木树种生长竞争大,因此,必须加强中幼林抚育力度,通过科学的密度调控,培育大径级乔木林,促进单位蓄积量快速增长。

2) 加快公共绿色生态产品培育开发。目前云勇林场森林覆盖率高,生态公益林中以乡土阔叶树种组成的混交林比例大,除发挥水源涵养、水土保持的生态功能外,必须充分挖掘和利用优质森林的其他属性,如加快森林康养、林下经济、科普自然教育、独特森林植物景观建设,同时利用现有森林环境,加大旅游基础设施建设,使之成为珠三角休闲游憩的好场所。

3) 及时总结乡土阔叶树种应用成果,为广东省生态建设提供科学参考。自林场开展生态修复和建设以来,应用乡土阔叶树种达 147 种,其中不乏珍稀和珍贵树种,截至目前,大多数林木生长良好,但随着时间的推移,有些树种成为群落优势种群,有些树种成为群落亚乔木层树种或下木,而有些树种逐步在竞争中处于劣势,甚至死亡消失。因此,需要根据目前的森林资源现状及时进行科学分析,提出林场未来森林资源科学经营的技术措施。

(下转第 172 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.017

广东省古树名木资源活化利用模式探究

陈秋菊¹, 刘新科¹, 练丽¹, 郭盛才¹, 李悦愉²

(1. 广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520; 2. 广州市海珠湿地维护中心, 广东 广州 510399)

摘要: 古树名木是自然和祖先留给后人的珍贵自然文化遗产, 具有重要的历史文化价值、景观价值、种质基因价值和经济价值。在分析广东省古树名木资源保护利用现状和国内古树名木资源利用模式的基础上, 提出“古树+旅游”“古树+林特产品+旅游”“古树+文创+旅游”“古树+乡村体验”等针对广东省的古树名木资源活化利用模式, 提出政府主导, 社会力量广泛参与, 保护古树生长原生环境, 将古树名木资源与乡村产业发展、乡村振兴相结合等策略。

关键词: 古树名木; 资源价值; 活化利用; 利用模式; 广东省

中图分类号: TU986.36 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0095-03

引文格式: 陈秋菊, 刘新科, 练丽, 等. 广东省古树名木资源活化利用模式探究[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 95-97, 189. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.017

CHEN Qiuju, LIU Xinke, LIAN Li, et al. Activation and Utilization Modes of Old and Notable Trees in Guangdong Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 95-97, 189. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.017

Activation and Utilization Modes of Old and Notable Trees in Guangdong Province

CHEN Qiuju¹, LIU Xinke¹, LIAN Li¹, GUO Shengcai¹, LI Yueyu²

(1. Guangdong Forestry Surveying and Planning Institute, Guangzhou 510520, China;
2. Haizhu Wetland Maintenance Centre, Guangzhou 510399, China)

Abstract: Old and notable trees are precious natural and cultural heritage left by nature and ancestors to future generations, which have important historical and cultural value, landscape value, germplasm gene value and economic value. Based on the analysis of the protection and utilization situation of old and notable trees in Guangdong and the domestic utilization experience, this paper put forward the activation and utilization modes of old and notable trees, such as “old tree+tourism” “old tree+forest products+tourism” “old tree+cultural innovation+tourism” and “old tree+rural experience”, and proposed that the government should take the lead and social forces should participate widely to protect the original environment for the growth of old and notable trees, and combine with rural industrial development and rural revitalization.

Key words: old and notable trees; resource value; activation and utilization; utilization mode; Guangdong Province

收稿日期: 2021-09-08.

基金项目: 广东省林业科技计划项目(2020-KYXM-07).

第一作者: 陈秋菊(1979-), 女, 浙江嘉兴人, 高级工程师. 主要从事林业调查规划和乡村绿化美化等方面的工作. Email: 8439921@qq.com

古树名木是自然和祖先留给后人的珍贵自然文化遗产,其客观记录和反映了历史发展和自然界的变迁,承载着中华民族的历史和文化遗产,孕育了绝美的自然奇观,保存了珍贵的种质资源。广东省古树名木资源丰富,这些古树名木具有重要的历史文化价值、景观价值、种质基因价值和经济价值,但随着城镇化建设进程的加快,乡村风貌正在逐渐改变,一些古树和名木的存在价值受到挑战和质疑,成为当下古树名木保护面临的新困局。本文从广东省古树名木资源现状和保护利用需求出发,探究古树名木活化利用模式。

1 古树名木资源概况

1.1 数量与区域分布

根据广东省第二次古树名木普查数据,全省古树名木总数为 80 398 株。其中,一级古树(树龄 500 a 以上)754 株,二级古树(树龄 300~499 a)4 810 株,三级古树(树龄 100~299 a)74 760 株,名木 74 株。按照树种统计,广东古树名木以热带、亚热带科、属种类为主,包含 84 科 274 属 551 种^[1]。依据《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(国家林业局 农业部令第 4 号),广东省古树名木中列入国家重点保护野生植物的树种有 27 种,共 7 709 株。其中,国家 I 级保护植物 7 种,包括银杏、南方红豆杉、水松、苏铁、伯乐树等;国家 II 级保护植物 20 种,包括格木、土沉香、华南锥、半枫荷、喜树和花榈木等。分布区域上,广东省古树主要集中在乡村,位于乡村的古树数量为 70 128 株,占古树总株数的 87.23%。处于山头、湖边、田野、路旁和村庄的这些古树构成了优美壮丽的自然植物景观。

1.2 资源价值

1.2.1 历史文化价值

古树名木经历漫长的历史时期,常与历史、人物、事件息息相关,与周边的民居、祠堂、古井等建筑和历史建筑共同构成了独特景观,承载了乡村和城镇的记忆,是活的历史,对于了解历史和当地文化具有重要价值。如广东树龄最大的古树是位于茂名市电白区古荔园(贡园)的一株 1 500 年古荔枝树,唐朝诗人杜牧名句“一骑红尘妃子笑,无人知是荔枝来”中的荔枝即来自此园;新兴县六祖慧能手植荔枝(佛荔),使人忆起曾以一偈“菩提本无树,明镜亦非台,本来无一物,何处惹尘埃”而成为禅门第六代祖师的慧能法师。

1.2.2 景观价值

古树名木作为独特的风景具有不可替代的作

用。2016 年,广东省有 6 株古树入选全国最美树王,分别是江门新会小鸟天堂榕树、广州中山纪念堂木棉、梅州梅县千年梅树、韶关南雄枳椇树、韶关始兴米槠和肇庆四会石寨村人面子。新会小鸟天堂、南雄坪田古银杏、乳源古红豆杉群、高州被称为“广东第一树”的古缅茄等古树资源已成为具有一定知名度的旅游景点。湛江雷州半岛的见血封喉、佛山顺德的树生桥古榕树等众多古树资源也均具备较高的景观价值。

1.2.3 科研价值

古树是活的基因载体,生存环境的改变在古树上均有不同的刻记,能为后人研究当地气候、水文、自然灾害和经济、文化提供最科学、最原始的依据,也是研究树木形态及生物学特性以及进行基因工程开发的宝贵资源。如梅州市梅县区潮塘村的“千年古梅”,树龄达 1 000 多年,是广东至今发现树龄最老的梅花,属真梅系直枝梅类宫粉型花梅,被全国古梅专家王其超先生定名为“潮塘宫粉”。它的发现填补了中国野生古梅分布的一个空白,具有极高的研究和观赏价值。很多古树名木既是天然野生树种,又是本地优良树种,适应性强,利用古树名木的天然下种、采摘种子或无性系繁育,保持其基因和优良品性进行扩繁,可为广东省造林绿化提供优良品种。

1.2.4 经济价值

古树资源具有多种经济价值,如药用价值和食用价值等。如南方红豆杉对卵巢癌、细胞性肺癌、前列腺癌、胃癌、白血病等有特定疗效,显示了良好的药用前景;银杏的果和叶具有很高的药用价值,是一种天然保健食品;荔枝、龙眼和杧果等岭南特色果树是广东省的重要经济树种。充分挖掘古树的多种经济价值,发展古树食品、药品和古树观光等产业具有良好的潜力。

2 古树名木资源保护利用现状

2.1 古树名木资源管理现状

广东省对古树名木的保护与管理工作非常重视。目前,全省古树名木挂牌株数达 8 万多株,并建立了广东省古树名木信息管理系统,对古树名木进行登记建档,包括数量、种类、分布状况、健康状况、权属、责任单位、传说记载等情况及图像资料,基本实现了古树名木的动态化管理^[2]。全省各地级市先后制定的古树名木保护管理办法,从政策上保护了古树名木。部分地区根据地方法规落实了管护责任,签订了责任书,明确了管护责任人,建立健全了

古树名木保护责任制。

2.2 古树名木资源保护利用现状

在古树名木资源保护方面,广东省近年来投入了大量的人力和物力,从古树病虫害防治、土壤改良、根系复壮、树体支撑等方面,对具有重要保护价值的古树名木和长势衰弱的古树进行有效养护和复壮。在科学利用方面,2019年,广东省开始实施绿美古树乡村建设,依托古树资源,打造“一树、两园、三廊、四旁”的乡村景观格局,取得了良好的社会反响^[3]。一批具有较高景观价值和历史文化价值的古树其价值逐渐得到体现。但是,古树名木资源的科学利用仍存在利用方式单一、社会保护意识不足等现象。由于古树资源的价值未得到充分认识,破坏古树资源的行为依然存在,如一些村旁宅旁的古树周围被农户堆放杂物;在树下搭建土地庙焚烧香火;对树体随意处置、锯断树枝、拴养牲畜、养鸡养猪等现象。而其它大部分古树资源也基本处于养在深闺人未识的阶段,尚未发挥自身的宝贵价值。

3 国内古树名木资源利用模式

近年来,国内越来越多的城市和地区正在积极探索建立古树名木资源的科学保护和合理利用模式,主要包括以下几种类型。

3.1 古树观光模式

云南腾冲古银杏村位于云南省腾冲县,全村约有古银杏树1000余株^[4]。该村将古银杏树独特的景观、风格各异的民宿建筑和西南边陲农民的特色民俗完美结合,大力发展农家乐和民宿旅游。利用古银杏树的特色景观发展了特色乡村旅游,传承了乡土文化和古银杏文化,形成了一套保护古银杏和振兴乡村的可持续发展之路。该村先后获得“全国最有魅力休闲乡村”“中国最美银杏村落”等称号,为我国古树资源的利用树立了典范。

3.2 古树农特产品+观光模式

位于浙江省绍兴市的榷王村共有百年以上树龄的榷王村9700余棵,可谓榷林蔓茂、古树森森,奇景异趣美不胜收。榷王村利用古香榷群大力发展香榷产业和农家乐经济,打响了“千年香榷林、百岁养生地”的旅游品牌^[5]。通过打造以香榷生产为主体的农业生产方式和森林文化,使香榷文化发扬光大,成为远近闻名的香榷专业特色村。

3.3 古树文化+观光模式

位于广州市增城区的莲塘村现有古荔枝和古乌榄679株,是广州现存最大的一片古荔枝和古乌榄群。该村通过建设广东省首条绿道,将古乌榄园、竹

海和古荔台等景观节点完美串联,融合花海、绿林、水乡等得天独厚的生态田园景观,吸引了广州、东莞、深圳以及本地大量游客前来观光游览,据粗略统计,莲塘村的年游客量已超过100万人次。同时,该村依托国家级非物质文化遗产和古乌榄群的知名度,大力发展榄核雕刻工艺,将绿道、榄雕、古荔枝打造成为增城的一张文化名片。

4 古树名木资源活化利用模式

根据上述案例分析,结合广东省古树名木资源现状和保护利用状况,提出4种古树名木活化利用的模式。

4.1 古树+旅游模式

古树+旅游模式是指利用古树的景观价值,依托周边生态环境,通过建设古树公园和以古树为特色的旅游景区,大力发展古树观光旅游。

4.2 古树+林特产品+旅游模式

古树+林特产品+旅游模式是上一种模式的升级版。即在发展古树观光旅游的基础上,拓展古树的经济价值。依托古树知名度,拓展与古树果实、花、叶等相关的特色产业。如南雄坪田村的古银杏,坪田村利用古银杏群落的知名度,大力开发白果、银杏茶、银杏提取液等保健食品,在发展古银杏观光旅游的同时,发展林特产业,给古树注入新的内涵。

4.3 古树+文创+旅游模式

古树+文创+旅游模式是通过策划与古树保护、古树历史相关的文创活动和文创产品,彰显文化自信,发展文创产业。如增城的榄核雕刻、高州贡园的古荔枝等,均是古树与文化结合的典范。高州贡园是将古荔枝与“一骑红尘妃子笑”的历史相融合,通过赋予每株古树历史故事和开展荔枝拍卖等活动,打造成为可游、可品、可感的实景荔枝博物馆。另外,还可通过古树摄影、古树绘画、古树诗词、历史文化展示等活动,将古树保护和文化产业策划相结合,打造古树文化精品项目。结合古树历史,讲好古树故事,塑造古树品牌,是古树文创旅游模式的一大亮点。

4.4 古树+乡村体验模式

古树大多散落在乡村房前屋旁和山野间,根据广东省2018年新一轮广东省古树名木资源普查数据,全省共有古树名木8万多株,其中有7万多株分布在广东省广袤的乡村。古树可以说是乡村的记忆。古树、古村、古渠、古驿道、古桥和古井等述说着乡村的沧桑历史,以古树为中心,融合岭南民居、乡

(下转第189页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.018

领导干部森林资源资产离任审计评价指标体系研究

洪宇

(青岛理工大学琴岛学院, 山东 青岛 266100)

摘要:对国内外有关森林资源资产的审计文献进行总结,从森林资源资产入手,根据中国的实际,参考国际森林资源管理和审计研究,选择能够合理评估领导干部在职期间对森林资源资产管理和环境保护责任履行情况的评价指标。采用层次分析法进行一致性检验,确定评价指标体系的赋值权重,对森林资源资产经济性、社会性、环境效益、合规性四大基本指标下的 20 个具体指标和 3 个定性指标计算权重赋值,建立评分等级标准,以优秀、良好、基本称职和不称职 4 个等级对领导干部森林资源资产离任进行综合评价。

关键词:领导干部;森林资源资产;离任审计;评价指标体系;一致性检验

中图分类号:S757.2;F316.23;C933;F239 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0098-09

引文格式:洪宇. 领导干部森林资源资产离任审计评价指标体系研究[J]. 林业调查规划,2021,46(6):98-105,113.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.018

HONG Yu. Evaluation Index System of Departure Audit of Leading Cadres on Forest Resources Assets[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(6):98-105,113. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.018

Evaluation Index System of Departure Audit of Leading Cadres on Forest Resources Assets

HONG Yu

(Qingdao City University, Qingdao, Shandong 266100, China)

Abstract: This paper summarized the literature of forest resources assets audit at home and abroad to select evaluation indicators that could reasonably evaluate the performance of forest resource asset management and environmental protection responsibilities during the service period according to the actual situation of China and with reference to international forest resources management and audit research. The analytic hierarchy process was used to test the consistency, determine the assignment weight of the evaluation index system, calculate the weight of 20 specific indicators and 3 qualitative indicators belonging to the economic, social, environmental benefits and compliance indicators of forest resources assets, and establish a grading standard to comprehensively evaluate the forest resources assets audit of leading cadres in four grades of excellent, good, basically competent and incompetent.

Key words: leading cadres; forest resource assets; departure audit; evaluation index system; consistency test

森林资源是生态系统的命脉,是自然资源的重要组成部分,森林资源资产离任审计也成为自然资

源资产离任审计的主要内容。将领导干部任职期间对森林资源资产、生态环境保护履职履责情况进行

收稿日期:2021-01-07.

第一作者:洪宇(1981-),男,辽宁鞍山人,副教授.研究方向为政府离任审计、环境责任审计.

全面客观地量化管理,有助于各级政府部门严格遵守生态红线、加强环境建设和保护责任制体系建设,弥补以往单一评价体系中生态经济牺牲的短缺,完善对领导干部的评价体系,改变无人负责政府环境责任和无法进行环境影响评估的情况。对国家领导干部森林资源资产离任审计是国家审计署的一项重要任务,也是中国国家审计事业发展的重要方向。

对领导干部森林资源资产进行审计,有助于提高地方政府对生态环境的保护意识,有助于明确划分管理人员的职责分工,促进中国生态文明制度体系建设,增强国家的行政能力,并明确资源的“背景”,将绿色领导层的观念转变为政治成就。

1 文献综述

在森林资源资产审计内容方面,国外对森林资源资产的研究主要通过问卷调查、综合评价以及对项目层次结构的分析过程进行,并构建多层次的指标体系。鉴于国内的研究大多停留在理论推理层面,因此,本研究特别关注森林资源资产审计的国际研究成果并结合我国森林资源管理现状。

目前,在审计方面,领导干部森林资源资产离任审计是一项全新的工作,从相关数据来看,国内有关文献研究比较少,而且大多集中在宏观角度,特别是在领导干部森林资源资产离任审计的重点、原则和重要性等方面。在审计过程中,对难点问题和重点的研究较少,相关措施和审计理论研究尚未形成系统的体系。

刘湘耀(2015)提出,林业部门应重点抓好国家林业建设和发展政策的落实。曹苗苗(2014)提出,考虑该地区的森林覆盖情况,了解森林资源资产的所有权和结构,管理和使用所有资金,还要注重空气质量改善指标等。叶晓钢(2014)提出,在生态环境和森林资源的相关制度和政策、管理制度、保障措施、平衡机制等的实施中要注意存在的问题和不足,对生态环境和森林资源进行分析,并提出改善建议。

2 森林资源资产离任审计

森林资源资产离任审计、经济责任审计、资源环境审计紧紧地结合在一起。就经济责任审计来说,森林资源资产离任审计是经济责任审计中特殊的一类,从检查森林资源保护和经营管理人员的绩效评估入手,对负有经济责任的领导干部的绩效进行全面客观考核。在资源环境审计方面,森林资源资产

离任审计也是资源环境审计的一部分,其不仅评估与资源和环境有关的资源和项目的合理性、有效性,而且更加重视生态文明建设的作用和责任。这表明,森林资源资产离任审计是由进行真实性和合法性检查的审计机构发起的,评估领导干部在任期内,在其职权范围内的领域,如保护、开发、管理等领域,委托领导人员执行经济责任的合法性和有效性。在这一概念的基础上,构建森林资源资产离任审计评价指标体系应综合考虑森林资源资产的合法性、经济性与有效性。

在本研究中,森林资源资产离任审计的定义是:监督和评估审计机关领导干部在任期间对其工作人员在管理、开发、保护、利用森林资源资产等方面的经济情况进行监督和评估,特别是调离、换岗的离任期间内。建立森林资源资产离任审计评价指标体系,有利于加强地方领导人员对建设生态文明的问责机制以及对森林资源资产的管理和保护的认识,推动建立环境终身责任制度,促进可持续的经济发展和社会进步(表1)。

表1 森林资源资产离任审计主要内容
Tab.1 Main contents of departure audit of forest resources assets

森林资源		
森林资源资产现状及其变化情况	领导干部在使用该项资产时存在的问题	与该项资产相关的资金使用情况
掌握被审计领导干部任职前后所在地区森林、林木、林地等资源数量和质量的总体变化情况	明确领导干部在任职期间归属的林权,并对所属区域森林资源开发和利用情况进行审计,包括建设木质采伐、林内动植物利用、森林旅游等方面的项目,考核这些对森林资源使用的行为是否向林业部门报备登记。对已开发的森林资源,审计是否进行合理规划,是否严格限定森林的开采范围,保护自然林,种植人工林,做到以林养林	审计森林资源开发和利用过程中是否最大限度地降低资源成本,是否产生经济效益,产生的经济效益是否合理,对已开发的森林资源投入的资金是否达到预定的保护目的,修复遭到破坏的林木资源,不同项目资金是否落到实处

3 森林资源资产离任审计评价指标体系构建

3.1 森林资源资产离任审计评价指标的选择

3.1.1 定量指标的选择

1) 经济性指标

结合领导干部任职期间收入、费用、利润、投资、产值等要素对经济收入情况进行审查。根据产值增

长率、占地区生产总值的比重、森林资源资产投资获利能力、投入资金占工业投资的比例、林业总产值占地区工业总产值的比例、森林资源资产利润占工业总利润水平 6 项指标对经济性进行具体说明(表 2)。

表 2 经济性具体指标

Tab. 2 Specific economic indicators

具体指标	解释说明
林业产值增长率	(本年总产值-上年总产值)/上年总产值×100%
产值占地区生产总值(GDP)的比重	林业总产值/地区生产总值(GDP)
森林资源资产投资获利能力	利润额/总投资×100%
投入资金占工业投资的比例	林业投资额/工业投资额
林业总产值占地区工业总产值的比例	林业产值/工业产值
利润占地区工业总利润的比例	利润/工业总利润

产值增长率是指本年林业总产值相对于前一年的增长幅度,其属于动态指标,可以清楚地反映该地区森林资源产值的变化程度,并且能体现林业的活力;林业产值占地区生产总值的比例可以反映每增加一个单位国民收入的增加情况;森林资源资产投资获利能力是产出占投入的比例,反映投资创造的利润水平;林业总产值占地区工业总产值的比例,反映林业整体综合利用水平;森林资源资产投资占工业投资的比例、森林资源资产利润占工业总利润比例的水平均反映回报成果。

2) 社会效益指标

社会效益包括政治效益、思想文化效益、生态环境效益。社会性指标反映的是森林资源资产给整个社会带来的影响程度。

指标的选择上应考虑多方面因素,除了考虑所在地区的经济状况,还要考虑对就业的影响情况,以及整个过程对社会的消极影响。因此选取了 5 个解释指标:林业地区人均生产总值、森林能源消耗程度、伐木业人均工资水平、林业就业贡献率、林业环境保护率(表 3)。

林业地区人均生产总值是生产总值占全部人口的比例,人均 GDP 增加量越多,则社会效益越大,可以反映林业对经济增长的功绩;森林能源消耗程度可以反映是否按照标准正常使用;伐木业人均工资水平可以反映社会效益的大小;林业就业贡献率可以反映林业对社会就业情况的影响,就业率

表 3 社会效益的解释指标

Tab. 3 Explanatory indicators of social benefits

解释指标	指标内容
林业地区人均生产总值	林区生产总值/该地区总人口数(万元/人)
森林能源消耗程度	林业综合能源消费量/工业企业综合能源消费量×100%
伐木业人均工资水平	林业实际支付工资总量/林业企业人员总数×100%
林业就业贡献率	林业企业员工的总数/当地劳动力总数×100%
林业环境保护率	林业环境保护支出总额/收入总额×100%

越高则产生的社会效益越高;林业环境保护率是环境保护支出额占收入额的比例,可以反映社会对环境保护的重视程度。

3) 环境效益指标

大部分地区易采可使用的森林资源越来越少,也就是说,在当前的社会环境下,有限的森林资源只能产生有限的效益。所以需要有效利用资源并“开源、节流”。因此,选取 5 项指标,分别是资源利用率、回采率、林区土地复垦率、林木二次利用率以及“三废”处理率,对领导干部任职期间环境保护和管理方面进行评价(表 4)。

表 4 环境效益的解释指标

Tab. 4 Explanatory indicators of environmental benefits

解释指标	指标内容
森林资源利用率	林产品实际产出量/所消耗的林木储量×100%
森林资源回采率	回采量/开采量×100%
林区土地复垦率	复垦后土地面积/土地破坏面积×100%
林木资源二次利用率	通过回收利用的林产品产量/该林产品总产量×100%
废物处理率	废物治理投资额/废物排放量×100%

利用率的高低是我国经济社会发展重点关注的问题,因此设置了林木二次利用率指标,重视开发循环利用这一技术,可以反映森林资源的循环利用情况,节约了资源,使经济循环发展,同时降低企业生产成本;回采率可以反映出利用程度;土地复垦率指的是复垦后的土地面积与被破坏土地面积的比例,在固定时间内,复垦率的大小决定生态系统的稳定,即复垦率越大,生态系统越稳定,生态效益就会有所

提高;废物处理率,废水处理率,废气处理率可以反映领导干部对环境保护的重视程度。

4) 合规性指标

根据当前国家的管理体制,政府部门和主管部门对森林资源开发利用要严格进行管理。将森林资源开发结合区域协调发展,针对不同地区的发展情况制定适合当地发展的政策,统一规模化管理、集约化提高利用率,注意改善当地环境和开发使用秩序;进一步加强相关资金征收管理工作;扩大森林资源交易以形成有规模的市场,按照有偿使用制度,严格贯彻落实;在管理方面取得前所未有的突破。选取了4项指标:赔偿费征收合规率、重大决策规范率、伐木权管理规范率、政策合规率(表5)。

表5 合规性的具体指标

Tab. 5 Specific indicators of compliance

具体指标	解释说明
森林资源赔偿费征收合规率	上缴森林资源赔偿费的林业权数/林业权总额×100%
森林资源重大决策规范率	执行政策数/森林资源全部决策额×100%
伐木权管理规范率	伐木权“招拍挂”/林业权交易数量×100%
森林资源政策合规率	合规的林木资源/森林资源全部政策数目×100%

3.1.2 定性指标的选择

定性指标要根据领导干部表现情况合理制定,因此难以实现制定精确的绩效目标。当领导干部出现工作疏忽错误、工作目标未能及时达标时,就需要采用定性指标。定性指标要素包括各项指标的定义、信息来源、合理的标准、考核对象以及绩效目标五大类。定性指标与定量指标不同,定性指标虽然在某些方面有明确的规定,但是遇到不可避免的情况可以做出适当的改变,无数字的约束。

1) 国家政策落实情况

考察领导干部在任期间对国家政策的各项要求是否落实到位,是否根据国家总体规定因地制宜地制定出适合所在林区的各项政策要求,以及政策执行情况。政策的制定是否符合要求及对经济的促进情况都是值得审计人员考量并且计算在总得分内的一项指标。

2) 重大决策情况

在进行离任审计时,重点关注领导干部任职期间做出的重大决策并且采取何种措施贯彻执行。领

导干部制定的决策内容应包括对森林资源使用浪费等情况的处治,加强对资源管理和生态文明建设的管理。领导干部任职时做出的任何重大决策都不可脱离相应的法律法规限制,若想对林区进行投资,投资前应综合考虑对环境、经济、社会发展的影响,必要时可经上级同意后做出决策。因此,领导干部应严格遵循国家政策方针,一旦出现消极怠政和违背政策的情况,需要在对其进行离任审计时严格追究其应履行的责任。

当领导干部出现重大过失或者违规情况时,审计人员应认真分析原因,将其作为减分项目。同时起到监督作用,使审计结果真实可信。领导干部应对森林资源资产起到管理作用,承担受托责任,必须接受人民群众和社会的审察,是否存在消极怠政、违法乱纪、管理欠缺等行为。

3) 领导干部廉洁自律情况

林区领导干部是经过多级层层选拔而产生,在相应岗位履职尽责,肩负使命,严于律己,得到社会群众的认可,认真学习《廉洁自律准则》,在日常工作中避免出现以公谋私的现象。树立优良传统作风,为下级做出榜样,带动整个部门廉洁公正,为社会经济环境发展服务,确保任职期间可以做出重大贡献。领导干部任职期间是否利用职权之便谋己私,是否存在滥用职权、收受贿赂的现象,应作为衡量绩效目标完成情况评价的一部分。

综上所述,采用定性定量相结合的方法,对经济性指标、社会效益、环境效益以及合规性指标等进行整合考虑,森林资源资产审计评价指标体系见表6。

3.2 森林资源资产离任审计评价指标的确定

3.2.1 权重确定方法

对于森林资源资产离任审计应从多角度、多方面进行综合考虑,多项指标共同影响审计结果。因此,森林资源离任审计评价指标体系应是动态灵活的。利用层析分析法对评价指标开展权重计算。运用此方法,Homes L· Saar 在70、80年代先后为美国各部门解决了电力分配、应急研究、石油价格预测等方面的问题,并证明了该方法在实际运用中的效果。由此,层次分析法在西方学者的研究中开始得到广泛关注与应用,并得到迅速发展。作为衡量绩效目标实现程度的考核工具,完善的绩效评价指标体系是绩效评价工作的关键,而构建完善的绩效评价指标体系的核心在于构建一套适用的综合分析模型,需要选择合适的综合分析方法。目前国际上流行的

表 6 各项评价指标体系组成
Tab. 6 Composition of evaluation index system

指标类别	基本指标	解释指标
定量指标	经济性指标	林业产值增长率(A1)
		林业产值占地区生产总值(GDP)的比重(A2)
		森林资源资产投资获利能力(A3)
		森林资源资产投资占工业投资的比例(A4)
		林业总产值占地区工业总产值的比例(A5)
		利润占地区工业总利润的比例(A6)
社会效益指标		林业地区人均生产总值(B1)
		森林能源消耗程度(B2)
		伐木业人均工资水平(B3)
		林业就业贡献率(B4)
环境效益指标		林业环境保护率(B5)
		森林资源利用率(C1)
		森林资源回采率(C2)
		林区土地复垦率(C3)
		森林资源二次利用率(C4)
合规性指标		废物处理率(C5)
		森林资源赔偿费征缴合规率(D1)
		森林资源重大决策规范率(D2)
		伐木权管理规范率(D3)
定性指标		森林资源政策合规率(D4)
		国家宏观政策的执行情况(E)
		重大决策情况(F)
		领导干部廉洁自律(G)
综合评价		定量指标×80%+定性指标×20%

构建评价体系的综合分析方法有多种,如经济增加值法、专家团评价法、平衡计分卡法、层次分析法、数据包络分析法、计量经济模型法等。相对于其他方法,层次分析法具有降低主观因素干扰,适用于解决结构复杂、决策准则较多且不易量化的多目标决策问题,方法简单,具有综合评判定性和定量指标的优点。

基本方法为:(1)将要解决的问题分层系列化,即根据问题的性质和所要达到的目标,将问题分解为不同的组成因素,按照因素之间的相互影响和隶

属关系将其分层聚类组合,形成一个递阶的、有序的层次结构模型;(2)进行合理的判断,根据每层指标的重要性程度进行量化,再利用判断矩阵将每个层次不同的指标所占的重要程度计算出来,从而得出权重;(3)将各层次的权重相乘即可进行层次总排序及其一致性检验。

3.2.2 指标权重确定步骤

1) 建立层次结构模型

按照层次分析法的基本思路、重要步骤对指标进行分层次管理,通常将其分为 4 个层次:

第一层:目标层,指决策的目的、要解决的问题,是领导干部森林资源离任审计评价的结果,反映出领导干部履行职务的真实情况;

第二层:主指标层,为了实现第一目标层而制定了主指标层,从定量指标和定性指标两方面进行考虑,其中设置定量指标占 80%,定性指标占 20%;

第三层:基本指标层,指对主指标层进行具体衡量的各项指标。定量指标的基本指标层包括合规性指标、经济性指标、社会效益指标、环境效益指标、合规性指标。定性指标的基本指标层包括国家宏观政策执行情况、重大决策情况、个人廉洁自律情况;

第四层:具体指标层,是对基本指标层的各项指标进一步细化和进一步解释说明,本文在定量指标中构建了 20 个具体指标层。

2) 构建判断矩阵

在确定各层次各因素之间的权重时,若只是定性的结果,则常不易被别人接受,因而 Santy 等提出一致矩阵法,即把所有因素两两相互比较,采用相对尺度,以尽可能减少性质不同的诸因素相互比较的困难,提高准确度。如对某一准则,对其下的各方案进行两两对比,并按其重要性程度评定等级。 a_{ij} 为因素 i 与因素 j 重要性比较结果,列出 Saaty 给出的 9 个重要性等级及其赋值。按两两比较结果所构成的矩阵称作判断矩阵并用(表 7)。

首先以第三层指标层各指标为例,对森林资源离任审计评价指标进行权重的赋值,构建第三层各评价指标间两两比较的判断矩阵(表 8)。

假设 i 和 j 两个指标,并且根据表 7 和表 8 对其重要性程度进行标度,可构建出比较判断矩阵 A。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 2 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

表 7 AHP 相对重要性标度

Tab. 7 AHP relative importance scale

因素 <i>i</i> 相较因素 <i>j</i>	量化值
同等重要	1
稍微重要	3
较强重要	5
强烈重要	7
极端重要	9
两相邻判断的中间值	2,4,6,8
$a_{ji} = 1/a_{ij}$	倒数

注:将因素 *i* 与因素 *j* 的重要性程度的比设成 a_{ij} , 则反过来将因素 *j* 与因素 *i* 的重要性程度的比设成 a_{ji} , 按照 9 分位比率将同级因素进行两两比较。

表 8 第三层两两指标比较值

Tab. 8 Comparison value of two indicators in the third layer

指标	经济效益 (U_1)	社会效益 (U_2)	环境效益 (U_3)	合规性 (U_4)
经济效益 (U_1)	同等重要	U_1 比 U_2 稍微重要	U_1 比 U_3 稍微重要	U_1 比 U_4 介于稍微重要与明显重要
社会效益 (U_2)	U_1 比 U_2 稍微重要	同等重要	U_2 比 U_3 介于同等重要与稍重要	U_2 比 U_4 稍微重要
环境效益 (U_3)	U_1 比 U_3 稍微重要	U_2 比 U_3 介于同等重要与稍重要	同等重要	U_3 比 U_4 稍微重要
合规性 (U_4)	U_1 比 U_4 介于稍微重要与较强重要	U_2 比 U_4 稍微重要	U_3 比 U_4 稍微重要	同等重要

3.2.3 各项指标权重一致性检验

运用和积法进行层次单排序,原理是:将判断矩阵的每一行相加,和记为 $U_i (i=1,2,3 \dots n)$; 然后计算每行的和“ U_i ”占所有行和的总和“ $\sum_i U_i$ ”的比重,将其记作 W_i , 从而得出向量组 $W = \{W_1, W_2, W_3 \dots W_n\}$; 接着对 $W_1, W_2 \dots W_n$ 的大小进行比较,由公式求出判断矩阵的最大特征值 λ_{max} ; 再利用 CI (一致性指标)、RI (平均随机一致性指标)、CR (比率判断矩阵的随机一致性) 做一致性检验,根据 CR 值判断一致性。

根据上述思路将判断矩阵 A 的每一行相加进行求和,过程如下:

$$\begin{aligned}
 U_1 &= 1+3+3+4=11 \\
 U_2 &= 1/3+1+2+3=19/3 \\
 U_3 &= 1/3+1/2+1+3=29/6 \\
 U_4 &= 1+3+3+4=23/12
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

根据公式 $W = \frac{U_i}{\sum_1^n U_i}$, $W_1 \approx 46\%$, $W_2 \approx 26\%$,

$W_3 \approx 20\%$, $W_4 \approx 8\%$ 。从而得到向量 $W = \{46\%, 26\%, 20\%, 8\%\}$ 。

$$\lambda_{max}(\text{近似值}) \approx \frac{1}{n} \sum \frac{(AW)_i}{W_i}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 AW &= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 2 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 132/289 \\ 76/289 \\ 58/289 \\ 23/289 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 626/289 \\ 261/289 \\ 209/289 \\ 302/867 \end{bmatrix}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

$$\lambda_{max} = \sum_i \frac{AW_i}{nW_i}
 \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_{max} &= 1/4 \times \left(\frac{626/289}{132/289} + \frac{261/289}{76/289} + \frac{209/289}{58/289} + \frac{302/867}{23/289} \right) = 4.071
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

对矩阵 A 权重的计算结果进行一致性检验,RI 值经查询具体见表 9。

表 9 1-6 阶判断矩阵 RI 值

Tab. 9 RI value of judgment matrix of order 1-6

n	1	2	3	4	5	6
RI	0	0	0.58	0.89	1.12	1.24

本研究设置 4 个基本指标,因此研究的矩阵阶数 n 为 4,查表得,RI=0.89。具体 CR 值及解释说明见表 10。

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.071 - 4}{4 - 1} = 0.0237
 \tag{7}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0237}{0.89} = 0.0266 < 0.1
 \tag{8}$$

表 10 CR 值及对应解释说明

Tab. 10 CR value and corresponding explanation

CR 值大小	结果说明
CR<0.1	判断矩阵有满意一致性
CR>0.1	一致性未通过检验,需重新构造判断矩阵

由表 10 结果得出 CR<0.1,判断矩阵 A 有满意的一致性,向量 $W = \{46\%, 26\%, 20\%, 8\%\}$ 即是对应 4 项基本指标的具体权重。

因此,根据以上对 4 项基本指标权重的赋予方式,将每一项基本指标的各具体指标用相同的方法进行权重计算(表 11~表 15)。

表 11 经济性指标判断矩阵和一致性检验

Tab. 11 Judgment matrix and consistency test of economic index

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	指标权重 /%
A ₁	1	2	2	3	3	3	32
A ₂	1/2	1	1	2	2	2	19
A ₃	1/2	1	1	2	2	2	19
A ₄	1/3	1/2	1/2	1	1	1	10
A ₅	1/3	1/2	1/2	1	1	1	10
A ₆	1/3	1/2	1/2	1	1	1	10

注: $\lambda_{max} = 6.1672, CI = 0.0334, RI = 1.24, CR = 0.0269 < 0.1$, 满意一致性检验要求。

表 12 社会效益指标判断矩阵和一致性检验

Tab. 12 Judgment matrix and consistency test of social benefit index

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	指标权重 /%
B ₁	1	2	2	2	2	30
B ₂	1/2	1	2	2	2	25
B ₃	1/2	1/2	1	2	2	20
B ₄	1/2	1/2	1/2	1	2	15
B ₅	1/2	1/2	1/2	1/2	1	10

注: $\lambda_{max} = 6.1672, CI = 0.0334, RI = 1.24, CR = 0.0269 < 0.1$, 满意一致性检验要求。

通过上述层次分析法并进行一致性检验,最终得出森林资源资产离任审计每项评价指标体系的赋值权重(表 16)。

3.2.4 评分等级的确定

对四大基本指标森林资源资产经济性、社会性、环境效益、合规性指标下的 20 个具体指标和 3 个定

表 13 环境效益指标判断矩阵和一致性检验

Tab. 13 Judgment matrix and consistency test of environmental benefit index

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	指标权重 /%
C ₁	1	2	1	3	4	33
C ₂	1/2	1	1	3	3	24
C ₃	1	1	1	3	2	25
C ₄	1/3	1/3	1/3	1	1	9
C ₅	1/4	1/3	1/2	1	1	9

注: $\lambda_{max} = 6.1672, CI = 0.0334, RI = 1.24, CR = 0.0269 < 0.1$, 满意一致性检验要求。

表 14 合规性指标判断矩阵和一致性检验

Tab. 14 Judgment matrix and consistency test of compliance index

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	指标权重 /%
D ₁	1	2	2	2	36
D ₂	1/2	1	2	2	27
D ₃	1/2	1/2	1	2	23
D ₄	1/2	1/2	1/2	1	14

注: $\lambda_{max} = 6.1531, CI = 0.0306, RI = 1.24, CR = 0.0247 < 0.1$, 满意一致性检验要求。

表 15 定性指标判断矩阵和一致性检验

Tab. 15 Judgment matrix and consistency test of qualitative index

	E	F	G	指标权重 /%
E	1	2	2	48
F	1/2	1	2	33
G	1/2	1/2	1	19

注: $\lambda_{max} = 3.0536, CI = 0.0268, RI = 0.58, CR = 0.0462 < 0.1$, 满意一致性检验要求。

性指标计算权重赋值,并通过计算建立一套评分等级标准,对领导干部森林资源资产离任进行综合评价。在审计过程中发现管理不佳的地方,可以提出有针对性、合理的整改意见,提高领导干部的工作效率,同时也可以提高森林资源利用效率。根据综合评分情况划分以下 4 个等级:优秀、良好、基本称职和不称职。

1) 优秀(≥90 分):说明作为受托者的领导干部任职期间完美地完成绩效,在管理、资源开发利用、有效储备资源方面取得成就。所在林区的资产得到高效使用,经济效益明显提高,对当地群众做出很好

表 16 森林资源资产离任审计评价指标与权重
Tab. 16 Evaluation index and weight of departure audit of forest resources assets

指标类别	基本指标	解释指标	权重指标 / %
定量指标	经济性指标 (46%)	林业产值增长率(A ₁)	32
		林业产值占地区生产总值(GDP)的比重(A ₂)	19
		森林资源资产投资获利能力(A ₃)	19
		森林资源资产投资占工业投资的比例(A ₄)	10
		林产工业总产值占地区工业总产值的比例(A ₅)	10
		林产工业总产值占地区工业总产值的比例(A ₆)	10
	社会效益指标 (26%)	林业地区人均生产总值(B ₁)	30
		森林能源消耗程度(B ₂)	25
		伐木业人均工资水平(B ₃)	20
		林业就业贡献率(B ₄)	15
	环境效益指标 (20%)	林业环境保护率(B ₅)	10
		森林资源利用率(C ₁)	33
		森林资源回采率(C ₂)	24
		林区土地复垦率(C ₃)	25
合规性指标 (8%)	林木资源二次利用率(C ₄)	9	
	废物处理率(C ₅)	9	
	森林资源补偿费征收合规率(D ₁)	36	
	森林资源重大决策规范率(D ₂)	27	
定性指标	伐木权管理规范率(D ₃)	23	
	森林资源政策合规率(D ₄)	14	
	国家宏观政策的执行情况(E)	48	
综合评价	重大决策情况(F)	33	
	领导干部廉洁自律(G)	19	
综合评价	定量指标×80%+定性指标×20%		100

的反馈,被破坏的环境得到恢复,空气质量较好,社会公众对领导干部高度赞扬。

2)良好(≥80分):领导干部受托责任在社会群众眼里较好完成,在管理方面略有成就,开发方面适合当地发展,利用率和节约率相对较高,当地人民就业问题有所改善,创造较高的社会效益,生态环境基本改善,受到社会公众的普遍认可。

3)基本称职(≥60分):领导干部受托责任的履行并未完全达到国家标准,社会群众刚好接受,资源

管理、开发过程并不能让群众和国家完全接受。产生的社会效益较低,经济无出色进步,生态环境基本未改变,社会公众反响一般。

4)不称职(<60分):说明领导干部未履行好公共受托责任,管理目标的完成情况较差,森林资源资产综合利用率低,经济水平下降,对林区生态环境保护控制较差,领导干部任职期间不作为,对国家政策履行情况较差,懒政怠政,林区治理情况较差。

4 结论

2017年,中央全面深化改革小组制定了《领导干部森林资源资产离任审计规定(试行)》,开展森林资源资产离任审计是一项极为重要的审计任务,构成了具有中国特色的审计模式。经过近3年的研究,从理论基础和具体实践中均积累了丰富的经验。通过借鉴国内外有关森林资源资产审计的文献资料,并从试点地区的经验中吸取教训,初步建立了森林资源资产离任审计评价指标体系。但考虑到地区差异和政策变化等动态因素的影响,有必要根据当地具体情况优化、调整已编制的评价指标体系,并使之与时俱进,以获得更加科学合理的效果。

参考文献:

[1] 孟丽荣,史静娴.领导干部自然资源资产离任审计数据分析平台构建探讨[J].商业经济,2019(11):116-118.

[2] 杜曼,张丽达.领导干部自然资源资产离任审计评价体系构建研究[J].西安财经学院学报,2019,32(5):67-74.

[3] 陈彬彬.镇街领导干部自然资源资产离任审计问题及对策[J].西部财会,2019(8):72-74.

[4] 杨怡凡,宋传联.领导干部自然资源资产离任审计研究[J].全国流通经济,2019(21):177-178.

[5] 曹西茜.领导干部自然资源资产离任审计路径探索[J].中国内部审计,2019(7):56-57.

[6] 余丽钰,余远剑,陈德权.领导干部自然资源资产离任审计分析平台研究[J].地理信息世界,2019,26(3):82-87.

[7] 李知益.领导干部森林资源资产离任审计评价指标探讨[J].现代营销(信息版),2019(7):27.

[8] 王亚广,师泽英,李路洋.自然资源资产离任审计研究[J].价值工程,2019,38(17):293-296.

[9] 陈玉.领导干部自然资源资产离任审计制度研究[D].赣州:江西理工大学,2019.

[10] 吴雅文,章雁.森林资源资产离任审计评价指标体系构建[J].新会计,2019(5):36-38.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.019

兴安落叶松林径向生长与气候因子的关系

张晓英¹, 王飞¹, 铁牛²

(1. 内蒙古农业大学林学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古自治区林业科学研究院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要:为研究兴安落叶松(*Larix gmelinii*)径向生长对气候因子的响应以及面对极端气候事件时的抵抗力与恢复力,在兴安落叶松原始林内利用生长锥钻取兴安落叶松树轮样芯,建立兴安落叶松标准年表,利用滑动分析法分析兴安落叶松径向生长与气候因子的关系,通过计算径向生长变化率分析兴安落叶松生长衰退、释放过程以及面对极端气候事件的抵抗力与恢复力。结果表明,年均最高温与兴安落叶松径向生长呈正相关关系,降水量与兴安落叶松径向生长呈负相关关系;兴安落叶松于1963—1966年期间发生生长衰退现象;抵抗力与恢复力随着极端低温事件的发生而逐渐增强;恢复力随着极端干旱事件的发生而逐渐减弱;抵抗力随着极端干旱事件的发生而逐渐增强。温度升高促进兴安落叶松径向生长,其在1858—2019年间长势较好,发生生长衰退现象的年份较少,相对于极端干旱事件,兴安落叶松面对极端低温事件时的抵抗力与恢复力更强。

关键词:兴安落叶松;径向生长;年轮;气候因子

中图分类号:S791.222;S718.43;S718.512 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0106-08

引文格式:张晓英,王飞,铁牛.兴安落叶松林径向生长与气候因子的关系[J].林业调查规划,2021,46(6):106-113.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.019

ZHANG Xiaoying, WANG Fei, TIE Niu. Relationship between Radial Growth of *Larix gmelinii* Forest and Climatic Factors [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 106-113. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.019

Relationship between Radial Growth of *Larix gmelinii* Forest and Climatic Factors

ZHANG Xiaoying¹, WANG Fei¹, TIE Niu²

(1. College of Forestry, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China;

2. Inner Mongolia Academy of Forestry, Hohhot 010019, China)

Abstract: The response of radial growth of *Larix gmelinii* to climate factors and the resistance and resilience of *Larix gmelinii* in the face of extreme climate events were studied. In the original forest of *Larix gmelinii*, the growth cone was used to obtain the sample core and establish the standard chronology of *Larix gmelinii*. The relationship between radial growth and climatic factors was analyzed by using sliding analysis method. The decline/release process of *Larix gmelinii* growth and its resistance and resilience to extreme climate events were analyzed by calculating the change rate of radial growth. The results showed the radial growth of *Larix gmelinii* was positively correlated with the average maximum temperature and negatively correlated with the precipitation; the growth decline of *Larix gmelinii* occurred from 1963 to

收稿日期:2021-02-22.

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFC0504003-2);内蒙古自治区科技计划项目(2020GG0067).

第一作者:张晓英(1994-),女,内蒙古兴和人,硕士研究生.研究方向为森林可持续经营理论与技术. Email:1626065785@qq.com

责任作者:铁牛(1973-),男,内蒙古兴安盟人,教授,博士生导师.研究方向为森林可持续经营理论与技术. Email:wangtieniu@126.com

1966; the resistance and resilience of *Larix gmelinii* increased with the occurrence of extreme low temperature events; the resilience decreased but the resistance increased with the occurrence of extreme drought events. The increase of temperature promoted the radial growth of *Larix gmelinii*, which grew well from 1858 to 2019, and there were fewer years of growth decline. Compared with extreme drought events, the resistance and resilience of *Larix gmelinii* to extreme low temperature events were stronger.

Key words: *Larix gmelinii*; radial growth; annual ring; climate factor

根据 IPCC 第五次评估报告显示,在最近 100 多年间,全球地表温度平均上升了 0.89 °C,许多地区呈现出暖干化趋势,这极大可能对该区域的森林产生较大影响,甚至可能引起森林的大面积死亡^[1]。然而,树木作为重要的自然资源,其生长除了受自身遗传因素影响以外,还受外界环境因素的影响^[2]。

大兴安岭林区是我国目前唯一面积最大、保存最完整的原始寒温带明亮针叶林区,与我国其他林区相比,其具有独特的环境气候以及植被。但同时大兴安岭林区也被誉为气候变化响应敏感区和“气候脆弱区”^[3]。兴安落叶松(*Larix gmelinii*)是大兴安岭林区最主要的树种,具有多种生态服务功能,在维护区域生态安全方面发挥着不可替代的作用,被誉为“绿色生态屏障”和“珍贵基因宝库”^[4]。然而,近年来极端气候的不断出现,严重影响着兴安落叶松的生长,其森林退化严重,森林生长问题亟待解决。

树木年轮由于其具有空间分布广泛、分辨率高、定年精确和气候敏感性高等诸多优点,被广泛应用于研究林木生长与气候因子关系的研究^[5]。于健等利用树木年轮学方法对长白山一带长白松和鱼鳞云杉径向生长与气候因子的关系进行了研究^[6],其结果表明,气候变暖能够促进长白松的径向生长,而对鱼鳞云杉的生长产生抑制效应;申佳艳等利用树木年轮方法研究金沙江流域云南松生态弹性与生长衰退过程^[7],结果表明,当水热条件适宜时云南松对于旱事件的抵抗力增强;同时在大兴安岭地区对兴安落叶松径向生长与气候因子的关系也展开了一些研究,如孙振静等^[9]对不同降水梯度下兴安落叶松生长对升温响应的差异进行了研究;Wang 等^[10]发现不同年龄兴安落叶松径向生长对气候变化的响应存在差异;青梅等研究了兴安落叶松不同林型对气候因子的响应。已有的兴安落叶松径向生长对气候因子的响应多集中在随年龄、海拔、经纬度变化其径向生长—气候关系对气候变暖响应差异方面,对兴安落叶松应对极端气候事件的抵抗力与恢复力的研究较少。以兴安落叶松为研究对象,通过外业调

查与内业实验相结合,研究兴安落叶松径向生长变化规律及其对气候因子的响应,探索兴安落叶松面对极端气候事件时的抵抗力与恢复力,为提高兴安落叶松林植被恢复以及科学经营管理提供科学依据及技术支撑。

1 研究区概况

研究区位于内蒙古大兴安岭北部根河林业局潮查林场境内。地理坐标为 121°30'34"E,50°54'21"N,海拔 848 m,属寒温带湿润气候区,冬季寒冷漫长、夏季短促湿热,昼夜温差较大。5 月植被进入生长期,9 月末进入生长末期。年均温 -6.67 °C,生长季均温 14.74 °C,年均降雨量 500 mm^[11]。该区森林覆盖率较高,主要建群种为兴安落叶松。

2 研究方法

2.1 样品采集及年表建立

2019 年 6 月在内蒙古大兴安岭原始林内选取 1 块 30 m×30 m 的样地,在样地内进行每木检尺等调查,样地基本信息见表 1。利用生长锥在林木 1.3 m 处 2 个方向上钻取树芯,由于木质标本易断裂、曲扭,将树芯取出后需立即放入事先准备好的吸管中保存,封好口径并对其进行编号,放入图筒中带回实验室。

表 1 样地基本信息

Tab. 1 Basic information of sample plot

林木株数/株	海拔/m	坡向	坡位	坡度/°	平均胸径/cm	平均树高/m	郁闭度
114	853.78	西北	上	5.00	18.70	15.60	0.77

将样品带回实验室后,按照 Stokes 等^[12]的方法处理样品。待树芯自然风干后,小心地取出树芯,用白乳胶将样品固定在特制的样槽中,防止在风干过程中出现变形,需注意树芯的木质纤维与树芯槽应

垂直,并在树芯槽侧面标注采样时所记录的信息,固定好,待自然风干后利用 MOD:4510 打磨机配合不同规格的 180~800 目的砂纸对其进行打磨,将树芯打磨至能够在 LinTAB6.0 年轮宽度测量仪下清楚地分辨细胞的大小和年轮边界为止。在仪器下对打磨好的树芯进行初步定年,从树皮部分开始逐年数出每轮所属的年份。采样时间为 2019 年 7 月。此时最靠近树皮的一圈年轮尚未生长完整,将其标记为采样年份,然后依次确定从树皮到髓心处的年轮。

采用 LinTAB6.0 年轮宽度测量仪对树芯进行初步定年后,利用 COFECHA 程序进行质量检验和控制,消除定年和测量过程中出现的错误,剔除一些生长异常和相关性较差的序列,利用 COFECHA 进行交叉定年后,再利用 ARSTAN 程序中的函数拟合方法对样品进行去趋势,ARSTAN 主要提供了 3 种年表,主要为标准年表(STD)、差值年表(RES)以及自回归标准化年表(ARS)。其中标准年表既有高频信息又保留了许多低频信号。因此,本研究选用标准年表进行后续林木生长与气候因子关系分析。

2.2 气候资料的获取与统计

本研究所采用气候资料由根河市气象站点提供。选用 1968—2019 年逐月气温、降水观测数据进行统计分析,数据均来自于中国气象科学数据共享服务网(<http://www.escience.gov.cn/metdata/page/index.html>)。选取根河地区 1968—2019 年均温、年均最低温、年均最高温、降水量气象数据进行线性趋势分析,对年均温、年均最低温以及降水量进行累积距平分析,确定突变年份,设定当年平均最低温最小值的前 5 个年份为极端低温年。利用逐月均温、平均最低温、平均最高温以及降水量与兴安落叶松径向生长进行滑动相关分析。

帕尔默干旱指数(PDSI)是一个常用的干旱指标,在自然科学中被广泛应用于评价某一地区的干旱程度,其以桑斯威特的可能蒸发概念为基础,包含降水量、蒸发量、径流量和土壤有效水分储存量在内的水分平衡模式。PDSI 的数据来源于荷兰皇家气象研究所数据共享网站(<http://climexp.knml.nl>)的格点气象数据(CRU TS3.23 格点数据集,分辨率为 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$)。选取 1968—2019 年根河地区 PDSI 值进行分析,PDSI 值最小值的前 5 个年份确定为极端干旱年。

2.3 林木径向生长变化率的计算

通过计算林木的径向生长变化率,研究林木在研究总年份内生长释放及抑制过程,其主要计算公

式为^[12]:

$$GG_i = (M_2 - M_1) / M_1 \quad (1)$$

式中:GG_i 为林木在第 i 年表现出的前后各 5 年的径向生长变化率(%),为减小个别年份生长变化对生长抑制以及释放事件检测的影响,以 5 年为滑动平均计算兴安落叶松径向生长变化率;M₁ 和 M₂ 分别表示前 5 年(包括当年)和后 5 年(不包括当年)树木年轮宽度指数的平均值。

当径向生长变化率低于 -25% 时表示林木生长受到抑制和衰退,当径向生长变化率超过 75% 时表示林木生长释放。计算径向生长变化率后,利用 Lloret 等的计算方法,计算兴安落叶松的抵抗力与恢复力,计算公式为^[13]:

$$R_t = G_r / G_b \quad (2)$$

$$R_c = G_a / G_r$$

式中:R_t 表示抵抗力;R_c 表示恢复力;G_b 表示发生极端气候事件前 4 年的林木年轮宽度指数均值;G_a 表示发生极端气候事件后 4 年的林木年轮宽度指数均值;G_r 为极端气候事件当年的林木年轮宽度指数。

2.4 数据处理与分析

本研究采用 Excel 2019 对数据进行统计,利用 R 语言、Spss 对数据进行分析,利用 Origin9.0 进行图形绘制,利用 DendroClim2002 进行林木径向生长与气候因子的滑动相关分析(滑动窗口为 19 年)。

3 结果与分析

3.1 研究区气候变化特征

3.1.1 研究区气候因子变化趋势分析

对根河地区 1968—2019 年的气温与降水量进行线性回归分析,结果如图 1 所示。

由图 1(a)可知,大兴安岭林区近 60 年降水量整体呈现微弱的下降趋势,变化斜率为 -4.8/10 a,并且未通过显著性水平检验。其多年降水量均值为 431 mm,降水最多的年份在 1984 年,为 608 mm,降水最少的年份在 2002 年,为 255 mm,两者相差达 353 mm,说明年降水量年季变化幅度较大。

从图 1(b)可知,1951—2019 年年均温、年均最高温变化不显著,其变化斜率分别为 0.53 °C/10 a、0.44/10 a;年均最低温变化显著且变化斜率为 0.65/10 a,其增长幅度比年均温和年均最高温更大,年均温、年均最低温、年均最高温在近 60 年的变化均呈微弱的上升趋势。

1968—2019 年 PDSI 值变化趋势如图 2 所示。

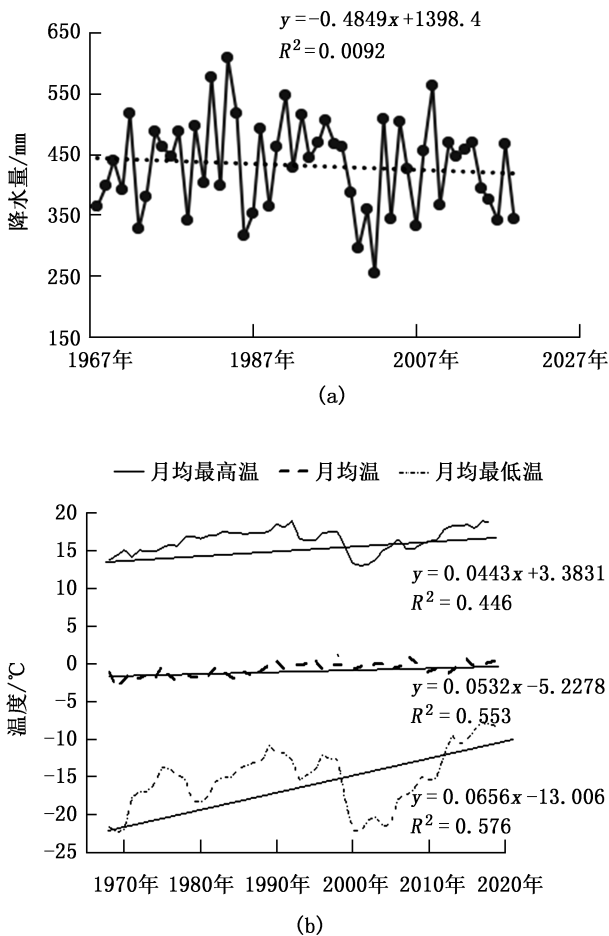


图 1 气温及降水线性变化趋势

Fig. 1 Linear change trend of temperature and precipitation

由图 2 可知,在整个研究年份内 PDSI 最小值为 -3.38,出现的年份为 2008 年,同时在 2008 年的前 5 年 PDSI 值一直处于下降趋势。因此,将 2003—

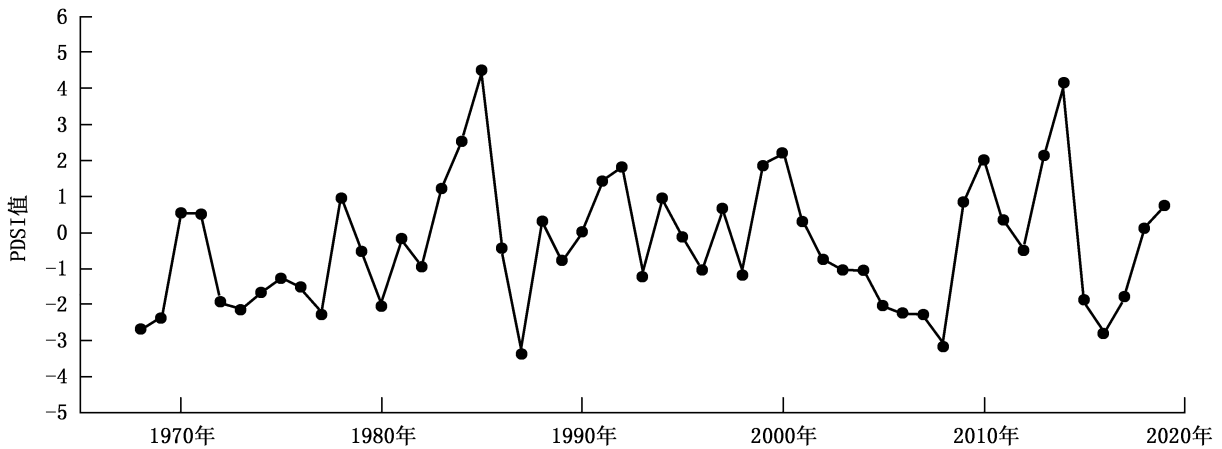


图 2 研究区 PDSI 值变化趋势

Fig. 2 Change trend of PDSI value in study area

2007 年确定为极端干旱年。整个研究年份内 PDSI 均值为 -0.32,最高值为 2.53,出现的年份为 1984 年。

3.1.2 气温与降水量累计距平分析

对根河地区气象站点年降水量进行累计距平曲线分析,结果见图 3(a)。图 3(a)表明,年降水量在 1968—2019 年期间整体经历了下降—上升—下降—上升—下降—上升—下降共 7 个阶段,1968—1974 年、1985—1989 年、1998—2007 年、2015—2019 年降水量呈显著下降趋势,负距平分别占 92%、89%、93%、91%,表明该时期降水低于历史平均水平,为干旱期,在 2008 年达到历史最低值。1974—1985 年、1989—1998 年、2008—2015 年降水量呈现显著上升趋势,其中在 2008—2015 年降水量上升趋势最为显著,且在 2015 年降水量达历史最大值。对大兴安岭林区 9 个气象站点年均温进行累计距平曲线分析,结果如图 3(b)。图 3(b)表明年平均温在 1968—2019 年期间经历了下降—上升的过程,在 1968—1987 年期间呈显著下降趋势,负距平占 95%;1987—2019 年期间呈显著上升趋势,正距平占 97%,在 1987 年达历史最低值,说明 1987 年为年平均温突变年。为了确定极端低温年,对研究区内 1968—2019 年的平均最低温度进行累计距平分析,结果如图 3(c)所示。年均最低温累积距平曲线和年均温的累积距平曲线变化趋势相似,其突变年份也为 1987 年,在 1987 年之前的连续 5 年温度持续降低,因此将 1982—1986 年确定为极端低温年。

3.2 兴安落叶松林年表统计特征

对兴安落叶松年表统计特征进行分析,结果见表 2。从表 2 可知,年表的样本总代表性(EPS)在 0.85

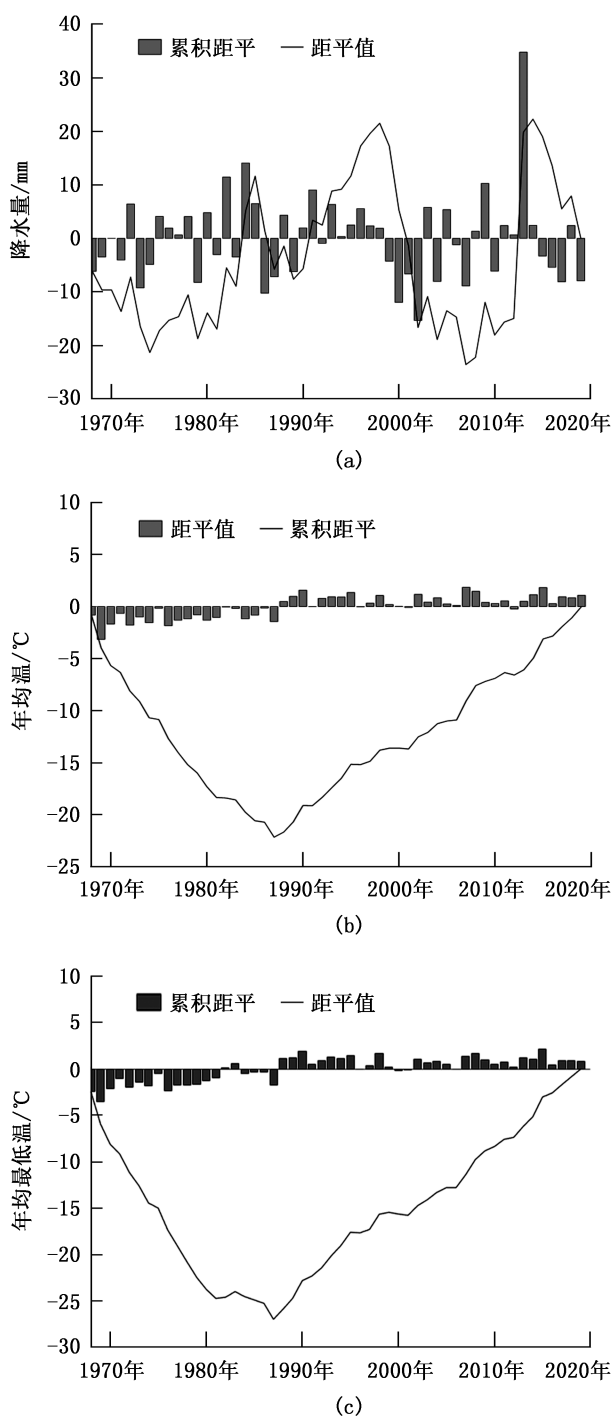


图 3 气候因子累积距平分析

Fig. 3 Cumulative anomaly analysis of climatic factors

以上,表明研究地含有较多的环境信息,具有区域代表性。平均敏感度是年表包含信息多少的一个衡量标准,数值在 0.1 以上,表现出兴安落叶松林对该地区气候波动更为敏感,一阶自相关系数为 0.67,在 0.55 以上,表明兴安落叶松生长受上年生长影响较大。信噪比是衡量树木生长环境变化情况的指标,其值越大,树木受气候影响越大,越能反映树木生长环境变化情况,兴安落叶松信噪比(SNR)为 16.6,说明受气候影响较大。综合所有年表特征信息可知,标准年表质量较好,可以作为取样点内多数树木的生长变化特征的代表,适用于树木年轮气候学的分析研究。

3.3 兴安落叶松径向生长与气象因子的关系

兴安落叶松径向生长与当年 2—10 月的月均温(T_{av})、月均最高温(T_{max})、月均最低温(T_{min})、降水量的关系如图 4 所示。

由图 4 可知,2—7 月均温与兴安落叶松径向生长呈负相关关系($P < 0.05$),8—10 月均温与年轮宽度指数呈正相关关系($P < 0.05$);2、10 月份的平均最高温与兴安落叶松径向生长呈负相关关系($P < 0.05$),在生长季内,6、8、9 月份的平均最高温与兴安落叶松径向生长呈正相关关系($P < 0.05$);2—5 月份的平均最低温与兴安落叶松径向生长呈负相关关系($P < 0.05$);降水量在 4 月与兴安落叶松径向生长呈正相关关系,在生长季 6—8 月份降水量与兴安落叶松径向生长呈负相关关系。综上所述,6、8、9 月份的平均最高温能够促进兴安落叶松的径向生长。

3.4 兴安落叶松树木生长衰退、释放过程

计算兴安落叶松径向生长变化率,结果见图 5。

由图 5 可知,兴安落叶松径向生长变化率在 1862—1867 年、1971—1976 年间发生轻度释放,其中 1862—1865 年间更是达到了中度释放;发生轻度释放的年份占总研究年份的 6.5%,中度释放的年份占 1.9%。径向生长变化率小于 -25% 的年份为 1963—1966 年,占总研究年份的 2.6%。兴安落叶松在以上年份发生生长抑制现象。径向生长变化率最低的

表 2 兴安落叶松年表统计特征

Tab. 2 Statistical characteristics of *Larix gmelinii*

采样点	年份	取样树 (样芯)数量	平均胸径 /cm	标准年表特征值				公共区间统计量		
				MS	SD	MC	AC	SNR	EPS	VF/%
根河兴安落叶松原始林	1856—2018	30(60)	23.2	0.15	0.18	0.27	0.67	16.6	0.94	31.08

注:MS 为平均敏感度;SD 为标准差;MC 为平均相关系数;AC 为一阶相关系数;SNR 为信噪比;EPS 为样本量的总体解释信号;VF 为第一特征根解释量。

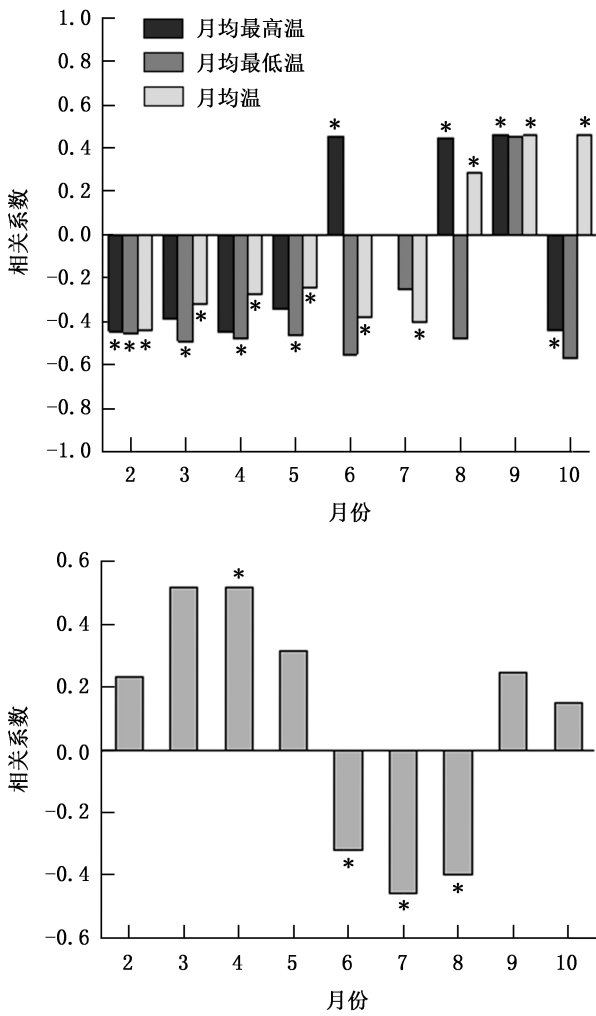


图 4 林木径向生长与气候因子相关分析
Fig. 4 Correlation analysis between radial growth of trees and climatic factors

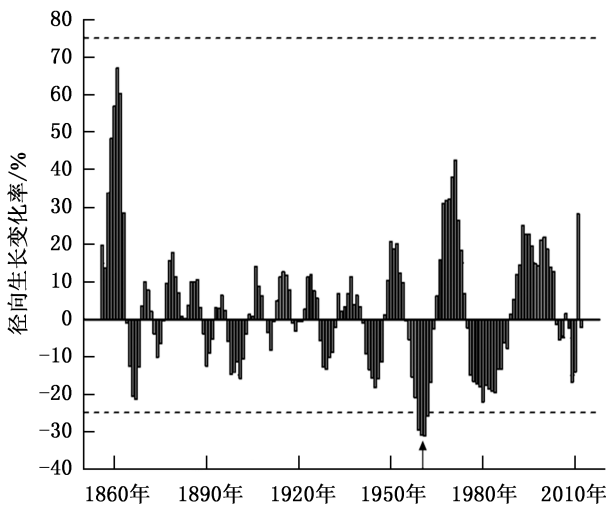


图 5 林木径向生长变化率变化特征
Fig. 5 Variation characteristics of radial growth rate of trees

年份为 1965 年,其径向生长变化率为-31.2%,径向生长变化率最高的年份为 1865 年,其径向生长变化率为 67.2%。从整体来看,在总研究年份内,兴安落叶松径向生长变化率并未达到重度释放的年份,其发生生长抑制的年份占总研究年份的比例也很小。综上所述,在总研究年分内,兴安落叶松主要发生轻度释放过程,自 20 世纪 90 年代以来,研究区内兴安落叶松长势较好,生长抑制发生的年份较少。

3.5 兴安落叶松林抵抗力与恢复力

通过径向生长变化率以及极端气候指标可以计算出兴安落叶松树木对极端气候的抵抗力与恢复力。通过累积距平法以及 PDSI 值确定极端事件发生年份,其中发生极端低温事件年份为 1982—1986 年,发生极端干旱年份为 2003—2007 年。通过计算以上年份兴安落叶松对极端低温和极端干旱的抵抗力与恢复力,结果如图 6 所示。

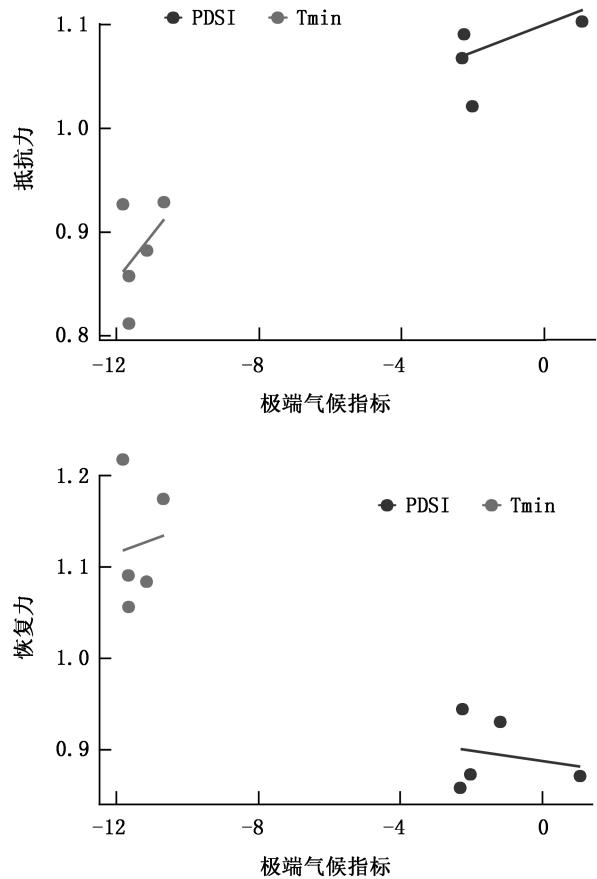


图 6 兴安落叶松抵抗力与恢复力
Fig. 6 Resistance and resilience of *Larix gmelinii*

从图 6 可知,兴安落叶松的抵抗力均随着干旱程度的增强而增加,但当面对极端低温时兴安落叶

松的抵抗力与恢复力的变化趋势不同,具体表现为抵抗力随着极端低温升高而升高,恢复力随着极端低温升高而降低,说明当兴安落叶松遭受极端低温后其恢复能力较差,相对于低温事件兴安落叶松更能抵抗干旱事件,供水越好,树木在干旱时期越能够不受干旱胁迫的影响,可正常生长。

4 结论与讨论

4.1 讨论

4.1.1 兴安落叶松径向生长与气候因子的关系

相关研究表明,复杂的林分结构对气温、降水量等气候因子的分配产生影响,进而影响林木的生长^[14-20]。通过对兴安落叶松径向生长与月均温、月均最高温、月均最低温以及降水量进行滑动相关分析发现,月均最低温、月均温、降水量与兴安落叶松生长季月份的径向生长多呈负相关关系,而月均最高温与兴安落叶松生长季月份的径向生长呈正相关关系。这与孙振静等^[8]的研究结果一致,研究结果表明,温度对兴安落叶松的生长影响较大,具体表现为温度的升高对兴安落叶松径向生长具有促进作用。而生长季月份的降水量与兴安落叶松径向生长多呈负相关关系,说明大兴安岭地区并不是一个湿润地区,水分的多少并不是制约兴安落叶松生长的关键因素,同时也说明大兴安岭林区土壤水分含量较多,即使外界降水较少时,兴安落叶松生长受到的影响也较少。

4.1.2 兴安落叶松生态弹性变化特征与气候因子的关系

兴安落叶松生长抑制/释放事件可从径向生长历史中判定,相关研究表明,树木发生生长抑制是生长衰退的信号,长时间的生长抑制表明树木发生了生长衰退。兴安落叶松年表及树木径向生长变化率反映了在 1862—1867 年、1971—1976 年兴安落叶松发生了轻度生长释放;1862—1865 年兴安落叶松发生了中度生长释放;1963—1966 年兴安落叶松发生了生长抑制,在整个研究年份内,兴安落叶松发生生长抑制事件的年份极少,说明该地区兴安落叶松生长较好,生长环境对兴安落叶松来说较为适宜。通过 PDSI 值以及年均低温累积距平来确定极端干旱、极端低温事件发生年份,极端低温年份为 1982—1986 年,在这一时期兴安落叶松虽然未发生生长衰退现象,但其径向生长变化率在这一时期一直处于一个负值状态,且接近于-25%;发生极端干旱事件年份为 2003—2007 年,在这一时期兴安落叶

松未发生生长衰退现象且其径向生长变化率在这一时期一直处于一个正值状态。说明水分因子并不能制约兴安落叶松生长,温度因子是决定兴安落叶松生长的气候指标。通过计算兴安落叶松对极端气候事件的抵抗力和恢复力发现,兴安落叶松的抵抗力和恢复力均随着极端低温事件的发生而呈逐渐上升趋势,这与大兴安岭北部不同降水梯度下兴安落叶松生长对升温的响应差异^[8]研究结果不同,分析其原因,主要是由于研究所选林型不同所导致,出现这种现象说明当面对极端低温事件时,兴安落叶松将多余的生物量分配到根部,进而改善水和养分的获取;兴安落叶松抵抗力与恢复力在面对极端干旱事件时的变化不同,抵抗力随着极端干旱事件的发生而逐渐上升,说明前期对树木的供水越好,树木在干旱期的生长越不受影响,可正常生长;恢复力面对极端干旱事件时表现为随着极端干旱事件的发生,恢复力逐渐减弱,说明兴安落叶松在遭受极端干旱事件后,恢复到原来生长水平的能力较差。

4.2 结论

根河地区 1968—2019 年间年降水量整体在波动中呈下降趋势,变化倾向率为 4.8/10 a,降水量年际变化幅度较大;在 1968—2019 年间,年均温整体呈现上升趋势,变化倾向率为 0.53℃/10 a。大兴安岭林区在 2003—2007 年间发生了极端干旱事件;在 1982—1986 年发生了极端低温事件。兴安落叶松生长季 6—8 月的平均最高温与其径向生长呈正相关关系,降水量与兴安落叶松径向生长呈负相关关系。兴安落叶松在 1963—1966 年间发生生长衰退现象,其抵抗力与恢复力随着极端低温事件的发生而逐渐增强;恢复力随着极端干旱事件的发生而逐渐减弱;抵抗力随着极端干旱事件的发生而逐渐增强。

参考文献:

- [1] IPCC. Summary for policymakers of climate change 2013: The physical science basis[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [2] 丁一汇,任国玉,石广玉,等. 气候变化国家评估报告(1);中国气候变化的历史和未来趋势[J]. 气候变化研究进展,2006(1):3-8.
- [3] 边玉明,代海燕,王冰,等. 内蒙大兴安岭林区年降水量变化特征及周期分析[J]. 水土保持研究,2017,24(3):146-150.
- [4] 魏玉龙. 基于林缘效应的兴安落叶松林分更新研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2019.

- [5] 齐贵增,白红英,孟清,等. 基于树轮宽度的太白山地区春季干湿变化重建[J]. 干旱区地理,2020,43(4):955-966.
- [6] 于健,陈佳佳,孟盛旺,等. 长白山群落交错带长白松和鱼鳞云杉径向生长对气候变暖的响应[J]. 应用生态学报,2021,32(1):46-56.
- [7] 申佳艳,李帅锋,黄小波,等. 金沙江流域不同海拔处云南松生态弹性及生长衰退过程[J]. 林业科学,2020,56(6):1-11.
- [8] 孙振静,赵慧颖,朱良军,等. 大兴安岭北部不同降水梯度下兴安落叶松生长对升温的响应差异[J]. 北京林业大学学报,2019,41(6):1-14.
- [9] WANG X C,ZHANG Y D,DOUGLAS J M. Spatial and age-dependent tree-ring growth responses of *Larix gmelinii* to climate in northeastern China[J]. Trees, 2009, 23(4):875-885.
- [10] 张秋良,边玉明,代海燕,等. 内蒙古大兴安岭林区极端气温事件变化特征[J]. 地理科学,2017,37(12):1909-1916.
- [11] MAO Z,CENTANNI J,POMMEREAU F,et al. Maintaining biodiversity promotes the multifunctionality of social-ecological systems: holistic modelling of a mountain system[J]. Ecosystem Services,2021,47(4):101220.
- [12] PAYETTE H,ROLA-PLSZCZYNSKI M,GHADIRIAN P. Nutrition factors in relation to cellular and regulatory immune variables in a free-living elderly population[J]. The American Journal of Clinical Nutrition,1990,52(5):927-932.
- [13] LLORET F J,KRUCKENBERG A,SCHERL P,et al. Stitching phospholanes together piece by piece: new modular di- and tridentate stereodirecting ligands[J]. Chemistry (Weinheim an der Bergstrasse, Germany),2011,17(50):14047-14062.
- [14] 孙凤华,杨素英,陈鹏狮. 东北地区近44年的气候暖干化趋势分析及可能影响[J]. 生态学杂志,2005(7):751-755.
- [15] 赵志江,谭留夷,康东伟,等. 云南小中甸地区丽江云杉径向生长对气候变化的响应[J]. 应用生态学报,2012,23(3):603-609.
- [16] 刘亚玲,信忠保,李宗善,等. 近40年河北坝上地区杨树人工林径向生长对气候变化的响应差异[J]. 生态学报,2020,40(24):9108-9119.
- [17] 李晓琴,张凌楠,曾小敏,等. 黄土高原中部针叶树与灌木径向生长对气候的响应差异[J]. 生态学报,2020,40(16):5685-5697.
- [18] 张辉,颜耀,胡亚楠,等. 基于树轮气候相关分析法的杉木径向生长与气候因子关系[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2020,49(1):59-66.
- [19] 宋来萍,刘礴霏,王玉华,等. 呼伦贝尔沙地不同树龄樟子松对气候的响应[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(2):159-164.
- [20] 鲍安,杨立学,刘滨辉. 老爷岭红松和胡桃楸径向生长对气候变化的响应[J]. 东北林业大学学报,2019,47(12):16-21.

责任编辑:陈旭

校对:许易琦 陈旭

(上接第105页)

- [11] 蔡华浩. 开展乡镇领导干部自然资源资产离任审计的困难及解决思路[J]. 现代审计与经济,2019(2):31-33.
- [12] 杨欣. 自然资源资产离任审计与审计责任的界定[J]. 产业创新研究,2019(1):82-83.
- [13] 黄林楠. 领导干部自然资源资产离任审计案例研究[D]. 武汉:华中科技大学,2018.
- [14] 李鑫. 领导干部自然资源资产离任审计初探[J]. 现代经济信息,2018(30):179-180.
- [15] 蔡春,毕铭悦. 关于自然资源资产离任审计的理论思考[J]. 审计研究,2014(5):3-9.
- [16] 郭秀妹. 领导干部自然资源资产离任审计研究——以福建省离任审计试点为例[J]. 商业会计,2018(6):17-19.
- [17] 贺玮琦,张岩. 领导干部森林资源资产离任审计评价指标探讨[J]. 林业经济,2017(3):78-82.
- [18] 刘明辉,孙冀萍. 领导干部自然资源资产离任审计要素研究[J]. 审计与经济研究,2016,31(4):12-20.
- [19] 钱水祥. 领导干部自然资源资产离任审计研究[J]. 浙江社会科学,2016(3):151-155.

责任编辑:陈旭

校对:张林艳 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.020

沙土地绿芦笋栽培与病虫害防治技术研究

王鸿雁¹, 段爱莉¹, 李旭¹, 刘占奇²

(1. 武威市食品检验检测中心, 甘肃 武威 733000; 2. 甘肃黄羊河集团食品有限公司, 甘肃 武威 733000)

摘要:以沙土地中自然光照条件下生长的绿芦笋为研究对象, 选育抗旱性强、色泽光鲜浓绿、品性好、产量高的冠军和阿波罗品种进行栽培试验, 探讨高效的育苗、定植技术以及及时补苗、壮苗促根、水肥管理等田间管理技术, 并从茎枯病、根腐病的农业和化学防治, 虫害生物物理和化学防治等方面阐述绿芦笋的病虫害防治, 为实现绿芦笋的高效标准化栽培提供理论依据。

关键词:沙土地; 绿芦笋; 采笋量; 病虫害防治; 栽培技术

中图分类号: S644.6; S288; S318; S763 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0114-04

引文格式: 王鸿雁, 段爱莉, 李旭, 等. 沙土地绿芦笋栽培与病虫害防治技术研究[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 114-117. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.020

WANG Hongyan, DUAN Aili, LI Xu, et al. Cultivation and Pest Control Techniques of Green Asparagus in Sandy Land [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 114-117. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.020

Cultivation and Pest Control Techniques of Green Asparagus in Sandy Land

WANG Hongyan¹, DUAN Aili¹, LI Xu¹, LIU Zhanqi²

(1. Wuwei Food Inspection and Testing Center, Wuwei, Gansu 733000, China;
2. Gansu Huangyanghe Group Food Co., Ltd., Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: Taking the green asparagus growing under natural light in sandy land as the research object, this paper selected the Guanjun and Appollo varieties with strong drought resistance, bright color, good character and high yield for cultivation experiments, discussed the efficient seedling raising and colonization techniques, and field management techniques such as timely seedling supplement, strong seedling and root promotion, water and fertilizer management, as well as expounded the pest control of green asparagus from the aspects of agricultural and chemical control of stem wilt and root rot, biophysical and chemical control of pests, so as to provide a theoretical basis for realizing the efficient and standardized cultivation of green asparagus.

Key words: sandy land; green asparagus; shoot harvest; pest control; cultivation techniques

芦笋 (*Asparagus officinalis* Linn) 是百合科天门冬属宿根性多年生草本植物, 学名为石刁柏, 其根茎含 32% 的蛋白质、26% 淀粉和 19 种人体所需的氨基

酸、维生素及多种矿物质元素, 具健脾养胃功效, 是集药膳、美食、保健抗癌为一体的滋补品, 在国际上享有“蔬菜之王”的美称^[1]。近几年, 伴随人们的消

收稿日期: 2020-12-21.

基金项目: 甘肃省市场监督管理局科技计划项目“沙土地绿芦笋生产技术研究”(食品组 22 SSCJG-SP-201922).

第一作者: 王鸿雁(1979-), 女, 甘肃民勤人, 高级工程师. 研究方向为食品质量与安全.

责任作者: 段爱莉(1986-), 女, 甘肃定西人, 硕士研究生, 工程师. 研究方向为食品安全与检验.

费习惯从吃罐头转变成吃新鲜食品,绿芦笋在国际市场的销量逐年增长,并且绿芦笋的营养成分、风味与口感高于白芦笋,适应能力较强,抗酸耐碱,抗旱怕涝,能耐零下36℃的低温和36℃的高温,除了水田外的平原、坡地、沙漠地区均可种植^[1-2]。甘肃武威地区属于沙漠地带,主要以沙土地为主,常规的绿芦笋种子品种和处理技术,成活率较低,因此选育优质丰产的品种,研究出高效的育苗和定植技术、合理规范的田间管理和有效的无公害病虫害防治技术,为实现绿芦笋的高效标准化栽培提供理论依据^[3-4]。

1 品种选择

芦笋根系发达,耐寒耐旱又耐热,温带地区四季分明,冬季寒冷,夏季温暖,春节嫩茎抽发早,采笋也早。温度达10℃时,芦笋嫩茎开始抽发,随着温度的升高嫩茎增多,温度达25℃时嫩茎质量多。选取冠军、2000-3、翡翠明珠、金冠等国产品种及格兰德、阿波罗进口品种,研究不同绿芦笋品种在不同温度下的采笋量差异性(表1)。

表1 不同绿芦笋品种在不同温度下的采笋量

Tab. 1 Shoot harvest of different green asparagus varieties at different temperatures

月份	月均温 /℃	采笋量/(kg·hm ⁻²)					
		冠军	2000-3	翡翠明珠	金冠	格兰德	阿波罗
3	13.8	5018.5	4005.0	4108.5	4908.5	4015.0	5104.5
4	16.5	6653.0	5108.0	5568.5	6015.5	5211.5	6819.0
5	20.4	10851.5	8945.0	9018.0	9511.5	8918.5	11024.5
6	26.8	7580.0	6718.5	7219.8	7418.5	6615.0	7219.0
平均 (合计)	19.4	30103.0	24776.5	25914.8	27854.0	24760.0	30167.0

2020年3—6月冠军和阿波罗采笋量最高,分别为30103 kg/hm²、30167 kg/hm²,其中5月份采笋量达到最高,分别为10851.5 kg/hm²、11024.5 kg/hm²。因此从中选择具有抗旱性强、色泽光鲜浓绿、品性好、产量高等特点的冠军和阿波罗作为种植品种,且其种子纯度≥98%,净度98%,发芽率85%,水分≤8%^[5]。

2 育苗

2.1 种子处理

在阳光下晒种4 h后,将种子用75%百菌清800

倍液消毒2 h,再用25~28℃水浸种48 h,24 h洗种1次,16 h换水1次,种子20%~30%露白时进行播种。

2.2 营养钵育苗

制备营养土:30%沙土地、35%熟堆基肥、1.5%复合肥、30%草木灰、1%过磷酸钙、0.5%尿素和2%氯化钾充分混合,用100倍40%甲醛液喷洒,堆积后用塑料薄膜密封,让其充分熏杀,腐熟发酵,可杀灭病菌和杂草种子。3月上旬,将小拱棚覆膜,营养土装钵,并轻浇1次水后将土压实,同时将催好芽的种子放在营养钵上,1钵1粒,上覆1.5~2 cm厚营养土,并保持白天营养钵温度为25℃、夜间温度为15~20℃。出苗后,每隔15 d喷施尿素和浓度0.5%磷酸二氢钾各7 g/m²,并控制供水,以使根株充实,尽早适应露地环境,缩短缓苗期。

3 定植

3.1 地块准备

施入底肥:准备定植绿芦笋的地块施入腐熟的有机肥(鸡粪、牛羊粪)45 000~75 000 kg/hm²,复合肥(N-P-K:15-15-15)300 kg/hm²,乐斯本(15%毒死蜱)颗粒22.5~30 kg/hm²。

深翻开沟:施入底肥后进行深翻,耕深40~45 cm,然后将地块整平(灌水时地块内不能有积水);沟宽35 cm,沟深40 cm(使芦笋根向下舒展,沟底追肥)。

3.2 定植

定植时间:3月中下旬—4月上旬。

定植密度:采用机械开沟定植,保苗数为27 000~33 000株/hm²。单行行距为1.5~1.6 m,株距为22~25 cm。

定植方法:定植前先在定植沟内施入腐熟有机肥、N-K型复合肥150~300 kg/hm²,然后回填沟土,使回填土离地面12~15 cm;用培土设备在定植沟中间培3~4 cm的土棱(使定植的芦笋根能与土壤充分接触,且根形向下)。

定植后管理:定植后距鳞芽盘覆土8~10 cm并轻轻踏实。根据土壤水分高低,及时浇定植水,待水渗入后,再覆2~4 cm细土,以防土壤板结、裂缝。栽植、浇水、覆土等作业需要做到一次完成,并要浇透水,以确保成活率。幼苗缓苗之后,要将栽植穴填平。

4 田间管理

4.1 及时补苗

定植之后,由于受当地的气候条件、土壤成分、

虫草等危害,造成了不同程度的缺苗断垄。所以,及时补足缺苗能够保证充足的株数与产量基数,补苗之后需浇透水,以确保成活率。

4.2 壮苗促根

幼苗栽植后,由于植株矮小,根系较浅,吸水肥能力较差,应及时地中耕除草。依据土壤的情况,适时浇水,每间隔 10~15 d 浇 1 次水,浇水量应每次湿透 25 cm 深的土壤。在第二条茎发出时,施尿素 75~150 kg/hm²,并在定植后保持芦笋田的水分,但绿芦笋田不得积水,如有积水不得超过 24 h。

4.3 水肥管理

在 8 月中上旬施一次秋发肥,施入复合肥 375 kg/hm²,钾肥 225 kg/hm²,在距植株 15~20 cm 处开深 10 cm 的沟施入。冬前浇越冬水,并施腐熟的有机粪肥。

5 病虫害防治

5.1 茎枯病防治

农业防治:芦笋田周边不可种植同科蔬菜、大豆、花生等作物。选择晴天留母茎和秋茎,发现病茎应及时清理并集中销毁。早春把田间已枯死的茎枝全部清理销毁。具体的做法为提高土壤有机质,疏松土壤,以增进芦笋根系发育。加施有机肥及磷钾肥,适当把控氮肥的用量,以增进芦笋茎叶健壮生长,加强抗病能力。采笋期结束之后,铲除地上母茎及残桩并彻底清扫,喷药杀菌以消毒鳞芽盘。早春时期,及时除去田间病残的枝叶能够极大减轻病害发生。清理田园能够有效降低侵染源,进入冬季,植株地上部分完全枯萎后,需彻底地清理茎叶并集中销毁。

化学防治:防治宜在母茎新枝展开前开始(母茎刚开始出土时),每隔 3~7 d 用 50%多菌灵 500~600 倍液喷雾,70%代森锰锌可湿性粉剂 2 625~3 750 g/hm² 兑水喷雾防治,世高(Score 10% WG) 1 000 倍液+75%百菌清 600 倍液喷雾,丙环唑 4 000~7 000 倍液喷雾,苯醚甲环唑 5 000 倍喷雾,0.4%波尔多液(0.2 kg 硫酸铜+0.2 kg 生石灰+50 kg 水)喷雾或涂抹母茎防治。

5.2 根腐病防治

农业防治:选择适宜的田块,控制病菌的传播与蔓延。

化学防治:中心病株出现之后,喷洒 72%双脉锰锌(克抗灵)可湿性粉剂 800 倍液或 72%杜邦克露可湿性粉剂 800~1 000 倍液、18%甲霜胺锰锌可

湿性粉剂 600 倍液、70%乙磷锰锌可湿性粉剂 500 倍液等,喷施兑好的药液 750 L/hm²,间隔 10 d 左右一次,视病情防治 2~3 次。

5.3 虫害控制

生物物理防治:在芦笋田里安装频振式杀虫灯,以诱杀害虫。

化学防治:在初孵幼虫期用 90%敌百虫 1 000 倍液、40%高效氯氰菊酯乳油 1 000 倍液、20%氟戊菊酸乳油 3 000~4 000 倍液、10%抓氮菊酯乳油 3 000 倍液或 25%灭幼脉悬浮剂 3 000~4 000 倍液防治。(1)地老虎:用 90%敌百虫 50 g 加水 250~500 g 喷拌碎青菜 3 kg 毒杀,20%瓢甲敌乳油稀释 800 倍液,傍晚地表喷雾。(2)金龟子幼虫(蛴螬)和金针虫幼虫:每 667 m² 用 50%辛硫磷乳油 250 mL 或 40.7%毒死蜱乳油 200 mL,兑水 500 kg 灌蔸防治。(3)蛾姑:定植前每 667 m² 用 3.6%三通颗粒 2.0~2.5 kg 撒施在定植沟内;幼苗生长期用 90%敌百虫 800~1 000 倍液顺垄喷洒。(4)十四点负泥虫:在越冬代成虫出土盛期喷洒 0.6%无名霸(苦参碱醇液)1 000 倍液、90%敌百虫 1 500 倍液、20%灭扫利乳油 2 000 倍液、50%辛硫磷乳剂 800~1 000 倍液喷雾,每 667 m² 用量不超过 100 mL。(5)蚜虫:50%抗蚜威或 50%辟蚜雾可湿性粉剂 2 000~3 000 倍液、每公顷用 2%噻虫嗪 60 g 喷雾进行防治。

不同绿芦笋品种病虫害防治前后的采笋量见图 1。

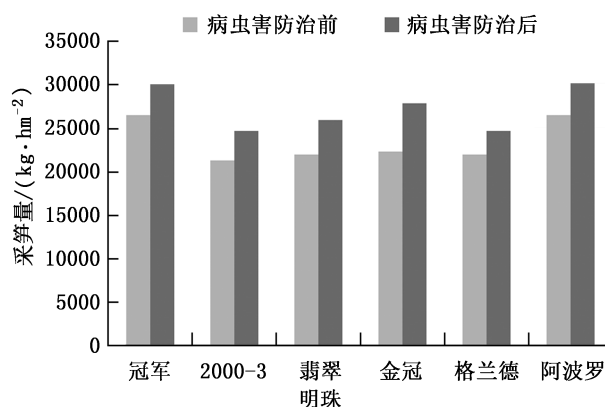


图 1 不同品种绿芦笋虫害防治前后采笋量对比

Fig. 1 Comparison of shoot harvest of different green asparagus varieties before and after pest control

6 绿芦笋采收

6.1 采笋起始时间

根据绿芦笋生物学零度指示(绿芦笋可进入萌

芽生长的最低均温),当均温达5℃时,鳞芽会渐渐萌动生长形成能采收的嫩茎,一般在4月中上旬。一天可采收2次,即06:00—09:00,16:00—18:00。将符合要求的嫩茎齐土割下,用湿布包裹,防止水分流失,其中不同采收期病害情况如图2所示。

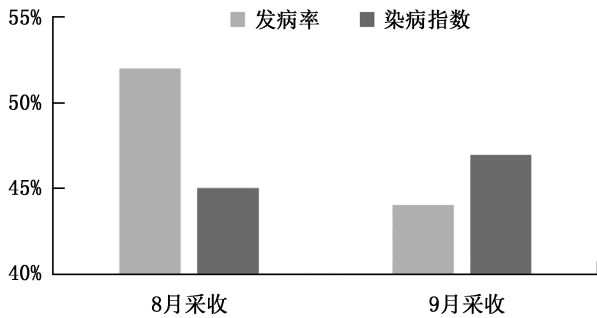


图2 不同采收时间的病害情况

Fig. 2 Diseases at different harvest times

6.2 采笋结束时间

常规情况下,一年生绿芦笋的采期仅有25~30d;二年生芦笋是45~55d;三~九年生的采期为60~70d。内在依据是绿芦笋根部贮藏养分的积累水平与芽盘鳞芽的数量和质量,当嫩茎出现变细、变硬、老化现象时停止采笋。

7 结论

本文从绿芦笋品种选择、产地环境、技术要求、病虫害管理、绿芦笋采收等方面展开沙土地中绿芦笋标准化种植技术研究,筛选出适宜沙土地生长的优质高产绿芦笋品种,通过芦笋种子处理、育苗技

术、地块选择、地块准备、定植技术、水肥管理等,实现绿芦笋规模化、标准化种植技术。

参考文献:

- [1] 陈光宇. 中国芦笋产业发展现状与趋势[J]. 世界农业, 2013(10):181-185.
- [2] 厉广辉,于继庆,李书华,等. 中国芦笋栽培研究进展[J]. 中国农学通报, 2016, 32(7):37-42.
- [3] 李玉环,李哲,朱国民,等. 吉林省盐碱地芦笋栽培技术[J]. 蔬菜科技, 2019(3):18-19.
- [4] 张建国,陈华. 定西市芦笋标准化栽培技术[J]. 农艺农技, 2019(12):39-40.
- [5] 李霞,李保华,包艳存,等. 芦笋新品种“绿丰”的选育[J]. 蔬菜, 2019(6):74-77.
- [6] 贺志萍. 芦笋无公害标准化栽培技术[J]. 种植技术, 2019(1):90-92.
- [7] 南庆春. 芦笋种植前景与效益分析[J]. 园艺园林, 2020(2):55.
- [8] 李富军. 芦笋高产栽培技术(上)[J]. 乡村科技, 2010(1):19.
- [9] ANASTASIADI M, COLLINGS E R, SHIVEMBE A, et al. Seasonal and temporal changes during storage affect quality attributes of green asparagus[J]. Postharvest Biol Technol, 2020, 159:111017.
- [10] VÁZQUEZ-ROWE I, KAHHAT R, QUISPE I, et al. Environmental profile of green asparagus production in a hyper-arid zone in coastal Peru[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 112:2505-2517.

责任编辑:杨焱熔

校对:许春霞 杨焱熔

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.021

酸性基质研制品在兔眼蓝莓顶峰栽培中的应用

万合锋, 封天洪, 刘国华, 文光琴, 武玉祥

(贵州省生物研究所, 贵州 贵阳 550009)

摘要:为研究自制蓝莓栽培基质的肥效,以兔眼蓝莓顶峰为研究对象,用牛粪与酒糟发酵产品、松针土与园土配置不同配比的基质开展盆栽试验,比较不同原料配比的基质对兔眼蓝莓顶峰生长发育的影响。结果表明,蓝莓适宜在酸性环境中生长;堆肥制品与园土最优配比为园土:堆肥制品体积比为 1:2;堆肥制品不如松针土效果好,需要进一步调酸处理;在未过筛保持自然粒度条件下园土与松针土按照体积比 2:1 效果较好。

关键词:兔眼蓝莓顶峰;盆栽试验;酸性基质;堆肥制品;松针土

中图分类号:Q949.772.3;S318;Q249 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0118-06

引文格式:万合锋,封天洪,刘国华,等.酸性基质研制品在兔眼蓝莓顶峰栽培中的应用[J].林业调查规划,2021,46(6):118-123. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.021

WAN Hefeng, FENG Tianhong, LIU Guohua, et al. Application of Acid Matrix in Cultivation of *Vaccinium ashei* Climax [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6):118-123. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.021

Application of Acid Matrix in Cultivation of *Vaccinium ashei* Climax

WAN Hefeng, FENG Tianhong, LIU Guohua, WEN Guangqin, WU Yuxiang

(Guizhou Institute of Biology, Guiyang 550009, China)

Abstract: In order to study the fertilizer efficiency of the self-made blueberry cultivation matrix, the experiment was carried out with different proportion of fermentation products of cow dung and distiller's grains, pine needle soil and garden soil, and the effects of different raw materials on the growth of *Vaccinium ashei* Climax were compared. The results showed that blueberry was suitable to grow in acidic environment; the optimum ratio of garden soil to compost products was 1:2; the compost products needed further acid adjustment treatment which were not as effective as pine needle soil; the effect of garden soil and pine needle soil according to the volume ratio of 2:1 was better under the condition of not sieving and maintaining natural particle size.

Key words: *Vaccinium ashei* Climax; pot experiment; acidic matrix; compost products; pine needle soil

蓝莓属杜鹃花科越橘属小浆果^[1],被世界卫生组织列为“最佳营养价值水果”^[2],蓝莓适宜生长在透气好,有机质含量高的酸性(pH 4.8~5.5)土壤中^[3]。据 2013 年统计显示,贵州省蓝莓种植品种达 30 多

个,种植面积以麻江县为核心扩散至全省 3 880 hm²,产量达到 3 000 t,产值上亿元^[4],截至 2017 年种植面积增加到 3.35 倍,位居全国第二位^[2]。目前常用栽培基质或调理酸性环境原料有松针土、椰糠、花生

收稿日期:2020-12-09.

基金项目:贵州科学院青年基金(黔科院 J 字[2020] 04 号);贵州省重大科技专项“山地蓝莓产业关键技术研究与应用”(黔科合重大专项字[2015]6013).

第一作者:万合锋(1986-),男,河南南阳人,硕士,助理研究员.主要研究方向为果蔬栽培技术与农业废弃物资源化利用. Email:whfeng@126.com

责任作者:武玉祥(1985-),男,山东临沂人,硕士,助理研究员.研究方向为微生物学.

壳、泥炭、木醋酸和硫磺粉等,随着蓝莓产业的迅速发展,也需要研制更多的新的栽培基质解决资源短缺问题。

本文以兔眼蓝莓顶峰为研究对象,用牛粪与红酒糟的堆肥品、松针土、园土配制不同比例的栽培基质,实验前测 pH 值、有机质、速效磷、有效钾和铵态氮,并在试验过程中测量株高以及蓝莓树体距地面 1 cm 处直径、冠幅、生物量等。明确筛选出适宜的基质配方,为兔眼蓝莓顶峰基质的研制提供基础,也为酸性基质原料优化配比提供依据。

1 材料与方

1.1 材料

试验于 2019 年 4—9 月在麻江县瑞蓝果业公司户外进行,采集 1 年生兔眼蓝莓顶峰,选取无机械损伤、健壮无病虫害和大小接近的植株,于 2019 年 4 月 11 日植于 18 cm×18 cm 盆栽钵中。

1.2 方法

盆栽,每盆覆土至距盆口沿 1 cm 处,设计 7 个处理组(表 1)。

将园土、松针土、堆肥品按照表 1 列出的比例混合配成栽培基质。T1-T4 与 CK 处理的栽培基质均经过 1 cm 筛网处理,确保粒径一致,T5 与 T6 处理保持自然状态。园土是取园区表层及以下 0~20 cm 处土壤,松针土是含松针树皮的松林表层土,堆肥制品为牛粪与蓝莓酒酿造后副产品的混合发酵物。栽植当日浇水 1 000 mL,次日浇水 200 mL。后期只做除草处理,在户外自然状态下生长。

供试原料的样品采样用四分法取得。pH 值和电导率(EC)待测液按照去离子水(45 mL):鲜样品

表 1 兔眼蓝莓顶峰盆栽试验设计

Tab. 1 Pot experiment design of *Vaccinium ashei* Climax

处理组	园土	松针土	堆肥制品	重复数	过筛
T1(A1)	1	0	1	9	是
T2(A2)	1	0	2	9	是
T3(A3)	2	0	1	9	是
T4(B1)	1	2	0	9	是
T5(B2)	1	2	0	9	否
T6(B3)	2	1	0	9	否
T7(CK)	1	0	0	3	是

注:T4 设计为了比较堆肥品、松针土对蓝莓长势影响;T5 设计为了掌握粒度对蓝莓生长发育的影响;T6 设计在不过筛网条件下,园土与松针土不同配比对蓝莓长势的影响。

(5.0 g)=9:1(v/w)比例混匀,在 150 r/min 下震荡 1 h,然后以 4 000 r/min 离心 10 min,取上层清液用 0.45 μm 水系滤膜抽滤,pH 值用雷磁 PHS-25 pH 计测定,电导率用浙江托普云农公司 TPY-16A 型土壤养分速测仪测定。铵态氮、有效磷和速效钾的待测液以去离子水:干样=5:1(v/w)比例混合,在 200 r/min 下震荡 1 h 然后以 3 000 r/min 离心 10 min,取上层清液用 0.45 μm 水系滤膜抽滤,用浙江托普云农公司 TPY-16A 型土壤养分速测仪测定。重金属(As、Hg、Pb、Cd、Cr)用电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES 5300VAFS-933)测定。生物指标株高、冠幅用卷尺测量,距离栽培基质面 1 cm 处的直径用数显游标卡尺测量,分别于 2019 年 4 月 30 日,7 月 2 日,11 月 7 日观察测量。

2 结果与分析

不同处理组的蓝莓生长情况如表 2 所示。

表 2 不同处理组蓝莓生长情况

Tab. 2 Growth of blueberry in different treatment groups

类别	时间	A1	A2	A3	B1	B2	B3	CK
生物量	4 月	1.58±0.04	1.37±0.04	1.76±0.02	1.51±0.02	1.60±0.01	1.81±0.07	2.25±0.05
	11 月	1.54±0.29	1.49±0.03	2.03±0.06	1.87±0.33	2.03±0.06	2.18±0.03	2.37±0.19
1 cm 处直径	4 月	1.96±0.37	1.77±0.37	2.72±0.52	2.03±0.56	2.25±0.34	2.44±0.28	1.93±0.28
	11 月	2.83±0.49	2.77±0.71	3.43±0.43	3.65±0.65	4.23±0.64	3.74±0.51	2.59±0.41
株高	7 月	10.28±2.14	10.94±2.30	9.67±0.58	15.44±4.50	21.33±2.89	12.67±0.58	8.17±2.25
	11 月	12.00±2.45	16.00±4.85	12.00±0.01	23.00±6.04	25.67±4.04	20.00±5.29	8.33±0.58
冠幅	7 月	7.94±3.13	7.72±3.09	8.67±2.52	13.00±4.87	15.33±5.86	8.67±2.08	5.83±1.26
	11 月	7.33±4.72	9.33±3.74	8.00±0.01	18.11±7.29	20.33±1.53	16.00±5.29	5.00±2.65
叶芽数	4 月	3.44±1.24	3.78±1.20	3.00±1.00	3.44±1.24	4.33±2.31	3.67±1.15	2.33±0.58
	7 月	5.56±2.55	4.00±2.14	5.67±3.06	6.44±2.46	6.33±2.31	6.33±2.52	3.67±0.58

不同处理组栽培基质的容重见图 1,不同处理组栽培基质 pH 值见图 2。

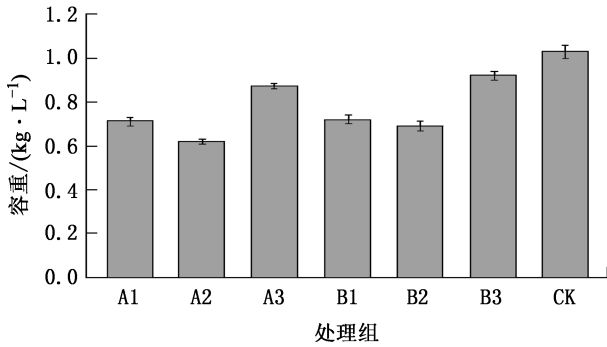


图 1 不同处理组栽培基质容重对比

Fig. 1 Comparison of bulk density of cultivation matrix in different treatment groups

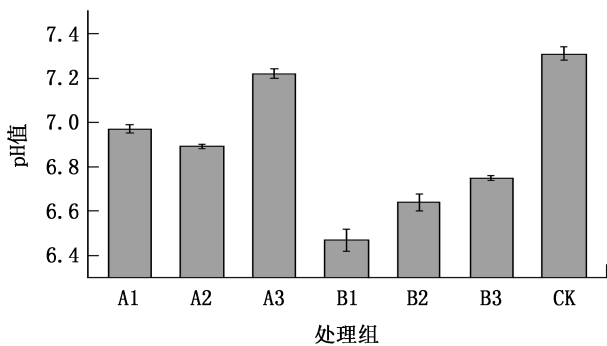


图 2 不同处理组栽培基质 pH 值对比

Fig. 2 Comparison of pH of culture matrix in different treatment groups

2.1 堆肥制品的不同配比对蓝莓生长的影响

堆肥制品的容重大小为 CK>A3>A1>A2;pH 大小为 CK>A3>A1>A2,不同处理组施加堆肥制品的蓝莓生长情况见图 3 至图 7。

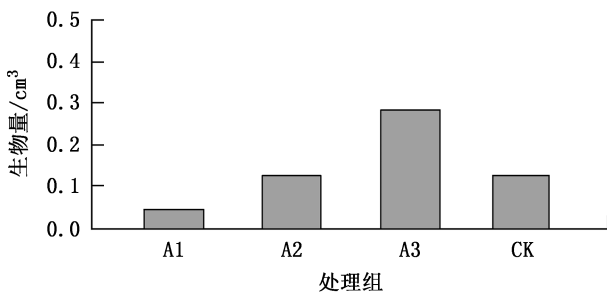


图 3 不同处理组施加堆肥制品的蓝莓生物量

Fig. 3 Biomass of blueberry with compost products in different treatment groups

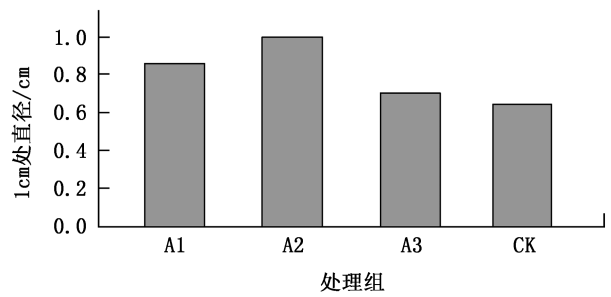


图 4 不同处理组施加堆肥制品的蓝莓 1 cm 处直径生长

Fig. 4 Diameter of blueberry at 1 cm with compost products in different treatment groups

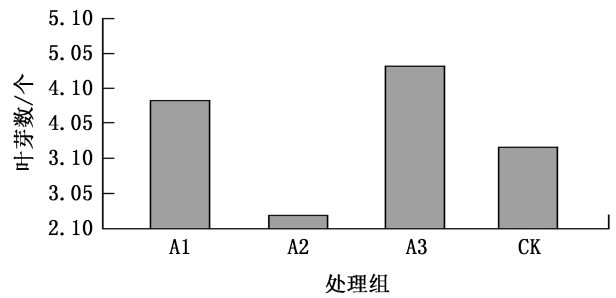


图 5 不同处理组施加堆肥制品的蓝莓叶芽数

Fig. 5 Leaf buds of blueberry with compost products in different treatment groups

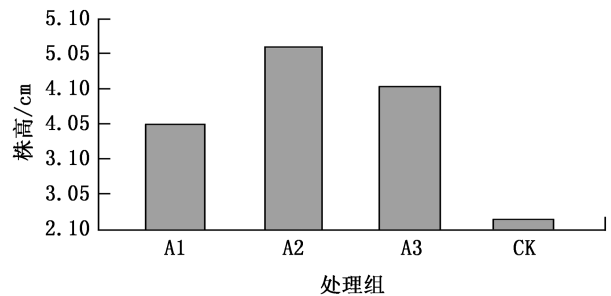


图 6 不同处理组施加堆肥制品的蓝莓株高

Fig. 6 Plant height of blueberry with compost products in different treatment groups

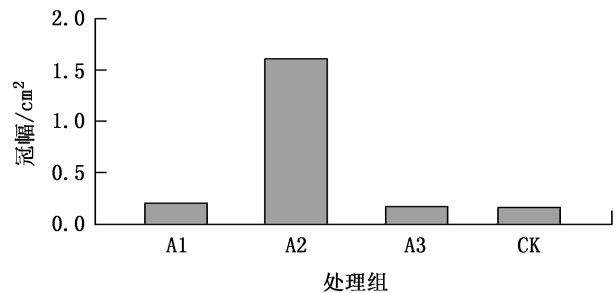


图 7 不同处理组施加堆肥制品的蓝莓冠幅

Fig. 7 Crown width of blueberry with compost products in different treatment groups

从图 3 至图 7 可以看出,在蓝莓生物量、1 cm 处直径、叶芽数、株高和冠幅 5 个指标中,A3 的生物量和叶芽数 2 个指标较高;A2 的直径、株高和冠幅 3 项指标较高。A2 总体表现较好,且 A2 处理(园土:堆肥品=1:2)的 pH 值 6.89 较其他处理低,容重为 0.62 kg/L,说明质地轻而疏松,基质呈酸性有利于蓝莓的生长发育。

2.2 堆肥制品与松针土的效果对比

在堆肥制品与常用的松针土对比中,堆肥品 A2 与 B1 处理(园土:堆肥品/松针土=1:2)对蓝莓生长的影响比较见图 8 至图 12。

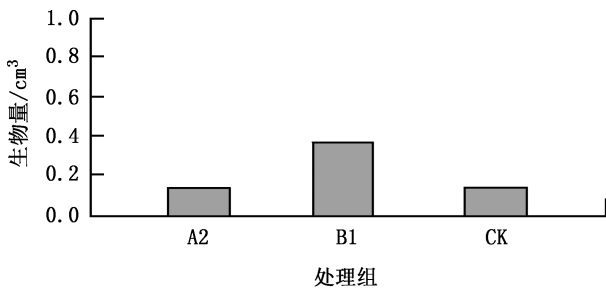


图 8 不同处理组堆肥品与松针土对蓝莓生物量的影响
Fig. 8 Effects of compost products and pine needle soil on blueberry biomass in different treatment groups

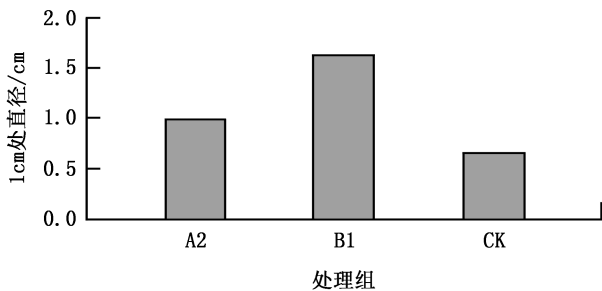


图 9 不同处理组堆肥品与松针土对蓝莓 1 cm 处直径的影响
Fig. 9 Effects of compost products and pine needle soil on the diameter of blueberry at 1 cm in different treatment groups

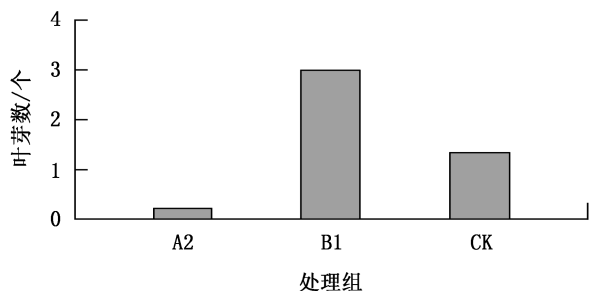


图 10 不同处理组堆肥品与松针土对蓝莓叶芽数的影响
Fig. 10 Effects of compost products and pine needle soil on leaf bud number of blueberry in different treatment groups

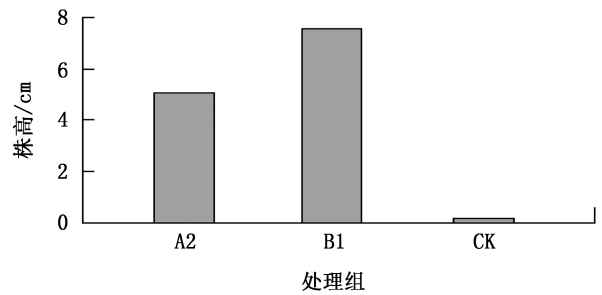


图 11 不同处理组堆肥品与松针土对蓝莓株高的影响
Fig. 11 Effects of compost products and pine needle soil on plant height of blueberry in different treatment groups

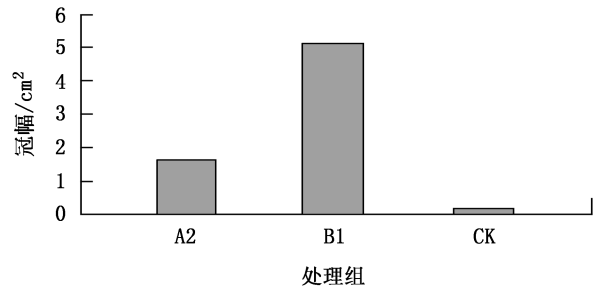


图 12 不同处理组堆肥品与松针土对蓝莓冠幅的影响
Fig. 12 Effects of compost products and pine needle soil on crown width of blueberry in different treatment groups

从图 8 至图 12 可以看出,松针土对生物量、1 cm 处直径、叶芽数、株高和冠幅等 5 个指标表现均优于堆肥品。容重对比结果,A2 为 0.62,B2 为 0.69;pH 值测定结果,A2 为 6.89,B2 为 6.64,因此,差异原因在于 B2 的 pH 值更接近蓝莓适宜生长值。

2.3 松针土粒径大小对蓝莓生长的影响

B1(园土:松针土=1:2)为过筛操作,B2(园土:松针土=1:2)未过筛操作。松针土粒径大小不同处理组对蓝莓生长的影响见图 13 至图 17。

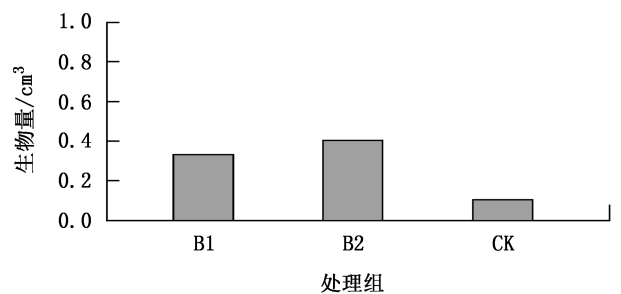


图 13 不同处理组松针土粒径大小对蓝莓生物量的影响
Fig. 13 Effects of pine needle soil particle size on blueberry biomass in different treatment groups

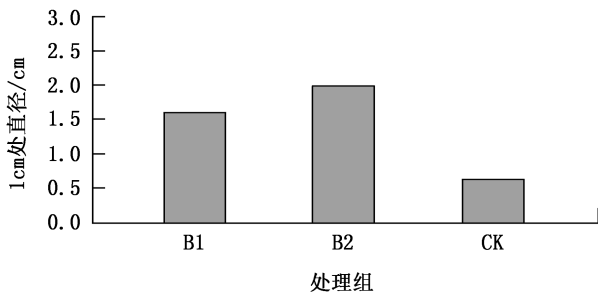


图 14 不同处理组松针土粒径大小对蓝莓 1 cm 处直径的影响
 Fig. 14 Effects of pine needle soil particle size on the diameter of blueberry at 1 cm in different treatment groups

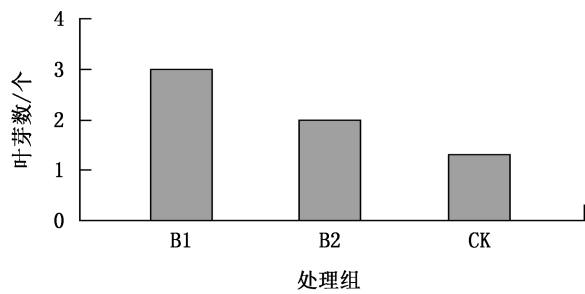


图 15 不同处理组松针土粒径大小对蓝莓叶芽数的影响
 Fig. 15 Effects of pine needle soil particle size on leaf bud number of blueberry in different treatment groups

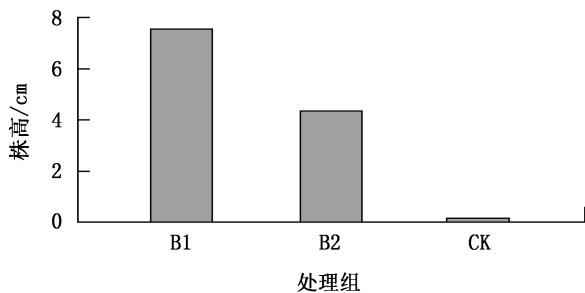


图 16 不同处理组松针土粒径大小对蓝莓株高的影响
 Fig. 16 Effects of pine needle soil particle size on plant height of blueberry in different treatment groups

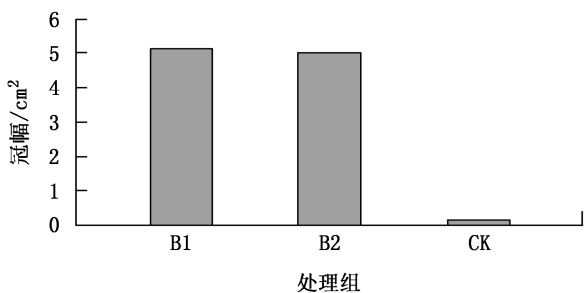


图 17 不同处理组松针土粒径大小对蓝莓冠幅的影响
 Fig. 17 Effects of pine needle soil particle size on crown width of blueberry in different treatment groups

从图 13 至图 17 可以看出,整体表现 B1 的叶芽数、株高和冠幅较 B2 好,pH 值测定结果,B1 为 6.47,小于 B2 值 6.64,容重 B1 为 0.72,B2 为 0.69,相差不大。决定因素在于 B1 的较低 pH 值环境。

2.4 未过筛条件下不同配比松针土对蓝莓生长的影响

B2(园土:松针土=1:2)处理;B3(园土:松针土=2:1)处理。未过筛条件下,不同配比松针土对蓝莓生长的影响见图 18 至图 22。

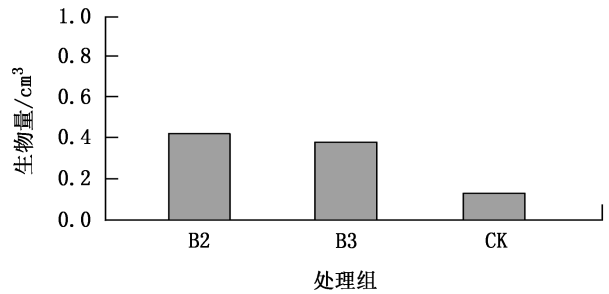


图 18 不同配比松针土对蓝莓生物量的影响
 Fig. 18 Effects of pine needle soil with different ratio on blueberry biomass

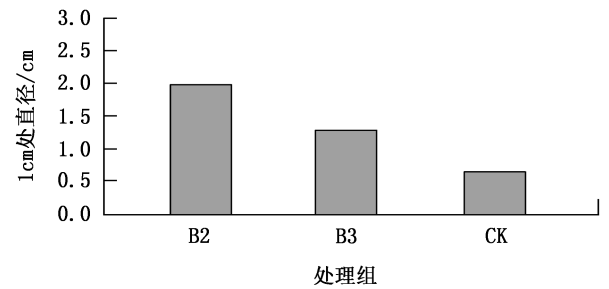


图 19 不同配比松针土对蓝莓 1 cm 处直径的影响
 Fig. 19 Effects of pine needle soil with different ratio on the diameter of blueberry at 1 cm

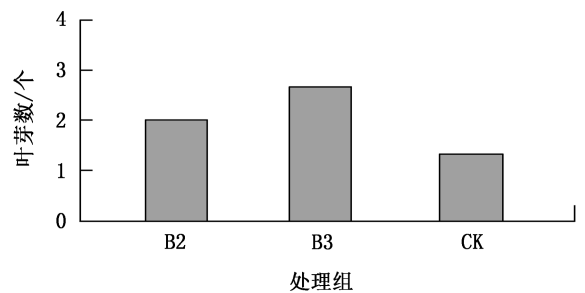


图 20 不同配比松针土对蓝莓叶芽数的影响
 Fig. 20 Effect of pine needle soil with different ratio on leaf bud number of blueberry

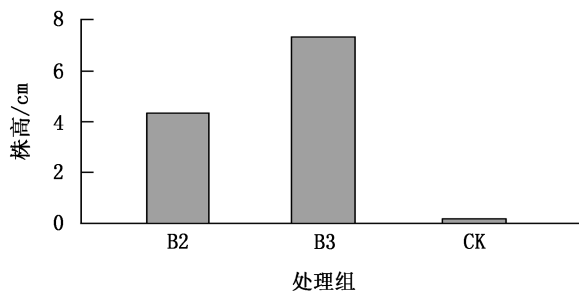


图 21 不同配比松针土对蓝莓株高的影响

Fig. 21 Effects of pine needle soil with different ratio on plant height of blueberry

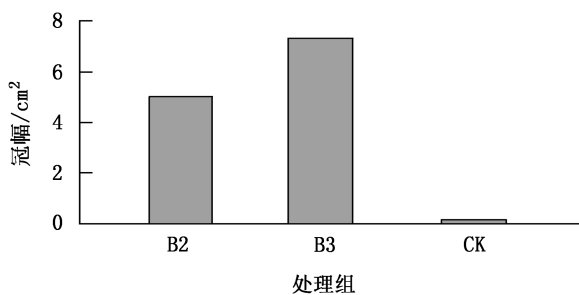


图 22 不同配比松针土对蓝莓冠幅的影响

Fig. 22 Effects of pine needle soil with different ratio on crown width of blueberry

从图 18 至图 22 可以看出,未过筛条件下 B3 处理的叶芽数、株高、冠幅明显好于 B2 处理;B3 处理容重为 0.92, B2 为 0.69; pH 值测定结果, B3 为 6.75, B2 为 6.64。因此,以园土:松针土为 2:1 的配比栽培蓝莓效果较好。

3 讨论与结论

当前需要研制蓝莓专用栽培基质以满足蓝莓产业的迅速发展,曾其龙等用椰糠为替代产物用于蓝莓栽培,取得了良好效果^[3],用花生壳与园土混合替代原料的盆栽蓝莓长势较好^[5]。也可以掺入草炭和沼渣^[6]。泥炭和椰壳似乎是高丛蓝莓容器生产的良好基质^[7],此外,栽培中需要对土壤进行调酸处理,以满足蓝莓对酸性基质的需求,通常用硫磺粉调节酸性环境,秦霞等^[8]用硫磺粉调节土壤 pH 值取得良好效果^[9];木醋酸性栽培基质的蓝莓生产较好^[10],较硫磺粉可以快速降低 pH 值^[11],松树皮是较好的栽培原料^[12-13],硫磺与泥炭,残积土可作为蓝莓栽培基质原料^[14]。

研究结果表明,蓝莓适宜生长在酸性环境中,且需要质地轻而疏松、透水性的基质,试验中发现,

堆肥制品最优配比为园土:堆肥制品为 1:2 的处理较好;松针土较堆肥制品效果好,堆肥制品作为栽培基质的应用需要进一步酸性调节;栽培粒径大小也影响自由空域从而影响蓝莓的生长,未过筛操作下,园土与松针土按照 2:1 配比效果较好。

参考文献:

- [1] 黄科,孙向成,何光明,等. 施硫调节基质 pH 值对蓝莓幼苗生长、养分含量的影响[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版),2016(2):166-169.
- [2] 刘庆忠,朱东姿,王甲威,等. 世界蓝莓产业发展现状——中国篇[J]. 落叶果树,2018,50(6):1-4.
- [3] 曾其龙,董刚强,田亮亮,等. 椰糠在蓝莓基质栽培上的应用[J]. 果农之友,2019(2):20.
- [4] 任艳玲,王涛,周杰. 贵州蓝莓产业的发展现状及对策[J]. 贵州农业科学,2016,44(6):172-175.
- [5] 尤毅,刘金梅,邱笏阳,等. 不同配方栽培基质对盆栽蓝莓生长的影响[J]. 广东农业科学,2018,45(12):38-43.
- [6] 魏殿文,张悦,于志民,等. 盆栽蓝莓不同混配基质的养分变化研究[J]. 黑龙江科学,2012(3):18-19.
- [7] KINGSTON P H, SCAGEL C F, STRIK D R B A. Suitability of sphagnum moss, coir, and douglas fir bark as soilless substrates for container production of highbush blueberry [J]. HortScience, 2017(12):1692-1699.
- [8] 秦霞,周之路,黄桂香,等. 不同基质对密斯蒂蓝莓生长发育的影响[J]. 中国南方果树,2017,46(1):111-113.
- [9] 王林,潘健,万志兵. 蓝莓栽培基质和专用营养基质的研制[J]. 黄山学院学报,2011(5):60-62.
- [10] 于志民,孙磊. 酸性配方基质在设施地栽培蓝莓中的应用研究[J]. 腐植酸,2013(1):13-21.
- [11] 杨琴,曹锡波,张婷婷,等. 木醋对蓝莓土壤 pH 值和主要营养成分的影响[J]. 中国南方果树,2018(4):88-91.
- [12] COLOMBO R C, CARVALHO D U, CRUZ M A D, et al. Blueberry propagation by minicuttings in response to substrates and indolebutyric acid application methods [J]. Journal of Agricultural Science, 2018(9):450.
- [13] PELIZZA T R, NASCIMENTO D C, AFFONSO L B, et al. Rooting of blueberry seedlings under ex vitro conditions and different substrates [J]. Revista Brasileira de fruticultura, 2012(1):255-261.
- [14] SUMEDREA D S D, ANCU I A I, OPREA E O E, et al. Chemical fruit composition of highbush blueberry cultivars grown on different substrates [J]. III Balkan Symposium on Fruit Growing, 2016:671-676.

责任编辑:许易琦

校对:许春霞 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.022

基于灰色预测的海口市旅游发展分析

赵临龙^{1,2}, 田雨粟³

(1. 安康学院数学与统计学院, 陕西 安康 725000; 2. 陕南乡村振兴研究中心, 陕西 安康 725000;
3. 陕西省渭南市中国农业银行有限公司, 陕西 渭南 714000)

摘要:采用灰色预测方法预测海口市“十三五”旅游收入。针对海口市“十三五”期间旅游发展面临的突出问题, 诸如海口市旅游效益列南北旅游大通道末位, 琼州海峡制约海口市的旅游发展, 海南岛交通网络未实现零换乘等, 提出全力构建海口市旅游大交通, 融入全国旅游大区域; 继续扩大海口市旅游市场, 增加旅游消费; 利用海口南段省会城市优势提升椰岛之城影响力; 不断挖掘海口市旅游文化内涵, 提升旅游品质等对策。

关键词:旅游发展; 灰色预测; 旅游效益; 海口市

中图分类号: S788.2; O159 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0124-04

引文格式: 赵临龙, 田雨粟. 基于灰色预测的海口市旅游发展分析[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 124-127.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.022

ZHAO Linlong, TIAN Yusu. Tourism Development of Haikou City Based on Grey Prediction[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 124-127. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.022

Tourism Development of Haikou City Based on Grey Prediction

ZHAO Linlong^{1,2}, TIAN Yusu³

(1. School of Mathematics and Statistics, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000, China;
2. South Shaanxi Rural Revitalization Research Center, Ankang, Shaanxi 725000, China;
3. Shaanxi Weinan Agricultural Bank of China Co., Ltd., Weinan, Shaanxi 714000, China)

Abstract: The tourism revenue of Haikou during the 13th Five-Year Plan was given by grey prediction method. In view of the tourism development prominent problems in Haikou City, such as benefits ranking the end of the North-South tourism corridor, Qiongzhou strait restricting the tourism development, and the lack of zero-distance transfer in transportation network of Hainan Island, this paper suggested to build Haikou's tourism transportation to integrate into the national tourism region; continue to expand Haikou's tourism market and increase tourism consumption; make use of the advantages of the southern provincial capital city to enhance the influence of Yedao City and constantly search the tourism cultural connotation of Haikou and improve the tourism quality.

Key words: tourism development; grey prediction; tourism benefits; Haikou City

收稿日期: 2021-01-11.

基金项目: 全国统计科学研究项目(2018ly06); 陕西省一流课程建设项目(2020-156); 2021年度陕西本科教育教学改革研究项目(21BY158).

第一作者: 赵临龙(1960-), 男, 陕西西安人, 硕士, 二级教授, 硕士生导师. 研究方向为旅游项目开发研究. Email: aktczll@163.com

海口市地处我国南端,为国家历史文化名城,作为海南省政治经济文化中心的省会城市。在国内外旅游具有极为独特的地位,以滨海热带森林和海洋温暖气候为重要标志,拥有丰富的旅游资源,其中国国家地质公园 1 处(中国雷琼海口火山群世界地质公园)、国家一级博物馆 1 处(海南省博物馆),数量均占海南省的 50%。海南海口火山国家森林公园为海南省的 10 大旅游品牌之一。截至 2019 年,海口市有 4A 级景区 4 家,占海南省 17 家的 23.53%,在海南 10 大旅游优质资源中占据 5 类(表 1)。

表 1 海口市旅游优质资源

Tab. 1 High quality tourism resources in Haikou

序号	海南省/处	海口市	占比/%
国家历史文化名城	1	1 处(海口)	100.0
国家级水利风景区	5	1 处(海口美舍河)	20.0
自然保护区	10	1 处(东寨港)	10.0
国家森林公园	7	1 处(海口火山)	14.3

海口市作为一座移民城市,宋代诗人苏东坡曾有诗句“九死南荒吾不恨,兹游奇绝冠平生”。海南是具有传奇色彩旅游胜地,获“中国人居环境奖”。

“十三五”以来,有关海口市旅游交通研究的文献不少^[1-10],主要从宏观方面讨论,对旅游交通发展

起到积极作用。本文将从数据处理技术层面对其旅游交通做深层次的研究,以期进一步促进海口市旅游交通发展。

1 海口市“十三五”旅游效益预测

GM(1,1)模型是一种最为常见的灰色预测模型,用于预测未来某一时刻的特征量^[11]。依据海口市 2011—2018 年旅游总收入数据(表 2),通过 MATLAB 软件建立灰色预测模型 GM(1,1),预测海口市 2019—2020 年旅游总收入。

表 2 2011—2018 年旅游总收入

Tab. 2 Total tourism revenue from 2011 to 2018

年度	旅游总收入/亿元	年度	旅游总收入/亿元
2011	83.02	2015	160.06
2012	101.57	2016	181.24
2013	120.16	2017	265.99
2014	142.02	2018	298.11

1.1 对原始数据做一次累加生成和均值生成

设 $x^{(0)}$ 为原始数据序列, $x^{(1)}$ 为 $x^{(0)}$ 一次累加生成序列, $z^{(1)}$ 为 $x^{(1)}$ 的紧邻均值生成序列(表 3),其中 $z^{(1)}(k) = -(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1))/2$ ($k = 2, 3, \dots, n$)。

表 3 一次累加生成和均值生成序列

Tab. 3 One-accumulation generation and mean generation sequence

亿元

k	1	2	3	4	5	6	7	8
$x^{(0)}$	83.02	101.57	120.16	142.02	160.06	181.24	265.99	298.11
$x^{(1)}$	83.02	184.59	304.75	446.77	606.83	788.07	1054.06	1352.17
$z^{(1)}$		-133.81	-244.67	-375.76	-526.80	-697.45	-921.07	-1203.12

1.2 构造矩阵

构造矩阵 $Y=B\theta$, 式中有:

$$Y = \begin{bmatrix} 101.57 \\ 120.16 \\ 142.02 \\ 160.06 \\ 181.24 \\ 265.99 \\ 298.11 \end{bmatrix} B = \begin{bmatrix} -133.81 & 1 \\ -244.67 & 1 \\ -375.76 & 1 \\ -526.80 & 1 \\ -697.45 & 1 \\ -921.07 & 1 \\ -1203.12 & 1 \end{bmatrix} \theta = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad (1)$$

上述方程组中, Y 和 B 为已知量, θ 为待定参数。

1.3 确定参数

由于变量只有 a, b 两个, 方程却有 8 个, 故方程

组无解, 因此用最小二乘法得到最小二乘解。

当 $|B^T B| \neq 0$ 时, 利用 MATLAB 求解得到最小二乘解:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y = \begin{bmatrix} -0.1909 \\ 69.4174 \end{bmatrix} \quad (2)$$

1.4 建立白化方程

对 $x^{(1)}(t)$ 建立一阶线性微分方程: $\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(1)}(t) = b$, 其中系数 a, b 系数满足(2)式, 则旅游总收入的时间响应方程为:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

取 $x^{(1)}(0) = x^{(0)}(1)$, 求解白化方程, 得预测模型为(4)式:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = 446.65e^{0.1909k} - 363.63 \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

1.5 对模型进行检验

由上述模型(4)算出:

$$\begin{aligned} \hat{x}^{(1)} &= (\hat{x}^{(1)}(2), \dots, \hat{x}^{(1)}(8)) \\ &= (540.58 \quad 654.3 \quad 791.91 \quad 958.51 \\ &\quad 1160.13 \quad 1404.13 \quad 1699.46) \end{aligned} \quad (5)$$

利用相对残差公式进行模型检验:

$$\begin{aligned} \delta(k) &= \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)}, \\ \hat{x}^{(0)}(k+1) &= \hat{x}^{(1)}(k) - \hat{x}^{(1)}(k-1) \quad (k=2, 3, \dots, n) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \delta(k) &= (\delta(2), \delta(3), \delta(4), \delta(5), \delta(6), \delta(7), \delta(8)) \\ &= (-0.120 \quad -0.145 \quad -0.173 \quad -0.260 \\ &\quad -0.346 \quad -0.110 \quad -0.199) \end{aligned} \quad (7)$$

由于两端经验数据均满足 $|\delta(k)| < 0.2$, 认为此模型可行, 故利用此模型进行预测。

1.6 利用模型进行预测

由模型(4)算出:

$$\begin{aligned} \hat{x}^{(1)} &= (\hat{x}^{(1)}(9), \hat{x}^{(1)}(10)) \\ &= (2056.96 \quad 2489.58) \end{aligned} \quad (8)$$

1.7 还原数据

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \quad (k=8, 9) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \hat{x}^{(0)} &= (\hat{x}^{(0)}(9), \hat{x}^{(0)}(10)) \\ &= (357.5 \quad 432.62) \end{aligned} \quad (10)$$

海口市“十三五”旅游发展规划中, 2020 年旅游总收入目标值是 300 亿元, 预测值是 433 亿元(表 4)。

表 4 2019—2020 年旅游总收入预测值
Tab. 4 Prediction value of total tourism revenue from 2019 to 2020

年份	旅游总收入/亿元
2019	357.50
2020	432.62

可以看出, 海口市 2019—2020 年旅游总收入趋势良好, 按照目前增长速度, 从理论上可以达到目标值。2019 年, 海口市旅游收入实际达到 320.61 亿元, 已达到目标值, 其与预测基本相符。

2 阻碍海口市旅游发展因素分析

2.1 海口市旅游效益在南北旅游大通道节点城市中较为靠后

虽然海口市按照目前发展速度可以完成“十三五”旅游效益目标值, 但在整个南北旅游大通道上的旅游效益仍然偏低。

2019 年海口市接待游客 2 820.39 万人次, 旅游总收入 320.61 亿元^[12]; 南北旅游大通道的陕西安康市并非旅游城市, 在整个大通道中旅游效益靠后, 但 2019 年其接待游客 5 102.76 万人次, 旅游总收入 329.14 亿元, 均超出海口市的旅游效益, 尤其接待游客量超出 2 000 多万人次^[13]。

2.2 琼州海峡制约海口市的旅游发展

海口市作为连接海南岛与内陆地区的桥梁, 仍受到琼州海峡交通的制约, 导致海口市旅游的可进入性较差, 影响旅游效益增长。2018 年春节琼州海峡大雾导致多次大面积停航, 出岛车辆严重滞留, 车队最长有 20 km, 10 万人被堵在海南岛^[14]。

2.3 海南岛交通网络未实现零换乘

虽然海口市外部交通网络已初步建成, 但内部交通网络仍存在问题, 景区外部和景区内部的交通换乘需要优化升级, 以方便游客出行, 提升旅游感受。海南岛环线高铁和环线高速公路均已开通, 而且大多数车站均开通了到旅游景区的公交专线, 但也有些车站(如海南岛内的博鳌站到博鳌亚洲论坛会址 4A 景区)未开通景区旅游公交专线, 使游客不能从车站出发直达旅游景区, 也无法从旅游景区直接返回车站^[6]。

3 建议

3.1 全力构建海口市旅游大交通, 融入全国旅游大区域

海南省作为南北旅游大通道(内蒙古-陕西-重庆-湖北-湖南-贵州-广西-广东-海南)的南段, 包海高铁(包头-西安-重庆-贵阳-南宁-湛江-海口)和张海高铁(张家界-桂林-湛江-海口)的部分段已开始修建。海南省(包括海口市)要主动联合相关省市自治区, 全力推进湛江-海口段的高铁项目开工建设, 尤其是琼州海峡高铁连接项目的立项, 是海南岛融入全国旅游大区域的关键。

2020 年 6 月 1 日中共中央、国务院印发《海南自由贸易港建设总体方案》, 明确提出“实施高度自由便利开放的运输政策, 加快构建现代综合交通运输

体系”。2020年11月3日发布的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》首次提出:“加快建设交通强国,完善综合运输大通道、综合交通枢纽和物流网络,加快城市群和都市圈轨道交通网络化,提高农村和边境地区交通通达深度”。因此,加快建设包海高铁对于“海南自贸港”国家战略具有重大意义。包海高铁是一条承接国家战略意义的快速客运通道,是促进区域经济合作发展的重要交通命脉,也是促进贫困地区和少数民族地区脱贫致富后续发展,开启现代化征程的重要通道。

3.2 继续扩大海口市旅游市场,增加旅游消费

海南省(包括海口市)旅游效益低于南北旅游大通道上的其他省市自治区,主要是旅游资源禀赋数量较少(旅游资源禀赋品质还是很高),加之远离内陆城市,交通不方便,到达成本高,使旅游难以达成。因此,海口在现有旅游项目的基础上,要进一步丰富旅游产品,联合三亚不断将旅游从陆地延伸到海洋,并且通过高质量的服务扩大旅游项目消费水平,提高旅游效益。

海口的“热带滨海度假”品牌使其成为我国的“冬都”,但同时也给内陆的旅客造成错觉,误认为海口是我国南方最热的“热城”,不适宜夏季旅游。其实,海口的夏季温度最高平均气温28℃左右,而且清爽的空气也使这里成为一座微风吹拂的清爽城市,并不是人们想象的“热城”(现在内陆很多城市夏季温度已接近40℃)。因此,可通过宣传使人们重新认识海南岛,就像歌曲《天堂海南岛》中的歌词“夏无酷暑、冬无严寒,空气纯净环球称道”。通过海口椰岛之城、热带植物、海洋气候、清爽空气等亮点,打造“人居环境、快乐生活”的文化旅游新名片,使海口成为北方人“消暑”的宜居新城,开拓北方内陆城市旅游市场。

3.3 利用海口南段省会城市优势提升椰岛之城影响力

海口作为海南省的省会,是国家“一带一路”战略支点城市,中国(海南)自由贸易(港)核心城市,2018年被联合国国际湿地公约组织评定为全球首批“国际湿地城市”。应充分利用省会城市优势,提升海口的国际影响力,迎来世界游客。

3.4 不断挖掘海口市旅游文化内涵,提升旅游品质

海南岛被国际人口老龄化长寿化专家委员会评为全世界仅有的两个“世界长寿岛”之一(另一个为韩国济州岛)。海南是全国百岁老人密度最大的省

份,长寿指数居全国之首^[6]。海南省被确定为全国首个全域旅游创建省,长寿文化品牌为海口市“美丽乡村”建设注入文化内涵,增加了新的旅游亮点。因此,通过“世界长寿之岛”的品牌,打造长寿餐饮,开展乡村健康休闲旅游,让游客品尝长寿文化大餐,欣赏中国非物质文化遗产(琼剧、海南八音器乐、海南公仔戏、海南斋戏),体验黎族风俗、品尝苗族饮食,以营造海口“热带滨海城市”品牌的新异境,将长寿文化品牌打造成旅游新的效益增长点。

致谢:感谢武海辉老师对部分数据进行软件处理!

参考文献:

- [1] 赵临龙. 中国中西部南北旅游大通道构建的研究[M]. 北京:科学出版社,2018.
- [2] 赵临龙. 我国中西部南北旅游大通道8省区市“十二五”旅游效益实证分析[J]. 广西社会科学,2016(4):73-77.
- [3] 赵临龙. 我国中西部南北旅游大通道南段构建的思考[J]. 广西社会科学,2016(9):70-75.
- [4] 钟小东,赵影. 构建海口邮轮旅游服务体系的思路[J]. 企业改革与管理,2017(1):201-202.
- [5] 赵临龙. 旅游资源禀赋混合度评价模型的建立与应用——以我国中西部南北旅游大通道8省市区为例[J]. 甘肃科学学报,2018,30(4):1-7,23.
- [6] 赵临龙. 三亚国际一流热带滨海旅游精品城市旅游形象标识语的思考[J]. 社会科学家,2018(6):98-104.
- [7] 高松. 海口发展“港口旅游+”的探索[J]. 中国港口,2018(10):24-26.
- [8] 康慧. 海口市游艇旅游发展研究[D]. 海口:海南热带海洋学院,2018.
- [9] 赵临龙. 基于中西部南北旅游大通道的“盐道文化”廊道的旅游发展[J]. 社会科学家,2018(3):97-105.
- [10] 赵临龙,田雨粟. 海口市交通对旅游发展的影响[J]. 湖北农业科学,2020(20):205-208,220.
- [11] 张力中,张甜文,张乐桐,等. “高铁时代”对桂林旅游经济发展的影响研究——以贵广高铁为例[J]. 湖北农业科学,2019,58(8):159-161.
- [12] 周忆珈. 2019年海口旅游总收入逾320亿元[EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.hq.xinhuanet.com/service/2020-01/20/c_1125486052.htm.
- [13] 赵临龙,杨宝怡. 基于SPSS软件的秦巴山区安康市旅游发展分析[J]. 林业调查规划,2020,45(6):119-124,128.
- [14] 郭萃,邓海宁. 琼州海峡现出岛客流高峰 受大雾影响有旅客和车辆滞留[N]. 海南日报,2018-02-21.

责任编辑:刘平书

校对:张林艳 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.023

贵州省乡村旅游村寨空间分布特征及影响因素研究

郭贞梅, 张巧

(云南师范大学地理学部, 云南 昆明 650500)

摘要:以贵州省乡村旅游村寨为研究对象,借助 ArcGIS 10.2 及 SPSS 20 等工具进行空间分析及相关分析,探讨其空间分布特征及影响因素。结果表明,乡村旅游村寨呈现集聚型分布的特点;在州市内表现出非均衡性集中状态;在空间分布上存在明显的正相关关系;在分布密度上,不同区域差异显著,高热点区域出现在黔东南西部地区,黔东南中部、贵阳、遵义、毕节、黔南及黔西南等地区形成多个次热点区域;贵州省乡村旅游村寨空间分布格局由地形地貌、水文状况、交通条件、旅游资源禀赋、农业发展水平等因素共同决定。

关键词:乡村旅游村寨;空间分布;自相关分析;核密度分析;贵州省

中图分类号:S788.2;O177.2 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0128-06

引文格式:郭贞梅,张巧.贵州省乡村旅游村寨空间分布特征及影响因素研究[J].林业调查规划,2021,46(6):128-133,176. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.023

GUO Zhenmei, ZHANG Qiao. Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Rural Tourism Villages in Guizhou Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 128-133, 176. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.023

Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Rural Tourism Villages in Guizhou Province

GUO Zhenmei, ZHANG Qiao

(Department of Geography, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: The spatial distribution characteristics and influencing factors of rural tourism villages in Guizhou Province were explored by spatial analysis and correlation analysis based on ArcGIS 10.2 and SPSS 20. The results showed that the rural tourist villages presented the characteristics of agglomeration distribution; the distribution was a state of non-equilibrium concentration in cities and prefectures; there was an obvious positive correlation in the spatial distribution; there were different regional differences in the distribution density, and high-hot spots appeared in the western part of southeast Guizhou, while multiple sub-hot spots were formed in the central part of southeast Guizhou, Guiyang, Zunyi, Bijie, south Guizhou, and southwest Guizhou; the spatial distribution pattern of rural tourist villages in Guizhou was jointly determined by topography, hydrology, traffic conditions, tourism resources endowment, agricultural development level and other factors.

Key words: rural tourism village; spatial distribution; auto-correlation analysis; kernel density analysis; Guizhou Province

收稿日期:2020-12-07.

第一作者:郭贞梅(1996-),女,贵州纳雍人,硕士研究生.研究方向为旅游规划与旅游产业发展.

乡村旅游作为旅游的一种形式,以广大乡村地区作为旅游目的地,其核心吸引力在于乡村地区富有地方特色、体验互动感强、文化内涵丰富的自然或人文客体,目前其发展势头正劲,发展空间广阔。国内外乡村旅游相关研究成果丰富,但侧重点不同,其中乡村旅游概念及影响等方面在国内外均为研究重点。此外,国外学者的研究还集中在乡村旅游消费者行为、居民与社区参与、营销和管理等方面,而国内学者的研究则聚焦在乡村旅游的动力机制、开发与发展、治理与规划研究等方面^[1]。我国乡村旅游要素空间分布的研究成果大多集中于中部地区或沿海地区,如吴昕昱运用数学计量方法和GIS技术,定量分析了河南省乡村旅游地的空间分布特征和影响因素^[2];王铁分析了山东省307个乡村旅游地的空间分异特征及影响因素,并据此提出了今后山东省乡村旅游空间格局如何合理发展的建议^[3];曹兆昆利用ArcGIS空间分析探究了南京市乡村旅游地的空间分布特征,并为其划分了具体类型^[4];王明杰运用统计及分析方法,分析了长江经济带乡村旅游重点村的空间分布特征,并总结出第三产业占GDP比重、旅游接待总人数、人均可支配收入及客运交通运输总量为影响其空间分布的主导因素^[5]。不同地区资源水平及环境条件差异很大,因此,有必要对西南落后地区乡村旅游要素空间分布特征、规律及其影响因素进行研究,以充分发挥乡村旅游在优化产业布局、创造就业机会、为衰弱的传统经济注入活力等方面的积极推动作用。贵州省贫困面积大、贫困程度深,但其生态环境优越、自然资源丰富、区域景观优美、民族文化浓厚、乡村生活淳朴,有发展乡村旅游的良好优势及资源基础。因此,可通过乡村旅游的发展促进资源整合利用,进一步把资源优势转化为经济优势,最终实现脱贫目标。在国家大力支持和全省上下不断努力下,近年来贵州省乡村旅游基础设施逐渐完善,旅游服务水平有了很大提升,旅游产业结构不断趋于合理,乡村旅游收入对经济贡献率不断增多,使省内“绿水青山”真正成为“金山银山”。鉴于此,本文从贵州乡村旅游村寨的空间分布特征及其影响因素入手,探讨其辐射带动范围和空间作用程度,旨在为贵州省今后更好地布局乡村旅游村寨和更合理地开发利用乡村旅游资源提供借鉴。

1 数据来源

所采用的贵州省乡村旅游村寨名单、相关资料

及A级景区名录来源于贵州省文化和旅游厅官方网站(<http://whhly.guizhou.gov.cn/>)公布的2019年乡村旅游质量等级评定情况表、贵州省出台的地方标准《贵州省乡村旅游村寨建设与服务标准》(以下简称《标准》)及贵州省A级景区名录,选用依据《标准》所评定的标准级及以上3个等级(包括标准级、乙级、甲级)共128个乡村旅游村寨,将每个村寨在地图上抽象为1个点,并通过91卫图助手软件提取每个村寨相应的经纬度坐标点,建立空间数据库。贵州省空间DEM、水系、路网等数据均来自于资源环境数据云平台(<http://www.resdc.cn/>)。贵州省各市州农林牧副渔总产值、农作物总播种面积相关数据来源于各市州统计局。

2 研究方法

2.1 最邻近点指数

在省域尺度上,可以将乡村旅游村寨抽象成点状要素,最邻近点指数是指用最邻近距离来反应点状要素的空间分布特征的一种方法,其计算公式为:

$$R = r_i / r_E = r_i \times \sqrt{n/A} \quad (1)$$

式中: R 表示最邻近点指数; n 为乡村旅游村寨数量; A 代表贵州省地域面积; r_E 表示理论最邻近距离, r_i 表示实际最邻近距离。若 $R < 1$,表明乡村旅游村寨为集聚分布; $R = 1$,为随机分布; $R > 1$,为均匀分布。

2.2 地理集中指数

地理集中指数是用来描述地理要素空间分布集中化程度的指标,其计算公式为:

$$Z = 100 \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{T}\right)^2} \quad (2)$$

式中: Z 为贵州省乡村旅游村寨的地理集中指数; N 为贵州省市州数量; T 为贵州省乡村旅游村寨的总量; x_i 为第*i*个市州拥有的乡村旅游村寨数量; Z 的取值范围为0~100, Z 值越大,则表示乡村旅游村寨分布越集中。

2.3 基尼系数

基尼系数是由经济学引入旅游研究中表明发展均衡度的重要指标,是描述离散区域空间分布的重要方法^[6],其取值范围为0~1,计算公式为:

$$G = \frac{-\sum_{i=1}^N P_i \ln P_i}{\ln N}, C = 1 - G \quad (3)$$

式中: G 为乡村旅游村寨基尼系数; P_i 表示乡村旅游村寨在各市州所占的百分比; N 为市州数量; C 为

均匀分布度。 G 值越大,则 C 值越小,表明乡村旅游村寨空间集中程度越高,均匀度越低。

2.4 空间自相关分析

莫兰指数是用来定量描述事物在空间上的依赖关系的指标^[7],其计算公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n W_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n W_{ij}} \quad (4)$$

式中: n 为乡村旅游村寨数量; x_i, x_j 为空间位置 i 和 j 的观察值; w_{ij} 表示空间位置 i 和 j 的邻近关系。当 i 和 j 为邻近的空间位置时, $w_{ij} = 1$;反之, $w_{ij} = 0$ 。莫兰指数的取值范围为 $-1 \sim 1$,当 $I > 0$ 时为正相关关系, $I < 0$ 时则为负相关关系, $I = 0$ 时则表示不存在相关关系。

2.5 核密度分析法

核密度分析法可以将事物在空间上的分布直观、清晰地表现出来。所以用 ArcGIS 中的核密度分析工具对乡村旅游村寨的空间分布进行测算,其计算公式为:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n k \left(\frac{x - x_i}{h} \right) \frac{1}{nh} \quad (5)$$

式中: $f(x)$ 为核密度估计值, $f(x)$ 值越大,表明点要素分布越密集; n 为乡村旅游村寨数量; h 为带宽; k 为核函数; $x - x_i$ 为估计点到样本 x_i 处的距离。

3 空间分布特征分析

3.1 空间分布类型

利用 ArcGIS10.2 软件中的空间统计工具分析模式下的平均最近邻分析工具,得出贵州省 2019 年乡村旅游村寨的理论最邻近距离 r_E 为 19.21 km,实际最邻近距离 r_i 为 16.97 km,最邻近点指数 $R = 0.88, R < 1, Z$ 值为 $-2.534, P$ 值为 0.011。表明贵州省乡村旅游村寨空间分布类型属于集聚型,乡村旅游村寨在地理空间上呈现明显的凝聚分布状态。

3.2 区域分布特性

集中程度:用地理集中指数来衡量贵州省乡村旅游村寨在市级层面的空间分布集中程度。根据地理集中指数计算式(2),乡村旅游村寨总数 $T = 128$,市州总数 $N = 9$,计算得到贵州省乡村旅游村寨的地理集中指数 $Z = 38.37$ 。假设 128 个示范村均匀分布在 9 个市州,即每个市州的示范村数量为 14.22 个,此时地理集中指数 $Z = 33.32$,实际分布状态下,

地理集中指数较大,而均匀分布状态下的地理集中指数较小,说明贵州省乡村旅游村寨在市级尺度上分布较为集中。

均衡程度:用基尼系数来定量描述乡村旅游村寨在市域内分布的均衡程度。根据基尼指数计算式(3)可得乡村旅游村寨基尼系数 $G = 0.93$,则均匀度 $C = 0.07$ 。表明乡村旅游村寨在各市州分布不均匀,主要集中在遵义市、黔东南州、黔南州及贵阳市,占全省乡村旅游村寨的 66.41%(表 1)。

表 1 贵州省各市州乡村旅游村寨分布数量

Tab. 1 Distribution of rural tourist villages in cities and prefectures of Guizhou Province

行政区名称	旅游村寨数量/个	比重/%
贵阳市	14	10.94
安顺市	3	2.34
毕节市	12	9.38
遵义市	30	23.44
铜仁市	8	6.25
六盘水市	7	5.47
黔南布依族苗族自治州	16	12.50
黔东南苗族侗族自治州	25	19.53
黔西南布依族苗族自治州	13	10.16

综上所述,在数理统计中,贵州省乡村旅游村寨在市域尺度上表现为非均衡性集中的特征。

3.3 空间自相关分析

根据空间自相关分析式(5)结合 ArcGIS 10.2 的空间自相关分析工具对贵州省乡村旅游村寨分布的相关性进行测算,得到全局 Moran' $I = 0.36, Z$ 值 = 16.66, $P = 0$ 。通过置信分析,即分析 P 值与 Z 值(表 2),对比得出乡村旅游村寨的 Z 值为 16.66,大于 2.58, P 值为 0,小于 0.01,因此置信度为 99%。Moran' I 指数为 0.36,为正数,说明贵州省乡村旅游村寨在空间分布上存在正相关关系,具有明显的空间依赖性,也进一步表明乡村旅游村寨在空间上具有集聚性(图 1)。

表 2 莫兰指数置信度划分

Tab. 2 Confidence division of Moran index

Z 值	P 值	置信度/%
<-1.65 或 >1.65	<0.10	90
<-1.96 或 >1.96	<0.05	95
<-2.58 或 >2.58	<0.01	99

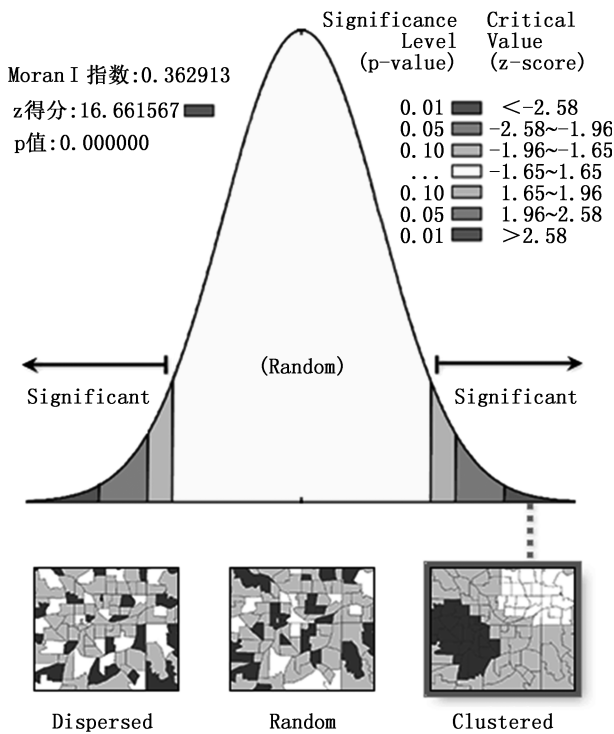


图 1 贵州省乡村旅游村寨自相关分析

Fig. 1 Auto-correlation analysis of rural tourist villages in Guizhou Province

3.4 空间核密度分析

数理统计分析表明,贵州省乡村旅游村寨分布在市级行政区划内呈现出一定的空间集聚性,为探求其在空间上的分布热点,利用 ArcGIS 10.2 进行核密度估计及可视化表达,进一步探讨其空间分异特征。如图 2 所示,贵州省乡村旅游村寨空间分布密度在不同区域差异显著,中东部地区乡村旅游村寨分布数量明显多于西部地区。高热点区域出现在黔东南西部地区,在黔东南中部、贵阳北部、遵义东南及西南部、毕节中部、黔南北部及黔西南东南部等地域形成多个次热点区。

4 空间分布影响因素分析

4.1 地形地貌

地形地貌条件会影响一个地区景观的形成,不同的地形地貌塑造的特色景观往往有很大差别。贵州省高原山地居多,地形起伏大,北部大娄山、中南部苗岭,东北部武陵山,西北部乌蒙山等山脉形成了岩石、洞穴、森林、草原等丰富多样的自然景观,能够满足游客的观赏体验需求,本研究运用 ArcGIS 10.2 将贵州省的高程信息与乡村旅游村寨进行叠加,进

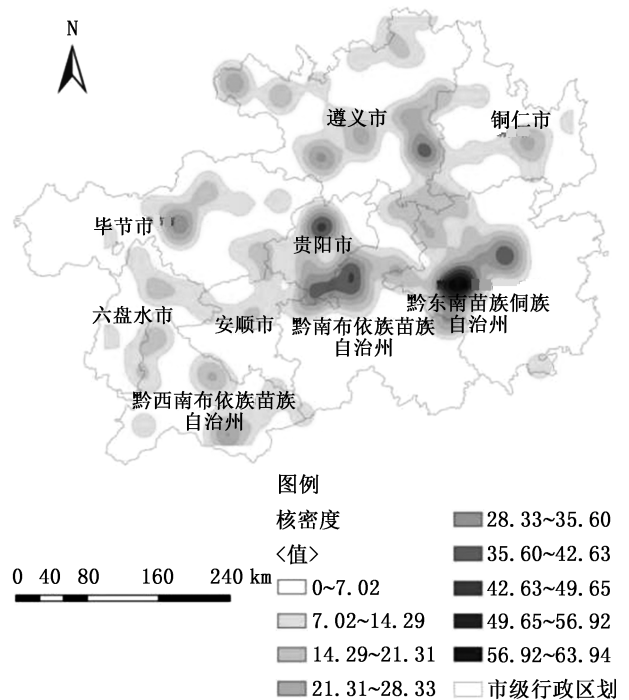


图 2 贵州省乡村旅游村寨核密度分析

Fig. 2 Kernel density analysis of rural tourist villages in Guizhou Province

一步提取坡度信息,得出不同高程和坡度范围乡村旅游村寨分布数量,据统计得出,贵州省 85.94% 的乡村旅游村寨分布在坡度 0~20° 地区,85.15% 的乡村旅游村寨分布在海拔 600~1 600 m 区域(表 3),符合境内整体地貌特点及贵州以山地旅游著称的特点。表明贵州省乡村旅游村寨多位于海拔适中、地形相对较为平坦的地区,这些地区可进入性高,环境保护优良,乡村特点明显,独特的乡村文化和乡愁感正是吸引周边城镇居民休闲放松、回归自然的重要因素。

表 3 贵州省乡村旅游村寨坡度信息统计

Tab. 3 Slope information statistics of rural tourist villages in Guizhou Province

坡度 / (°)	数量 / 个	占比 / %	高程 / m	数量 / 个	占比 / %
0~5	40	31.25	145~600	13	10.16
5~10	37	28.91	600~1100	66	51.56
10~20	33	25.78	1100~1600	43	33.59
20~30	17	13.28	600~2100	5	3.91
30~40	1	0.78	>2100	1	0.78
>40	0	0			

4.2 水文因素

贵州省河流众多、水系发育,水资源丰富。水文因素不仅能影响人们的日常生活,也是旅游活动中必不可少的要素之一,且河流流经之地往往形成众多独具特色的景观。为研究水文因素对乡村旅游村寨分布的影响,对贵州省主要河流湖泊及乡村旅游村寨进行叠加分析(图 3)。

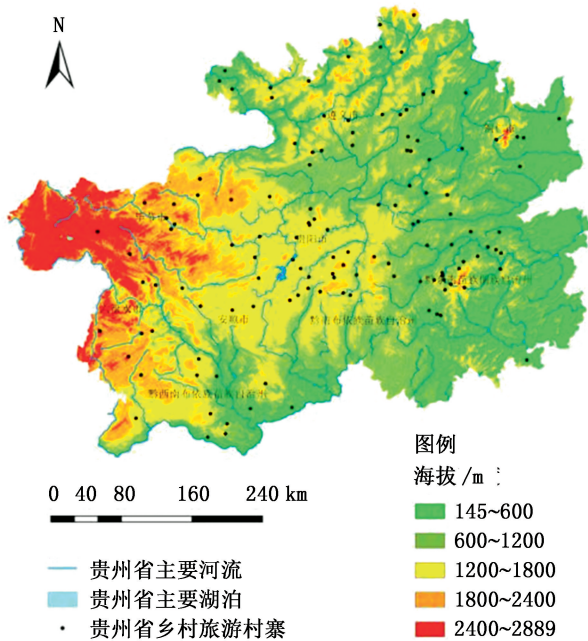


图 3 贵州省乡村旅游村寨、高程、水系分布

Fig. 3 Distribution of rural tourist villages, elevation and water system in Guizhou Province

从图 3 可以看出,大多数村寨呈沿河流周边分布的特点,为进一步探究其数量分布特征,构建 2.5 km、5 km、7.5 km 及 10 km 的河流缓冲区,结果显示,随距河流距离的增大乡村旅游村寨数目逐渐减少的特征(表 4),表明贵州省乡村旅游村寨分布与河流距离存在密切关系。

表 4 贵州省乡村旅游村寨距主要交通线、河流距离

Tab. 4 Statistics of distance between rural tourism villages and main traffic lines and rivers in Guizhou Province

距河流距离 /km	数量 /个	占比 /%	距主要交通线距离	数量 /个	占比 /%
2.5	30	23.44	5	58	45.31
5.0	24	18.75	10	33	25.78
7.5	17	13.28	15	26	20.31
10.0	17	13.28	>15	11	8.60
>10	40	31.25			

4.3 交通条件

多数农村地区落后的原因在于长期封闭,交通闭塞,可进入性差,与外界交流少,缺乏资金、技术等。可见,交通便捷程度直接影响地区经济发展水平,决定了该地区对外界的吸引力大小。为探讨交通条件对乡村旅游村寨空间分布的影响,以贵州省内省道、国道以及高速公路为主要交通线,对主要交通线及乡村旅游村寨进行叠加分析,并绘制 5 km、10 km 及 15 km 的主要交通线缓冲区(图 4)。

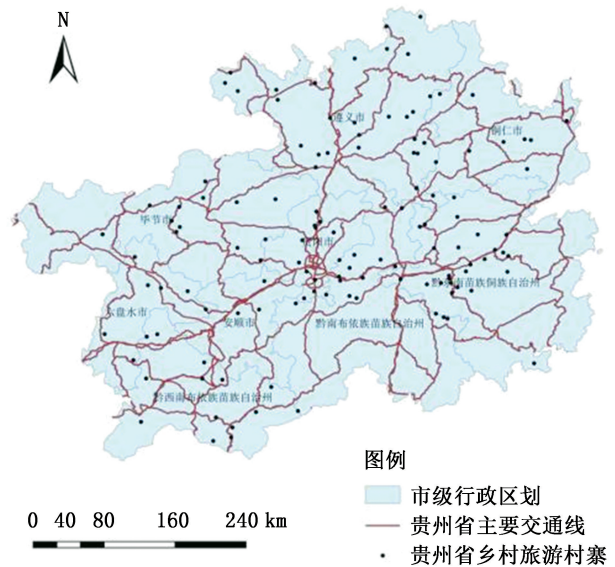


图 4 贵州省主要路网分布

Fig. 4 Distribution of main road networks in Guizhou Province

图 4 结果显示,随着距主要交通线距离的增加,乡村旅游村寨数目逐渐减少的特征,通过数量统计发现,91.41%的乡村旅游村寨分布在主要交通线 15 km 范围内,只有 8.59%的村寨分布在距离主要交通线 15 km 之外的范围,表明贵州省乡村旅游村寨大多分布在距离主要交通线较近且交通可达性较强区域。

4.4 旅游资源禀赋

乡村旅游发展依赖丰富的旅游资源,而 A 级景区数量能直观地反映出区域旅游资源的丰欠程度,由此选取贵州省 A 级景区数量作为评价指标,借助 SPSS 20 进行相关性分析,得出各市州乡村旅游村寨分布量与 A 级景区的相关性系数为 0.897(显著性系数为 0.001),存在显著的相关性。因此,贵州省乡村旅游村寨空间分布明显受到旅游资源禀赋的影响。

4.5 农业发展水平

乡村旅游是从传统农业中衍生出来的农业发展新模式,为研究乡村旅游村寨空间分布与地区农业发展水平的相关性,选取农林牧副渔总产值、农作物总播种面积作为评价地区农业水平指标,借助 SPSS 20 进行相关性分析,得出各市州乡村旅游村寨分布量与农林牧副渔总产值、农作物总播种面积的相关性系数分别为 0.785(显著性系数为 0.000)、0.759(显著性系数为 0.003),表明乡村旅游村寨分布量与以上两个指标均存在显著相关性。因此,乡村旅游村寨空间分布受地区农业发展水平影响较大,农业发展水平高的地区分布的乡村旅游村寨也较多。

5 结论与讨论

5.1 结论

借助 ArcGIS 10.2 及 SPSS 20 等工具以及数理统计方法,探究贵州省乡村旅游村寨的空间分布规律及影响其空间分布的因素,研究结果表明,不同区域乡村旅游村寨空间分布差异较大,具体来看,最邻近点指数 R 为 0.88,表明乡村旅游村寨在空间上表现为集聚型分布;实际分布的地理集中指数 $Z = 38.37$,远高于均匀分布状态下 $Z = 33.32$ 的数值;基尼系数 $G = 0.93$,均匀度 $C = 0.07$,反映了乡村旅游村寨在不同市州分布的不均衡性以及在市州内部的集中分布状态;莫兰指数为 0.36,表明乡村旅游村寨在空间分布上的正相关关系。空间分布密度在不同区域差异显著,中东部地区乡村旅游村寨分布数量多于西部地区。从市域视角来看,遵义市、黔东南州、贵阳市、黔南州等市州分布了较多的乡村旅游村寨。

在贵州省乡村旅游村寨空间分布的影响因素方面的研究表明,地形地貌、水文状况、交通条件、旅游资源禀赋、农业发展水平等因素共同决定了其空间分布格局。其中,大多数乡村旅游村寨主要分布在坡度 $0 \sim 20^\circ$ 以及海拔 $600 \sim 1\ 600\text{ m}$ 区域;乡村旅游村寨依赖主要交通线及河流分布,呈现出显著的空间距离衰减规律;乡村旅游村寨资源依赖性较强,A 级景区越多的地方,往往也分布着较多的乡村旅游村寨;地区农业发展水平在很大程度上影响到乡村旅游村寨空间分布格局。

5.2 讨论

随着社会不断发展和经济水平逐渐提高,人民的各种需求也呈多层次、多样化特点,与此同时,社会个体压力也不断增大,工作、生活、学业等的压力

共同促使人们强烈渴求内心的和平与宁静,而乡村旅游以乡村各类资源为立身之本,乡村地区自然、淳朴、轻松、闲适的环境正好能满足人们的此种需求。此外,发展乡村旅游能合理利用资源、激活产业要素、优化产业布局、增加就业岗位、提高收入水平,进而改善民生,提高城乡居民幸福感。

贵州省作为知名的山地旅游大省,近年来旅游发展迅速,旅游收入显著提升,其中乡村旅游贡献良多,其原生态的多民族文化与自然生态景观对外形成了巨大的旅游吸引力。贵州省乡村旅游发展不断成熟,乡村旅游市场不断扩大,这主要得益于国家和政府的大力支持以及其自身所具备的发展乡村旅游的优势条件,但目前贵州省乡村旅游发展仍不够充分,且各市州发展不平衡,为使乡村旅游发展真正起到带动农村地区不断发展的作用,不断增加其对经济发展的贡献率,今后应合理规划,促进各市州乡村旅游村寨均衡分布,增强各市州之间的联系,促进各地区共同发展。贵州省地貌以高原山地居多,山地旅游为其一大特色,应依此打造特色旅游品牌,形成核心吸引力,同时不断开发新型旅游产品,增强旅游者购买欲望,提高旅游消费水平;此外,应加大宣传,提高贵州省整体知名度;最后,加大人才培养力度,积极引进旅游类、管理类以及服务类专业人才。如此,贵州省乡村旅游发展才能迈向新高度,实现新成就。

参考文献:

- [1] 张彩虹,邓芳,杨遥,等. 乡村旅游研究综述[J]. 现代农业科技,2019(2):202-206.
- [2] 吴昕昱,张文政. 河南省乡村旅游地空间分布与影响因素研究[J]. 中国农业资源与区划,2020,41(8):238-246.
- [3] 王铁,邵鹏飞. 山东省国家级乡村旅游地空间分异特征及影响因素[J]. 经济地理,2016,36(11):161-168.
- [4] 曹兆昆,吴小根,穆小雨,等. 南京市乡村旅游点空间分布特征及影响因素分析[J]. 江西农业学报,2018,30(8):136-143.
- [5] 王明杰,邹鹏,侯飞. 长江经济带乡村旅游重点村空间分布特征及其影响因素[J]. 山东农业大学学报(社会科学版),2020,22(2):24-30.
- [6] 王耀斌,宋颖,黄珊,等. 甘肃省乡村旅游示范村空间分布及影响因素研究[J]. 中国农业资源与区划,2020,41(7):240-247.
- [7] 方莉莉,苏勤. 安徽省乡村旅游示范村空间分布特征及影响因素[J]. 云南地理环境研究,2019,31(3):8-15.

(下转第 176 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.024

基于深度预测的农业旅游服务推荐系统

倪凌

(河海大学公共管理学院,江苏 南京 210000)

摘要:基于文本网络分析法,建立旅游倾向决策和选择决策的深度预测模型,并与协同过滤算法结合构成用户历史数据和用户偏好评分矩阵,开展农业旅游服务推荐系统的设计和 demand 分析。通过系统测试和实践问卷分析发现:初期注册用户对系统体验一般,随着系统使用时间延长,该系统在游客进行使用过程中逐渐能分析出用户感兴趣的景点并进行精准预测。

关键词:深度预测模型;农业旅游;个性化推荐;协同过滤算法;用户满意度

中图分类号:S788.2;N945.24 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0134-06

引文格式:倪凌. 基于深度预测的农业旅游服务推荐系统[J]. 林业调查规划,2021,46(6):134-139. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.024

NI Ling. Agricultural Tourism Service Recommendation System Based on Depth Prediction[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 134-139. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.024

Agricultural Tourism Service Recommendation System Based on Depth Prediction

NI Ling

(College of Public Administration, Hohai University, Nanjing 210000, China)

Abstract: Based on the text network analysis method, the depth prediction model of tourism tendency decision-making and selection decision-making was established, which combined with the collaborative filtering algorithm to form the user historical data and user preference scoring matrix, so as to carry out the design and demand analysis of agricultural tourism service recommendation system. The system test and practical questionnaire analysis found that the initial registered users had general satisfaction with the system, but the system could gradually analyze the scenic spots that users were interested in and make accurate prediction with the use time of the system.

Key words: depth prediction model; agricultural tourism; personalized recommendation; collaborative filtering algorithm; user satisfaction

2016 年国务院发改委联合多部门印发《关于大力发展农村农业旅游的指导意见》,指出我国未来的方向将大力扶持农业经济和乡村旅游,发展新型农村产业,拓宽农民收入来源^[1]。近年来农业旅游的发展给一些地区农民带来了先富路子,提升了城

市居民消费者的旅游积极性,为促进城市居民的身心健康发展提供了新思路,是一个双赢的局面。随着移动互联网和 5G 深入生活的方方面面,互联网思维是新世纪推动经济发展的重要引擎,与互联网信息技术结合是未来社会经济的重要形式和发展方

收稿日期:2021-01-05.

第一作者:倪凌(1982-),女,江苏南京人,硕士.研究方向为高等教育信息化.

向,农村农业旅游同样需要迎合这一变化^[2-3]。目前农村农业旅游项目正在稳步推进中,但是由于农村地区互联网基础设施不够发达,农业旅游从业者互联网信息思维和技术手段落后,对于农业旅游的推广和推荐存在一定困难^[4-6]。因此,建立完善的三农服务体系,以互联网+思维贯穿农业电商和旅游资源,解决城市居民选择农业旅游服务方面的难点,具有十分重要的意义。

目前关于农村旅游服务的网络平台虽然已经开始逐步探索和研究,但是大多数平台对于潜在消费者和农业用户的吸引力不够,无法与新兴的电商网络平台相竞争,消费者普遍反映在农业旅游服务过程中无法获取感兴趣的项目和农产品等。针对这一问题,基于网络文本分析,建立了一套深度预测农业服务推荐模型,并将其融入系统开发功能中,为农业旅游服务提供了更加智能化和个性化的推荐方式,提高了用户粘性,能够有效改善当前的农业旅游服务推荐思路和平台设计。

1 基于深度预测的农业旅游偏好

大数据时代对于掌握消费者的消费动机和倾向具有十分明显的优势。对于农业旅游服务项目,通过对其潜在消费群体的分析研究发现,影响农业旅游偏好的两个主要因素分别为农业旅游消费者的倾向决策和选择决策,如果能够对这两个决策规律进行剖析就会获得深层次的农业旅游预测模型^[7]。

1.1 农业旅游倾向决策分析

旅游消费者在游玩期间存在不同的可行性决策行为,主要包括影响旅游决策的因素,如果影响旅游决策的因素越少,那么消费者主动消费的动机越强烈,就会充分提高旅游者的消费欲望和动机。因此基于深度预测的农业旅游服务推荐系统首先应了解农业旅游者的消费动机,适配最心仪的旅游选项。分析旅游倾向问题发现,旅游初期的重要影响因素为旅游时间选择和旅游群体选择。通过收集互联网旅游相关信息的浏览数量,进行统计分析(图1)。

从图1可以发现,农业旅游高峰期主要体现在5月。由分析可知5月是最为繁茂的春季,农业旅游群体主要目的是体验乡村风貌,春季万物复苏是农业旅游和其他旅游最为差异性的优势,在这段时间内选择信息浏览的游客大多倾向于去自然风光较好的地方旅游。另一个较为热门的为10月,10月综合国庆小长假和秋收季节,农业旅游者除了体验农

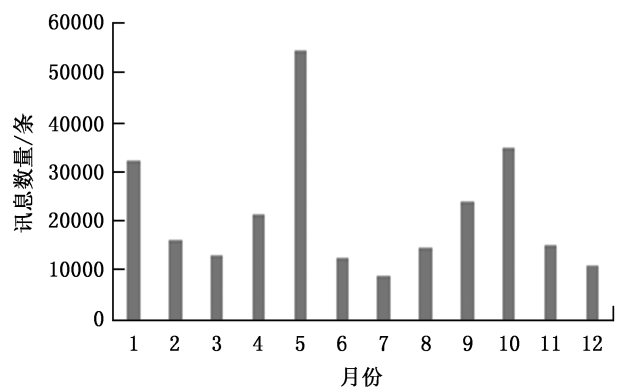


图1 不同月份农业旅游相关讯息统计

Fig. 1 Statistics of agricultural tourism related information in different months

村的秋日风光,更多的是可以购买应季的果实。其他月份例如夏季和冬季选择进行农业旅游的群体相对不活跃,因此在这个时间段进行农业旅游推荐效果不甚显著。从旅游群体来看,农业旅游人群大多集中在家庭和城市中老年,家庭出游主要目的是增进亲子关系,中老年出游主要是放松身心。

1.2 农业旅游选择决策分析

1) 旅游类型

农业旅游类型主要分为农业生活参与型、农业生活体验型、农业生活科普教育型和农业观光采摘型。通过对农业旅游过程中旅游者的目的地进行统计和分析发现,农业旅游类型和目的地主要体现在农家菜、农家乐、农业文化小镇、农村山庄度假村以及农村景点等类型中。

2) 出行工具

对农业旅游者的出行方式进行词谱特征分析,筛选出农业旅游者最为青睐的出行方式。对农业旅游过程中的周边游、地域特征游等进行表达分析发现,农业旅游者更倾向于自驾出游、旅行社跟团以及单位集体活动3种模式。其中,团体组织游玩多依赖单位组织的党建、团建活动,活动选择性较小,游玩方式单一,消费意愿不强。

1.3 农业旅游深度预测模型

通过对农业旅游者的消费倾向和选择决策进行分析后,建立基于深度预测的农业旅游模型。将农业旅游分为萌芽期、倾向期、选择期、消费期和评价期5个阶段,对每个时期游客可能的选项进行罗列并挑选出更为倾向性的推荐方案,进行信息集成后反馈和获取旅游最为可能的个性化推荐方案(图2)。

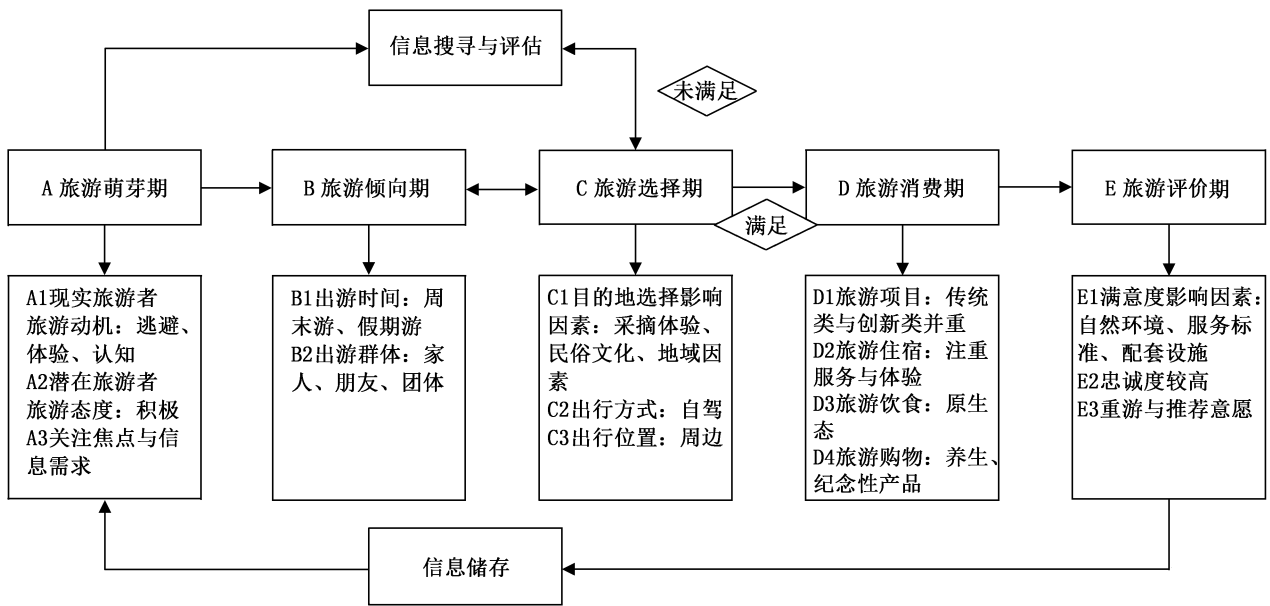


图 2 农业旅游深度预测模型

Fig. 2 Depth prediction model of agricultural tourism

2 系统需求分析

2.1 前端需求分析

前端功能需求主要面向用户,能实现景区浏览、个人信息管理、订单查询、购物车管理、商品浏览、景点咨询和客房预订等功能,并能在平台进行登录注册、付款和订单查询等操作。由于前端功能面向对象是消费者用户,其主要的功能需求集中在购物车管理、游客信息维护、搜索界面推荐以及订单管理等。

2.2 后端需求分析

后端功能需求主要集中于管理员角色的维护和操作等。根据农业旅游推荐信息化平台的具体特点,本文设计的后端功能应该包括管理员管理、会员管理、商品信息录入、商品订单管理、旅游产品留言、景点信息管理和住宿管理等,每个二级模块均需要实现角色分配、权限修改、编辑更新和删除等基本功能。

2.3 非功能性需求分析

1) 兼容性

互联网信息技术日新月异,农业旅游系统在今年会集成更多功能,因此系统需要对用户的需求进行不断更新完善,系统兼容性和拓展性需要保证一定的时间迭代优势。企业在对系统进行改进过程中耗费更少的成本,拓展出更为人性化的功能,同时降低对系统改造过程中的影响。

2) 效率性

系统应同时能够承受短时间大量用户访问需求,提升用户浏览和操作便捷程度和效率,做到界面

简洁直观,系统定位准确,反应迅速,合理优化缓存,满足不同层级客户的使用需求。

3) 维护性

系统运行过程中技术人员能够对系统的运行情况进行实时监控和维护,维护操作手册清晰,系统架构简明,建议采用 MVC 设计模式进行平台开发,不同层面代码尽量减少冲突,功能模块界限明确,便于后期发现问题和针对性维修。

2.4 安全需求分析

1) 用户信息登录方面,需要进行校验码验证,并且需要用户注册,后台用户管理只限于管理员进行修改和添加。

2) 重要信息尤其是游客个人信息和金融信息需要进行加密保护,使用 MD5 信息摘要算法进行计算,将密码摘要存储于数据库中,防止数据库被攻击泄露。

3) 用户权限和数据库备份。用户权限需要在 Shiro 框架内完成管理员信息认证,不同权限用户只显示对应的功能模块,重要信息的修改需要进行短信验证码验证。数据库备份应考虑异地容灾,在本地数据库遭遇破坏时应可以同时调用异地数据库确保系统运行,同时还能够弥补本地数据库的损失并进行同步和维护。

3 系统推荐模块设计

用户推荐系统设计过程中,主要考虑用户、景点

和推荐算法三者之间的相互作用机制。个性化推荐算法中目前较为主流的是通过分析用户历史偏好数据,将数据整合后导入兴趣特征模型,从而构建推荐成果,为用户推荐其感兴趣的商品,其主要的实现流程见图 3。

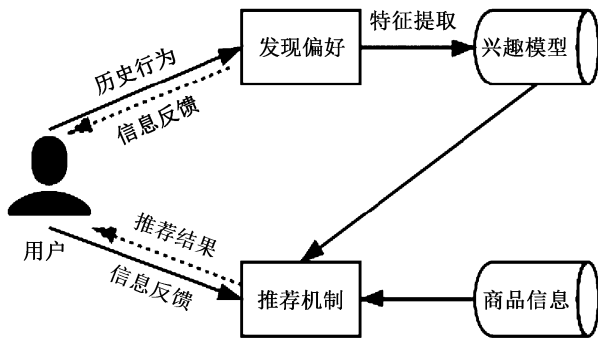


图 3 推荐算法结构流程

Fig. 3 Recommended algorithm structure and process

3.1 传统协同推荐算法

目前较为流行的数据处理方式为协同过滤算法,即寻找用户和对象之间的潜在联系,发掘类似用户群体,从而将感兴趣的群体进行扩散和推荐^[8-9]。

1) 对用户的历史评价数据进行收集和整合,形成一个用户—对象的评分矩阵。

2) 基于皮尔逊相似度模型,对不同用户之间的相似度进行匹配。

3) 基于匹配后的相似度计算成果,进行推荐程度排列。

4) 基于某一个用户的评分成果,搜索其未评分项目,选择与其相似最为临近的对象进行加权分析获取被推荐用户的预测评分,其算法公式如下:

$$M_{i,j} = \frac{\sum S(u,v) \times R_{v,j}}{\sum |S(u,v)|} \quad (1)$$

式中: M 为某一用户对对象的评分值; S 为用户对对象的相识度; R 为权重值; u 和 v 分别为矩阵的不同象限。

3.2 融合深度预测模型的协同推荐算法

作为农业旅游推荐系统,协同推荐算法应兼顾农业旅游的特征和准确度,同时防止在推荐过程中发生数据空洞和冷启动。因此,本文设计的平台利用农业旅游深度预测模型进行概率分布计算,将其与系统过滤算法结合构成用户历史数据和用户偏好评分矩阵。该算法能够解决用户历史数据不充分和推荐精度较差的问题,还可以解决系统运行初期用

户无历史数据从而无法合理进行预测的问题。

1) 用户农业旅游偏好因素分析

借助深度预测模型,将用户萌芽期、倾向期、决策期、消费期和评价等 5 个阶段的旅游因素进行划分,总结出群里、季节、类型、距离、活动等 5 个类型的标签,构造偏好矩阵。

2) 文本处理

利用 Python 中的 jieba 分词,将农业旅游景点中的数据添加到 list 表格中,删除重复字段,采用 analyse 和 TFI 函数对关键字进行抓取并生成标签矩阵 V 。

3) 用户偏好概率计算

采用 Gibbs 抽样方法对景点的偏好标签进行计算和抽样分析,获取景点的主题分布概率和标签分布概率:

$$p(z_i) = \frac{C_n^z + \alpha}{\sum C \times z\alpha} \quad (2)$$

$$p(w_i) = \frac{c_n^z + \beta}{\sum C \times \omega\beta} \quad (3)$$

利用获取用户对景点和标签的偏好概率值,应用贝叶斯定理计算法则进行排序:

$$p\left(\frac{z_i}{w_i}\right) = p(r) \sum C \times \frac{p(z_i) + \alpha\beta}{p(w_i)} \quad (4)$$

式中: p_z 为用户对景点偏好的主题分布概率; p_w 为用户的标签偏好概率; $P(z/w)$ 为用户偏好相似度集合; C 为集合矩阵总量; α 和 β 分别为抽样点的权重系数。当构造生成用户偏好集合后,便可生成推荐列表。

4 系统平台与实践

4.1 系统平台展示

由于篇幅限制,本文主要对用户操作界面和个性化推荐系统进行展示。当游客进入系统后,首次进入用户可填写注册表单向服务器发送指令,服务器请求接受 UserController 类,调取 UseRserver 进行逻辑处理,验证通过后使用 MD5 算法对用户信息进行加密并保存,其界面如图 4 所示。

用户进入系统后,系统对用户注册信息和偏好信息进行识别,发现用户注册地是北京,比较偏向亲子游,并且更喜欢的农业旅游景点是农村生活体验,那么系统给用户推荐算法中首先考虑距离北京较近的延庆南湾村、大兴区魏庄村和顺义区河北村的民俗风貌景点,并且给用户推荐了适合亲子游玩的金福艺农番茄联合国以及山水画廊一日游等。系统推荐相识度基本吻合用户兴趣(图 5)。



图 4 用户登录注册界面

Fig. 4 User login registration interface



图 5 用户个性化推荐景点

Fig. 5 Personalized recommended scenic spots for user

4.2 推荐效果测试

将该农业旅游推荐服务平台在某旅游公司中投入试运行,截至2020年12月共运行6个月,接待用户访问量23444次的系统频率测试,测试基本信息见表1。

本文选取1080名注册用户进行问卷调查,问

卷共发放1080份,回收1076份,回收率99%,问卷调查主要内容集中于对该农业旅游系统的推荐满意程度上,统计成果见图6。

对用户的访问结果分析发现,初期注册用户对系统的满意程度多集中在“满意”和“一般”两个层级,占比约65.2%,非常满意用户占比为14%,对系统

表 1 系统测试基本信息

Tab. 1 Basic information of system test

测试对象	测试项目	测试内容
用户类型	用户系统操作	操作和使用系统推荐平台
测试时间	2020年6月~2020年12月	时间跨度6个月
系统评价	电子调查问卷	对用户系统满意度进行分析

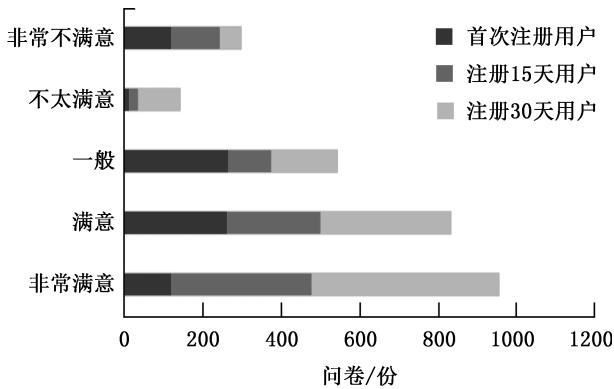


图 6 用户满意度问卷结果统计

Fig. 6 Statistics of user satisfaction questionnaire results

不满意的用户占比为 12%;注册 15 d 以后,用户非常满意占比提升至 35%,非常不满意的用户数占比依然为 12%;注册 30 d 以后,用户满意程度占比大幅度提升至 50%,对系统满意用户占比提升至 33%,非常不满意用户占比仅为 5%。通过调查分析认为,该系统在游客进行使用过程中逐渐能分析出用户感兴趣的景点并进行精准预测。

5 结论

为提高农业旅游服务推荐系统的准确性,本文提出基于网络文本分析法的深度预测模型,对系统需求和推荐模块设计进行了详细分析和实践验证。

1)影响农业旅游偏好的两个主要因素分别为

农业旅游消费者的倾向决策和选择决策,对这两个决策规律进行剖析能获得深层次的农业旅游预测模型。

2)农业旅游深度预测模型与协同过滤算法结合构成用户历史数据和用户偏好评分矩阵,该算法能够解决用户历史数据不充分和推荐精度较差的问题。

3)通过对系统测试和实践应用发现,初期注册用户对系统体验一般,随着系统使用时间延长,该系统在游客进行使用过程中逐渐能分析出用户感兴趣的景点并进行精准预测。

参考文献:

- [1] 宋治国. 体验经济视角下生态农业旅游产品营销的创新模式[J]. 农业经济,2019(12):143-144.
- [2] 王丽娜. 采摘型休闲农业旅游顾客感知价值对行为意向的影响研究[D]. 长春:东北师范大学,2019.
- [3] 唐永发(Somsak Yothou). 老挝绿色产业发展问题研究[D]. 北京:首都经济贸易大学,2019.
- [4] 徐姣. 基于游客体验价值的宝应县域农业旅游产品开发研究[D]. 扬州:扬州大学,2019.
- [5] 韩福丽,王海荣,高文智,等. “互联网+”背景下农业旅游经济发展路径——以黑龙江省为例[J]. 东北农业大学学报(社会科学版),2017,15(3):8-13.
- [6] 田迎芳. 现代农业科技园区旅游产品谱系构建——以河南现代农业研究开发基地为例[J]. 农业科技管理,2013,32(2):18-21.
- [7] 刘加凤. 桂林恭城生态农业旅游用地现状及未来发展研究[J]. 福建林业科技,2007(4):189-194,199.
- [8] 朱春江,唐德善,马文斌. 基于灰色理论和BP神经网络预测观光农业旅游人数的研究[J]. 安徽农业科学,2006(4):612-614.
- [9] 梅虎,朱金福,汪侠. 农业旅游资源定量评价研究[J]. 科技进步与对策,2005(12):142-144.

责任编辑:杨焱熔

校 对:张林艳 杨焱熔

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.025

南阳月季大观园郑州园植物文化表达设计研究

吴聪,刘保国

(河南农业大学风景园林与艺术学院,河南 郑州 450002)

摘要:以南阳月季大观园中的郑州园为研究对象,在实地调研的基础上从“赋”“比”“兴”3种艺术手法分析其景观设计蕴藏的美学特征和文化内涵。结果显示,郑州园以市花月季作为景观设计的基本元素和表现方式,借助现代造园手法,通过植物造景展示郑州的历史文化和民俗风情,其植物景观设计具有表达城市文化特色、美化景观空间、渲染文化氛围等多重功能。

关键词:植物文化表达;“赋比兴”艺术手法;城市文化特色;月季;郑州园

中图分类号:S759.91;G246;S685.12;S718.521.2 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0140-05

引文格式:吴聪,刘保国.南阳月季大观园郑州园植物文化表达设计研究[J].林业调查规划,2021,46(6):140-144.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.025

WU Cong, LIU Baoguo. Design of Plant Culture Expression in Zhengzhou Garden of Nanyang Rose Grand View Garden[J].

Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 140-144. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.025

Design of Plant Culture Expression in Zhengzhou Garden of Nanyang Rose Grand View Garden

WU Cong, LIU Baoguo

(College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The aesthetic characteristics and cultural connotation of the landscape design in Zhengzhou Garden of Nanyang Rose Grand View Garden were analyzed from three artistic techniques of “Fu”, “Bi” and “Xing” based on the field investigation. The results showed that with rose as the basic element and expression of landscape design, Zhengzhou Garden used the modern gardening techniques to display the historical culture and folk customs of Zhengzhou City through plant landscaping, which had multiple functions of expressing urban cultural characteristics, beautifying landscape space and rendering cultural atmosphere.

Key words: plant cultural expression; “Fu-Bi-Xing” artistic technique; urban cultural characteristics; rose; Zhengzhou Garden

南阳月季大观园是2019年世界月季洲际大会的主要活动区和月季展示区。郑州园位于南阳月季大观园东区,临近公园主展馆及次入口区,东临主园

路,西侧紧邻湖区,地理位置优越,面积为2 990 m²。园区以郑州市花——月季作为景观设计的基本元素和表现方式,通过植物造景展示郑州的历史文化和

收稿日期:2021-01-25;修回日期:2021-02-03.

基金项目:河南省高校人文社会科学研究一般项目“豫中地区传统村落文化景观基因识别与图谱构建”(2021-ZZJH-159).

第一作者:吴聪(1993-),女,河南南阳人,硕士研究生.主要从事风景园林规划设计研究.

责任作者:刘保国(1973-),男,河南中牟人,副教授,研究生导师.主要从事风景园林规划设计研究.

民俗风情。借助现代造园手法,通过层层递进的空间转换,以构架、景墙、亭、台、园路等景观设施划分展园空间,满足现代人的审美需求与精神感悟,展现出“绿城繁花”的设计构想。

1 植物与文化性表达

1.1 文化与植物

文化指人类的精神文化生活,包括心灵、智慧、情操、德行和风尚的培养教育。概括来说文化是人类生存发展过程当中对于外在的物质世界以及自身精神世界的不间断作用及积累引发的一些转变。植物是造园的重要自然要素,通过植物造景传达文化,使环境不仅具有美学欣赏价值,保证生态可持续性发展,而且具有科普教育,宣传推广的重要社会意义^[1]。植物文化表达成为现代园林植物造景的重要设计手法之一。植物自身文化内涵及其景观中所展现的人文内涵通过造景艺术处理手法,体现了人类文化的发展和价值取向及设计者个人的文化价值^[2]。

1.2 “赋比兴”表达手法

“赋比兴”手法是战国时代的学者总结《诗经》的艺术经验而提出的一组美学概念^[3]。从美学史的发展来看,“赋比兴”这组概念正是对《易传》所提出的“立象以尽意”这一命题的进一步规定,是怎样用不同的“象”表达不同的“意”的具体手法^[4]。归结于植物文化表达当中,对植物造景,不同的空间感受的设计是“象”,其所表达的郑州历史文化、民俗风情、城市发展的意境则为“意”。

“赋”有铺陈的意思,把所要表现的郑州文化内容用一种较为直接的设计形式表达出来,例如:设计一面景墙,景墙上所描绘的内容是郑州具有标志性的事物,如二七纪念塔、郑州国际会展中心、中原福塔等,让观赏者直观、清晰地判断所表达的重点内容。

“比”指用某物比喻和象征某物,利用植物造景表达郑州的精神文化。月季作为郑州市花,是最具有代表性的植物。月季代表的是“等待希望、幸福、光荣”,象征郑州这座城的发展历程。

“兴者,先言他物以引起所咏之词也。”先言他物,也就是先营造一个具有郑州文化主题的空间,引发人们对此空间所要表达的主题的理解,引起对此主题的想象。与“比”不同的是,“比”只是借用具有郑州代表性的植物直观表明,而“兴”则是营造一种具有郑州文化的空间氛围,在此空间内引发一些感

受、联想及更深层次的思考。

“赋比兴”的手法实际上是意象表达的3个阶段,从具象到物象再到意象的过程。

2 郑州园的植物文化表达设计

郑州园作为大观园最具有文化性的展园,利用郑州丰富的历史文化背景,以郑州的文化作为主线,月季为主要植物造景。园区内划分为4个空间:月堂影壁、跌瀑花韵、风颂春堂、曲港汇芳(图1)。



图1 郑州园区空间划分

Fig.1 Spatial division of Zhengzhou Garden

2.1 月堂影壁

“月堂影壁”位于郑州园的主入口处,与南阳月季大观园园区主路相连接,作为主要入口,整个空间以一种“直抒胸臆”的表达方法,运用美学创作中“赋”的手法将郑州历史文化和月季花文化直观展现给游览者。以“月季”为代表的植物文化巧妙地融入到植物造景组合,构筑物造型设计,水体景观小品设置,观赏层次极为丰富^[5](图2)。

整个空间的中心位置是一株珍贵的月季王,颜色鲜艳,品种稀有,具有极高的观赏价值。下方设置方形的种植坛为底座,加高了观赏的视角,直观地点明园区所要表现的植物主题,起到了“点题”的作用。北侧的景墙为月季剪影的镂空设计,镂空部分为月季花造型,形象灵动逼真,透过镂空的月季花造



- ① 展园入口景石
- ② 月季墙(镂空钢板)
- ③ 珍稀月季展示(月季王位置)
- ④ 月季构架
- ⑤ 景观石
- ⑥ 水系
- ⑦ 镂空钢板月季造型
- ⑧ 月季石
- ⑨ 月季展示区
- ⑩ 商鼎造型跌水

图 2 月堂影壁

Fig. 2 Rose shadow wall

型隐约透漏出背后黄色月季花,“真花”“假花”相互

交替,真伪难辨。南侧的跌水小品水源则设计为商鼎的造型,设置在园区入口处有两层含义:商鼎造型代表的商文化作为郑州历史文化的起点,传达的是郑州深厚的文化积淀;另外借用水源源不断流动的形态比喻郑州文化在历史长河中的发展进步^[6]。

直观表达的还有景观架的造型,与月季花的花型结合,让生硬的构筑物也富有了灵气。在花架的顶部是一朵朵灿烂盛开的月季花造型,不同品种的花型饱满生动,活灵活现,花架左右两侧借用郑州市树法桐树枝干的造型,游览者远远观望整个花架好似“盛开的月季花”,当步入花架正下方又仿佛深入月季花中,上下左右无不是盛开的花朵。花架外部下方左右两侧以黄色系“金凤凰”大花月季为主,微型月季“冬梅”为辅,在花架上方攀附着大花粉色藤本月季。植物高低层次分明,颜色层次丰富。黄色系“金凤凰”大花月季的造型饱满与前方种植坛中珍贵的月季王形成明显对比,又起到了衬托后面月季花架的作用,使得入口颜色主次分明,过渡自然。花架立面种植藤本月季“御用马车”,花架顶部吊装花篮,藤本月季“藤彩虹”借助构筑物生长,构筑物因植物而被美化,相交相融做到景观统一(图 3)。

2.2 跌瀑花韵

“跌瀑花韵”位于园区的中部偏北侧,穿过“月堂影壁”水汀步连接进入此空间。空间的造景手法运用到美学创作中“比”的手法,展现的是一种“情景交融”的意境。“月季诗文跌水景墙”读诗文赏水景显现的是一种“情”,是古人对月季的喜爱之情,是人们借月季表达情感之情,诗文在吸引游览者思

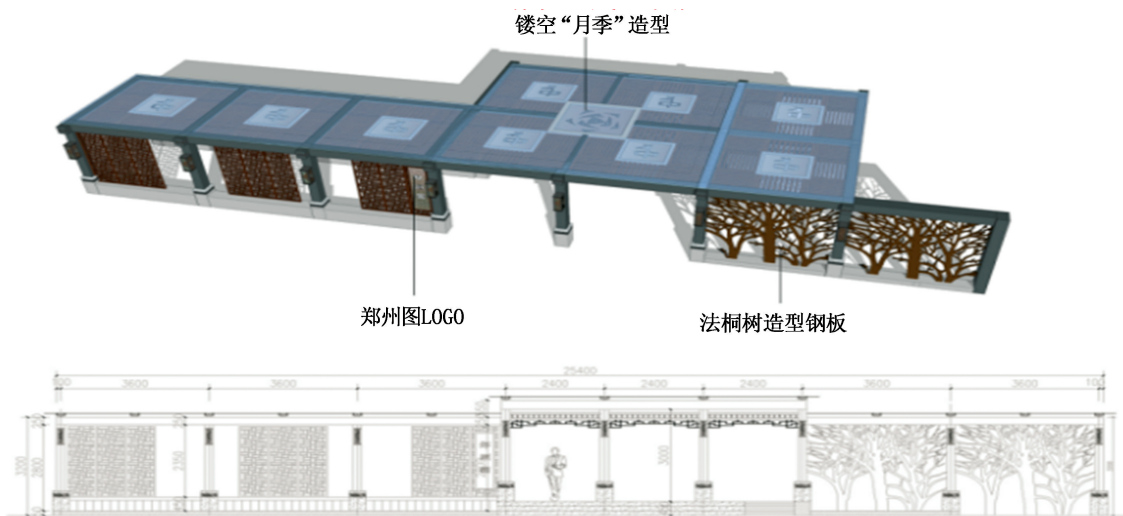


图 3 景观构筑物设计

Fig. 3 Design of landscape structure

考的同时,水和植物营造的环境恍惚间将人带入情境,引发更多的情感,这是“景”的作用。同时跌水墙是整个郑州园内景观水系的源头,组合溢水台形成的动态水景观、水声、水流活跃着空间氛围,清脆的水声愉悦人心,水中的水生植物又增添了一层生机。水的形象与音效成为了诗文与植物环境的融合剂,真正使空间达到情与景的交融。

另外空间中借用立体月季展示花墙的形式达到空间过渡、视线引导的作用,由“月堂影壁”走到花墙下,满眼盛开的月季花是对游览者的视觉冲击,花墙下方种植藤本月季,引起观赏欲望,游览者的脚步自然也会放慢,驻足欣赏。藤本月季高可达3~4 m,花型各异,花色多样,花期较长,可3季开花,且成簇状,花开时散发浓香,配合月季展示花墙与月季诗文跌水景墙,达到烘托空间氛围的作用,而在景墙背后种植的树状月季又称月季树、玫瑰树,为常绿或半常绿灌木,作为背景衬托景墙,再配合水汀步减缓脚步。空间的西南方向地形高差也巧妙利用浮雕墙的形式展示郑州市花月季从品种单一到种类繁多再到“郑州培育”的历程,也展示了郑州城市的发展与进步,实力的提升,经济的发展。整个空间设计具有情怀,借用诗文表现月季的历史、文化,运用植物营造了空间氛围,空间情景融合,富含月季文化,景观丰富多变,富有寓意。

2.3 风颂春堂

《园冶》有云:“意在笔先。”园林构建需要主题思想,植物景观亦如是^[7]。

“风颂春堂”位于展区的中部,作为园区最重要的空间富有主题思想,借用美学创作中“兴”的手法,让游览者置身于富有郑州历史文化与植物文化的主题空间中,感受郑州与月季文化之间的渊源,同时引发游览者的思考和感悟。与上个空间造景手法“比”不同,这里的“比”为一种较为直接的展现手法,而“兴”则是通过空间主题诱发游览者思考出其中的象征意义。空间富有诗情画意,古风古韵的主题色彩,为了迎合空间的历史感,借用浮雕墙记录了郑州月季的历史故事,并且在周围配置富有观赏价值的植物,如香樟、金桂、广玉兰等常绿乔灌木品种,将道路两侧围合成半封闭的空间,到达主体构筑物盛春堂的道路铺装记载历史故事的图案。整个空间就像是一个室外的历史展览馆(图4)。

利用植物美学中的色彩美,选择“绯扇”(红色)、“口红”(红色)、“纸牌”(红色)、“亚力克红”

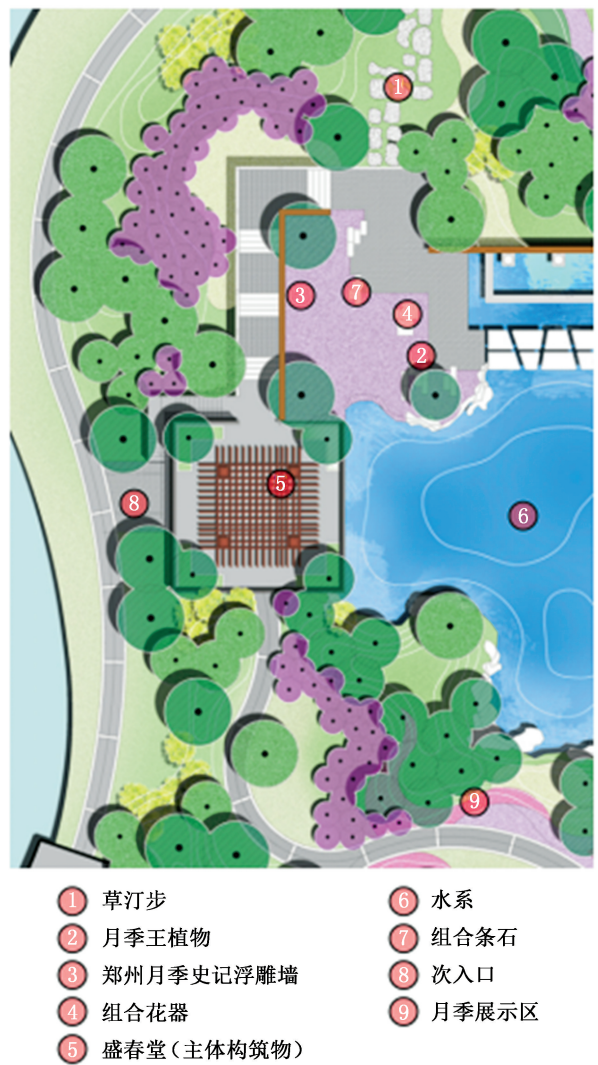


图4 风颂春堂

Fig. 4 Spring chant hall

(玫红色)、“粉扇”(粉色)以及郑州培育的品种“桃灼蓝天”为中层植物,色调统一,植物丰富的色彩是景观环境千变万化的重要原因,红色系花木传递热烈的情感,具有时代感,也是生命的颜色,烘托出空间本想展现的历史厚重感,使游客时时处于芬芳馥郁的环境中,回味植物意象带来的穿越古今的翩然想象^[8]。盛春堂是园区中的主体构筑物,靠近水体,是观赏水景和全园景观的最佳位置。盛春堂两侧的植物层层递进,以水生、湿生为主,观赏从岸边逐渐进入水中,灌木品种以紫荆、红叶李、垂丝海棠、鸡爪槭等为主,整体色彩、节奏与韵律统一,令游客忍不住驻足流连、赏玩拍照。盛春堂选用一层建筑展厅,二层“双层斗拱”的外观轮廓,结合古典园林理水理念,形成蜿蜒曲折的水岸景观,构成展区的主景。驳岸边种植水生植物、大花月季和藤本月季,凸

显繁花似锦的效果,水为植物生命之源,水系贯穿全园景观,溪流潺潺,溪涧植物景观与历史人文景观相呼应^[9]。借用美学的创作手法,通过中国古典园林理水手法和植物搭配造景营造一个诗情画意的空间主题,虽然面积不大,但蕴含城市文化,意味深远。

2.4 花海融春

“花海融春”在郑州园的外围部分,包裹上述的3个节点空间。空间主要以月季花为植物元素,以曲线形式层次种植藤本月季、树状月季、大花月季、微型月季,主要展示近年来郑州市月季培育、种植的相关成果。以植物展示的方法,衬托出核心空间的重要性,层层植物在游览者观赏行进的同时紧紧跟随,花香四溢,时刻都有景可赏,仿若置身于花海的世界。

3 结论

郑州园景观设计将植物文化与郑州文化相结合,探索月季与郑州间的关联,通过对空间的营造将景观设置、植物造景等功能结合,空间之间相互关联,层层递进。从“赋”“比”“兴”3种艺术手法分析郑州园植物景观的美学特征和文化内涵,为当代主题植物园景观设计提供借鉴。

参考文献:

- [1] 赵慧蓉. 园林植物的文化意蕴及其在景观设计中的表达[J]. 现代园艺, 2019(22): 120-121.
 - [2] 吴昊, 刘新燕, 林丛. 植物配置表达园林景观的文化性[J]. 分子植物育种, 2018, 16(24): 8230-8234.
 - [3] 张佳晨. 林怀民舞剧《九歌》中的“赋比兴”研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.
 - [4] 姚婷. “赋比兴”手法在色彩设计中的应用[J]. 科技资讯, 2009(7): 210.
 - [5] 阎永成. 探究月季在园林绿化中的应用[J]. 农业与技术, 2020, 40(24): 133-135.
 - [6] 张建华, 鲍君惠. 紫荆山公园景观设计与郑州历史文化的关联[J]. 黄河·黄土·黄种人, 2019(14): 60-62.
 - [7] 庄召建, 梅青. 《园冶》新解——造园美学的运用与追求美好生活的探究[J]. 建筑与文化, 2020(12): 86-87.
 - [8] 薛柳. 浅析彩叶植物在园林景观设计中的应用策略[J]. 现代园艺, 2020(4): 81-82.
 - [9] 沈萍, 史倩云. 现代景观对古典园林“理水”的创新[J]. 美与时代(上), 2020(4): 25-27.
- 责任编辑: 杨焱熔
校 对: 张林艳 杨焱熔
-
- (上接第 17 页)
- [16] 冯宗炜, 王孝科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产力[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
 - [17] 韦昌幸, 张党权, 王凤琴, 等. 木荷人工林生物量及生产力研究[J]. 广西林业科学, 2019, 48(4): 509-513.
 - [18] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
 - [19] 韦昌幸, 张党权, 王凤琴, 等. 木荷人工林生物量及生产力研究[J]. 广西林业科学, 2019, 48(4): 509-513.
 - [20] 覃静, 蒙好生, 秦武明, 等. 观光木人工林生物量及生产力研究[J]. 林业科技开发, 2011, 25(6): 65-68.
 - [21] 施福军, 覃丽群, 吴敏, 等. 15年生桉树中大径材人工林生物量与生产力研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(6): 113-116.
 - [22] HOUGHTON R A, SKOLE D L. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon[J]. Nature, 2000, 403: 301-304.
 - [23] 滕秋梅, 何斌, 梁添富, 等. 桂东南火力楠人工林生态系统碳储量及其分布格局[J]. 农业研究与应用, 2016(4): 7-11.
 - [24] ELIAS M, POTVIN C. Assessing inter- and intra-specific variation in trunk carbon concentration for 32 neotropical tree species[J]. Canadian Journal of Forest Research, 2003, 33(6): 1039-1045.
 - [25] 李元强, 吴庆标, 覃德文. 青钩栲人工林生态系统碳储量及其分配格局[J]. 广东农业科学, 2013, 40(10): 181-185.
 - [26] 韦明宝, 王朝健, 杨正文, 等. 桂西北马尾松人工林生态系统碳储量与分布[J]. 亚热带农业研究, 2019, 15(3): 152-156.
 - [27] 王绍强, 周成虎, 罗承文. 中国陆地自然植被碳量空间分布特征探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(3): 238-244.
 - [28] 黄松殿, 吴庆标, 廖克波, 等. 观光木人工林生态系统碳储量及其分布格局[J]. 生态学杂志, 2011, 30(11): 2400-2404.
- 责任编辑: 杨焱熔
校 对: 张林艳 杨焱熔

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.026

生态文化在森林公园中的价值研究

——以河南云梦山国家森林公园为例

张 哲

(国家林业和草原局林产工业规划设计院,北京 100010)

摘要:以河南云梦山国家森林公园为项目基础,对森林公园生态文化建设布局 and 思路进行分析,利用环境承载力容量模型对森林文化价值进行评估,通过森林文化资源的空间承载容量、生态容量、经济发展容量以及森林文化力和价值量的核算,得到云梦山国家森林公园的森林文化价值为 247.16 万森林文化币。提出通过增加森林文化获益者在公园的停留时间,完善森林公园的基础设施建设,打造具有自身特色的森林康养品牌等方式提升森林公园的文化价值。

关键词:生态文化;森林文化;森林公园;景观资源;河南云梦山国家森林公园

中图分类号:S759.91;718.5;G0 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0145-06

引文格式:张哲.生态文化在森林公园中的价值研究——以河南云梦山国家森林公园为例[J].林业调查规划,2021,46(6):145-150. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.026

ZHANG Zhe. Value of Ecological Culture in Forest Park——A Case Study of Yunmeng Mountain National Forest Park in Henan Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 145-150. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.026

Value of Ecological Culture in Forest Park

——A Case Study of Yunmeng Mountain National Forest Park in Henan Province

ZHANG Zhe

(Planning and Design Institute of Forest Products Industry, National Forestry and
Grassland Administration, Beijing 100010, China)

Abstract: This paper analyzed the layout and thoughts of ecological culture construction in Yunmeng Mountain National Forest Park, evaluated the forest cultural value of the park based on the environmental carrying capacity mode, and calculated the spatial carrying capacity, ecological capacity, economic development capacity and forest cultural capacity and value of forest cultural resources. The forest cultural value of Yunmeng Mountain National Forest Park was 2 471 600 forest culture currency. Some suggestions for promoting the forest cultural value was put forward from aspects of increasing the stay time of forest culture beneficiaries, reinforcing the tourist infrastructure, and creating the characteristic forest health brand.

Key words: ecological culture; forest culture; forest park; landscape resources; Yunmeng Mountain National Forest Park in Henan

收稿日期:2021-01-15.

第一作者:张哲(1986-),女,辽宁本溪人,博士,高级工程师.研究方向为林业规划设计.

生态文化是生态文明体系的核心,是生态文明建设的灵魂。森林生态文化是一种体现人与自然共生共存的文化形式,是实现人与森林可持续发展的文化基石^[1]。近年来,随着生态文明建设的快速推进,森林生态文化研究进入快速发展阶段^[2],更多的国内学者开始关注森林文化价值的定性评价与定量核算^[3-10]。以河南云梦山国家森林公园为例,分析森林公园生态文化建设布局与思路,并基于森林文化价值环境承载力容量约束下的流量模型,评估生态文化在森林公园中的价值,为森林公园的长远发展提供借鉴,同时为完善以“森林文化币”衡量森林文化价值尺度理论和实践研究提供参考。

1 项目地概况

河南云梦山国家森林公园位于河南省鹤壁市淇县境内。淇县位于河南省北部,古称朝歌,曾为殷末四代帝都 and 春秋时期卫国国都,是华夏文明的发祥地之一,地处东经 113°59'23"~114°17'54",北纬 35°30'05"~35°48'26"。西枕太行山脉与林州市连山,东临淇河与浚县共水,北与鹤壁市毗邻,南与卫辉市接壤。云梦山国家森林公园位于淇县县城西部,地处南太行山脉,总面积 6 811.94 hm²。

2 生态文化资源分析

森林公园拥有驰名中外的“中华第一古军庠”所在地云梦山,人祖女娲修真处、封神榜故事发生地古灵山,承载着悠久的历史和丰富的文化,如鬼谷文化、朝歌文化、女娲文化、封神文化和民俗文化等。深厚的文化底蕴和浓郁多彩的森林景观构成了森林公园独特的生态文化资源。

2.1 森林景观资源

森林公园内的植被属于暖温带落叶阔叶林带,但由于长期人为活动干扰,南太行山原有的天然林多已被破坏,唯有公园范围内的一部分麻栎、野皂荚等天然阔叶林的次生林得以留存。森林公园内人工修复林错落有致、次生天然林繁茂葱郁,森林覆盖率达 71%。公园内山体垂直高差较大,海拔 300 m 以下主要分布有人工栽植的侧柏针叶纯林,尤以北部山区居多,漫山遍野的侧柏林仿佛绿色的海洋,郁闭度极高,以至林下少有灌丛草本。而中低山及以上区域则广布以野皂荚、荆条、泡桐、麻栎等为建群树种的次生林,这些灌丛或乔木林姿态优美、傲然挺立于山石之上,秋季或红或黑的荚果悬挂枝条,绿叶红

衬,俨然动态的山林画。公园内还分布有核桃、枣、山杏、梨等乔木林,春季嫩芽初发、早花竞相开放,秋季硕果累累、压弯枝头,构成了多彩的森林景观。

2.2 人文景观资源

2.2.1 云梦山建筑群

云梦山自古以来就是游览胜地,战国时期的鬼谷子、唐代甄济、明代水木氏曾在此隐居多年。云梦北山有玉帝殿和三清殿,南山建有鬼谷祠,其建筑拱脊飞檐,气势恢宏。一座砌有雕花栏杆、玲珑别致的石拱桥,将南北两山连为一体,站在石桥上,回眸向东,壁立万仞,犹如刀砍斧削,鬼谷子的生平和纵横术的概要就镌刻在这石壁上。

云梦山保存有孙膂洞、苏秦洞、张仪洞、毛遂洞、庞涓洞等,这些洞穴是鬼谷子的弟子追随其学习的居所。云梦山还保存有大量的摩崖和碑刻,云梦山摩崖已被国务院公布为全国重点文物保护单位。

2.2.2 朝歌寨

朝歌寨也叫老寨,海拔约 700 m。远远望去,朝歌寨恰似一座云端城池,山峰挺拔,壁立万仞。相传曾为殷纣王避兵之所。山顶是一块平坦的开阔地,约 500 m²,四周有寨墙遗址,寨有南北二门;南门内侧有金銮殿遗址,现存有丈余长的石条根基,殿前马蹄遗迹隐约可见。朝歌寨地势险要,四面皆悬崖峭壁。要登朝歌寨,只有南面一条羊肠小道可以攀登,真可谓“一夫当关,万夫莫开”。

2.2.3 朝阳寺建筑群

朝阳寺位于公园最北端、朝阳山南坡的半山腰。始建于东魏武定七年,依山建造,遥望如空中楼阁,故称悬空寺。此处有自然形成的二层山台,在第一层山台两侧石崖上有北魏时开凿的坐北朝南石室一处,洞内有石雕佛像、四大金刚、十八罗汉。洞门上方还有就石壁雕刻的卧佛一尊,卧佛上方石缝中有一株千年古柏,四季长青,龙干虬枝覆盖着整个佛像,其情其势,真乃巧夺天工。

2.2.4 灵山寺建筑群

灵山寺位于群山之中,寺西北为灵山。该寺创建于南北朝年间,修于唐朝开元。灵山北侧半山悬崖处有一天然石洞,为千古佛洞。洞内崎岖不平,狭窄不一,步行长度逾 20 m,洞内钟乳石形成数尊栩栩如生的佛像贴于崖壁,仰卧下滑而出,令人顿觉身心爽快。混元禅师题字曰:“人生再造”,正应洞内崎岖难平之境况。灵山寺建筑群还包括女娲峰、古佛宫及女娲宫等古建筑及大量摩崖和碑刻。

3 生态文化建设存在的问题

3.1 树种单一,植被结构不合理

森林公园地处南太行山脉,是我国太行山绿化工程的重要区域。目前,森林公园内人工侧柏林已经成材,为太行山区域带来绿量的同时,森林植被种类单一、森林生态系统结构失衡等问题也逐渐显现。现有的针叶林防护能力较差,森林生态服务价值不高,亟需对人工侧柏纯林进行抚育,促进森林生态系统的良性循环。同时,以森林公园内原有的秋色叶树种和观花乔灌木为本底,通过人工清理、补植等方式,增加花灌木、彩叶植物、芳香植物等乡土树种,形成情景交融的森林景观,兼顾物种多样性的同时凸显“青翠欲滴、鸟鸣山更幽”的意境。

3.2 旅游产品单一,资源发掘深度不够

云梦山国家森林公园旅游资源丰富且特点鲜明,具有开展生态旅游的基础,特别是云梦山景区已形成了殷商文化寻根和鬼谷文化研究两个旅游品牌,但主要是以文化传说、历史遗迹等“文化类参观型”旅游产品为主,并未充分利用具有当地特色民风的住宅建筑、木鱼石资源以及“大水头的柿子”“油城的梨”等具有开发和利用价值的旅游资源,亟需开发以自然资源、康养养生、科普宣教等为主的“绿色休闲类体验型”旅游产品,丰富生态文化活动的内容和形式。

4 生态文化建设布局与思路

森林公园的生态文化建设要充分依托现有的森林自然景观资源和历史人文资源,将物质载体和精神载体并重,通过森林文化体验、生态活动感知、科普宣传教育等相关表征载体建设,将云梦山国家森林公园的生态文化具象化,更多地增加与游人互动,调动其参与的积极性,使森林公园成为弘扬生态文化的重要场所和载体。

4.1 森林文化体验

将云梦山国家森林公园内的人文景观资源进行整合,充分挖掘果树深厚的文化内涵、提炼当地的人文资源,从森林植物文化和人文历史文化方面,通过设置观景平台和相关解说牌,开展摄影大赛、文化旅游节、动植物认知等活动,建设古梨文化园、柿文化生态园、自然学校等,体现森林公园生态文化价值,为人们提供森林游憩、生态观光和文化体验场所。

4.2 生态活动感知

森林公园内林深谷幽,自然环境优异,是康体疗

养的极佳之处。结合森林公园的本底资源情况和市场需求,建设负离子呼吸场、草药园、森林康养园等,设置园艺操作、农事耕作、民俗表演等生态活动,满足人们视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉五感的需求,达到亲近自然、修养身心的目的,进一步提升人们的文化修养。

4.3 科普宣传教育

森林公园拥有相当数量的历史遗迹和神话传说,如中华第一古军庠、孙臆洞、鬼谷祠、女娲峰等,建设鬼谷文化研究展示中心、绿林古寨、竹文化园、历史文化馆等,通过学术交流、生态论坛、技术讲座、图片展示等形式向人们科普文化知识,宣传精神风貌,寓知识于娱乐之中,陶冶游客情操,使其在游览过程中深入理解云梦山国家森林公园文化底蕴。

5 森林文化价值评估

2017年5月出台的《中国生态文化发展纲要(2016—2020年)》明确提出:森林的文化价值是森林资源核算的重要内容,直接关系到人民的身心健康、生活质量和幸福指数。着重考虑森林的审美艺术价值、健康疗养价值、休闲旅游价值、科研教育价值等类别以及历史的悠久度、级别的珍贵度、影响的广泛度、文化的富集度、文化的贡献度等要素,开展森林文化的价值评估。

本研究基于宋军卫^[11]提出的“森林文化币”概念,将“森林文化币”作为森林文化价值的衡量尺度,利用修新田等^[7]构建的环境承载力容量约束模型评估云梦山国家森林公园的生态文化价值。

5.1 森林文化价值承载容量

5.1.1 森林文化资源空间承载容量核算

按公园正常开放时间9h,游览时间以游客游览平均时间计算,云梦山国家森林公园森林文化资源的空间日承载容量为47 871人。人均停留时间按300min计算,则云梦山国家森林公园森林文化资源空间容量为 $TRCC_{\text{生}} = 47\ 871 \times 365 \times 300 = 524\ 187.45$ (万min)(表1)。

5.1.2 森林文化资源生态容量核算

垃圾废弃物限制因子承载力。由于垃圾自然净化能力较弱,其容量主要取决于公园的人工处理能力。根据公园管理处提供的数据,按公园目前2 000 t/a垃圾废弃物处理能力计算,人均垃圾排放量参照《旅游与环境》^[12]中统计的游客每日产生垃圾量0.2 kg/d,云梦山国家森林公园垃圾废弃物承载力

表 1 云梦山国家森林公园空间容量测算
Tab.1 Measurement of space capacity of Yunmeng Mountain National Forest Park

景区	景点名称	计算方法	面积 /hm ²	采用标准 / (m ² · 人 ⁻¹)	游览时间 /h	日承载力 /人
云梦山景区	负离子呼吸场	面积法	0.05	50	0.83	108
	溶洞探险	面积法	0.15	50	1.67	162
	绿林古寨	面积法	0.20	50	1.33	270
	中华第一古军庠	面积法	0.50	50	1.67	540
	鬼谷祠	面积法	0.02	50	0.25	144
	孙臬洞	面积法	0.01	50	0.25	72
	鬼谷文化展示中心	面积法	0.05	50	1.33	68
	云顶桃园	面积法	1.00	50	2.67	675
	竹林曲径步道	线路法	0.30	10	0.83	3240
森林景观游赏	面积法	50.00	100	1.67	27000	
朝阳山景区	古梨文化园	面积法	5.00	50	2.67	3375
	柿文化生态园	面积法	10.00	50	3.33	5400
	朝阳寺	面积法	0.10	50	1.33	135
	自然学校	面积法	0.50	50	3.33	270
古灵山景区	竹文化园	面积法	1.50	50	2.67	1013
	灵山寺	面积法	3.00	50	1.67	3240
	森林康养园	面积法	2.50	50	3.33	1350
	草药园	面积法	1.00	50	2.67	675
	历史文化馆	面积法	0.10	50	1.33	135
合计						47871

TEEBC_土 为 27 397 人/d。

1) 水体环境限制因子承载力

将生化需氧量(BOD₅)和氨氮(NH₃-N)作为水环境承载力的测算指标。森林公园内有水域面积 29.19 hm²,按平均水深 2 m 计算。森林公园环境监测报告显示,公园内地表单位水 BOD₅ 含量 0.25 mg/L, NH₃-N 含量 0.041 mg/L。根据地表水环境质量标准,地表水 I 类标准, BOD₅ 含量为 3 mg/L, NH₃-N 含量为 0.15 mg/L,按人均 BOD₅ 为 40 000 mg/d, NH₃-N 为 7 000 mg/d 排放量测算森林公园水环境容量,得到:

TEEBC_{(BOD₅)}} = 公园水容积 × (等级标准单位水中 BOD₅ 含量 - 现状单位水中 BOD₅ 含量) / 每日人均 BOD₅ 产生量 = 29.19 m² × 10⁴ × 2 m × 10³ × (3mg/L - 0.25mg/L) / 40 000 mg = 40 136 (人/d)。

TEEBC_{(NH₃-N)}} = 公园水容积 × (等级标准单位水中 NH₃-N 含量 - 现状单位水中 NH₃-N 含量) / 每日人均 NH₃-N 产生量 = 29.19 m² × 10⁴ × 2 m × 10³ × (0.5mg/L - 0.041mg/L) / 7 000 mg = 38 280 (人/d)。

TEEBC_水 = min(TEEBC_{(BOD₅)}}, TEEBC_{(NH₃-N)}}) = 38 280 (人/d)。

2) 生物环境限制因子承载力

云梦山国家森林公园内沿线有植被的游客步道总长度为 15 750,宽度按平均 1.5 m 进行测算。按照植物群落可承受面积 15 m²/人,公园开放 9 h,游客游览游步道 2 h 计算,得到:

TEEBC_生 = 15 750 × 1.5 × 9 / 15 × 2 = 28 350 (人/d)。

3) 大气环境限制因子承载力

根据修新田等^[7]的测算,按照人均 40 m² 的林地或绿地测算云梦山国家森林公园大气环境限制因子承载力。云梦山国家森林公园总面积为 6 811.94 hm²,可游览森林文化区域面积为 1 258.09 hm²,占总面积的 18.47%,公园森林覆盖率为 71%,则大气环境限制因子承载力:

TEEBC_气 = 6 811.94 × 10 000 × 0.184 7 × 0.71 / 40 = 223 311 (人/d)。

根据木桶原理,综合森林公园内森林文化资源生态容量限制因子的承载力,得到云梦山国家森林公园森林文化资源生态容量为:

TEEBC = min(TEEBC_土, TEEBC_水, TEEBC_生, TEEBC_气) = 27 397 (人/d)。

按照人均停留时间 300 min 计算,则云梦山国家森林公园全年森林文化资源的生态容量为:

TEBCC = 27 397 × 365 × 300 = 299 997.15 (万min)。

5.1.3 森林文化资源经济发展容量核算

住宿餐饮设施承载力。森林公园距离淇县县城较近,周边村庄农家乐可以提供住宿、餐饮服务,因此住宿接纳能力对森林公园的发展不构成限制。目前,森林公园有桃园山庄一处住宿餐饮设施,根据森林公园总体规划,公园未来有床位 800 个、餐位 1 100 个,游客的留宿比例为 30% (即 1 : 30)。按照每夜每人 1 张床和每餐每人 1 桌位的标准,云梦山国家森林公园住宿、餐饮设施的承载力为:

TDEBC₁ = 800 × 30 / 1 = 24 000 (人/d)。

1) 供水设施承载力

云梦山国家森林公园水源以山泉水和地下水为主,可满足公园用水需求。目前有供水设施的供水量可达 1 000 t/d。按照住宿游客每日生活用水量 90 L/人、散客每日用水 25 L/人的标准计算,游客的

留宿比例为 30%,得出森林公园供水设施承载力:

$$TDEBC_2 = 1\ 000 \times 1\ 000 \times 0.3 / 90 + 1\ 000 \times 1\ 000 \times 0.7 / 25 = 31\ 333(\text{人}/\text{d})。$$

2) 供电设施承载力

森林公园内朝阳山景区和云梦山景区已连接上城市高压电网,并且建有变电站将 10 kV 城市高压电转换成 220 V 电力输送到各用电点,完全能够满足日常管护及公园发展的用电需求。未来规划在用电负荷量大的区域增设变配电所,为森林公园供电提供进一步保障。

3) 交通设施承载力

云梦山国家森林公园交通便利,周边有京广铁路、京广高铁、京珠高速、107 国道、省道大海线等纵贯南北,省道 S305、各级乡、县道路等横穿东西,形成了东西快捷、南北畅通的十字交通格局,为森林公园提供了较强的可达性。在森林公园内部现有停车场面积 26 621 m²,车辆单位规模取平均值 15 m²/辆,每辆车容纳人数按 5 人/辆计算,可承载 8 873 人/d;公园内有电瓶车 35 辆,每辆车载客 10 人,按 20%的游客乘车率,每天电瓶车运行 6 h,30 min 一次,电瓶车的运输能力为 21 000 人/d,则森林公园交通运输承载力为:

$$TDEBC_4 = 21\ 000 + 8\ 873 = 29\ 873(\text{人}/\text{d})。$$

综上,森林公园森林文化资源经济发展容量为:

$$TDEBC = \min(TDEBC_1, TDEBC_2, TDEBC_3, TDEBC_4) = 24\ 000(\text{人}/\text{d})。$$

按照人均停留时间 300 min 计算,则云梦山国家森林公园全年森林文化资源的经济发展容量为:

$$TDEBC = 24\ 000 \times 365 \times 300 = 262\ 800(\text{万min})。$$

根据上述分析结果,云梦山国家森林公园的森林文化价值承载容量为:

$$T(t) = \min(TRCC, TEEBC, TDEBC) = 262\ 800.00(\text{万min})。$$

5.2 森林文化力计算

根据森林文化力指标体系对云梦山国家森林公园的森林文化力进行计算(表 2)。

由表 2 可知,每个指标评判标准分为很好、好、一般、差 4 个级别,其中很好 4 分、好 3 分、一般 2 分、差 1 分。森林文化力的得分由分值与相应权重的乘积获得,满分为 4 分。经计算,云梦山国家森林公园的森林文化力 α 为 2.986 6。

5.3 森林文化价值量核算

经过上述计算可以得出,森林文化资源承载容量 $T(t)$ 为 262 800.0 万min,森林文化力 α 为 2.986 6。

表 2 森林文化力指标体系及云梦山国家森林公园文化力计算

Tab.2 Forest cultural strength indicator system and calculation of Yunneng Mountain National Forest Park

目标层 (A)	准则层 (B)		因子层 (C)		综合权重	评价得分				
	一级指标	权重	二级指标	权重						
森林文化力 (A)	森林文化资源质量	0.3532	整体品相	0.1460	0.0516	3				
			规模与丰度	0.1683			0.0594			
			珍稀奇特程度	0.2254			0.0796			
			完整性	0.1683			0.0594			
	生态旅游地影响力	0.1811	特色文化内涵	0.2920	0.1031	4				
			森林区域的知名度	0.3333			0.0604			
			森林区域的影响力	0.3334			0.0604			
			生态旅游地适游期	0.3333			0.0604			
			可进入性	0.2173			进出的便捷性	0.2000	0.0435	4
							进出的舒适性	0.2000		
基础和配套设施	0.1149	前往生态旅游地消耗的时间	0.2000	0.0435	3					
		区位条件	0.4000			0.0869				
		交通、气、水、电设施状况	0.2000			0.0230				
		旅游接待设施	0.2000			0.0230				
		旅游购物设施	0.2000			0.0230				
		娱乐设施	0.2000			0.0230				
		医疗救护设施	0.2000			0.0230				
		森林区域发展潜力	0.1335			客源市场状况	0.3200	0.0427	3	
政策条件	0.1059	0.0141								
区域资源组合	0.4038	0.0539								
			环境承载力	0.1703	0.0227	3				

按 2019 年公园接待游客数量 260 万人次计算,云梦山国家森林公园森林文化获益者在森林区域停留时间总量:

$$T=pt=260 \text{ 万人次} \times 300 \text{ min} = 78 \text{ 000 (万min)}。$$

因此, $T < T(t)$ 。森林公园可游览森林文化区域面积 A 为 $1\,258.09 \text{ hm}^2$, 森林文化价值为:

$$F_c(t) = (1+\alpha)F(t) = (1+\alpha)pt/A = (1+2.9866) \times 78\,000/1\,258.09 = 247.16 \text{ (万森林文化币)}。$$

6 结语与展望

云梦山国家森林公园通过开展园艺操作、森林文化体验与感知、生态科普宣传等活动,将森林游憩、休闲疗养、健康体检自然地融入到生态文化建设中去,形成特色的生态旅游产品,以期更好地发挥森林生态系统服务功能,努力践行森林公园是生态文化传承和宣传的重要载体。

从云梦山国家森林公园文化价值的评估结果来看,要努力提高游客的参与性与体验性,增加森林文化获益者在森林公园停留的时间;要完善森林公园的基础设施建设,提升生态旅游地的舒适性和便捷性。同时,森林公园要注重康体疗养项目的设置,打造具有自身特色的森林康养品牌,满足人们拥抱绿色、舒缓压力、平复情绪的需求,实现森林公园的长远发展。

参考文献:

[1] 张建锋,张德顺,陈光才,等. 人居与森林文化浅谈[J].

北京林业大学学报(社会科学版),2014(3):23-28.

- [2] 周雪姣,李慧,苏孝同,等. 中国森林文化研究现状及展望[J]. 林业经济,2017(9):8-15.
- [3] 纪世玉. 城市森林文化建设的生态价值研究[J]. 环境与发展,2017(8):202-203.
- [4] 张喆,王成,郟光发,等. 森林文化社会需求视角的生态旅游发展评价——以深圳市为例[J]. 林业经济,2017(1):19-24.
- [5] 卓秋萍. 福建省南安市北山森林公园生态文化建设探讨[J]. 亚热带水土保持,2020,32(4):40-43,57.
- [6] 潘静,张颖,李秀山. 森林文化价值保护支付意愿及其评估研究——以甘肃省迭部县为例[J]. 干旱区资源与环境,2017,31(9):32-37.
- [7] 修新田,陈秋华,黄小玲. 环境承载力容量约束模型下景区型森林文化价值评估实证研究[J]. 林业资源管理,2019(10):76-83.
- [8] 宋军卫. 森林文化的价值分析——以北京香山公园为例[J]. 区域治理,2019(28):86-88.
- [9] 樊宝敏,李智勇,张德成,等. 基于人林共生时间的森林文化价值评估[J]. 生态学报,2019,39(2):692-699.
- [10] 俞飞,李智勇. 天目山森林文件价值的游客感知分析[J]. 浙江农林大学学报,2020,37(2):366-373.
- [11] 宋军卫. 作为价值尺度的森林文化币研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2018.
- [12] 《旅游与环境》编写组. 旅游与环境[M]. 北京:中国环境科学出版社,1986:14.

责任编辑: 陈旭

校 对: 许易琦 陈旭

(上接第 67 页)

89 科 295 属 506 种(包括双子叶植物 79 科 246 属 422 种,单子叶植物 10 科 49 属 84 种),植物多样性较为丰富。

2)保护区种子植物科的组成以小科和极小科为主,种数集中在中等科;属的组成以极小属为主,种数集中在小属,说明本区系属的分化较大。另外,保护区内单种科、单属科所占的比例较大,表明本区系与其它地区植物区系具有广泛的联系。

3)保护区地处太行山山麓,属暖温带大陆性季风气候。在科级水平上,种子植物区系以世界分布为主(但在保护区的属多为温带分布型),兼有温带和热带成分,这是因为南北植物在此重叠交叉,反映出南北植物过渡的区系特点;在属级水平上,温带分布占有绝对优势。

参考文献:

- [1] 郑万钧. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [2] 中国科学院中国植物研究所. 中国高等植物图鉴[M]. 北京:科学出版社,1985.
- [3] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究,2003(5):535-538.
- [4] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究,1991,13(S4):1-139.
- [5] 李跃霞,上官铁梁. 山西种子植物区系地理研究[J]. 地理科学,2007(5):724-729.

责任编辑: 杨焱熔

校 对: 张林艳 杨焱熔

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.027

郑州市 12 个公园冬季景观植物及其景观效果调查研究

王 威, 李倩倩, 邢浩杰, 孙立强, 刘保国

(河南农业大学风景园林与艺术学院, 河南 郑州 450002)

摘要:为更好地掌握郑州市内公园的冬季景观植物状况,综合考虑公园位置、公园性质以及建成时间等因素,选取碧沙岗公园、人民公园、紫荆山公园等 12 个具有代表性的公园,以园内冬季景观植物为研究对象,通过实地踏查得出,这些公园的冬季景观植物有 89 种,隶属 39 科 60 属,其中常绿植物 53 种;58 种植物在 12 个公园的应用频率在 50% 以上。分析认为,郑州市内公园的冬季景观植物以常绿植物为主,植物造型在冬季景观中应用较少,冬季植物景观较为单一。提出利用植物的色彩、树姿和干型造景以丰富冬季景观。

关键词:冬季景观植物;植物种类;观赏特性;应用频率;郑州市内公园

中图分类号:S759.91;P901;S718.521.2 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0151-06

引文格式:王威,李倩倩,邢浩杰,等.郑州市 12 个公园冬季景观植物及其景观效果调查研究[J].林业调查规划,2021,46(6):151-156. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.027

WANG Wei, LI Qianqian, XING Haojie, et al. Status and Landscape Effect of Winter Landscape Plants in 12 Parks of Zhengzhou City[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 151-156. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.027

Status and Landscape Effect of Winter Landscape Plants in 12 Parks of Zhengzhou City

WANG Wei, LI Qianqian, XING Haojie, SUN Liqiang, LIU Baoguo

(College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to know more about the winter landscape plants in Zhengzhou, comprehensively considering the location, nature and completion time of parks, 12 representative parks such as Bishagang Park, People's Park and Zijingshan Park were selected to investigate the winter landscape plants. The field investigation found that the winter landscape plants in parks were distributed in 89 species of 60 genera, 39 families, including 53 species of evergreen plants, and the application frequency of 58 species of plants in 12 parks was more than 50%. The results showed that the winter landscape plants in Zhengzhou were mainly evergreen plants, the plant modeling was less used in the winter landscape, and the winter plant landscape was relatively single. Therefore, this paper proposed to make use of the color, tree posture and stem type of plants to enrich the winter landscape.

Key words: winter landscape plants; plant species; ornamental characteristics; application frequency; parks in Zhengzhou City

收稿日期:2020-12-28.

基金项目:河南省林木种质资源清查专项(30601573).

第一作者:王威(1994-),男,河南驻马店人,硕士研究生.主要从事风景园林规划设计研究.

责任作者:刘保国(1973-),男,河南中牟人,副教授,硕士生导师.主要从事风景园林规划设计研究.

园林植物是指具有改造环境,有一定观赏价值和生产功能的,同时又可以用于园林绿化的一类植物^[1]。园林植物具有保护环境和调节气候的作用,除此之外,植物还是城市景观的重要组成部分,能够彰显城市特色,体现城市文化^[2-3]。园林植物是生命体,是富于变化的造景要素,其质地、形态、结构、色彩等都会随着时间、气候和季节的变化而变化^[4],营造的植物景观效果也随之发生着一定的变化,便形成了春、夏、秋、冬四季不同的季相景观,这种季相变化在郑州市更加明显^[3-5]。冬季景观植物指的是在冬季里观赏性较强和景观效果较好的园林植物。在园林景观营造时,要实现四季良好的景观,需要在理解空间设计的同时把握其生长特征,才可以更好地体现出植物的自然感、季节感和格调感,同时也能协调时间、空间、植物和人之间关系^[6-8]。

郑州市处于温带季风气候区,其气候决定了郑州市植物以落叶植物为主,常绿植物为辅的特点,这导致冬季植物景观效果较为一般^[9]。随着一些植物的引进,郑州市的冬季景观效果也有所改善。为了更好地了解郑州市冬季景观植物现状,选择了郑州市内 12 个具有代表性的公园,对其冬季景观植物进行调查,并从观赏特性、应用频率、姿态等方面做了分析,以期在今后公园冬季植物景观营造提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

郑州市位于河南省中部偏北(112°42'~114°14'E, 34°16'~34°58'N),地处中华腹地。郑州市属温带大陆性季风气候,四季分明,冬季寒冷干燥,夏季湿热多雨;年均温 15.6℃,年降水量约 600 mm^[10-11]。

1.2 调查对象分布

综合考虑公园的位置、性质、建成时间等因素,选定了郑州市具有典型代表性的 12 个公园:碧沙岗公园、人民公园、紫荆山公园、郑州之林、文化公园、绿荫公园、北龙湖湿地公园、雕塑公园、五一公园、森林公园、学梓公园、月季公园。调查时间为 2019 年冬季和 2020 冬季,主要针对选定公园的冬季景观植物进行调查。

1.3 研究方法

采用实地踏查的方法,对冬季景观植物的种类、种属分布、应用频率、观赏特性及营造特点等方面进行现场调查和记录^[12-13],采用 Excel 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 冬季景观植物应用情况

2.1.1 冬季景观植物种类分析

通过调查,12 个公园共有冬季景观植物 89 种,隶属于 39 科 60 属,其中乔木 42 种(常绿 23 种,落叶 19 种);灌木 38 种(常绿 24 种,落叶 14 种);藤本植物 5 种(常绿 3 种,落叶 2 种);草本植物 4 种(常绿 3 种,落叶 1 种)。常绿植物 53 种,占比达 60.23%,可见郑州市的冬季景观植物以常绿树种为主,构成了冬季景观的骨架(表 1)。

表 1 郑州市公园冬季景观植物分类

Tab. 1 Classification of winter landscapes plants in parks of Zhengzhou

树木种类	类别	数量	数量
乔木	常绿	23	42
	落叶	19	
灌木	常绿	24	38
	落叶	14	
藤本	常绿	3	5
	落叶	2	
草本	常绿	3	4
	落叶	1	
合计		89	89

调查对象中,人民公园冬季景观植物种类最为丰富,涵盖了 33 科 49 属 56 种;碧沙岗公园次之,55 种植物分布在 29 科 47 属;绿荫公园冬季景观植物种类最少,仅包含了 19 科 33 属 34 种。这与各个公园的建立时间、市内位置、公园性质及公园主题密切相关。虽然各个公园冬季景观植物的种类及数量有所差异,但整体上,郑州市公园冬季景观植物种类较为丰富。

2.1.2 冬季景观植物的科属分布

12 个公园的冬季景观植物种类主要分布在蔷薇科(Rosaceae, 13 种)、木犀科(Oleaceae, 7 种)、松科(Pinaceae, 6 种)、柏科(Cupressaceae, 5 种)、禾本科(Gramineae, 4 种)(图 1)。数量较多的属主要有松属(*Pinus*, 4 种)、素馨属(*Jasminum*, 3 种)和卫矛属(*Euonymus*, 3 种)(图 2)。上述几个科、属的植物喜光照、耐寒,在长期的驯化之后已能很好地适应郑州市气候条件,冬季植物景观效果表现良好。

2.1.3 冬季观赏植物应用频率分布

在 89 种冬季观赏植物中,以在所调查公园中出现的数量占比为其应用频率(P):应用频率在 80%

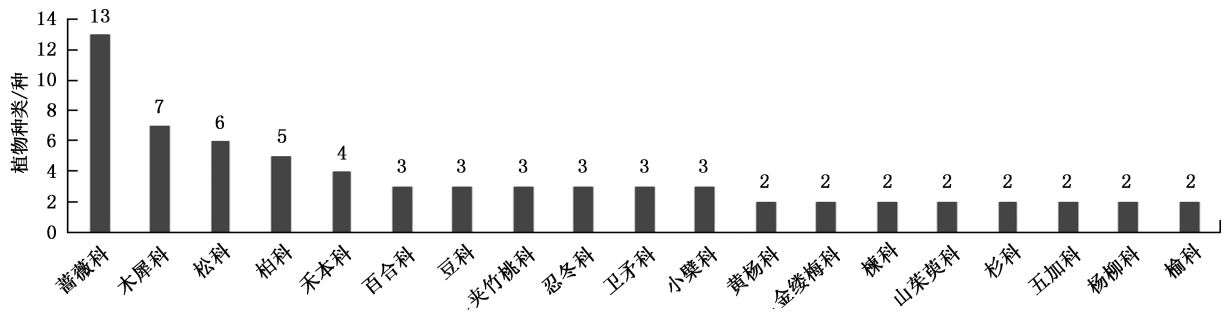


图 1 植物种类较多的科

Fig. 1 Families with more plant species

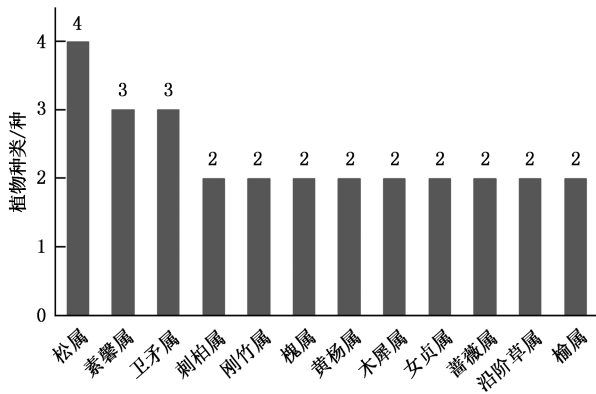


图 2 植物种类较多的属

Fig. 2 Genera with more plant species

以上的有 27 种,占植物总数的 30.3%; $60% < P \leq 80%$ 的植物 15 种,占 16.9%; $40% < P \leq 60%$ 植物 18 种,占 20.2%; $20% < P \leq 40%$ 的植物 10 种,占 11.2%; $P \leq 20%$ 的植物有 19 种,占 21.3%(表 2)。

从表 2 中可以看出,在 89 种植物中,有 42 种植物的应用频率在 60% 以上,这表明各公园的植物种类存在着一致性,但同时又有一些植物的应用频率仅有 20% 甚至更低,从侧面说明一些冬季景观植物还未得到普遍应用。

2.1.4 冬季景观植物观赏特性分析

公园冬季景观植物按照生活型可分为常绿和落叶两大类^[14-15],按其观赏特征可分为观叶(21 种)、观枝干(23 种)、观果(17 种)和观花(6 种)4 类^[16]。观叶植物以常绿植物为主,既有像棕榈、广玉兰、枇杷、罗汉松这样上层高大的乔木,也有像八角金盘、十大功劳、凤尾兰、阔叶箬竹、花叶青木这样位于景观下层矮小的灌木,还有像扶芳藤和络石这样的藤本植物。观枝干的植物以冬季叶子凋落之后呈现的枝干颜色为观赏特征,如悬铃木、龙爪槐、龙爪榆、臭椿、榆树、棣棠花等。女贞、石楠、枸骨、毛核木、南天

表 2 不同应用频率冬季景观植物种类

Tab. 2 Application frequency of winter landscape plants

应用频率	常绿植物名称	落叶植物名称
$P > 80%$	棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>	探春花 <i>Jasminum floridum</i>
	海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> 'Pendula'
	大叶黄杨 <i>Buxus megistophylla</i>	绣线菊 <i>Spiraea salicifolia</i>
	桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	三球悬铃木 <i>Platanus orientalis</i>
	石楠 <i>Photinia serratifolia</i>	紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> f. <i>atropurpurea</i>
	南天竹 <i>Nandina domestica</i>	国槐 <i>Sophora japonica</i>
	火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	梅 <i>Armeniaca mume</i> Sieb
	罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	木瓜 <i>Chaenomeles sinensis</i>
	麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>
	女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>
	龙柏 <i>Sabina chinensis</i> 'Kaizuca'	蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>
	白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	迎春花 <i>Jasminum nudiflorum</i>
	山茶 <i>Camellia japonica</i> L	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>
	金边黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> var. <i>aurea-marginatus</i>	
$60% < P \leq 80%$	夹竹桃 <i>Nerium oleander</i>	小果蔷薇 <i>Rosa cymosa</i>
	珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i>	西府海棠 <i>Malus × micromalus</i>
	八角金盘 <i>Fatsia japonica</i>	香椿 <i>Toona sinensis</i>
	荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>	榆叶梅 <i>Amygdalus triloba</i>
	十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	紫藤 <i>Wisteria sinensis</i>
	叉子圆柏 <i>Juniperus sabina</i>	凌霄 <i>Campsis grandiflora</i>
	枸骨 <i>Ilex cornuta</i>	水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>
	香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	

续表 2

应用频率	常绿植物名称	落叶植物名称
40%<	阔叶箬竹	黄山栎树 <i>Koelreuteria</i>
$P \leq$	<i>Indocalamus latifolius</i>	<i>bipinnata</i> ‘Integrifoliola’
60%	圆柏 <i>Juniperus chinensis</i>	紫薇 <i>Lagerstroemia indic</i>
	雪松 <i>Cedrus deodara</i>	常春藤 <i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i>
	扶芳藤 <i>Euonymus fortunei</i>	紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i> ‘Atropurpurea’
	刚竹 <i>Phyllostachys sulphurea</i> var. <i>viridis</i>	垂柳 <i>Salix babylonica</i>
	花叶青木 <i>Aucuba japonica</i> var. <i>variegata</i>	日本女贞 <i>Ligustrum japonicum</i>
	野迎春 <i>Jasminum mesnyi</i>	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>
	大花六道木 <i>Abelia grandiflora</i>	黑松 <i>Pinus thunbergii</i>
	凤尾丝兰 <i>Yucca gloriosa</i>	白杜 <i>Euonymus maackii</i>
20%<	蚊母树 <i>Distylium racemosum</i>	槲棠花 <i>Kerria japonica</i>
$P \leq$	络石 <i>Trachelospermum jasminoides</i>	芦苇 <i>Phragmites australis</i>
40%	枇杷 <i>Eriobotrya japonica</i>	红瑞木 <i>Cornus alba</i>
	兰考泡桐 <i>Paulownia elongata</i>	金银忍冬 <i>Lonicera maackii</i>
	葱兰 <i>Zephyranthes candida</i>	楝 <i>Melia azedarach</i>
$P \leq$	锦熟黄杨	毛核木
20%	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Symphoricarpos sinensis</i>
	紫竹 <i>Phyllostachys nigra</i>	海州常山 <i>Clerodendrum trichotomum</i>
	青扞 <i>Picea wilsonii</i>	毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>
	粗榧 <i>Cephalotaxus sinensis</i>	龙爪榆 <i>Ulmus pumila</i> ‘Pendula’
	池杉 <i>Taxodium distichum</i> var. <i>imbricatum</i>	柳杉 <i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>sinensis</i>
	柃树 <i>Osmanthus heterophyllus</i>	杏 <i>Armeniaca vulgaris</i>
	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	山刺玫 <i>Rosa davurica</i>
	花叶蔓长春 <i>Vinca major</i> var. <i>variegata</i>	枳 <i>Citrus trifoliata</i>
	金丝梅 <i>Hypericum patulum</i>	臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>
	榆树 <i>Ulmus pumila</i>	

竹这类观果植物既可观其形,也可观其色。与观叶、观枝干、观果的植物种类相比,观花类植物较少,有蜡梅、枇杷、大花六道木等。蜡梅不仅花形奇特、花色可观,还能散发出香气,给人嗅觉上带来极大的冲击;山茶花姿优美鲜艳;枇杷树形优美,一簇一簇的白花挂满枝头,蔚为壮观;大花六道木留下的萼片如

同开的花一样,在冬季的姿态仍具有一定的观赏价值,为少花的冬季增添趣味。

2.2 冬季景观植物营造特点分析

2.2.1 各公园冬季景观特色分析

郑州市人民公园为综合性公园,冬季景观主要通过悬铃木及小品建筑体现。夏季的悬铃木枝繁叶茂,初冬树叶金黄,为冬季增添一抹亮色。碧沙岗公园内栽植了大量的松柏,营造出肃穆威严的氛围,而雪松孤植呈现其刚正不阿的精神,突出了其纪念的主题,同时也暗含了革命先烈的精神永垂不朽。“郑州之林”以“林木”为主题,着重体现林木的自然之美,营造“人在林中”的意境。冬季落叶树的叶子飘零,毛白杨笔直的树干展现在人们的视野之中,在起伏的地形映衬下彰显其高大形象,给人以“山林”之感。绿荫公园冬季景观特色为蜡梅,绽放时节香气弥漫整个公园。文化公园以“文化”为主题,从广场的铺装设计,到四大发明的雕塑,再到模纹花坛,公园的整体基调在冬季依旧是绿色。

2.2.2 景观植物色彩及应用

郑州市冬季园林植物景观的色彩由绿、红、褐、黄、灰白、紫 6 种色彩构成,色彩较丰富,主要以枝干、花、叶、果等形式表现出来(表 3)。

表 3 冬季景观植物的色彩及观赏特性

Tab. 3 Colors and ornamental characteristics of winter landscape plants

色彩	落叶	常绿	观干	观叶	观花	观果	种类
绿色	5	40	8	49			45
红色	7	4	5		2	8	11
褐色	13	1	10			4	14
黄色	4	4	1	4	1	1	8
灰白	3	1	8		2	1	5
紫色	3	3	3	1	1	2	6
合计	35	53	32	53	5	17	89

由表 3 可知,绿色(45 种)主要为常绿植物,红色(11 种)以观干和观果为主,褐色(13 种)以观干为主,黄色(4 种)以观花为主,灰白色(4 种)和紫色(3 种)以观干为主。绿色作为冬季景观的底色,以暗绿色构成冬季景观的沉稳背景。红色和紫色是冬季景观的一抹亮色,鲜亮的颜色与冬季枯黄和常绿的暗绿色形成鲜明对比,引人注目,尤其是以毛核木

(图 3)、南天竹、珊瑚树(图 4)、枸骨、火棘、蔷薇、扶芳藤等果实为主的冬季景观,给人视觉上的冲击感;片植在碧沙岗公园的红端木,其红色的枝条在寒冷的冬季呈现出温暖色调,让人眼前一亮;文化公园点缀在刚竹之中的紫竹也给大片的深绿增加了一抹亮色。褐色主要以落叶植物的枝干为主,观赏特性为干形。列植在郑州之林的毛白杨,灰白色的树干更加彰显了其巍峨高大形象;片植在绿荫公园的蜡梅(图 5),盛开之时黄色的小花以及其释放的芳香沁人心脾,使人身心舒畅。



图 3 毛核木(碧沙岗公园)

Fig. 3 *Symphoricarpos sinensis* (Bishagang Park)



图 4 珊瑚树(文化公园)

Fig. 4 *Viburnum odoratissimum* (Cultural Park)



图 5 蜡梅(绿荫公园)

Fig. 5 *Chimonanthus praecox* (Green Park)

2.2.3 植物形态特征

冬季景观植物形态有垂枝形(垂柳)、倒卵形(石楠、广玉兰、香樟、国槐)、广卵形(侧柏)、尖塔形(雪松、青杉)、龙枝形(龙爪榆、龙爪槐)、拱枝形(迎春、连翘)、卵圆形(龙柏、楝树、悬铃木、紫叶李)、球形(海桐)、伞形(枇杷、油松)、圆锥形(圆柏、柳杉、毛白杨)和棕榈形(棕榈)(图 6)。



图 6 植物形态特征

Fig. 6 Plant morphological characteristics

形状各异的植物丰富了竖向的空间^[17-18],且落叶树的姿态美在冬季更易表现。龙爪榆和龙爪槐在夏季的整体形状是伞形,冬季枝条扭转下垂、虬曲多姿出现。人民公园孤植的悬铃木其卵圆形的姿态看起来更加伟岸高大;紫藤和凌霄等藤本攀援植物在寒冷的冬季更显其曲折盘旋、老态龙钟之姿。植物的多样形态成为冬季的一道别致景观。

3 讨论与建议

各公园植物景观在冬季本应各具特色,但如果植物层次不够丰富,特点不够鲜明,在冬季容易导致公园主题性降低。可根据公园的主题对园内植物景观进行合理的改造升级,增添其植物景观特色。例如:郑州绿荫公园的蜡梅在数量上有所欠缺,应增加其应用,为公园进行点缀;利用公园内现有的特色树

种进行冬季文化景观的营造,既可以强化公园的主题,又可以有效地提升公园的整体效果。

用常绿植物进行景观营造是大部分公园的主要手段,但缺点是景观层次不够丰富,色彩过于单一。郑州市冬季景观植物色彩与春、夏、秋 3 个季节相比不够丰富,但也有些植物的色彩比较鲜艳,如毛核木果(紫红色)、石楠果(红色)色彩鲜艳,在选择植物造景时可以考虑这些经冬不落的宿存果实植物,用以增加冬季景观色彩的丰富度,为单调的冬季景观增添一抹亮色。

根据现场调查分析,郑州市冬季景观植物的姿态比较多样,在冬季落叶后更加明显。在对植物的养护管理过程中,可根据常绿植物的习性和景观效果的需求,加强对植物造型修剪的管理。如“郑州之林”主要通过地形和树木的结合营造“山林”的氛围,但大片的草坪和已落叶之后的树木给人萧条寂寥的感受。不妨在这些空旷的草地上采用一些大叶黄杨、小檗之类的耐修剪植物营造出一些造型,增加整体的灵动性,同时给萧瑟的冬季增添活力。

郑州市在冬季的景观植物种类较多,但立体景观相对较少,结构层次单一,未能呈现最好的景观效果。在不同的景观中,植物因其独有的特点可以形成不同的景观效果和景观层次,如:白皮松剥落的树皮形成斑驳状的白色树干,可应用于中层景观;侧柏因其苍劲浑厚的绿色以及圆润高大的树形可用于上层景观;大叶黄杨便于造型修剪且容易形成组合,是组成造型植物的主要植物,可用于中层景观。结构层次可采用传统的“乔木+灌木+草本”的模式,根据郑州市的气候特征具体化,如“雪松+石楠+海桐+八角金盘+沿阶草”的模式,雪松作为上层结构,海桐和石楠作为中层背景,下部用八角金盘和沿阶草点缀,在常绿的背景衬托下,石楠红色的果实更加突出;“大叶榆+海棠+石楠+海桐+毛核木+麦冬”模式,以树姿高大的大叶榆为上层,海棠为上层的辅助植物,中层为石楠球、海桐球和挂着紫红色果的毛核木,增加了立面上的层次感,同时毛核木紫色的果可为这组小景增加一抹明亮的色彩。

参考文献:

- [1] 阮积惠. 中国园林植物图谱[M]. 杭州:浙江大学出版社,2002:3-7.
- [2] 杨扬,刘志成. 植物景观规划设计对城市形象识别的影响[J]. 建筑与文化,2015(9):84-85.
- [3] 方尉元. 植物园地域性景观特色规划研究——以宁波植物园规划设计为例[J]. 中国园林,2012(9):44-47.
- [4] PISTONI R, BONIN S. Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape [J]. City, Territory and Architecture, 2017(1): 1-11.
- [5] 邓小飞. 园林植物[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2008:1-3.
- [6] 王鑫,弓弼. 南京城市公园花境调查分析[J]. 西北林学院学报,2018(4):273-281.
- [7] 张吉祥. 园林植物种植设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001:18-49.
- [8] 许克福. 基于植物群落学理论的城市绿地植物景观设计[J]. 中国园林,2013(10):77-80.
- [9] KWAN M P. Critical visualization in landscape and urban planning: Making the invisible visible [J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 142:243-244.
- [10] 李国强,马俊青,卢绍辉,等. 郑州紫荆山公园常绿树种的园林景观应用与分析[J]. 河南林业科技,2012(2):20-22.
- [11] 桂毓. 植物园地域性景观特色规划研究——以郑州植物园规划设计为例[J]. 江西农业,2018(4):82.
- [12] 赵飒,李锋,骆映心,等. 许昌市公园植物景观特色调查研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学),2016(9):78-86.
- [13] 张亚菲,杜南,黄俊华. 乌鲁木齐市春季景观树种的物候相及景观营造探析[J]. 中国园林,2013(10):72-76.
- [14] 王林云,陈月华,张玉琴,等. 城市公园冬季植物景观营造初探[J]. 山东林业科技,2008(6):97-99.
- [15] 陈芳洲,董丽. 基于 AHP 法的西安市 9 个公园绿地冬季植物景观评价[J]. 西北林学院学报,2015(5):258-261.
- [16] GOBSTER P H, RIBE R G, PALMER J F. Themes and trends in visual assessment research: Introduction to the landscape and urban planning special collection on the visual assessment of landscapes [J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 191:103635.
- [17] 张莉俊,刘振林,戴思兰. 北方冬季园林植物景观的调查与分析[J]. 中国园林,2006(12):87-91.
- [18] BELL K P, MARKOWSKI-LINDSAY M, CATANZARO P, et al. Family-forest owner decisions, landscape context, and landscape change[J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 188:118-131.

责任编辑:刘平书

校对:张林艳 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.028

基于人群体力活动的社区公共空间要素调查与分析

——以郑州国棉三厂社区为例

张庆,田长丰,杨秋生

(河南农业大学风景园林与艺术学院,河南 郑州 450002)

摘要:以郑州国棉三厂社区为例,调查社区公共空间特征和居民体力活动,分析社区公共空间要素与居民体力活动类型之间的相关性。结果表明,社区公共空间场地特征和景观环境对居民的体力活动具有一定的影响;多样的空间形态与良好的景观绿化有利于居民运动康体活动;乔木树大荫浓有利于静态休闲活动;开阔平坦、乔木较多的场地有利于文化娱乐活动;硬质场地面积、木本植物种类会影响生产生活活动。基于人群体力活动类型提出社区公共空间优化策略。

关键词:社区公共空间;体力活动;相关性分析;活动类型;优化策略

中图分类号:C912.8;TU985.12.4 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0157-08

引文格式:张庆,田长丰,杨秋生.基于人群体力活动的社区公共空间要素调查与分析——以郑州国棉三厂社区为例[J].林业调查规划,2021,46(6):157-164. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.028

ZHANG Qing, TIAN Changfeng, YANG Qiusheng. Investigation and Analysis of Community Public Space Elements Based on Crowd Physical Activity——A Case Study of the NO. 3 State-owned Textile Factory Community in Zhengzhou[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 157-164. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.028

Investigation and Analysis of Community Public Space Elements Based on Crowd Physical Activity

——A Case Study of the NO. 3 State-owned Textile Factory Community in Zhengzhou

ZHANG Qing, TIAN Changfeng, YANG Qiusheng

(College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: This paper selected Zhengzhou No. 3 state-owned textile factory community to analyze the correlation between the community's public space elements and the types of residents' physical activity by investigating the characteristics and data. The results showed that the characteristics of community public space and landscape environment had a certain impact on residents' physical activities; diverse spatial forms and good landscape greening were conducive to residents' sports activities; increasing tree planting was conducive to static leisure activities; open and flat sites with adequate trees were conducive to cultural and entertainment activities; the area of hard ground and the types of woody plants affected production and life activities. Based on the types of human physical activities, the community public space optimiza-

收稿日期:2021-01-19.

基金项目:2019年度河南科技智库调研课题“国家中心城市建设背景下的郑州市公共空间可达性与空间格局优化研究”(HNKJZK-2019-32B);2020年河南省哲学社科规划年度项目“基于城市绿网的城市人口流量研究”(2020BSH003).

第一作者:张庆(1997-),女,河南郑州人,硕士研究生.研究方向为风景园林规划设计. Email:787793728@qq.com

责任作者:杨秋生(1958-),男,辽宁阜新,教授,博士生导师.研究方向为风景园林规划设计. Email:1992442715@qq.com

tion strategy was proposed to provide a reference for the renewal of the old community public space.

Key words: community public space; physical activity; correlation analysis; types of activities; optimization strategy

自 2015 年中央城市工作会议提出“城市双修”政策以来,城市老旧社区改造更新便成为政府的重点工作之一。老旧社区由于长久未得到关注与建设,公共空间功能缺失、设施老化、景观衰败等问题引发的“城市病”日趋突显^[1]。补齐设施短板,营造景观环境,完善社区功能是城市精细化管理的根本要求,也是解决破旧基础设施与居民日益增长的物质文化需求矛盾的关键所在^[2]。

国内外对社区公共空间的研究从康复花园、健康景观、自然减压^[3-7]等理论到健康社区、生态住区、社区花园^[8-11]等实践应用,普遍认为社区公共空间在慢性疾病预防^[12]、康复促进和邻里交往 3 个方面具有重要作用^[13]。伴随着国际体力活动问卷(International Physical Activity Questionnaire, IPAQ)、体力活动观察系统(System for Observing Play and Recreation in Communities, SOPARC)和街景地图调查^[14-17]等科学计量方法的发展,对城市社区公共空间的研究从早期的“居民在公共空间进行体力活动的健康效益”定性研究转向“公共空间要素对居民参加体力活动的影响”的定量研究。

现有研究证实,公共空间中的体力活动是促进居民身心健康的重要中介因素^[18],而当前相关定量研究主要以环境行为作为切入点,采用问卷、访谈、实地调查等方式,从活动持续时间、活动频率、活动强度 3 个方面探讨城市公共空间中不同类型、不同强度体力活动的作用机制,既有研究多数基于居民主观评价,缺乏对微观层面空间要素的关注。由于概念界定和研究方法尚未统一^[18-20]、研究地域差异和特征指标模糊^[15,17,20-23]、影响机制复杂^[19]、使用者主观意愿^[26-27]等原因存在分歧,研究结论具有很大的不确定性,未能很好地解释空间要素对健康行为活动的影响,难以为实践落地提供科学依据。

聚焦城市老旧社区,以健康促进功能为导向,以设计调查^[28]思路作为研究出发点,通过调查居民在社区公共空间中的活动数据,了解居民日常体力活动特征^[29-30]。采用 SPSS 22.0 统计软件分析居民体力活动类型与社区公共空间要素之间的相关性,并基于人群体力活动类型提出社区公共空间优化思路,以期为城市老旧社区公共空间更新与优化提供数据支持和设计参考。

1 研究区概况

郑州国棉三厂社区位于河南省郑州市中原区,总面积约 30 hm²,建于 20 世纪 50 年代,是一座极具特色风貌的工业社区。随着企业生产经营的萧条,郑州国棉三厂社区出现了私搭乱建严重、活动空间局促、设施破旧、绿化不足、管理不善等现象,致使居民的多样化需求难以得到满足。

2 研究方法

2.1 调查指标体系的构建

2.1.1 体力活动类型特征

据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)定义,体力活动(Physical Activity, PA)指“骨骼肌所产生的任何需要消耗能量的身体运动”^[31],按行为目的不同可划分为工作相关、家务相关、交通相关以及休闲性体力活动 4 类^[32]。体力活动按能量消耗程度可分为 3 级,分别为低强度活动, METs < 3.0 mL/(kg · min); 中等强度活动, 3.0 mL/(kg · min) ≤ METs ≤ 6.0 mL/(kg · min); 高强度活动, METs > 6.0 mL/(kg · min)^[33-34]。目前公共健康领域普遍认为增加中高强度体力活动(Moderate to Vigorous Physical Activity, MVPA)对居民具有最大的综合健康效益^[35]。

据调查,郑州国棉三厂社区居民活动可分为散步通行、运动康体、静态休闲、文化娱乐、生产生活 5 种类型。其中,静态休闲属于低强度体力活动;生产生活属于中等强度体力活动;散步通行、运动康体、文化娱乐属于中高强度体力活动(图 1)。

2.1.2 公共空间特征

已有文献证明城市公共空间的场地形态、绿化状况、设施数量和可达性等要素与居民体力活动存在相关性(表 1)。

调查中发现,郑州国棉三厂社区存在道路占用堵塞、景观绿化较差、设施老化等现状,难以准确计算空间可达性、植物多样性及设施完备程度。因此,在已有文献特征指标的基础上将社区公共空间特征划分为场地特征和景观特征进行变量提取(表 2)。

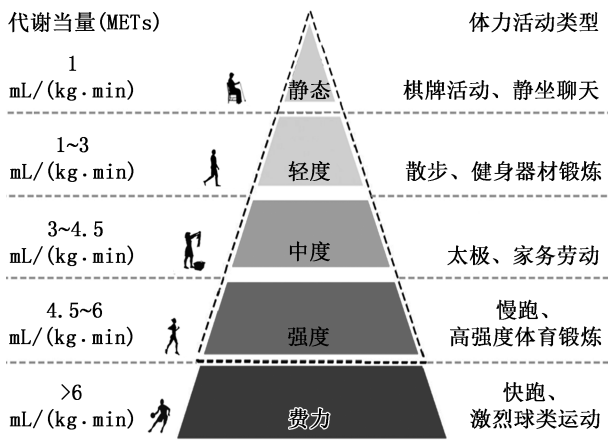


图 1 居民主要体力活动类型

Fig. 1 Main physical activity types of residents

由表 2 可知,在场地特征方面,选取硬质场地面积、空间形状指数来反映场地形态特征,硬质场地面积表征居民活动空间;空间形状指数越大说明空间形状越复杂。在景观特征方面,绿化覆盖率、绿地率、绿视率反映公共空间绿化状况;以遮阴率表征人体热舒适度;借助乔木株数、灌木面积及木本植物种数反映植物多样性;以小品数量衡量公共空间内设施的配置状况。

2.2 现场调研

研究选取社区内部面积大于 100 m²、居民使用频率较高、使用方式多样的 6 块公共空间作为调查场地,总面积约 2 100 m²,平均面积为 350 m²(图 2)。数据采集在 2020 年 4 月 5 日、4 月 12 日、4 月 25 日(休息日)和 2020 年 4 月 7 日、4 月 14 日、4 月 27 日(工作日)进行,将每天分为 7 个时间段(6:00—20:00,每 2 h 为一个时间段),每个时间段在每个场地停留 10 min。通过数据调查、行为观察等公共生活研究方法^[36]记录使用者的空间位置、社会属性、活动类型、活动时间、地点与活动状况等,将调查数据与场地空间要素进行统计分析。

3 调查结果与分析

3.1 社区公共空间特征分析

基于社区公共空间特征要素调查数据对六块场地进行聚类分析,计算欧式距离(Euclidean Distance),个体间亲疏程度用离差平方和法(Ward's Method)度量。根据计算所得的谱系图可将 6 块场地划分为 3 种类型(图 3)。

类型 I 社区广场(场地 A、B)硬质场地面积平

表 1 国内外有关城市公共空间与体力活动影响实证研究成果

Tab. 1 Empirical research results on the impact of urban public space and physical activity at home and abroad

研究者	研究对象与分析方法	研究指标与研究结论
赵晓龙 ^[15]	采用无人机(UAV)观测与 GIS 手段获取空间特征和使用者数量、属性、活动类型及空间位置数据,进行体力活动人群空间密度分析	可达性较高的道路与场地空间易吸引更多人流;封闭或半开敞的独立广场常形成人群密集型体力活动;健身器材、篮球场、构筑物等设施直接决定场地内发生的体力活动类型
陆毅 ^[17]	使用 Google 街景图像,采用多元回归模型验证香港街道绿化数量、质量与休闲性体力活动的相关性	街道绿化质量、数量与休闲性体力活动呈正相关
张冉 ^[20]	使用问卷与实地(天津市)调查采集居民活动数据及场地空间数据,量化分析休闲性体力活动与住区绿地空间特征的相关性	道路整合度、乔木数量、健身器材数量与居民锻炼活动情况显著正相关,道路连接度、形状指数、绿地率、草坪地被面积与锻炼活动情况显著负相关,场地绿化覆盖率、绿视率,植被多样性指数,休息设施与居民锻炼活动情况无显著相关
Ian Janssen & Andrei Rosu ^[21]	对加拿大 6~8 年级的学生进行普查,结合 GIS 分析对未开发的绿地空间与体育锻炼的相关性展开研究	11~13 岁儿童的体育活动水平与家庭附近树木茂密的空间有关。但草地覆盖的邻里土地比例与体育活动结果无关
Abdullah Akpınar & Murat Cankurt ^[22]	通过多元线性回归分析土耳其艾登市城市绿地特征与人群体力活动的频率、持续时间以及活动人群之间的联系	树木、健身器材、野餐区和草坪可以促进城市绿色空间的体力活动
Sophie Schetke & Salman Qureshi & Sven Lautenbach 等 ^[23]	通过问卷调查了解人们对巴基斯坦卡拉奇和越南胡志明市城市绿地的使用情况以验证绿地系统的效用	绿色空间可以促进步行和交往,可达性对居民使用绿色空间有决定性影响
王兰 ^[24]	获取上海市中心城区 2 个城市公园中的活动数据;采用有序逻辑回归模型分析体力活动多样性与绿地空间设计要素之间的相关性	整合度高的区域能提高空间的活动多样性;场地形态特征与活动多样性不显著关联;场地绿化状况与活动多样性显著相关
刘瑞雪 ^[25]	以深圳湾滨海公园为例,采用多元线性回归模型分析城市公园植物景观空间与使用者行为之间的关系,探讨使用者的植物景观空间行为偏好	城市公园植物景观空间中可进入的草地面积能显著影响场地空间的使用者密度;公园中不同的植物景观空间特征对使用者的行为有不同的影响

表 2 社区公共空间特征要素及其变量提取

Tab.2 Feature elements and variable extraction of community public space

特征要素	特征指标	数据来源
A. 场地特征	A1:硬质场地面积	根据调查数据计算
	A2:空间形状指数	可进入的场地空间边界周长与同面积圆周的比值
B. 景观特征	B1:绿化覆盖率	绿化垂直投影面积之和与场地面积的比值
	B2:绿地率	绿地面积与场地面积的比值
	B3:绿视率	在每一个场地中心拍摄前、后、左、右 4 张照片,计算照片中绿化所占比重并取平均值
	B4:遮阴率	取下午 14 时日照分析计算
	B5:乔木株数	根据调查数据统计
	B6:灌木面积	根据调查数据计算
	B7:木本植物种数	根据调查数据统计
	B8:小品数量	根据调查数据统计

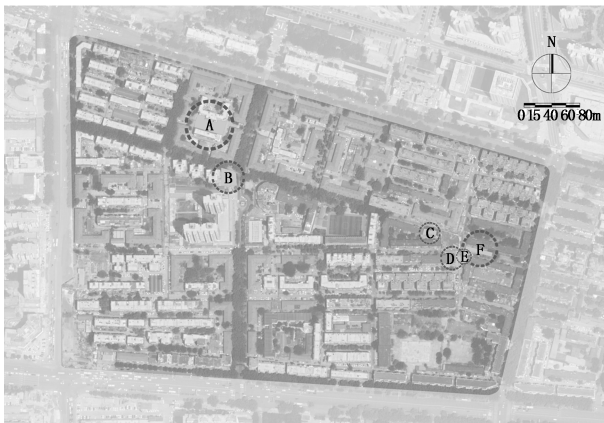


图 2 郑州市国棉三厂社区总平面图及调查范围

Fig. 2 Community plan and investigation scope of the NO. 3 state-owned textile factory in Zhengzhou

均值为 727.22 m²,空间较空旷($d/h > 2$),场地硬化率高。场地边缘种植有二球悬铃木、枫杨、毛白杨等乔木,平均绿化覆盖率为 15.24%,正午有部分遮阴,场地边缘有健身设施、公告栏等,无休息设施。

类型 II 宅间绿地(场地 C)位于住宅楼中央,空间半封闭,形状规整,尺度感较好($1 < d/h < 2$),种植有白花泡桐、臭椿等,绿化覆盖率达到 61.44%,正午遮阴率高。场地内小品呈向心式布局,北部临街设有座椅、种植池,中部有两组石桌、石凳,南部设置少量健身器材,无照明设施。

使用Ward联接的谱系图
重定比例的距离集群组合

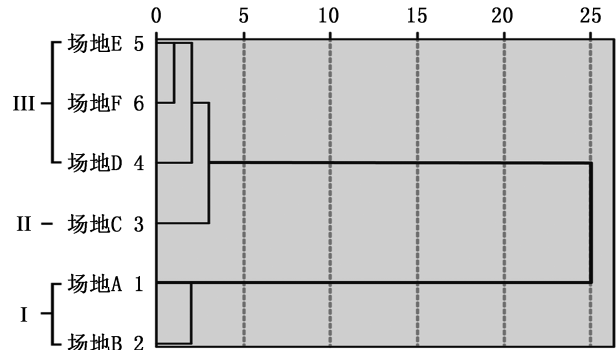


图 3 场地聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis diagram

类型 III 生活性街道(场地 D、E、F)硬质场地面积平均值为 134.82 m²,道路宽度约 5 m,空间有紧迫感($d/h < 1$)。场地 D 边缘栽植有海桐,场地 E、F 无植物种植,整体绿化水平低。健身器材和坐凳沿街设置,距离较近。

通过聚类分析可知,不同类型社区公共空间在硬质场地面积、绿化覆盖率和小品数量上有极显著差异(表 3)。

表 3 三类社区公共空间聚类中心

Tab.3 Three types of community public space cluster centers

社区公共空间要素	类型 I	类型 II	类型 III	F	Sig.
硬质场地面积/m ² **	727.22	213.82	134.82	116.421	0.001
空间形状指数	1.32	1.29	1.46	0.260	0.786
绿化覆盖率/%**	15.24	61.44	1.42	12.030	0.037
绿地率/%	1.03	1.39	0.66	0.221	0.814
绿视率/%	19.48	14.90	9.19	0.700	0.563
遮阴率/%	27.23	72.21	18.38	1.663	0.327
乔木株数	5.00	3.00	0.00	1.561	0.343
灌木面积	0.00	0.00	0.75	0.375	0.716
木本植物种数	1.00	2.00	0.00	2.344	0.244
小品数量**	11.00	18.00	9.00	12.144	0.036

注:**表示在 0.05 的水平上差异显著。

由表 3 可知,类型 I 的硬质场地面积显著大于类型 II 及类型 III;类型 I、II 及 III 在绿化覆盖率上两两间有显著差异;类型 II 的小品数量显著多于类型 I 及类型 III。3 种类型在空间形状指数、绿地率、绿视率、遮阴率、乔木株数、灌木面积及木本植物种数上无显著差异。

3.2 居民体力活动特征分析

3.2.1 使用人群特征

根据数据统计,6 块场地在 3 个工作日和 3 个休息日的使用人数浮动未超过 5%,无明显差异,故采用休息日和工作日的中位数(即 2020 年 4 月 12 日与 2020 年 4 月 7 日)作为使用者体力活动特征的数据值。统计显示,休息日 7 个时间段使用者共计 1 541 人次,在场地停留 405 人次;工作日 7 个时间段使用者共计 1 509 人次,停留 418 人次。对停留者年龄进行分析,结果见表 4。

表 4 场地停留者年龄分布及性别比例

Tab. 4 Age distribution and gender ratio of users

类别	男		女		总量	
	人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%
少年儿童	57	6.99	63	7.73	120	14.72
中年人	129	15.83	148	18.16	277	33.99
老年人	156	19.14	262	32.15	418	51.29

由表 4 可知,老年人是社区公共空间的使用主体,其次是中年人与少年儿童,且女性停留者人次明显高于男性。

3.2.2 使用者体力活动类型

对比 3 类社区公共空间不同类型体力活动人次,结果见表 5。

表 5 社区公共空间不同类型体力活动人次

Tab. 5 Different types of physical activity person-time in three types of community public space

体力活动类型	人次			F	Sig.
	类型 I	类型 II	类型 III		
散步通行类	323	87	498	1.464	0.360
运动康体类	8	7	34	0.607	0.600
静态休闲类	118	58	79	0.251	0.793
文化娱乐类*	41	0	4	5.716	0.095
生产生活类	2	10	20	3.925	0.145

注:*表示在 0.10 的水平上差异显著。

表 5 结果显示,文化娱乐活动人次有显著差异,社区广场文化娱乐活动人次显著高于生活街道与宅间绿地;而散步通行、运动康体、静态休闲、生产生活活动人次与空间类型无明显关联。

3.3 使用者行为与公共空间要素的相关性分析

3.3.1 社区公共空间特征对体力活动人次的影响

调查发现,社区公共空间要素可能通过影响空间的使用功能进而影响居民体力活动。以社区公共空间特征要素作为自变量,各类型体力活动人次作为因变量,采用皮尔逊积矩相关系数(Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)进行相关性分析,结果见表 6。

表 6 体力活动人次与社区公共空间要素的相关性分析

Tab. 6 Correlation analysis between the number of physical activity and the elements of community public space

类型	相关性	硬质场地面积	空间形状指数	绿化覆盖率	绿地率	绿视率	遮阴率	乔木株数	灌木面积	木本植物种数	小品数量
散步通行类	Pearson 相关性	-0.275	0.155	-0.501	-0.331	-0.025	-0.539	-0.011	0.010	-0.294	-0.523
	显著性(双尾)	0.598	0.769	0.311	0.522	0.963	0.270	0.984	0.985	0.571	0.287
运动康体类	Pearson 相关性	-0.439	0.817**	-0.338	0.470	0.138	0.245	-0.444	0.942***	-0.231	-0.336
	显著性(双尾)	0.384	0.047	0.513	0.347	0.794	0.640	0.378	0.005	0.660	0.515
静态休闲类	Pearson 相关性	0.260	-0.674	0.151	0.283	0.571	0.061	0.773*	-0.088	0.586	0.164
	显著性(双尾)	0.618	0.142	0.775	0.587	0.236	0.908	0.072	0.868	0.222	0.756
文化娱乐类	Pearson 相关性	0.825**	-0.433	0.049	0.183	0.662	-0.060	0.831**	-0.309	0.673	0.094
	显著性(双尾)	0.043	0.391	0.926	0.728	0.152	0.910	0.041	0.552	0.143	0.859
生产生活类	Pearson 相关性	-0.788*	0.277	-0.343	-0.565	-0.618	-0.455	-0.584	-0.015	-0.741*	-0.399
	显著性(双尾)	0.062	0.595	0.506	0.243	0.191	0.365	0.223	0.978	0.092	0.433

注:***表示在置信度(双测)为 0.01 时,相关性是显著的;**表示在置信度(双测)为 0.05 时,相关性是显著的;*表示在置信度(双测)为 0.10 时,相关性是显著的。

表 6 结果表明,不同体力活动类型受空间要素

的影响程度不同。公共空间要素与散步通行活动相

关性不显著;空间形状指数、灌木面积与运动康体活动呈显著正相关($P < 0.05$);乔木株数与静态休闲活动显著正相关($P < 0.10$);硬质场地面积、乔木株数与文化娱乐活动显著正相关($P < 0.05$);硬质场地面积、木本植物种数与生产生活活动呈显著负相关($P < 0.10$);未发现绿化覆盖率、绿视率、遮阴率、小品数量与体力活动显著相关。

3.3.2 社区公共空间特征对体力活动的影响

1) 对散步通行活动的影响

散步通行活动人次在 3 类社区公共空间中无明显差异。散步通行活动人次与社区公共空间场地特征、景观特征均无显著相关性(表 6),说明散步通行活动受外部环境的影响较小。

2) 对运动康体活动的影响

运动康体活动人次与空间形状指数及灌木面积呈显著正相关。由此推断,运动康体活动适宜在边界形状复杂的场地进行,适当的灌木种植能够在不遮挡视线的情况下限定和分隔空间,为活动与交流提供良好的庇护环境,促进运动康体活动的发生。

3) 对静态休闲活动的影响

社区公共空间场地特征与静态休闲活动不显著相关,景观特征中乔木株数与静态休闲活动人次有显著的线性关系。未发现绿化覆盖率、绿地率、绿视率等特征指标与静态休闲活动显著相关,推测其间可能存在某种非线性相关关系。

4) 对文化娱乐活动的影响

在场地特征中,文化娱乐活动人次与硬质场地面积呈显著正相关。硬质场地面积越大,空间越开阔,能容纳的活动越多。在景观特征中,乔木数量与文化娱乐活动人次呈显著正相关。乔木数量多,庇荫效果好,为使用人群提供了良好的环境。

5) 对生产生活活动的影响

生产生活活动人次与硬质场地面积及木本植物种数均呈显著负相关,推测原因是生产生活活动通常发生在角隅处或住宅出入口附近,占据空间较小;枝叶繁茂的乔木容易遮挡光线及阻碍通风,影响了生产生活活动。

4 体力活动类型与公共空间的矛盾原因分析

4.1 散步通行活动

散步通行是社区内最为常见的活动。身体健康、无需借助辅助设施的居民在步行上没有太大困难。然而,高差、障碍物以及过密的设施间距对于行动不便者却有很大阻碍。调查发现,距离路面 0.6 m 的

高差使得社区广场 A 不受老年群体欢迎,老年人更倾向于在四周活动而不是在广场逗留;宅间绿地 C 周边由隔离栏围合,仅留东西各一出入口,久而久之沦为堆放杂物、无人问津的场所,造成空间的异用。

4.2 运动康体活动

运动康体活动多发生在生活街道与社区广场。由于活动场地缺乏、空间混合使用,居民运动康体活动主要以借助健身器材锻炼为主,而健身操、广场舞等大型群体性活动较少。

4.3 静态休闲活动

静态休闲活动多以单人或 3~5 人的小团体进行,单次持续时间较长。老年人是静态休闲活动的主体人群,其活动受外部环境光、热舒适度影响较大。生活街道 E 平时座无虚席,唯独正午时几乎无人使用,这与场地缺少乔木遮荫分不开。冠大荫浓的乔木围合场地,既增强了私密性又不占据过多活动空间,适合静态休闲活动的进行^[30]。

4.4 文化娱乐活动

社区广场是最受儿童欢迎的娱乐空间,而宅间绿地、生活性街道几乎未见文化娱乐活动发生。但社区公共空间并没有为看护人群提供休息设施,经常看到长辈站在一旁照看孩子的现象。

4.5 生产生活活动

生产生活活动对社区居民而言必不可少,社区内未设专用的晾晒设施与收纳空间,居民常借助围墙栏杆制作撑杆、开辟空间堆物,进而形成房前屋后以家务活动为中心的交往空间。然而,此类活动常伴随私搭乱建、空间占用现象,对居民日常出行与生活安全均造成不利影响。

5 基于人群体力活动的社区公共空间优化策略

郑州国棉三厂社区公共空间存在划分不明、功能缺失,难以承载多种体力活动等问题,直接造成了空间使用率低下、不同人群的使用冲突。结合公共空间要素与居民体力活动类型的相关性分析,研究提出了以多功能复合型设计为导向,小规模渐进式更新为手段,空间分隔、景观绿化为主要内容的社区公共空间优化思路,打造以满足居民体力活动需求为目标的环境优美、功能完善的活动场所。

5.1 社区广场优化

静态休闲、文化娱乐、运动康体是社区广场内活动人数最多的 3 类体力活动,与之相关的空间要素分别是乔木株数、硬质场地面积、空间形状指数与灌木面积。因此,社区广场的改造更新应基于不同人

群的活动时空变化规律划分动静活动区,进行差异性需求的面积配比及现存设施调整,实现一处多用。优化内容如下:

1) 静态活动区应布置在公共空间边缘。由高大遮荫乔木围合成具有一定私密性的小型空间,配置连续但不紧挨的休息设施,便于居民独坐、交谈与观察。

2) 动态活动区宜布置在场地中央。文化娱乐空间应开阔平坦、形状规整,以适应群体性活动,设置全龄参与的活动内容;运动康体空间应因地制宜,作为动静活动区之间的过渡,及时更新存在安全隐患的设施。

3) 动静活动区可互相穿插,置换的面积用于增设隔断、栽植乔灌木分隔空间与遮阴纳凉,也可通过不同铺地材质暗示与限定空间。

5.2 宅间绿地优化

静态休闲、生产生活活动是宅间绿地最常见的两类体力活动,因此适合将宅间绿地改造为偏静态的活动场所。与其相关的空间要素有乔木株数、硬质场地面积与木本植物种数。宜采用“化零为整”“见缝插绿”的原则,规范停车,清理被侵占空间,结合周边剩余空间统一设计为多个小尺度、分散型的休憩生活场所。设计要点如下:

1) 住宅楼前设置休息设施与景观小品,角隅处增设晾衣杆、旧物回收处、垃圾分类箱等配套设施。

2) 场地植物种植不宜过多,使用耐践踏草坪与散植的乔灌木提高绿化率即可,保证空间的良好日照、通风条件。

5.3 生活性街道优化

街道的主要服务对象是行人。除散步通行活动外,静态休闲活动在生活性街道也普遍发生。因此,其优化可从行人通行区与停留区两部分入手:

1) 行人通行区道路较窄的街道可采用人车合用的交通模式,路面较宽的道路可适当设置步行道。连接社区主要节点的街道应设计无障碍设施。

2) 紧邻临街建筑的灰空间宜营造为驻留与活动空间,间隔设置座椅与街道小品,采用独立式树池栽植乔木提供荫蔽。

6 结语

以郑州市国棉三厂社区为例,通过行为观察了解居民对社区公共空间的使用情况,探讨影响居民体力活动的社区公共空间要素。根据相关性分析得出,复杂的空间形状与适当的灌木绿化有助于居民

运动康体活动的开展;增加乔木种植有利于静态休闲活动的进行;文化娱乐活动场地应相对开阔平坦、乔木充足;硬质场地面积、木本植物种数与生产生活活动人次呈显著负相关,并针对不同体力活动类型提出以多功能复合型设计为导向的社区公共空间优化内容。

由于郑州国棉三厂社区公共空间被违规占用较多,调查排除了此类空间,导致样本量较少,对相关分析结果产生一定影响;其次,研究采用非参与观察,只考虑了客观环境对居民体力活动的影响,忽略了居民主观感知的作用;此外,空间异用、设施缺乏维护、环境污染及居民选择意愿等问题均会影响使用者人数,这或许是部分社区公共空间要素不显著的原因。以上不足有待在未来的研究中进一步探讨。

参考文献:

- [1] 彭昊. 基于“城市修补”理念的老旧住区街道开放空间改造研究[D]. 北京:北京建筑大学,2018.
- [2] 郭炼镠,汤晓敏. 城市双修背景下社区道路步行舒适度评价研究——以上海曹杨新村为例[J]. 中国园林,2020,36(5):70-75.
- [3] BELL S L, FOLEY R, HOUGHTON F, et al. From therapeutic landscapes to healthy spaces, places and practices: A scoping review [J]. *Social Science & Medicine*, 2018 (196):123-130.
- [4] JIANG S. Therapeutic landscapes and healing gardens: A review of Chinese literature in relation to the studies in western countries [J]. *Frontiers of Architectural Research*, 2014,3(2):141-153.
- [5] 陈箬,翟雪倩,叶诗韵,等. 恢复性自然环境对城市居民心智健康影响的荟萃分析及规划启示[J]. 国际城市规划,2016,31(4):16-26,43.
- [6] ROOT E D, SILBERNAGEL K, LILL J S. Unpacking healthy landscapes: empirical assessment of neighborhood aesthetic ratings in an urban setting [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2017(168):38-47.
- [7] MENNIS J, MASON M, AMBRUS A. Urban greenspace is associated with reduced psychological stress among adolescents: A geographic ecological momentary assessment (GEMA) analysis of activity space [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2018(174):1-9.
- [8] 郭庭鸿,舒波,董靛. 自然与健康——自然景观应对压力危机的实证进展及启示[J]. 中国园林,2018,34(5):52-56.
- [9] 刘悦来,尹科雯,葛佳佳. 公众参与 协同共享 日臻完善——上海社区花园系列空间微更新实验[J]. 西部人居环境学刊,2018,33(4):8-12.

- [10] 王一. 健康城市导向下的社区规划[J]. 规划师, 2015, 31(10):101-105.
- [11] 颜京松, 王如松. 生态住宅和生态住区(I)背景、概念和要求[J]. 农村生态环境, 2003(4):1-4, 22.
- [12] UWAJEH P C, IYENDO T O, POLAY M. Therapeutic gardens as a design approach for optimising the healing environment of patients with Alzheimer's disease and other dementias: A narrative review[J]. Explore, 2019, 15(5): 352-362.
- [13] ARMSTRONG D. A survey of community gardens in upstate New York: Implications for health promotion and community development[J]. Health & Place, 2000, 6(4): 319-327.
- [14] 全明辉, 何晓龙, 苏云云, 等. 基于 GPS 与加速度计的儿童青少年体力活动空间特征追踪研究[J]. 体育与科学, 2017, 38(1): 111-120.
- [15] 赵晓龙, 徐靖然, 刘笑冰, 等. 基于无人机(UAV)观测的寒地城市公园冬季体力活动及空间分布研究——以哈尔滨四个公园为例[J]. 中国园林, 2019, 35(12): 40-45.
- [16] 王奎, 宁克. 运用 IPAQ 对长沙地区居民体力活动情况的调查[J]. 福建体育科技, 2010, 29(5): 4-5, 17.
- [17] LU Y. Using google street view to investigate the association between street greenery and physical activity[J]. Landscape and Urban Planning, 2019(191): 103435.
- [18] 吴卅, 王晶晶. 公共开放空间、身体活动与大众健康: 理念、方法与进展[J]. 中国体育科技, 2020, 56(3): 14-21.
- [19] 于一凡, 胡玉婷. 社区建成环境健康影响的国际研究进展——基于体力活动研究视角的文献综述和思考[J]. 建筑学报, 2017(2): 33-38.
- [20] 张冉, 舒平. 休闲锻炼视角下既有住区绿地空间适宜性研究[J]. 中国城市林业, 2019, 17(5): 63-68.
- [21] JANSSEN I, ROSU A. Undeveloped green space and free-time physical activity in 11 to 13-year-old children[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2015, 12(1): 26.
- [22] AKPINAR A, CANKURT M. How are characteristics of urban green space related to levels of physical activity: Examining the links[J]. Indoor and Built Environment, 2017, 26(8): 1091-1101.
- [23] SCHETKE S, QURESHI S, LAUTENBACH S, et al. What determines the use of urban green spaces in highly urbanized areas? -Examples from two fast growing Asian cities[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016(16): 150-159.
- [24] 王兰, 张雅兰, 邱明, 等. 以体力活动多样性为导向的城市绿地空间设计优化策略[J]. 中国园林, 2019, 35(1): 56-61.
- [25] 刘瑞雪, 许晓雪, 陈龙清. 基于使用行为的城市公园植物景观空间调查研究——以深圳湾滨海公园为例[J]. 中国园林, 2019, 35(4): 123-128.
- [26] CERIN E, VANDELANOTTE C, LESLIE E, et al. Recreational facilities and leisure-time physical activity: An analysis of moderators and self-efficacy as a mediator[J]. Health Psychology, 2008, 27(2S): 126-135.
- [27] KACZYNSKI A T, MOWEN A J. Does self-selection influence the relationship between park availability and physical activity? [J]. Preventive Medicine, 2011, 52(1): 23-25.
- [28] 戴晓玲. 城市设计领域的实地调查方法——环境行为学视角下的研究[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [29] 扬·盖尔. 人性化的城市[M]. 欧阳文, 徐哲文, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [30] 扬·盖尔. 交往与空间[M]. 何人可, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [31] MANLEY A F. Physical activity and health: A report of the surgeon general[M]. Darby: Diane Publishing, 1996.
- [32] KOOHSARI M J, BADLAND H, GILES-CORTI B. (Re) Designing the built environment to support physical activity: Bringing public health back into urban design and planning[J]. Cities, 2013(35): 294-298.
- [33] 赵文华, 丛琳. 体力活动划分: 不同类型体力活动的代谢当量及体力活动的分级[J]. 卫生研究, 2004, 33(2): 246-249.
- [34] NORTON K, NORTON L, SADGROVE D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology[J]. Journal of Science and Medicine in Sport, 2010, 13(5): 496-502.
- [35] GARBER C E, BLISSMER B, DESCHENES M R, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2011, 43(7): 1334-1359.
- [36] 扬·盖尔, 比吉特·斯娃若. 公共生活研究方法[M]. 赵春丽, 蒙小英, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.

责任编辑: 陈旭

校对: 许易琦 陈旭

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.029

云南省重点保护野生植物人工培植利用评价

郑进烜, 郑静楠, 王勇, 华朝朗, 董磊

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:以云南省第二次重点保护野生植物人工培植调查成果为基础,从人工培育种类、迁地保护、栽培物种规模、资源利用、地域分布、种源采集、深加工产业等方面进行全面评价,分析存在的野生资源过度采伐利用,人工培植资源培育滞后,基础研究薄弱,缺乏统一规划,投入严重不足等问题,藉此,从加强监督管理、加大产业扶持力度、增加基础研究投入和扩大宣传等方面,有针对性地提出具体对策和建议。

关键词:重点保护野生植物;人工培植;迁地保护;产业扶持;云南省

中图分类号:S718.521.2;S76;S318 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0165-08

引文格式:郑进烜,郑静楠,王勇,等.云南省重点保护野生植物人工培植利用评价[J].林业调查规划,2021,46(6):165-172. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.029

ZHENG Jinxuan, ZHENG Jingnan, WANG Yong, et al. Evaluation of Artificial Cultivation and Utilization of Key Protected Wild Plants in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6):165-172. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.029

Evaluation of Artificial Cultivation and Utilization of Key Protected Wild Plants in Yunnan Province

ZHENG Jinxuan, ZHENG Jingnan, WANG Yong, HUA Chaolang, DONG Lei

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

Abstract: Based on the results of the second investigation on artificial cultivation of key protected wild plants in Yunnan Province, the comprehensive evaluation was made in terms of artificial cultivation species, ex-situ protection, cultivated species scale, resource utilization, regional distribution, provenance collection and deep processing industry. By analyzing the existing problems, including excessive logging and utilization of wild resources, lagging artificial cultivation of resources, weak basic research, lack of unified planning and serious shortage of investment, this paper put forward specific suggestions from strengthening supervision and management, increasing industrial support and investment in basic research, and expanding publicity.

Key words: key protected wild plants; artificial cultivation; ex-situ protection; industry support; Yunnan Province

收稿日期:2020-12-15.

基金项目:云南省第二次重点保护野生植物资源项目(000036Z00015);云南省林业调查规划院青年联合会项目(1QL002Z00018).

第一作者:郑进烜(1981-),男,福建大田人,硕士,高级工程师.从事植物学、林业调查规划、生物多样性保护和自然保护地研究工作.

Email:zjx3410@163.com

责任作者:董磊(1987-),男,新疆乌鲁木齐人,硕士,工程师.主要从事林业调查规划、湿地监测、保护与恢复工作. Email:dl-donald@163.com

保护的最终目的在于利用,利用是最有效的保护。重点保护植物人工繁育基地的建立和规模化集约栽培,不仅丰富了林业生产用材树种、经济树种和生态防护树种的种源,而且有利于野生植物资源保护与发展,使经济效益、社会效益和生态效益得到同步提升^[1];重点保护植物人工培植利用是有效缓解对野生资源依赖和过度破坏导致物种濒临灭绝的有效途径。2012年4月,国家林草局(原国家林业局)全面启动第二次全国重点保护野生植物资源调查,云南省林草局(原云南省林业厅)随即根据有关文件精神组织开展了区域内所分布物种的调查,并增补了17种野生植物资源的调查^[2];对境内有栽培记录的均开展野生植物人工培植状况调查,旨在进一步摸清全省重点保护野生植物资源本底信息及消长动态,全面掌握涉及调查物种的人工培植数量化信息。因此,以云南省调查重点保护野生植物的人工培植利用现状为基础,全面系统评价了全省重点保护野生植物人工培植利用的特点,分析存在的问题,

有针对性地提出具体对策和建议,为全省推进重点保护野生植物的保护管理和促进人工培植利用提供决策依据。

1 资源现状

1.1 重点野生植物种类与调查范围

云南省第二次重点保护野生植物人工培植调查的对象,从国家重点保护野生植物、《濒危野生动植物种国际贸易公约》中所列的野生植物、全国极小种群野生植物、社会关注度高的野生植物、开发利用过度 and 资源匮乏的野生植物物种以及其他需要调查的重要野生植物中选择,共确定调查物种361种,其中属全国的调查物种313种,云南根据实际情况增加了调查物种16种,未存在于《第二次全国重点保护野生植物资源调查名录》中的物种32种。在进行全面系统调查后,确定云南省现有人工培植利用的重点野生植物208种(表1)。

表 1 云南省人工培植利用的重点野生植物

Tab. 1 Key wild plants for artificial cultivation and utilization in Yunnan Province

序号	中文名	科名	拉丁名	保护等级	序号	中文名	科名	拉丁名	保护等级
1	对开蕨	铁角蕨科	<i>Phyllitis japonica</i>	II	25	篦齿苏铁	苏铁科	<i>Cycas pectinata</i>	I
2	光叶蕨	蹄盖蕨科	<i>Cystoathyrium chinense</i>	I	26	叉孢苏铁	苏铁科	<i>Cycas segmentifida</i>	I
3	苏铁蕨	乌毛蕨科	<i>Brainea insignis</i>	II	27	十万大山苏铁	苏铁科	<i>Cycas shiwandashanica</i>	I
4	中华桫欏	桫欏科	<i>Alsophila costularis</i>	II	28	单羽苏铁	苏铁科	<i>Cycas simplicipinna</i>	I
5	黑桫欏	桫欏科	<i>Alsophila podophylla</i>	II	29	四川苏铁	苏铁科	<i>Cycas szechuanensis</i>	I
6	桫欏	桫欏科	<i>Alsophila spinulosa</i>	II	30	绿春苏铁	苏铁科	<i>Cycas tanqingii</i>	I
7	白桫欏	桫欏科	<i>Sphaeroteris brunoniana</i>	II	31	银杏	银杏科	<i>Ginkgo biloba</i>	I
8	鹿角蕨	鹿角蕨科	<i>Platyserium wallichii</i>	II	32	银杉	松科	<i>Cathaya argyrophylla</i>	I
9	贡山三尖杉	三尖杉科	<i>Cephalotaxus lanceolata</i>	II	33	柔毛油杉	松科	<i>Keteleeria pubescens</i>	II
10	海南粗榧	三尖杉科	<i>Cephalotaxus mannii</i>	II	34	油麦吊云杉	松科	<i>Picea brachytyla</i> var. <i>complanata</i>	II
11	篦子三尖杉	三尖杉科	<i>Cephalotaxus oliveri</i>	II	35	毛枝五针松	松科	<i>Pinus wangii</i>	II
12	翠柏	柏科	<i>Calocedrus macrolepis</i>	II	36	巧家五针松	松科	<i>Pinus squamata</i>	I
13	岷江柏木	柏科	<i>Cupressus chengiana</i>	II	37	金钱松	松科	<i>Pseudolarix amabilis</i>	II
14	福建柏	柏科	<i>Fokienia hodginsii</i>	II	38	黄杉	松科	<i>Pseudotsuga sinensis</i>	II
15	崖柏	柏科	<i>Thuja sutchuenensis</i>	II	39	澜沧黄杉	松科	<i>Pseudotsuga forrestii</i>	II
16	叉叶苏铁	苏铁科	<i>Cycas bifida</i>	I	40	云南穗花杉	红豆杉科	<i>Amentotaxus yunnanensis</i>	I
17	德保苏铁	苏铁科	<i>Cycas debaoensis</i>	I	41	白豆杉	红豆杉科	<i>Pseudotaxus chienii</i>	II
18	滇南苏铁	苏铁科	<i>Cycas diannanensis</i>	I	42	红豆杉	红豆杉科	<i>Taxus chinensis</i>	I
19	长叶苏铁	苏铁科	<i>Cycas dolichophylla</i>	I	43	南方红豆杉	红豆杉科	<i>Taxus chinensis</i> var. <i>mairei</i>	I
20	仙湖苏铁	苏铁科	<i>Cycas fairylakea</i>	I	44	喜马拉雅红豆杉	红豆杉科	<i>Taxus wallichiana</i>	I
21	贵州苏铁	苏铁科	<i>Cycas guizhouensis</i>	I	45	榧树	红豆杉科	<i>Torreya grandis</i>	II
22	海南苏铁	苏铁科	<i>Cycas hainanensis</i>	I	46	云南榧树	红豆杉科	<i>Torreya fargesii</i> var. <i>yunnanensis</i>	II
23	多歧苏铁	苏铁科	<i>Cycas multipinnata</i>	I	47	水松	杉科	<i>Glyptostrobus pensilis</i>	I
24	攀枝花苏铁	苏铁科	<i>Cycas panzhihuaensis</i>	I	48	水杉	杉科	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	I

续表 1

序号	中文名	科名	拉丁名	保护等级	序号	中文名	科名	拉丁名	保护等级
49	台湾杉	杉科	<i>Taiwania cryptomerioides</i> var. <i>floosiana</i>	II	89	剑叶龙血树	百合科	<i>Dracaena cambodiana</i>	
50	云南金钱槭	槭树科	<i>Dipteronia dyerana</i>	II	90	长蕊木兰	木兰科	<i>Alcimandra cathcardii</i>	I
51	富宁藤	夹竹桃科	<i>Parepigynum funingense</i>	II	91	单性木兰	木兰科	<i>Kmerria septentrionalis</i>	I
52	刺五加	五加科	<i>Acanthopanax senticosus</i>		92	鹅掌楸	木兰科	<i>Liriodendron chinense</i>	II
53	刺参	五加科	<i>Oplopanax elatus</i>		93	大叶木兰	木兰科	<i>Magnolia henryi</i>	II
54	屏边三七	五加科	<i>Panax stipuleanatus</i>		94	馨香玉兰	木兰科	<i>Magnolia odoratissima</i>	II
55	姜状三七	五加科	<i>Panax zingiberensis</i>		95	厚朴	木兰科	<i>Magnolia officinalis</i>	II
56	普陀鹅耳枥	桦木科	<i>Carpinus putoensis</i>	I	96	凹叶厚朴	木兰科	<i>Magnolia officinalis</i> subsp. <i>biloba</i>	II
57	天目铁木	桦木科	<i>Ostrya rehderiana</i>	I	97	长喙厚朴	木兰科	<i>Magnolia rostrata</i>	II
58	伯乐树	伯乐树科	<i>Bretschneidera sinensis</i>	I	98	圆叶玉兰	木兰科	<i>Magnolia sinensis</i>	II
59	夏蜡梅	蜡梅科	<i>Sinocalycanthus chinensis</i>		99	西康玉兰	木兰科	<i>Magnolia wilsonii</i>	II
60	七子花	忍冬科	<i>Heptacodium miconioides</i>	II	100	宝华玉兰	木兰科	<i>Magnolia zenii</i>	II
61	金铁锁	石竹科	<i>Psammosilene tunicoides</i>	II	101	香木莲	木兰科	<i>Manglietia aromatica</i>	II
62	十齿花	卫矛科	<i>Dipentodon sinicus</i>	II	102	落叶木莲	木兰科	<i>Manglietia decidua</i>	I
63	连香树	连香树科	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	II	103	大果木莲	木兰科	<i>Manglietia grandis</i>	II
64	萼翅藤	使君子科	<i>Calycopteris floribunda</i>	I	104	毛果木莲	木兰科	<i>Manglietia hebecarpa</i>	II
65	千果榄仁	使君子科	<i>Terminalia myriocarpa</i>	II	105	大叶木莲	木兰科	<i>Manglietia megaphylla</i>	II
66	四数木	四数木科	<i>Tetrameles nudiflora</i>	II	106	华盖木	木兰科	<i>Manglietiastrum sinicum</i>	I
67	东京龙脑香	龙脑香科	<i>Dipterocarpus retusus</i>	I	107	峨眉含笑	木兰科	<i>Michelia wilsonii</i>	II
68	坡垒	龙脑香科	<i>Hopea hainanensis</i>	I	108	峨眉拟单性木兰	木兰科	<i>Parakmeria omeiensis</i>	I
69	望天树	龙脑香科	<i>Parashorea chinensis</i>	I	109	云南拟单性木兰	木兰科	<i>Parakmeria yunnanensis</i>	II
70	青梅	龙脑香科	<i>Vatica mangachapoi</i>	II	110	合果木	木兰科	<i>Paramichelia baillonii</i>	II
71	大树杜鹃	杜鹃花科	<i>Rhododendron protistum</i> var. <i>giganteum</i>		111	水青树	木兰科	<i>Tetracentron sinense</i>	II
72	杜仲	杜仲科	<i>Eucommia ulmoides</i>		112	观光木	木兰科	<i>Tsoongiodendron odorum</i>	
73	东京桐	大戟科	<i>Deutzianthus tonkinensis</i>	II	113	红椿	楝科	<i>Toona ciliata</i>	II
74	三棱栎	壳斗科	<i>Formanodendron doichangensis</i>	II	114	毛红椿	楝科	<i>Toona ciliata</i> var. <i>pubescens</i>	II
75	长柄双花木	金缕梅科	<i>Disanthus cercidifolius</i> var. <i>longipes</i>	II	115	滇南风吹楠	肉豆蔻科	<i>Horsfieldia tetratepala</i>	II
76	银缕梅	金缕梅科	<i>Parrotia subaequalis</i>	I	116	云南肉豆蔻	肉豆蔻科	<i>Myristica yunnanensis</i>	II
77	喙核桃	胡桃科	<i>Annamocarya sinensis</i>		117	喜树	蓝果树科	<i>Camptotheca acuminata</i>	II
78	核桃	胡桃科	<i>Juglans regia</i>		118	珙桐	蓝果树科	<i>Davidia involucrate</i>	I
79	普陀樟	樟科	<i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	II	119	光叶珙桐	蓝果树科	<i>Davidia involucrate</i> var. <i>vilmoriniana</i>	I
80	润楠	樟科	<i>Machilus nanmu</i>	II	120	云南蓝果树	蓝果树科	<i>Nyssa yunnanensis</i>	I
81	舟山新木姜子	樟科	<i>Neolitsea sericea</i>	II	121	蒜头果	铁青树科	<i>Malania oleifera</i>	II
82	楠木	樟科	<i>Phoebe zhennan</i>	II	122	黄蝉兰	兰科	<i>Cymbidium iridioides</i>	
83	浙江楠	樟科	<i>Phoebe chekiangensis</i>	II	123	墨兰	兰科	<i>Cymbidium sinense</i>	
84	黑黄檀	豆科	<i>Dalbergia fusca</i>	II	124	莲瓣兰	兰科	<i>Cymbidium tortisepalum</i> <i>Cymbidium</i>	
85	降香	豆科	<i>Dalbergia odorifera</i>	II	125	春剑	兰科	<i>tortisepalum</i> var. <i>longibracteatum</i>	
86	格木	豆科	<i>Erythrophleum fordii</i>	II	126	暖地杓兰	兰科	<i>Cypripedium subtropicum</i>	
87	紫檀	豆科	<i>Pterocarpus indicus</i>	II	127	霍山石斛	兰科	<i>Dendrobium huoshanense</i>	
88	任豆	豆科	<i>Zenia insignis</i>	II	128	铁皮石斛	兰科	<i>Dendrobium officinale</i>	

续表 1

序号	中文名	科名	拉丁名	保护等级	序号	中文名	科名	拉丁名	保护等级
129	杏黄兜兰	兰科	<i>Paphiopedilum armeniacum</i>		169	海南石梓	马鞭草科	<i>Gmelina hainanensis</i>	II
130	同色兜兰	兰科	<i>Paphiopedilum concolor</i>		170	茴香砂仁	姜科	<i>Etilingera yunnanense</i>	II
131	白花兜兰	兰科	<i>Paphiopedilum emersonii</i>		171	漾濞槭	槭树科	<i>Acer yangbiense</i>	
132	紫纹兜兰	兰科	<i>Paphiopedilum purpuratum</i>		172	榆绿木	使君子科	<i>Anogeissus acuminata</i>	
133	麻栗坡兜兰	兰科	<i>Paphiopedilum malipoense</i>		173	盈江龙脑香	龙脑香科	<i>Dipterocarpus gracilis</i>	省 II
134	硬叶兜兰	兰科	<i>Paphiopedilum micranthum</i>		174	滇藏榄	山榄科	<i>Diploknema yunnanensis</i>	省 I
135	董棕	棕榈科	<i>Caryota urens</i>	II	175	西畴青冈	壳斗科	<i>Cyclobalanopsis sichourensis</i>	
136	龙棕	棕榈科	<i>Trachycarpus nana</i>	II	176	亮叶木莲	木兰科	<i>Manglietia lucida</i>	
137	黄连	毛茛科	<i>Coptis chinensis</i>		177	西双版纳粗榧	三尖杉科	<i>Cephalotaxus mannii</i>	
138	三角叶黄连	毛茛科	<i>Coptis deltoidea</i>		178	苏铁	苏铁科	<i>Cycas revoluta</i>	
139	云南黄连	毛茛科	<i>Coptis teeta</i>		179	云南苏铁	苏铁科	<i>Cycas siamensis</i>	
140	马尾树	马尾树科	<i>Rhoiptelea chiliantha</i>	II	180	蕤衣油杉	松科	<i>Keteleera evelyniana</i> Mast var. <i>pendula</i>	
141	大花香水月季	蔷薇科	<i>Rosa odorata</i> var. <i>gigante-an</i>		181	灰岩红豆杉	红豆杉科	<i>Taxus calcicola</i>	
142	香果树	茜草科	<i>Emmenopterys henryi</i>	II	182	云南红豆杉	红豆杉科	<i>Taxus yunnanensis</i>	
143	川黄檗	芸香科	<i>Phellodendron chinense</i>	II	183	鸡毛松	罗汉松科	<i>Podocarpus imbricatus</i>	
144	红河橙	芸香科	<i>Citrus hongheensis</i>		184	长叶竹柏	罗汉松科	<i>Podocarpus fleuryi</i>	
145	富民枳	芸香科	<i>Poncirus polyandra</i>		185	海南坡垒	龙脑香科	<i>Hopea hainanensis</i>	
146	伞花木	无患子科	<i>Eurycorymbus cavaleriei</i>	II	186	羯布罗香	龙脑香科	<i>Dipterocarpus turbinatus</i>	
147	龙眼	无患子科	<i>Dimocarpus longan</i>		187	榉木	壳斗科	<i>Fagus sylvatica</i>	
148	野生荔枝	无患子科	<i>Litchi chinensis</i> var. <i>euspontanea</i>		188	铁力木	藤黄科	<i>Mesua ferrea</i>	
149	紫荆木	山榄科	<i>Madhuca pasquieri</i>	II	189	香樟	樟科	<i>Cinnamomum camphora</i>	
150	广西火桐	梧桐科	<i>Erythropsis kwangsiensis</i>	II	190	普文楠	樟科	<i>Phoebe puwenensis</i>	
151	蝴蝶树	梧桐科	<i>Heritiera parvifolia</i>	II	191	云南红豆	豆科	<i>Ormosia yunnanensis</i>	
152	景东翅子树	梧桐科	<i>Pterospermum kingtungense</i>	II	192	红花木莲	木兰科	<i>Manglietia insignis</i>	
153	长果安息香	安息香科	<i>Changiosyrax dolichocarpa</i>	II	193	香籽含笑	木兰科	<i>Micheliahedysperma</i> Law	
154	秤锤树	安息香科	<i>Sinojackia xylocarpa</i>	II	194	石斛	兰科	<i>Dendrobium nobile</i> Lindl	
155	显脉金花茶	山茶科	<i>Camellia euphlebia</i>		195	金钗石斛	兰科	<i>Dendrobium nobile</i>	
156	云南金花茶	山茶科	<i>Camellia fascicularis</i>		196	束花石斛	兰科	<i>Dendrobium chrysanthum</i>	
157	凹脉金花茶	山茶科	<i>Camellia impressinervis</i>		197	叠鞘石斛	兰科	<i>Dendrobium deneanum</i>	
158	小花金花茶	山茶科	<i>Camellia micrantha</i>		198	白芨	兰科	<i>Bletilla striata</i>	
159	金花茶	山茶科	<i>Camellia nitidissima</i>		199	小白及	兰科	<i>Bletilla formosana</i>	
160	平果金花茶	山茶科	<i>Camellia pingguoensis</i>		200	绒毛番龙眼	无患子科	<i>Pometia tomentosa</i>	
161	顶生金花茶	山茶科	<i>Camellia pingguoensis</i> var. <i>terminalis</i>		201	云南沉香	瑞香科	<i>Aquilaria yunnanensis</i>	
162	毛瓣金花茶	山茶科	<i>Camellia pubipetala</i>		202	云南石梓	马鞭草科	<i>Gmelina arborea</i>	
163	(野生)茶	山茶科	<i>Camellia sinensis</i>		203	八蕊单室茱萸	山茱萸科	<i>Mastixiaeuonyoides</i>	
164	猪血木	山茶科	<i>Euryodendron excelsum</i>		204	山红树	红树科	<i>Pellacalyx yunnanensis</i>	
165	土沉香	瑞香科	<i>Aquilaria sinensis</i>	II	205	云南七叶树	七叶树科	<i>Aesculus wangii</i>	
166	滇桐	椴树科	<i>Craigia yunnanensis</i>	II	206	大果人面子	漆树科	<i>Dracontomelon macrocarpum</i>	
167	海南椴	椴树科	<i>Hainania trichosperma</i>	II	207	山桂花	刺篱木科	<i>Bennettiodendron leprosipes</i>	
168	长序榆	榆科	<i>Ulmus elongata</i>	II	208	箭毒木	桑科	<i>Antiaris toxicaria</i>	

注:表中序号 1~170 号为国家规定调查物种;170~176 号为云南省补充调查物种;177~208 号为未存在于名录中的调查物种。

根据《全国重点保护野生植物资源调查工作大纲》和《全国重点保护野生植物资源调查技术规程》,调查工作以县级行政区域为基本调查单元,调查范围涉及云南全省,共有129个县级行政区域。

1.2 野生植物人工培植现状

1.2.1 人工培植物种的种类组成

根据对调查结果(表1)的统计,云南省共有人工培植的重点野生植物64科208种,其中蕨类植物5科8种,裸子植物8科49种,被子植物51科151种,人工培植的植物种类以被子植物为主。

人工培植的重点野生植物属国家Ⅰ级重点保护野生植物的有41种,属国家Ⅱ级重点保护野生植物的有85种,属云南省重点保护野生植物的有2种^[3];列为调查物种的有176种,占调查物种总数(329种)的53.50%;未列为调查物种的有32种。列为调查物种的176种中,属全国调查物种的有170种,占同类调查物种总数(313种)的54.31%;属云南省增加的调查物种有6种,占同类调查物种总数(16种)的37.50%;属极小种群野生植物的有48种^[4],占调查名录中同类调查物种总数(190种)的25.26%,其中属云南省有野生资源分布的极小种群野生植物的有39种,占云南省极小种群野生植物总数(62种)的62.90%。在还未进行人工培植的云南省极小种群野生植物中,滇桐、萼翅藤、藤枣、鹅掌楸等物种都是在云南省多年未发现的野生个体、原存在已知分布点但已经消失的物种。

1.2.2 人工培植物种的分布

调查发现,云南省重点保护野生植物中可人工培植的有208个物种,主要分布在云南省的83个县级行政区,分别是昆明、楚雄、玉溪、红河、文山、普洱、西双版纳、大理、保山、德宏、丽江、怒江、迪庆和临沧14个州(市)83个县级行政区^[4-5]。人工培植野生植物种类最多的是昆明市盘龙区,共有156种;其次是中国科学院昆明植物研究所,共有149种,占人工培植物种总数的71.63%;云南省林业科学院昆明树木园,共有37种,占人工培植物种总数的17.79%;景洪市,共有49种,占人工培植物种总数的23.56%;金平县,共有16种,占人工培植物种总数的7.69%。其他各县(区),人工培植物种10~15种的有4个县(区),人工培植物种5~9种的有12个县(区),人工培植物种2~4种的有32个县(区),人工培植物种1种的有31个县(区)。

1.2.3 人工培植物种的面积和数量

调查发现,云南省重点野生植物人工培植总面

积13 511.998 1 hm²。培植面积大于100 hm²的物种有12种,分别是银杏、红椿、红豆杉、喜马拉雅红豆杉、南方红豆杉、云南红豆杉、喜树、金铁锁、董棕、云南黄连、白芨、石斛,以董棕、石斛等的培植面积最大,培植面积超过1 000 hm²;培植面积小于1 hm²的有149种。

重点野生植物人工培植物种总株数超81 583万株。栽培株数大于1 000株的有82种,占人工培植物种总数的39.42%;小于100株的有92种,占人工培植物种总数的44.23%;小于10株的有57种,占人工培植物种总数的27.40%;仅有1株的有10种,占人工培植物种总数的4.81%。

1.2.4 人工培植物种的种源来源

种源来源分为本场培育、野外采集和境外引进3种情况。在云南省208种人工培植重点保护植物中,种源来源大多兼有上述类型的2~3类,其中包含有来源于本场培育的有48种,占人工培植物种总数的23.08%;包含有来源于野外采集的有186种,占人工培植物种总数的89.42%;包含有来源于境外引进的有92种,占人工培植物种总数的44.23%。但本次调查中来源于境外引进的物种很多是指种源来源于本县级行政区域以外。有较多种类的人工培植物种种源来源于野外采集,对野生资源的保护和保存构成一定威胁。

1.2.5 人工培植物种的培植目的

1) 以迁地保护为目的的物种培植状况

调查初步查明,在云南省人工培植的208个植物中,有153种主要以迁地保护为目的或包含有以迁地保护为目的,占云南省人工培植物种总数的73.56%。从人工培植物种的株数和面积看,曾经栽培但已死亡,其株数为0的有7种,培植株数仅有1株的有10种,2~10株的有44种,11~100株的有31种,101~500株的有13种,501~1 000株的有8种,1 001~10 000株的有20种,10 001~100 000株的有9种,大于10万株的有11种;栽培面积小于等于1 hm²的有127种,栽培面积1~5 hm²的有9种,5~10 hm²的有4种,10~100 hm²的有4种,100~1 000 hm²的有1种,大于等于1 000 hm²的有1种。培植总面积为5 616.889 hm²,栽培总株数为24 089 715株。

2) 以社会、生态效益为目的的物种培植情况

主要以社会、生态效益为目的或包含有以社会、生态效益为目的的人工培植物种有38种,占云南省人工培植物种总数的18.27%。从人工培植的株数和

面积看, 培植株数 1~10 株的有 2 种, 11~100 株的有 2 种, 101~500 株的有 10 种, 501~1 000 株的有 2 种, 1 001~10 000 株的有 8 种, 10 001~100 000 株的有 8 种, 大于 10 万株的有 6 种; 栽培面积小于等于 1 hm^2 的有 24 种, 栽培面积 1~5 hm^2 的有 6 种, 5~10 hm^2 的有 2 种, 10~100 hm^2 的有 2 种, 100~1 000 hm^2 的有 3 种, 大于等于 1 000 hm^2 的有 1 种。培植的总面积达到 3 574. 362 hm^2 , 栽培的总株数为 35 665 681 株。

3) 以经济利益为目的的物种培植情况

主要以经济利益为目的或包含有以经济利益为目的物种有 46 种, 占云南省人工培植物种总数的 22. 12%。人工培植总面积 7 529. 871 6 hm^2 , 培植总株数达 71 915 万余株, 年销售总收入达 16 650. 06 万元, 总产值已达 29 938. 93 万元, 年利税 305. 42 万元, 其中已形成规模栽培和产生较高产值的物种有银杏、喜马拉雅红豆杉、金铁锁、董棕、多种石斛等, 主要是具有保健、药用、珍费用材等方面用途的人工培植物种。这些物种的规模栽培不仅取得了较好的经济效益, 同时也带来了良好的社会、生态效益。

2 分析评价

2.1 人工培育种类少

云南省人工培植的国家重点保护野生植物共有 87 种, 占国家调查总种数 313 种的 27. 80%^[2]。人工培植物种除水杉、羯布罗香、青梅、铁皮石斛、霍山石斛和土沉香等 6 个种从外地引种外, 其余均是由云南本土物种所驯化。云南省有国家规定的调查物种 74 种, 占调查物种总种数的 55. 64%; 云南省增加调查物种有 7 种, 占调查物种总种数的 41. 18%。其中, 云南省已进行贸易的国家重点保护野生植物有红椿、毛红椿、云南黄连、合果木、铁皮石斛、霍山石斛等 6 种, 占调查物种总种数的 6. 90%, 比例较小。

2.2 以迁地保护为主

云南省可人工培植的 208 种重点保护野生植物物种中, 有 45 种以迁地保护为培植目的, 有 15 种以社会、生态效益为培植目的, 有 27 种以经济利益为培植目的, 这反映出云南省人工培植的重点保护野生植物大多以迁地保护和社会、生态效益为目的, 以经济利益为目的的培植种类相对较少。

2.3 人工培植物种规模小

多数人工培植物种的株数少, 不成规模, 而且真正被利用的物种少。目前, 有 37 种植物的培植面积

小于 0. 1 hm^2 , 有 8 种植物的培植面积小于 1 hm^2 ; 有 23 种植物培植株数小于 100 株, 如伯乐树、华盖木、白豆杉等^[2]。若以 GB/T 14072-1993 林木种质资源保存原则与方法中的每种保存数量不少于 100 株的标准看, 未达到国家迁地保护保存数量标准的云南省人工培植国家重点保护野生物种有 23 种, 占物种总种数的 26. 44%。若以培植株数在 10 000 株以上规模的物种方可实现利用, 那么, 已利用的国家重点保护野生植物物种很少, 只有云南红豆杉、红椿、凹叶厚朴、厚朴、合果木、云南黄连、兰科类、苏铁类等 22 种, 占物种总种数的 25. 29%。总体来看, 云南省形成规模化培植的物种较少, 大部分处在人工培植推广和发展阶段。

2.4 资源利用率低

云南省进行贸易的 7 种国家重点保护野生植物中, 所砍伐的木质产品均以原木用作建筑用材, 所采集的非木质产品均为可直接利用的中药材或保健品。

2.5 培植地域分布不均

云南省可人工培植的物种 208 个, 主要分布在全省的 83 个县级行政区, 主要分布在昆明、楚雄、玉溪、红河、文山、普洱、西双版纳、大理、保山、德宏、丽江、怒江、迪庆和临沧等 14 个州(市), 但以昆明、版纳、保山、德宏 4 个州(市)培植的物种较多^[2]。以迁地保护为培植目的的物种主要分布在昆明植物园、昆明树木植物园、西双版纳热带植物园、西双版纳南药园、三江植物园、元谋干热河谷植物园、瑞丽珍稀植物园、西双版纳热带花卉园 8 个植物园或树木园, 位于昆明、西双版纳、普洱、德宏、楚雄、丽江等 6 个州(市), 在地理位置上作为云南省的滇南、滇中、滇西南和滇西北、滇东南、滇东北的迁地保护培植场所, 从全省重点保护植物就地和迁地保护仍存在着空缺。

2.6 来源于野外采集的培植物种较多

云南省 87 种人工培植物种中, 仅有 6 种属省外引进, 余下 81 个物种的种源来源以野外采集为主, 少部分来源于本场培植和境外引进, 占物种总种数的 93. 10%^[2]。而且本次调查物种来源于境外引进的多指种源来源于本县级行政区域以外, 不少从其他县域采购的种源都来源于野外采集。在一些兰科植物的主要分布县进行调查时, 发现人工繁育的种苗存在供不应求现象, 很大部分的种源来源于野外采集。

2.7 深加工产业发展滞后

本次调查发现,全省可加工利用的植物有15种,占调查物种总种数的4.79%,占云南省现有培植物种总数的17.24%。15种植物中只有合果木、润楠、紫檀、黑黄檀、石斛类、兰科类、金丝楠、云南沉香、土沉香等物种有深加工产品生产^[2]。

3 存在问题

3.1 野生资源过度采集利用问题严重

野生植物资源的开发和利用结构不合理,过度或破坏性砍伐和采集问题严重。市场经济冲淡了物种种质资源保护意识,利用性高的物种成为被过度或破坏性盗伐或采集的对象,导致资源量迅速枯竭,降低了森林物种多样性,进而导致野生植物生境退化。

3.2 人工培植资源培育滞后

野生植物永续利用的唯一途径是大力开展人工培植。在云南省重点保护野生植物的开发利用过程中,由于过度追求短期经济效益,对野生植物后续资源的培育不够重视,加之受市场供求关系的影响较大,人工引驯栽培技术薄弱等问题,导致野生转人工培植工作严重滞后。此外,目前各种用途物种苗木生产基地规模小,种类较单一,质量不高,无法满足大面积推广和栽培的需要。部分野生植物的栽培总数量虽然达到了一定规模,但呈零星分散,产量低、不稳定,收购运输成本高,且品质差或不均一,在一定程度上制约了产品的深加工与利用。

3.3 基础研究薄弱

针对云南省重点保护野生植物在人工培植、开发利用、保护等方面的基础研究十分薄弱,特别是物种生物学、生态学特性、品种、化学成分、利用价值等方面的研究有待加强,大部分的重点保护植物物种未进行过相关研究,对这些物种的认识还停留在粗浅的感官认知水平,导致目的物种缺乏有效保护。目前,除少数大宗的药用植物外,人工引种驯化、繁育栽培技术、模式栽培或标准化生产等研究几乎空白,自由、分散的经营方式,不利于大面积推广应用目的物种的栽培管理技术。此外,重点保护野生植物的加工利用环节、新产品、新技术的研发等基础研究处于初级阶段,主要体现在单一性研究较多,综合利用和多层次利用研究不够,缺乏高科技含量、高附加值产品,许多重点保护野生植物的真正价值、资源潜力未得到充分挖掘。

3.4 野生植物的人工培植利用缺乏统一规划

政府及相关部门对野生植物的开发利用缺乏全面的、科学的、统一的具体发展规划或目的物种的专项指导发展实施方案^[1]。由于重点保护野生植物人工培植利用发展未制定总体发展目标和分阶段具体目标,未落实发展引导和保障措施与政策,导致区域人工栽培资源结构不合理,产品类型单一,缺乏特色资源,未能充分发挥地区的野生植物资源和自然环境的环境优势也是导致大量重点保护野生植物资源遭受破坏的原因之一。

3.5 人工培植利用投入严重不足

植物人工培植利用是减缓人类对野生植物资源的依赖,保护野生植物资源的重要手段。但从当前对重点保护野生植物人工培植利用的投入来看,却与其重要的地位完全不相匹配。由于资金缺乏,基础设施建设滞后,仅以植物园、以经济为主要收益的民营企业为主,严重制约了重点保护野生植物人工培植利用的开展。

4 对策与建议

4.1 加强对野生植物人工培植的监督管理

由于云南省的野生植物人工培植产业起步较晚,很多物种的栽培技术尚不成熟,生产、运输、经营等秩序比较混乱,而且还存在私自采集重点保护野生植物资源等违法行为。有关部门应从采集、引种、栽培、采伐(采集)、加工、运输、经营等环节制定相关的法律法规、管理办法,实行许可证制度,各相关部门要协同推进监督管理。通过行政手段,引导市场健康发展,鼓励合法栽培和经营,达到合理开发利用资源的目的。建议对资源消耗量大于生长量的野生植物物种或野生资源极少的物种(如极小种群野生植物)^[3,5],应禁止一切野外采集;对人工培植企业进行适当引导,尽可能扶持大型的、人工栽培基地较大的、有一定科研能力的且技术比较成熟的产业或具有较大农村推广潜力的产业。

4.2 加大对野生植物人工培植产业的扶持

近年来,云南省野生植物人工培植产业发展较快,一些重点保护野生植物的培植产业已形成并初具规模,各级政府和有关部门应重视并加大对合理开发利用野生植物的人工培植产业的扶持^[1]。一些已经规模化栽培的人工培植产业,如西双版纳、保山、德宏的铁皮石斛、霍山石斛、文山州的三七和勐腊县的云南沉香人工培植产业,不仅具有较高的经济效益,是当地农民脱贫致富的主要途径,而且栽培

技术成熟,大量推广栽培能够减轻对野生资源的保护压力,从而带来良好的社会、生态效益。

4.3 加大对野生植物人工培植利用基础研究的投入

野生植物无法规模化人工培植的主要原因之一就是繁育技术无法取得突破。建议国家和地方有关部门加大对重点保护野生植物人工培植技术基础研究的投入,包括加强各部门和科研单位之间的合作、加大资金投入等政策和经费措施。结合野生植物迁地保护的区域空缺^[3],建立重点保护野生植物种质保护基地,开展重点保护植物和其他珍稀濒危植物的迁地保护和繁育技术研究,为人工培植提供优质种苗和技术。另外,应加大对一些具有开发利用潜力,特别是已规模化栽培的物种的加工利用技术研究^[1],尤其是深加工技术的研究,为野生植物加工利用产业发展提供技术保障。

4.4 扩大野生植物人工培植利用宣传

为切实保护好重点保护野生植物资源及其生境,依托植物园、人工培育基地等现有的基础设施,采用电视、专题片、互联网等方式,对人工培育成功的重点野生植物物种进行宣传,普及重点野生植物

的保护知识和人工培育技术,引导全社会从以利用野生资源向人工培育物种的意识转变,提高全社会共同参与保护重点野生植物资源的自觉性和积极性。

参考文献:

[1] 国家林业局. 中国重点保护野生植物资源调查[M]. 北京:中国林业出版社,2009:175-179.

[2] 郑进烜. 云南省第二次重点保护野生植物资源调查报告[R]. 昆明:云南省林业和草原局,2009:1-5.

[3] 李玉媛,司马永康,方波,等. 云南省国家重点保护野生植物资源的现状与评价[J]. 云南植物研究,2003,25(2):181-191.

[4] 郑进烜,华朝朗,陶晶,等. 云南省极小种群野生植物拯救保护现状与对策研究[J]. 林业调查规划,2013,38(4):61-66.

[5] 匡云. 野生植物资源开发利用现状与发展分析[J]. 绿色科技,2017(23):110-111.

责任编辑: 陈旭

校 对: 许易琦 陈旭

(上接第 94 页)

参考文献:

[1] 国家林业局. 中国林业五十年(1949-1999)[M]. 北京:中国林业出版社,1999.

[2] 张守功. 林业发展中的创新与传承[C]//广东省林学会成立 90 周年纪念暨学术研讨会,2019.

[3] 诺尔金,孙旭,斯庆毕力格. 鄂尔多斯市森林资源现状分析与评价[J]. 内蒙古林业科技,2011,37(2):46-50.

[4] 姜萍,于德永,董百丽,等. 露水河林业局森林资源类型与结构变化[J]. 生态学杂志,2007,26(5):634-638.

[5] 石春娜,王立群. 我国森林资源质量变化及现状分析[J]. 林业科学,2009,45(11):90-97.

[6] 新华社. 中共中央、国务院印发《国有林场改革方案》和《国有林区改革指导意见》[EB/OL]. (2015-03-17) [2018-03-01]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2838162.htm.

[7] 国家林业局. 国有林场管理办法[Z]. 2011.

[8] 刘泰山. 一个珠三角林场的坚守与进击[N]. 人民日报,2018-7-13(16).

[9] 王湘龙. 广东省第四次森林资源二类调查主要结果分析[J]. 林业与环境科学,2020,36(1):73-77.

[10] 彭达. 森林生态功能等级划分标准的探讨[J]. 林业建设,2005(5):5-8.

[11] 中共广东省委,广东省人民政府. 国有林场改革实施方案[EB/OL]. (2018-07-13) [2021-01-01]. http://zwgk.gd.gov.cn/006939916/201510/t20151019_623723.html.

[12] 米明福. 基于国有林场改革的广东省国有林场森林资源经营管理研究[J]. 林业与环境科学,2018,34(4):105-109.

责任编辑: 许易琦

校 对: 陈旭 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.030

新《森林法》中保护优先理念应用分析

任军战,赵楠,党琼洁,卫亚亚,王斌
(济源市林业局,河南 济源 459000)

摘要:已通过修订的新《森林法》,与原《森林法》相比,全方位体现了保护优先的理念。新《森林法》提升了保护的地位,将天然林保护、古树名木、公益林、自然保护地、有害生物、临时占用林地恢复等内容列入了保护,扩大了保护范围,增加了与管护相关的条款,强化了保护中森林资源权利人的利益保障,明确了国家、地方政府、各级林业部门在森林资源保护中的责任,规定了社会大众、森林资源所有者、经营者应履行的保护义务,为未来生态保护和建设指明了方向。

关键词:保护优先理念;森林法;林业主管部门;森林资源

中图分类号:S76;DF463 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0173-04

引文格式:任军战,赵楠,党琼洁,等.新《森林法》中保护优先理念应用分析[J].林业调查规划,2021,46(6):173-176. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.030

REN Junzhan, ZHAO Nan, DANG Qiongjie, et al. Application of Concept of Protection Priority in New *Forest Law of the People's Republic of China*[J]. *Forest Inventory and Planning*, 2021, 46(6):173-176. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.030

Application of Concept of Protection Priority in New *Forest Law of the People's Republic of China*

REN Junzhan, ZHAO Nan, DANG Qiongjie, WEI Yaya, WANG Bin
(Jiyuan Forestry Bureau, Jiyuan, Henan 459000, China)

Abstract: The revised *Forest Law of the People's Republic of China* comprehensively embodies the concept of protection priority compared with the original forest law. The new forest law has promoted the status of protection, included the protection of natural forests, old and notable trees, public welfare forests, nature reserves, pests and restoration of temporarily occupied forest lands, expanded the scope of protection, added provisions related to management and protection, guaranteed the interests of forest resource rights holders, defined the responsibilities of the state, local governments and forestry authorities, stipulated the obligations of the public, forest resource owners and operators, pointing out the direction for future ecological protection and construction.

Key words: protection priority concept; *Forest Law of the People's Republic of China*; forestry authorities; forest resources

十三届全国人大常委会第十五次会议于 2019 年 12 月 28 日审议通过了新修订的《中华人民共和

国森林法》(以下简称《森林法》),已于 2020 年 7 月 1 日起正式施行。修订后的新《森林法》,与 1998 年

收稿日期:2021-01-04.

第一作者:任军战(1974-),男,河南济源人,高级工程师.主要从事营造林、天然林保护、公益林管理、退耕还林等.

修正后的《森林法》相比,对多个方面、多项内容进行了优化、调整、补充。总体结构方面,章节从 7 章增加到了 9 章,总则、森林保护、法律责任、附则维持不变,森林经营管理与森林采伐合并为经营管理,植树造林调整为造林绿化,新增加了森林权属、发展规划、监督检查 3 章内容,正文从 6 356 字增加到 9 902 字,内容也更丰富,更符合时代需要。全文不仅把绿水青山就是金山银山的理念贯穿始终,还把保护优先的立法原则突显在林业建设的各个方面。本文着重分析新《森林法》全方位、多维度重视保护、提升保护地位,为生态建设保驾护航。

1 体现了保护在生态文明建设中的重要地位

1.1 大幅增多了与保护相关的内容

新《森林法》中,保护一词从 27 次增加到了 63 次,其中森林资源保护 16 次,森林保护 7 次,生态保护 5 次,保护区 5 次,保护修复 4 次,公益林保护、法律保护、依法保护、保护利用、天然林保护、自然保护地、野生动植物保护、保护森林各 1 次,相对单独使用 18 次。生态保护、公益林保护、保护利用、天然林保护、自然保护地、保护修复是首次出现在《森林法》中。森林保护章节从 7 条增加到 14 条,文字从 959 字增加到 1 741 字。总则 13 条,其中 10 条出现保护一词,并始终把保护放在“保护、培育、利用”的第一位。

1.2 丰富了保护的思想、原则、目标

新《森林法》全面贯彻了习近平生态文明思想,把绿水青山就是金山银山理念作为整个《森林法》的思想灵魂,以敬重自然,保护优先,促进经济社会发展可持续发展为原则,将保障森林资源安全,培育功能完备的森林生态系统,实现森林资源、森林环境的永续利用,造福全人类作为最终目标^[2]。

1.3 将保护列入了本法适用范围

在规定本法适用范围的第二条中,将原来的“从事森林、林木的培育种植、采伐利用”^[1]修改为“从事森林、林木的保护、培育、利用”^[2],直接把保护列入,同时利用的范围也更加广泛,不再局限于采伐利用。

1.4 提升了国家层面在管护方面的责任和义务

首次以法律的形式,规定了国家对森林资源保护发展实行目标责任制以及考核评价制度,明确了各级人民政府在森林资源保护发展中应当承担的责任和义务^[2]。第四章森林保护前 5 条,即第二十八至三十二条,规定了从国家层面承担的保护义务和责任:国家要加强森林资源的保护,对天然林实行全

面保护制度^[2];中央和地方财政要分别安排专项资金,用于公益林的保护、管理以及集体和个人所有公益林权利人的经济补偿等;国家将通过政策、资金等形式全方位支持重点林区的转型发展和森林资源保护修复,支持生态脆弱地区森林资源的保护修复;国家将建立以国家公园为主体的自然保护地体系,包括在不同自然地带的典型森林生态地区、珍贵动物和植物生长繁殖林区、天然热带雨林区和具有特殊保护价值的其他天然林区^[2]。

2 扩大了保护的范围

新《森林法》首次将天然林保护、古树名木、公益林、自然保护地、有害生物、临时占用林地恢复等内容列入了保护范围。

2.1 天然林保护

第三十二条规定,国家将对天然林实行全面保护,对天然林采伐进行严格限制,对天然林管护的能力进行加强和提升,对天然林资源进行保护、修复,从而达到逐步提高天然林生态功能的最终目的,同时,还授权由国务院制定天然林保护的具体办法^[2]。天然林是森林生态系统的主体和精华,是生物多样性最丰富、功能最完善、生态系统最稳定的陆地生态系统,国家实施的天然林保护工程,取得了巨大成效,这次将天然林全面保护正式以法律形式固定下来,为天然林保护条例出台及其成为生态文明建设中一项具有根本性、全局性、关键性的常态化、长期化重大任务提供了法律基础^[5]。

2.2 古树名木保护

古树名木是一种历史文化的象征,是一个区域树种适应性最经得起考验的表达形式,对选择区域性适生树种具有重要的指导和现实意义。新《森林法》第四十条,将保护古树名木和珍贵树木首次列入森林法,将持续推动古树保护工作再上新台阶。

2.3 公益林保护

第四十九条规定:“国家对公益林实施严格保护”。在第六章经营管理中,第四十七至四十九条以及第五十五条第一款,共用了 679 字定义公益林的概念,明确了划分依据,详细规定了区划、调整、补偿、保护、利用、采伐等内容,把公益林的管理提高到了一个前所未有的高度,并通过法律形式固定下来。

2.4 自然保护地

将原《森林法》中“划定自然保护区,加强保护管理”修改为“建立以国家公园为主体的自然保护

地体系,加强保护管理”^[2],延伸了自然保护区的范围,扩大为自然保护地体系,包括国家公园、自然保护区、自然公园等^[3]。

2.5 有害生物防治

在原《森林法》中,只有第二十二条是关于森林病虫害的,病虫害一词也只出现1次。新《森林法》不仅将病虫害改为有害生物,而且在全文中出现了14次。

2.6 临时占用林地的恢复

第三十八条不仅规范了临时使用林地的批准部门是县级以上人民政府林业主管部门,使用期限一般不超过二年,使用时不得修建永久性建筑物,还明确了恢复的时限和要求,用地单位或者个人在使用期满后一年内,应当恢复植被和林业生产条件^[2]。

2.7 移植树木

首次明确移植树木需要办理手续,第五十六条规定:“采挖移植林木按照采伐林木管理”。

3 增加了与管护相关的条款

管护即管理及保护,是保护森林资源最重要的手段。新《森林法》为丰富管护方式,提升管护能力提供了保障。

新《森林法》中新增了“管护”一词,并在相关条款中出现了6次,分别是:第二十条规定林木的营造单位应当履行“管护”责任;第三十二条规定天然林的“管护”能力建设应当加强;第四十一条规定各级人民政府应当应用先进适用的科技手段,提高森林防火、林业有害生物防治等森林“管护”能力,同时规定,各有关单位要加强森林资源的“管护”^[2];第四十四条规定国家鼓励公民可以通过抚育“管护”、认养认建等方式参与到造林绿化中来^[2];第五十三条规定国有林业企事业单位在编制森林经营方案时应当明确“管护”的经营措施^[2]。

4 强化了保护中森林资源权利人的利益保障

新《森林法》充分考虑了森林保护和民生保障的关系,尽最大可能减轻林农负担,保障林农利益,增加林农收入,调动林农参与保护的积极性和主动性。

4.1 取消了育林费征收和木材运输许可制度

新《森林法》中取消了征收育林费专门用于造林育林和林区运出木材必须持有运输证件两项内容,育林费征收和木材运输证许可进入历史,减轻了林农负担。

4.2 对占用林地进行合理补偿

新《森林法》中第二十一条规定,为了生态保护、基础设施建设等公共利益的需要,确需征收、征用林地、林木的,应当依照有关法律、法规的规定办理审批手续,并给予公平、合理的补偿^[2],原《森林法》中只规定由用地单位依照国务院有关规定缴纳森林植被恢复费即可^[1],增加了公平、合理补偿的内容。

4.3 缩小了禁止放牧的范围

新《森林法》规定禁止在幼林地砍柴、毁苗、放牧,与原《森林法》规定相比,缩小了禁牧范围,不再禁止在特种用途林内放牧。

4.4 把森林生态效益补偿上升为制度

原《森林法》只规定了国家要设立森林生态效益补偿基金,用于防护林和特种用途林的森林资源、林木保护和管理等,授权国务院出台有关具体办法^[1]。新《森林法》第七条进行了更明确的规定,不仅将生态补偿确定为国家制度,还明确了补偿方式、资金来源、协商机制。

5 强化了政府、公民和林农的保护责任

5.1 规定了地方人民政府和林业主管部门的责任和义务

第四条明确将森林资源保护发展目标和森林防火、重大林业有害生物防治等3项工作完成情况列入对政府进行考核的范围,公开考核结果,并明确地方人民政府可以根据本行政区域森林资源保护发展的需要,建立林长制^[2]。第十二条规定,各级人民政府还应当加强森林资源保护的宣传教育和知识普及工作,提高各级干部群众生态保护意识^[2]。第三章发展规划中共5条,其中4条是规定县级以上人民政府与保护有关的责任和义务。第二十三条、第二十四条规定:县级以上人民政府应当将森林资源保护和林业发展纳入国民经济和社会发展规划;应当落实国土空间开发保护要求,合理规划森林资源保护利用结构和布局,制定森林资源保护发展目标^[2]。第二十五条、第二十六条规定:县级以上人民政府林业主管部门应当根据森林资源保护发展目标,编制林业发展规划;可以结合本地实际,编制林地保护利用、造林绿化、森林经营、天然林保护等相关专项规划^[2]。第三十五条规定重大林业有害生物灾害防治实行地方人民政府负责制^[2]。

5.2 规定了林业部门监督检查的责任

为确保林业主管部门依法行政,新增加“监督

检查”一章,重点规定了县级以上人民政府林业主管部门依法履行对森林资源保护等进行监督检查、违法查处的权利,细化了监督检查制度,增加了查封、扣押等行政强制措施^[4],并赋予其可以通过向法院对破坏森林资源提起诉讼进行索赔等权利。

5.3 规定了公民、所有者、经营者的义务

第十条规定,每个公民应尽植树造林、保护森林的义务^[2]。第十五条、十六条规定:森林、林木、林地的所有者和使用者,对森林、林木、林地可以合理地利用,并从中获得合法收益,但还必须尽到依法保护的责任和义务;同时,从事林业经营活动者,需要为国有森林资源稳定增长,森林生态功能提高履行保护、培育的义务^[2]。

6 小结

新《森林法》不仅规定了各级政府强化保护森林资源的职责,也规定了各级政府加强森林资源保护宣传教育,提升全民自然保护意识的责任,更重要的是扩大了保护范围并赋予了对破坏森林资源行为进行惩戒的威慑性、强制性。因此,新《森林法》为

各级领导、全社会树立尊重自然、顺应自然、敬畏自然、保护自然的理念,齐心协力,共同参与大保护提供了法律指引,也为培育稳定、健康、优质、高效的森林生态系统,构建人与自然和谐共处的生态环境,实现森林资源永续利用提供了强大的法律保障。

参与文献:

- [1] 中华人民共和国森林法(1998年修正)[EB/OL]. (2012-11-13). http://www.gov.cn/govweb/fwxx/content_2265088.htm.
- [2] 中华人民共和国森林法[EB/OL]. (2020-01-02). <http://m.people.cn/n4/2020/0102/c31-13554631.html>.
- [3] 唐芳林. 国家公园体制下的自然公园保护管理[J]. 林业建设, 2018(4): 1-6.
- [4] 常晓勇,尹建华,杨维雄. 浅析新《森林法》的修改[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(7): 64-65, 100.
- [5] 绿文. 把所有天然林都保护起来夯实建设美丽中国的根基——国家林业和草原局副局长李树铭解读《天然林保护修复制度方案》(摘要)[J]. 国土绿化, 2019(8): 9-11.

责任编辑: 杨竣熔

校 对: 张林艳 杨竣熔

(上接第 133 页)

- [8] 陈楷俊,陈菁,林卓宏,等. 广东省 A 级旅游景区空间结构及其影响因素研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(10): 63-71.
- [9] 徐涵,方叶林. 旅游扶贫重点村空间分布及产业特征——以安徽省为例[J]. 资源开发与市场, 2018, 34(11): 1587-1592.
- [10] 朱媛媛,周笑琦,陈四云,等. 中国乡村旅游重点村的空间分布与影响因素研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2020, 54(5): 874-881, 912.
- [11] 包乌兰托亚,马龙波. 山东省乡村旅游空间分布特征及优化对策研究[J]. 广东农业科学, 2020, 47(9): 141-152.
- [12] 吴必虎,黄琢玮,马小萌. 中国城市周边乡村旅游地空间结构. 地理科学, 2004, 24(6): 757-763.
- [13] 马斌斌,陈兴鹏,马凯凯,等. 中国乡村旅游重点村空间分布、类型结构及影响因素[J]. 经济地理, 2020, 40(7): 190-199.
- [14] 梁君,石璐. 珠江—西江经济带全域旅游空间分布特征及影响因素分析[J]. 广西社会科学, 2018(11): 87-91.
- [15] 张瑜,王鹏飞,童昀. 陕西省乡村旅游空间结构特征及

影响因素研究[J]. 科技视界, 2018(23): 97-98, 106.

- [16] 轩源. 旅游扶贫重点村空间分布特征及影响因素分析——以安徽省为例[J]. 石家庄学院学报, 2018, 20(3): 65-72.
- [17] 李强,章天成,杨立国. 乡村旅游资源空间分布特征及影响因素研究——以湖南省衡阳市为例[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2019, 44(11): 36-43.
- [18] 田晴. 湖南乡村旅游点空间分布特征及影响因素研究[D]. 长沙:湖南师范大学, 2019.
- [19] 张芙蓉,王柳. 山西省 AAA 级乡村旅游示范村空间分布特征及影响因素研究[J]. 山西农经, 2020(14): 1-6.
- [20] 陈慧媛. 湖北省乡村旅游地空间格局演变特征及影响机理[D]. 上海:华中师范大学, 2020.
- [21] 朱竑,陈晓亮. 中国 A 级旅游景区空间分布结构研究[J]. 地理科学, 2008(5): 607-615.
- [22] 林丹,周向丽,程叶青,等. 海南岛乡村旅游资源点空间格局及影响因素[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2020, 33(3): 307-317.

责任编辑: 许易琦

校 对: 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.031

云南省乡村绿化状况分析评价及建议

洪焰泉,赵书学,资权伟,陈刚,陈林,彭聿

(云南省林业调查规划院生态分院,云南昆明 650031)

摘要:2020年云南省林业和草原局组织开展全省乡村绿化状况调查。文中对乡村绿化取得的成效进行总结,对不同行政村、行政区、及不同类型行政村的村庄绿化覆盖率进行统计分析,对村庄绿化特点进行评价。结果表明,云南省村庄绿化覆盖整体水平较高,但各地差异较大,村庄内部绿化覆盖水平普遍偏低,绿色底子好,开发潜质佳,乡村绿化受多因素影响,具有不稳定性。分析评价认为,乡村绿化尚存在着缺乏扶持资金,缺乏科学规划,群众自觉参与意愿不强等问题。藉此,提出全面部署乡村绿化美化任务、科学编制“十四五”林草发展规划、加大资金和政策扶持、激发群众的积极性主动性、建立乡村绿化状况常态化监测机制等建议。

关键词:乡村绿化;绿化覆盖率;乡村振兴;特色经济林;云南省

中图分类号:S731.7;F316.23 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0177-07

引文格式:洪焰泉,赵书学,资权伟,等. 云南省乡村绿化状况分析评价及建议[J]. 林业调查规划,2021,46(6):177-183.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.031

HONG Yanquan, ZHAO Shuxue, ZI Quanwei, et al. Evaluation and Suggestions on Rural Greening in Yunnan Province [J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 177-183. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.031

Evaluation and Suggestions on Rural Greening in Yunnan Province

HONG Yanquan, ZHAO Shuxue, ZI Quanwei, CHEN Gang, CHEN Lin, PENG Yu

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

Abstract: Based on the investigation of the rural greening status in Yunnan Province in 2020, this paper summarized the achievements of rural greening, statistically analyzed the greening coverage of different administrative regions and administrative villages, and evaluated the characteristics of village greening. The results showed that the overall greening coverage of village in Yunnan was high, but varied wildly among different regions. The inner greening coverage of village was generally low but with good green foundation and development potential. Rural greening was unstable and affected by many factors. The analysis and evaluation found that there were some problems in rural greening, such as lack of support funds and scientific planning, and weak willingness of the masses to consciously participate. Therefore, this paper suggested to comprehensively deploy the task of rural greening and beautification, scientifically compile the 14th Five-Year Plan for the forest and grass development, increase funds and policy support, stimulate the enthusiasm and initiative of the masses, and establish a normalized monitoring mechanism for rural greening.

收稿日期:2021-01-26;修回日期:2021-02-03.

第一作者:洪焰泉(1971-),男,云南大理人,高级工程师.从事林业调查规划工作. Email:hyqsws@163.com

责任作者:赵书学(1978-),女,贵州遵义人,正高级工程师.从事林业调查规划工作. Email:214871064@qq.com

Key words: rural greening; greening coverage; rural vitalization; characteristic economic forest; Yunnan Province

改善农村人居环境,建设美丽宜居乡村,是实施乡村振兴战略和最美丽省份建设的一项重要任务,事关全面建成小康社会,事关广大农民根本福祉,事关农村社会文明和谐。村庄绿化既是农村人居环境整治的抓手,也是农村人居环境整治的目标之一。为深入贯彻落实乡村振兴战略,摸清村庄绿化现状,合理编制村庄规划,科学推进村庄绿化美化,持续提升农村人居环境,建设美丽宜居乡村,2020年,按照国家林业和草原局的工作要求和云南省农村人居环境整治工作领导小组的任务安排,云南省林业和草原局党组及时研究部署,组织开展了2020年村庄绿化状况调查。

1 乡村绿化取得的成效

自乡村振兴战略实施以来,全省上下勠力同心,以争当生态文明建设排头兵、建设中国最美丽省份为指导,深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神,认真学习领会中央农村工作会议精神,准确把握实施乡村振兴战略的部署,按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求,围绕“美丽乡村”和“美好生活”双美目标主动融入国家乡村振兴战略大局,积极推进乡村绿化美化工作,云岭大地乡村绿化得到了较快提升,美丽乡村逐步呈现,人民群众的获得感、幸福感不断增强。

1.1 乡村绿化制度建设不断完善

为认真贯彻落实《国家林业和草原局关于印发〈乡村绿化美化行动方案〉的通知》《中共云南省委云南省人民政府关于贯彻乡村振兴战略的实施意见》《中共云南省委办公厅 云南省人民政府办公厅关于深入学习浙江“千村示范、万村整治”工程经验,扎实推进农村人居环境整治工作的通知》精神,对标“农村人居环境整治三年行动实施方案”目标任务,以开展乡村绿化为重点,积极完善涉林草工作制度,省林草局组织编制了《云南省乡村绿化美化行动方案》《云南省2019年农村人居环境整治乡村绿化工作方案》《云南省2020年农村人居环境整治涉林草工作要点》《云南省2020年村庄绿化、集镇绿化状况调查工作方案》《云南省2020年村庄绿化状况调查技术方案》《云南省2020年集镇绿化状况

调查技术方案》《云南省省级森林乡村评价认定办法(试行)》等文件,统筹部署推进农村人居环境整治涉林草工作。

1.2 乡村特色风貌保护不断加强

乡村古树名木是展现乡村自然生态风貌,传承地域文化,寄托乡愁的重要载体。2018年以来,云南省林业和草原局组织完成了全省古树名木资源更新普查、建档、挂牌等工作,开展了古树名木抢救复壮试点工作,积极探索推行养护责任制,对保护乡村古树名木,传承乡村自然风貌发挥了积极作用。组织创建了自然生态风貌保存完好,山水林田湖草统筹治理,森林绿地建设有力,森林质量效益较高,乡村绿化管护有效,乡村生态文化底蕴深厚、浓郁的国家森林乡村235个,省级森林乡村1081个。保护乡村特色风貌的行动不断加强。

1.3 乡村绿化示范和保障能力建设开启

2018年,云南省林业和草原局从国土绿化资金中统筹安排900万元,启动实施了乡村振兴绿化示范项目,在11个州(市)16个县市区16个行政村布局开展乡村振兴绿化试点,每个村投资50万元,在德宏州梁河县投资100万元用于启动县域乡村绿化工作,成效明显。2019年,为保障乡土特色树种苗木供应,组织开展了乡村绿化苗木培育专项调研,整合安排中央财政林木良种补助资金1005万元,支持13个州(市)的13个国有林场建设特色乡土树种保障性苗圃示范基地,育苗1005万株,有效提升了乡村绿化苗木保障能力。

1.4 乡村自然生态环境进一步改善

近年来,云南省依托退耕还林还草、天然林保护、石漠化综合治理、陡坡地生态治理、造林补贴等林业生态建设项目,大力开展国土绿化。近5年(2015—2019年)年均完成营造林51.42万 hm^2 ,5年合计完成营造林252.11万 hm^2 。随着项目的实施,极大地增加了农村区域绿化覆盖面积,加快了村落周边裸露地块的恢复,增加了25°以上坡耕地等区域的林草植被,切实有效地改善了乡村自然生态环境。

1.5 乡村绿化状况调查及时启动

为贯彻落实党中央、国务院和省委、省政府关于乡村振兴战略、开展农村人居环境整治、建设中国最美丽省份等重大决策部署,针对“村庄绿化覆盖率”指标出数要求,2020年,云南省林业和草原局安排专

项经费及时启动实施了全省村庄绿化状况调查工作。

2 乡村绿化状况

2.1 调查行政村村庄绿化覆盖率

2020 年村庄绿化状况调查纳入云南省绿化覆盖率计算的行政村 4 435 个,其中:村庄绿化总覆盖率大于等于 60%的有 1 112 个,占 25.08%;大于等于 30%小于 60%的有 2 529 个,占 57.02%;低于 30%的有 794 个,占 17.90%(图 1)。

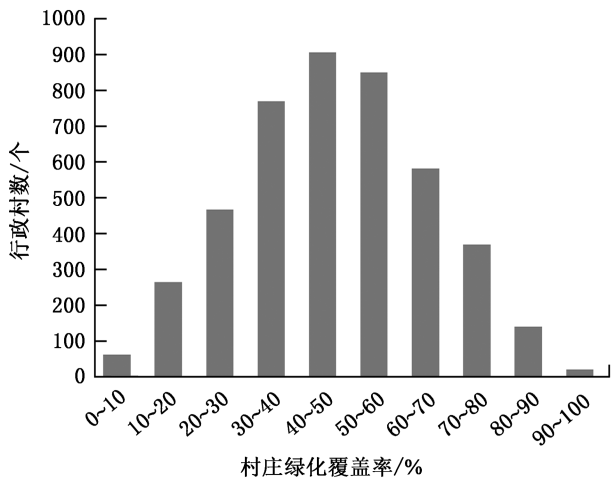


图 1 调查行政村村庄绿化覆盖率各区段数量分布

Fig. 1 Quantity distribution of administrative villages on greening coverage

村庄内部绿化覆盖率大于等于 20%的有 968 个,占 21.83%;大于等于 10%小于 20%的有 1 849 个,占 41.69%;低于 10%的有 1 618 个,占 36.48%(图 2)。

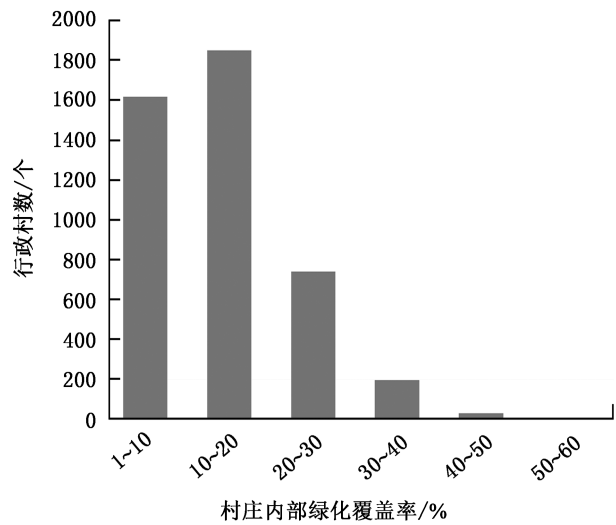


图 2 调查行政村村庄内部绿化覆盖率各区段数量分布

Fig. 2 Quantity distribution of administrative villages on inner greening coverage

2.2 各行政区村庄绿化覆盖率

经统计计算,云南省调查总面积为 1 719 583.725 5 hm^2 ,绿地总面积为 831 222.584 1 hm^2 (含零星树木折算面积 1 083.415 5 hm^2),总绿化覆盖率为 47.45%,村庄内部绿化覆盖率为 14.80%,村庄周边绿化覆盖率 52.96%。

按州(市)统计,绿化覆盖率大于等于 55%的州(市)有 3 个,占 18.75%,最高为临沧市(61.54%);其次为普洱市(58.21%)。绿化覆盖率大于等于 45%小于 55%的州(市)有 8 个,占 50%。绿化覆盖率低于 45%的州(市)有 5 个,占 31.25%,最低为曲靖市(35.15%)(图 3,表 1)。

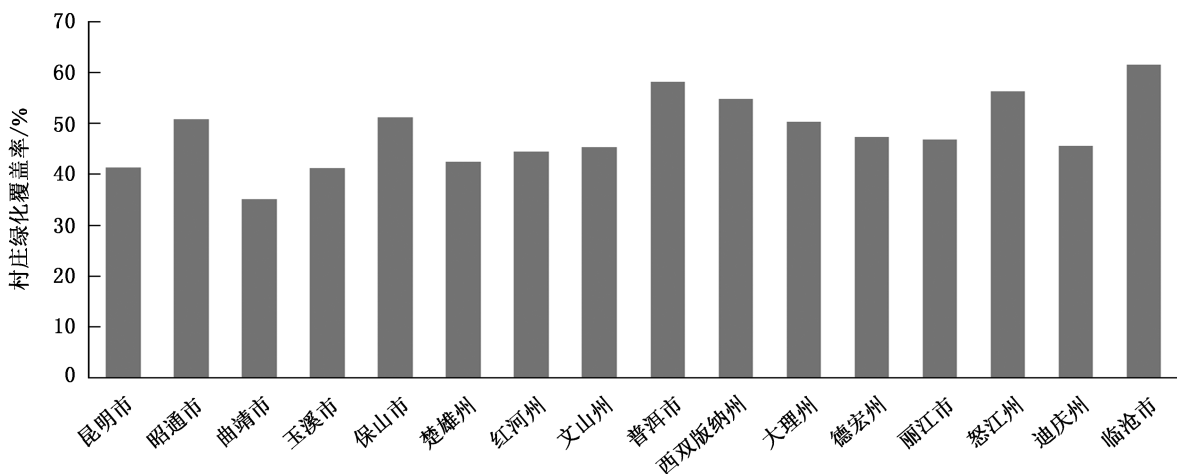


图 3 各州(市)村庄绿化覆盖率

Fig. 3 Greening coverage rate of villages in prefectures (cities)

表 1 各州(市)村庄绿化覆盖率

Tab. 1 Greening coverage rate of villages in prefectures (cities)

调查统计 单位	土地面积/hm ²			绿地面积/hm ²			绿化覆盖率/%		
	合计	内部	周边	合计	内部	周边	整体	内部	周边
云南省	1719583.7255	208089.7151	1511494.0104	831222.5841	30789.8815	800432.7026	47.45	14.79	52.81
昆明市	96635.7615	17450.3108	79185.4507	40087.5615	3945.3101	36142.2514	41.41	22.74	45.87
昭通市	214885.1086	15873.9690	199011.1396	109884.6991	2372.5282	107512.1709	50.80	14.95	54.02
曲靖市	163846.7398	23274.6296	140572.1102	56194.2717	3269.3418	52924.9299	35.15	14.05	37.65
玉溪市	78272.9955	12931.5610	65341.4345	33014.3771	2008.5484	31005.8287	41.30	15.53	47.45
保山市	98002.9563	13573.3357	84429.6206	53062.2345	1687.8543	51374.3802	51.21	12.44	60.85
楚雄州	114275.3145	12945.7816	101329.5329	49860.6489	1422.9737	48437.6752	42.44	10.99	47.80
红河州	120425.6949	18129.0834	102296.6115	52362.9712	1862.5828	50500.3884	44.49	10.27	49.37
文山州	138955.1856	15906.0174	123049.1682	62129.6551	1675.6615	60453.9936	45.30	10.53	49.13
普洱市	140682.8257	13272.5663	127410.2594	82560.5173	2587.0922	79973.4251	58.21	19.49	62.77
西双版纳州	45202.9285	6685.5763	38517.3522	25175.8524	1298.7387	23877.1137	54.80	19.43	61.99
大理州	181192.4071	20673.2213	160519.1858	95875.7727	3476.7804	92398.9923	50.32	16.82	57.56
德宏州	64151.1397	13115.7176	51035.4221	30271.4895	1989.7615	28281.7280	47.31	15.17	55.42
丽江市	90230.4904	7723.8067	82506.6837	42898.2652	1236.3571	41661.9081	46.90	16.01	50.50
怒江州	33688.2741	2907.7579	30780.5162	18822.9510	498.7066	18324.2444	56.38	17.15	59.53
迪庆州	43105.7219	4140.3508	38965.3711	19408.4956	325.1101	19083.3855	45.63	7.85	48.98
临沧市	96030.1814	9486.0297	86544.1517	59607.9772	1132.5341	58475.4431	61.54	11.94	67.57

按县(市、区、管委会)统计,绿化覆盖率大于等于 60%的县级单位有 18 个,占 14.06%,最高为漾濞县(75.86%);其次为昌宁县(73.48%)。绿化覆盖率大于等于 30%小于 60%的县级单位有 105 个,占 82.03%。绿化覆盖率低于 30%的县级单位有 5 个,占 3.91%,依次为陆良县(21.84%);泸西县(27.33%);禄丰县(27.34%);嵩明县(28.34%);江川区(28.36%)(图 4)。

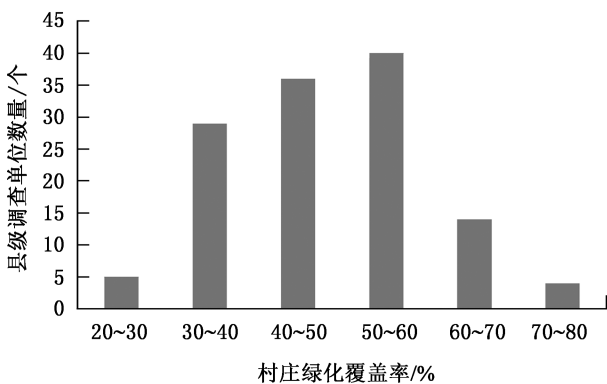


图 4 县级调查单位村庄绿化覆盖率各区间数量分布
Fig. 4 Quantity distribution of county-level survey units on village greening coverage

2.3 各类型行政村村庄绿化覆盖率

2020 年纳入云南省绿化覆盖率统计计算的行政村 4 435 个,其中:坝区村 838 个,占 18.90%,绿化覆盖率最高为 77.00%,最低为 3.52%,平均水平为 29.59%;半山区村 848 个,占 19.12%,绿化覆盖率最高为 89.04%,最低为 4.09%,平均水平为 44.24%;山区村 2 749 个,占 61.98%,绿化覆盖率最高为 93.98%,最低为 12.17%,平均水平为 54.00%(图 5)。

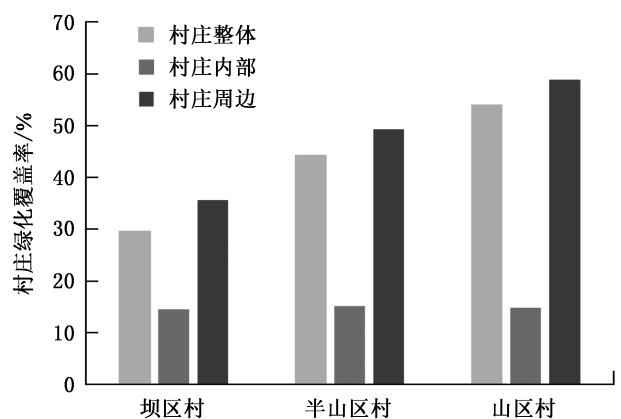


图 5 各类型行政村村庄绿化覆盖率
Fig. 5 Greening coverage of administrative villages

3 村庄绿化状况特点评价

3.1 村庄绿化覆盖整体水平较高,但各地差异较大

云南省自然环境条件好,加之近年来省委省政府紧紧围绕创建生态文明建设排头兵战略定位,举全省之力,创新举措抓生态文明建设,环境质量持续向好,生态安全屏障不断筑牢。目前,全省村庄绿化覆盖率已达 47.45%,位居全国前列,但各地差异较大,整体而言,呈现西高东低,南高北低,山区高坝区低的态势。

在 4 435 个行政村中,绿化覆盖率最高(93.98%)与最低(3.52%)之间相差 90.46 个百分点。

在 128 个县级统计单位中,绿化覆盖率最高漾濞县(75.86%)与最低陆良县(21.84%)之间相差 54.02 个百分点。

在 16 个州(市)中,绿化覆盖率最高临沧市(61.54%)与最低曲靖市(35.15%)之间相差 26.39 个百分点。

3.2 村庄内部绿化覆盖水平普遍偏低

由于受地形地势和各民族聚居习惯的影响,云南村庄大多依山傍水,沿河流、山麓或公路分布,总体呈现大聚居小分散的格局。村庄内部户与户之间很少预留绿化空间,尤其是历史较悠久的老村寨,很少有小花园、小广场等公共绿地或住宅绿地,导致村庄内部绿化覆盖水平普遍偏低。全省村庄内部绿化覆盖率仅 14.80%,与 30%的综合水平差距较大。在调查的 4 435 个行政村中,绿化覆盖率低于 20%的行政村达 3 467 个,占 78.17%。据调查结果分析,虽然影响村庄整体绿化覆盖率高低的决定因素为村庄周边土地的绿化覆盖情况,但村庄内部绿化覆盖率才是反映农村人居环境优劣的一个重要指标,提升村庄内部绿化覆盖率才是改善农村居民生活环境的关键所在。

3.3 绿色底子好,开发潜质佳

云南省由于自然资源禀赋优异,加之各级政府领导高度重视,各民族又有造林绿化的历史传统,绿色底子好。在纳入全省绿化覆盖率计算的 4 435 个行政村中,覆盖率大于等于 30%的行政村有 3 641 个,占 82.10%。但由于缺乏资金投入,大都停留在原生状态,尚待开发打造利用,是一块基质极佳的璞玉,为生态文明建设排头兵以及中国最美两省份建设的战略定位和“美丽乡村”“世界花园”的战略目标奠定了良好的基础。

3.4 特色经济林发展规模是影响村庄绿化覆盖水平的重要因素

受自然环境条件、土地利用规划和生产习惯的影响,供种植经济林木的地块大部分位于村庄周边,而这部分土地的覆被状况是影响村庄绿化覆盖率的最直接因素。如临沧市、普洱市、保山市的茶叶,大理州、怒江州的核桃发展达到了相当规模,其对村庄绿化覆盖率的贡献很大。

3.5 乡村绿化受多因素影响,具有不稳定性

村庄周边的绿化覆盖状况受林业产业发展状况的影响较大,而林业产业发展状况又受市场经济规律的影响。当某种产业发展过胜,影响经营者经济收入时,抑或政府为发展特定产业进行干预时,即会发生产业结构调整现象,在调整间期,乡村绿化状况必然会受到影响。由于长效管护机制不健全,缺乏绿化管护资金和专业养护管理人员,存在重栽轻管或栽后不管的问题,绿化美化成果很难巩固。

4 存在的问题

4.1 乡村绿化尚待全面部署

建立生态宜居美丽乡村是庞大的社会系统工程,需要几代人承前启后,各行各业密切配合。云南省位于老、少、边、穷地区,作为脱贫攻坚的主战场,在政府工作重心即将转移的历史交汇期,虽然全省林草系统上下联动,积极推进乡村绿化美化工作,在一定程度上改善了村庄缺林少绿、生态脆弱的状况,但由于诸多原因,政府在乡村绿化美化工作中的主导和引导作用尚未突显,系列工作尚待全面部署,相关工作推进较为乏力。

4.2 乡村绿化缺乏资金扶持

目前,乡村绿化美化工作从国家、省级层面均无专项资金渠道支持,可统筹安排到乡村绿化美化的项目资金十分有限。同时,现有林草生态建设项目对村落和庭院绿化美化建设难以全覆盖,支持力度有限,乡村绿化美化投入资金严重不足,迟滞了乡村绿化美化工作的推进。

4.3 村寨建设缺乏科学规划

由于受居住习惯、地形地势和土地权属等因素的影响,一些村寨在建设与发展过程中缺少科学系统规划,未留足绿化用地,重建房、轻绿化,特别是坝区和城市规划区边缘的村庄,实际建设中村组道路和新建楼房区域以硬化为主,无树木花草绿化空间;受经济条件、生活空间和生活习惯影响,部分农户庭院缺花少绿,或绿化随意性强,绿化树种单一,未做

到适地适树;个别地方盲目引进外来树种,追求名贵花木、大树进村,乡村绿化城市化,不注重传承乡村自然生态景观风貌,未大力发掘当地的人文景观和地域特色,村庄绿化“千篇一律、千村一面”。

4.4 群众自觉参与意愿不强

由于受经济基础的影响,部分村干部、村民生态意识薄弱,认为农村主要任务是发展生产,解决农民增收才是关键,乡村绿化美化应由政府来解决。群众自觉爱树护树植树意识不强,主动参与积极性不高,存在“等靠要”和“政府热、群众冷,政府干、群众看”的情况,特别是经济较为困难的村寨尤为突出。

4.5 绿化效果距理想目标要求差距较大

云南主要因其所处地域优势,村庄绿化覆盖水平得以位居全国前列,但绿化质量不高,美化效果不佳。与乡村振兴战略提出的“产业兴旺、生态宜居”目标要求和“世界花园”、全域旅游的理想目标尚存在较大差距,需要全社会共同参与,共同努力。

5 建议

乡村振兴任重道远,各项工作要紧紧围绕“美丽乡村”和“美好生活”双美目标主动融入国家乡村振兴战略大局,充分利用资源优势,依托各民族特色,深挖文化底蕴,加大资金投入,进行合理打造,全面提升乡村产业化水平,按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求,让“动物王国、植物王国、世界花园”的美誉更加响亮,谱写中国梦的云南新篇章。

5.1 全面部署乡村绿化美化任务

乡村绿化美化是一项庞大的社会系统工程。各级党委政府将工作重心逐渐从脱贫攻坚转移到乡村振兴时,需要进行全面部署,从政策、法制、资金、技术、人才、舆论、资源、市场等全方位多视角多层次进行研讨,系统布局,避免出现各项工作条块分割现象,造成决策失误、工作反复、资源浪费、目标迷失。

5.2 科学编制“十四五”林草发展规划

当前,各级林草部门正在谋划编制“十四五”林业和草原发展规划,云南省林业和草原局应加强上下对接,把乡村绿化统筹纳入大规模国土绿化行动,统筹推进乡村生态系统保护和修复。同时,各级林草部门,特别是县级林草部门要积极向地方党委、政府及有关部门做好汇报,加强沟通协调,把乡村绿化美化作为重要内容纳入村庄规划,明确指导思想、规划布局、目标任务和资金政策保障。认真落实《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》,尊重自然规律、经济规律、社会规律和城乡发展规律,为乡村绿化预留空间。

5.3 加大资金和政策扶持

将乡村绿化美化作为推进乡村振兴和大规模国土绿化行动的重要内容,结合林草重点工程和林草补助资金,加大乡村绿化美化资金投入。对于符合条件的乡村绿化美化项目,积极对接开发银行和农业发展银行,争取信贷支持,以可持续的方式吸引金融资本投入乡村绿化美化事业。充分利用国有林场的政策优势,加大资金扶持力度,选取符合条件的国有林场扶持开展特色乡土绿化苗木培育基地示范,为推进乡村绿化提供种苗供应保障。制定乡村绿化美化技术手册,选派林草、园林、园艺等方面的规划设计专业技术人员驻村指导,科学开展乡村绿化美化工作,提升村庄绿化美化水平。

5.4 激发群众的积极性主动性

坚持舆论开道、宣传先行,将乡村绿化美化系列宣传活动纳入重点工作计划,营造声势,使全社会了解森林乡村、关注森林乡村,在《云南林业》等行业杂志开设乡村绿化美化宣传专栏,宣传各地典型经验。广泛动员,进村入户,发掘典型、积极组织各地拍摄乡村绿化美化专题宣传片,在相关媒体开展重点宣传,加大典型推介力度。以推进“互联网+义务植树”平台建设为抓手,创新义务植树尽责形式,把义务植树基地向广大乡村延伸。结合每年“植树节”“地球日”等重要时间节点,吸引广大人民群众自觉参与乡村绿化美化行动。结合村庄特色适时组织开展各类赏花节会,促进乡村绿化美化深入人心。鼓励村民因地制宜开展庭院绿化、四旁绿化,种植经济林果等,通过门前三包、补助奖励等方式,激发村民积极性、主动性和创造性,引导村民共建共享。

5.5 保护传承乡村自然风貌

坚持乡村绿化与经济发展水平相协调,尽力而为、量力而行,注重乡土味道,体现乡村特点,防止乡村绿化“城市化”“奢侈化”。深入推进古树名木保护管理工作,全面完成全省古树名木资源普查资料汇编、挂牌,建立云南省古树名木信息化管理模式。进一步加强古树名木管护养护,强化技术指导,明确责任,积极开展古树名木抢救复壮工作,确保全省每一株古树名木均得到有效养护管理,深入推进古树名木保护管理工作。在保护的基础上继承发扬,做到增绿量、提质量、增效益,通过实施林草生态建设项目,加快恢复村落周边裸露地块、25°以上坡耕地等区域林草植被,着力改善提升乡村生态环境。

5.6 抓好森林乡村、美丽乡村创建工作

以国家森林乡村、美丽乡村创建为契机,继续推进省级森林乡村、美丽乡村创建工作,形成国家、省、市、县联动的示范体系,继续推出一批乡土特色突出,符合农民意愿,保护传承和发扬并重,可学习可复制可推广的真样板,树立典型,示范带动面上工作。同时,坚持典型引路和示范推广相结合,边示范边推广,充分发挥好典型引路作用,逐步扩大森林乡村、美丽乡村建设范围,连珠成串、连片成景,打造绿化美化乡村示范线、示范带,形成乡村绿化美化规模效应,逐步带动乡村绿化美化全覆盖。

5.7 重视乡村产业发展布局

乡村振兴是一幅美好的愿景,需要全社会共同参与,数代人共同努力。乡村振兴,“产业兴旺”是核心,“生态宜居”是关键,“生活富裕”是目标。乡村产业发展布局一定要统筹考虑,要因地制宜,注重特色。既为“产业”,就要在相当长的一段时期保持相对稳定,不能经常进行调整。为此,政府相关职能部门在进行产业布局时,要进行宏观调控,避免出现无序发展。既要着眼空间维度,因地制宜,一地一品,又要尊重产业生命周期,考量时间序列,因势利导,以利长期实现供求平衡。

特色经济林既有经济效益,又有生态效益,是乡村绿化美化最佳选择,其发展规模也是影响村庄绿化覆盖水平的重要因素,一定要对其进行巩固,延伸产业链,提高良种化、机械化、科技化、信息化、标准

化、制度化水平,确保其健康稳定发展。

此外,更要重视乡村绿化美化在改善农村人居环境的同时,打好绿色能源、绿色食品、健康生活目的地“三张牌”,促进乡村旅游、休闲旅游与农村经济的融合发展,着实增加农民收入,满老百姓对美好生活的向往。

5.8 建立乡村绿化状况常态化监测机制

乡村振兴和最美丽省份建设任重道远,急需建立一套完善的乡村绿化状况常态化监测体系,形成长效机制,高位推动,以确保建设目标按要求实现。

参考文献:

- [1] 云南省林业和草原局. 云南省2020年村庄绿化状况调查报告[R]. 2021.
- [2] 云南省林业和草原局. 云南省2020年村庄绿化状况调查技术方案[Z]. 2020.
- [3] 云南省发展和改革委员会. 云南省乡村振兴战略规划(2018—2022年)及解读[M]. 昆明:云南人民出版社,2018.
- [4] 云南省林业和草原局. 云南省“乡村振兴”涉林草工作情况报告[R]. 2020.
- [5] 国家林业和草原局. 乡村绿化美化行动方案[Z]. 2019.
- [6] 云南省林业和草原局. 云南省乡村绿化美化行动方案[Z]. 2019.
- [7] 杨梅秀. 乡村绿化存在的问题及对策建议探讨[J]. 现代园艺,2018(2):162.

责任编辑:许易琦

校对:陈旭 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.032

基于杂体诗文化的趣味性五感景观设计研究

丁芹勤¹, 赵赟², 王梦瑶³, 范学琴⁴

(1. 博维筑成设计有限公司, 河南 郑州 450046; 2. 信阳农林学院林学院, 河南 信阳 464000;
3. 珠海科技学院, 广东 珠海 519040; 4. 信阳学院, 河南 信阳 464000)

摘要:对中国古诗词文化中类型丰富、形式奇趣多变的杂体诗题材类型进行统计, 针对其诗形、句法、韵律、运用等特征, 结合人们对诗词文化景观认识的调研情况和视、听、嗅、触、味的五感景观特点, 对不同类型的杂体诗在景观设计中的趣味性应用进行探讨, 提出诗词文字符号景观、诗词图形装饰景观、诗词音乐景观、听音识诗游戏景观、触觉型诗词趣味景观、嗅、味觉型诗词趣味景观等设计策略, 为杂体诗在五感景观中的趣味性设计提供参考。

关键词:杂体诗; 趣味性五感景观; 古诗词文化; 问卷调查; 景观设计

中图分类号: S731; TU986; P901; I226.9 文献标志码: A 文章编号: 1671-3168(2021)06-0184-06

引文格式: 丁芹勤, 赵赟, 王梦瑶, 等. 基于杂体诗文化的趣味性五感景观设计研究[J]. 林业调查规划, 2021, 46(6): 184-189. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.032

DING Qinqin, ZHAO Yun, WANG Mengyao, et al. Interesting Five-sense Landscapes Design Based on Miscellaneous Poems Culture[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 184-189. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.032

Interesting Five-sense Landscapes Design Based on Miscellaneous Poems Culture

DING Qinqin¹, ZHAO Yun², WANG Mengyao³, FAN Xueqin⁴

(1. Bowei Zhucheng Design Co., Ltd., Zhengzhou 450046, China; 2. College of Forestry, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang, Henan 464000, China; 3. Zhuhai College of Science and Technology, Zhuhai, Guangdong 519040, China; 4. Xinyang University, Xinyang, Henan 464000, China)

Abstract: This paper collected statistics on the subject types of miscellaneous poems with rich types and varied forms in Chinese ancient poetry culture, discussed the interesting application of different types of poems in landscape design according to the characteristics of the poetic form, syntax, rhythm and application, combined with the investigation of people's understanding on the cultural landscape of poetry and the five-sense landscape characteristics of sight, hearing, smell, touch and taste, as well as put forward the design strategies of poetry character symbol landscape, poetry graphic decoration landscape, poetry music landscape, listening and reading poetry game landscape, tactile, olfactory and gustatory poetry interesting landscape, so as to provide reference for the interesting design of miscellaneous poems in the five-sense landscape.

Key words: miscellaneous poems; interesting five-sense landscapes; ancient poetry culture; questionnaire investigation; landscape design

收稿日期: 2021-01-11.

第一作者: 丁芹勤(1995-), 女, 河南洛阳人, 硕士研究生. 研究方向为风景园林规划设计. Email: 1255932487@qq.com

古诗词文化在我国文学发展的历史长河中以优美典雅的姿态和品味吸引了无数文人雅士的追随,其对自然山河壮丽风景的无限情感通过诗词的手段得以表达或融于园林景观之中。古诗词提高了我国的传统民族文化自信并极大增强了人们的文化自豪感,但现今网络互联的信息时代,一大波网络词汇充斥了人们的日常生活,诗词文化的高雅却逐渐成为小部分人熟悉的领域,虽然在现代景观中存在诗词文化景观,但是如何加深人们对这类景观的印象感知是值得思考的。因此通过景观的趣味设计在营造诗词文化环境氛围的同时,增加人们的感官记忆,进而达到普及我国传统诗词文化的目的。

1 趣味性五感景观与杂体诗

1.1 趣味性五感景观

趣味是我们日常生活中常见的一个词。在《现代汉语规范词典》中对趣味的定义:人对事物产生的愉快、有趣和被吸引的感觉,是客观事物带给人的感受^[1],具有激起人们美感的内蕴与形式等特质。

五感就是人们通过视觉、听觉、触觉、嗅觉以及味觉器官对外物建立不同的感知。在景观中,把感官体验分为视觉、听觉、触觉、嗅觉及味觉方面的景观类型,被定义为五感景观。

趣味性五感景观是通过人的视觉分析、感受神经等综合作用产生的一种景观体验,以景观环境和使用者情感体验为前提,让人产生愉悦感、新鲜感以及满足感,进而触景生情、乐以忘忧,是具有“新、奇、趣”特点的舒适、使用性景观^[2]。

1.2 杂体诗

杂体诗是指格律体诗歌以外的各类型的诗体。这类风格奇趣的诗,往往是文人雅士在不同的场合和情景下,对诗句、字、声律、押韵以及文字排列方式等加以特殊的变化,形成的独具匠心的趣味诗词类型。虽然杂体诗“终非诗体之正”,但是其中的巧思可以为现在的景观趣味创新设计提供新的灵感。

明代徐师曾《文体明辨》记载 19 种杂体诗,以编撰《乐府诗集》闻名的宋朝人郭茂倩,也编过《杂体诗集》。目前杂体诗的类型分为十大类:音韵类、字形类、嵌名类、重现类、语序类、修辞类、限制类、用材类、风格类和图形类,总共约 158 种诗体。根据每一类型所包含的诗体类型的相关概念以及形式对其进行总体概括(表 1)。

1.3 杂体诗在五感景观的趣味融入

趣味性景观设计可以为景观带来多样的形式变

表 1 杂体诗的十大类型

Tab. 1 Ten types of miscellaneous poems

杂体诗类型	诗体种类	类型特征
音韵类	6	讲究韵律,根据不同的韵脚(字)或者押韵的变换形成不同类的诗体,如独韵诗、间韵诗、转韵诗等
字形类	8	根据汉字的笔划、偏旁等特点对文字进行分离、合并等组文成各种类型的诗,如离合诗、同旁诗、九九消寒诗等
嵌名类	30	根据特定的手法把特定的字、词语或者名字嵌于诗篇的句首或句中,如藏头诗、药名诗、八音诗等
重现类	12	在诗词中重复(调换)使用同一个字或一句话,形成不一样趣味的诗词,如复字体、叠字诗、绕头诗等
语序类	2	把语言文字顺序上下句回复,就句回文等方式的反复变换,如回文诗
修辞类	15	运用排比、反语、顶真、歇后、问句等不同的修辞手法,如粘对诗、歇后诗、排比诗等
限制类	19	对诗词格式、字数、词语、时间等进行限定后做成的诗词,如两头纤纤诗、六忆诗、百年诗等
用材类	24	运用或改造前人的诗句词句做诗或者对一首诗通过不同的读法,读出更多的诗,如集句诗、诗中诗、宝塔诗等
风格类	3	风格迥异,比如起句平常,后半部分语意陡转,别开生面,或者词意相反,如抑扬诗、颠倒歌等
图形类	39	把文字排成不同的形状,根据不同的读法,读出多首诗,如十字图诗、梅花形诗、盘中诗等

化,增加景观的活力与弹性,满足使用者需求的同时赋予其精神上的享受。徐文辉的《城市园林绿地系统规划》中提及园林绿地的景观形象功能,在视觉上形成趣味性景观^[3];李道增的《环境行为学概论》中讲述了人的行为所需相应的景观环境,什么样的环境可以吸引人们做出怎样的反应,从而在人的角度塑造趣味性景观^[4]。古诗词文化是我国古典园林中广泛存在的一种文化元素。虽然目前对诗词景观的研究主要侧重于诗词文化景观意境、意象以及景观元素(包括景观植物、桥、建筑等)方面,但我国诗词文化类型丰富,内涵博大精深,其中杂体式诗体类型更是奇异多变,颇具趣味性,其语言文字的艺术也作为一种高级的艺术符号运用于景观中。

从杂体诗的诗体类型出发,通过感观的角度研究景观的趣味性,分析不同人群对景观体验的感受,运用杂体诗文化的趣味性元素设计,让形式与功能相结合,创造丰富的体验空间,满足人们对景观环境

的趣味体验需求。

2 诗词文化景观认识情况调研

2.1 调研目的与内容

为了解目前人们对杂体诗的了解情况与诗词景观的兴趣度,设置对诗词的兴趣度、对杂体诗的了解和鉴赏、周边诗词景观的数量与问题、参加古诗词娱乐

活动的次数等相关的问卷问题。选择网络与实地问卷调研的方法,考虑地域、人流量、城市环境等多方面因素,选择休息日在当地公园、街头绿地、活动广场等人流量大的地方,进行实地发放问卷调研。共计发放 300 份问卷,有效回收 275 份。

2.2 数据统计与分析

对回收有效的 275 份数据进行整理分析(图 1)。

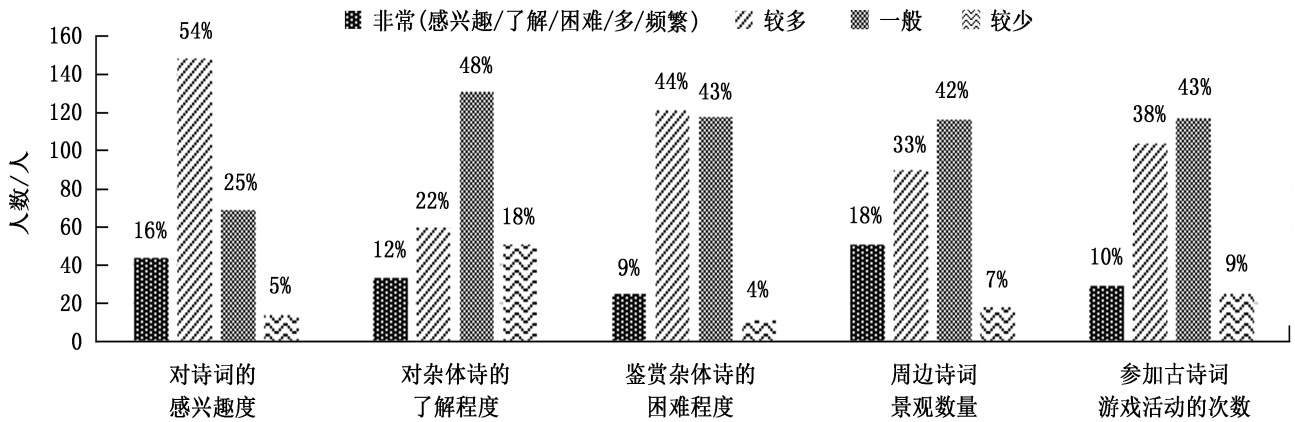


图 1 对诗词的了解情况

Fig. 1 Understanding of poetry

由图 1 可知,调查问卷的男性占 45%,女性占 55%,比例基本平等,因此调查结果不存在性别偏好差别。大多数人对我国的古诗词文化都抱有很大的兴趣,有 76%的人都对去具有趣味性诗词文化景观空间游玩的愿望比较强烈,并且认为在具有好的古诗词景观氛围的环境中游玩可以吸收传统文化的精华,感受诗词文化熏陶的同时提升自身的文学素养,修身养性(图 2)。但是 83%的人都认为目前接触的景观环境中诗词景观的趣味性较弱,而且相关的活动和文化场合较少,景观形式比较单一,没有新意(图 3)。除这些外在的原因,小部分群体自身对杂体诗方面的知识了解较浅薄,因此对诗词的鉴赏比较困难,也很少参加相关的趣味古诗词游戏。

2.3 结果分析

分析调查数据结果发现,人们比较在意自身在景观中所见所闻的景观感知体验,通过营造景观可以达到弘扬古诗词文化、解决景观形式单一性、激发趣味诗词文化景观的活力、刺激人们的参与性的目的。因此从趣味杂体诗的角度出发,对其诗体类型分为趣味视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉 5 个方面进行景观设计,并结合使用者参与互动性体验的手段来达到创新古诗词文化在景观中的趣味性运用(表 2)。

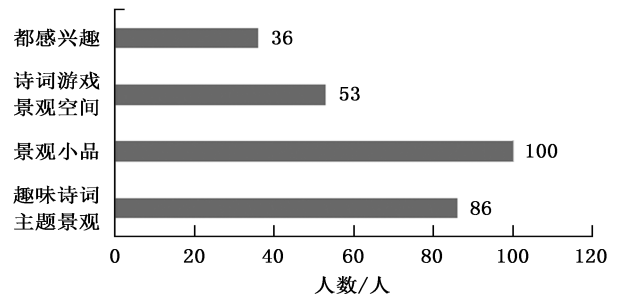


图 2 对不同趣味诗词景观空间的喜爱情况

Fig. 2 Preference for landscape space of different interesting poems

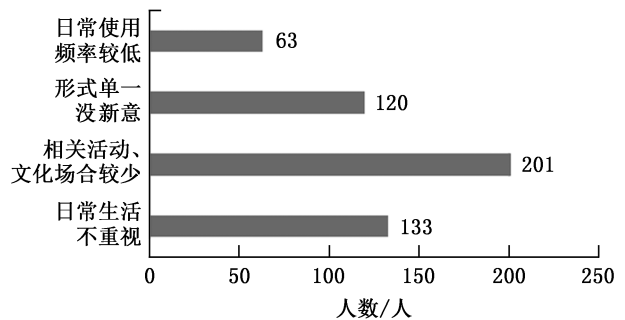


图 3 对诗词景观存在的问题认知情况

Fig. 3 Cognition of the problems existing in poetic landscape

表 2 杂体诗在景观中的趣味应用分类

Tab. 2 Interesting application and classification of miscellaneous poems in landscape

景观类型	运用的杂体诗类型
视觉型	字形类、图形类、嵌名类、用材类、限制类
听觉型	音韵类、嵌名类、重现类、风格类、修辞类、语序类
触觉型	嵌名类、限制类
嗅觉与味觉型	嵌名类

3 杂体诗的景观表达

3.1 视觉型诗词趣味景观

在人的各种感觉中,视觉是占环境对人体五感作用的 75%~87%。景观带给人们视觉上的精神享受主要来源于景观颜色、形式以及尺度的冲击。不

同的景观空间差异会带给人们不同程度的刺激,进而让使用者产生具有趣味性的情感体验^[5]。

1) 诗词文字符号景观

在诗词中一些具有代表性的文字具有其既定的景观意象,比如断桥、梧桐、芭蕉等。在杂体诗中景观文字符号是必不可少的表达元素,在景观的整体设计中讲究设计手法的应用。根据文字类诗词的组合和使用特点,进行诗词景观的趣味设计。如杂体诗字形类中同头诗题材的南朝梁国鲍泉的《奉和湘东王春日诗》,这首 90 个字的诗中用了 30 个“新”字,把春天的突出特征——“新”,淋漓尽致地表现了出来。因此在景观设计中将同一个文字进行不同符号、大小、表达方式的创新设计,融合到诗词中,并结合美学艺术重复运用在同一个景观元素(景墙、灯柱、坐凳等)甚至整个景观空间中,可最终营造出具有浓烈诗词文化氛围的趣味景观(图 4)。

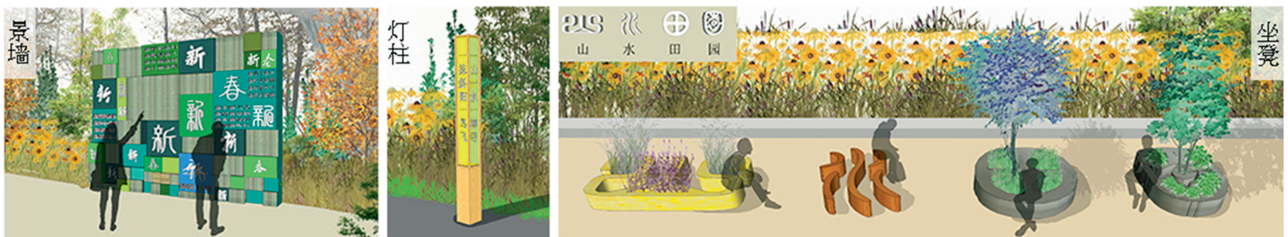


图 4 诗词文字符号在景观中的应用示例

Fig. 4 Application examples of application of poetic symbols in landscape

2) 诗词图形装饰景观

图形符号具备直观、简明、易懂、易记的特色,便于信息的传递,不同年龄、文化水平和语言的人都容易接受和使用,因而可以将图形类的杂体诗广泛运用到景观中,进而达到形成趣味性景观的效果^[6]。杂体诗中的图形类包含的题材类型最丰富,把诗词文字编排成各种各样的图形或者以一定的形式编写在特殊的器物上,然后形成丰富多样的趣味诗词,常见的图形类杂体诗有十字图诗、宝塔形、卦形诗、围棋四季诗、盘中诗等。以杂体诗中图形类的十字图诗为例,如唐代无名氏敦煌十字图诗(图 5)和清朝赵文川的《状元卷》(图 6),将诗排列为“十”字形,并在每一句中运用“十”字中心的字形成多种读法。将十字图诗运用到景观墙、照壁、景观柱、铺装等景观元素之中,使人们在浏览景观以及行走的过程中,通过对这些诗词图形的解读与再创造的过程感受其中的乐趣。

天
阴
逢
白
日
照
仁
卿
霜
开
僻
文
王
寒
路
结
为

图 5 唐代无名氏敦煌十字图诗

Fig. 5 Dunhuang cross painting poems by anonymous in Tang Dynasty

3.2 听觉型诗词趣味景观

听觉是人类五感中仅次于视觉的感官,产生听觉氛围的景观事物也被认为是风景的组成部分。景观设计师除了对自然界各种声音运用成景之外,也尝试把更多的文化元素运用现代的科技手段形成新的趣味听觉类景观杂体诗,其中融合古诗词的古风

才 元
子 秀 状
读 成 通 达 做
书 路 有 君 通 达 我
来 路 有 君 通 达 我
到 百 如 选
花 学 学
开 学

图 6 清朝赵文川的《状元卷》
Fig. 6 *Champion Volume by Zhao Wenchuan in Qing Dynasty*

音乐也逐渐成为新的潮流。因此可以将韵律变化有趣或题材特色鲜明的杂体诗类型,以音乐与游戏的角度融入听觉景观进行趣味性设计。

1) 诗词音乐景观

以杂体诗中音韵类的八音诗为例,这种诗词的题材类型是将“金、石、丝、竹、匏、土、革、木”成为八音,即金为钟、石为磬、琴瑟为丝、箫管为竹、笙竽为匏、薰为土、鼓为革、枳於为木,依序冠于每句之首。

根据“金、石、丝、竹、匏、土、革、木”八音各自的特点,选定其在生活中可以对应的意向声音,然后编转为数字代码的音乐符号,结合智能传感器的手段,设定程序让音乐结合水、植物、动物等景观元素,形成声景观的表达,增加景观的趣味性。例如:竹林秘境中诗词的悠悠吟唱;高高的钟楼里诗词的语音报时,唤醒人们对古文化的情怀。

2) 听音识诗游戏景观

在增加人们主动参与性的景观设计时,游戏是最直接获取趣味快感的方法^[7]。现在发达的数字科技引领人们更加偏好数字化的游戏活动类型,因此利用电脑控制技术在游戏类景观活动空间中,可以用听音识诗词的趣味游戏方式来实现具有听觉效果的趣味听觉诗词景观。以古时文人雅士曲水流觞吟诗作对的游戏活动方式为景观的创新灵感,根据线性的游览路线在各个景观节点设置听音识诗闯关的趣味泡泡游戏空间(图 7),让人们置身于下一个未知的趣味声景观中,在参与游戏活动中时不自觉地放下生活中的烦忧,消除紧张的心理,增加趣味性的互动体验。

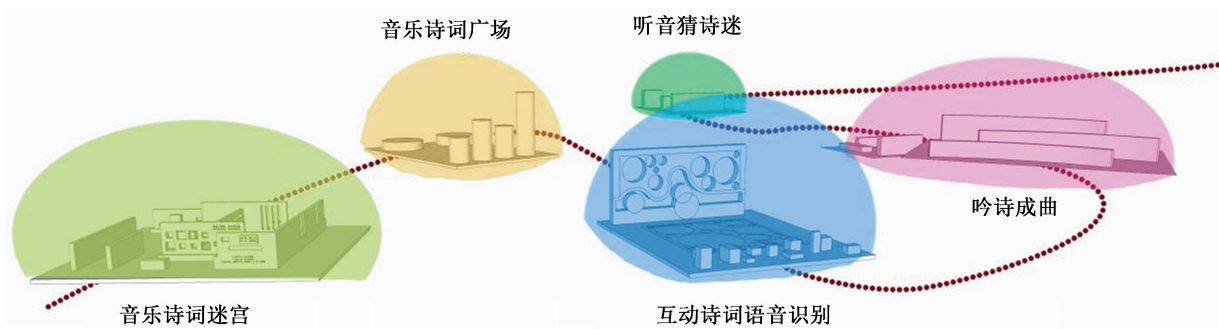


图 7 趣味音乐泡泡景观空间
Fig. 7 Interesting music bubble landscape space

3.3 触觉型诗词趣味景观

相对于视觉的景观体验而言,触觉可以带给人们更加细腻、真实的感受^[8]。触碰可以让人们感受到不一样的景观质感,甚至感受到来自四维空间中时间因素作用下岁月的厚重感和沧桑感。通过营造各个诗词的意境、时代特色,设计具有特殊质感材料的景观装饰元素,创新设计趣味性景观空间。杂体诗限制类中的百年诗由晋代陆机所创,采用顺述之法来抒发生死的感慨,记述了从幼小到耄老的变化,因此设计运用景观材料的肌理变化、软硬程度等,模仿诗词中描述的生命或情感变化,让使用者通过触觉感知所要表达的景观意义。在现今网络大数据的时代背景下,发达的科研技术创新出更加丰富的景

观建设材料,并且能收集整理到大量的诗词题材,为趣味诗词的触觉景观设计提供基础资料支持^[9]。

3.4 嗅、味觉型诗词趣味景观

气味是容易引起人们心理情趣变化的一种重要因素。人们的嗅觉与味觉在景观游览中的感观体验上是相辅相成的^[10],将气味以特殊的营造手段融入景观设计中,也可以为景观设计增添特别的情趣,并且在一定程度上引导甚至改变人们的行为活动方式。对于视觉有障碍的人群,景观的趣味味道设计也可以辅助这类人群更好地感受景观。嵌名类杂体诗中的草木名诗、药名诗中很多种类的植物镶嵌在诗词中,其中有很多芳香型植物,因此将这类诗词进行有机选择,提取诗中嵌用的植物,设计不同的植

物景观群落,营造独特气味的景观意境氛围。例如可以利用宋代陈亚的《生查子》:“相思意已深,白书难足,字字苦参商,故要槟榔读。分明记得约当归,远志樱桃熟,何事菊花地,犹来回乡曲。”嵌入的相思子、白芷、远志、菊花、茴香等植物^[11],营造具有味道的诗词意境的植物群落景观。

4 结论

古诗词反映了我国古代文人学士的智慧、情趣,同时也是我们民族文化自信和凝聚力的源泉。作为诗词中兼具趣味性与文化性的一种载体,杂体诗包含的诗歌题材类型极丰富,在文化景观以及趣味景观的设计中具有重要作用。可以将杂体诗与人体五感中的视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等多维度结合,创新趣味性诗词文化景观,既促进人们的积极参与性,创新景观的趣味性设计方法,又能弘扬我国古诗词文化的魅力,提升景观的文化内涵和活力,为今后的景观趣味创新设计方法和诗词文化在景观方面的研究提供参考。

参考文献:

[1] 李鹏飞,李晶. 会所空间的趣味性营造[C]//2015年8

月建筑科技与管理学术交流论文集.《建筑科技与管理》组委会,2015.

- [2] 付艳丽.“触景生情”[D]. 昆明:昆明理工大学,2011.
- [3] 徐文辉. 城市园林绿地系统规划[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2007.
- [4] 李道增. 环境行为学概论[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [5] 杨星星,宋艳菊. 设计心理学[M]. 长沙:国防科技大学出版社,2005.
- [6] 刘艳.“符号”作为文化的载体在绿地景观设计中的应用及研究[D]. 泰安:山东农业大学,2016.
- [7] 诸葛雨阳. 景观设计游戏性(与趣味性)研究[J]. 大众文艺,2013(3):101-103.
- [8] 王会敏. 基于多感官互动的趣味性体验为主旨的游憩空间设计研究[D]. 天津:河北工业大学,2016.
- [9] 王晓钰. 趣味性在景观设计中的设计方法研究[J]. 设计,2020,33(11):155-157.
- [10] 王蒙. 基于感官趣味式景观实践探索[D]. 西安:陕西师范大学,2019.
- [11] 刘辛悦,张戩. 药名诗史话[J]. 中医药文化,2018,13(3):52-58.

责任编辑:杨焱熔

校 对:许春霞 杨焱熔

(上接第97页)

村历史和特色民宿,开辟乡村居民的休闲场所和娱乐空间,让村民在观赏古树的同时,感受古树浓厚的文化氛围和独特魅力,从而为美丽乡村建设增添新亮点。

5 结论

古树名木活化利用既不是单纯的对古树资源的被动保护,也不是随性的开发利用,其难点是权衡保护和利用的关系,在保护的基础上谈利用。因此,首先要明确政府主导,社会力量广泛参与的原则,严格保护,多方协调;其次,古树名木资源活化利用应明确禁区,即哪些可为哪些不可为,要确保古树生长的原生环境不被破坏,在保护的基础上与当地居民共建共享活化成果;再次,要创新理念,将古树名木资源与乡村产业发展相结合,在保护中利用,以利用促保护,使古树名木的保护利用与乡村发展共生共进。

古树名木见证了历史,古树名木资源是广东省文化遗产的重要元素。实施古树名木保护和活化利用是响应党的十九大报告提出的乡村振兴战略要求

和新时代文化建设的基本方略,对推动建设美丽乡村具有重要意义,有利于对历史文化的传承与创新,践行文化价值,增强本土文化力量,坚定文化自信。

参考文献:

- [1] 陈秋菊,郭盛才,陈盼. 广东省古树名木资源现状及分布研究[J]. 林业调查规划,2019,44(5):172-175,180.
- [2] 郭盛才,刘锡辉,陈富强,等. 广东省古树名木保护管理现状及发展策略[J]. 林业调查规划,2019,44(5):176-180.
- [3] 陈秋菊. 新时期广东绿美古树乡村建设模式探讨[J]. 福建林业科技,2021,48(1):117-120.
- [4] 杨丛钟,文干贤,海华,等. 一棵树富了一个村—云南“银杏第一村”是如何发展特色乡村旅游的[J]. 广西经济,2013(7):23-24.
- [5] 兰传亮. 诸暨市樵王村特色林业(香榧)经济发展模式研究[J]. 安徽农学通报,2011,17(13):142-143,169.

责任编辑:许易琦

校 对:许春霞 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.033

基于 Ecotect 分析的老旧小区适老景观更新研究

——以驻马店市纱厂社区为例

赵赟¹, 丁芹勤², 杨子萌³, 陈雅倩¹

(1. 信阳农林学院林学院, 河南 信阳 464000; 2. 博维筑成设计有限公司, 河南 郑州 450000;
3. 河南农业大学风景园林与艺术学院, 河南 郑州 450000)

摘要:以驻马店纱厂社区为例,总结老旧小区适老现状问题,通过 Ecotect 软件量化分析驻马店当地的气象资料、小区内日照辐射和太阳投影、模拟场地内的风环境情况,直观地展示出老旧小区内需要适老更新的区域。以 Ecotect 分析结果为数据来源,提出合理规划小区内空间并选择适宜老人活动区域,增加老人的群体交往;优化老旧小区的种植环境,通过植物种植改善老旧小区内风热环境,提高小环境舒适度;合理设计建筑边缘空间,提高场地利用效率,增加活动空间。

关键词:老旧小区;适老景观更新;Ecotect 分析;太阳辐射;风环境模拟

中图分类号:S731.5;P901;TP311.56 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0190-06

引文格式:赵赟,丁芹勤,杨子萌.基于 Ecotect 分析的老旧小区适老景观更新研究——以驻马店市纱厂社区为例[J].林业调查规划,2021,46(6):190-195. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.033

ZHAO Yun, DING Qinqin, YANG Zimeng. Renewal of Age-friendliness Landscape in Old Community Based on Ecotect Analysis—A Case Study of Yarn Factory Community in Zhumadian City[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6): 190-195. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.033

Renewal of Age-friendliness Landscape in Old Community Based on Ecotect Analysis

——A Case Study of Yarn Factory Community in Zhumadian City

ZHAO Yun¹, DING Qinqin², YANG Zimeng³, CHEN Yaqian¹

(1. College of Forestry, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang, Henan 464000, China;
2. Bowei Zhucheng Design Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China;
3. College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: This paper summarized the problems of the old community's suitability for old age based on the case of Yarn Factory Community in Zhumadian City, used Ecotect software to quantitatively analyze local meteorological data, solar radiation and solar projection in the community, and simulated the wind environment in the site to visually display the areas that needed to be updated for aging in the old community. This paper proposed to use the results of Ecotect analysis as the data source to reasonably plan the space in the community and select the activity area suitable for the elderly to increase the group communication; optimize the planting environment of the old community and improve the wind and heat environment

收稿日期:2020-11-05.

第一作者:赵赟(1996-),女,河南遂平人,硕士研究生.研究方向为风景园林规划设计. Email:zayayyyyy@163.com

through plant planting; reasonably design the building edge space, improve the site utilization efficiency and increase the activity space.

Key words: old community; renewal of age-friendliness landscape; Ecotect analysis; solar radiation; wind environment simulation

近年来,老旧小区老龄化比重逐年增加,时代变迁带来的设施更新,导致老旧小区原有的社区功能和基础设施建设跟不上步伐,因此老旧小区普遍存在适老性缺失问题,加强老旧小区适老性景观现状及更新策略研究显得尤为重要。

以典型的老旧小区——河南省驻马店市纱厂社区为例,采取实地考察和文献资料收集的方法,剖析老旧小区适老功能的特征问题,结合 Ecotect 生态模拟软件进行分析,通过建立模型模拟的方式,将场地信息量化为科学图像数据,在保证不大拆大建的前提下,合理地选择适老化改造区域,提升老年人的生活环境品质,以期对城镇中老旧小区的适老改造提供一定的借鉴,并提出适老景观更新策略,为老旧小区适老景观更新提供理论和实践支撑。

1 研究背景

1.1 人口老龄化背景

中国人口老龄化起步比较晚,但发展速度较快。根据《世界人口展望 2019》方案预测显示,2025 年中国老年人将达 3 亿人,老龄化率超过 20%,正式进入深度老龄化社会,从 2000 年进入老龄化社会到深度老龄化社会,中国仅用了 25 年。另外,中国人口老龄化呈现高龄化压力持续加大的延展特征,高龄化一般指 80 岁以上人口占全体老人(大于 60 岁或 65 岁)的比重趋于上升的过程。2000 年中国刚进入老龄化社会时,高龄化比率为 10%,根据《世界人口展望 2019》方案预测显示,2045 年该比率将达 20%,21 世纪末达 37%^[1]。人口老龄化已成为中国 21 世纪不可逆转的基本国情,且高龄化演进速度加快,这必然对未来城市中的各种适老设施提出新的要求。

1.2 老旧小区适老化改造的必然趋势

随着城市的发展,大量的商品化住宅建成,城市居民的生活环境有了很大提高,但却忽视了老旧小区的公共环境提升。大拆大建的增量更新规划方式已不适用于现有的城市发展,反而会破坏城市地域文脉和特有时期的城市肌理。国务院办公厅在 2020 年发布了《关于全面推进城镇老旧小区改造工

作指导意见》,指出需要整治小区及周边绿化、照明等环境,改造或建设小区周边适老设施等配套设施,要求有关养老方面的设施增设或改造计划,应主动与城镇老旧小区改造规划和计划有效对接,同步推进实施。老旧小区改造的工作目标是 2022 年能够基本形成制度框架、政策体系和工作机制;到“十四五”期末,结合各地实际,力争基本完成 2000 年底前建成的城镇老旧小区改造任务。

2 老旧小区现状调研及适老问题

2.1 纱厂社区基本情况

纱厂社区位于驻马店市驿城区雪松大道中段,毗邻商场、车站、医院、学校,周围服务设施齐全。小区建筑大多建于 20 世纪 80、90 年代,占地 3.9 hm²,多为 6~7 层行列式住宅(图 1)。

小区建成时间较久,公共设施老化,公共活动场地比较缺乏,静态交通问题突出,严重挤压居民日常活动的空间。目前社区常住人口为 5 628 人,60 岁以上的老年人口为 1 539 人,占社区总人口 27%,80 岁及以上高龄老人为 785 人,占 14%。根据联合国对老龄化社会的界定,65 岁以上人口占比 7%~14% 为轻度老龄化,14%~20% 为中度老龄化,20%~40% 为重度老龄化。目前纱厂社区的老龄化程度级别为重度老龄化。严重缺乏的适老设施和比例众多的老年人口矛盾尖锐,小区的适老化设施更新成了迫在解决的问题。

2.2 老旧小区存在的适老问题

2.2.1 基础设施陈旧,缺乏无障碍设施

纱厂社区建设时间较早,建设缺乏预见性,随着时间推移,几十年前的基础建设早已不能够满足现在的居民需求^[2]。小区原有的景观小品、健身设施已经逐渐破损,失去原有的功能。道路年久失修,路面不平且有轻微的开裂,比较容易积水,给老人的出行带来了安全隐患。在有台阶的楼道口及公共空间内还缺乏无障碍设施,无法保证老人安全出行。

2.2.2 小区绿化率低,植被种植杂乱

绿植种植缺乏,面积较小,种植层次不足。小区植物景观多集中于两栋建筑之间的宅间绿地,有的

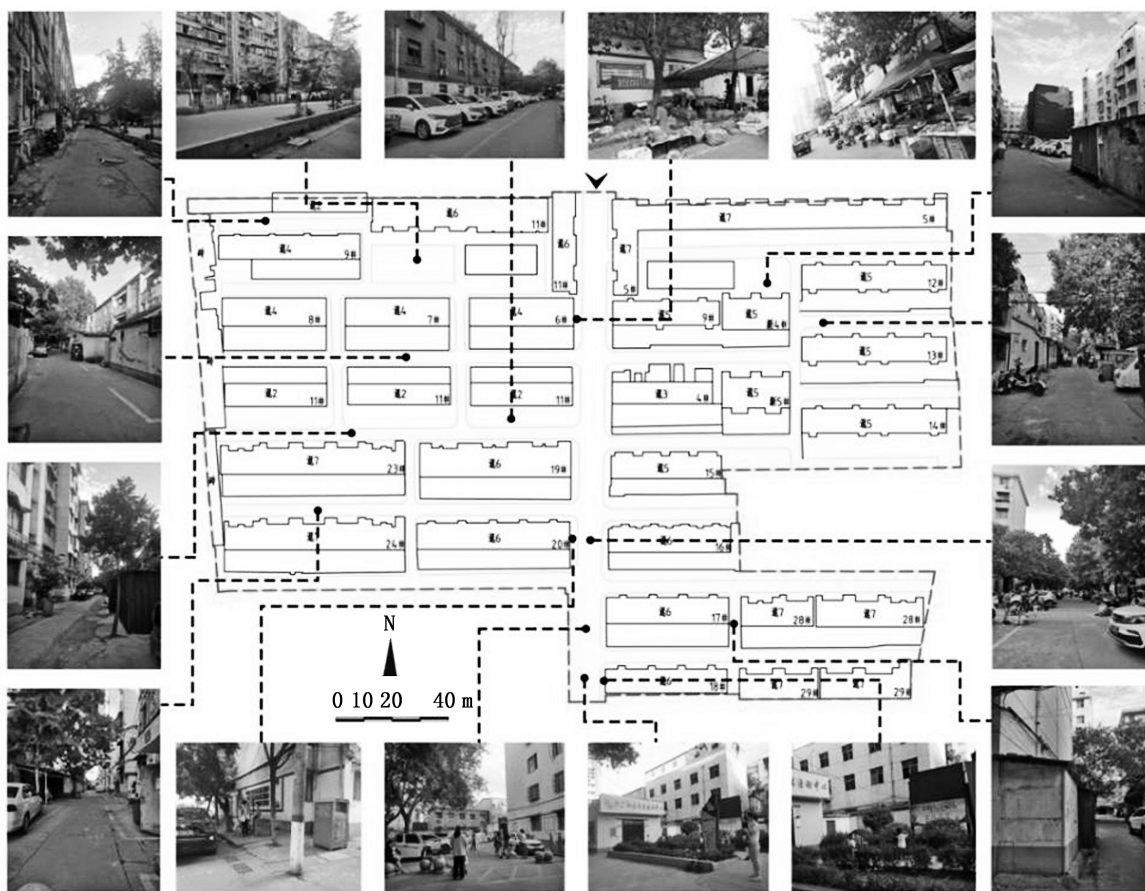


图 1 纱厂社区现状平面图

Fig. 1 Plan of Yarn Factory Community

甚至没有,并且形式单一,居住环境单调乏味,导致老人对室外停留的兴趣度不足。小区内乔木树龄整体较高,且疏于管养,过高的树木影响了建筑的采光通风,对老人的身心健康也造成了比较大的影响^[3]。

2.2.3 私搭乱建情况严重,公共空间被占用

随着社区居民生活条件的提高,私家车数量显著上升,而原有的小区没有统一规划车位,导致汽车停放占用公共空间。原有小区住户使用面积不足,并且缺乏相关管理,常出现私搭私建的情况,占用了部分公共空间用于堆放杂物与垃圾,使得公共空间严重缺失,户外活动很难开展,不利于老人和邻里之间的交流,易造成心理健康方面的问题。

3 基于 Ecotect 的老旧小区现状分析

3.1 Ecotect 概述

Ecotect 生态建筑模拟软件是由英国 Square One 公司开发的一款全面的技术性能分析辅助设计软件,其设计理念来源于建筑气候设计系统的分析方

法,是这种方法在计算机领域的再现^[4]。建筑气候设计系统分析方法是帮助设计人员了解在方案阶段的决策所带来的能耗结果,并且提供信息,使其能够应用能源的观点生成形式,而不是仅仅把能耗作为一种必须满足的限制条件。Ecotect 提供了一个交互式的分析方法,包含热环境、光环境、声环境、日照、经济性、环境影响、可视度等综合技术分析功能,分析过程简单快捷、结果直观^[5]。

3.2 气象分析

驻马店市位于河南省的中南部,淮河上游的丘陵平原地区,地处北纬 32°18'~33°35',东经 113°10'~115°12',北接漯河,南接信阳。本次模拟采用驻马店市的逐时典型气象年数据 CSWD(CSWD 格式的气象文件来源于清华大学《中国建筑热环境分析专用气象数据库》)作为此次 Ecotect 模拟分析的气候数据库,并利用 Ecotect 中的子软件 Weather Tool 对驻马店市的气候情况进行分析。使用 Ecotect 生成的全年逐时干球温度分布和全年逐时湿度分布如图 2,图 3 所示。

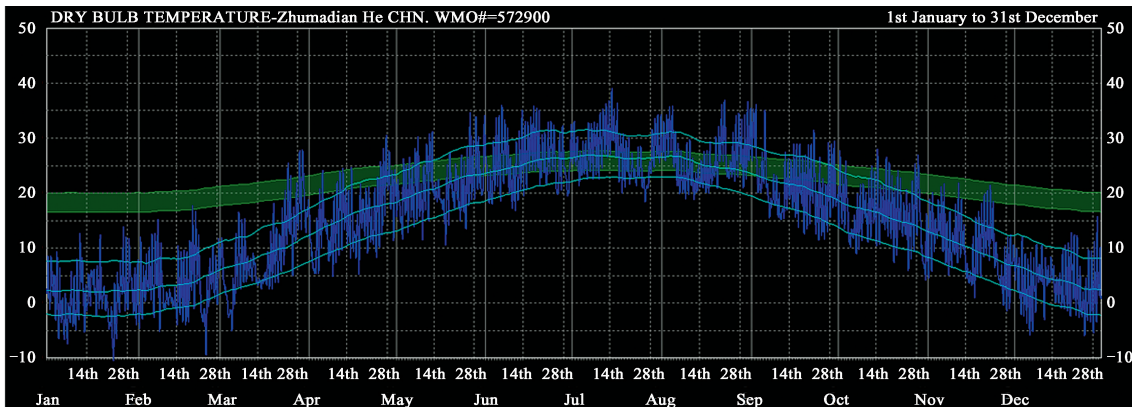


图 2 全年逐时干球温度分布

Fig. 2 Annual hourly dry-bulb temperature distribution

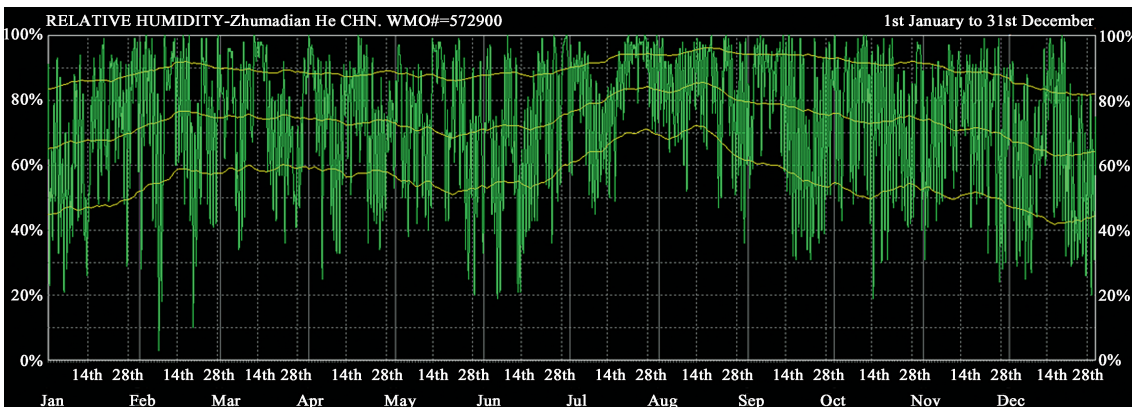


图 3 全年逐时湿度分布

Fig. 3 Annual hourly humidity distribution

从图 2 中可以看出,驻马店四季分明,属于夏热冬冷型气候,年均干球气温在 15℃左右,最冷是 12、1、2 月,平均最低温度一般不超过 -5℃,最热为 6 月中旬到 9 月底,平均气温一般不超过 35℃。图 3 显示驻马店全年湿度适中,8 月湿度较高,年均相对湿度为 65%~80%,全年四季分明,温和湿润。

对太阳辐射进行分析,根据全年中过热期和欠热期内的太阳辐射量计算本地的相对最佳建筑朝向(图 4)。

根据“坐北朝南”理论,北半球建筑一般都是面向正南,但由于各地区的经纬度、通风情况不同,最佳建筑朝向并非正南,而是与正南方向有一定的夹角^[6]。由 Ecotect 中 Weather Tool 对驻马店朝向的分析,当地最佳朝向是南偏东 15°,最佳朝向范围为正南偏西 15°到正南偏东 30°。在适老景观更新设计中,考虑最佳朝向范围要符合老年人身体舒适环境的需要,根据最佳朝向分析结果布置园林小品和园林建筑,将园林“舒适性”发挥得更合理。

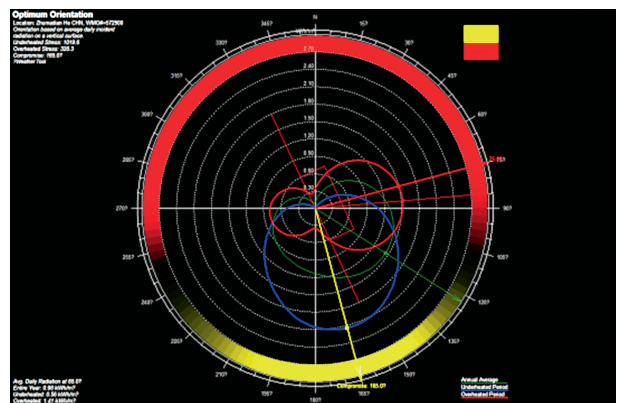


图 4 最佳朝向分析

Fig. 4 Best orientation analysis

3.3 环境分析

3.3.1 日照分析

相对其他基于 AutoCAD 系列平台的日照软件来说, Ecotect 软件中日照时间分析功能更强大,可以对全年任意时间点的太阳轨迹和太阳位置进行精

确模拟,分析界面更加直观,还可以对地块的日照辐射强度进行精确统计,通过场地累计日平均辐射进行分析,明确规划利用场地内的太阳辐射分布情况,避免产生过多消极空间^[7]。

运用 Ecotect 对用地日均太阳辐射进行全面的量化分析,选取一年之中最热和最冷的夏至日和大寒日,结果如图 5,图 6 所示。

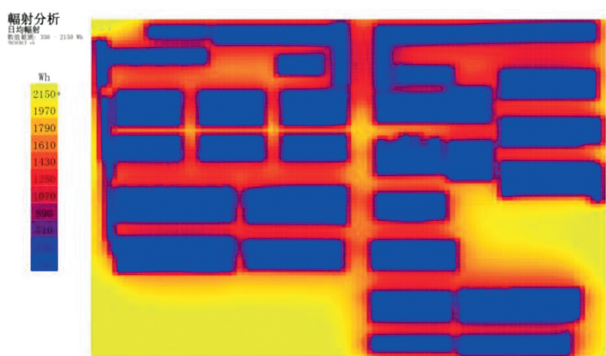


图 5 夏至日太阳辐射

Fig. 5 Solar radiation on the summer solstice

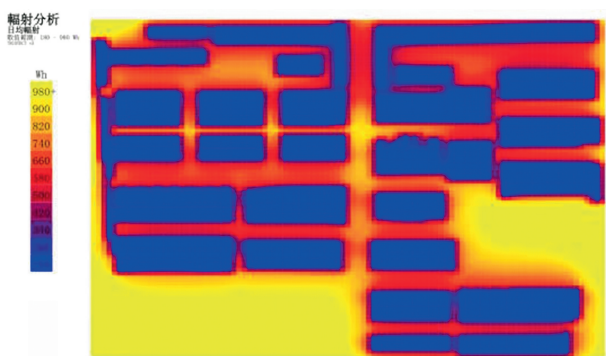


图 6 大寒日太阳辐射

Fig. 6 Solar radiation on the great cold

纱厂社区公共区域夏季和冬季接收到的辐射位置相似,但辐射量不同。夏至日均辐射量最大达到 2150 Wh/m^2 ,大寒日均辐射量只有 980 Wh/m^2 。整个小区中心道路及两侧是接收辐射量最好的区域,应种植常绿乔木与灌木,这样四季都能提供比较阴凉的场地。由于西北区域建筑高度及密度均较低,公共空间及道路两侧日辐射条件较好,其中紫色、红色区域太阳辐射相对较弱,黄色区域太阳辐射较强,所以在靠近建筑的紫色、红色区域宜种植灌木及落叶乔木^[8],在夏季能提供阴凉的场地,秋冬落叶后,又能够保证阳光的照射。通过合理的种植植物,营造良好的绿色空间吸引老年人停留、驻足。

3.3.2 风速分析

风环境影响着环境的舒适度,但不同季节风向、风速不同,驻马店气候特点是冬冷夏热、四季分明,因此挑选典型季节的主导风向做风环境模拟^[8]。选取夏季和冬季两个季节使用 Winair 进行小区风环境模拟,在行列式的建筑中会比较容易形成明显的风洞和风口^[9]。夏季东南风影响下小区 1.6 m 标高的风环境模拟如图 7 所示。

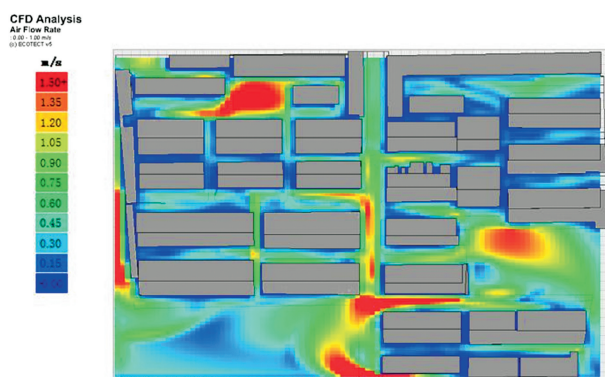


图 7 夏季风环境模拟

Fig. 7 Wind environment simulation in summer

由图 7 可知,红色区域的风速较强,主要分布在小区西北部 and 南部主路,这部分区域是夏季老人喜爱停留的空间,可以布置座椅供老人休息,且要注意太阳光照的遮挡。冬季西北风影响下小区 1.6 m 标高的风环境模拟如图 8 所示。

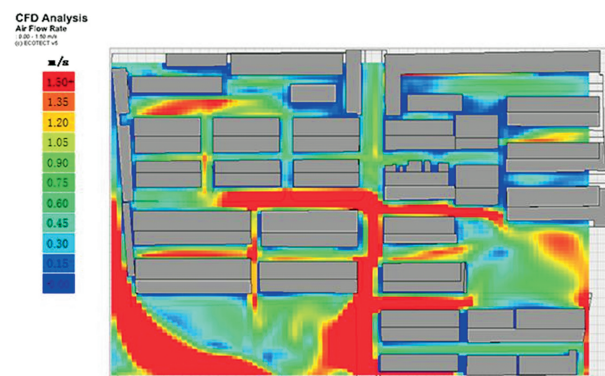


图 8 冬季风环境模拟

Fig. 8 Wind environment simulation in winter

由图 8 可知,小区南部的主路上风速较大,在建筑物东西两侧的边缘空间,风速较低,冬季风寒冷,为了避免老人受到冷风影响,可通过植物种植调节阻挡一定的冷风。

4 老旧小区适老环境更新策略

在适老景观改造中,通过 Ecotect 分析,得出老旧小区当地的气象资料、场地内的日照、风环境数据,在初始的改造设计阶段,可运用景观设计调整场地的“小气候”环境,选择适宜的老年人活动地点,为老年人提供一个舒适而愉悦的外部活动空间^[10]。

4.1 优化老旧小区种植空间,营造适老景观环境

老旧小区植物配置呈现乔木多、灌木少、层次单一、绿地量不足的特点,植物搭配比较混乱,在前期疏于管理的情况下,仅有的植物景观也较差。根据 Ecotect 生态分析,对目前太阳辐射比较高的地方应该补栽高大的常绿乔木,从而有效地降低太阳辐射,保证夏天的舒适性,同时保证四季有景可赏。在太阳辐射适中的区域,根据植物习性选择落叶乔木或灌木进行种植,既保证在夏季提供阴凉的场地,秋季落叶后,又能使冬季享受阳光的照射。在太阳辐射过低的区域,则宜种植喜阴的植物。也可以结合建筑物南边、变电站、泵房等消极空间搭配喜阴植物进行种植,以形式多样的袖珍绿地填补火柴盒式的小区空间,达到景观上的美感,吸引更多的老人走出家门,亲近自然。

4.2 规划老旧小区公共空间,提供老人交流场地

在早年规划前瞻性不足的情况下,公共空间被占用,公共设施设置不合理,活动空间缺乏。通过 Ecotect 生态分析可以在现有小区合理规划公共设施区域,如配电房、泵房等重新规划放置在太阳辐射量少,见不到阳光的空间。也可以根据太阳辐射分析出适宜老人活动的区域。在日照辐射大的地方合理搭配植物,设置老人活动区域。根据风模拟分析,在风速大的地方应当结合绿篱或其他植物搭配阻挡一定的风力,营造良好的局部气候环境,提高舒适度。

4.3 合理设计建筑边缘空间,提高场地利用效率

经过 Ecotect 软件分析后,小区建筑北侧和西侧的边缘空间环境良好,在夏季阴影时间较长,由于建筑的遮挡冬季风速也相对较低。该区域建筑单元较近,也是老人常驻足的场地。可以合理设计人车分流的道路,搭配植物种植,使该场地具有交通功能的情况下,也成为老人交往活动的主要空间^[11]。

5 结语

从适老方向入手,建设老年人宜居环境,对老旧小区的老年人生活环境提出改造策略,通过 Ecotect 生态分析,科学直观地展示了老旧小区的现状,定量分析气象资料、太阳辐射、日照、风速,得出适宜老年人活动的区域,将定性分区得到了量化,为后续的老旧小区适老改造分析提供思路。

参考文献:

- [1] United Nations Population Division. World Population Prospects 2019[R]. 2019.
- [2] 凌志常,程丽媛,刘迪. 基于 Ecotect 的老旧小区公共环境改造研究——以宜昌市城昌花园为例[J]. 工业设计,2018(5):69-71.
- [3] 杨丽. Ecotect 在居住区规划中的应用研究[J]. 住宅科技,2010,30(11):9-13.
- [4] 柏慕培训. Autodesk Ecotect Analysis 2011 绿色建筑分析实例详解[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [5] 杨永峰,顾维志,刘萌萌,等. 从传统园林分析方法到以 Ecotect Analysis 为基础的园林场景分析[J]. 山东林业科技,2014,44(2):110-113.
- [6] 杨立新,杨永峰,咎世明,等. Ecotect Analysis 太阳辐射分析在园林植物场景中的应用[J]. 中国园艺文摘,2012,28(3):96-97.
- [7] 李浩冰,奚雪垠,贾爽,等. 软件模拟分析辅助绿色建筑方案创作初探[J]. 建筑技艺,2011(6):74-77.
- [8] 侯凤武,陆炳燕,孙健. 基于 Ecotect 分析的太阳辐射对于住区景观植物选择的引导——以张家口文华苑住宅小区为例[J]. 河北建筑工程学院学报,2017,35(2):68-71.
- [9] 张浩,郑禄红. 基于 Ecotect 与 Phoenix 的居住区景观设计微气候模拟[J]. 山西建筑,2014,40(22):10-12.
- [10] 李辰琦,于淼,李聪. 基于舒适度优化的沈阳旧住宅小区适老化景观更新研究——以秀山小区为例[J]. 中国园林,2019,35(1):23-28.
- [11] 冯丽,赵亚洲,马晓燕. 基于婴幼儿微气候舒适度的北京市居住区景观规划策略探讨[J]. 农业科技与信息(现代园林),2014,11(11):57-61.

责任编辑: 杨焱熔

校 对: 张林艳 杨焱熔

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.034

城市绿地使用状态评价体系构建研究

杨丽

(呼和浩特职业学院,内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要:城市绿地作为市民回归大自然的重要渠道,其在城市生态、空间环境中起到了积极的作用。市民作为各类城市绿地的最终使用者,其在使用城市绿地的过程中所得到的感官上或心理上的反馈对进一步改善城市绿地体系具有十分重要的意义。文章基于城市绿地的空间布局、生态环境、景观效果、配套设施等因子,利用模糊层次分析法构建使用状态评价体系,以此为城市绿地品质的持续提升提供参考。

关键词:城市绿地;使用状态评价体系;空间布局;生态环境;景观效果;评价体系构建

中图分类号:S731.2;F282 文献标志码:A 文章编号:1671-3168(2021)06-0196-05

引文格式:杨丽.城市绿地使用状态评价体系构建研究[J].林业调查规划,2021,46(6):196-200. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.034

YANG Li. Evaluation System Construction of Urban Green Space Use Status[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(6):196-200. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.06.034

Evaluation System Construction of Urban Green Space Use Status

YANG LI

(Hohhot Vocational College, Hohhot 010010, China)

Abstract: Urban green space, as an important channel for citizens to return to nature, plays an active role in urban ecology and spatial environment. As the end users of various urban green spaces, the sensory or psychological feedback received by citizens can be used for reference to further improve the urban green space system. Based on the contents of spatial layout, ecological environment, landscape effect and supporting facilities, this paper constructed a set of evaluation system of urban green space use status by fuzzy analytic hierarchy process, so as to guide the continuous improvement of urban green space quality.

Key words: urban green space; evaluation system of use status; spatial layout; ecological environment; landscape effect

1 相关概念论述

1.1 城市绿地

城市绿地通常是指在城市中由各类天然绿地或人工修建的绿地共同组成的城市绿色空间,其包括了公园绿地、居住区内部绿地、防护绿地、道路附属绿地等各种类型与功能的绿地,但不包含城市内用

于生产的经济林带。

城市绿地作为维持城市生态系统稳定的重要组成部分,其通过绿地内各类植物生产过程中所进行的生理作用来起到净化空气、调节大气湿度、减少城市噪音污染、抑制扬尘、杀菌除菌、降低水土流失等生态功能。植物所进行的光合作用能够释放大量的

收稿日期:2021-01-07.

第一作者:杨丽(1979-),女,内蒙古赤峰人,讲师.主要从事园林植物应用、城市景观设计研究.

氧气,从而补充城市日常的耗氧量,同时,城市绿地还能成为城市居民防灾避难的重要场所,一旦城市中出現突然性自然灾害,城市绿地所拥有的空间条件能够满足灾民临时居住、救灾力量中转调度所需^[1]。

1.2 城市绿地使用状态评价

使用状态评价理论是20世纪60年代由美国普莱赛等学者提出,并在所出版的《使用状态评价》中对其首次进行了系统性论述。在这一著作中,使用状态评价的对象为建筑物,其关注的内容分别为建筑物使用者的需求、设计成败以及建成后的建筑物性能等。随后,使用状态评价理论被逐步应用到城市规划、园林景观设计等领域。

使用状态评价作为设计人员与使用者之间进行沟通的有效方式,能够彻底打破使用者与设计者之间的壁垒和隔膜,从而为设计者发现类似项目在设计阶段存在的缺陷,并为已建成的项目进行下步更新和改造提供重要的依据,使之能够在项目升级改造过程中得到进一步完善^[2]。

鉴于城市绿地包含了诸多不同功能类型的绿地,并存在建设时间和建设规模上的差异,对其进行使用状态评价能够更加全面地了解民众对其使用的满意度,并从中不断总结和归纳出城市绿地设计和建设中所存在的问题,如城市绿地规划布局、绿地植物品种、绿地附属设施、绿化景观效果等,进而在下阶段的城市绿地规划、设计、施工、养护等工作中予以改进。

1.3 城市绿地使用状态评价方法

利用层次分析法的基本原理所构建的评价体系不仅能直接将诸多评价指标进行量化,而且能尽量确保每一项评价指标所对应的评价条件相对独立和客观。同时,经过量化分析的指标项更能通过合理的权重分配进一步区分指标项之间的主次关系,进而符合市民群众对不同城市绿地空间的需求。另外,针对于我国不同区域因不同自然环境条件所造成的城市绿地构成上的差异,利用层次分析法所构建的使用状态评价体系通过调整部分评价指标项及其对应的权重值,便可使之满足绝大部分城市对于城市绿地使用状态的评价需求。

2 城市绿地使用状态的相关影响因素分析

对城市绿地进行使用状态评价,其主要目的是为了进一步提高城市绿地的品质,因此在影响因素的选择上综合了绿地在空间布局、景观效果、生态环

境、运行管理等多方面的影响因素,以力求达到使用状态评价的深度与广度。

2.1 空间布局

城市绿地空间布局的优劣直接体现在居民前往各类绿地中进行游园所耗费的时间,空间规模较大的绿地为居民提供游览或使用的场地空间更为丰富,居民每次使用绿地的时间将更长。同时,作为城市绿地的主要服务对象,绿地周边常住居民的数量也会对城市绿地的使用情况产生影响。另外,绿地内部景观空间分隔和功能区域也会对不同年龄阶段使用人群的使用评价造成影响。

2.2 生态环境

城市绿地具有净化大气环境、减少水土流失、降低噪音污染等方面的作用,城市绿地空间中清新的空气、幽静的环境不仅能大幅提高居民在游览绿地中的体验和感官享受,而且其对于城市生态环境的改善起到了至关重要的作用。同时,城市绿地中丰富的植物覆盖配以大小适宜的水体后,还能为各类生物提供优良的栖息地,使其成为城市中各类野生动物的天堂^[3]。

2.3 绿地景观效果

城市绿地除了具备一定的生态功能外,各类植物以及景观小品所展现的景观效果也成为了城市居民拥抱大自然的重要途径,通过植物的季相变化、各类植物的互相搭配,能够在钢筋混凝土的“都市森林”中模拟出接近于自然界的景色。同时,利用地形堆叠、水系沟通所创造的山水,使城市绿地的景观效果更上一层楼。

2.4 绿地配套设施

城市绿地因其优美宜人环境而被市民所欣赏,而在市民欣赏园林景观的过程中还涉及到城市绿地中的各类附属设施,如公共厕所提供了游客如厕的地方,停车场供游客停放交通工具,交通导引标识为游客指明游览方向,游步道方便游客前往绿地各处。因此,各类配套设施的完备程度也会影响市民对绿地的使用状态评价。

3 确定评价指标因子

3.1 空间布局因子的确定

空间布局对于市民使用情况的影响性主要体现在城市绿地的分布情况及绿地内部空间等两大方面,其中绿地分布情况直接关系到市民到达绿地的距离。如果绿地分布在离居住区较远的区域内,市民只有在节假日才能有时间前往绿地进行游览,而

部分城市聚居区附近的绿地,市民可利用工作日的茶余饭后短暂地进行游览。由此可见,城市绿地的分布情况及与居住区的距离与绿地的使用评价成正比,而上述两项影响因子可进一步提炼为城市绿地的服务半径。

鉴于部分城市绿地与居住区距离较远,市民无法通过步行前往绿地进行游览,故在绿地空间布局上应结合现有的公共交通体系或根据绿地体量设置足够的停车场以供市民交通需求^[4]。

城市绿地因其空间大小上的差异造成了同时容纳市民游览的数量存在一定差异,部分交通较为便利的绿地由于占地面积较小,短时间内涌入大量游客后会使绿地空间拥挤不堪,甚至在意外发生时容易引发游客踩踏等安全事故。

3.2 生态环境因子的确定

城市绿地的生态效应主要体现在绿地对城市区域内大气、噪音、水体等环境因子的改善,例如植物通过光合作用不断地释放新鲜氧气,植物体表的绒毛组织能起到吸附大气中各类细小悬浮颗粒物的作用;城市街道上行驶的车辆或工厂企业在生产过程中所产生的噪音也能够为绿地所隔绝。因此,在筛选城市绿地使用状态评价指标的生态环境因子时,应当充分考虑大气环境、噪音控制、水土保持等环节,可通过生态环境的改善来进一步丰富绿地区域的生物多样性。

3.3 景观效果因子的确定

城市绿地景观主要包括植物景观、水体景观以及各类景观小品等,其中的水体景观和景观小品往往与植物景观相结合,从而形成整个绿地中的视觉焦点,在绿地中往往将这些视觉焦点称之为景观节点,其通常具备画龙点睛、承上启下的作用。植物景观是由各类植物所构成,也正因如此,自然界中植物所必备的花开花谢、瓜熟蒂落、落叶纷纷等景象也成为了绿地中独特的景观亮点。

3.4 配套设施因子的确定

鉴于城市绿地配套设施种类繁多,而且不同功能和面积绿地在各类设施的分布数量和密度上同样存在较大差异,为了提高评价体系的全面性,故对相关影响因子进行了筛选。随着全民健身热潮的兴起,我国国民在业余时间进行健身锻炼的频率飞速增加,城市绿地中的健身步道既可以与现有的园路相结合,也可单独设置,而慢走这一锻炼方式适应面较广,尤其适合中老年市民进行健身。通过对使用城市绿地的市民年龄层次进行统计,儿童及老年人

的占比较高,故在绿地内布置各类健身器材、儿童游戏设施等游乐设备能吸引更多上述年龄层次的居民。通常情况下,中青年人群使用城市绿地的时段主要集中在工作日的夜间或节假日,并且炎炎夏夜的夜间,城市绿地也成为了市民纳凉的好去处,在绿地内设置足够的照明设施是提高绿地夜间使用率的重要保障。我国近年来老龄化趋势较为明显,许多老人由于身体机能衰退,无法正常行动,只能依靠轮椅、拐杖等器械出行,而绿地中优美的环境对于改善老年人的身心健康具有一定的帮助,故绿地中无障碍设施覆盖率也成为了影响部分老年人或伤残人士使用绿地的因素^[5]。

4 城市绿地使用状态评价体系的构建

4.1 模糊评价指标构建

在查阅大量文献资料以及在数位资深专家的指导下,确立城市绿地使用状态评价模型(表 1)。

表 1 城市绿地使用状态评价模型

Tab. 1 Evaluation model of urban green space use status

准则层	编号	因子层	编号
空间布局	A ₁	服务半径	B ₁
		占地面积	B ₂
		交通便捷性	B ₃
生态环境	A ₂	水土保持	B ₄
		丰富生物多样性	B ₅
		隔绝噪音	B ₆
		净化空气	B ₇
景观效果	A ₃	季相变化	B ₈
		乔灌草配比量	B ₉
		景观节点满意度	B ₁₀
配套设施	A ₄	健身步道覆盖率	B ₁₁
		游乐设施数量	B ₁₂
		照明设施覆盖率	B ₁₃
		无障碍设施覆盖率	B ₁₄

表 1 中,将 4 个第一层级指标定义为 A_i(i=1,2,3,4),即空间布局(A₁)、生态环境(A₂)、景观效果(A₃)、配套设施(A₄);二级指标定义为 B_j。

4.2 评价体系第一层级权重确定

为更准确地对各项影响因子进行评估,特邀请了 10 名来自住建部门、园林设计单位、高等院校等单位的专家学者进行评估。通过对第一层级的评价

指标进行相互比较,并按其两者之间关系的重要性进行评分,按得分情况将评价等级分为极其重要、十分重要、一般重要、略微重要及同等重要 5 个等级,分别对应 9 分、7 分、5 分、3 分、1 分,如相关因子之间的关系介于上述 5 个等级之间,可采用 2 分、4 分、6 分、8 分予以代替。专家对第一层级的评价指标进行比较,评价结果见表 2 和表 3。

表 2 第一层级评价指标专家评价得分

Tab. 2 Evaluation score of the first level indicators

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
A ₁	1	2	0.5	1
A ₂	0.5	1	0.5	0.333
A ₃	2	2	1	0.5
A ₄	1	3	2	1
SUM	4.5	8	4	2.833

表 3 第一层级评价指标比较评价

Tab. 3 Comparative evaluation of the first level indicators

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	SUM1	W
A ₁	0.2222	0.2500	0.1250	0.3530	0.9502	0.2376
A ₂	0.1111	0.1250	0.1250	0.1175	0.4787	0.1197
A ₃	0.4444	0.2500	0.2500	0.1765	1.1209	0.2802
A ₄	0.2222	0.3750	0.5000	0.3530	1.4502	0.3626
SUM2	1	1	1	1	4	1

为了便于对该层级中的各项评价指标进行统一评判,采用归一法对表 2 中的评价得分进行数据处理。例如:1/4.5=0.222 2,0.5/4.5=0.111 1,2/4.5=0.444 4,1/4.5=0.222 2,以此类推从而到了表 3 中的前四列数据值;第五列中的 SUM1 值分别为该行的前 4 项数值之和,即 0.222 2+0.250 0+0.125 0+0.353 0=0.950 2,以此类推得到第五列的数值;表 3 中第六列的数值 W 为对第五列数值再次进行归一法处理,即 0.950 2/4=0.237 6,0.478 7/4=0.119 7,1.120 9/4=0.280 2,1.450 2/4=0.362 6。

为了进一步确保分析数据合理性,遵循层次分析法的基本原理,对表 3 中第一层次评价指标进行一致性检验。按照矩阵 A 的不一致程度指标 $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ 对其进行矩阵一致性检验,其中 n 为矩阵评价因子数量,得出 $CI = (4.253 7 - 4) / (4 - 1) = 0.084 6$,并取平均随机一致性指标 RI 值为 0.90,从而得出随机一致性比率 $CR = CI / RI = 0.084 6 /$

0.90=0.095 0。鉴于 CR 值小于 0.1,故其一致性检验符合要求。

4.3 评价体系第二层次权重确定

在确定完评价体系第一层次的权重后,采用同样的方法,由专家打分和模糊层次分析法评价原理得出相应因子层的权重(表 4~表 7)。

表 4 第二层级评价指标专家评价得分(空间布局)

Tab. 4 Evaluation score of the second level indicators (spatial layout)

	服务半径	占地面积	交通便捷性	W
服务半径	1	3	2	0.5390
占地面积	0.333	1	0.5	0.1637
交通便捷性	0.5	2	1	0.2973

注:CI 值为 0.004 4,CR 值为 0.007 6,满足一致性检验要求。

表 5 第一层级评价指标比较评价(生态环境)

Tab. 5 Comparative evaluation of the first level indicators (ecological environment)

	水土保持	丰富生物多样性	隔绝噪音	净化空气	W
水土保持	1	1	1	0.25	0.1471
丰富生物多样性	1	1	0.5	0.5	0.1591
隔绝噪音	1	2	1	0.25	0.1888
净化空气	4	2	4	1	0.5050

注:CI 值为 0.079 5,CR 值为 0.089 4,满足一致性检验要求。

表 6 第二层级评价指标比较评价(景观效果)

Tab. 6 Comparative evaluation of the second level indicators (landscape effect)

	季相变化	乔灌木配比量	景观节点满意度	W
季相变化	1	3	0.5	0.3338
乔灌木配比量	0.333	1	0.333	0.1415
景观节点满意度	2	3	1	0.5247

注:CI 值为 0.026 5,CR 值为 0.045 6,满足一致性检验要求。

4.4 城市绿地使用状态评价体系综合权重计算

通过上述各层次评价,指标权重的计算方法已初步明确。为进一步确定每一项因子层评价指标项在本评价体系中的综合权重值,需将准则层评价指标的权重传递给其因子层,故因子层中,服务半径(B₁)的综合权重为其所属的上一层评价因子权重与其本身权重的乘积,即 0.237 6×0.539 0=0.128 1,

表 7 第二层级评价指标比较评价(配套设施)

Tab. 7 Comparative evaluation of the second level indicators (supporting facilities)

	健身步 道覆盖 率	游乐 设施 数量	照明设 施覆盖 率	无障碍 设施覆 盖率	W
健身步道覆盖率	1	4	3	5	0.5420
游乐设施数量	0.25	1	3	2	0.2201
照明设施覆盖率	0.333	0.333	1	0.5	0.1034
无障碍设施覆盖率	0.2	0.5	2	1	0.1344

注:CI 值为 0.085 7,CR 值为 0.096 3,满足一致性检验要求。

以此类推,便可得到评价体系所有因子层评价指标的综合权重(表 8)。

表 8 城市绿地使用状态评价体系综合权重

Tab. 8 Evaluation system weight of urban green space use status

准则层	权重	因子层	权重	综合权重
空间布局	0.2376	服务半径	0.5390	0.1281
		占地面积	0.1637	0.0389
		交通便捷性	0.2973	0.0706
生态环境	0.1197	水土保持	0.1471	0.0176
		丰富生物多样性	0.1591	0.0190
		隔绝噪音	0.1888	0.0226
		净化空气	0.5050	0.0604
景观效果	0.2802	季相变化	0.3338	0.0935
		乔灌草配比量	0.1415	0.0396
		景观节点满意度	0.5247	0.1470
配套设施	0.3626	健身步道覆盖率	0.5420	0.1965
		游乐设施数量	0.2201	0.0798
		照明设施覆盖率	0.1034	0.0375
		无障碍设施覆盖率	0.1344	0.0487

5 应用与展望

5.1 应用

在应用本文所构建的城市绿地使用状态评价体

系对城市绿地的使用状态进行评价时,可通过随机向市民发放包含表 6 内因子层评价指标的评分表,邀请市民根据其使用城市绿地获得的感受,在 1~10 分间对评分项进行打分。评估人员在收集完评分表后,将各评价项的评分予以其所对应的综合权重后,便可得到每一位市民对于城市绿地使用状态的评价。通过分析评分的折算和统计,评价人员可获得较为全面的城市绿地使用状态评价反馈信息,而且这些反馈信息均可量化为数据,政府园林部门可针对收集的量化数据获取该城市绿地在用状态中存在的不足,并根据建设改造投资预算额度合理地分配改造重点。

5.2 展望

由于本文所构建的城市绿地评价体系涵盖了大部分常规的城市绿地类型,部分专业性较强的城市绿地如主题公园、风景区等在使用功能上与其他城市绿地有所区别。但由于模糊层次分析法的适应性较强,在对上述特殊性城市绿地进行使用状态评价时,可适当调整部分评价指标或权重值。例如,在评价儿童公园时,可适当提高配套设施中游乐设施数量的综合权重,并降低健身步道覆盖率的综合权重。

参考文献:

- [1] 于初初. 上海郊野公园规划设计特征与使用评价研究[D]. 北京:北京林业大学,2020.
- [2] 李丹丹. 杭州市中心区口袋公园使用后评价(POE)研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2018.
- [3] 余敏. 国内城市绿地 POE 应用研究梳理[J]. 建筑科技,2017(3):33-35.
- [4] 宋佳慧,范晓杰,秦华伟,等. 泰安王母池街旁绿地使用评价[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2017(3):341-345.
- [5] 胡华,蔡燕静,周罗军. 基于 POE 的综合公园适老性评价——以丽水市处州公园为例[J]. 安徽建筑,2020(3):9-12.

责任编辑:刘平书

校 对:张林艳 许易琦

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2021.

《林业调查规划》

2021 年 (第 46 卷) 论文总目次

论文文题

作者(期·页码)

●森林经理

- 基于人工智能深度学习的卫星影像分类研究 冷天熙,钱发斌,胡文萍(1.1)
- 基于林地一张图的小班自动编号探究 普绍林(1.5)
- 烟台市林地“一张图”建设发展回顾与展望 曲宏辉,王正茂,孙中元,曹蓉芬,胡静宜,李东芹(1.9)
- 无人机、GPS RTK 测量技术在程海湖生态修复工程中的融合应用 左安垠,柳钰莹(1.13)
- 激光雷达技术在森林资源监测中的研究进展 韦复国,邱世平(1.18)
- 景谷县森林蓄积量遥感估测及其动态变化分析 唐文静,李莹,岳彩荣,曹顺伟(2.1)
- 基于遥感影像的森林资源变化检测研究 咎建春,冷鸿天(2.8)
- 基于 ArcEngine 及 Sql Server 数据库的公益林检查管理信息系统的设计与实现 钱发斌(2.13)
- 舍间伐强度哑变量的关帝山油松天然林单木断面积生长模型构建
李学辉,白宁,郭晋平,马建峰,张芸香(3.1)
- 基于遥感云服务平台的植被指数计算 冷天熙,胡文萍(3.8)
- 基于 DeeplabV3+的无人机遥感影像识别 赖丽琦(3.11)
- 沙地樟子松林分密度对林木生长的影响研究 韩照日格图,白玉荣,王立军,李向飞,宋辉(4.1)
- 2020 年森林资源管理“一张图”年度更新质量管控方法研究 曲宏辉,张舒洁,徐晓丹,孙中元,刘金秋(4.7)
- 内蒙古林业大数据管理平台设计与实践 李鑫,云海英,段菁,腾飞,纳青,高荣丽(5.1)
- 郑州市县域土地可持续利用健康性评价 王琦,何瑞珍(5.7)
- 基于机载激光雷达的亚热带森林生物量估算模型研究 方志良,陈奇,任引,王艳军(6.1)
- 基于无人机倾斜摄影技术的森林城市三维模型构建技术研究 李默然(6.9)
- 阿丁枫人工林地上部分生物量和碳储量分布格局 吴敏,钟连香,梁小春,李俊贞,秦武明(6.14)

●研究与探索

- 文峪河流域景观格局动态及其驱动力分析 安冠霖,郭晋平(1.23)
- 基于 ArcEngine 二次开发方法及数据库技术的矢量图层逻辑错误快速修改方法的探索与实现
钱发斌,延红卫(1.34)
- 大花序桉幼苗营养吸收及分配规律研究 吕曼芳,覃祚玉,曹继钊,石媛媛,赵隽宇,潘波(1.38)
- 宿迁市公路边坡绿化常见草本植物根系固土特性研究 罗东志,沈建军,张俊,陈西林(2.19)
- 滇中地区生态环境脆弱性对景观动态变化的响应 陈可心,王有兵,杨建军,廖聪宇(2.23)

- 镇沅县思茅松天然林空间结构特征分析 杨启运,施凯泽,施俊美(2.31)
- 腾冲红花油茶“大小年”树枝叶中主要矿质元素含量比较分析
谢胤,余祖华,李看清,尹必期,王自洪,李丽华,寸明辉,杨槐青(3.17)
- 大理州云南松天然林林分直径结构动态变化研究 魏安超,张大为(3.21)
- 城市公园绿地土壤物理性质空间分异研究 刘臻,杨秀云,宋丽,米美霞,武小钢(3.27)
- 基于全生命周期视角下的林业 PPP 项目财务测算分析 周小平(4.27)
- 地级尺度下的云南省绿地空间格局演化分析 唐静,董继兴,董李勤,程希平(4.33)
- 滇西北高山湖泊分布格局研究 王有兵,施俊美,杨建军,罗燕彬,李春叶(4.39)
- “红火球”紫薇组培快繁与抗褐化研究 李芳菲,杨利平,刘资华,时群,陈丽文,何贵整,杨琼(4.44)
- 峦大杉优良单株子代苗期初步选择 许冰,张璐颖,陈文荣,鲍晓红,吴火和,张纪卯,张毅清(5.15)
- 广西 35 年生大花序桉人工林生长规律研究 邱炳发,钟连香,熊涛,秦武明,覃汉夫(5.20)
- 云南双柏恐龙河自然保护区滇南苏铁物候监测 文云燕(5.25)
- 卧龙羚牛舔饮天然盐井过程中的行为时间分配
叶平,伏彦林,袁红,李文静,刘炼,周莎,王鹏彦,管晓(5.29)
- 非洲辣木种子无菌萌发与组培再生体系的建立 覃玉凤,钟连香,魏秋兰,肖玉菲,覃子海(6.18)
- 珠巴洛河流域人为干扰度动态分析 廖聪宇,王有兵,张占忠,王海源(6.23)
- 银杏叶绿体基因组密码子使用偏性分析 李薇,王倩,胡晓艳,杜淑辉(6.28)
- 近 35 年国内空间句法研究知识图谱分析 张艺鸽,王梦瑶,杨芳绒,鲁黎明,周迪(6.35)
- 生物多样性
- 香格里拉虎跳峡镇核桃种质资源坚果表型特征多样性分析
杨建华,习学良,李淑芳,陈勤,苏连波,王高升(3.33)
- 高黎贡山国家级自然保护区贡山片区植物多样性监测与评价 余皖云(3.37)
- 糯扎渡省级自然保护区鸟类多样性调查及分析 杜虹蓉,卢文,赵倩茹,李丽,李勇祥(3.45)
- 广东星湖国家湿地公园生物多样性及保护对策 武锋,王伟恒,甘建文,胡喻华,郭盛才,刘新科(4.11)
- 供水工程建设对生物多样性影响评价 郑天水,郑静楠,宋波,王勇,郑进烜(4.16)
- 白马雪山国家级自然保护区曲宗贡区域鸟兽多样性调查
提布,木艳春,马运军,江次农布,张鹏万,史岩,杨建强,习东生(4.22)
- 森林保护
- 基于 VSD 模型的滇中地区森林火灾脆弱性影响因素分析 向临川,黄志强,龙腾腾,高仲亮,王秋华(1.43)
- 紫茎泽兰入侵土壤对桉树苗的化感作用研究 李子光,王有兵(1.48)
- 基于空间模式的远安县松材线虫入侵马尾松林风险估计解析
肖正利,敬顺华,刘海玲,周勇,彭艳红,王欢(2.43)
- 模拟城市 SO₂ 污染对晚松生理特性的影响 拜永兰,陈保业,魏胜强,马少忠(2.49)

- 云南省重点保护野生植物保护管理现状与对策 郑进焯,华朝朗,郑静楠,王勇,吴富勤,晁增华(3.69)
- 云南松种质资源保存库松梢斑螟虫害调查分析 余天林(3.75)
- 半日花属片段化居群的遗传现状及保护启示 苏志豪,卓立,姜小龙,公延明(4.48)
- 基于GIS空间统计诱捕法的松褐天牛种群动态和空间密度分布测定
肖正利,敬顺华,刘海玲,周勇,陈玉萍(4.54)
- 森林火灾中“爆燃”研究综述 张文文,王秋华,徐伟恒,闫想想,龙腾腾,魏建珩,高仲亮(4.61)
- 林火研究
- 2003-2018年中国森林火灾时空分布格局研究 曾雪艳,杨金明,李士美(2.53)
- 昆明地区重大森林火灾火烧迹地可燃物能量分析
王志鹏,张文文,李岩,康宣勇,闫想想,龙腾腾,王秋华(2.59)
- 森林火灾风险性评估方法综述 王睿琛,张文文,龙腾腾,王秋华(6.44)
- 县级单位森林防火三大体系建设与规划 黄瑞荣,刘友林,陈梅,陈晓东,贺建梅(6.48)
- 自然保护区
- 五指山国家级自然保护区建设与周边社区关系研究 李佳灵,黄良鸿,尹为治,方正,饶晓东(1.52)
- 云南省自然保护区空间格局与保护空缺研究 郑进焯,华朝朗,陶晶,杨忠兴,郑静楠,徐吉洪(1.58)
- 自然保护区巡护道路设计中几个主要指标的确定 刘宏波,曾双贝(1.65)
- 云南省自然保护区现状与空间分析 罗怀秀,徐吉洪,俞瑶,陶晶,杨忠兴,晁增华,李晋(1.68)
- 云南省自然保护区整合优化中存在的问题及对策 赵玉堂(2.77)
- 云南省自然保护区资源现状及保护价值评估
李晋,晁增华,徐吉洪,华朝朗,陶晶,杨忠兴,罗怀秀,俞瑶,龚纯伟(2.83)
- 香格里拉普达措国家公园扩建研究 晁增华,李建伟,陶晶,杨忠兴,华朝朗,郑进焯(2.89)
- 安西极旱荒漠国家级自然保护区冰洞子沟区域野生动物红外相机监测初报
王亮,裴鹏祖,任廷锋,田瑞祥,李果(2.94)
- 云南南滚河国家级自然保护区整合优化设计研究 郑天水(3.49)
- 西双版纳国家级自然保护区及周边野猪非洲猪瘟主动预警防控及措施
罗杰斯,宋军平,张潞,王波,郑清元,邓志云,王校海,王巧燕(3.58)
- 云南双柏恐龙河州级自然保护区区域调整影响评价 刁白羽,余昌元,郑进焯,杨东,王勇,郑静楠(3.63)
- 四川卧龙国家级自然保护区畜牧业发展对大熊猫栖息地的影响研究
刘明冲,苟世兴,王敏,谭伟洪,李文静(5.36)
- 宁蒗县自然保护区整合优化方案研究 郑进焯,余昌元,申瀚文,王勇,蔡文婧,杨国伟,杨东,华朝朗(5.40)
- 自然保护区原住居民权益保护问题探究 陶广杰,潘善斌(5.45)
- 云南铜壁关自然保护区森林生态服务功能价值评估
杨明伟,邢德选,张定灿,陈大祥,何丁,李荣赛,周晓玲(5.51)

自然保护区生态旅游在生态文明建设中的地位与作用 周德成,鲁小波,陈晓颖(6.55)

河北漫山省级自然保护区种子植物区系研究 封晓然,尚丽晨,李小龙,闫旭山,张鹏,王茂青,霍雨帆(6.63)

秦岭北麓周至县域自然保护地空间重叠分析与整合优化对策 李原,张建军,李东群,杨菁(6.68)

●湿地研究

云南高原湖泊湿地湖滨缓冲带恢复研究 李秋洁,马国强,余刚,王德芬(3.105)

山西省湿地研究进展 李静,王恒,胡杰,翟毕娇,任香凝,王春玲(3.108)

●森林景观格局研究

文峪河流域景观安全格局构建与健康度评价 安冠霖,郭晋平(3.114)

文峪上游森林景观格局动态特征分析 苏亚辉,周火艳,张芸香,郭晋平(3.126)

●生态建设

基于地理国情监测的区域生态系统服务评价 张明珠(1.75)

汉江水源地农业面源污染防治探析 张盍傲,王谨(1.85)

国土空间规划视域下的生态保护红线评估调整与自然保护地体系建设 周永兴(1.90)

新一轮退耕地还林实施情况探析 杨平,王玉玲(1.96)

广东省第三期沿海防护林体系建设 邓冬旺,陈传国(1.101)

我国中西部南北旅游大通道构建及运营后带来的环境污染风险的防范 赵临龙(2.63)

祥云水目山自然保护区生态环境健康等级变化研究
王有兵,余皖云,杨建军,廖聪宇,刘起斌,杨国斌,姜健发(2.66)

昆明市草原现状分析及退化修复对策 高林,潘庭华,汤明华,王志婷,王引,樊骥善(2.71)

勐海县热带林景观生态风险分析 沈新华(3.90)

赤水源镇森林生态系统服务功能价值评估 毛海凌,陈文红,刘永明(3.98)

黄河流域陕西段重要生态系统保护策略 任枫,董文婷,刘翔宇(4.67)

高速公路面山砂石采空区生态修复试验研究 苗卫东(4.72)

云南省生态保护红线评估调整工作概述 周永兴,沈新华(4.76)

南宁市森林生态系统服务功能及其价值评估 李丽娟(5.139)

广东省连南板洞水库消涨带植被生态修复研究 廖水意,唐刚,吴书德,刘浩林,吴颢林,彭友贵(5.144)

海晏县泥炭沼泽及其碳库调查研究 张富强(5.149)

云南省湿地生态监测体系建设构想 李玲芬,董磊(6.74)

生态文明建设背景下北京城市园林绿化植物种类选择 路覃坦(6.79)

生态视角下大理市海东新区山地城镇建设敏感性因素分析 尹一帆,胡多才(6.84)

●森林资源管理

永胜县 2010—2015 年国家森林抚育项目森林资源监测结果分析 刘本孝(1.116)

西昌市森林资源特点与经营管理对策 吴胜义,张方圆,王飞,刘强生,林双福(1.120)

- 山东省重点生态公益林发展对策研究 孙中元,王正茂,于见丽,胡静宜(1.124)
- 砚山浴仙湖湿地维管植物资源调查研究 吴富勤,马山俊,董磊(2.101)
- 兰坪县翠坪山县级自然保护区植被类型调查研究 沈新华,丁发林(2.106)
- 大理市森林资源分布格局及其保护现状分析 王海雁,李娜(2.110)
- 农地被动栖息地化过程中的管制性征收问题研究 李祎恒,徐子莹(3.79)
- 青海云杉林下草本植物季节动态分析 许海燕(3.85)
- 大理州核桃遗传资源调查初报
李守玉,徐士忠,涂国信,杨新,杨紫江,肖锦淑,杨云广,马士祝,赵映兰(4.115)
- 西安城区常用园林植物调查分析 邓小明,杜娟,郝颖(4.121)
- 陆良县种子植物资源调查与分析 高维全(4.131)
- 西双版纳绿孔雀种群现状调查 宋志勇,李艳杰(4.136)
- 白马雪山国家级自然保护区高山流石滩植物资源调查研究
杨沛芳,树雪花,陈捷,尼玛此里,汪学云登,提布,江初农布(4.140)
- 云南省国有草原有偿使用制度改革的思考 瞿林(5.106)
- 元江县药用野生植物资源调查研究 赵保荣,李海涛(5.110)
- 珠巴洛河流域森林资源现状及干扰因素动态研究 王海源,王有兵,廖聪宇(5.117)
- 云勇林场不同林业发展模式森林资源动态分析 唐敏聪,陈世清,杨清,苏木荣,王锋(6.89)
- 广东省古树名木资源活化利用模式探究 陈秋菊,刘新科,练丽,郭盛才,李悦愉(6.95)
- 领导干部森林资源资产离任审计评价指标体系研究 洪宇(6.98)
- 古树名木
- 大理州古茶树资源现状与保护利用对策研究
徐士忠,李守玉,涂国信,杨云广,赵映兰,杨新,王冬梅(1.107)
- 江油市古树名木资源特征分析及保护对策 易善军,崔健,周晓星,李小平(1.111)
- 森林经营
- 德国巴伐利亚州近自然森林经营成效研究 郭诗宇,周新玲,石林璽(1.129)
- 几种不同施肥方式对雷竹产量的影响研究 林发鑫(1.135)
- 楚雄地区漾濞泡核桃果实性状研究 钱迎新,朱晓梅,余艳,白永顺,周庆宏(1.139)
- 福建东狮山风景区森林景观改造 林强(1.144)
- 修枝抚育对杉木生长量的影响研究 林国刘(2.137)
- 现代遗传育种技术在农林复合系统中的应用 王若伦,李龙,桑玉强(2.143)
- 核桃林下白及复合经营技术研究 高云,杨根林,李庆华(3.144)
- 云南省林下经济发展现状及建议 李柱存(3.148)
- 国土空间视角下蒙阴县森林经营区划研究 焦继波,王森林,褚东花,王泽民(5.152)

沙地樟子松人工林结实及影响因素研究 白玉荣,韩照日格图,李向飞,王立军,佟俊英,周振刚(5.158)

浙江丽水白云山生态林场森林经营现状与对策 黄瑞荣,朱安明(5.162)

● 森林公园

云南大理苍山国家地质公园景观结构及旅游资源评价 王有兵,姜健发,杨建军,刘起斌(1.149)

西畴县石漠化公园建设可行性分析 王国仙(1.154)

湖南夹山国家森林公园鸟类群落结构与物种多样性研究 康祖杰,贺春容,康艺馨,张志强(3.184)

基于使用后评价 POE 的遗址公园研究 张雯倩,王梦瑶,杨芳绒(3.191)

贵州省地方级湿地公园发展对策 蒲应春,曾辉(3.197)

郑州市碧沙岗公园不同年龄段使用人群景观要素偏好调查与分析 陈利明,惠向晖,张庆,田长丰(4.80)

城市公园的品牌化景观设计策略研究 邱璨,王威,卫红(4.87)

健康景观公园的设计与实践 林妍栏(4.93)

基于 CiteSpace 的森林公园游憩评价研究现状及热点探析 马可锦,昌秋霞(5.77)

云南省国家公园综合评估 李晋,华朝朗,晁增华,罗怀秀,龚纯伟(5.89)

山东蟠龙山国家森林公园古树名木群落生存现状调查
张庆凯,杨雪,任红剑,王光军,刘辰,邵吉奎,刘海亮,胡海防(5.94)

云南香格里拉普达措国家公园综合管理信息化服务平台设计 王梦犀,易小理(5.99)

南阳月季大观园郑州园植物文化表达设计研究 吴聪,刘保国(6.140)

生态文化在森林公园中的价值研究 张哲(6.145)

郑州市 12 个公园冬季景观植物及其景观效果调查研究 王威,李倩倩,邢浩杰,孙立强,刘保国(6.151)

● 森林城市

珠三角国家森林城市群建设状况评价研究
秦琳,丁胜,杨志刚,陈哲华,彭展花,李爱英,容友鹏,张乐勤(3.133)

汤阴县省级森林城市建设规划研究 邢浩杰,楚端玉,刘汉宇,刘保国(3.138)

● 森林康养

韩国森林疗愈服务体系建设及其对我国森林康养产业发展的启示 李祇辉(5.59)

基于 citespace 的国内康复景观研究知识图谱分析 张晨曦,王梦瑶,杨芳绒(5.65)

乡村康养景观水景规划设计 王保民,张晨曦,鲁黎明,杨芳绒(5.72)

● 生态旅游

西双版纳国家级自然保护区生态旅游发展与管理对策研究 沈庆仲,苏海萍,胡天祥,肖宇(2.123)

基于森林公园的新疆森林康养旅游资源空间分布及影响因素分析 杨丽萍,袁曼曼,管文轲,王常青(2.128)

陕南地区农业与旅游业融合发展评价与障碍因素分析 庞静(4.97)

沐川县植物群落旅游资源综合评价 方智超,蒋伶(4.103)

基于灰色预测的海口市旅游发展分析 赵临龙,田雨粟(6.124)

- 贵州省乡村旅游村寨空间分布特征及影响因素研究 郭贞梅,张巧(6.128)
- 基于深度预测的农业旅游服务推荐系统 倪凌(6.134)
- 产业开发
- 云南省油茶产业发展现状与对策研究 郑静楠,鹿杉,郑进烜(2.114)
- 长沙市花卉苗木产业发展策略 冯超,罗茜,李志华(2.118)
- 森林培育
- 我国油橄榄扦插研究新进展及其发文统计分析 杨朝辉,王有兵,刘起斌(2.148)
- 林分内竞争对林木胸径生长量的影响研究 陆江(2.153)
- 灵石县核桃对主要气象因子的适应性分析 胡桃花,闫慧芳,张喆,张利明,冯斌(3.152)
- 云南省亚热带不同海拔区间云南松天然林生长规律研究 皇宝林,朱家诺,温庆忠(3.157)
- 春石斛无土栽培基质与营养液选择的研究方法概述 李春霖,顿春垚,张琰,向朝辉,李双龙,孙明伟(3.163)
- 保水剂在迪庆州困难立地造林中的应用 和润云(4.144)
- 思茅松优良无性系测定 付强,史富强,童清,郭小玮(4.149)
- 云南松地理种源表型性状生长比较研究 余天林(4.153)
- 玉坠榛子半无菌苗培育技术研究 王晶,曾维军,王万坤,肖杰文,杨彝华(5.121)
- 宣威市黄杉的生长与分布初步研究 彭标,刘平书(5.125)
- 铁网围根防鼠造林技术应用成效调查 熊鹏炜(5.130)
- 闽南山地交趾黄檀引种情况及栽培技术 吴培衍,张金文,何金元,吴庆全,张荣标(5.134)
- 兴安落叶松林径向生长与气候因子的关系 张晓英,王飞,铁牛(6.106)
- 沙土地绿芦笋栽培与病虫害防治技术研究 王鸿雁,段爱莉,李旭,刘占奇(6.114)
- 酸性基质研制品在兔眼蓝莓顶峰栽培中的应用 万合锋,封天洪,刘国华,文光琴,武玉祥(6.118)
- 论坛
- 民宿生态景观设计原则与策略研究 常江(1.158)
- 城乡融合视域下农村一二三产业融合发展的理论与实证研究 杨晓东(1.162)
- 云南边境少数民族地区生态扶贫途径与成效分析 林国刘(1.166)
- 乡村振兴背景下乡土文化在乡村景观中的应用研究 李玉,邵梦珂(1.170)
- 福建海岛植被面临的问题及保护开发策略研究 刘健行,何雅琴,谢艳秋,魏凯,史晓洁,邓传远(2.157)
- 云南藏区木结构民居框架构造研究 杨旻,强明礼(2.165)
- 云南省野生动物收容救护调查研究 刘波,张雁辉,王怡敏,沙剑斌(2.169)
- 广东南岭生物多样性保护优先区域规划建设策略 庄长伟,修晨,张荣京,张晓露(3.167)
- 森林康养高质量发展研究 李欣华,陈红玲(3.171)
- 基于AHP的南宁青秀山风景名胜区旅游可持续发展优化研究 王晓钰,段文军,李晓娟(3.178)

- 中国自然教育现状及发展对策研究 张亚琼,黄燕,曹盼,周晨(4.158)
- 江西省林农退“商品林”还“公益林”意愿的影响因素实证研究 陈文娟,吴家欣,廖冰(4.163)
- 目标树经营在近自然林业中的应用 冯有胜,吴荣,潘亮亮,黄浩(4.171)
- 武定县核桃产业发展现状及对策措施 杨丽祥(4.176)
- 利用 PPP 模式开展国家储备林建设研究 宋志伟,朱丽艳,赫尚丽,刘燕婕(5.167)
- 森林资源富集山区生态产品的形成机理探究 蒋凡,王永富(5.172)
- 云南生物多样性保护成效及建议 吴富勤,郑进烜,华朝朗,董磊,王勇(5.176)
- 对红河州核桃产业发展的科技支撑探究 段云洪(5.181)
- 基于人群体力活动的社区公共空间要素调查与分析 张庆,田长丰,杨秋生(6.157)
- 云南省重点保护野生植物人工培植利用评价 郑进烜,郑静楠,王勇,华朝朗,董磊(6.165)
- 新《森林法》中保护优先理念应用分析 任军战,赵楠,党琼洁,卫亚亚,王斌(6.173)

● 园林

- 基于科普旅游思路的经济欠发达地区创建 5A 旅游景区探究 赵临龙,董苗苗,杨琪(1.175)
- 兰考县城道路绿地植物多样性调查研究 张雯,刘汉宇,孙利娜,王鹏飞(1.183)
- 福州市上下杭历史文化街区景观空间探析 邓诗靖,何剑萍,陈赛恭,许琰,游颖,高雅玲(1.190)
- 城市慢性空间美景度评价 洪海林,姜涛,叶鹏,王杰(1.195)
- 竹文化及竹景的营造与配置 龙光红,秦华(2.177)
- “一分钟游程”构园法则的适用性研究 范学琴;杨芳绒(2.182)
- 南京财经大学仙林校区校园绿化“三化”建设研究 陈思思(2.187)
- 基于 MCR 的历史文化景观廊道构建研究 戴姗霖,柳书常,吴小刚(2.193)
- 弥渡县五台大寺园林环境分析 张奕涵,许耘红(4.181)
- 郑州市屋顶绿化调查与分析研究 刘欣,刘董欢(4.188)
- 山地城市骑行绿道选线适宜性评价研究 邓忠坚,李晓娜,杨红梅,甘淑(4.193)
- 郑州市绿荫公园木本植物群落景观调查分析 张雯倩,杨俊,杨芳绒(5.185)
- 潮汕传统村落的景观图式语言解析 唐海溶,程新年,后雪峰(5.191)
- 基于 AHP 法的河南农业大学新旧校区景观评价 鲁黎明,张晨曦,杨芳绒,张艺鸽(5.196)
- 云南省乡村绿化状况分析评价及建议 洪焰泉,赵书学,资权伟,陈刚,陈林,彭聿(6.177)
- 基于杂体诗文化的趣味性五感景观设计研究 丁芹勤,赵贇,王梦瑶,范学琴(6.184)
- 基于 Ecotect 分析的老旧小区适老景观更新研究 赵贇,丁芹勤,杨子萌,陈雅倩(6.190)
- 城市绿地使用状态评价体系构建研究 杨丽(6.196)

《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,连续两届荣获“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5000~15000字为宜(含图表)。如为基金项目,请注明论文的基金资助名称和项目编号。

1.2 文题: 文题要言简意赅,以不超过20字为宜。

1.3 署名: 第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

1.4 单位: 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

1.5 摘要和关键词: 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结果和结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在300字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

1.6 正文: 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

1.7 图和表: 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

1.8 量、单位和符号: 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm²、m²、dm²、cm²;体积单位:m³、L、mL;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

1.9 数字的写法: 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

1.10 参考文献: 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并

用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期):起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年:起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[C]//编著者。论文集名。出版地:出版单位,出版年:起止页码。④电子文献:[序号]主要责任者。电子文献题名[电子文献及载体类型标识]。电子文献的出处或可获得地址,发表日期/引用日期(任选)。参考文献类型代码分别为:普通图书[M]、会议录[C]、汇编[G]、报纸[N]、期刊[J]、学位论文[D]、报告[R]、标准[S]、专利[P]、数据库[DB]、计算机程序[CP]、电子公告[EB]。电子文献载体类型标志如下:磁带[MT]、磁盘[DK]、光盘[CD]、联机网络[OL]。对于专著、论文集中析出的文献,其文献类型标识采用[C]//,对于图书中析出的文献采用[M]//,对于其他未说明文献类型的标识采用[Z]。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。作者对以上要求如有不明,可参考本刊近期文章或咨询编辑部。投稿前请对稿件认真逐项修改,补充有关内容。

2 投稿与稿件处理

1) 投稿前,请登录本刊网站(<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>)认真阅读本刊征稿简则中的各项说明,投稿后请电话告知编辑部以便查对。

2) 本刊实行严格的审稿制度,稿件送相关专家审阅,并由编委会讨论定稿。来稿请勿一稿多投。编辑部收稿后将在10日内通知作者审稿结果。

3) 来稿一经刊用,将按规定收取专家审稿费,根据论文所占版面情况收取论文发表费,并付给作者稿酬。具体数额以本刊所发通知为准。来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册期刊。对具创新性、高质量稿件,优先安排发表,并根据创新性水平减、免审稿费和版面费,稿酬从优。

4) 来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

5) 为拓宽学术交流渠道,本刊已加入“中国期刊全文数据库”和“数字化期刊群”等期刊数据库,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

6) 本刊编辑部保留对来稿进行必要的文字修改、删节的权利,如作者不允许修改,请在来稿中注明。

2009年第三届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”

2012年第四届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”



高原湿地

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 316219