

ISSN 1003-6075

CN 43-1095/S

# 中南林业调查规划

Central South Forest Inventory and Planning

Vol.42 No.1

2023年第1期

ISSN 1003-6075



国家林业和草原局中南调查规划院

Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA

# 目 次

## 林业经营与管理

- 西藏自治区 2014 — 2019 年沙化土地动态变化及演变特征 ..... 史伟, 吴协保, 刘庭威, 翁怡琳, 彭奎, 宁小斌, 刘伟(1)
- 探索湖南省森林公园生态旅游与森林康养融合发展新模式 ..... 邓长宁(5)
- 江西省“十四五”建设项目林地需求量预测 ..... 李建中, 毛旭鹏, 贺敏, 肖姗姗, 任琼(11)

## 生态建设

- 天保工程背景下天然林资源资产评估方法研究 ..... 余松柏, 丁胜, 魏安世, 苏晨辉(17)
- 森林公园康养旅游发展策略探讨——以月岩国家森林公园为例 ..... 彭泰来, 舒勇, 黄哲, 马立荣, 黄俊威, 刘金山(25)
- 拉萨市湿地保护现状及保护对策 ..... 刘斯垚, 曹虹, 舒勇(29)

## 科技应用

- 基于遥感生态指数的岳麓区生态环境质量评价及生态环境质量提升的建议 ..... 陆翔, 杨传金, 凌小可, 李凤武(33)
- 基于 Arcpy 的长顺县国储林实施方案小班设计图自动出图方法优化 ..... 欧丁丁, 张琪, 尹祺卿, 周维, 詹寿东, 张梦斐(37)

## 专题研究

- 湘潭县森林健康评价研究 ..... 刘弘波, 李凤武(43)
- 陇南市武都区花椒种植技术优化和产量提升策略 ..... 王新峰(48)
- 明溪县自然保护地整合优化探讨 ..... 唐扬龙, 周原驰, 岑伯军(51)

## 湖南省主要树种系列数表模型研建之一

- 湖南省主要树种单木和林分生长率模型研建 ..... 曾明宇, 刘紫薇, 杜志, 王金池, 曾伟生, 邹泽林(56)

## 岩溶地区石漠化土地现状、动态及防治对策研究系列(待续)

- 我国岩溶地区第四次石漠化调查的主要技术特点探析 ..... 杨宁, 吴协保, 宁小斌, 黄俊威, 刘伟(62)

# Contents

Dynamic Change and Evolution Characteristics of Desertified Land in Tibet from 2014 to 2019.....	
.....	SHI Wei, WU Xiebao, LIU Tingwei, WENG Yilin, PENG Xi, NING Xiaobin, LIU Wei (1)
Exploration on a New Model of Integrated Development of Ecotourism and Forest Health Care for Forest Parks in Hunan Province.....	DENG Changning (5)
Forecast of Forest Land Demand for Construction Projects in Jiangxi Province During the 14th Five-Year Plan Period.....	
.....	LI Jianzhong, MAO Xupeng, HE Min, XIAO Shanshan, REN Qiong (11)
Study on Evaluation Method of Natural Forest Resources Assets Under the Background of Natural Forest Protection Project .....	YU Songbai, DING Sheng, WEI Anshi, SU Chenhui (17)
Discussion on Development Strategy of Health Tourism in Forest Park; Taking Yueyan National Forest Park as an Example .....	PENG Tailai, SHU Yong, HUANG Zhe, MA Lirong, HUANG Junwei, LIU Jinshan (25)
Status Quo and Conservation Countermeasures of Wetland in Lhasa City .....	LIU Siyao, CAO Hong, SHU Yong (29)
Evaluation of Ecological Environment Quality and Its Improvement Advice in Yuelu District.....	
.....	LU Xiang, YANG Chuanjin, LING Xiaoke, LI Fengwu (33)
Optimization of Automatic Drawing Method for Sub-compartment Design Drawings of Changshun County National Reserve Forest Implementation Plan Based on Arcpy.....	
.....	OU Dingding, ZHANG Qi, YIN Qiqing, ZHOU Wei, ZHAN Shoudong, ZHANG Mengfei (37)
Study on Forest Health in Xiangtan County .....	LIU Hongbo, LI Fengwu (43)
Plantation Technology Optimazation and Yield Improving Strategy of <i>Zanthoxylum bungeanum</i> Maxim. in Wudu District, Longnan City .....	WANG Xinfeng (48)
Discussion on Integration and Optimization of Nature Protected Area in Mingxi County.....	
.....	TANG Yanglong, ZHOU Yuanchi, CEN Bojun (51)
Developing Tree and Stand Level Growth Rate Models for Dominant Tree Species in Hunan Province.....	
.....	ZENG Mingyu, LIU Ziwei, DU Zhi, WANG Jinchi, ZENG Weisheng, ZOU Zelin (56)
Analysis on Main Technical Characteristics of Fourth Survey of Rocky Desertification in Karst Regions of China.....	
.....	YANG Ning, WU Xiebao, NING Xiaobin, HUANG Junwei, LIU Wei (62)

# 西藏自治区2014—2019年沙化土地动态变化及演变特征

史伟, 吴协保, 刘庭威, 翁怡琳, 彭玺, 宁小斌, 刘伟

(国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

**摘要:** 为提升西藏沙化调查成果共享应用水平, 通过深度挖掘和分析沙化调查数据, 掌握西藏沙化土地动态变化及其演变状况, 剖析其主要变化原因, 为青藏高原一体化生态保护与修复提供技术支撑。研究表明: 西藏沙化土地面积持续减少、程度减轻、生态状况稳定向好, 主要得益于近60年来全区暖湿化气候条件, 以及“一江两河”流域防沙治沙工程持续推进; 但西藏沙化土地仍不稳定, 局部仍在扩展, 且全区沙化土地面积大、程度重; 同时提出了科学推进防沙治沙工作的总体方略。

**关键词:** 沙化土地; 动态; 变化; 特征; 防治; 西藏

**中图分类号:** S 788; X 171.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 01-0001-04

**DOI:** 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.001

## Dynamic Change and Evolution Characteristics of Desertified Land in Tibet from 2014 to 2019

SHI Wei, WU Xiebao, LIU Tingwei, WENG Yilin, PENG Xi, NING Xiaobin, LIU Wei

(Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

**Abstract:** In order to improve the sharing and application of the survey results of desertification in Tibet, through in-depth mining and analysis on the survey data of desertification, the dynamic changes and evolution of the desertified land in Tibet are understood, and the main causes of the changes are analyzed, so as to provide technical support for the integrated ecological protection and restoration of the Qinghai-Tibet Plateau. The results show that the continuous decrease in the area of desertified land and reduction in intensity and the steady improvement of ecological status in Tibet are mainly attributed to the warm and humid climate conditions in the region in the past 60 years and the continuous progress of the "One River and two River" desertification prevention and control project. However, the desertified land in Tibet is still unstable, and some parts are still expanding, and the desertified land in Tibet is large in area and heavy in degree. At the same time, the general strategy of scientific promotion of the work of desertification prevention and control is put forward.

**Key words:** desertified land; dynamic; change; characteristics; prevention and control; Tibet

沙化调查是我国防沙治沙和防灾减灾的重要基础性工作。西藏沙化土地面积大, 具有类型全、海拔

\* 收稿日期: 2022-12-29

基金项目: 2022年国家重点研发计划“(2022YFF1300700)”; 国家林业和草原局重点研发项目“岩溶地区碳储量及碳汇潜力评估技术研发与应用”(GLM [2021] 106号)。

作者简介: 史伟(1975—), 男, 湖北罗田人, 学士, 工程师, 一直从事森林资源与石漠化调查监测与林业规划设计等工作。

通信作者: 吴协保(1972—), 男, 湖南安化人, 硕士, 教授级高级工程师, 主要从事石漠化调查监测与防治规划及林业生态咨询设计等工作。

高、气温低、高寒、干旱、治理难度大等特点,对西藏高原生态安全屏障构建与区域可持续发展具有重大影响,开展连续监测意义重大。根据国家林业和草原局第六次荒漠化和沙化监测统一部署,西藏自治区林业和草原局以第三次国土调查成果为底版,采用高分遥感判读与地面调查相结合的方法<sup>[1]</sup>,查清了截止2019年的西藏沙化土地现状,同时与上期沙化调查数据相比,掌握5年间沙化土地动态变化状况及其主要演变特征,提升了调查数据共享水平,为西藏防沙治沙政策制订、沙化土地保护利用相关规划编制提供了依据。

## 1 沙化土地动态变化状况

截止2019年底,西藏现有各类沙化土地面积2 096.12万hm<sup>2</sup>,占全区土地总面积的17.43%,较第五次监测(2010—2014年)的沙化土地面积减少62.25万hm<sup>2</sup>,2015—2019年间沙化土地年均减少面积12.45万hm<sup>2</sup>,年均缩减速率为0.58%。

### 1.1 按地市行政单位

从变动面积看,2015—2019年(本期)间全区7个地区(市)沙化土地面积均有不同程度的减少,其中阿里地区减少面积最大,减少21.67万hm<sup>2</sup>,年均减少4.33万hm<sup>2</sup>,以下依次为日喀则市、那曲市、拉萨市、昌都市、林芝市和山南市;按年均缩减速率看,以林芝市缩减速率最快,达到了2.5%,以下依次为拉萨市、昌都市、日喀则市、山南市、阿里地区和那曲市。详见表1。

表1 西藏2010—2019年间沙化土地动态变化

地市	面积/万hm <sup>2</sup>		缩减面积/万hm <sup>2</sup>	年均缩减速率/%
	本期	前期		
拉萨市	14.41	16.36	1.95	2.50
昌都市	15.78	17.23	1.45	1.74
山南市	16.83	17.37	0.54	0.63
日喀则市	318.07	336.15	18.08	1.10
那曲市	911.75	929.37	17.62	0.38
阿里地区	812.47	834.14	21.67	0.53
林芝市	6.80	7.74	0.94	2.53
合计	2 096.11	2 158.36	62.25	0.58

注:前期为2010—2014年;本期为2015—2019年。下同

### 1.2 各类型沙化土地

西藏全区沙化土地中除固定沙地(丘)和非生

物治沙工程地面积增加外,其他类型沙化土地面积均有所减少,2015—2019年间沙化土地净减少面积62.25万hm<sup>2</sup>。固定沙地(丘)和非生物治沙工程地的面积增加188.77万hm<sup>2</sup>,其中固定沙地(丘)面积增加48.05万hm<sup>2</sup>(由于定义调整,不含140.58万hm<sup>2</sup>由露沙地转化而来的沙地面积),非生物治沙工程地的面积增加0.14万hm<sup>2</sup>。而其他类型沙化土地面积共减少110.44万hm<sup>2</sup>,其中沙砾地减少91.11万hm<sup>2</sup>,减少面积最多,以下依次为流动沙地减少11.95万hm<sup>2</sup>、半固定沙地减少6.93万hm<sup>2</sup>和沙化耕地减少0.45万hm<sup>2</sup>。

### 1.3 沙化程度动态变化

2015—2019年间,西藏轻度、中度、重度沙化土地均有所增加,共增加面积1 339.92万hm<sup>2</sup>,其中中度沙化土地面积增加861.65万hm<sup>2</sup>、重度增加440.75万hm<sup>2</sup>、轻度增加37.52万hm<sup>2</sup>;而极重度沙化土地面积减少1 402.17万hm<sup>2</sup>。

## 2 主要演变特征

两期监测结果对比表明,西藏自治区沙化土地总体呈现沙化面积持续减少、缩减速率加快、沙化程度持续减轻、防沙治沙成效显著、区域生态环境改善和沙化危害降低的良好态势。

### 2.1 沙化土地面积持续减少,且缩减幅度加大

2015—2019年,西藏全区沙化土地减少面积为62.25万hm<sup>2</sup>,占第五次沙化土地面积的2.88%,比上个监测期减少的面积多减少58.75万hm<sup>2</sup>,是上期减少面积的17.79倍,沙化土地面积持续减少;本监测期内西藏沙化土地年均缩减率为0.58%,是上个监测期的1.8倍,缩减幅度明显加快。本监测期沙砾地面积减少面积较上个监测期多87.75万hm<sup>2</sup>,流动沙地减少面积较上个监测期多10.67万hm<sup>2</sup>,表明不仅全区沙化土地面积大幅减少,且以重度、极重度沙化土地为主体的沙砾地及流动沙地减少居多,沙化程度明显减轻;而固定沙地增加面积较上个监测期多增加43.88万hm<sup>2</sup>,主要是一江两河的防沙治沙工程实施地以及水热条件相对优越、实施封禁保护与草畜平衡的沟谷天然牧草地,防治成效显著。两个监测期间各类沙化土地动态变化详见表2。

### 2.2 沙化土地总体持续缩减,但变动差异仍然显著

由表3可知,2015—2019年间,西藏各地区

表2 两个监测期各类沙化土地动态变化

沙化类型	变动面积/万 hm <sup>2</sup>		差值/ 万 hm <sup>2</sup>
	本期	前期	
流动沙地(丘)	-11.95	-1.28	-10.67
半固定沙地(丘)	-6.93	3.02	-9.95
固定沙地(丘)	48.04	4.17	43.88
露沙地		-4.19	4.19
沙化耕地	-0.45	0.11	-0.56
非生物治沙工程地	0.14	0.03	0.11
砂砾地	-91.11	-5.36	-85.75
合计	-62.25	-3.50	-58.75

(市)沙化土地面积均呈现减少,阿里地区、日喀则市和那曲市沙化土地减少面积最多。与上个监测期相比,除山南市沙化土地面积减少量较上个监测期多0.64万hm<sup>2</sup>外,其余各地市的减少量均远超上个监测期的减少量,其中阿里地区由上个监测期扩展1.12万hm<sup>2</sup>,转变到本监测期减少21.67万hm<sup>2</sup>,而日喀则市和那曲市减少量较上个监测期均多16万hm<sup>2</sup>以上,沙化土地减少主要集中在沙化土地分布广、沙化程度总体较高的藏西北以羌塘高原为中心的干旱、半干旱分布区域,3个地区(市)减少量占全区沙化土地减少面积的92.17%。因全区大部分区域受近60年来气温持续升高,青藏高原冰川后退,降水量总体呈现增加态势,尤其是羌塘高原东南部及南部湖泊面积持续扩展,湖进沙退,加之气候暖湿化林草植被生长良好,沙化土地生态状况持续改善,稳步向好演变。

表3 两个监测期各地区(市)沙化土地动态变化

地市	变动面积/万 hm <sup>2</sup>		差值/ 万 hm <sup>2</sup>
	本期	前期	
拉萨市	-1.95	-0.76	-1.19
昌都市	-1.45	-0.42	-1.03
山南市	-0.54	-1.18	0.64
日喀则市	-18.08	-0.26	-17.82
那曲市	-17.62	-1.42	-16.20
阿里地区	-21.67	1.12	-22.79
林芝市	-0.93	-0.57	-0.36
合计	-62.25	-3.50	-58.75

### 2.3 沙化土地程度持续减轻,极重度沙化土地比重显著下降

西藏轻度、中度、重度与极重度沙化土地比重由2014年的6.84:3.23:21.61:68.32转变为2019年

的8.83:44.43:43.28:3.46,极重度沙化土地比重下降了64.86%,而中度与重度沙化土地比重提高了62.87%(表4);2019年西藏沙化土地沙化程度指数(沙化程度指数=(1\*轻度沙化土地+2\*中度沙化土地+3\*重度沙化土地+4\*极重度沙化土地)/沙化土地总面积)为2.41,较2014年沙化程度指数3.51下降了1.10;2014—2019年间西藏极重度沙化土地面积减少量较上个监测期内多1045.69万hm<sup>2</sup>,是上个监测期减少量的3.93倍,西藏沙化土地程度持续减轻,程度持续减轻主要得益于西藏总体暖湿化气候条件。

表4 两个监测期分程度沙化土地动态变化

沙化程度	变动面积/万 hm <sup>2</sup>		差值/ 万 hm <sup>2</sup>
	本期	前期	
轻度	37.52	-3.37	40.89
中度	861.65	31.77	829.88
极重度	-1402.17	-356.48	-1045.69
重度	440.75	324.58	116.17
合计	-62.25	-3.50	-58.75

### 2.4 可治理沙化土地得到有效治理,但治理成果仍有待进一步巩固

“十三五”期间,西藏已采取人工造林、封山育林育草、人工种草、封禁保护等防沙治沙治理措施的沙化土地面积达27.35万hm<sup>2</sup>,其中有治理成效面积达24.69万hm<sup>2</sup>,占治理沙化土地面积的90.28%。在有治理成效面积中,初步治理面积达21.72万hm<sup>2</sup>,中等治理面积2.97万hm<sup>2</sup>,而基本治理面积仅37.00hm<sup>2</sup>;2014—2019年间,西藏人工半固定与人工固定沙化土地面积增加6.02万hm<sup>2</sup>,表明西藏防沙治沙工作虽取得了一定成果,但离基本治理目标还差距甚远。

### 2.5 沙区林草植被状况总体持续改善,生态环境持续向好

西藏全区沙化土地林草植被结构不断优化,基本无植被、草本型、耕地型及乔木型类型均有所减少,其中基本无植被类型和草本型均显著减少,2015—2019年沙化土地中基本无植被和草本类型面积较2010—2014年减少51.26万hm<sup>2</sup>和36.50万hm<sup>2</sup>;而灌草、乔灌草型、灌木、乔灌、乔草等均有所增加,其中灌草型和乔灌草型较2010—2014年增加19.4万hm<sup>2</sup>和6.41万hm<sup>2</sup>;2015—2019年沙化土地

植被总盖度较2010—2014年增加1.71%。据《西藏自治区草原资源与生态监测报告》(2019年)。显示,全区草原综合植被盖度达到46.71%,与2010—2014年相比提高了4.41%;全区天然草原鲜草产草量10162.8万t,比2010—2014年年增加了2022.9万t,全区草地总生物量和鲜草生物量均达到近三年来最大值。草地退化趋势明显减弱、草地恢复态势显著,退化草地占比下降了19.9%,恢复草地占比增加了33.0%。草地载畜压力明显减少,牧草供给能力提升,草畜矛盾有所缓解。生态系统水源涵养能力增加,碳汇总量略有提高,防风固沙服务能力稳步上升。

### 2.6 “一江两河”区域防沙治沙工程持续推进,沙化土地面积减少较快

“一江两河”区域是西藏政治、经济、文化和宗教中心及主要粮油生产基地,被誉为“西藏粮仓”,也是国家和自治区实施防沙治沙工程重点区域,通过实施植树造林、人工种草、封山育林育草、草(石头、塑料)方格治沙等生物与工程措施相结合,持续开展防沙治沙工程。2015—2019年“一江两河”区域沙化土地面积较2010—2014年减少3.92万 $\text{hm}^2$ ,减少面积占2010—2014年同区域沙化土地面积的9.72%,占西藏2015—2019年沙化土地减少面积的6.30%,沙化土地年均缩减速率为2.02%,是全区沙化土地年均缩减率的3.48倍,沙化土地减少幅度显著高于全区平均水平;而沙化土地上植被总盖度40%以上面积增加3.27万 $\text{hm}^2$ ,占2014年植被总盖度40%以上沙化土地面积19.64%,区域植被生态状况明显改善,充分体现近年来“一江两河”区域持续推进防沙治沙工程后所产生的治理成效<sup>[2]</sup>。

### 2.7 沙化土地局部扩展依然存在,防治形势严峻

近60年来,尤其是本世纪以来,喜马拉雅山北麓湖盆区气候的增温、减湿,加剧了气候的干旱化程度,导致地表径流减少、土壤干燥化、植被稀疏化、地表裸露化、气候风蚀侵蚀力迅速提高等效应和后果,导致风力直接作用于沙质地表的状况继续维持或加重,使已存在的自然沙化过程在气候暖干化的驱动下进一步发展演化,如喜马拉雅山北麓湖盆区拉昂错、羊卓雍错、普莫雍错、佩枯错和多庆错湖面近20年来总体呈萎缩趋势,2020年羊卓雍错湖面面积较2000年萎缩9.68%,而多庆错湖面面积较2000年萎缩37.72%,萎缩区域沙化土地扩展明显,成为西藏防沙治沙的重点关注区域。

## 3 结语

### 3.1 沙化土地面积持续减少,程度减轻主要得益于西藏“暖湿化”气候条件

在2015—2019年间,西藏自治区沙化土地面积减少,沙化程度降低;与上个监测期相比,沙化土地面积持续减少,缩减幅度加大,沙化程度持续减轻,区域林草植被生态状况持续改善,防沙治沙成效显著。首先得益于上世纪60年代以来西藏气候总体呈现“暖湿化”特征,导致冻土及冰川消融、河水径流量增加,高原湖泊持续扩张,促进了林草植被自然修复<sup>[3]</sup>,奠定了西藏沙化土地“面积持续减少、程度减轻”的总基调<sup>[3]</sup>;同时近年防沙治沙工程及退牧还草、封禁保护与草畜平衡制度等持续推进<sup>[4]</sup>,防沙治沙成效显著,尤其对“一江两河”区域沙化土地面积大幅减少发挥了关键作用。

### 3.2 沙化土地仍具有不稳定性,且局部仍在扩展

沙化土地地被覆盖物以草本为主,受年度气候变动影响较大,荒漠生态系统具有不稳定性,河道变迁、冰川消退、湖泊萎缩等自然驱动因素依然存在,尤其喜马拉雅山北麓湖盆区拉昂错、羊卓雍错、普莫雍错、佩枯错和多庆错湖等受暖干化气候影响,湖泊水面持续萎缩,局部沙化土地扩展,防治形势严峻。且近年沙化土地实施防沙治沙工程后,沙化土地治理程度基本为初步治理,实现基本治理或转化为非沙化土地需要持续发力。

### 3.3 沙化土地防治严峻,应科学推进防沙治沙工作

西藏沙化土地面积大,占到西藏土地总面积的17.43%,且重度以上沙化土地面积占比超过46.74%,是青藏高原生态安全屏障建设的首要生态问题。现有可治理沙化土地面积达226.68万 $\text{hm}^2$ ,防治任务重,难度大,防沙治沙工作任重道远。应遵循“保护优先、重点修复、适度利用”总体方略,坚持山水林田湖草沙冰一体化保护与系统治理,依托生态公益林、草原生态补偿、自然保护地、封禁保护等政策机制,强化对现有沙区林草植被的全面保护,充分发挥荒漠生态系统的自我修复能力;对于“一江两河”可治理沙化土地实施重点治理,依靠科技进步,坚持以水而定、量水而行,因地制宜采取工程、生物措施相结合,乔灌草相结合,加快沙化土地修复进程;在保护好生态环境的前提下,引导社会资本参与

(下转第10页)

# 探索湖南省森林公园生态旅游与森林康养融合发展新模式

邓长宁

(湖南省农林工业勘察设计研究总院, 长沙 410007)

**摘要:** 对湖南省58个国家级、省级森林公园在生态旅游与森林康养发展方面进行典型共性分析研究, 指出森林公园在基础设施、生态旅游和森林康养建设与组织等方面存在的问题, 提出了森林公园在生态旅游、森林康养建设方面相互融合发展的建设新模式, 以期引导森林公园发展在政策制定、生态旅游与森林康养建设发展管理方面更科学、规范和健康。

**关键词:** 森林公园; 生态旅游; 森林康养; 融合发展; 新模式

中图分类号: S 788; TU 986.5<sup>+2</sup> 文献标识码: B 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0005-06

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.002

## Exploration on a New Model of Integrated Development of Ecotourism and Forest Health Care for Forest Parks in Hunan Province

DENG Changning

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

**Abstract:** This paper analyzes and studies the typical commonalities of 58 national and provincial forest parks in Hunan in the development of ecotourism and forest health care, points out the problems of forest parks in infrastructure, ecotourism and forest health care construction and organization, and proposes a new construction mode of mutual integration and development of forest parks in ecotourism and forest health care construction, with a view to making the formulation of development policies and ecotourism and forest health construction of forest parks to be more scientific, standardized and healthy.

**Key words:** forest park; ecotourism; health care; integrated development; new model

进入21世纪以来,我国社会经济发展形势良好,人民对生活质量有了更高要求,对现有的观赏、旅行、探索等生态旅游方式有了更高的要求与向往。2016年以来,湖南等地率先提出了森林康养<sup>[1]</sup>这一促进“林业与健康养生融合发展的新业态”。森林康养是实施健康中国战略、推进林业生态价值实现、促进乡村振兴的重要举措。2019年,国家林业和草原局等4部门联合发布《关于促进森林康养产业发展

的意见》,提出到2035年建成覆盖全国的森林康养服务体系,建设国家森林康养基地1200处<sup>[2]</sup>。为继续做好森林生态旅游与康养产业的发展,为城乡居民提供更多的休闲养身之处,本文以湖南省林业局林业科技创新课题“森林公园等自然保护地生态旅游与森林康养发展方向研究”为基础,深入湖南14个地级市(州)内的55个县(市、区)的58个国家级、省级森林公园开展实地调研、座谈交流会、问卷调查

\* 收稿日期: 2022-09-15

基金项目: 湖南省林业局项目(XLK201917)。

作者简介: 邓长宁(1988—),女,长沙人,工程师,主要从事林业调查与规划设计等工作。E-mail: 429815205@qq.com。



等<sup>[3]</sup>,收集整理森林公园设立以来在基础设施建设、生态旅游产品开发与组织、森林康养新业态探索建设、社区共建共赢发展等方面的经验与困难,用实地调查法、定性分析法、个案研究法、文献研究法等方式认真仔细的梳理、归纳了森林公园建设发展存在的问题,结合生态旅游与森林康养发展的社会需求方向提出了相应的融合发展模式。

## 1 湖南省森林公园现状

截止目前,湖南省已建立122个省级以上森林公

园,经营总面积49.2万hm<sup>2</sup>。其中,国家级森林公园64个,经营面积34.7万hm<sup>2</sup>;省级森林公园58个,经营面积14.5万hm<sup>2</sup>。本次在全省14个市(州)的55个县(市、区)选择了46个国家级和12个省级森林公园作为主要分析研究对象,经营面积311922.83hm<sup>2</sup>,占省级以上森林公园经营总面积的63.4%。森林公园分布情况,详见表1。

选取的58个森林公园中,其中有2个在城市建成区(天际岭、不二门)、9个在城郊结合部(石燕湖、云阳、东台山、五尖山、河洑、夹山、天门山、

表1 森林公园研究对象分布一览表

市(州)	县(市、区)	森林公园	
		国家级	省级
长沙市	雨花、浏阳	大围山、天际岭	石燕湖
株洲市	攸县、茶陵	攸州、云阳	
湘潭市	湘乡	东台山	
衡阳市	衡阳、祁东、耒阳	岫嵎峰、四明山	蔡伦竹海
邵阳市	北塔、新邵、洞口	岳坪峰、溪	宝庆
岳阳市	岳阳、平江、临湘、汨罗	大云山、北罗霄、五尖山	福寿山、八景洞
常德市	武陵、鼎城、安乡、汉寿、澧县、桃源、石门、津市	河洑、花岩溪、黄山头、竹海、桃花源、夹山、嘉山	太阳山、天供山
张家界市	永定、武陵源、慈利	天门山、张家界	江垭
益阳市	桃江	桃花江	
郴州市	永兴、安仁、汝城、桂东、临武、嘉禾、宜章、资兴	丹霞、熊峰山、九龙江、齐云峰、西瑶绿谷、嘉禾、莽山、天鹅山	
永州市	金洞、蓝山、双牌、东安、宁远	金洞、湘江源、阳明山、舜皇山、九嶷山	
怀化市	鹤城、辰溪、麻阳、沅陵、溆浦、靖州、洪江	中坡、沅陵、溆浦、靖州、雪峰山	仙人界、明山
娄底市	新化、双峰、涟源	大熊山、百里龙山	九峰山
湘西自治州	凤凰、古丈、永顺、龙山、吉首	南华山、坐龙峡、不二门、矮寨	太平山

张家界、矮寨),其生态旅游与森林康养发展现状具有相应的代表性。公园内森林资源基本以乔木林为主、竹林为辅,主要有樟树、檫木、银杏、南方红豆杉、山乌桕、重阳木、鹅掌楸、青冈栎、池杉、柳杉、武陵松等乔木树种形成的针叶、针阔、阔混交林或针叶、阔叶纯林,林相整齐、生长旺盛,森林环境美;有国家Ⅰ级野生保护植物南方红豆杉、冷杉、珙桐、银杏等;有国家Ⅱ级野生保护植物红椿、闽楠、鹅掌楸、钟萼木、闽楠、黄连、连香树、水青树、花榈木、金荞麦、中华结缕草、报春苣苔等;还有云豹、穿山甲、小灵猫、虎纹蛙等国家Ⅰ级、Ⅱ级野生保护动物<sup>[4-5]</sup>。

森林公园以丰富的森林资源和优越的生态环

境为依托,以生态休闲、避暑养生、红色文化、佛文化等为主线,以当地独特的人文历史和风土人情为特色,形成立足于森林公园的独特生态旅游与康养格局。资源开发方面,张家界、天门山、夹山等较好地开展了生态旅游活动,有的还涉及森林康养的发展方向;也有如攸州等由于各种因素生态旅游与森林康养活动停步不前的。由于资源禀赋的差异性和各县(市、区)社会经济发展水平不一,当地政府对生态旅游与康养活动合理利用的积极性存在较大差异。也有同时期建立的国家森林公园,虽然已开展了相关主题的生态旅游活动,但当前的建设现状与综合效益并不乐观,发展几乎停滞不前。

## 2 存在的问题

### 2.1 生态旅游存在的问题

1) 配套基础设施建设不完善。森林生态旅游深受大众青睐,是因为森林生态系统所孕育的优质生态环境和丰富的森林景观资源让人流连忘返。在湖南省境内,优质森林资源主要分布在较偏远的山区、交通不便捷的区域,社会经济相对落后。在申报建设全国首个张家界国家森林公园后,湖南各县(市)陆续申报设立了一大批的国家级、省级森林公园,这些森林公园虽然资源条件优越,但水、电、路等基础设施差,且鲜为人知,如新邵岳坪峰、蓝山湘江源、靖州等国家森林公园,影响生态旅游参与者的可进入性;同时受限于当地社会经济发展水平,水、电、路、住宿、餐饮、娱乐等基础、公共服务设施建设力度不够,不能满足接待服务需要,如茶陵云阳、攸县攸州、衡阳岫峰等国家森林公园,影响生态旅游参与者的停留时间与消费意愿。

2) 产品同质化现象较为突出。近年来,湖南省生态旅游保持了较好的发展形势,但在产品规划设计与开发利用方面,受制资源特征、经营规模等客观条件和经营者经济实力、市场竞争意识等主客观条件,森林生态旅游产品设计同质化现象严重,缺乏产品特异性特征和地域文化特色,无法满足城乡居民对美好生态生活的愿望与追求需要;组织的大众化森林观光和休闲娱乐活动缺少吸引不同社会阶层群体或海内外游客的功能。

3) 建设资金投入不充足。湖南省属社会经济发展欠发达地区,多年来社会经济得到了较好发展,但开展生态旅游活动的森林公园等自然保护地却大部分分布在湖南省的山区县(市),这里的社会经济发展落后于长株潭城市群中心县(市),财政收入有限,基础、公共服务设施建设需求资金量大,可用于生态旅游建设的资金十分有限。同时,生态旅游建设资金需求量大、回报周期长,对大多数生态旅游活动开展经营主体来说是一项沉重的负担。这需要政府部门采取打基础、出政策等措施,在生态旅游活动区域的水、电、路等基础设施建设方面给予以政府投入为主的支持,做好基础设施建设基本功,携同资源优势吸引社会资本加大投入,带动地方生态旅游产业健康发展<sup>[6]</sup>。

4) 保护与发展机制不畅。当前政府及相关主管

部门对森林公园等自然保护地做了相关的生态保护管理要求,一定程度上限制了社会经济发展活动的开展,影响了城乡居民特别是自然保护地范围内居民的生产、生活,经济收入不理想,加之当地缺少完善的生活质量、教育水平保障机制,生产生活、教育医疗保障面临挑战。这需要政府部门研究制定推动保护与发展相存相依、社区居民与经营者共建共赢目标实现的积极政策措施。

### 2.2 森林康养存在的问题

1) 产品服务供给明显不足。从所选的具有典型代表性的58个森林公园来看,森林康养发展面临的主要问题之一仍然是康养产品尚不能满足大众化、多元化、个性化的消费需求,供需矛盾较为突出,主要表现为产业融合发展深度与广度不够,生态产品开发不深,产业链不长,产品结构不尽合理,综合消费水平偏低。在新冠疫情冲击下,人们的旅游消费习惯和对旅游产品的选择发生变化,周边游、省内游、省际游等短途旅游与康养的多元产品缺乏问题凸显。森林康养整体品牌形象尚不鲜明,没有发挥政府、多媒介、森林康养基地、森林康养经营者的叠加宣传效果,旅游产品的市场竞争力、品牌的知名度和影响力需要进一步提升<sup>[7]</sup>。

2) 产业发展方式较为粗放。大部分森林康养目的地没有有效发挥森林生态旅游与康养资源的自然教育、生态文明教育等功能,智慧平台与解说系统建设不完善,在生态旅游与森林康养产品开发、导游解说形式等简单无活力,缺少地方特色。目前产业建设重点没有很好的发挥森林康养应有的游、疗、健、养等功能。少部分森林康养基地虽然编制了森林康养规划,但由于资金投入不足等各种原因未开展实质性的建设。部分社区民众参与森林康养发展建设的力度不够,共建共享收益机制缺失,影响社区民众的积极性和配合意愿。

3) 专业技术人才十分匮乏。森林康养产业是社会经济快速发展,城乡居民收入增加,生活质量需求提升,物质文明、精神文明同生态文明建设共鸣的新需求,专业的森林康养活动能令人心身愉悦、身体健康。但森林康养是集林业、生态、生物、体育、中医药、安全等多学科的复合型服务业,需要多学科的复合型专业技术人才储备与供给。我国森林康养相对于上个世纪起就开展的生态旅游活动而言是较晚的,在产品规划设计、组织开发方面还较弱,特别是专业性

复合型人才十分缺乏。58个调查研究对象中,仅浏阳大围山具有专业服务技能的森林康养师,这需要政府、经营者等建立与需求相匹配的森林康养指导员人才培养、储备与供给机制,满足城乡居民开展森林康养活动的指导服务需求<sup>[8]</sup>。

### 3 融合发展新模式建议

#### 3.1 交通织网全域旅游

省级主管部门应坚定森林公园生态旅游与森林康养发展一盘棋理念,在交通便捷、经济发达区域做好个别或部分的示范性建设工作,再转向社会经济较发达区、经济发展落后区,逐步共同做好这一生态产业新业态文章,讲述生态文明好故事和树立起城乡居民生态休闲、健身养心信心。通过疏密有序的交通网络组织实现全省生态旅游与森林康养建设有特色,吸引更多的人参与,供给更多的城乡居民可便捷、快速、有选择的游憩、养生场地,让其在繁忙杂乱的工作生活学习后度过轻松愉悦的美好时光,尽情享受大自然的馈赠。同时,应结合交通网络已串联起来的特色县城、乡镇区、村寨,发展能补充生态旅游与森林康养的森林人家、湿地人家的主题游憩与康养场所,城乡居民在不跨越行政区域或特定地段就可以享受游憩、康养活动带来的愉悦,也让不同消费层级、拥有不同消费时限的居民,在由交通组织形成的泛生态旅游与森林康养活动中尽情游戏。

#### 3.2 经济助推全民消费

湖南以长株潭部分县级行政区为代表的社会经济发达地区、较发达地区,其生态旅游与森林康养服务链的发展相对成熟,城乡消费水平高、消费能力强,经供给与消费的相互作用,就更好地促进了该生态产业服务链的健康有序发展;而在较偏远的以怀化、湘西自治州等部分县级行政区为代表的社会经济发展相对落后区,却坐享先天优质自然资源而苦于社会经济发展动力不足、交通条件差等现实情况,导致既无成熟生态旅游与森林康养场地,也缺乏相应的消费群体或主流客源市场。全省应通盘考虑生态旅游与森林康养发展布局,秉承五大发展理念,敢于创新、谋于协调、乐于开放与共享,让社会经济发展富裕区、较富裕区带动社会经济发展落后区,合理利用偏远山区的优越资源,开展特色鲜明的生态旅游与森林康养活动,特别是各级政府应在基础设施、公共服务设施领域给予重大投入及支持,消除各种现实制度负面因素,规

范政府行为,积极服务市场,引导城镇区主流休闲消费群体转向,迈进山区参与山地生态旅游与康养活动,激活当地社会经济发展动力和提供更多的就地就业岗位,增厚当地集体经济及社区居民经济收入,提升生活质量,改善生产环境,走共建、共享、共赢的观、赏、休、养兼备的生态旅游与森林康养之路。

#### 3.3 树立地方特色品牌

以已设立的森林公园开展生态旅游与森林康养品牌建设,统一命名与使用名称,如位于长沙市浏阳市的“湖南大围山国家森林公园”与“大围山森林康养基地”、株洲市炎陵县的“大院国有林场”与“大院森林康养基地”、邵阳市新宁县的“崑山珍稀植物研究所”与“崑山森林康养基地”、常德市石门县的“湖南夹山国家森林公园”与“夹山森林康养基地”、永州市的“金洞管理区”与“金洞森林康养基地”等。各级各类的森林公园设立先于森林康养基地设立,且其社会知名度与对外影响力已有基础,用同样的名称命名森林康养基地,对生态旅游与森林康养的管理来讲,不仅是名称命名的融合,更是统一树立品牌,加强宣传、加深体验者印象的有机结合;而且能够让亲身体验者或即将探索者能够轻松的达到“闻其名、知其地、晓其特”的作用,这种品牌效应能够让一位成熟的消费者快速做出出行决策与制定相应的出行计划<sup>[9-10]</sup>。

#### 3.4 统一市场营销秩序

树立统一的生态旅游与森林康养品牌形象后,更需要统一的营销模式。政府可以提供相对宽松的政策,搭好向外界推广的传播平台,社会资本或自然人投资则是在政府的正确引领下共同维护品牌效益,统一思路、制定整体策划方案,从实际出发做好亲民爱民的正面宣传与营销,倡导生态旅游与森林康养活动的不同理念、特征及价值意义,根据生态旅游与森林康养间的差异与互补性,制定不同适用于不同消费群体的营销方法或途径,用善于思考、简明易懂的营销方式,让当地社区居民、外地人可以通过不同的媒介渠道获取生态旅游与森林康养的关键性消费信息,通过营销让消费者知道自己的需要,是否可以得到满足或达到个性化要求。融合统一的营销模式应简明易懂,具备地域文化特征及生态旅游与森林康养的关键信息,尽力为消费者群体提供参考信息和便于铭记于心的特色之处。

#### 3.5 打好政策组合拳

不论是生态旅游或森林康养发展,还是二者的融

合发展，都离不开政府的政策支持。各级政府特别是上级政府，应及时研究发布切合不同地方的生态旅游与森林康养发展实际的适用政策、管理办法等，打好政府决策执行力与有效服务组合拳，提升政府治理体系和治理能力的服务水平与本领，高效引领生态旅游与森林康养新业态的持续发展与壮大。政府政策研究一方面需要做好自然保护地人工商品林的近自然改造、天然商品林改造后纳入公益林管理的工作协调机制<sup>[11]</sup>，为壮大生态旅游与森林康养产业奠定资源基础，保障林地、林木所有者及使用者权益；另一方面需要在产业做大做强的同时，研究利用或调节生态旅游与森林康养收益反哺生态保护主体的补偿机制，实现自然保护地资源保护者与合理利用者的互惠双赢目标<sup>[12-13]</sup>。

### 3.6 规范标准引领发展

在政府政策的支撑与许可下，特别是生态旅游与森林康养的行业主管部门，应牵头组织各科研教学机构的专家、专业技术团队等，研究制订适用于生态旅游与森林康养活动管理服务的系列技术与管理规程规范，引领该新业态产业实现规范化的高质量发展。对国家或上层主管部门暂时不涉及的行业技术规程或操作措施，应先行试点开展相应的制订工作，以便于规范指导生态旅游与森林康养产业的可持续性发展；对不符合或不满足生态旅游与森林康养活动等森林经营与多功能利用的技术标准体系，应立足湖南实际或区域实情，研究制定适宜于当地森林经营与利用的规程规范或地方标准、团体标准、企业标准，规范引领这一新业态健康、有序发展与做强做大<sup>[14]</sup>。

### 3.7 形成人才保障机制

行业主管部门应牵头组织动员相关科技战线人员，参与林学、体育运动学、医疗医学、中医药学、护理学、生态学等诸多学科中有助于生态旅游与森林康养活动或行为的关键技术研究攻关，在省级、县市、乡镇级组建相应的科研团队或专业技术队伍，长期坚持落实多学科的专业技术梯队人才培养计划实施。一方面，科研队伍或专业技术团队在落实关键技术研究攻关工作时，可以将基础性工作交由地方执行和给予相应的培训指导，保障基层人才队伍的业务能力水平提升与储备后备力量；另一方面，通过走进专业培训机构，培养所需要的生态旅游与森林康养活动专业人才，如森林解说员、森林康养师、生态旅游讲解员等专业人才及实用技能型人才；再者，需要构建不同层级的人才竞争机制及评价提升机制，竞争上

岗，优胜劣汰，让优秀人才脱颖而出，充分发挥与调动专业技术人才、管理服务人员的积极性。

### 3.8 推行资金鼓励政策

对在森林公园开展生态旅游与森林康养活动，政府要制定相应的有关政策和管理办法，在生态保护、基础设施方面给予资金支持或补贴。当前大部分森林公园适合开展生态旅游与森林康养活动的资源丰富、生境优良，但由于基础设施差、交通不可及、公共管理服务设施缺少，得不到社会资本或自然投资人的青睐。政府应着手拿出资金或出台政策，改善交通、供水、供电条件，提升公共服务设施水平，夯实森林公园能够对外正常交流的基础；同时，政府应研究在保护管理过程中，给予相应林地、林木权利人的资金补助或补偿，如对为保护森林、林木资源过程中未收获成熟林木或森林经营过程中未使用化肥、农药的行为给予专项补助。政府应对生态旅游与森林康养发展的示范榜样给予相应荣誉奖励或资金奖励，或拿出有限的专项资金做好生态旅游与森林康养的宣传工作；对政府社会共同投资或社会独立投资的森林公园，为城乡居民提供免费体验活动或特定纪念日提供免费开放服务的行为，政府应给予相应活动资金支持，并做好公益性活动的典型正面宣传，树立示范榜样<sup>[13]</sup>。

### 3.9 抓好区域协同发展

现有森林公园中有涉及多条道路、水系、山脉等自然资源的，在开展生态旅游与森林康养活动时，政府应主动作为、协调指挥，做好区域组织协调和共建共享工作；针对不同森林公园所在县级行政区划、或具有不同生态旅游与森林康养发展方向与定位的，各级政府部门应做好统一规划与建设，并按规划做好相应管理服务保障工作，服从全省生态旅游与森林康养一盘棋发展战略目标；同时，政府需要按经济活跃程度，做好森林公园多种活动收益的后续分配与调节工作，这有利于共同建设好各地的生态旅游与森林康养场所，为城乡居民供给更多的优质服务，增加区域经济收入和保障社会资本收益<sup>[15-17]</sup>。

## 4 结语

在森林公园内开展生态旅游与森林康养活动，是生态保护建设与生态产业化共同携手进步的新业态，也是林业建设助推社会经济发展的新引擎，更是林业治理体系和治理能力现代化建设之自然保护地制度自信、生态与康养文化自信的具体体现。森林康养是在

社会经济发展质量持续改善提升和城乡居民生活质量不断提高基础上的相应精神需求与生态文明渴望,森林康养既是新事物、林业建设新业态,也是生态旅游的一次提升与互补,在森林公园开展生态旅游与森林康养活动,可以为提升幸福感指数与增强获得感等提供源源不断的动力源泉,丰富城乡居民精神文化生活需要,满足人民的生态感知追求。当前应继续合理利用森林公园优质森林资源与生态环境,大力发展生态旅游与森林康养产业,走林业生态化、生态产业化道路。借鉴中国特色社会主义改革开放、发展生产模式,让一部分森林公园率先、领头融合发展,打好基础,做好总结,抓好推广,用已有的经验和制度体系优势,更好的带动更多的森林公园健康有序发展,实现全省生态旅游与森林康养发展一盘棋。

### 参考文献:

- [1] 柏方敏,李锡泉.对湖南发展森林康养产业的思考[J].湖南林业科技,2016,43(3):109-113.
- [2] 国家林业和草原局,民政部,国家卫生健康委员会.国家中医药管理局关于促进森林康养产业发展的意见[Z],2019.
- [3] 王越,康萍,赵英杰.森林生态旅游发展路径的分析[J].森林工程,2022,38(3):47-53.
- [4] 湖南省农林工业勘察设计研究总院.森林公园等自然保护地生态旅游与森林康养发展方向研究报告[R],2021:2-176.
- [5] 黎明,邓德明,魏德福,等.福寿山森林公园植物资源多样性及在森林康养中的应用研究[J].湖南生态科学学报,2022,9(3):45-51.
- [6] 王庆,林卿.新时代森林旅游高质量发展的现实困境与实施路径研究[J].生态经济,2021,37(10):137-143,163.
- [7] 韩立红,田国双,高环.产业融合对森林康养产业发展的影响[J].东北林业大学学报,2021,49(8):100-105.
- [8] 马德辉,王赞,高建玉,等.对森林康养产业发展的思考[J].林业调查规划,2020,45(6):105-107.
- [9] 杨利萍,孙浩捷,黄力平,等.森林康养研究概况[J].林业调查规划,2018,43(2):161-166,203.
- [10] 高丹丹,刘鹏,李顺龙.伊春市发展森林康养产业的潜力挖掘与品牌建设[J].东北林业大学学报,2017,45(8):101-104.
- [11] 魏德福,邓德明.湖南省森林经营与资源多功能利用状况分析[J].湖南林业科技,2022,49(1):51-55,73.
- [12] 姚建勇,张文凤.贵州大生态背景下森林康养模式与路径探索[J].林业资源管理,2021(5):27-32.
- [13] 王燕琴,陈浩,顾亚丽.浅析日本森林康养政策及运行机制[J].林业经济,2018(4):108-112.
- [14] 李玉清,徐竟甯,周芯卉.广西自然保护地森林生态旅游发展路径探析[J].林业调查规划,2020,45(2):113-118.
- [15] 耿松涛,李丽,张成琳.森林生态旅游发展模式研究——以海南尖峰岭国家森林公园为例[J].林业资源管理,2017(5):129-134.
- [16] 荣芷颖,胡芬.神农架国家森林公园生态旅游利益相关者协作关系研究[J].武汉商学院学报,2019,33(3):12-16.
- [17] 胡映,潘坤.全面乡村振兴背景下森林康养产业发展的农民主体性研究[J].农村经济,2022(3):77-83.

(上接第4页)

治沙事业,适度发展沙产业,增加农牧民收入,促进区域绿色发展,促进西藏乡村振兴。

### 参考文献:

- [1] 黄俊威,吴协保,宁小斌,等.西藏自治区历次沙化调查技术方法变化及发展方向研究[J].中南林业调查规划,2022,

- 41(2):62-66.
- [2] 李永霞,方江平.西藏“一江两河”流域土地沙化空间分布研究[J].安徽农业科学,2015,43(11):232-234.
- [3] 宁小斌,刘伟,吴协保,等.西藏自治区沙化土地成因分析[J].中南林业调查规划,2022,41(1):66-70.
- [4] 王勇.浅析西藏纳木错湖区土地沙化机制与生态恢复措施[J].农业工程技术,2018,38(23):37-39.

## 声 明

本期刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我编辑部上述声明。

《中南林业调查规划》编辑部

# 江西省“十四五”建设项目林地 需求量预测

李建中<sup>1</sup>, 毛旭鹏<sup>2</sup>, 贺敏<sup>3</sup>, 肖珊珊<sup>2</sup>, 任琼<sup>4</sup>

(1. 江西省森林资源保护中心, 南昌 330038; 2. 江西省林业资源监测中心, 南昌 330046;  
3. 江西九岭山国家级自然保护区管理局, 江西 宜春 330699; 4. 江西省林业科学院, 南昌 330032)

**摘要:** 随着江西省经济社会快速发展, 建设用地刚性需求与林地资源保护的矛盾日益突出, 林地定额缺口不断加大, 科学合理利用林地资源对于保障社会经济可持续发展至关重要。以社会客观需求测算法为主, 以平均增长率法、曲线拟合法和灰色预测模型等数学模型法为辅, 对江西省“十四五”各类建设项目对林地需求量进行预测, 预测结果不仅有助于江西省科学合理地编制“征占用林地年度定额”和“林地保护利用规划”, 而且对于江西省维持林地总量动态平衡, 满足生态建设用地需求, 维护生态安全, 保障社会经济良好发展具有十分重要的现实意义。

**关键词:** 林地; 需求量; 发展; 平衡; 江西

中图分类号: S 757.4 文献标识码: A 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0011-06

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.003

## Forecast of Forest Land Demand for Construction Projects in Jiangxi Province During the 14th Five-Year Plan Period

LI Jianzhong<sup>1</sup>, MAO Xupeng<sup>2</sup>, HE Min<sup>3</sup>, XIAO Shanshan<sup>2</sup>, REN Qiong<sup>4</sup>

(1. Jiangxi Forest Resources Protection Center, Nanchang 330038, Jiangxi, China; 2. Jiangxi Forestry Resources Monitoring Center, Nanchang 330046, Jiangxi, China; 3. Jiangxi Jiulingshan National Nature Reserve Administration, Yichun 330699, Jiangxi, China;  
4. Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330032, Jiangxi, China)

**Abstract:** In recent years, with the rapid economic and social development of Jiangxi Province, the contradiction between the rigid demand of construction land and the protection of forest land resources has become increasingly prominent, and the gap of forest land quota has been increasing. Scientific and rational use of forest land resources is very important to ensure the sustainable development of social economy. The social objective demand measurement method as the main method, and the average growth rate method, the curve fitting method and the gray prediction model as the supplementary methods were used to predict the demand for forest land used by various construction projects in Jiangxi Province during the 14th Five-Year Plan period. For Jiangxi Province, the forecast results will help not only to scientifically and reasonably formulate the annual quota for forest land acquisition and occupation and planning for forest land protection and utilization, but also maintain the dynamic balance of the total amount of forest land, so as to

\* 收稿日期: 2022-09-23

基金项目: 江西省林业局创新专项 [2020] 06 号; 江西省林业科学院基础研究与人才科研专项。编号: 2022511601。

作者简介: 李建中 (1989—), 男, 工程师, 本科, 研究方向: 主要从事森林资源培育、保护、利用工作。

通信作者: 任琼 (1982—), 女, 副研究员, 博士, 研究方向: 主要研究方向为森林经理、生态学。

meet the needs of ecological construction land, maintain ecological security, and guarantee the good development of social economy.

**Key words:** forest land; demand; development; balance; Jiangxi

林地是森林资源的重要组成部分和林业发展的根基,也是社会经济可持续发展的重要物质基础和保障<sup>[1]</sup>。近年来,随着国家对耕地保护力度的不断加大,地方建设用地不断向林地转移<sup>[2]</sup>。合理准确预测建设项目对林地的需求量,不仅是合理确定年度占用征收林地定额的基础,也是林地保护利用规划编制的重要内容<sup>[3-6]</sup>,对于保障非林业重点建设项目和城市人口增长的生活空间等用地需求具有重要意义,有利于社会经济高质量平衡发展。

“十三五”时期江西省如期与全国同步全面建成小康社会,主要经济指标增速连年位居全国“第一方阵”<sup>[7]</sup>。经济建设在高速发展的同时也造成了土地资源的大量消耗。“十三五”期间江西省审批建设项目使用林地面积总体呈现增长趋势,从2016年的7 290.15 hm<sup>2</sup>增长到2020年的11 748.34 hm<sup>2</sup>,增长了4 458.19 hm<sup>2</sup>,增长率达61.2%<sup>[8]</sup>。在江西省社会经济全面发展、建设用地需求不断增加的形势下,林地定额预期只能优先保障基础设施、公共事业和民生以及国家、省、市重点工程项目,旅游开发、工矿业等经营性项目以及城镇、园区建设项目受林地定额不足的影响,在一定程度上将制约地方经济社会发展。因此,本文通过对江西省“十四五”建设项目林地需求量进行预测,一方面有助于科学合理编制“征占用林地年度定额”和“林地保护利用规划”;另一方面在省级层面上,对于维持林地总量动态平衡、满足生态建设用地需求、维护生态安全和保障社会经济可持续发展具有十分重要的现实意义。

## 1 江西省林地资源现状和使用情况

### 1.1 林地资源概况

江西省面积广阔,地处中亚热带,降水和热力资源丰富,地形复杂多样,森林资源极其丰富,是全国南方重点集体林区省份之一<sup>[9]</sup>。丰富的森林资源、良好的生态环境已成为江西最大的财富、优势和品牌。根据第三次全国国土调查结果,江西省林地面积为1 048.3万hm<sup>2</sup>。其中,乔木林地807.7万hm<sup>2</sup>,占林地总面积的77.0%;竹林地122.7万hm<sup>2</sup>,占

11.7%;灌木林地60.8万hm<sup>2</sup>,占5.8%;除以上三者之外的林地面积57.1万hm<sup>2</sup>,占5.5%。

### 1.2 “十三五”征占用林地情况

江西省林业局和各市、县(区)林业局征占用林地档案资料显示,“十三五”期间全省审核使用林地项目(含农民建房、变更审核)8 608宗、面积50 472.34 hm<sup>2</sup>,年均实际征占用林地面积10 094.47 hm<sup>2</sup>。其中:2016年全年审核使用林地项目1 105宗,实际征占用林地面积7 290.15 hm<sup>2</sup>,比上年减少16.7%;2017年全年审核使用林地项目1 518宗,实际征占用林地面积9 550.19 hm<sup>2</sup>,比上年增加31.0%;2018年全年审核使用林地项目1 645宗,实际征占用林地面积11 311.44 hm<sup>2</sup>,比上年增加18.4%;2019年全年审核使用林地项目2 306宗,实际征占用林地面积10 572.22 hm<sup>2</sup>,比上年减少6.5%;2020年全年审核使用林地项目2 034宗,实际征占用林地面积11 748.34 hm<sup>2</sup>,比上年增加11.1%。

## 2 数据来源

本研究需要各类建设项目用地规模、林地使用规模以及年度使用林地定额规模数据。其中:“十一五”“十二五”和“十三五”使用林地的审核面积来源于江西省往年使用林地审核审批台账(表1);“十三五”和“十四五”各类建设项目用地规模(基础设施项目用地规模、公共事业和民生项目、经营性项目用地规模、城镇、园区建设项目)的数据来源于江西省林业局的林地利用情况调查表(表2);“十三五”年度林地定额使用情况来源于江西省林业局和各市、县(区)林业局征占用林地档案资料,见“十三五”征占用林地情况(1.2节)。

表1 “十一五”“十二五”及“十三五”使用林地审核面积

时间	使用林地审核面积/hm <sup>2</sup>
2006—2010年	39 511.0
2011—2015年	44 978.9
2016—2020年	50 472.3

表2 “十三五”和“十四五”各类建设项目用地规模

项目种类	“十三五”			“十四五”
	用地规模/ hm <sup>2</sup>	审核林地 面积/hm <sup>2</sup>	审核林地占地 规模比例/%	拟用地规模/ hm <sup>2</sup>
基础设施项目	28 981.84	16 057.38	55.4	84 214.79
公共事业和民生项目	11 184.12	7 449.77	66.6	6 261.03
经营性项目	32 460.71	20 435.96	63.0	31 440.29
城镇、园区建设项目	8 520.74	5 257.90	61.70	5 620.16
总计	81 147.41	49 201.01	60.63	127 536.27

### 3 研究方法

常见的林地需求量预测方法有社会客观需求测算法、平均增长率法、曲线拟合法和灰色预测模型等数学模型法<sup>[10-13]</sup>。本文以社会客观需求测算法为主,其余方法为辅,对江西省“十四五”期间各类建设项目用地需求量进行测算。

#### 3.1 社会客观需求测算法

利用占用林地面积与建设项目用地规模之间的相关性,以“十三五”期间各类建设项目使用林地面积与建设项目用地规模之比为基础,测算“十四五”建设项目使用林地的需求量。具体公式为:

$$S_{14} = \sum_{i=1}^m S_{13i} / T_{13i} \times T_{14i} \quad (1)$$

式中: $m$ 为建设项目类型,且 $m=5$ ;  $S_{14}$ 为“十四五”林地需求水平,  $T_{14i}$ 为“十四五”第 $i$ 类建设项目的用地面积;  $T_{13i}$ 为“十三五”第 $i$ 类建设项目用地面积,  $S_{13i}$ 为“十三五”第 $i$ 类建设项目使用林地面积。

#### 3.2 数学模型法

1) 平均增长率法。利用江西省“十一五”“十二五”和“十三五”使用的林地审核面积进行预测,分别计算“十二五”较“十一五”和“十三五”较“十二五”使用林地审核面积增长率,然后取两者平均值作为“十四五”预期使用林地的增长率,从而计算得到“十四五”预期使用林地面积。

2) 曲线拟合法。通过建立“十三五”期间年度林地定额使用情况 $y$ 与年份 $t$ 的线性、指数、幂和对数关系,选用拟合优度 $R^2$ 最接近1的数学模型来预测“十四五”林地定额使用情况。

各曲线数学模型详见表3;式中 $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ 和 $d_i$ 分别为拟合曲线的相关参数。

表3 各类曲线数学模型

模型	趋势线函数
线性	$y = a_1 t + a_2$
指数	$y = b_1 e^{b_2 t}$
幂	$y = c_1 t^{c_2}$
对数	$y = d_1 \ln t + d_2$

曲线拟合的拟合优度 $R^2$ 计算公式为:

$$R^2 = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \right) \quad (2)$$

式中: $Y_i$ 为“十三五”期间各年度林地定额使用面积,  $y_i$ 为利用拟合曲线对各年度定额的拟合值,  $\bar{Y}$ 为各年度使用林地定额的平均值。 $R^2$ 越接近于1,表明曲线的拟合度越好,预测精度越高。

#### 3.3 灰色预测模型

1) 模型选择。选用只考虑“十三五”期间各年度使用林地数量构成时间序列的GM(1,1)模型,对此数据序列用累加方式生成一组趋势明显的新数据序列,按照新的数据序列增长趋势建立模型进行预测,然后再用累减方法进行逆向计算,恢复原始数据序列,进而得到预测结果。

2) GM(1,1)建模过程。通过把分散在事件轴上的离散数据作为一组连续变化的序列,采用累加的方式,将灰色系统中随机序列的波动性和随机性弱化,最后构建一个以时间为变量的连续微分方程,最后用最小二乘法求解方程中的参数,从而实现预测目的。

① 设“十三五”期间各年度使用林地数量为:

$$x^{(0)} = \left\{ \begin{array}{l} x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \\ x^{(0)}(4), x^{(0)}(5) \end{array} \right\} \quad (3)$$



对  $x^{(0)}$  累加以便弱化随机序列的波动性和随机性, 得到新的数据序列:

$$x^{(1)} = \left\{ x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), x^{(1)}(4), x^{(1)}(5) \right\} \quad (4)$$

式中:  $x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i); k = 1, 2, 3, 4, 5$ 。

② 生成  $x^{(1)}$  的邻均值等权数列:

$$z^{(1)} = \left( z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), z^{(1)}(4), z^{(1)}(5) \right) \quad (5)$$

式中:  $z^{(1)}(k) = 0.5 x^{(1)}(k-1) + 0.5 x^{(1)}(k); k = 2, 3, 4, 5$ 。

③ 根据灰色理论对  $Z^{(1)}$  建立关于  $t$  的白化形式的一阶一元微分方程 GM (1, 1):

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u \quad (6)$$

式中:  $a$  和  $u$  为待解系数, 分别称为发展灰数和灰色作用量;  $a$  的有效区间为  $(-2, 2)$ , 并记  $a$  和  $u$  构成的矩阵为灰参数:

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} \quad (7)$$

④ 对累加生成数据做均值生成  $B$  与常数项向量  $Y$ ,  $B$  和  $Y$  分别为:

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ -z^{(1)}(4) & 1 \\ -z^{(1)}(5) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} \left( x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2) \right) & 1 \\ -\frac{1}{2} \left( x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3) \right) & 1 \\ -\frac{1}{2} \left( x^{(1)}(3) + x^{(1)}(4) \right) & 1 \\ -\frac{1}{2} \left( x^{(1)}(4) + x^{(1)}(5) \right) & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \end{bmatrix} \quad (9)$$

⑤ 用最小二乘法求解灰参数  $\hat{a}$ , 代入式 (6), 并对式 (6) 求解, 得到:

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = \left( x^{(1)}(1) - \frac{u}{a} \right) e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (10)$$

⑥ 将上述结果累减还原, 可得到预测值:

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = \hat{x}^{(1)}(t+1) - \hat{x}^{(1)}(t) \quad (11)$$

3) GM (1, 1) 模型检验。为确保所建模型适用于特定场景, 预测精度能满足实际应用, 进行预测前首先需要对模型进行有效性检测和精度检验。

① 有效性检测。根据灰色系统理论, 灰色预测模型是通过检验发展灰数  $a$  而确定在特定场景下使用的。该方法是在判断预测模型是否有效的基础上, 进而对有意义的预测模型确定相应的适用场景, 有效性检验标准及适用场景如表 4 所示。如果通过检验发展灰数  $a$  符合特定的适用场景, 则可继续进行精度检验。

表 4 预测模型的有效性及其适用场景的对照标准<sup>[14]</sup>

发展灰数 $a$	GM(1,1)模型适用场景
$ a  \geq 2$	模型无效、无意义
$-a \leq 0.3$	适合进行中长期预测
$0.3 < -a \leq 0.5$	适合短期预测
$0.5 < -a \leq 0.8$	实施短期预测时慎重使用
$0.8 < -a \leq 1.0$	需修正 GM(1,1)模型的残差
$-a > 1.0$	GM(1,1)模型不适合使用

② 精度检验。采用残差和后验差检验判断 GM(1,1) 模型的精度, 模型相对误差  $Q$  和后验差比值  $C$  越小、小误差概率值  $P$  越大, 则模型精度越高。精度检验方法及模型精度等级参照文献[15](表 5)。

表 5 GM(1,1)模型精度等级的检验参照标准

参 数	一级 (好)	二级 (良好)	三级 (合格)	四级 (勉强)	不合格
$Q$	$Q \leq 0.01$	$(0.01, 0.05]$	$(0.05, 0.10]$	$(0.10, 0.20]$	$> 0.20$
$C$	$C \leq 0.35$	$(0.35, 0.50]$	$(0.50, 0.65]$	$(0.65, 0.80]$	$> 0.80$
$P$	$P \geq 0.95$	$[0.80, 0.95)$	$[0.70, 0.80)$	$[0.60, 0.70)$	$< 0.60$

## 4 结果与分析

### 4.1 社会客观需求测算法结果

通过该方法测算,得到全省“十四五”各类建设项目使用林地需求量为74 088.47 hm<sup>2</sup>,其中:基础设施项目46 654.99 hm<sup>2</sup>,公共事业和民生项目4 170.47 hm<sup>2</sup>,经营性项目19 794.80 hm<sup>2</sup>,城镇、园区建设项目3 468.21 hm<sup>2</sup>。

### 4.2 数学模型法预测结果

1) 平均增长率法预测结果。计算结果表明,“十二五”较“十一五”使用林地审核面积增长率为13.8%，“十三五”较“十二五”增长率为12.2%，取两者平均值13.0%，从而预测“十四五”使用林地面积为50 472.3 × 1.13 = 57 033.7 hm<sup>2</sup>。

#### 2) 曲线拟合法预测结果

① 曲线数学模型选择。利用“十三五”期间各

年度使用林地实际情况进行拟合,拟合后的曲线数学模型见表6。

表6 各类曲线数学模型拟合结果

模型	趋势线函数	R <sup>2</sup>
线性	$y = 993.84 t + 7 112.9$	0.783 6
指数	$y = 7 252.6 e^{0.105 6 t}$	0.763 0
幂	$y = 7 575.2 t^{0.285 4}$	0.900 4
对数	$y = 2 651.7 \ln t + 7 555.5$	0.901 2

其中,对数模型R<sup>2</sup>达到0.901 2,预测精度最高。故选用对数模型进行预测。

② 预测结果。采用曲线拟合法中预测精度最高的对数模型进行预测(图1)。结果显示,“十四五”各类建设项目使用林地需求量为65 134.88 hm<sup>2</sup>,其中:2021—2025年建设项目使用林地需求量分别为12 306.71, 12 715.47, 13 069.56, 13 381.88 hm<sup>2</sup>和13 661.26 hm<sup>2</sup>。

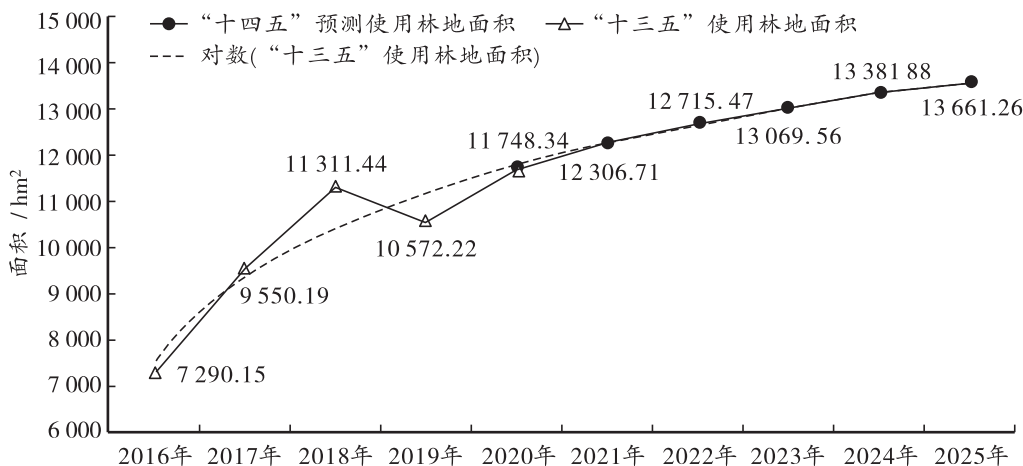


图1 对数模型预测趋势

### 4.3 灰色预测模型预测结果

1) GM(1, 1) 预测模型为:

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = 180 528.959 4 e^{-0.053 6 t} - 173 238.806 0 \quad (12)$$

2) GM(1, 1) 模型检验结果。模型有效性检测结果表明, -a = 0.053 6 < 0.3, 因此模型适合中长期预测,模型可以对“十四五”使用林地情况进行预测。

精度检验结果表明, Q = 0.002 3 < 0.01, P = 1 > 0.95, C = 0.085 6 < 0.35, 预测等级为“一级”。

3) 预测结果。GM(1, 1) 模型预测结果如图2所示,“十四五”各类建设项目使用林地需求量为

68 752.55 hm<sup>2</sup>。2021—2025年各类建设项目使用林地需求量分别为12 317.30, 12 995.52, 13 711.09, 14 466.05 hm<sup>2</sup>和15 262.59 hm<sup>2</sup>。

### 4.4 林地需求变化的成因与趋势分析

随着工业化和城镇化进程不断推进,各种工业、交通、农业等生产用地和城镇开发生活用地等对林地的需求也不断扩张,林地需求量大与林地定额有限的矛盾依然存在<sup>[16-19]</sup>。即使江西省近年来采取多种措施缓解用地矛盾,如积极争取备用定额、开展林地占补平衡试点等,但很多电力、交通、能源、水利项目和一般性商业项目等建设项目都因使用林地面积不符合使用国家备用定额标准,或者不属于重点基础设施

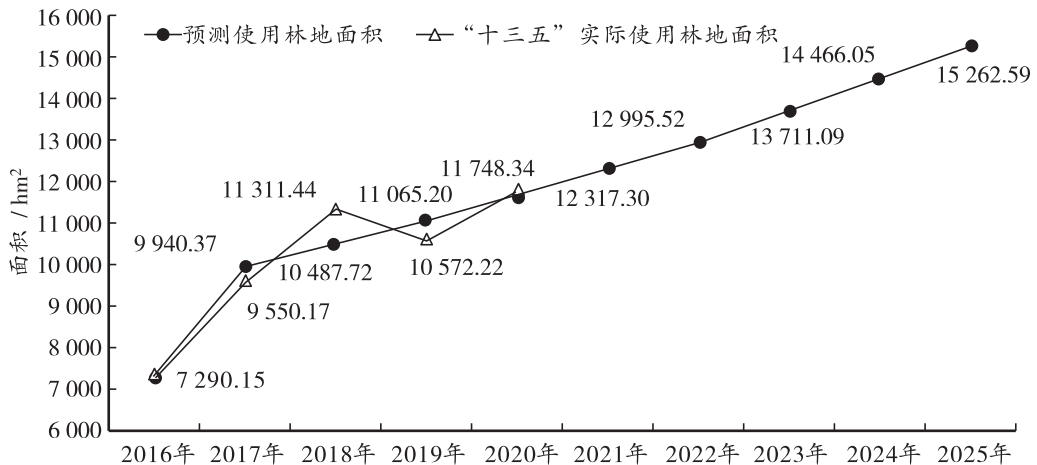


图2 GM(1,1)模型预测趋势

建设项目,导致其所需林地定额只能从省内解决,这使得一部分地方重点项目所需林地定额不能得到及时满足,严重阻碍了当地社会经济发展。

“十四五”是江西省高质量跨越式发展的重要时期,预期全省主要经济指标增速继续保持全国“第一方阵”,重大基础设施建设项目和国家重大、省重点项目将会大量增加。据调查统计,沪昆高速梨园(赣浙界)至东乡段改扩建工程、阳新至武宁至樟树高速公路(江西段)工程、上饶浙赣界至金溪高速公路二期工程(宁上高速至金溪段)等国家重大和省重点高速公路建设项目预期用地规模将达到44 287.5 hm<sup>2</sup>,疏山水利枢纽工程、井山水库工程、长江干堤与鄱阳湖区重点圩堤升级提质工程(长江干堤与鄱阳湖区46座重点圩堤)等国家重大和省重点水利枢纽建设项目预期用地规模将达到21 486.0 hm<sup>2</sup>,川气东送二线天然气管道工程皖赣支干线(安庆—景德镇)、江西奉新抽水蓄能电站工程、国电投新余100 MW光储一体化发电项目等国家重大和省重点能源类建设项目预期用地规模将超过4 000 hm<sup>2</sup>,林地需求量将会比“十三五”期间明显增加。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

利用社会客观需求测算法、平均增长率法、曲线拟合法和灰色预测模型预测江西省“十四五”林地需求量分别为74 088.47, 57 033.70, 65 134.88 hm<sup>2</sup>和68 752.55 hm<sup>2</sup>。综合4种方法的预测结果,江西省“十四五”林地需求量平均值为66 252.40 hm<sup>2</sup>,

结果可作为制定江西省“十四五”期间各类建设项目占用征收林地定额依据。

### 5.2 讨论

林地具有多功能属性,既要满足人们日益增长的生态需求,又要满足经济社会快速发展对建设用地需求,在一定程度上导致林地保护与社会经济发展之间的矛盾日益突出<sup>[20]</sup>,因此科学编制“征占用林地年度定额”和“林地保护利用规划”是实现林地用途管制的重要任务,而建设项目征占用林地需求量预测是编制“征占用林地年度定额”和“林地保护利用规划”的一项重要基础工作。而社会经济发展是一个动态过程,“十四五”期间社会经济发展导向及各类政策都将处于不断变化过程中,因此,江西省“十四五”各类建设项目林地需求的预测结果有待在实践中进行检验,林地定额管理仍需根据实际情况不断调整,以适应现状要求。

### 参考文献:

- [1] 赖先创. 林地资源管理中若干问题与合理应对阐释[J]. 绿色科技, 2019(1): 29-30.
- [2] 李佩珩. 广东省建设项目使用林地管理问题研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
- [3] 管远保, 李晖, 朱志正. 建设项目征占用林地需求量预测方法探讨——以湖南省为例[J]. 林业资源管理, 2007(6): 51-54.
- [4] 饶日光, 王晓青, 张琳. 对林地需求量预测方法的探讨——以陕西省为例[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(5): 249-253.
- [5] 张林, 吴昊. 使用林地定额管理工作实施成效研究[J]. 华

(下转第42页)

# 天保工程背景下天然林资源资产评估方法研究

余松柏, 丁 胜, 魏安世, 苏晨辉

(广东省林业调查规划院, 广州 510520)

**摘要:** 为完善天然林资源资产评估方法和体系, 使其评估行为更为规范, 以广东省天然硬阔叶林的经营数据为基础, 测算在国家天然林保护工程和森林经营者自主经营两种森林经营周期下, 各林龄时点天然林皆伐、择伐的林木评估价值; 同时使用周期收益比例法, 分析并确定山林价的最佳比例系数; 最后进一步探索择伐天然幼龄林林木价值的评估方法, 其中首提的替代成本法填补了现行行业和地方标准中关于择伐幼龄林的林木评估方法的空白, 该评估方法逻辑清晰、评估结果真实客观, 且能与现行中龄及以上天然林木的评估价值平稳衔接, 实践证明生产应用完全可行。

**关键词:** 天然林; 森林资源资产; 评估; 山林价; 幼龄林; 替代成本法

中图分类号: S 757.3 文献标识码: A 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0017-08

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.004

## Study on Evaluation Method of Natural Forest Resources Assets Under the Background of Natural Forest Protection Project

YU Songbai, DING Sheng, WEI Anshi, SU Chenhui

(Forestry Surveying and Designing Institute of Guangdong Province, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

**Abstract:** In order to perfect the evaluation method and system on natural forest resources assets and standardize this evaluation, based on the management data of natural hard broad-leaved forests in Guangdong, this paper calculates the evaluation value of natural forest clear-cutting and selective-cutting at each age point under two forest management cycles. The first one is national natural forest protection project and the other one is independent management by forest operators. Then, this paper uses periodic income proportion method to analyze and determine the optimal proportion coefficient of mountain forest price. Finally, this paper further explores the assessment method of the value of natural young forest by selective-cutting. *Replacement cost method* proposed firstly fills the blank of selectively cutting natural young forests evaluation in current professions and local standards. The evaluation method is logical and its evaluation conclusions are real and objective. It is smoothly consistent with the assessed value of the existing natural trees of middle age and above. That production application is completely feasible has been proved.

**Key words:** natural forest; forest resources assets; assessment; price of mountain forest; young forest; replacement cost method

天然林是指天然起源的森林, 包含自然形成和人工促进天然更新或者萌生所形成的森林, 属于森林资

\* 收稿日期: 2022-09-26

基金项目: 广东省林业科技创新平台: 林业生态监测网络平台建设项目 (2021-KYXM-09)。

作者简介: 余松柏 (1966—), 男, 教授级高工, 主要从事森林资源监测及评估等工作。

通信作者: 苏晨辉 (1985—), 男, 高级工程师。E-mail: 583803243@qq.com。

源的主体和精华,是自然界中群落最稳定、生态功能最完备、生物多样性最丰富的陆地生态系统,也是维护国土安全最重要的生态屏障<sup>[1]</sup>。1998年国家实施天然林保护工程,南方非天保工程区域的天然阔叶林多采用择伐作业经营管理,而2008年全面推进集体林权制度改革后,在不改变林地用途的前提下,林地承包经营权人依法对其拥有的林地进行转包、出租、转让、入股、抵押或作为出资合作条件的项目也明显增加。同时,新修订的《中华人民共和国森林法》规定,“国家实行天然林全面保护制度,严格限制天然林采伐”<sup>[2]</sup>。国家林业和草原局《关于编制“十四五”期间天然林采伐限额工作的通知》强调,“继续执行全面停止天然林商业性采伐政策,天然林不测算商业性采伐限额”<sup>[3]</sup>,天然林资源保护工程进入全面实施阶段。

按现行天然林管理的要求,采伐更新方式由传统皆伐转向择伐、渐伐,天然林资源价值评估方法既不同于商品林,也与公益生态林存在异同,评估时点至少延长至经济和生态效益严重下降的过熟林;按天然异龄林资源资产特点,因受客观条件制约且评估技术难度较大,当前市场上的评估办法较为混乱,错误的使用重置成本法、市场价倒算法等现象也时有发生。对于天然异龄林资源资产的评估现行的各类成本法均不适用<sup>[4-5]</sup>,评估方法多选用收益现值法、市场成交价比较法<sup>[6-7]</sup>、周期收益资本化法<sup>[8-9]</sup>,虽有较多文献就周期收益资本化的评估方法进行优化研究,例如:通过回归模型精准预测择伐周期内林木生长率<sup>[10-12]</sup>和林分收获量<sup>[13]</sup>、改进天然混交林树种分类和材种类型<sup>[14-15]</sup>等以提高评估精准度;分析择伐强度和利率对评估价值的影响,从而提升林地经营价值<sup>[11]</sup>;在保障评估精度前提下,提高林木调查起测直径,以提高评估效率<sup>[16]</sup>等。但周期收益资本化法难应用于天然幼龄林和封育未成林,预测其周期纯收益极为困难,若使用此方法评估,多数情况下评估值会出现负值,与生产实际严重不符。因此,按照适当经营、合理利用天然林资源的原则,充分考虑其经营方式与传统经营的不同特点,研究天然幼龄林资产评估方法,补充完善天然林资源资产评估体系,通过比较经营损失,探索天然林停伐补助的计量标准,对于探索天然林资源价值实现机制和路径具有极为重要的现实意义。

## 1 数据来源与预处理

### 1.1 数据来源

以广东省始兴县天然硬阔叶林为研究对象,根据

2019年森林资源档案数据,始兴县全县共有硬阔叶林小班2197个,森林面积22028.4 hm<sup>2</sup>,林分平均年龄4~115 a,单位面积蓄积0~343.42 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。将各小班林分平均年龄以10 a为一龄级,分为11个龄级,再统计各龄级的森林面积和单位面积蓄积量,按平滑趋势线处理单位面积蓄积作为现实林分经营水平。统计结果,详见表1。

表1 天然及次生硬阔叶林各龄级面积及平均单位面积蓄积统计

龄级	面积/ hm <sup>2</sup>	单位面积蓄积/ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )
I (1~10 a)	192.1	0.00
II (11~20 a)	1 715.7	51.18
III (21~30 a)	8 783.6	102.26
IV (31~40 a)	6 849.1	152.49
V (41~50 a)	1 666.5	202.73
VI (51~60 a)	1 273.1	227.94
VII (61~70 a)	394.9	253.20
VIII (71~80 a)	642.7	266.85
IX (81~90 a)	187.0	279.98
X (91~100 a)	123.2	293.88
XI (101 a~ )	200.5	311.69

### 1.2 数据预处理

依据广东省森林资源规划设计调查操作细则,一般用材硬阔叶林林龄在41~50 a为近熟林,超过70 a为过熟林<sup>[17]</sup>。在天然林保护工程中,其经营目的是培育复层异龄林,提高天然林生态效能,以及适度经营提升其综合效益,因此本研究以天然硬阔叶林为分析对象,设定天然林经营周期为75 a(以下简称“天保75年”),林木采伐利用方式为择伐;而自主经营的森林经营者习惯的经营周期是近熟林为45 a(以下简称“自主45年”),林木采伐方式多为皆伐。

按森林采伐作业规程<sup>[18]</sup>,天然林保护工程择伐时采伐强度为30%,结合广东省林木生长过程模型研究文献<sup>[19]</sup>和森林资源档案统计数据,年生长率约为3%,则择伐周期约为12 a。依据择伐林分平均年龄和择伐强度,推算“天保75年”择伐林木平均胸径为29.5 cm(择伐起测径级27.0 cm)。按“天保75年”和“自主45年”两种经营周期,以皆伐、择伐两种采伐利用方式,采用现有天然林林木评估方法,分别评估皆伐时的林木价值、择伐经完整回归年后的林木价值和刚择伐后的林木价值(表2)。

表2 不同经营周期和采伐方式的林木价值评估表

经营周期	林分状况		皆伐		择伐			
	单位面积蓄积/ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	平均胸径/ cm	林木收益/ (元/hm <sup>2</sup> )	择伐强度/ %	单位面积蓄积/ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	平均胸径/ cm	择伐满回归年后林木收益/ (元/hm <sup>2</sup> )	刚择伐后林木收益/ (元/hm <sup>2</sup> )
天保75年	266.85	22.0	84 247.26	30	80.06	29.5	45 109.83	19 686.53
自主45年	202.73	16.5	58 418.55	30	60.82	22.2	32 842.00	15 262.93

## 2 研究方法

### 2.1 技术内涵

#### 2.1.1 山林价

根据前期相关研究<sup>[4-5]</sup>,测算异龄林山林价的目的是在于解决承包经营期满后评定新的林地租金,山林价测算对象选定为成熟且刚择伐后的异龄林,可理解为异龄林山林价包含于使用择伐的林木评估价值内,发挥作用的林木并未呈现在实际择伐的上层林木里;通过分析山林价的剩余价值测算方法,即按成熟异龄林刚择伐后评估收益现值扣减林地上现有能出材林木价值,故可理解为异龄林山林价发挥作用林木也未呈现于回归经营期内可能采伐的林木范围内,只会呈现于择伐期内暂不能出材但通过森林培育有望在当前回归经营期后能成材的下层储备林木内。分析现行评估天然林木价值的周期收益资本化法,并未将下层林木的山林价计入管护成本,也进一步印证了山林价包含于林木价值内但并不在上层可采伐林木内。

从山林价定义和测算方法可知,稳定经营的成熟天然异龄林刚择伐后的实际年龄等同于回归经营周期第一年的林分年龄,在回归经营周期内林木总价值均可分割成上层能成材可采伐利用的林木经济价值和下层暂不成材的山林价值,此期间下层暂不成材林木数量保持恒定,其山林价值维持不变。同理,对于未成熟天然异龄林林木总价值也可分割成上层能成材可采伐利用的林木经济价值和下层暂不成材的山林价值,只不过从第一年到评估林分实际年龄,下层暂不成材的林木数量呈逐年稳步上升态势,评估的山林价值也会随天然林年龄增长而增加。储藏于山林价且暂不成材的下层储备林木价值,其主体作用在于维系天然林林相、保障生态效能稳定发挥,在研究天然林生态产品价值实现时可理解成天然林生态价值。

#### 2.1.2 山林价和林木总价值的关系

虽然可将天然林木总价值分割成上层能成材可采

伐利用的林木经济价值和下层暂不成材的林木生态价值,在以木材利用为主、重点评估林木经济价值的年代,独立评估生态价值的实际意义并不突出,但在将生态建设和生态修复作为林业首要任务的当下,需对经济价值和生态价值进行综合考虑。首先用过成熟林周期收益资本化法及周期收益比例系数法直接测算天然林最后稳定的山林价,再测算其上层林木价值;其次按适用于中龄及以上龄组的周期收益资本化法评估其上层林木价值。除进入回归经营周期后下层林木生态价值按最后稳定的山林价直接计算外,其它各年度可按进入回归经营周期第一年的山林价值,反演推算终值年金,再由终值年金推算评估天然林现实年龄下层林木生态价值(方法见后)。因此,将林木总价值分割为上层能成材可采伐利用的林木经济价值和下层暂不成材的林木生态价值现实意义重大,对于探索天然林生态产品价值实现机制和途径,如森林生态效益补偿、天然林木停伐补助等,可带来有益启示并提供参考依据。林木总价值、上层林木经济价值、下层林木生态价值三者关系,详见图1。

#### 2.1.3 择伐天然林林木生长机理和幼龄林木价值形成过程

天然林保护工程中择伐天然林是不需人工造林的,达到经营周期规定的择伐年龄时,可通过择伐产生森林经营收益。在经营稳定期内的所有采伐林木,经择伐作业后在择伐周期内由原保留林木渐次递进产生,择伐作业留出林地空间可由天然下种或萌芽生长的新生林木进行填补,理论上刚择伐后评估林木价值等同于回归年年头的林木价值,但因林分择伐后产生林窗,使林分增长率增大,两者林木价值应略有差异;而经营稳定期前所生长林木一部分属于未来能成材可采伐利用的上层林木(周期收益资本化法评估其价值),另一部分属于以山林价体现生态价值的下层储备林木,幼龄林和封育未成林就是此类情况的典型。



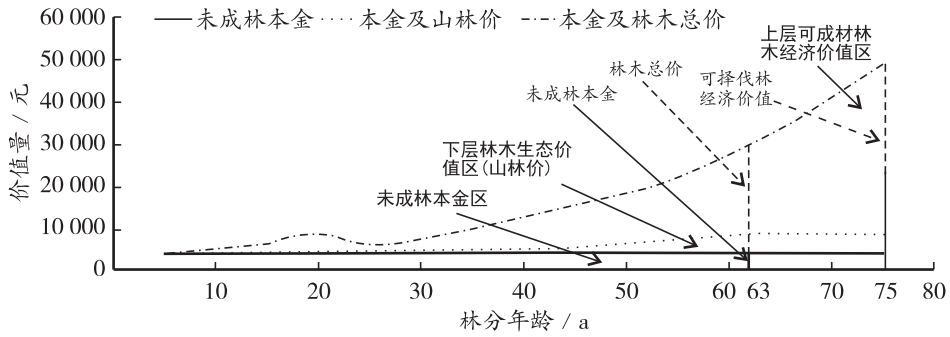


图1 择伐林生长机理和价值形成过程示意图

如前所述，幼龄林和封育未成林的林木总价值也可理解为：维系天然林林相、保障生态效能稳定发挥、储藏于山林价的下层储备林木生态价值，和未来能成材可用于择伐作业的林木经济价值。受限于天然林经营利用方式、经营周期、林木择伐强度等，其幼龄林木评估方法应有别于全部林木皆伐的幼龄林评估（通常使用重置成本法）。深入分析择伐天然中龄林木价值评估的周期收益资本化法，其评估核心在于预期上层择伐林木收益扣减管护成本，为使择伐天然幼龄林林木评估值能与中龄林林木评估值合理衔接，故优选幼龄林林木价值评估方法时大体思路应保持一致，即可使用各年度林木价值增值扣减年管护成本的核心思路进行评估，以下简称此评估方法为替代成本法。

2.2 现有中龄及以上的天然林林木价值评估方法

对天然复层异龄林，森林经营过程中林地上始终存在林木，其林地资源资产和林木资源资产无法准确分割，林地和林木收益始终交织在一起，故评估稳定经营复层异龄林价值时，会采用周期收益比例系数法或剩余价值法将刚择伐后剩余林木总价值，分割成林地价值（山林价）和能成材可采伐的林木价值<sup>[4-5,8-9]</sup>。按森林资源资产评估技术规范，以择伐方式经营的天然复层异龄林，若进入成过熟年龄能产生稳定的周期收益时，评估方法用周期收益资本化法 I；未进入成熟年龄时（不含天然幼林和封育未成林），用周期收益资本化法 II；山林价按周期收益比例系数法评价<sup>[8-9]</sup>。若以皆伐方式经营天然硬阔叶同龄林时，到达成熟年龄时评估方法用市场价倒算法；中近熟龄林用收获现值法；幼龄林及未成林用重置成本法。

1) 周期收益资本化法 I

$$E = \left[ \frac{A_u \times (1+P)^m}{(1+P)^u - 1} - \frac{V}{P} \right] \times \left[ 1 - \frac{1}{(1+P)^n} \right] \quad (1)$$

2) 周期收益资本化法 II

$$E = \left[ K \times \frac{A_u \times (1+P)^u}{[(1+P)^u - 1] \times (1+P)^{q-n}} - \frac{V}{P} \right] \times \left[ 1 - \frac{1}{(1+P)^n} \right] \quad (2)$$

3) 周期收益比例系数法

$$E_0 = E_1 \times R \times P \quad (3)$$

4) 市场价倒算法

$$E = W - C - F \quad (4)$$

5) 收获现值法（无间伐收益时）

$$E = K \times \frac{A_u}{(1+P)^{u-n+1}} - \sum_{i=n}^{u-1} \frac{V_i}{(1+P)^{i-n+1}} \quad (5)$$

6) 重置成本法

$$E = K \times \sum_{i=1}^n V_i (1+P)^{n-i+1} \quad (6)$$

式中： $E$  为资产评估值， $E_0$  为用周期收益比例系数确定的山林价， $E_1$  为用周期收益资本化法 I 评估的刚择伐异龄林收益现值， $A_u$  为林分采伐年度的纯收益， $P$  为折现率（收益率、利率）， $V$  为年森林管护成本（不计山林价）， $V_i$  为第  $i$  年的营造林及管护成本（含皆伐林地地租）， $K$  为林分质量调整系数， $R$  为山林价占异龄林收益现值的比例系数， $C$  为木材生产经营成本， $W$  为木材销售总收入， $F$  为木材经营合理利润， $u$  为采伐周期， $n$  为林分现实年龄， $m$  为评估基准日距最后一次择伐的年限， $q$  为林分过熟年龄。

2.3 新提出的天然幼龄林择伐的林木价值评估方法

2.3.1 未成熟天然林山林价的评估方法

在全国实施天然林保护工程背景下,对现阶段全面禁止商业采伐,即使将来可适度经营利用的天然林,受限于林木经营利用方式由传统皆伐转向择伐、采伐利用时间极度后延至生态过熟林、择伐强度决不超过30%等措施,可见以特殊生态公益林管理的天然林其严管程度远超一般生态公益林,因此研究天然林山林价(生态价值),能助力生态产品价值实现机制和路径探索,是关系天然林保护工程成败的关键举措。按上面对天然林山林价的分析,天然林下层储备林木生态价值等同于维系天然林相、稳定发挥森林生态效能的山林价值,对于稳定经营的成熟天然林可用公式(1)和(3)直接计测。按此思路,对于未成熟天然林也可使用下层储备林木的山林价值来评估其生态价值。

未成熟天然林山林价(生态价值)评估公式:

1) 成熟天然林山林价推算的终值年金

$$A_0 = \frac{E_0}{(1+P)^{q-u+1} - (1+P)} \quad (7)$$

2) 未成熟天然林的山林价(生态价值)

$$E = \frac{A_0 \times [(1+P)^{n+1} - (1+P)]}{P} \quad (8)$$

式中: $E$ 为未成熟天然林的生态价值, $E_0$ 为年支付山林地价, $A_0$ 为按山林价推算的终值年金, $q$ 为林分过熟年龄, $u$ 为择伐回归周期, $n$ 为林分现实年龄, $P$ 为折现率(收益率、利率)。

### 2.3.2 择伐天然幼龄林的林木评估方法

类似于工业生产的固定资产机器,通过人工运营和维护,依托生产产品实现资产增值,从资本金和收益率角度分析,资产增值可用资产价值(资本金)和收益率之积,并扣减人工运营和维护成本测算。因天然林初始林木非人工造林产生,可将天然封育未成林木价值(类似于皆伐后林木伐根具备萌芽能力的残余价值)模拟成初始资本金,通过封育未成林木价值的各年度增值消除森林管护成本,最终替代评估择伐天然幼林林木价值。按天然幼林价值形成分析过程,第1年年初固定资产价值为 $E_2$ ,即封育未成林第0年的本息 $E_2(1+P)^0$ ,第1年年末不计管护成本的投资增值 $E_2[(1+P)-1]$ 即 $E_2P$ ,也即 $E_2P(1+P)^0$ ;第2年年初固定资产价值为第1年本息 $E_2(1+P)$ ,第2年年末不计管护成本的投资增值 $E_2P(1+P)$ ;依此类推第 $i$ 年年初固定资产价值为第 $i-1$ 年本息 $E_2(1+P)^{i-1}$ ,第

$i$ 年年末不计管护成本的投资增值 $E_2P(1+P)^{i-1}$ 。基于此理,本文提出了替代成本法评估,其公式为:

$$E = \sum_{i=1}^n \left[ E_2P(1+P)^{i-1} - V_i(1+P) \right] \times (1+P)^{n-i} \quad (9)$$

简化为:

$$E = nE_2P(1+P)^{n-1} - \sum_{i=1}^n V_i(1+P)^{n-i+1} \quad (10)$$

式中: $E$ 为择伐林木资产评估值, $E_2$ 为封育未成林人工造林替代价值, $n$ 为林分现实年龄, $V_i$ 为第 $i$ 年森林管护成本(计山林价), $P$ 为折现率(收益率、利率)。

## 3 结果与分析

### 3.1 最佳山林价比例系数

#### 3.1.1 确定比例系数方法

山林价应根据森林经营习惯或约定由刚择伐后异龄林收益现值的一定比例确定,科学合理的比例系数应保障天然林资源永续经营利用。通过采用皆伐、择伐两种采伐利用方式;分别测算“天保75年”和“自主45年”两种经营周期下75 a, 65 a, 55 a, 45 a, 35 a, 25 a, 20 a, 15 a, 10 a和5 a共10个林龄时点天然林木的经营收益;分析比较不同经营周期使用不同比例系数测算的山林价,评估各年龄时点林木皆伐年平均收益,按照各年龄段收益值相互衔接的平稳程度,初步判定合理比例系数的优选区间。然后依据已达经营周期的天然林分各经营收益指标和择伐回归年,测算林木择伐经营收益率,最终确定最优比例系数。

#### 3.1.2 不同比例系数对各年龄时点林木皆伐年均评估价值分析

因天然林山林价相当于森林皆伐经营的林地地租,理论上合理山林价应能保证不同方法评估的中幼林林木皆伐价值平稳衔接,故可模拟测算天然林木皆伐价值来评判其合理性。为探讨天然林山林价的合理比例系数,选择研究评价方法时要将需平稳衔接的天然幼龄林与中近熟林作为重点分析对象,即将10 a和15 a的幼龄林、25 a和35 a的中龄林、45 a的近熟林,以森林经营者自主经营经济效益较高的45年作为评估经营周期,在经验比例系数0.20~0.35区间内<sup>[4-5,9]</sup>平分6点产生6种山林价,评估各时点天然林分的林木皆伐价值。结果详见表3。



表3 不同比例系数对各年龄时点林木皆伐年均评估价值分析表

经营周期	比例系数	山林价/ (元/年·hm <sup>2</sup> )	林木年均评估价值/(元/年·hm <sup>2</sup> )				
			10年	15年	25年	35年	45年
天保 75年	0.20	236.24	511.70	602.40	780.56	975.55	1 298.19
	0.23	271.67	561.20	660.69	762.49	967.20	1 298.19
	0.26	307.11	610.71	718.97	744.42	958.85	1 298.19
	0.29	342.55	660.22	777.26	726.35	950.50	1 298.19
	0.32	377.98	709.73	835.55	708.28	942.15	1 298.19
	0.35	413.42	759.24	893.83	690.20	933.80	1 298.19
自主 45年	0.20	198.42	471.99	563.87	710.62	931.69	1 298.19
	0.23	228.18	514.76	614.97	696.08	924.86	1 298.19
	0.26	257.94	557.54	666.07	681.54	918.02	1 298.19
	0.29	287.71	600.31	717.17	667.01	911.19	1 298.19
	0.32	317.47	643.08	768.27	652.47	904.36	1 298.19
	0.35	347.23	685.86	819.38	637.93	897.53	1 298.19

依据林木生长普遍规律,幼龄林生长缓慢,中龄林生长较快,近成熟林生长最快,故林木皆伐年均价值也应呈此规律。通过评估皆伐林木年均价值可知:“天保75年”择伐经营(折现率6.0%),山林价比例系数优选区间在0.20~0.23;而以“自主45年”择伐经营(折现率6.5%),山林价比例系数优选区间在0.23~0.26。

### 3.1.3 不同经营周期和待选比例系数的择伐林木经营收益率分析

通过表3,结合林木生长规律,对各经营周期选择两种山林价比例系数作为待选方案。“天保75年”择伐经营,A方案山林价比例系数为0.20,B方案为0.23;“自主45年”择伐经营,A方案山林价比例系数为0.23,B方案为0.26。以稳定经营的天然林租赁为例,将山林价作为林地地租,再结合其择伐回归年,在不考虑原上层林木价值作为固定资产产生财务影响的前提下,测定天然林木择伐经营毛收益率。结果详见表4。

表4 不同经营周期和待选比例系数择伐林木经营收益率分析表

经营周期	林分单位 面积蓄积/ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	平均 胸径/ cm	择伐 强度/ %	回归 年/年	择伐林 木纯收益/ (元/hm <sup>2</sup> )	年均管护 成本/ (元/年·hm <sup>2</sup> )	经营毛收益率/%	
							A方案	B方案
天保75年	266.85	22.0	30	12	25 749.27	330	19.39	18.53
自主45年	202.73	16.5	30	10	18 677.36	330	21.24	20.34

分析择伐回归年内森林管护成本和预期择伐林木纯收益,比较不同方案择伐天然林经营毛收益率,结合资本投入周期越短收益率越高的普遍现象,得出待选方案经营毛收益率在18%~22%之间均属合理。最终在考虑到天然林经营周期长的情况下,“天保75年”最佳山林价比例系数宜取0.23;而“自主45年”最佳山林价比例系数宜取0.26。

## 3.2 天然林林木价值

### 3.2.1 中龄及以上天然林林木价值评估

对“天保75年”和“自主45年”的各评估林龄段的天然林,分别按择伐和皆伐测算评估其林木价

值。结果详见表5。

影响天然林木价值的主要因素为经营周期和采伐方式。不论采用皆伐还是择伐,按皆伐收益较佳的采伐年龄45a林分计算,“天保75年”采伐收益仅为“自主45年”的1/3;对“天保75年”而言,以林龄35a以上林分测算,择伐收益约为皆伐的60%;而以35a以下的中龄林林分测算,择伐与皆伐林木价值基本接近。

### 3.2.2 择伐天然幼龄林的林木价值评估

针对“天保75年”和“自主45年”的天然林,择伐幼龄林和封育未成林的林木价值,现有周期收益

资本化法无法评估,传统重置成本法只能用于皆伐林木价值评估。本文采用提出的替代成本法测算择伐天

然幼林的林木价值,结合中近熟龄林林木价值,比较幼、中龄林林木评估价值衔接程度,结果见下表6。

表5 不同经营周期和采伐方式各林龄时点林木价值评估

经营周期	采伐方式	林木评估价值			总值/元/hm <sup>2</sup>		
		25年	35年	45年	55年	65年	75年
天保75年	择伐	2 031.2	5 722.93	11 183.31	17 502.71	28 779.44	45 109.83
	皆伐75年	1 991.19	8 843.98	18 482.47	29 294.35	49 648.28	84 247.26
	皆伐45年	19 062.27	33 851.9	58 418.55			
自主45年	择伐	13 072.16	21 904.76	32 842			
	皆伐	17 038.59	32 130.86	58 418.55			

经营周期	采伐方式	林木评估价值			年均值/(元/年·hm <sup>2</sup> )		
		25年	35年	45年	55年	65年	75年
天保75年	择伐	81.25	163.51	248.52	318.23	442.76	601.46
	皆伐75年	79.65	252.69	410.72	532.62	763.82	1 123.3
	皆伐45年	762.49	967.2	1 298.19			
自主45年	择伐	522.89	625.85	729.82			
	皆伐	681.54	918.02	1 298.19			

表6 不同经营周期固定管护成本各林龄时点择伐林木价值评估

经营周期	林木评估价值				总值/元/hm <sup>2</sup>		
	5年	10年	15年	20年	25年	35年	45年
天保75年	138.74	740.77	2 133.92	4 814.81	2 031.2	5 722.93	11 183.31
自主45年	274.29	1 170.34	3 144.43	6 905.46	13 072.16	21 904.76	32 842.00

经营周期	林木评估价值				年均值/(元/年·hm <sup>2</sup> )		
	5年	10年	15年	20年	25年	35年	45年
天保75年	27.75	74.08	142.26	240.74	81.25	163.51	248.52
自主45年	54.86	117.03	209.63	345.27	522.89	625.85	729.82

择伐天然幼林、中龄林的林木价值评估结果总体能平稳衔接,且比较符合生产经营实际,但在“天保75年”的15~25 a附近衔接欠佳,主要由于森林经营周期越长,评估结果对折现率(收益率、利率)的取值极度敏感,两种经营周期折现率虽有0.5%差异值,但必要时还应开展深入研究。使用周期收益法评估中龄林,以及使用替代成本法评估早期的幼龄林,采用固定年管护成本本身与生产实际不尽相符,实际评估时可采用在总费用不变情况下,按分段固定、等差递增等方法调整管护成本,确保评估结果更加合理。

可借助现有行业和地方标准评估林木总价值和林地流转经营的山林价测算方法及思路,将择伐天然林的林木总价值分拆为:可成材能择伐采伐利用的上层林木经济价值,以及储藏于山林价、维系天然林相、保障生态效能稳定发挥的下层储备林木生态价值。

对于不同经营周期的天然林,使用周期收益比例系数法确定山林价时,经营周期越长最佳山林价比例系数越小;同时为保证确定的山林价和评估林木价值的合理性,经营周期越长评估折现率取值就越低;不论周期收益法评估中龄林,还是替代成本法评估幼龄林,在总费用不变情况下,结合生产实际等差递增调控各年度管护费用,可大大改善评估效果。

进入稳定经营的成过熟天然林下层林木生态价值可直接按山林价计算;而尚未稳定经营的天然林则要

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

为适应天然林保护工程的经济和生态成效评估,

按进入回归经营周期首年的山林价,反演推算终值年金,再由终值年金测算评估天然林的现实山林价来确定下层林木生态价值。本文评估的下层林木生态价值,对于探索天然林生态产品价值实现机制和途径,可带来有益启示并提供参考。

本文提出的替代成本法,能填补现行行业和地方标准中关于择伐异龄幼林评估方法的空白,评估方法逻辑清晰,其评估结果真实客观,且能与现行中龄及以上天然林木的评估价值平稳衔接,实践证明生产应用完全可行。

#### 4.2 讨论

1) 评估折现率。本文评估折现率(收益率、利率)按行业无风险收益率3.0%、经营风险率0.5%、物价通胀率2.5%~3.0%确定。研究结果表明不同折

现率不仅对中幼龄天然林的择伐评估结果影响很大,而且对“天保75年”和“自主45年”两种经营周期下评估结果扰动也较大,对取值变化极度敏感,经营周期越长评估折现率适宜更低。

当折现率控制在6%~4%之间时,比较25 a中龄林和20 a幼龄林择伐林木评估价值,25 a中龄林采用周期收益资本化法评估,20 a幼龄林采用替代成本法评估。结果表明当折现率在4.7%(相当于物价通胀率1.2%)时,将封育未成林的替代成本3 950元/hm<sup>2</sup>均追加至幼龄林的评估值中,采用内插法估算,可得到25 a中龄林评估值约7 546.42元/hm<sup>2</sup>,20 a幼龄林评估值约4 627.50元/hm<sup>2</sup>;其年均评估值分别为301.86元/年·hm<sup>2</sup>及231.38元/年·hm<sup>2</sup>,评估结果可达到平稳衔接的效果。结果详见表7。

表7 不同折现率25年中龄林和20年幼龄林林木价值评估

林分状况	统计方式	林木评估价值				
		6.0%	5.5%	5.0%	4.5%	4.0%
25年中龄林	总值/元/hm <sup>2</sup>	2 031.20	3 654.21	5 817.89	8 698.77	12 529.32
	年均值/(元/年·hm <sup>2</sup> )	81.25	146.17	232.72	347.95	501.17
20年幼龄林	总值/元/hm <sup>2</sup>	4 814.83	3 013.02	1 467.98	150.77	-964.73
	年均值/(元/年·hm <sup>2</sup> )	240.74	150.65	73.40	7.54	-48.24
	总值(带成本)/元/hm <sup>2</sup>	8 764.83	6 963.02	5 417.98	4 100.77	2 985.27
	年均值(带成本)/(元/年·hm <sup>2</sup> )	438.24	348.15	270.90	205.04	149.26

因此,在天然林保护工程实施背景下,对发挥特殊生态效益且长周期经营的天然林,为使择伐天然林中幼龄林的评估价值能更平稳衔接,也为后期生态产品价值实现提供更加完美的解决方案,研究如适度降低通胀预期来调控评估折现率的影响显得十分必要。

2) 天然林生态价值实现。下层储备林木生态价值的评估方法,是体现天然林中幼龄林评估价值平稳衔接的一种生态价值实现途径,受限于当前林业资产评估中折现率(收益率)取值范围在6%~8%的规定,刚进入中龄的天然林评估价值严重低于封育未成林人工造林的替代成本价值,本文天然幼龄林的林木评估方法难以将封育未成林的资本金价值计入评估价值。为弥补按森林资源资产评估理论研究生态价值实现方法,造成天然林生态价值严重偏低的缺陷,后期评估天然林生态产品价值可统一追加封育未成林本金价值。如若通过调控评估折现率至合理位置时,也可不再追加。

#### 参考文献:

- [1] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 天然林保护修复制度方案 [S], 2019.
- [2] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国森林法 [S], 2019.
- [3] 国家林业和草原局. 林资发[2019]99号关于编制“十四五”期间年森林采伐限额工作的通知 [S], 2019.
- [4] 陈平留, 刘健. 森林资源资产评估动作技巧 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 158-164, 271-274.
- [5] 陈平留, 刘健, 陈昌雄, 等. 森林资源资产评估 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 132-137, 176-178.
- [6] 李冬梅, 陈平留. 天然异龄林资产评估研究现状分析与展望 [J]. 中国资产评估, 2010, 15(2): 19-23.
- [7] 林进添. 天然异龄林资产评估的“柠檬化”问题研究 [J]. 武夷学院学报, 2015, 34(6): 1-8.
- [8] 国家林业局. LY/T 2407—2015 森林资源资产评估技术规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [9] 广东省林业厅. DB44/T 2150—2018 森林资源资产评估技术规范 [S]. 广州: 广东省质量技术监督局, 2018.

(下转第55页)

# 森林公园康养旅游发展策略探讨 ——以月岩国家森林公园为例

彭泰来,舒 勇,黄 哲,马立荣,黄俊威,刘金山

(国家林业和草原局中南调查规划院,长沙 410014)

**摘要:** 在解析森林康养概念的基础上,梳理森林康养旅游发展重点,选择月岩国家森林公园为实例,总结提出森林公园在优化森林康养环境、开发特色森林康养产品、构建森林康养文化体系、完善配套服务设施、提升康养服务水平等方面的策略应用,以期为同类型森林公园康养旅游发展提供借鉴。

**关键词:** 森林公园; 森林康养; 旅游; 发展; 策略

**中图分类号:** S 788 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 01-0025-04

**DOI:** 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.005

## Discussion on Development Strategy of Health Tourism in Forest Park: Taking Yueyan National Forest Park as an Example

PENG Tailai, SHU Yong, HUANG Zhe, MA Lirong, HUANG Junwei, LIU Jinshan

(Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

**Abstract:** Based on the explanation of the concepts of forest health, this paper combs the development focus of forest health tourism. Taking Yueyan National Forest Park as an example, the strategies and applications of the park in optimizing forest health environment, developing characteristic forest health products, constructing forest health culture system, perfecting supporting service facilities, and improving health service level were summarized, hoping to provide reference for the development of health tourism in the same type of forest parks.

**Key words:** forest park; forest health; travel; development; strategy

随着我国经济社会的发展和物质生活水平的提高,公众对于清新空气、优美环境等优质生态产品的心理需求日趋迫切,生态旅游也随之持续升温,森林旅游作为生态旅游的重要组成,正在逐渐受到人们的青睐<sup>[1-2]</sup>。与此同时,随着森林康养理念进一步深入人心,如何依托幅员辽阔的森林资源,以及森林可以有效缓解人们身心压力的特有生态功能<sup>[3-4]</sup>,将森林康养与森林旅游融合发展应是今后康养旅游研究的重点之一。森林公园是以其丰富的森林景观资源为特色,可以为游人提供游赏、自然科普教育、休闲等活

动的场所<sup>[5-6]</sup>,融合了自然和人文景观的活动区域<sup>[7]</sup>。依托森林公园发展森林康养旅游,开展森林游憩、休闲、保健等一系列放松身心的森林康养活动,将会成为新时期的趋势所在。

### 1 森林康养概念解析

森林康养是一种新型的森林旅游方式,西方国家在上世纪已开始研究预防疾病、保持身心健康等相关内容,并提出了“森林浴”等概念,我国现有森林康养理念是在其内涵上的延伸和深化,指人们利用森

\* 收稿日期: 2022-05-31

作者简介: 彭泰来(1993—),男,湖南长沙人,硕士,从事林业调查规划和设计等工作。

通信作者: 刘金山(1986—),男,山东烟台人,硕士,高级工程师,主要从事森林资源和林业碳汇计量监测,以及林业调查规划和设计等工作。E-mail: 376416432@qq.com。

林环境与现代医学、养生学有机结合,配备相应的养生休闲、医疗服务、运动康复、餐饮住宿等设施,依托优质森林资源环境,开展有益于身心健康的活动。森林康养一方面包含了对资源的配置,如景观资源、生态资源、文化资源等;另一方面借助医疗概念,完成对游人的健康监测,达到康养保健的目的,进一步促进森林资源的可持续利用<sup>[8-9]</sup>。

## 2 森林公园康养旅游发展重点

我国森林康养项目目前尚处于初级阶段,虽然许多森林公园建设已将森林康养理念融入,构建森林康养场所,但开发建设模式较为单一,存在着规划设计粗放、区位选择不当、游乐设施过多、解说和科普教育体系缺乏等问题<sup>[10]</sup>。对此,本文结合文献分析及工作经验总结,提出森林公园康养旅游发展的五大重点方向。

### 2.1 保护先行,优化森林康养环境

优质的森林资源是森林康养的前提和基础。坚持生态优先,在保护森林资源的基础上,有机融合森林生态系统健康理念,科学合理地进行森林抚育、林相改造等工作,依据不同区域的特点进行优化,在重点观赏旅游区域将具有康养功能的树种和花草进行结合,营造林相优美、景致动人、功能显著的康养环境,针对那些生态环境薄弱区域,则尽力避免人为影响,保证森林生态系统的平衡稳定。只有保护好森林资源,合理优化环境条件,才能更好地发挥森林公园自身的优势特色,打造独具风格的康养场所。

### 2.2 找准方向,开发特色森林康养产品

森林康养产品可以根据产品内容进行分类开发,包括森林主导康养、森林运动康养、森林理疗康养等,首先,以森林良好的生态环境为主体,设计森林主导康养产品,如选择负氧离子含量高的区域开展森林疗养活动等;其次,根据不同目标人群对运动健康的需求,科学规划森林运动康养产品,如丛林穿越、森林瑜伽、定向越野等;最后,根据不同客群类型对饮食理疗等方面的需要,打造富有地方特色的药膳食疗等理疗康养产品。通过积极开发各类型的森林康养产品,来满足不同层次的市场需求。

### 2.3 文化融合,构建森林康养文化体系

森林公园往往有着独特的自然生态、地域特色、历史文化等,这些赋予了森林公园特有的精神气质,

通过挖掘公园精神文化内核,着力打造森林康养文化体系,如生态文化、养生文化、膳食文化、花卉文化、乡土文化等,有利于创造具有影响力和感染力的森林康养空间,满足人们康复活动和精神需求。同时加强森林康养文化产品的创作,开展科普宣教,发挥森林康养文化资源优势,能更好地宣传健康生活理念,使公众参与到森林康养活动中,利于康养型森林公园的发展。

### 2.4 重视基建,完善配套服务设施

森林康养场所要有良好的吃住行条件,完善的健身、医疗保健设施及场所,才能提升森林康养旅游品质,吸引到游人的前来。首先要构建便捷的游憩道路体系,使游人能进入森林深处,充分感受“森林氧吧”,达到强身健体之效果。其次,在公园内各类道路基础上,或新建场地或合理利用原有用地,规划改造相关配套服务设施,完善无障碍公共设施建设和改造;依据林业、养老等相关政策法规,加速森林康养基地发展,规划环境、管理、服务俱佳的森林康养基地,积极发挥引领示范作用<sup>[11]</sup>。

### 2.5 加强管理,提升康养服务水平

积极引入先进的经营理念,借鉴成熟的现代化模式,进一步拓宽从业人员的职业技能,提高服务水平,确保康养项目正常运行;开展森林康养旅游科技创新,加大对园内具有康养功效和药用价值的森林产品的研发、加工与销售,积极推广特色健康产品,满足多层次的市场需求;加大森林康养旅游的宣传力度,引导大众积极健康生活,助推森林康养旅游进一步发展。

## 3 月岩国家森林公园实例分析

### 3.1 基本概况

月岩国家森林公园(以下简称月岩森林公园)位于湖南省永州市道县,都庞岭山脉东麓的北段,野生动植物资源丰富,人文景观资源多元化。公园所在区域中亚热带湿润季风气候,年均气温17.5℃,年均降雨量1600~1800mm,全年气候具有温暖湿润、四季分明、光照充足、雨量充沛等特点。在这样的气候条件下,月岩森林公园成为了典型的恒温公园,是难得的避暑疗养胜地,常现云山雾海的奇幻景观。园内森林覆盖率76.78%,无工业废气污染源,负氧离子含量高,主要景点空气负氧离子含量平均浓度达10100个/cm<sup>3</sup>以上,局部区域达到50000个/cm<sup>3</sup>以

上,具有良好的生态养生功能。月岩森林公园极具优势的生态环境条件,在森林康养旅游方面优势明显,具有巨大的发展潜力。

月岩森林公园的建设思路是以森林康养理念为指导,重点构建森林康养、生态保护、科普研学、游览观光、生态文化体验及爱国主义教育等丰富多样的森林生态旅游产品体系,最终将月岩森林公园打造为森林、喀斯特峰林地貌、康养文化高度复合的生态旅游目的地。

### 3.2 康养旅游发展策略

根据月岩森林公园的区位条件、风景资源特色、生态环境优势,确定月岩森林公园的形象定位为:“月岩奇境、康养天堂”,以良好的森林景观和生态环境为基础,以湘南特色的森林资源为优势,以大面积的花岗岩石壁和喀斯特峰林地貌为特色,以生态文化、理学文化等文化资源为内涵,构建康养型国家级森林公园。基于上文总结出的优化森林康养环境、开发特色森林康养产品、构建森林康养文化体系、完善配套服务设施、提升康养服务水平五个康养旅游发展

重点,结合公园功能定位和特色条件,总结出以下月岩森林公园的康养旅游发展策略。

1) 加强植被景观规划。保证生态优先的基础上,为了进一步丰富森林景观,提高健康疗养功能,统筹考虑森林植被景观规划。首先,根据月岩森林公园内植被的特点与分布情况,植被景观规划的思路以优化树种组成结构、改善林分质量为目标,结合立地条件,针对不同植被类型现状,采取补植、封育等多种技术措施,促进植被顺向演替,发挥其改善生态环境、增强景观观赏价值等多重功能,主要选定4种植被类型并对其采取不同的提质改造措施(表1);其次,综合考虑园内建设主题及现有植被状况,规划在森林康养中心等森林康养体验活动区域周边进行森林改造,重点保存植被现状,清除林中劣质木、腐朽木以及木质藤本植物,降低潜在危险性,增加林内可视性及通透性,有利于康养活动开展;最后,适当配置部分植物精气含量高、能释放芳香油物质同时兼顾景观效果的乔木树种,如银杏、荷花玉兰,打造环境清幽的生态康养体验场所。

表1 月岩森林公园植被改造表

现状植被类型	分布区域	植被改造目标	主要改造技术措施
天然针叶林 (马尾松林)	云水库周边、月岩核心景观区西南角	针阔混交林	严格封禁与保护,可适当补植,促进自然演替
人工针叶林 (杉木林)	中坪南北河区域	季相色彩针阔混交林	补植红翅槭、青榨槭、山乌桕、枫香、鹅掌楸等彩叶树种,提高生物多样性、改善林分质量及生长环境
竹林	邓家源、中坪村等地	竹阔混交林	保留竹林中阔叶树种,补植赤皮青冈、麻栎、栓皮栎、榉木等支撑乔木,砍伐区域中部分竹子,抑制竹林扩张和蔓延
灌木林、灌草丛	月岩核心景观区南部	生态景观林	补植南酸枣、麻栎、栓皮栎、榉木等阔叶树,促进正向演替

2) 科学设计康养产品。依据月岩森林公园基础条件,发展森林主导康养、森林运动康养、森林理疗康养三大康养产品。首先,根据月岩森林公园内植被及溪流分布状况,在公园内设置森林静养场、负氧离子健康养生区,设计森林主导康养产品。其中,森林静养场包括因地制宜地增加散发植物精气的植物,或设置林内游道服务设施以及游览服务小品建筑,提供天然静养好去处;负氧离子健康养生区包括在林中设置木质平台,为游人提供练习瑜伽、太极、打坐的场所。其次,设计森林运动康养产品串联公园,包括休闲疗养、森林徒步、森林瑜伽、林中漫步等项目;依托良好的森林景观资源,立足优越的森林气候,在林

中修建森林疗养游步道,如平地型步道、台阶型步道等;为体验人群提供不同距离和难易度的游览线路选择,规划徒步亲水、森林康养、森林远足、古迹悟道四大游览线路。最后,依托良好的高山自然环境、避暑气候及高山有机食品资源条件,发展森林理疗康养,以药膳食疗康养为主题,形成多种类型的食疗、药膳等理疗康养组合供游人选择。

3) 科学布局文化资源。基于康养文化的多元化,科学布局月岩森林公园内森林康养文化等功能区域,满足游客的休闲康养需求,同时形成自身独特的品牌优势,将“月岩奇境、康养天堂”的形象定位贯穿公园发展建设的始终。围绕森林康养文化核心发展康

养旅游,即以庆里源景区、林场管理服务区及周边区域为主体,积极开展生态文化、养生文化等文化活动;“多点”布局文化资源,构建多处重要文化展示节点,包括建设四季花带、植物园等展示植物文化、建设生态科普长廊展示“生态文化”、建设理学文化广场、理学文化长廊等展示“理学文化”、建设民族风情广场等展示“民俗文化”。在将各文化特色融入空间布局基础上,围绕森林康养文化核心,进一步开展各具特色的文化活动,将康养文化和道县地域文化紧密结合,加强森林康养文化产品创作,普及森林康养文化,激发人们对森林生态的兴趣。

4) 完善配套服务设施。积极完善相应配套服务设施,如餐饮、康体疗养、娱乐等配套设施,满足不同年龄段参与人群对森林康养的需求,使其得到全面而富有层次的森林康养服务和体验。针对中老年人,在林场管理服务中心周边建设森林康养中心以及附属配套设施建筑,同时利用中心南边现有的成片天然次生林,将其打造为森林静养场,在此开展静息、瑜伽等活动;加强与医院和医学院校的合作交流,开展养生研究,重点开展包括理疗养生、运动医学康复、饮食养生、文化养生等森林康养活动;配合森林康养中心建设,建设森林养生运动场,包括室外运动场和康养健身房,如老年人门球场、太极拳场等。针对青少年人群,主要建设篮球场、排球场、羽毛球场、乒乓球和健身场等,使其能在自然健康的森林环境中得到充分锻炼。

5) 提升管理服务质量。公园应培养和造就高素质、高技能人才队伍,大力培育旅游人力资源。在对现有经营管理等从业人员加大继续教育和岗位培训力度的同时,有针对性地引进旅游专业人才,更新旅游发展和管理理念,优化知识结构,提高综合管理能力,确保森林康养项目等高质量运行。

公园也应加强与有关科研单位合作,提供实习基地,分期分批的组织员工进行培训和学习,全面提高公园内从业人员素质,增强服务意识和技巧,更好的为游客服务。在日常工作中,开展各类专业竞赛、引进先进的管理理念,以提高旅游从业人员的技能和服务质量,积极开展森林康养旅游科技创新等。请专业人员着手康养品牌创建工作,印制充分体现月岩森林公园康养旅游的宣传画册、导游图、明信片、旅游纪念品等。

## 4 结语

随着城市化进程不断加速,居民生活条件逐渐提高,人们在城市压力和经济水平均不断增加的情况下,更愿意在康养保健活动上投入,产生了对森林康养功能显著的森林公园的实际需求。在生态文明建设大背景下,森林康养旅游的发展得到国家政策的支持,是未来发展的重要趋势之一。森林康养视角下的森林公园建设,合理利用森林资源,通过一系列森林休闲旅游、康复保健等有利于居民健康的养生活动,丰富了森林公园原有的单一化的游憩休闲功能,提出了基于康养理论的森林旅游概念,满足了新时期的居民健康需求。本文从森林康养理念出发,综合考虑结合森林公园丰富的景观资源、气候条件、精神文化等,以月岩国家森林公园为例,对森林公园康养旅游发展进行了初步探讨,以为同类型森林公园康养旅游发展提供借鉴。

### 参考文献:

- [1] 白凌霄. 基于“森林康养”理念的茂云山国家森林公园总体规划研究 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2020.
- [2] 李舟雅. 森林康养视角下的秦皇岛海滨森林公园规划设计研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [3] 胡启帆, 毛炳发, 张绿水. 基于森林康养理念的森林公园总体规划研究——以江西省象山县省级森林公园为例 [J]. 南方林业科学, 2019, 47 (6): 49-53.
- [4] 李溪. 森林康养视角下的森林公园规划设计研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- [5] 但新球, 周光辉. 对森林旅游及其特点的认识 [J]. 中南林业调查规划, 1994, 13 (2): 57-60.
- [6] 彭泰来, 陈馨, 赵宇婷, 等. 基于地域文化的广东分塔山森林公园规划探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2020, 39 (3): 13-16.
- [7] 许大为, 叶振启, 李继武, 等. 森林公园概念的探讨 [J]. 东北林业大学学报, 1996 (6): 91-94.
- [8] 李丹. 基于森林康养的湖南花岩溪国家森林公园总体规划 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2018.
- [9] 黄甜. 森林浴场规划 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2013.
- [10] 李梓雯, 彭璐铭. 依托国家森林公园发展森林康养旅游的探讨——以浙江雁荡山国家森林公园为例 [J]. 林产工业, 2017, 44 (11): 56-59.
- [11] 何彬生, 贺维, 张炜, 等. 依托国家森林公园发展森林康养产业的探讨——以四川空山国家森林公园为例 [J]. 四川林业科技, 2016, 37 (1): 81-87.

# 拉萨市湿地保护现状及保护对策

刘斯焱, 曹虹, 舒勇

(国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

**摘要:** 拉萨市湿地生态区位重要, 发育了由湖泊、沼泽、草原和冰缘组成的独特高原生态系统, 是高原鸟类和水生生物的重要栖息地之一, 对保持高原生态系统的安全与平衡具有重要作用。通过对拉萨市湿地本底资源的调查, 分析了拉萨市湿地保护体系现状和存在的问题, 针对性提出了完善湿地保护体制机制、实施湿地恢复工程、着力人才队伍建设、建立湿地资源监测体系和建立湿地保护协调机制等保护对策与建议。

**关键词:** 湿地保护体系; 现状; 保护对策; 拉萨市

**中图分类号:** S 788 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 01-0029-04

**DOI:** 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.006

## Status Quo and Conservation Countermeasures of Wetland in Lhasa City

LIU Siyao, CAO Hong, SHU Yong

(Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

**Abstract:** Lhasa wetland has an important ecological location. It has developed a unique plateau ecosystem consisting of lakes, marshes, grasslands and ice margins. It is one of the important habitats for plateau birds and aquatic organisms, and plays an important role in maintaining the safety and balance of the plateau ecosystem. Based on the investigation of the wetland background resources in Lhasa, this paper analyzes the current situation and existing problems of the wetland protection system in Lhasa, and puts forward targeted protection countermeasures and suggestions such as improving the wetland protection system and mechanism, implementing the wetland restoration project, focusing on the construction of talent team, establishing the wetland resource monitoring system and establishing the wetland protection coordination mechanism.

**Key words:** wetland protection system; status quo; conservation countermeasures; Lhasa

湿地是重要的自然资源和最具生产力的生态系统, 与人类的发展、生活等关系紧密, 具有巨大的生态功能和效益, 是自然界生物多样性最丰富的生态系统之一<sup>[1-4]</sup>, 被誉为“地球之肾”<sup>[5-6]</sup>, 与森林、海洋合称为全球三大生态系统<sup>[7]</sup>。

拉萨市湿地生态区位重要, 发育了由湖泊、沼泽、草原和冰缘组成的独特高原生态系统, 是高原鸟

类和水生生物的重要栖息地之一, 对保持高原生态系统的安全与平衡有着重要作用。但是, 拉萨市位于青藏高原腹地, 湿地生态系统稳定性较差, 且具有唯一性和不可替代性, 在受到人为干扰后易向陆生生态系统演变, 生态极其脆弱<sup>[8-9]</sup>。为保护好拉萨市湿地, 本文基于拉萨市湿地本底资源的调查, 分析了其存在的问题, 提出了合理的保护对策, 以期对拉萨市湿地

\* 收稿日期: 2022-05-18

作者简介: 刘斯焱 (1991—), 男, 湖南溆浦人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事森林经理、林业规划设计等方面工作。

E-mail: 1157653@qq.com。



保护与管理提供一定的思路。

## 1 拉萨市湿地资源概述

拉萨市湿地资源丰富,据调查结果统计,拉萨市湿地总面积为 192 732.33 hm<sup>2</sup>,可划分为 4 类 14 型<sup>[10]</sup>。按湿地成因分,自然湿地是拉萨市湿地的主体,其面积为 186 513.80 hm<sup>2</sup>,占湿地总面积的 96.78%;人工形成的湿地面积 6 218.53 hm<sup>2</sup>,占湿地总面积的 3.22% (表 1)。

表 1 拉萨市湿地统计表

湿地类			湿地型	
名称	面积/ hm <sup>2</sup>	比例/ %	名称	面积/ hm <sup>2</sup>
河流 湿地	33 280.66	17.27	永久性河流	13 101.93
			季节性或间歇性	99.98
			河流洪泛平原湿地	20 078.75
湖泊 湿地	86 899.15	45.09	永久性淡水湖	2 114.48
			永久性咸水湖	84 747.14
			季节性淡水湖	37.53
沼泽 湿地	66 333.99	34.42	草本沼泽	52 376.29
			灌丛沼泽	12.34
			森林沼泽	7.96
			沼泽化草甸	13 698.18
			地热湿地	239.22
人工 湿地	6 218.53	3.22	库塘	5 101.68
			运河/输水河	1 064.03
			水产养殖场	52.82
合计	192 732.33	100		

注:统计的湿地包括面积 2 hm<sup>2</sup> 以上的湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地以及宽度 10 m 以上,长度 3 km 以上的河流湿地。

拉萨市湿地是西藏自治区生物多样性最为丰富的地区之一,共分布有脊椎动物 5 纲 27 目 67 科 280 种,植物 67 科 264 属 495 种。其湿地资源还包括 12 种国家 I 级重点保护野生动物,42 种国家 II 级重点保护野生动物;7 种国家 II 级重点保护野生植物<sup>[11]</sup>。

## 2 湿地保护现状和存在的问题

### 2.1 拉萨市湿地保护现状

拉萨市把湿地保护与修复作为生态文明建设的重要组成部分,严格落实国家湿地保护政策,积极恢复重要湿地生态功能,开展了青藏高原生态屏障区生态

保护和修复重点工程等一系列工程建设,维护湿地生态系统健康。并先后颁布实施《拉萨市湿地保护管理办法》《拉萨市拉鲁湿地自然保护区管理条例》等法律法规,积极进行湿地自然保护区和重要湿地的建设<sup>[12]</sup>。

截止 2020 年底,拉萨市构建了包括国家重要湿地、自治区级重要湿地、湿地自然保护区、湿地类型自然公园和湿地生态功能保护区在内的湿地保护体系,建有国家重要湿地 1 处、自治区级重要湿地 1 处、湿地自然保护区 3 个、湿地类型自然公园 1 处和湿地生态功能保护区 18 处,减去重复计算的面积,拉萨市湿地保护体系中的湿地总面积为 115 273.03 hm<sup>2</sup>,占湿地总面积的 59.81%。通过湿地保护体系的搭建,采用多种形式保护湿地,科学修复退化湿地,保护湿地生物多样性,使国家重点保护的珍稀濒危野生动植物得到全面的保护,并使 90% 的其它湿地野生动物和 80% 的湿地野生植物得到有效保护。

### 2.2 拉萨市湿地面临的威胁和主要问题

1) 湿地面积及生物多样性衰退。拉萨市城市地域的扩展、城乡建设、工业开发、道路建设、农业开发和围垦等侵占湿地的现象普遍存在,导致湿地空间被挤占或填埋,造成湿地面积缩小,直接减少了湿地野生动植物的自然分布地或栖息地,恶化了湿地栖息地条件,影响生物多样性。结合路飞等<sup>[8]</sup>研究发现,从 20 世纪 60 年代至 2020 年,拉萨市城关区拉鲁湿地面积由原来的 1 000 hm<sup>2</sup> 以上减少为 628.89 hm<sup>2</sup>,减少了将近 40%,许多沼泽湿地都被改造为耕地或建设用地,造成自然湿地面积进一步减少。同时牧民放牧活动对湿地生态环境的影响也很大,虽然近年来随着草原生态保护补助奖励政策的实施,拉萨市牲畜存栏量逐步下降,但仍超过了理论承载量。由于历史遗留问题,湿地周边村民较多,养殖业是周边村民的主要的传统产业,对湿地资源、特别是草地资源依赖强烈。加之,湿地是周边社区畜牧业发展的主要牧场,牲畜过载,导致过度放牧的现象发生,湿地植被逐渐退化,引起草原和湿地的退化。

2) 湿地污染问题依旧存在。环境污染仍是拉萨市湿地面临的最严重威胁之一,不仅对生物多样性造成严重危害,也使水质变差。一是乡镇生活污染源,主要为生产生活、公共服务、商业服务等生活污染源;二是乡镇生产污染源,如牦牛产业园区;三是农

村污染源,牛羊的喂养放牧造成的湿地污染随处可见;四是河道底泥污染源,存在居民生活污水以及路面径流(含有重金属、碳水化合物等)排入拉萨河、当曲河等河道,生活垃圾随“河”抛弃,由于河道水流平缓,污染物沉积在河道两岸,造成河道两岸局部区域淤积。

3) 人才紧缺,建设能力仍然薄弱。拉萨市湿地相关技术人才缺乏,科研力量较为薄弱。各县(区)没有组建湿地相关管理部门,也没有湿地相关专业或者长期从事湿地相关业务的管理人才,湿地管理人员为兼任,工作难以全面兼顾,一定程度上影响湿地保护工作的正常有序开展。且大部分县(区)湿地管理职能还未完全交接,林草部门只掌握湿地大概情况,对湿地以往工作开展情况不了解,导致湿地保护管理工作很难有效开展,工作出现脱节断档。

4) 湿地科研监测水平亟待提升,湿地科学考察滞后。目前拉萨市未组建专门湿地监测部门,湿地监测以环保部门为主。湿地监测点有限,主要是省控面和国控面监测点。农村、城市河道及重要生态区域还缺乏成体系的监测网络,湿地监测面需大力扩展,湿地监测水平仍需大力提升。目前,拉萨市各县(区)湿地资源的监测,仅依靠聘请巡护员,进行人工监测与管护,管护手段较为传统,未采购无人机、视频监控、红外相机等较为先进的设备进行有效监测与管护,设备与技术相对落后。导致侵占用湿地现象发现的时间较长,难以提前发现,“先破坏、后治理”现象时有发生,造成了湿地基础研究不够,湿地保护管理的科技水平有限。同时,湿地相关科学考察数据严重缺乏,湿地动植物和生态环境科考工作滞后,相关数据匮乏,对科学、合理地恢复和保护湿地生态环境造成一定程度上的影响。

5) 湿地保护协作和管理责任不完善。拉萨市尚未建立湿地保护工作协调机制,林业主管部门组织协调和监督管理湿地保护工作难度大,没有形成多部门参与的湿地保护合力。湿地管理权责分散于水利、农业(渔政)、交通(海事)、自然资源、生态环境、林业、公安、旅游等多个行政部门,多部法律,各部门、各法律之间并未有效衔接,造成管理混乱、不到位或缺位。湿地保护管理工作的有效开展离不开职责的清晰划分,但当前现有的职责划分方式不够完善,职责边界不清晰,影响了工作的持续开展。

## 3 湿地保护的对策与建议

### 3.1 完善湿地保护体制机制

1) 加强湿地保护体系建设。建设完善的湿地保护体系是最有效的保护湿地措施,特别对那些生态地位重要、生态价值大或容易受到严重破坏的自然湿地,要尽快建立自然保护区或重要湿地,实行有效的保护。因此,建议拉萨市进一步分析拉萨市湿地保护体系的空缺,对现有的保护体系进行完善,建立重要湿地+自然保护区+湿地公园+湿地生态功能保护区的湿地保护体系<sup>[13]</sup>。一是对尚未纳入保护体系的重点湿地资源,纳入湿地保护体系,填补空缺,如建立拉萨河国家湿地公园、当曲河国家湿地公园等;二是对现有的湿地保护实体进行合理的调整,扩大保护范围或提升保护等级,如建立西藏羊八井国家重要湿地、西藏阿热沼泽国家湿地公园等。

2) 严格重要湿地生态空间和用途管制。结合拉萨市湿地保护管理要求,建立湿地生态空间管控制度。一是建立湿地生态保护红线空间管控,将重要湿地全部纳入生态保护红线范围内实现严格保护,严格湿地用途管制,严守湿地生态空间,除重大项目外,禁止占用重要湿地,确需占用的,应开展不可避免论证,按规定报批。二是强化重要湿地周边建设用地空间管控,对重要湿地周边规划建设用地、拟建的建设项目应建立相关管控制度,对所有拟建项目必须实施环评。三是加大拉萨河岸线执法管理,切实保护河道蓝线,对河道范围内违法的建筑物建设、垃圾堆放、采矿、农业耕种、畜牧养殖等人工干扰活动予以制止和清理。

3) 建立湿地保护与管理制度。尽快出台《拉萨市湿地保护条例》《拉萨市湿地保护修复制度实施方案》。建立湿地保护成效奖惩机制:将湿地保护相关指标纳入拉萨市生态文明建设目标评价考核等体系<sup>[14]</sup>。健全湿地用途审批管理程序与监管机制:规范湿地用途管理,严格自然湿地开发以及用途变更的审批管理程序,严格限制占用和围垦自然湿地等;规划设计单位和施工实施单位必须严格分开,审计部门要严格按照程序进行审查,杜绝出现“既是裁判又是运动员”的现象;严肃惩处破坏湿地行为。

4) 加强湿地周边环境空间管理。一是对拉萨市重要湿地周边村庄,城镇开发、其他项目建设等,从水、声、气、生态等环境方面进行全方位的监理、监

测,明确要求周边生产、生活活动要符合相关标准;二是严禁在重要湿地乱丢固体废弃物,严禁污水直排入湿地,对周边村镇有计划的建设垃圾收集站点,将生活垃圾定期运往垃圾处理厂,结合美丽乡村建设,有计划地开展人工湿地污水处理设施建设;三是对驶入重要湿地内的机动车辆禁止鸣笛,对湿地自然保护区核心区、鸟类栖息地、重点保护动物栖息地等区域严格禁止机动车进入,并在主要路口设置禁鸣标识,夜间禁止开展有碍野生动物栖息的生产、游客等活动。

### 3.2 实施湿地恢复工程

进一步加强湿地资源的综合保护,通过保护水源地、人工引水等措施,稳定湿地水源,提高湿地涵水。开展湿地植被恢复、人工管护等手段,防止水土流失和水汽过快蒸发。提高湿地动植物多样性,增强湿地的自我恢复能力,提升湿地面积。

针对湿地污染问题,加强拉萨河、当曲河等水体治理和生态修复工作,进一步改善河道水动力和水文条件,提升水体自净能力;改善河道、岸堤绿化与防护,增加浅滩、湿地;净化初期雨水,防止面源污染;完善管网建设,修复和疏通管网;推进河水环境治理的示范工程建设等。同时通过政府补贴、异地安置等生态补偿措施,逐步减少重点湿地内放牧活动。

### 3.3 着力人才队伍建设

一是拓展人才渠道,通过专业人才引进和培养本土人才相结合的途径,逐步提升湿地保护专业人才比例,破解现行湿地保护专业型人才比例严重失调的短板;二是提高基层工作人员,尤其是一线管护人员工资待遇和配套保障,在职称评聘、子女教育等方面给予一定的倾斜和保障,确保人才真正“留得住”;三是建强科研团队,稳定专业技术人才,健全健全人才晋升、轮岗交流、奖惩、考核等激励机制,为湿地保护管理夯实人才基石;四是加强湿地保护管理业务培训和工作交流,积极开展湿地保护、监测等业务培训,实现湿地管理机构工作人员继续教育全覆盖,不断提升湿地保护管理工作能力素质。

### 3.4 建立湿地资源监测体系

积极协调政府有关部门、高校和科研监测机构,进行湿地生态系统的长期监测,建立规范的监测方法,选取具有代表性和重要性的监测样点,建立监测数据库。努力提升科技在湿地生态保护管理中的支撑保障作用,依靠科技提高湿地保护管理水平,为湿地

保护和发展提供有效数据和技术支撑。

### 3.5 建立湿地保护协调机制

拉萨市湿地保护面积大、范围广,涉及的部门单位和行政区域多,建议在拉萨市政府的领导下,依托林长制,建立拉萨市湿地保护议事协调机构,统筹协调拉萨市湿地保护工作,明确各部门和区域在湿地保护管理方面的职责,研究湿地保护工作的重要政策措施,协调解决工作推进中的重大问题,督促检查有关政策落实情况<sup>[15]</sup>,各有关部门各司其职、各负其责、形成合力,按职责做好湿地保护、修复、管理工作,确保湿地保护工作落到实处。

## 4 结语

拉萨市湿地生态系统和生态功能的重要性,引起了西藏自治区和拉萨市政府的高度重视。根据拉萨市湿地所面临的问题,开展拉萨市湿地保护工作,完善湿地保护体制机制、实施湿地恢复工程、建立湿地资源监测体系和湿地保护协调机制等,对促进拉萨湿地生态、经济、社会三大效益的良性循环和湿地保护事业的健康发展有着重要意义。

### 参考文献:

- [1] 林木,成洪波,叶之林,等.湿地:独具魅力的生态系统[J].环境,2005(8):41.
- [2] 郝敏,刘红玉,吕宪国.流域湿地水质净化功能研究进展[J].水科学进展,2006(4):566-573.
- [3] 庞云祥.“地球之肾”——我国湿地的现状与生态恢复[J].科技信息,2007(24):55,57.
- [4] 蒋舜尧,朱建强,李子新,等.国内外湿地保护与利用的经验与启示[J].长江大学学报:自然科学版,2013,10(11):67-71,113.
- [5] 侍菲菲.湿地概念与湿地公园的营造[D].南京:东南大学,2006.
- [6] 赵旭,邢丽秋,李月媚.湿地保护区水环境评价方法[C]//水生态监测与分析论文集,2008:100-104.
- [7] 刘厚田.湿地的定义和类型划分[J].生态学杂志,1995(4):73-77.
- [8] 路飞,许先鹏,鲜明睿,等.拉萨市城市规划区湿地保护现状与对策[J].林业调查规划,2019,44(1):143-147,152.
- [9] 罗怀斌.西藏高原湿地面临主要问题及保护对策[J].中南林业调查规划,2014,33(1):32-35.
- [10] 刘厚田.湿地的定义和类型划分[J].生态学杂志,1995(4):73-77.

(下转第55页)

# 基于遥感生态指数的岳麓区生态环境质量评价及生态环境质量提升的建议

陆翔, 杨传金, 凌小可, 李凤武

(国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

**摘要:** 生态环境质量直接影响着人类的生产生活环境, 甚至整个生态系统, 为探讨如何快速便捷的获取生态环境质量信息, 以 Landsat 8 OLI\_ TIRS 卫星数据为基础, 利用常用的绿度、湿度、热度和干度等 4 种生态指数, 通过主成分分析法获得遥感生态指数, 用于评价生态环境质量, 并将其分为 5 级, 同时结合当地的自然环境、城镇开发、居民活动等因素综合评价岳麓区的生态环境质量; 对提升城镇区域及城郊过渡区域的生态质量和加强生态环境的建设和保护提出了有效建议。

**关键词:** 遥感生态指数; 生态; 评价; 归一化植被指数; 建议

中图分类号: S 757.4; TP 751.1 文献标识码: A 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0033-04

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.007

## Evaluation of Ecological Environment Quality and Its Improvement Advice in Yuelu District

LU Xiang, YANG Chuanjin, LING Xiaoke, LI Fengwu

(Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

**Abstract:** The quality of the ecological environment directly affects the production and living environment of humans, even the entire ecosystem. To explore how to quickly and conveniently obtain information on the quality of the ecological environment, this article uses Landsat 8 OLI\_ TIRS satellite data as a basis, obtaining the remote sensing ecological index through principal component analysis, using four commonly used ecological indicators, namely, Normalized Difference Vegetation Index, humidity, Land Surface Temperature Index and Normalized Difference Siccative Index, to evaluate the quality of the ecological environment, and it is divided into five levels. Combined with factors such as the local natural environment, urban development and resident activities, a comprehensive evaluation of the ecological environment quality in Yuelu District has been made. At the same time, effective suggestions are put forward for improving the ecological quality of urban areas and suburban transition areas and strengthening the construction and protection of the ecological environment.

**Key words:** remote sensing ecological index; ecological; evaluate; *NDVI*; recommendation

人类赖以生存与发展的水环境、土地环境、植被环境以及大气环境组成了生态环境, 它是各类环境质量的总称, 是一个复杂的复合生态系统, 密切影响着全人类的生产生活和经济发展。生态环境的重要地位

不言而喻, 如何快速有效的实施生态环境监测一直以来是我们研究的重要方向。目前, 遥感技术能够高效获取大范围多时相的生态指数, 通过遥感生态指数进行生态环境质量评价是一种有效手段<sup>[1]</sup>。

\* 收稿日期: 2022-08-18

作者简介: 陆翔 (1992—), 男, 安徽蚌埠人, 硕士研究生, 研究方向为微波遥感应用和林业遥感。

关于遥感生态指数近年来已有大量研究,2022年,褚馨德等<sup>[2]</sup>利用绿度、湿度、热度和干度指标计算发表了基于模型的祁连山自然保护区生态环境质量评价;2020年,胡晓等<sup>[3]</sup>对城市生态环境质量进行研究并发表了基于遥感生态指数(RSEI)的泰安市生态环境质量评价;2020年,李亚文<sup>[4]</sup>利用LandSat数据对遥感生态指数的提取进行了详细阐述;2016年,宋慧敏等<sup>[5]</sup>对渭南市生态环境质量进行了动态监测与分析。本文以湖南省长沙市岳麓区为例,同样利用遥感生态指数对岳麓区的生态质量进行评价,也将重点分析如何提升城镇区域及城郊过渡区域的生态质量,如何加强生态环境的建设和保护。

## 1 区域概况

岳麓区位于长沙市湘江西滨,27°58'30"—28°27'65"N,112°36'17"—112°57'21"E,与长沙市中心区隔江相望,是“山水洲城”自然风貌的典型代表,总面积558.0 km<sup>2</sup>。其中陆地480.9 km<sup>2</sup>,占86.2%;水域77.1 km<sup>2</sup>,占13.8%。境内大部分为岗地丘陵区,地势略为西高东低、南高北低,平均海拔低;属亚热带季风性湿润气候,气候温和,四季分明,热量充足,雨热同期。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

数据以2020年12月Landsat 8 OLI\_TIRS卫星数据为基础,空间分辨率:30 m(OLI)/100 m(TIRS)。数据包含红(Red)、绿(Green)、蓝(Blue)、近红外(NIR)、中红外1(SWIR1)、中红外2(SWIR2)等常见波段。图1为经过辐射定标和大气校正处理后的真彩色合成的RGB影像数据。

### 2.2 研究方法

利用遥感生态指数可以便捷的对研究区进行宏观的环境监测和生态质量评估。可采用绿度指数、湿度指数、热度指数和干度指数,通过主成分分析法来综合表征生态环境指数(RSEI)。

1) 绿度指数。采用归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)来表达绿度指数,归一化植被指数是对植被覆盖状态最直观的一个反映,通常用来计算植被覆盖率,是反映绿度指标最准确的遥感因子,同时也能反映出植被冠层下的地表。在遥感影像中,归一化植被指数的计算是通过近

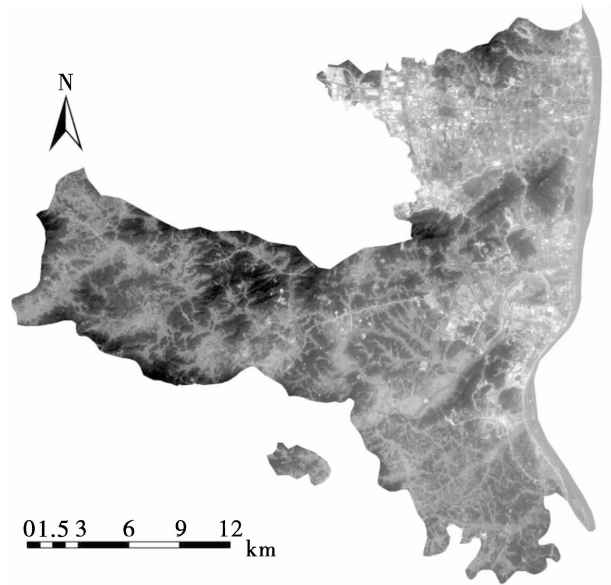


图1 岳麓区彩色合成RGB影像

红外波段(NIR)和红外波段(R)计算得出的,公式为:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

NDVI的数值直接表示了是否有植被覆盖,且数值越大,植被覆盖越好。

2) 湿度指数(WET)。上世纪80年代,Crist利用主成分变换法对Landsat-TM影像数据进行研究,发现K-T变换后的湿度指数能够真实地反映地表湿度<sup>[6]</sup>。随着研究的推进,后续有关学者推导出了针对Landsat不同传感器的影像的地表湿度反演公式:

$$WET = a \cdot Blue + b \cdot Green + c \cdot Red + d \cdot NIR + e \cdot SWIR1 + f \cdot SWIR2 \quad (2)$$

式中:Blue, Green, Red, NIR, SWIR1和SWIR2分别为Landsat影像的蓝光波段、绿光波段、红光波段、近红外波段、短波红外1波段和短波红外2波段的反射率;a, b, c, d, e和f为各个波段的参数;OLI影像在此公式上对应的参数分别为:0.151 1, 0.197 3, 0.328 3, 0.340 7, -0.711 7和-0.455 9。

3) 干度指数(Normalized Difference Slicative Index, NDSI)。城市建成区由于地表多被水泥、柏油硬底化,此种不透水的地面就决定了城区的地表干度;而农村地区,植被较多,地表干燥程度取决于无植被涵养水源的裸地。所以,本文采用地表建筑指数(ABI)和地表裸土指数(SI)两个因子,通过取二者的平均值,并经过归一化处理后得到干度指数<sup>[7-8]</sup>。

计算式为:

$$NDSI = (IBI + SI) / 2 \quad (3)$$

$$SI = \frac{(SWIR1 + Red) - (NIR + Blue)}{(SWIR1 + Red) + (NIR + Blue)} \quad (4)$$

$$IBI = \frac{\frac{2SWIR1}{SWIR1 + NIR} - \left[ \frac{NIR}{NIR + Red} - \frac{Green}{Green + SWIR1} \right]}{\frac{2SWIR1}{SWIR1 + NIR} + \left[ \frac{NIR}{NIR + Red} - \frac{Green}{Green + SWIR1} \right]} \quad (5)$$

式中:  $SWIR1$ ,  $NIR$ ,  $Red$ ,  $Green$ ,  $Blue$  分别代表为 Landsat 影像的短波红外 1 波段、近红外波段、红光波段、绿光波段和蓝光波段的反射率。

4) 热度指数 (Land Surface Temperature Index,  $LST$ )。采用大气校正法对 landsat-8 地表温度进行反演, 首先估计大气对地表热辐射的影响, 然后把这部分大气影响从卫星传感器所观测到的热辐射总量中减去, 从而得到地表热辐射强度, 再把这一热辐射强度转化为相应的地表温度<sup>[10]</sup>。计算公式为:

$$L_{\lambda} = \left[ \varepsilon B(T_s) + (1 - \varepsilon)L_{\downarrow} \right]_{\tau} + L_{\uparrow} \quad (6)$$

$T_s$  可以用普朗克式获取

$$T_s = K_2 / \ln \left( \frac{K_1}{B(T_s)} + 1 \right) \quad (7)$$

式中:  $T_s$  为地表真实温度,  $\tau$  为大气在热红外波段透过率,  $B(T_s)$  为黑体热辐射亮度,  $\varepsilon$  为地表比辐射率,  $K_1$  和  $K_2$  为定标系数可通过影像元数据获取<sup>[9]</sup>。

5) 遥感生态指数 (Remote sensing ecological index,  $RESI$ )。上述指标在尺度及标准上有较大差异, 为了能更准确的反映各指标对遥感生态指数结果的影响, 要对这些指标全部进行归一化处理至 0~1 之间, 再利用主成分分析法对归一化处理后的 4 个指标进行分析, 得到遥感生态指数。遥感生态指数的值介于 0~1 之间, 值越小, 表示生态环境质量越差; 值越大, 表示生态环境质量越好。为了直观的表达研究区生态环境质量, 我们将遥感生态指数以 0.2 为间隔区, 将生态环境质量分为 5 级, 即: 0~<0.2 生态环境质量差、0.2~<0.4 生态环境质量较差、0.4~<0.6 生态环境质量中等、0.6~<0.8 生态环境质量良、0.8~1.0 生态环境质量优。

## 3 结果与分析

3.1 岳麓区生态质量总体较好, 以优、良及中等为主

经计算, 岳麓区各生态质量等级的面积和比例,

详见表 1; 生态质量等级分布见图 2。从表一可知, 岳麓区总体生态质量以优、良及中等为主, 所占比例达 64.51%, 差和较差的比例为 35.49%。

表 1 各生态质量等级面积比例

生态质量等级	面积/km <sup>2</sup>	比例/%
差	123.429 6	22.12
较差	74.604 6	13.37
中等	104.011 2	18.64
良	143.350 2	25.69
优	112.604 4	20.18

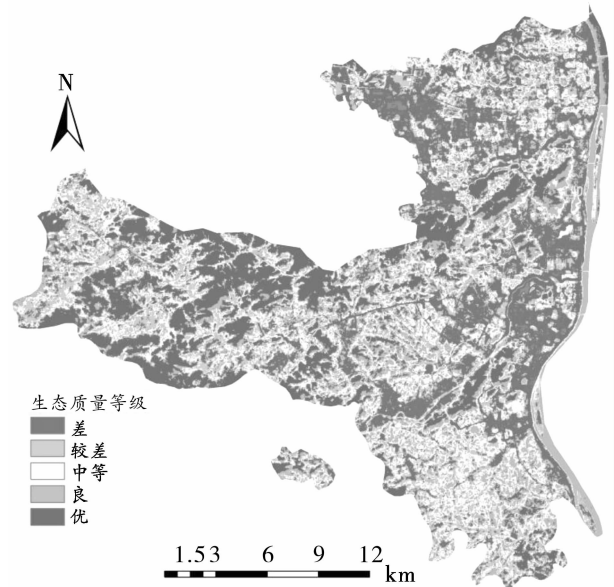


图 2 岳麓区生态质量等级分布

### 3.2 岳麓区生态质量空间分布不均衡

从空间分布来看 (图 2), 岳麓区的北部、东部地区生态质量以差和较差为主, 生态质量为优的地区分别位于岳麓山风景名胜区、象鼻窝森林公园、毛栗冲森林公园和大石坝森林公园。生态质量为优的地区多为森林公园, 它是以保护为前提, 利用森林的各种功能为人们提供各种形式的旅游服务和科学文化活动, 有着良好的生态环境, 同时人为干扰较少, 避免了对生态环境的破坏, 因此有着较高的生态质量。

新江河沿岸及南北两侧山谷间平地为岳麓区的主要农田区域, 由生态质量等级图可以看出, 农田区域的生态质量以差和较差为主。研究区遥感影像是采用的是 2020 年 12 月份的数据, 结合岳麓区传统农作物水稻的生长季节可知, 12 月份水稻已收获, 农田以收割后的裸地为主, 直接影响着绿度指数, 从而导致

计算出来的农田区域生态质量差。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

生态环境质量是由水源、大气、土壤和植被等众多因素综合组成,本文选取了绿度、湿度、热度、干度四个指标从遥感的角度快速准确地提取了岳麓区的遥感生态指数,并分析了岳麓区的生态环境质量及分布,研究结果与实际地物分布具有较高的一致性,对岳麓区的生态质量做出了高效客观的评价。

### 4.2 建议

1) 严厉整治大气污染,守护蓝天白云。从源头入手,减少污染物的排放,查处整改废气排放不达标企业,强化细颗粒物和臭氧协同防控,加强重污染天气污染防治,确保空气优良率达标。逐步淘汰黄标车,鼓励新能源车的使用。工程施工类项目做好降尘,确保施工环境符合环保标准。

2) 严控农村面源污染,加强土壤污染防治与修复,保障土壤安全。严格控制用地审批,城市发展应深入推进国家生态园林城市建设,倡导建设新一代绿色建筑,降低建筑的能源消耗,最大限度地节约资源、保护环境和减少污染。

3) 积极实施国土绿化。完成国土绿化试点任务,扩展造林绿化空间,加强森林资源的保护,充分实施森林质量精准提升。遵循自然规律,坚持因地制宜、适地适树原则,宜封则封,宜造则造,加快宜林荒山荒(沙)地植被恢复。严格控制采石采矿、房地产等经营性项目使用林地,加大林地定额统筹力度。

4) 全面开展水环境治理,做到水更清,严格落实“水十条”,建立重要江河湖泊水功能区水质达标惩戒机制,消除重点流域黑臭水体,逐步建立起农村以及城镇排放工业废水及生活污水的治理体系。加强生态空间保护,全面整治环湖沿河的非商业开发活动,构建有效的监管体系,有保护的进行开发;统筹污染防治与社会经济发展,着重治理企业污水排放,居民生活污水净化达标后排放,减少河流湖泊的污染源,强化水资源节约集约利用,推动水资源健康可持

续的永续利用。健全完善管理机制,切实发挥河湖长制的作用。建立重要湖泊河流系统治理监督评估体系,以改善水环境质量为首要目标,统筹推进水资源利用,逐步恢复水环境质量和水生态功能。

5) 优化农村环境,强化国土空间规划编制。坚持因地制宜、以人为本,科学编制省级试点村国土空间规划。完善设施布局,提质通村通组公路,完成危桥改造,完善农村改水、改厕等工程,逐步提高农村人居环境,打造如坪塘白泉村等的小微水体管护示范片区,弘扬美好乡风,创建市级美丽宜居村庄。

### 参考文献:

- [1] 蔡贤,杜晓初. 基于遥感生态指数的鄂州市生态环境质量评估[J]. 湖北大学学报:自然科学版, 2020, 42(3): 233-239, 246.
- [2] 褚馨德,贾伟,张峻豪,等. 基于RSEI模型的祁连山自然保护区生态环境质量评价[J]. 环境监测管理与技术, 2022, 34(1): 38-42.
- [3] 胡晓,朱元娇,明安远,等. 基于遥感生态指数(RSEI)的泰安市生态环境质量评价[J]. 矿山测量, 2020, 48(2): 106-110.
- [4] 李亚文. 基于Landsat遥感数据的生态环境指数提取与评价[J]. 智能城市, 2020, 6(15): 45-46.
- [5] 宋慧敏,薛亮. 基于遥感生态指数模型的渭南市生态环境质量动态监测与分析[J]. 应用生态学报, 2016, 27(12): 3913-3919.
- [6] Baig MHA, Zhang LF, Shuai T, et al. Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance[J]. Remote Sensing Letters, 2014(26): 23-39.
- [7] 徐涵秋,张铁军,黄绍霖. Landsat-7 ETM+与ASTER建筑指数的定量比较[J]. 地理研究, 2013, 32(7): 1336-1344.
- [8] 张文强,孙从建,李新功. 晋西南黄土高原区植被覆盖度变化及其生态效应评估[J]. 自然资源学报, 2019, 34(8): 1748-1758.
- [9] 单薇,金晓斌,孟宪素,等. 基于多源遥感数据的土地整治生态环境质量动态监测[J]. 农业工程学报, 2019, 35(1): 234-242.
- [10] 郑勇. 基于TM数据的生态环境指数提取及变化分析[D]. 南京:南京林业大学, 2014.

# 基于 Arcpy 的长顺县国储林实施方案 小班设计图自动出图方法优化

欧丁丁<sup>1</sup>, 张琪<sup>2</sup>, 尹祺卿<sup>1</sup>, 周维<sup>3</sup>, 詹寿东<sup>3</sup>, 张梦斐<sup>3</sup>

(1. 长沙中南林业调查规划设计有限公司, 长沙 410014; 2. 中南林业科技大学, 长沙 410004;  
3. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

**摘要:** 林业制图的自动化是林业信息化进程中不可缺少的一部分, Arcpy 作为基于 Python 语言开发的 ArcGIS 内置站点包, 集成了 ArcGIS 大部分功能, 为自动化制图提供了许多途径。利用 Arcpy 设计出图代码, 对出图过程进行优化, 自动检测出图要素与小班设计表是否重叠、计算图框平移距离等, 在保证出图要素尽量居中的条件下实现与小班设计表的不重叠, 为林业制图的美观化、自动化提供了一条新的途径。

**关键词:** 国储林; 小班图; 自动; 批处理; Arcpy

中图分类号: S 771. 8; TP 392 文献标识码: A 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0037-06

DOI: 10. 16166/j. cnki. cn43-1095. 2023. 01. 008

## Optimization of Automatic Drawing Method for Sub-compartment Design Drawings of Changshun County National Reserve Forest Implementation Plan Based on Arcpy

OU Dingding<sup>1</sup>, ZHANG Qi<sup>2</sup>, YIN Qiqing<sup>1</sup>, ZHOU Wei<sup>3</sup>,  
ZHAN Shoudong<sup>3</sup>, ZHANG Mengfei<sup>3</sup>

(1. Changsha Central South Forestry Investigation, Planning and Design Co., Ltd., Changsha 410014, Hunan, China;  
2. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China;  
3. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

**Abstract:** The automation of forestry mapping is an indispensable part of the process of forestry informatization. Arcpy, as a built-in site package of ArcGIS developed based on Python language, integrates most of ArcGIS functions and provides many ways for automated mapping. This article uses Arcpy to design drawing codes and optimize the drawing process. It automatically detects whether the drawing elements overlap with the sub-compartment design table, calculates the translation distance of the drawing frame, and achieves non-overlapping with the sub-compartment design table while ensuring that the drawing elements are as centered as possible. This provides a new way for the aesthetics and automation of forestry mapping.

**Key words:** national reserve forest; sub-compartment drawing; automation; batch treatment; Arcpy

小班设计图是直观展示规划设计成果的重要途径, 能通过图面信息向施工、监理等人员表达设计

意图和操作方法<sup>[1]</sup>。在实践中, 施工人员往往只携带小班设计图进行作业, 能否准确通过小班设计图

\* 收稿日期: 2022-05-23

作者简介: 欧丁丁(1994—), 男, 湖南新化人, 森林经理学硕士, 主要从事林业调查规划、林业信息工程等工作。



传达设计方法是在方案设计阶段需考虑的内容,专业的小班设计图制作流程非常繁琐<sup>[2-4]</sup>,传统的手工制图方法耗时耗力,随着计算机技术与林业工程结合的深入,以计算机软件为基础的自动化制图方法也在不断更新、优化<sup>[5]</sup>,ArcGIS作为当前林业自动化制图的主流软件<sup>[6]</sup>,内置的数据驱动页面为自动出图提供了简便的途径,但也存在一些弊端,如:进行多个小班数据导出时,使用数据驱动页面需建立索引图层<sup>[7]</sup>,而ArcGIS自带的索引图层制作工具往往难以满足实际需要,手动制作过程较为繁琐;在使用图片链接添加小班设计表时,虽然能够对小班设计表进行动态更新,但一张设计图中小班个数越多,则小班设计表所需图面范围越大,在制图过程中,如不加以人工调整,小班设计表往往会覆盖小班,导致小班信息难以在小班设计图中完全呈现出来。

本研究将以长顺县国家储备林建设项目实施方案小班设计图为例,以“基于Arcpy和VBA的长顺县国家储备林小班设计图ArcGIS自动出图方法研究”<sup>[8]</sup>为基础,通过使用Arcpy进行小班设计表与小班要素的重叠检测,找出小班设计表与小班要素重叠的小班设计图,针对不同情况分析界面横向平移距离和纵向平移距离,根据平移距离计算平移后界面的extent,将界面平移至新的extent中,突出显示要素内容,减少小班要素被小班设计表覆盖的情况,为林业制图的自动化、美观化提供一种新的途径。

## 1 研究区概况

长顺县位于贵州省中南部,黔南布依族苗族自治州西部,东临惠水县,南接罗甸县,西与安顺市紫云县和西秀区接壤,北邻安顺市平坝县和贵阳市花溪区。全县总面积1 548.55 km<sup>2</sup>,属苗岭山系,地势北高南低,呈梯级分布;典型的喀斯特地貌类型,喀斯特地貌面积占全县国土面积的87.6%,非喀斯特地貌面积仅占12.4%。

## 2 数据与方法

数据来源于《长顺县国家储备林建设(二期)PPP项目实施方案》中划定的国家储备林建设小班,面积5 333.33 hm<sup>2</sup>,共计738个小班,分布于广顺镇、摆所镇、长寨街道、鼓扬镇、代化镇等5个镇(街道)的55个村(社区)。采用参考文献[8]中提

出的索引图层和小班设计表的制作方法对数据进行初步处理,制作完成索引图层和小班设计表。

Arcpy是ArcGIS10.0中开始引用的一种基于Python开发的站点包,由模块、类和函数组成,Arcpy模块包括数据访问模块(Arcpy.da)、制图模块(Arcpy.mapping)、空间分析模块(Arcpy.sa)和网络分析模块(Arcpy.na)四大模块;常用的类主要有extent, polygon, point, polyline, cursor和row等;常用函数主要有exists, getparameterastext, listfields, listfiles和describe等。本研究主要用到数据访问模块、制图模块、polygon类和extent类。

## 3 关键技术与实现步骤

为了避免出图过程中小班设计表与小班要素相互遮盖,需对自动出图代码进行优化,具体过程如下。

### 3.1 基于Arcpy的小班设计图导出

对于小班设计表与小班要素重叠的情况,使用数据驱动每更新一个界面时,通过代码检测小班要素是否与小班设计表重叠,若存在重叠,则对出图界面进行平移,并分情况考虑横向平移距离和纵向平移距离。在Arcpy中进行重叠检测的方式主要两种:一是使用相交工具,两个图层相交后若存在小班,则表示存在重叠,可以根据图片的范围创建要素,然后与出图要素提取交集的方式实现;二是利用Arcpy中的extent类的disjoint方法,对要素及图片的extent进行检测,若存在重叠,则返回False,反之为True。但第二种方法要求使用的坐标系完全一致。

1) 定义计算平移距离函数。如果小班设计表与要素重叠,则在优先保证小班设计表大小不变的前提下对界面进行平移,若平移最大距离后小班设计表依然与要素重叠,则在平移最大距离的基础上缩小小班设计表,直到小班设计表与要素不重叠。通过定义函数,依次输入小班设计表对象、要素对象、图框对象,最终返回需要平移的横向距离和纵向距离。

①定义函数,并计算小班设计表的extent。具体设计代码如下:

```
def py_jl(tu1,fc,ku1): #注:三个输入依次为小班设计表对象、要素对象、图框对象
    a = tu1.elementWidth
    b = tu1.elementHeight
    bl = b/a
```

```

blc = ku1. scale
tu_e = ku1. extent
x = a * blc/100
y = b * blc/100
tu_e.XMax = tu_e.XMin + x
tu_e.YMin = tu_e.YMax - y
y3 = tu_e.YMax
y4 = tu_e.YMin

```

其中: a 为小班设计表宽度, 单位为厘米; b 为小班设计表高度, blc 为图框的比例尺, tu\_e 为小班设计表的 extent, y3 和 y4 分别表述小班设计表纵坐标的最大值和最小值。

②将要素平移至界面左下角并计算相关属性值。具体设计代码如下:

```

if tu_e.disjoint(fc) == False:
    x1 = ku1.extent.XMax - fc.extent.XMax
    y1 = fc.extent.YMin - ku1.extent.YMin
    new_tu = tu_e
    new_tu.XMax = tu_e.XMax - x1
    new_tu.XMin = tu_e.XMin - x1
    new_tu.YMin = tu_e.YMin + y1
    new_tu.YMax = tu_e.YMax + y1
    x2 = new_tu.XMax
    y2 = new_tu.YMin

```

其中: x1 表示要将要素平移至界面右下角的横向距离, y1 表示要将要素平移至界面右下角的纵向距离, new\_tu 表示进行界面平移后小班设计表的 extent, x2 和 y2 分别表示小班设计表横坐标的最大值和纵坐标的最小值。在页面布局中进行平移操作, 不会改变要素的实际坐标, 而是改变图框的坐标, 在本研究中, 影响的主要是小班设计表的 extent, 通过进行平移操作的假设, 来判断小班设计表是否与要素重叠。

③分三种情况对假设平移后的结果进行讨论, 得出每一种情况的出图界面需要平移的距离或小班设计表需要缩小的尺寸。具体设计代码如下:

```

for i in range(0, int(tu1.elementWidth)):
    if new_tu.disjoint(fc) == True and fc.extent.YMax -
fc.extent.YMin + y3 - y4 > ku1.extent.YMax - ku1.extent.YMin:
        new_tu.XMax = new_tu.XMax + blc/100
        new_tu.YMin = new_tu.YMin - blc * bl/100
    if new_tu.disjoint(fc) == False:

```

```

return [x1 - (i) * blc/100, y1 - (i) * blc *
bl/100, "1"]
break

```

#注: "1" 表示将此类型的小班设计图标记为 "1"

若平移后小班设计表与要素不重叠, 要素的纵向长度与小班设计表的纵向长度之和比图框的总长度大, 即单独通过纵向平移不能避免重叠。其中: "new\_tu.disjoint(fc) == True" 表示平移后图框与要素不重叠, 并对平移后的小班设计表进行放大, 放大的单位长度为 blc/100 (图面距离为 1 cm), 直到小班设计表与要素重叠, 在此过程中, 小班设计表横向放大的距离加上 x1 减去小班设计表放大的距离即为初始状态下, 需要将要素进行平移的距离。若满足条件, 在返回值中, 标记为 "1", 并退出循环。

```

if new_tu.disjoint(fc) == True fc.extent.YMax - fc.
extent.YMin + y3 - y4 < ku1.extent.YMax - ku1.
extent.YMin:

```

```

return [0, fc.extent.YMax - y4, "2"]

```

```

break

```

#注: "2" 表示将此类型的小班设计图标记为 "2"

若平移后小班设计表与要素不重叠, 且通过纵向平移即可保证小班设计表与要素不重叠, 则返回纵向需要平移的距离, 标记为 "2", 并退出循环。

```

if new_tu.disjoint(fc) == False:

```

```

new_tu.XMax = new_tu.XMax - blc/100

```

```

new_tu.YMin = new_tu.YMin + blc * bl/100

```

```

if new_tu.disjoint(fc) == True:

```

```

tu1.elementWidth = a - i - 1

```

```

return [x1, y1, "3"]

```

```

break

```

#注: "3" 表示将此类型的小班设计图标记为 "3"

若平移最大距离之后, 小班属性表与要素依然重叠, 则在平移最大距离之后对小班属性表进行缩小, 直到其与要素不重叠, 设置小班属性表的宽度为 a - i - 1, 返回值分别为 x1 和 y1, 标记为 "3" 并退出循环。

2) 统一坐标系。由于 Arcpy 中, 自行添加的图片无 extent 属性, 在设定数据框左上角点与图片左上角点重合的前提下, 可利用数据框的 extent 属性计算图片的 extent 属性, 而数据框坐标与小班要素坐标可能会存在差异, 因此首先要统一坐标系, 但如数据框坐

标 X 无代号, 而小班要素坐标有代号等情况, 也可以通过定义函数的方法强行统一坐标系, 设计代码如下:

```
def qz(k):
    if "." in str(k):
        if len(str(k).split(".")[0]) == 8:
            return float(str(k).split(".")[0]
[2:] + "." + str(k).split(".")[1])
        else:
            return k
    else:
        return k
```

以上代码可以将有代号的坐标统一转化为无代号的坐标, 也可以直接设置数据框坐标进行更改。

3) 设置小班设计表的初始大小。小班设计表的大小是影响小班设计表是否与小班要素覆盖的关键因素之一, 过大则不可避免导致与小班要素重叠, 过小则难以查看小班的设计信息, 本研究将小班设计表宽度设置为 30 cm (图面为 A3 横向)。实现代码如下:

```
for i in arcpy.mapping.ListLayoutElements(mxd):
    if i.name == row[3]:
        i.elementWidth = 30
```

其中: “row [3]” 为 Page 字段的值, 小班设计图名称与 Page 字段的值一致。

4) 其他要素标注的隐藏。在设计图中可能出现小班界图层与其他要素的标注重叠, 可以通过代码在每一次更新时对其他要素中与小班界图层位置一样的小班进行隐藏, 实现代码如下:

```
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd)[5]
lyr.definitionQuery = u'Page <>' + row[3] + ''
```

其中: “arcpy.mapping.ListLayers(mxd)[5]” 表示其他要素图层所在的图层序号, 在内容列表中从上至下排第 6。

5) 小班设计表 extent 的计算。小班设计表的左上角点与数据框左上角为相同的坐标, 再根据小班设计表的宽度、长度和图框比例尺下的实际距离计算小班设计表的 extent。

```
tu = arcpy.mapping.ListLayoutElements ( mxd,
"PICTURE_ELEMENT" ," * _ * ")[0]
ku = arcpy.mapping.ListLayoutElements ( mxd,
"DATAFRAME_ELEMENT" ," * 范围 * ")[0]
tu_et = ku.extent
x = tu.elementWidth * ku.scale/100
```

```
y = tu.elementHeight * ku.scale/100
```

```
tu_et.XMax = tu_et.XMin + x
```

```
tu_et.YMin = tu_et.YMax - y
```

其中: tu 表示小班设计表对象, ku 表示数据框对象, tu\_et 为小班设计表的 extent。

6) 小班设计表与小班要素的重叠检测和平移。对小班设计图的 extent 和要素的 extent 进行重叠检测, 若发生重叠, 则将根据函数计算平移距离, 并求得平移后的图框的 extent。

```
if tu_et.disjoint(row[4]) == False:
```

```
kk = py_jl(tu,row[4],ku)
```

```
x = kk[0]
```

```
y = kk[1]
```

```
z = kk[2]
```

```
ku_et = ku.extent
```

```
new_ku = ku_et
```

```
new_ku.XMax = ku_et.XMax - x
```

```
new_ku.XMin = ku_et.XMin - x
```

```
new_ku.YMin = ku_et.YMin + y
```

```
new_ku.YMax = ku_et.YMax + y
```

```
ku.panToExtent(new_ku)
```

其中: x 和 y 分别表示 x 方向和 y 方向上水平移动的距离。

最后对以上运行结果进行导出。

### 3.2 制图结果

长顺县国储林小班设计共导出小班设计图 135 张, 其中标记为 “1” 的小班设计图 3 张、标记为 “2” 的小班设计图 36 张、标记为 “3” 的小班设计图 23 张、标记为 “9” 的小班设计图 73 张。出图时间, 在分辨率设置为 200 的情况下, 最短用时 3 分钟。小班设计图导出用时随图面信息的多寡而有所改变, 底图使用空白为 3 分钟、使用地形图为 15 分钟、使用遥感图 + 地形图为 21 分钟。在小班设计图导出完成后, 人工检查小班要素与小班设计表的重叠情况, 未发现小班要素与小班设计表重叠的情况, 同时小班标注也不存在重复标注情况。

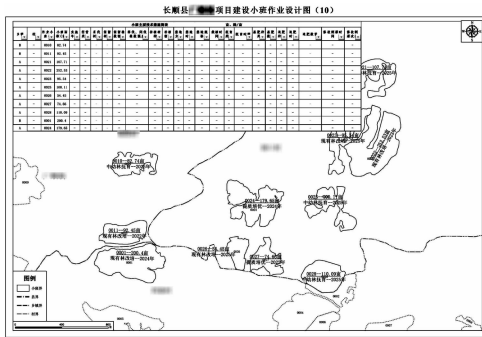
## 4 对比分析

通过优化过程可知, 标记为 “1” 的小班设计图表示通过横向和纵向移动图框进行的优化; 标记为 “2” 的小班设计图表示通过纵向移动图框进行的优化; 标记为 “3” 的小班设计图表示

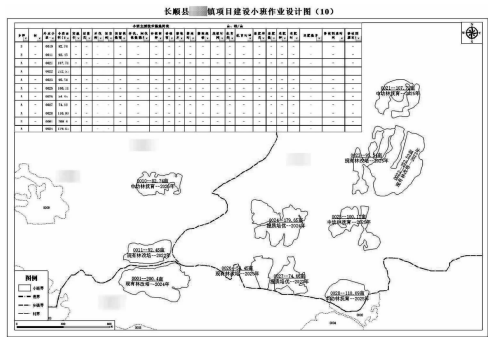
通过横向、纵向移动图框和缩小小班设计表进行的优化; 标记为“9”表示小班设计图本身就不存在重叠。

对标记为“1”的设计图进行优化前后对比, 未

进行优化的设计图如图 1 (a), 优化调整在不缩减小班设计表尺寸的情况下对图框进行了横向移动和纵向移动, 移动距离恰好满足所有要素不被覆盖的要求, 见图 1 (b)。



(a) 优化前

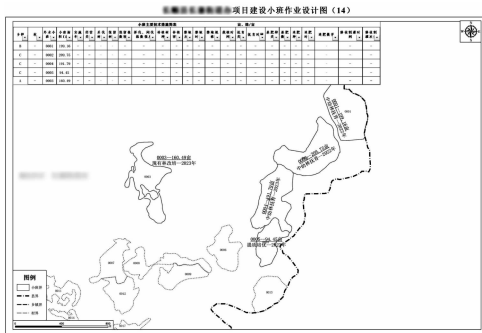


(b) 优化后

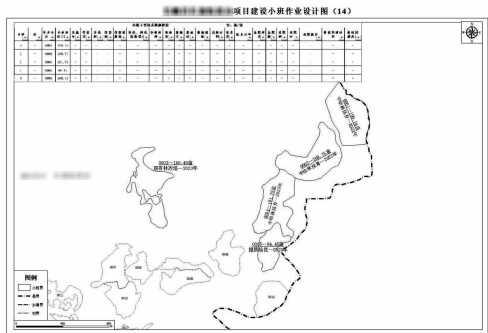
图 1 标记“1”的小班设计图优化前后对比

对标记为“2”的设计图进行优化前后对比, 未进行优化的设计图如图 2 (a), 在不调整小班设计表尺

寸的情况下, 对图框进行了纵向移动, 移动距离恰好满足要素不被小班设计表覆盖的要求, 见图 2 (b)。



(a) 优化前

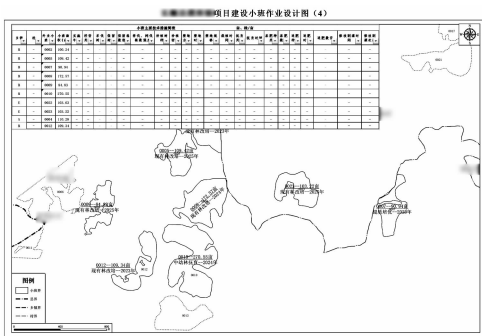


(b) 优化后

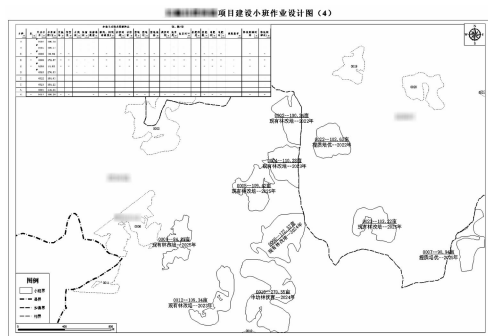
图 2 标记“2”的小班设计图优化前后对比

对标记为“3”的设计图进行优化前后对比, 未进行优化的设计图如图 3 (a), 从图中可看出仅通过平移已经不能满足小班设计表不覆盖小班要素的要

求, 优化调理在保证小班设计表尺寸最大且不覆盖小班要素的情况下, 分别对小班设计表和出图要素进行缩小和平移, 以满足设计图的需求, 见图 3 (b)。



(a) 优化前



(b) 优化后

图 3 标记“3”的小班设计图优化前后对比

## 5 结语

林业制图的自动化是电子信息与林业工程相结合的产物,通过使用 Python 和 VBA 等编程语言,将传统的繁琐的制图流程实现自动化批处理,在保证制图质量的同时能极大程度地节省制图时间,满足实际生产需要。本研究承接“基于 Arcpy 和 VBA 的长顺县国家储备林小班设计图 ArcGIS 自动出图方法研究”<sup>[8]</sup>中提出的索引图层制作方法和小班设计表制作方法,并在此基础上对出图代码进行改进,对设计小班进行突出处理并隐藏重复的标注,并对小班属性表和小班要素进行重叠检测,避免了使用自动出图方法后仍需手动对重叠要素进行平移重新出图的情况。同时,本研究基于 Arcpy 提出的制图方法将可适用于需要使用 ArcGIS 制图的各个领域,根据不同领域的特点定制不同的制图模板,具有极大地推广价值。

### 参考文献:

[1] 李东. GIS 技术在林业调查规划中的应用及发展趋势 [J]. 南

方农业, 2022, 16 (4): 229-231.

- [2] 唐吉伟, 屠维亚. GIS 技术在金洞林场林业工作上的应用 [J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2013, 19 (4): 34-38.
- [3] 毛丽君. 基于 3S 技术的森林防火规划制图过程研究 [J]. 林业调查规划, 2018, 43 (1): 66-70.
- [4] 莫奇京. 基于 ARCEngine 的林业地图自动分幅输出系统设计与实现 [D]. 南宁: 广西大学, 2015.
- [5] 李东. GIS 技术在林业调查规划中的应用及发展趋势 [J]. 南方农业, 2022, 16 (4): 229-231.
- [6] 庄桂荣. 林业制图常用软件探讨 [J]. 电子技术与软件工程, 2016 (5): 83.
- [7] 魏铭, 冯俊杰, 郭滕昕, 等. 基于 ArcGIS 数据驱动页面技术的控规快速制图——以福清控规单元划分为例 [J]. 福建建筑, 2019 (6): 5-9.
- [8] 欧丁丁, 张琪, 刘世好, 等. 基于 ArcPy 和 VBA 的长顺县国家储备林小班设计图 ArcGIS 自动出图方法研究 [J]. 中南林业调查规划, 2021, 40 (1): 32-38, 44.

(上接第 16 页)

东森林经理, 2020, 34 (S1): 61-65.

- [6] 冯小清. 浅析建设项目使用林地管理中遇到的一些问题 [J]. 花卉, 2019 (24): 265-266.
- [7] 江西省人民政府官网. 砥砺奋进激情跨越——“十三五”期间江西经济社会发展综述 [EB/OL]. (2020-09-28). [http://www.jiangxi.gov.cn/art/2020/9/28/art\\_61153\\_3565687.html](http://www.jiangxi.gov.cn/art/2020/9/28/art_61153_3565687.html).
- [8] 毛旭鹏. 江西省“十四五”期间占用林地定额编制成果报告 [R]. 南昌: 江西省林业局, 2021.
- [9] 祝必琴, 朱江江, 李遵, 等. 江西省天然林资源保护工程实施成效、问题及对策研究 [J]. 南方林业科学, 2021, 49 (5): 64-68.
- [10] 智长贵, 徐济德, 钟华友. 灰色系统理论对我国“十一五”期间征占用林地数量预测分析 [J]. 林业资源管理, 2008 (2): 75-77.
- [11] 余晓星. 福州市林地征占用动态分析 [D]. 福州: 福建农林大学, 2018.
- [12] 黄朝法. 建设项目拟使用林地规模预测方法简析 [J]. 林业

勘察设计, 2012 (1): 41-45.

- [13] 谢国来, 陈振雄. “十三五”占用征收林地定额测算调整方案探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2016, 35 (4): 1-4.
- [14] 刘思峰, 邓聚龙. GM (1, 1) 模型的适用范围 [J]. 系统工程理论与实践, 2000 (4): 121-124.
- [15] 朱登远, 常晓凤. 灰色预测 GM (1, 1) 模型的 Matlab 实现 [J]. 河南城建学院学报, 2013, 22 (3): 40-46.
- [16] 杨文总. 林地监督管理若干问题及其对策 [J]. 现代园艺, 2022, 45 (5): 159-160.
- [17] 罗桂艳. 林地保护问题与对策研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2021.
- [18] 罗一权. 征占用林业用地过程中存在的问题及其解决策略 [J]. 南方农业, 2018, 12 (11): 76-77.
- [19] 蔡群清. 林地利用管理中存在的问题及对策 [J]. 河南农业, 2020 (11): 46-47.
- [20] 崔锡权. 广东省“十三五”期间林地定额执行情况分析研究 [J]. 热带林业, 2021, 49 (3): 11-14.

# 湘潭县森林健康评价研究

刘弘波<sup>1</sup>, 李凤武<sup>2</sup>

(1. 浏阳市林业局, 湖南 浏阳 410399; 2. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

**摘要:** 为研究湘潭县的森林健康状况, 运用 SOM 神经网络构建了湘潭县森林健康评价模型, 初步得出以下结果: ①湘潭县的森林健康整体状况较健康, 处于较健康以上的森林占森林总面积的 77.63%; ②优质健康和健康等级的森林主要集中在湘潭县南部、西部和东部, 不健康和亚健康森林主要分布在湘潭县北部和中部; ③湘潭县森林各年龄组段的健康等级以较健康为主, 其中健康和优质健康的森林集中分布在中龄林, 不健康和亚健康的森林则集中分布在幼龄林和中龄林。这充分反映出森林群落的结构完整性和功能稳定性是影响森林健康程度的重要因素。

**关键词:** 森林健康; 主成分分析; SOM 神经网络模型; 湘潭县

**中图分类号:** S 718.55<sup>+</sup>7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6075 (2023) 01-0043-05

**DOI:** 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.009

## Study on Forest Health in Xiangtan County

LIU Hongbo<sup>1</sup>, LI Fengwu<sup>2</sup>

(1. Liuyang Forestry Bureau, Liuyang 410399, Hunan, China;

2. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

**Abstract:** In order to study the forest health situation in Xiangtan County, the author built the forest health evaluation model of Xiangtan County, by using SOM neural network and preliminarily obtained the following results: ①The overall forest health status of Xiangtan County is relatively healthy, and relatively healthy forests and above account for 77.63% of the total forest area. ②High-quality healthy and healthy forests are mainly concentrated in the southern, western and eastern parts of Xiangtan County, while unhealthy and sub-healthy forests are mainly distributed in the northern and central parts of Xiangtan County. ③The health grades of forests in each age group in Xiangtan County are mainly relatively healthy, among them, forests of healthy, and high-quality and healthy are concentrated in middle-aged forests, and unhealthy and sub-healthy are concentrated in middle-aged forests and young forests. This fully reflects that the structural integrity and functional stability of forest communities are important factors affecting forest health.

**Key words:** forest health; principal component analysis; SOM neural network model; Xiangtan County

森林健康目前已受到越来越多的学者关注, 但在概念上还未形成统一的界定<sup>[1-2]</sup>, 不同领域的专家对森林健康有不同的阐述<sup>[3]</sup>。生态学专家认为森林健康是指森林作为一个综合结构体, 在确保自身发展良好的前提下, 森林所发挥出的生态服务功

能<sup>[4-5]</sup>, 林业主管部门的专家则认为森林健康是指森林生态系统对抗林业有害生物等林业生态灾害的能力以及提供生态物质产品和生态服务功能的理想状态<sup>[6]</sup>。不管何种观点, 健康的森林能够持续发挥出森林的生态、社会和经济效益, 促进当地多方面

\* 收稿日期: 2022-01-10

作者简介: 刘弘波 (1974—), 男, 湖南浏阳人, 工程师, 主要从事造林绿化、森林资源管理等工作。

的稳定发展<sup>[7-8]</sup>。同时,森林健康评价也是现阶段制定森林经营方案的重要参考依据<sup>[9]</sup>。目前林业上开展的森林健康评价主要从评价尺度和评价方法等方面介入,常用的方法为指标体系法、人工神经网络法等<sup>[10]</sup>。

SOM神经网络是人工神经网络法中的一种,是由一个全连接神经元阵列组成的自组织、自学习的网络体系<sup>[11]</sup>。该网络模型现主要应用于土地评价、水质评价、可视化、文本分类等领域<sup>[12]</sup>,虽然在森林健康评价领域中应用相对较少,但也有学者逐步将此法应用于林业领域<sup>[13]</sup>。楚春晖<sup>[14]</sup>等通过SOM神经网络方法研究得出此评价方法在其它森林健康评价方法中的最优性;童建明<sup>[15]</sup>采用SOM神经网络对城步苗族自治县的森林开展了健康评价,认为城步苗族自治县的森林健康状况较为理想。笔者基于前人的研究成果,采用SOM神经网络模型对湘潭县的森林健康状况进行评价,以期对湘潭县森林的可持续健康经营提供理论依据。

## 1 研究区概况

湘潭县位于湖南省中部偏东,湘江下游西岸,衡山北麓,长衡丘陵盆地北段,在27°20′—28°05′N和112°25′—113°03′E之间。湘潭县地貌轮廓为西北、西南、东南三面高,中部和东北部低。湘潭县属亚热

带季风湿润气候,年均气温16.7~18.3℃,年平均降水量1300mm;属中亚热带东部常绿阔叶林亚带,森林覆盖率47.8%,按植被区系划分,属华中偏东亚系,次生植被的组成主要有壳斗科、樟科、山茶科等,而人工植被主要有用材林、油茶经济林及沼泽性水性水生植物等。

## 2 研究方法

### 2.1 评价指标筛选

参照参考文献[12]的研究经验,从森林的结构完整性、功能稳定性、系统活力性等三个准则,初步选取灌木覆盖度、草本覆盖度、枯落物厚度、郁闭度、平均胸径、平均树高、龄级、单位面积蓄积量、自然度和林业有害生物受灾等级10个因子作为评价指标。

### 2.2 数据预处理

以湘潭县森林资源二类调查数据为主,采用野外调查的方式对平均胸径、郁闭度、枯落物厚度、单位面积蓄积量等相关因子进行验证和补充。初选的10个评价因子中灌木覆盖度、草本覆盖度、枯落物厚度、郁闭度、平均胸径、平均树高、龄级和单位面积蓄积量为定量指标;而自然度和林业有害生物受灾等级是定性指标,需要对其进行量化,量化标准见表1。

表1 定性指标量化标准表

评价指标	量化标准				
	5	4	3	2	1
自然度	I级	II级	III级	IV级	V级
林业有害生物受灾等级	无	轻	中等	较严重	严重

进行SOM神经网络计算之前,需要参照公式

(1)对所有参评指标进行数据标准化处理:

$$X'_k = \frac{X_k - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

式中: $X_k$ 为原始数据, $X'_k$ 为输出数据, $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 为变量的最大值和最小值。

### 2.3 评价模型构建

运用主成分分析法对评价因子进行筛选,以方差累计贡献率 $\geq 85\%$ 为原则确定主成分的数量,从而最终确定实际影响湘潭县森林健康程度的主要指标因子。

SOM是一种高维可视化和聚类的无监督学习算法,其通过Winner Takes All竞争机制模拟了人脑对信号处理的特点。本研究选择Matlab软件建立SOM神经网络模型,首先将通过主成分分析筛选后的森林健康评价指标作为SOM网络的输入;其次利用SOM神经网络学习算法对网络进行训练;网络训练结束后,再将各小班的评价指标重新输入SOM神经网络,利用训练好的网络将之聚类;最后通过仿真输出评价结果。同时在SOM神经网络模型中将湘潭县的森林健康程度划分为I, II, III, IV和V五个等级。各等级的含义,详见表2。

表2 评价等级分类表

等级	含义
I 不健康	林分发育很差,生产力很低,组织结构简单,物种单一,抵抗力与恢复力很差
II 亚健康	林分发育差,生产力较低,组织结构简单,植物种类少,抵抗力与恢复力差
III 较健康	林分发育一般,生产力一般,组织结构相对复杂,物种丰富度一般,抵抗力与恢复力一般
VI 健康	林分发育良好,生产力较高,组织结构复杂,物种丰富,抵抗力与恢复力强
V 优质健康	林分发育完整良好,生产力高且稳定,组织结构完整复杂,物种丰富多样,抵抗力与恢复力很强

### 3 结果与分析

#### 3.1 评价因子确定及评价体系构建

差累计贡献率 $\geq 85\%$ 为原则,筛选出了与湘潭县森林健康度相关性较大的指标(表3和表4)。

通过SPSS软件对初选因子进行处理后,按照方

从表3可以发现,前6个主成分的方差累计贡献率为89.829%,故提取前6个主成分作为森林健

表3 主成分的统计信息表

成分	初始			提取		
	特征值	方差贡献率/(%)	累积方差贡献率/(%)	特征值	方差贡献率/(%)	累积方差贡献率/(%)
1	4.645	33.452	33.452	4.645	33.452	35.335
2	2.418	18.844	52.296	2.418	18.844	54.179
3	1.811	12.951	65.247	1.811	12.951	67.13
4	1.472	10.407	75.654	1.472	10.407	77.537
5	0.993	6.781	82.435	0.993	6.781	84.318
6	0.782	5.511	87.946	0.782	5.511	89.829
7	0.779	5.373	93.319			
8	0.461	3.889	97.208			
9	0.284	1.843	99.051			
10	0.141	0.949	100			

表4 成分矩阵信息表

测定指标	成分					
	1	2	3	4	5	6
平均胸径	0.925	0.133	0.062	-0.003	-0.023	0.021
单位面积蓄积量(竹株数)	0.809	0.117	0.013	-0.022	-0.041	0.059
郁闭度	0.712	0.123	0.178	0.039	-0.184	-0.202
平均高	0.214	0.188	-0.092	0.222	-0.227	0.497
林业有害生物受灾等级	-0.231	0.781	0.261	-0.136	0.174	0.061
灌木覆盖度	-0.204	0.534	0.374	0.591	-0.016	0.281
草本覆盖度	-0.083	0.168	0.398	0.176	-0.055	0.051
自然度	0.108	0.121	0.025	-0.041	-0.257	0.572
龄级	0.246	0.508	-0.133	-0.159	0.487	-0.341
枯落物厚度	0.285	0.115	-0.129	0.587	0.624	0.282

康评价指标,分别是平均胸径、单位面积蓄积量、龄级、郁闭度、灌木覆盖度、林业有害生物受灾等级。

根据测定指标的性质,结合主成分对测定指标进行归类,本研究最终确定森林小班健康评价的指标体系如表5所示。



表5 森林健康评价因子表

目标层	准则层	指标层
森林健康评价因子表	系统活力性	平均胸径 单位面积蓄积量(竹株数)
	功能稳定性	龄级 林业有害生物受灾等级
	结构完整性	郁闭度 灌木覆盖度

3.2 森林健康分布状况

利用森林健康评价体系,对湘潭县的森林小班进行健康状况评价(表6)和健康等级分布(图1)。

表6 湘潭县森林小班健康状况表

健康等级	小班数量		小班面积	
	数量	占比/%	面积/hm <sup>2</sup>	占比/%
I	1 837	3.67	3 234.87	3.40
II	9 912	19.81	18 066.99	18.97
III	22 895	45.75	46 863.79	49.21
IV	12 308	24.60	19 980.20	20.98
V	3 088	6.17	7 083.91	7.44

从表6可知,湘潭县的林地小班数量为50 040个,总面积达到95 229.76 hm<sup>2</sup>,森林健康状况较为理想。其中不健康的森林小班数为1 837个,面积为3 234.87 hm<sup>2</sup>,分别占森林总小班数和森林总面积的3.67%和3.40%,是小班数和占地面积最少的健康等级;亚健康的森林小班数为9 912个,面积为18 066.99 hm<sup>2</sup>,分别占森林总小班数和森林总面积的19.81%和18.97%,主要分布在湘潭县的北部以及中部偏北;较健康的森林小班数为22 895个,面积为46 863.79 hm<sup>2</sup>,分别占森林总小班数和森林总面积的45.75%和49.21%,是小班数量最多和占地面积最大的健康等级,分布在湘潭县的大部分区域,以西部、西北部和东部最为集中;健康的森林小班数为12 308个,面积为19 980.20 hm<sup>2</sup>,分别占森林总小班数和森林总面积的24.60%和20.98%,集中分布在湘潭县的中部偏南和西南部;优质健康的森林小班数为3 088个,面积为7 083.91 hm<sup>2</sup>,分别占森林总小班数和森林总面积的6.17%和7.44%,主要分散在湘潭县的南部和东部。

由图1可以看出,湘潭县优质健康和健康等级的森林主要集中在湘潭县南部、西部和东部,均为海拔

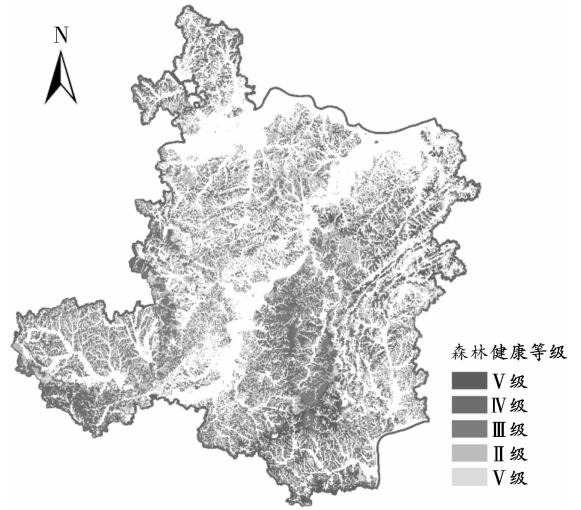


图1 湘潭县森林健康状况分布图

相对较高的区域,人口密度相对较小,森林资源丰富且生态系统的完整性较好;不健康和亚健康主要分布在湘潭县北部和中部,该区域海拔相对较低,且地势较为平整,靠近人类活动中心地区,人为活动相对频繁,森林所受干扰较大。可见森林健康水平与人类活动有着一定的相关性。

3.3 不同龄组的森林健康状况分析

湘潭县的森林以中龄林为主,其面积占了总林地面积的58.34%;其次是近熟林和幼龄林,分别占总林地面积的20.81%和16.11%,成熟林和近熟林占地面积最小,两者之和,占比不足总林地面积的5%。

由图2可知,湘潭县森林各年龄组段的健康等级基本上以III级(较健康)为主,IV级(健康)和V级(优质健康)的森林集中分布在中龄林,I级(不健康)和II级(亚健康)的森林集中则分布在幼龄林和中龄林。其原因是中龄林的占地面积为所有龄组面积之最,超过其它龄组总和;且湘潭县大部分小班的优势树种为马尾松、杉木等针叶林以及竹林,阔叶林相对较少,导致林分的空间结构相对单一,此现象在幼龄林中更加明显。反观过熟林的森林健康度分布特征则与其它龄组的有较大区别,其特点是IV级(健康)和V级(优质健康)的森林在整个龄组中占比较大,该龄组的整体森林健康度大幅度优于其它龄组,原因可能是过熟林大部分为天然林,其群落结构因演替时间较长,发展的较为完善,且人类活动较少,鲜有森林经营活动,生态系统的稳定性也优于其它龄组,因此森林的健康等级较高。

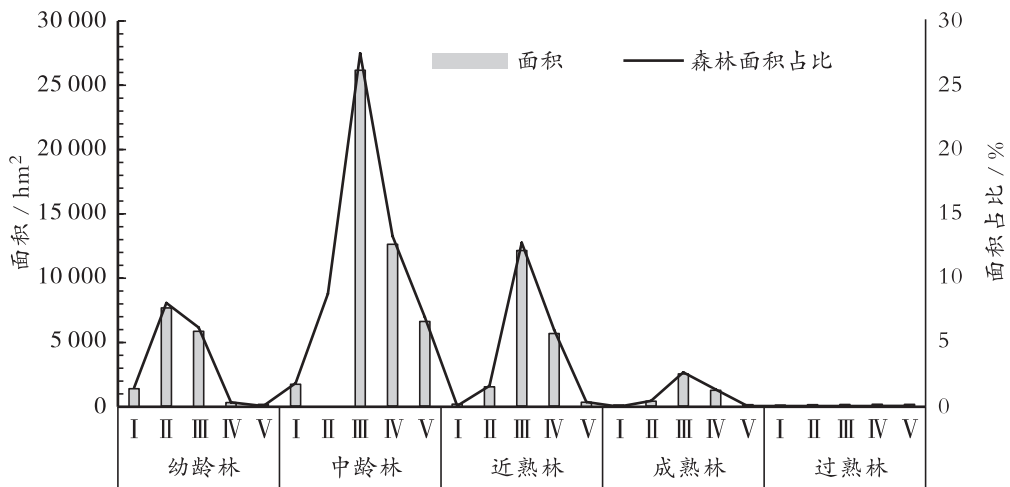


图2 各龄组森林健康等级面积及占比分布图

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

本研究筛选出郁闭度、平均胸径、平均树高等最具影响的6个评价因子,构建SOM神经网络模型,评价湘潭县的森林健康程度。研究表明:

1) 湘潭县整体森林健康状况为较健康,处于Ⅲ级(较健康)以上(包括较健康、健康、优质健康)的森林占森林总面积的77.63%。各健康等级的森林面积从大到小依次为Ⅲ级较健康、Ⅳ级健康、Ⅱ级亚健康、Ⅴ级优质健康和Ⅰ级不健康。

2) 优质健康和健康等级的森林主要集中在湘潭县南部、西部和东部,不健康和亚健康等级的森林主要分布在湘潭县北部和中部。

3) 湘潭县各龄组的森林健康等级以Ⅲ级(较健康)为主,其中Ⅳ级(健康)和Ⅴ级(优质健康)的森林集中分布在中龄林,Ⅰ级(不健康)和Ⅱ级(亚健康)的森林集中则分布于幼龄林和中龄林。

### 4.2 建议

1) 加强低海拔区域的营林监管。优质健康和健康等级的森林资源主要分布在湘潭县南部、西部海拔相对较高地区,然而湘潭县整体海拔差异较小,海拔造成的气候因素对森林健康程度影响不大,其原因极有可能是海拔相对较高的地区人迹罕至,营林或开采活动相对较少。因此,加强低海拔地区森林的营林监管,采取切实有效的封山育林措施有利于提高森林健康程度。

2) 加强对优质次生林群落及名木古树的保护。

研究表明过熟林的森林健康度优于其它龄组,这也从侧面反映出森林群落的结构完整性和功能稳定性是影响森林健康程度的重要因素,故加强杉木、马尾松以及乡土阔叶树种等优质次生林以及名木古树的保护,对森林健康程度的提升意义重大。

3) 加强对林业灾害的监测和预防。我国的林业灾害主要为森林火灾和林业有害生物成灾,这两者都是森林资源的头号灾害,尤其在近些年气候反常,极端天气频繁出现,较大火灾、松材线虫病、黄脊竹蝗成灾等林业灾害在湖南省时有发生,进一步完善辖区内的森林防火、林业有害生物监测设施设备,提高林业灾害的监测与预防能力,对提升研究区森林健康程度及稳定性至关重要。

### 参考文献:

- [1] 罗鹏飞,江海斌,谭尹豪,等. 基于主成分分析与系统聚类的森林健康评价研究[J]. 林业与环境科学, 2021, 37(5): 69-75.
- [2] 李雪莹,李玉宝,梁伟. 基于SOM神经网络的通辽市库伦旗森林健康评价[J]. 内蒙古林业调查设计, 2021, 44(4): 68-74, 58.
- [3] 周泉,叶茂,赵凡凡. 基于VOR模型的阿尔泰山林区森林生态系统健康评价[J]. 甘肃农业大学学报, 2021, 56(3): 137-148.
- [4] 姚焱中,李诗婷,苏美蓉,等. 区县生态系统健康评价方法——以东莞市各镇区为例[J]. 生态学报, 2021, 41(15): 5998-6011.
- [5] 曹美芹,陈芸芝,汪小钦,等. 荒漠森林生态系统健康评价与分析——以塔里木河下游为例[J]. 遥感信息, 2021,

(下转第55页)

# 陇南市武都区花椒种植技术优化和产量提升策略

王新峰

(淄博市鲁山林场, 山东 淄博 255205)

**摘要:** 简述了陇南市武都区的花椒产业发展现状, 对目前在技术、品种、推广和成本等方面存在的问题进行深入分析, 并就良种应用、技术推广、病虫害防治、科技人才队伍建设和销售网络体系建设等发展对策展开讨论, 为区域花椒种植产业的做大做强提供借鉴参考。

**关键词:** 花椒; 种植; 技术; 优化; 产量; 提升

中图分类号: S 725 文献标识码: B 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0048-03

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.010

## Plantation Technology Optimazation and Yield Improving Strategy of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. in Wudu District, Longnan City

WANG Xinfeng

(Lushan Forest Farm of Zibo, Zibo 255205, Shandong, China)

**Abstract:** In this paper, the development status of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. industry in Wudu District was briefly described, and the questions currently existed in technologies, varieties, promotion and cost were analyzed in depth. The developing countermeasures were discussed, including the improved variety application, technology promotion, pest control, scientific and technological talent team and sales network system construction, which provided some reference for the development of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. industry in the region.

**Key words:** *Zanthoxylum bungeanum* Maxim.; plantation; technology; optimization; yield; promotion

花椒 (*Zanthoxylum bungeanum* Maxim.) 是芸香科花椒属的一种落叶小乔木<sup>[1]</sup>。其果实是中国的传统食材, 是著名的香辛料植物, 同时还具有香料、油料、药材等各类用途<sup>[2]</sup>, 种植技术难度小, 适生区域广, 经济效益较高, 因此为广大人民群众所追捧<sup>[3]</sup>。

### 1 花椒种植现状

陇南市种植花椒的历史很长, 种植区域广泛, 由于水热环境适合花椒生长, 是国内发展花椒产业最适宜的区域之一, 所出产的花椒在国内具有相当高的名气, 和其它产区相比, 具有“粒大、果实、味正、香浓”的特征, 品质相对优秀, 不饱和脂肪酸含量远较其它区域高, 相关醇提取物也高达 17%。武都

区区域内花椒的种植面积超过 67 000 hm<sup>2</sup>, 面积超过 667 hm<sup>2</sup> 的花椒种植基地超过 8 处, 其中最适于花椒生长的区域已经基本实现花椒种植全覆盖, 同时还制定了目前国内首个花椒价格指数。根据本地统计年报显示, 武都区通过种植花椒, 人均收入不断提高, 走出了花椒产业发展壮大的产业之路。

### 2 存在问题

#### 2.1 病虫害防治难度大

当地农户对花椒种植地管理较为粗放, 在栽培和管理方面的相关技术还需要技术部门开展指导, 对种植户进行质量把控, 要实现从种植到收获的全过程技术管理, 以达到花椒产业种植的标准化、精细化。部

\* 收稿日期: 2022-01-04

作者简介: 王新峰 (1973—), 男, 现从事森林培育方面的工作。

分种植户由于缺乏相关知识，对于病虫害的防治疏于管理，对病虫害的认识不到位，技术措施不到位，每年都会出现部分花椒林成片死亡的案例。当病害大量出现后，部分种植户为了提高经济收益，大剂量使用农药，而使用化学药剂的结果是导致花椒产品的农药残留大幅提高，使得不合格产品流入市场，同时由于农药用量的不断增大，相关病虫害的抗药性逐年提高，防治更加困难，病虫害防控管理技术难度大大增加<sup>[4-6]</sup>。

## 2.2 管理技术推广普及难

花椒种植虽然相对简单粗放一些，但椒农在花椒病虫害防治、科学施肥、整形修剪、嫁接改良等科学管理技术应用率不高，严重制约了花椒产业的可持续发展<sup>[7-9]</sup>。花椒种植虽然在总体种植技术上难度较低，但其在山坡区域的整地管理、栽培中的合理修剪、如何保留树体结构、如何及时开展修剪、何时开展结果枝拉枝、保证合理的树体结果冠形等方面，以及保证合适的结果部位都是值得重视的问题。当前一系列的技术问题都导致了不健康的树形和树势比例，结果主枝保留长度过长；同时拉枝与缩剪没能及时进行，导致主枝过长，造成树形中空，过度浪费生产力；也有部分种植户施肥方法过于粗糙，方法不当，形成肥料的浪费，造成不必要的经济损失。

## 2.3 花椒树存在再植障碍，需轮作

因重茬栽植以及化肥、农药的过量使用等，致使花椒树再植成活率低，有的植株甚至还未进入结果期就已死亡。当地的花椒种植，由于没有很好地开展轮作和技术管理，出现一系列的种植问题，这些问题需要通过技术手段开展即时干预，保障花椒的生长，同时开展轮作加以解决。

## 2.4 科学种植技术推广难，需专业人才

在花椒种植技术上投入的经费虽在逐年增长，但是真正应用于科技方面以及产业提升技术服务的经费依然缺乏，和当前巨大的花椒种植业规模极不匹配，存在一定的差距。本区域的林业技术推广部门，由于历史原因，人员结构存在短板，老龄化严重，对于本区域的花椒产业急需的学科，尤其是植物病理学、果树昆虫学、植物保护学等专业技术人才的缺口巨大，人才尤其缺乏；乡镇林技推广部门，由于琐事繁多，专业素质欠缺，相关的科技培训时间难以保障，知识更新较慢，接受实践培训的机会更加缺乏，难以正确指导当地群众开展科学管理，技术更新以及实践操作

不接地气，也难以更好地促进花椒种植质量的提升<sup>[10-12]</sup>。

## 2.5 采收综合成本逐年提高，效益降

近十年来，武都区外出务工人员急剧增多，而本地区10年前开始种植的花椒已全部进入盛果期，因此在采收期出现了人力短缺、日工价不断上涨的现象，提高了花椒产业的采收成本。采摘成本的不断高涨对于花椒产业的效益增长和提高自身竞争力严重不利，同时综合效益也难以达到群众的预期，经济效益难以伴随产量的提高而得到逐年提升。

# 3 对策

## 3.1 精选本土良种补植补造

花椒良种是产业化改革的必经之路。要提升花椒的经济效益，必须要在花椒产业区域内开展良种化改造。花椒良种要选择适合本区域的良种以及经过验证的良种，总之其第一目标是产量高、品质优；其二是抗性优良，具有良好的适应性；第三是具有不同的成熟期，便于错开采收时间，以应对人力短缺导致采收能力的短缺。良种特征是树体健壮、节间短、叶片肥厚、抗逆强、适应性好，同时还需要果穗大、结构紧簇、座果率高、果个大、果皮厚、色泽鲜艳、风味好等。

花椒良种改造可以采用地埂栽植、纯花椒园、椒林混交、营生篱等方式进行品种改良，可以逐步改造，也可以嫁接更新。

## 3.2 大力推广最新种植技术

扩穴施肥、修剪复壮、覆膜保水等技术措施是当前急需应用推广的花椒种植技术。把相关技术用好，用及时，是开展花椒质量提升的关键。

施肥是当前最需要提高管理的技术手段之一，在每年的3月底，土壤开始升温后，将植株根系附近的土壤深度挖至40 cm左右，使用有机肥30 kg/株；在萌芽初期和果实采收后，开展施肥，使用复合肥0.3 kg/株，施肥后立即浇灌。在花椒的萌动初期和采果后期开展科学施肥，既可以保证树木的生长，又能够补充生产损耗的营养成份，为第二年的稳产丰产打下良好基础。叶面喷肥是科学施肥重要手段之一，一般每年开展叶面追肥6次左右，使用磷酸二氢钾和尿素混合溶液，浓度分别为3.0%和0.5%，追肥时间一般选择开花前的10 d和开花后的20 d，在果实采收前后也各开展一次叶面追肥。

覆膜增温是近年来经实践证明行之有效的技术手段之一,使用塑料薄膜在植株附近开展覆盖,四周低,中间高,覆膜面积直径一般在60~80 cm为宜,在膜覆盖后再加盖2 cm以上的土壤开展压实,并尽量保证与地面的紧贴,以保证密封。覆膜增温既可以提高地温,又可以保证树盘附近的水分含量,同时又可以防止杂草和花椒植株争夺养分,一举多得是效果较为显著的技术手段之一。

修剪复壮是花椒丰产稳产的重要保障之一,一般在夏季采收后开展树形修剪和树枝修剪,对于衰弱枝条进行重剪,及早去除影响结果的枝条,开展树形梳理,每株花椒保留六个主枝为好,及时去除树冠,保障结果枝数量。

### 3.3 加强病虫害综合防治

花椒种植常见病害主要有锈病、褐斑病、流胶、根腐病等。无论是虫害和病害都会引起花椒的减产,要做到预防威胁保障生产,保障花椒产量和优质。在叶片上经常发生锈病和褐斑病,同时还有流胶、根腐病等,严重时可引起叶片脱落,消耗养分,减弱营养积累,造成减产。因此,在春剪后一定要将园区内的枯枝败叶清扫出园区,降低病害爆发的风险,同时在施用春季萌芽肥时要选择高氮高磷的肥料产品,最好将无机、有机、微生物肥料和预防性农药一次性投入,更能节省时间和人工成本。

### 3.4 强化林业科技人才队伍建设

林业科技人才队伍采用请进来,走出去的方式,开展林业科技技术队伍建设。请进来就是联合相关大专院校开展本地区花椒产业提升的技术培训、开展课题研究,以及在技术关键期开展实际指导,重点推荐最新的花椒生产技术,为本地区的优产稳产提高保障。针对全区林业发展情况,总结、制定出不同区域的主栽树种、主要技术方法、技术措施和技术规程,指导生产实践。走出去就是借鉴优势产业的村镇开展结对帮扶,制定财政政策奖补,辅助推广专项经费,逐渐提高会做事能做事的科技推广员的活力,逐步提高林业科技推广员的相关工作待遇和工作条件,促进花椒产业科技工作者的技能培训和自我提升。

### 3.5 打造花椒产销网络体系

花椒产业的提升,依赖于产量,更依靠营销工作及时销售,不但要大力培养自身营销人才,还要积极

引进各类带头经纪人、直播电商等销售人才,发展转变原有的销售模式,构建起于现行网络营销相匹配的营销模式。与阿里巴巴的1688和支付宝等互联网平台构建起城乡一条龙的网络销售体系,同时结合网络直播不断将产业链拓宽延伸。通过最新的销售模式,帮助本地花椒叫好又叫座,产得出来,卖得出去。不断促进花椒相关产品的开发,创新包装设计,研发创新文旅产品,打造出一条特色化精品化的花椒营销产业链。

### 3.6 增加产业配套保障,打造现代农业产业园

深入贯彻《陇南市武都区现代农业产业园(武都花椒)》和《武都区花椒产业三年倍增行动计划》的实施,发挥政府主导的优势,利用企业运营的机动性和优势,积极探索政府牵线、公司和农户互动的产业发展模式,不断提升种植户发展花椒产业的驱动力。

### 参考文献:

- [1] 梁彦伟,郭凤梅,姚红强.韩城花椒产业发展存在问题及对策[J].陕西林业科技.2009(1):94-95,100.
- [2] 赵俊侠,李忠宏.陕西渭北旱塬花椒产业发展现状及对策[J].陕西林业科技.2014(2):40-43.
- [3] 崔建军,王斌.小议宜川花椒生产存在的问题及对策[J].陕西农业科学.2011,57(4):154-155.
- [4] 李潇,吴应珍.甘肃陇南花椒产业发展中存在的问题及对策[J].甘肃林业科技.2011,36(4):49-52.
- [5] 鲁成秀,牟慧.临夏县发展特色林业产业的探讨[J].甘肃农业.2012(5):42-43.
- [6] 杜登武,胡文,王跃.汉源县花椒产业存在的问题与发展对策[J].现代农业科技.2014(5):159-160.
- [7] 张红彤,范太云,王必海.凉山青花椒产业现状及发展对策[J].四川林勘设计.2013(3):70-72.
- [8] 沈杰,和献锋,刀丽平,等.攀枝花市竹叶花椒生产现状及产业发展对策[J].安徽农业科学.2013,41(19):19-22.
- [9] 王文明.浅谈宁蒗县花椒产业发展现状及对策[J].林业调查规划.2006(S2):218-220.
- [10] 舒斌,阿尔么伍佳,钟奇志.宣汉县花椒产业发展调查[J].四川林勘设计.2013(1):68-71.
- [11] 刘宗钱.丰都县湛普镇花椒产业发展现状及对策[J].南方农业.2014,8(34):32-35.
- [12] 赵孔发.鲁甸青花椒产业现状及发展对策[J].云南农业.2011(8):16.

# 明溪县自然保护地整合优化探讨

唐扬龙,周原驰,岑伯军

(国家林业和草原局华东调查规划院,杭州 310019)

**摘要:**推进自然保护地整合优化,建立以国家公园为主体的自然保护地体系,是践行习近平生态文明思想的重大举措。以福建省三明市明溪县5个自然保护地为例,通过调查评估、空缺分析和边界优化等方法,对该区域内的自然保护地进行了整合优化预案分析,同时明确了明溪县各自然保护地的功能定位,优化了各自然保护地的边界,可有效缓解现有自然保护地保护空缺、历史遗留和现实矛盾冲突等问题,为推动明溪县自然保护地建设工作提供借鉴。

**关键词:**自然保护地;优化;功能;分析;矛盾;明溪县

**中图分类号:** S 759.9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6075 (2023) 01-0051-05

**DOI:** 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.011

## Discussion on Integration and Optimization of Nature Protected Area in Mingxi County

TANG Yanglong, ZHOU Yuanchi, CEN Bojun

(East China Inventory and Planning Institute of NFGA, Hangzhou 310019, Zhejiang, China)

**Abstract:** It is an important measure of practicing Xi Jinping Thought on Ecological Civilization to promote integration and optimization of nature protected area and set up nature protected area system which taking national park as its main part. Making five nature protected areas in Mingxi County, Fujian Province, as an example, through investigation and evaluation, gap analysis and border optimization, the contingency analysis on integration and optimization to nature protected areas within this region was made while determining functional orientation, optimizing border of every nature protected area, so as to effectively relieve such problems as protection gap, history, realistic conflicts and provide references for nature protected area construction in Mingxi County.

**Key words:** natural protected area; optimization; function; analysis; conflict; Minxi County

自1956年中国第一个自然保护地——广东肇庆鼎湖山自然保护区诞生以来,目前已形成了14类1.18万余个自然保护地的庞大体系。从目前公开的数据看,含交叉重叠在内的自然保护区、风景名胜区、森林公园分别占陆域国土面积的14.86%<sup>[1]</sup>, 2.23%和2.11%;总共达19.20%,加上600余处地质公园和1700余处湿地公园,我国主要自然保护地面积占陆域国土面积预计超过20%。各类自然保护地都是按照不同资源要素分属不同部门管理,仅自然

保护区的管理就涉及国土、环保、林业和海洋等诸多部门,呈现“九龙治水”的分散局面<sup>[2-3]</sup>。此外,不同部门在同一自然保护地重复挂牌<sup>[4]</sup>,各自的范围、界址又不尽相同,且各类自然保护地的地理空间交叉重叠,加之行政区划分割自然区域等诸多限制条件,使自然保护地呈现破碎化<sup>[5]</sup>。

自然保护地建设作为明溪县的生态文明建设当中最重要的基础建设之一,是明溪县生态文明建设重要的基石。为了围绕高质量发展的要求,明溪县提出了

\* 收稿日期: 2022-07-13

作者简介: 唐扬龙(1987—),男,绍兴人,工程师,主要从事林业调查与规划设计等工作。E-mail: tyl8076@163.com。

“生态引领、民生优先、创新驱动、产城融合”战略，将环境保护和生态建设贯穿到经济社会发展方方面面，以生态环境高水平保护推动经济社会高质量发展。明溪县现有省级以上自然保护地5处，在自然保护地建设方面，取得了一些成就，为生态文明建设注入了强劲动力，但是县域内自然保护地存在保护与发展各类矛盾冲突尖锐、边界不清、尚有空缺保护区等问题。针对自然保护地整体系统性规划较为欠缺的问题，亟待通过自然保护地整合优化预案分析，研究基于明溪县自然保护地整合优化方法，对健全自然保护地体系，满足人民日益增长的生态需要具有十分重要的实践价值和指导意义。

## 1 明溪县自然保护地现状

### 1.1 自然保护地现状

明溪县位于福建省西北部腹地，武夷山脉东南

麓，位于北纬26°08′—26°39′N，116°47′—117°35′E，全县土地总面积1 729.89 km<sup>2</sup>，辖4镇5乡、96个村（居委会），总人口11.9万人；属亚热带海洋性季风气候区，四季分明，日照充足，气候湿润，雨量充沛，多年平均气温18.0℃，年降水量1 737 mm；植被类型以常绿阔叶林为主。

明溪县辖区内现有自然保护地5个，保护地总面积1 994.18 hm<sup>2</sup>，占国土面积的11.40%。其中：自然保护区2个、森林公园2个和地质公园1个。自然保护地基本情况，详见表1。

### 1.2 保护地矛盾冲突

现有自然保护地内存在城镇建成区、永久基本农田、成片集体人工商品林、村庄和人口等众多矛盾冲突因素。在众多矛盾问题中，永久基本农田和人工集体商品林情况最为突出。随着时间的推移，这些历史遗留问题已经逐渐成为当地自然保护地建设管理中的

表1 明溪县现有自然保护地基本情况

类型	级别	数量/ 个	面积/ hm <sup>2</sup>	占保护地面积 比例/%	机构改革前 主管部门	现主管部门
自然保护区	国家级	1	18 060.50	91.24	林业	林业
	省级	1	82.48	0.42	林业	林业
森林公园	省级	2	895.2	4.52	林业	林业
地质公园	省级	1	756.00	3.82	国土	林业
合计		5	19 794.18	100		

重要制约因素，同时也是社会稳定的潜在威胁，自然保护地内的部分区域生态保护和当地经济发展的矛盾较为突出。

1) 城镇建成区。明溪县各级各类自然保护地区域内涉及城镇建成区面积合计5.74 hm<sup>2</sup>，为企事业单位用地，主要涉及到明溪革命英雄纪念馆用地和南山古人类遗址管理用地。未涉及居民生活用地。

2) 永久基本农田。保护地内沟谷地带存在有大量的耕地，结合国土永久基本农田范围及三调数据分析，保护地内永久基本农田合计面积718.40 hm<sup>2</sup>。其中：自然保护区基本农田587.28 hm<sup>2</sup>，全部为君子峰国家级自然保护区范围内基本农田，核心区永久基本农田有177.99 hm<sup>2</sup>、缓冲区134.65 hm<sup>2</sup>，实验区274.64 hm<sup>2</sup>；自然公园基本农田面积合计131.12 hm<sup>2</sup>。

3) 成片集体人工商品林。明溪县自然保护地内存在的集体人工商品林包括人工用材林、经济林及商

品林中的竹林等，涉及3个自然保护地，合计面积363.91 hm<sup>2</sup>。

4) 村庄和人口。明溪县自然保护地内存在6个行政村、16自然村，居民户数814户，总人口3 614人，村庄占地面积35.78 hm<sup>2</sup>，涉及4个自然保护地。

5) 不同类型自然保护地交叉重叠情况。通过自然保护地矢量范围空间分析，发现明溪雪峰山省级森林公园与明溪火山口省级地质公园存在17.20 hm<sup>2</sup>重叠面积。

## 2 整合优化结果

整合优化后明溪县范围内自然保护地面积合计20 091.24 hm<sup>2</sup>，占全县陆域面积11.61%，相较于原有保护地矢量化面积增加了297.06 hm<sup>2</sup>。同时新增一处省级湿地公园，面积603.31 hm<sup>2</sup>，湿地公园位于世界八大迁徙路线之一的东亚—澳大利亚鸟类迁徙路线上，历史上就是候鸟迁徙通道，湿地公园的建设，对

于保护湿地公园及周边区域珍惜动植物资源,打造以鸟类栖息地保护、宣教示范的生态旅游,从而形成明溪“绿海明溪,鸟类天堂”亮丽名片,具有不可估量的作用。

自然保护地整合优化累计调出面积1 046.19 hm<sup>2</sup>。其中,村庄调出面积33.01 hm<sup>2</sup>,占3.16%;因边界优化等其他情况调出面积208.68 hm<sup>2</sup>,占19.95%;永久基本农田调出面积524.52 hm<sup>2</sup>,占50.14%;耕地调出面积31.97 hm<sup>2</sup>,占3.06%;人工商品林调出面积149.23 hm<sup>2</sup>,占14.26%;城镇建成区调出面积5.74 hm<sup>2</sup>,占0.54%;其他原因调出面积93.04 hm<sup>2</sup>,占8.89%。

自然保护地整合优化累计调入面积739.94 hm<sup>2</sup>,其中以火山口省级地质公园调入面积最大,为358.76 hm<sup>2</sup>,占总调入面积的48.49%。空缺分析结果表明,调入地块基本上都是保护价值高的重点生态公益林、天然林、保护小区中的林地,以及紧邻原保护地和有保护价值的河流湿地。

### 3 存在的问题

#### 3.1 空间布局存在不合理情况

现有自然保护地内存在历史遗留的村庄和人口、基本农田、城镇建成区、成片集体人工商品林等众多矛盾冲突因素,涉及冲突矛盾的面积达1 141.03 hm<sup>2</sup>,在众多矛盾问题中,永久基本农田和集体人工商品林情况最为突出,面积共1 082.31 hm<sup>2</sup>,占比达94.86%。随着时间的推移,这些历史遗留问题已经逐渐成为当地自然保护地建设管理中的重要制约因素,同时也是社会稳定的潜在威胁,自然保护地内的部分区域生态保护和当地经济发展的矛盾较为突出。

#### 3.2 边界不清,责权不明

自然保护地边界不清是长期以来形成的问题。明溪县境内现有自然保护地在整合优化前未开展过勘界立标工作,存在批复面积与实际矢量化面积不一致的情况。因边界不清,管理较为被动,导致责权不明,管理效能低等现象。境内自然保护地整体系统性规划较为欠缺,顶层设计有待完善、产权责任模糊。外加技术限制等原因,导致部分管理机构对自然保护地界限模糊,管理重点及范围不清。此外,自然保护地管理机构和人员编制配备不到位,投入不足,地方财政配套部分没有兑现。

#### 3.3 机构不健全,管理机制不完善

明溪县辖区内管理的5个保护地中,其中3个未设立专门机构,也无专门管理人员。尤其是自然公园获得批复并编制规划后,很少按规划进行建设,地质公园批复后未编制总体规划。导致自然公园内基础设施建设滞后,基础条件差。土地管理权不清,3个保护地存在未与土地使用权单位签订协议,没纳入统一管理,管理矛盾突出。自然公园都没有专门制订保护地管理的制度。主要原因是明溪县经济发展相对落后、地方财力有限,导致各自然保护地基础设施和能力建设长期滞后,保护地内部基础设施不完善;因没有独立的保护地管理机构,缺少专门管理人员,造成制度不全,难以适应当前保护地建设管理和生态保护重任。

#### 3.4 生态保护与发展的矛盾较大

保护地内人口流动、生产经营一方面可能对植被及野生资源产生影响,加大管理压力,尤其防火和保护动植物资源的保护;另一方面,对保护地的严格管理和限制发展,影响当地居民的生产、生活习惯,由于保护地补偿机制不完善,从而影响了居民的正常收入。尤其是自然保护区范围广、原住民多,大多处于老少边穷地区,压缩保护地内土地使用者的生活、经营渠道,影响正常生活,增加了脱贫难度。保护区内的村庄、自然村落,基础设施建设也均受到限制,村镇开发、建设落实难,发展受到影响,造成生态保护和民生发展的矛盾。

### 4 自然保护地整合优化对策

#### 4.1 坚持实事求是,应保尽保

在对现有自然保护地进行整合优化的过程中,特别是对同级自然保护地的整合优化,应根据保护发展沿革、资源价值特点及主体功能定位等实事求是地确定其属性。尽量保持现有自然保护地环境空间的完整性,避免自然保护地碎片化<sup>[6]</sup>。结合土地利用数据、国土调查数据和公益林数据等,对各个自然保护地的潜在适宜地块分布进行预测,使用空缺分析法即保护生物多样性的地理学方法寻找符合条件的地块,确定自然保护地保护目标的契合度,科学识别空缺保护地,弥补相应的空白与遗漏。同时调出与调入相结合,精准整合优化保护地的界限范围<sup>[7-9]</sup>。

#### 4.2 加大保护地边界优化力度,确保勘界立标工作的顺利开展

要以保护地的主要保护对象和主要功能要求为根



本点,以自然生态特征、自然地形、人为活动边界为优化的主要考虑因素,充分评估边界的合理性和对保护地主要保护对象的影响。确保保护地边界的完整性、确保主要保护对象全部在保护地范围、确保保护地边界清晰明了,为下一步的勘界立标打好良好基础。在整合优化过程中,要根据最新的国土数据、生态公益林数据,对行政界线以及遥感影像等数据进行逐一核对,在进行勘界立标工作时,需与生态红线衔接,根据实际情况按管理程序再行一次性纠正完善。最后更需及时编制自然保护地规划,依法依规促进自然保护地高质量建设<sup>[10]</sup>。

#### 4.3 解决历史遗留问题,完善保护地体系建设

通过调整优化自然保护地边界和功能分区,调出矛盾地块,可以重点解决自然保护地交叉重叠、错划漏划等历史遗留问题。还可以通过补偿、置换、征用等措施,协调自然保护地与群众用地之间的矛盾,统筹协调处理自然保护地的矛盾冲突。确保经过自然保护地整合优化后,明溪县能实现自然保护地总面积不减少、保护强度不降低,更加完善保护地体系建设。

#### 4.4 加强基础管理建设,提高保护地管理水平

加大对保护地建设的重视程度,建立专门管理机构,配备专门人员,建立保护地管理制度,专人管护,提高保护成效;加大政府对保护地基础设施建设的投入,对自然公园进行招商引资,吸引有能力的企业进行保护地内的旅游项目开发,发挥保护地生态环境优势,使更多人享受更好的生态产品。发挥保护地资源优势,积极开展监测、科研等活动,加强宣传、科普教育,让人们更加的敬畏历史、敬畏文化、敬畏生态,全面保护好自然保护地范围内的各类自然资源和历史文化遗产。

## 5 结语

对生态环境进行保护与建设的目的是科学有效地保护和生物多样性,主要通过建立各类自然保护地等方式实现<sup>[11]</sup>。自然保护地的整合优化应坚持问题导向、目标导向,坚持尊重历史、实事求是。通过调查摸底、实地调查,经与各部门沟通,整合优化各类自然保护地,合理调整保护地范围,可缓解明溪县自然保护地内存在的村庄、基本农田、自留山、成片人工商品林等影响原住民生产生活和经济发展的突出问题。整合优化后自然保护地空间布局、功能分区更加合理,保护对象更有针对性,保护边界更加清楚

明确。

对自然保护地整合优化还能有效防止保护地内生境遭受破坏,增加栖息地面积,提高栖息地质量,从而使区内野生动植物资源得到有效保护和繁衍,珍稀野生动植物种群数量不断增加。随着自然保护地管控越来越严格,使得保护地范围内的野生动植物种类和种群数量的增加、森林生态服务功能的增强,以及促进保护区周边地区的生态安全和经济进步等。随着自然保护地后续管理发展规划的实施,还可进一步提高公众的生态环境保护意识。

自然保护地种类多,发展时间长,社会影响大。所以进行自然保护地整合优化,是实现以国家公园为主体的自然保护地体系建设的关键一步。同时自然保护地整合优化,是一项依托于政策与技术的系统性、科学性、综合性和创新性的工作,也是建成以国家公园为主体的自然保护地体系的关键一步,虽力求解决自然保护地存在的问题,但不可能一次性解决所有问题,个别历史遗留问题仍需分类有序退出<sup>[12]</sup>。

自然保护地是一个“自然—社会—经济”的复合实体<sup>[13-14]</sup>,在对自然保护地的整合优化过程中,需协调好自然保护地资源环境保护与人类对资源开发利用的平衡关系;协调好自然保护地自然资源在满足自身运转的前提下与社会需求的关系,在保证自然保护地生态效益的前提下,充分发挥其社会效益与经济效益<sup>[15]</sup>。此次明溪县自然保护地整合优化,虽然只是预案,但全面优化了自然保护地空间分布格局,摸清了明溪县自然保护地家底,保证了明溪县自然保护地面积不减少,且不降低级别。同时也可有效缓解各类矛盾冲突问题、明确了各类自然保护地边界,可使自然保护地整体系统性更为完善,为后续完善整合优化方案与自然保护地勘界立标打下了基础,对于健全明溪县自然保护地体系建设,提升明溪县域内自然保护地现代化管理水平具有实际参考价值。

#### 参考文献:

- [1] 生态环境部. 2018年中国生态环境状况公报[R], 2019.
- [2] 张建亮,王智,徐网谷. 以国家公园为主体的自然保护地分类方案构想[J]. 南京林业大学学报:人文社会科学版, 2019(3): 57-69.
- [3] 余振国. 中国自然保护地体系构成研究[J]. 中国国土资源经济, 2019(4): 10-15.
- [4] 束晨阳. 论中国的国家公园与保护地体系建设问题[J]. 中国园林, 2016(7): 19-24.

- [5] 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 (12): 1342-1351.
- [6] 陈耀华, 焦梦菲. 我国自然保护地分类研究综述与思考 [J]. 规划师, 2020 (15): 5-12.
- [7] 冯达, 胡理乐, 陈建成. 基于生态价值评价的北京自然保护地保护空缺分析 [J]. 生态学杂志, 2020, 39 (12): 4233-4240.
- [8] 王勇, 余昌元, 杨东, 等. 云南省自然保护地保护空缺分析 [J]. 林业调查规划, 2018, 43 (4): 55-58, 62.
- [9] 王茜茜, 葛继稳, 李炜, 等. 湖北省自然保护地建设现状及空缺分析 [J]. 环境科学与技术, 2010, 33 (4): 190-195.
- [10] 马炜, 刘增力, 应国伟, 等. 自然保护地勘界立标要点分析 [J]. 林业资源管理, 2019 (5): 7-11, 144.
- [11] 解焱. 我国自然保护区与 IUCN 自然保护地分类管理体系的比较与借鉴 [J]. 世界环境, 2016 (5): 53-56.
- [12] 唐小平, 刘增力, 马炜. 我国自然保护地整合优化规则与路径研究 [J]. 林业资源管理, 2020 (1): 1-10.
- [13] 李高洁. 秦岭北麓西安段环山带社会—经济—自然复合生态系统协调发展研究 [D]. 西安: 西北大学, 2013.
- [14] 岳瑜素, 王宏伟, 江思慧, 等. 滩区自然—经济—社会协同的可持续发展模式 [J]. 水利学报, 2020, 51 (9): 1131-1137, 1148.
- [15] 吴舜泽, 黄德生, 刘智超, 等. 中国环境保护与经济发展关系的40年演变 [J]. 环境保护, 2018, 46 (20): 14-20.

(上接第24页)

- [10] 李冬梅. 天然异龄林资产评估研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
- [11] 廖世涛, 华伟平, 江希钿, 等. 天然异龄林林木资产择伐收益法评估 [J]. 森林与环境学报, 2018, 38 (2): 191-195.
- [12] 林进添. 天然异龄林资产评估收益现值法中择伐周期的改进 [J]. 西南林业大学学报, 2016, 36 (1): 84-90.
- [13] 华伟平, 池上评, 李晓伟, 等. 黄山松天然林收获模型及在择伐收益法中的应用 [J]. 福建林学院学报, 2014, 34 (3): 220-224.
- [14] 万道印, 李冬, 张金璞, 等. 天然混交林资产评估方法研究 [J]. 中国林业经济, 2014, 22 (1): 14-33.
- [15] 黄清麟. 天然阔叶用材林林木资产评估的若干问题探讨 [J]. 林业资源管理, 1995, 17 (6): 7-9.
- [16] 林进添, 郑德祥. 天然异龄林资产评估起测直径提高的可能性研究 [J]. 西南林业大学学报, 2015, 35 (6): 60-65.
- [17] 广东省林业厅. 粤林函 [2016] 448号关于印发广东省森林资源规划设计调查操作细则的通知 [S], 2016.
- [18] 国家林业局. LY/T 1646—2005 森林采伐作业规程 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [19] 余松柏, 魏安世, 何开伦. 森林资源档案数据更新模型和方法的探讨 [J]. 林业调查规划, 2004, 29 (4): 99-102.

(上接第32页)

- [11] 雷桂龙. 中国湿地资源: 西藏卷 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.
- [12] 杨柯. 基于GIS与RS的湿地景观格局分析研究 [D]. 西安: 长安大学, 2017.
- [13] 吴后建, 但新球, 舒勇. 湖南省湿地保护现状及对策和建议 [J]. 湿地科学, 2014, 12 (3): 349-355.
- [14] 黄江. 加强湿地保护区管理有效性的方法探究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2018.
- [15] 余涛. 我国湿地保护管理体制问题研究 [J]. 林业资源管理, 2017 (4): 7-12, 29.

(上接第47页)

- 36 (2): 72-80.
- [6] 董灵波, 刘兆刚. 森林健康评价及其多尺度转换方法 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2021, 45 (3): 206-216.
- [7] 姚小刚, 周长威, 钟灿辉, 等. 贵州宽阔水国家级自然保护区生态健康评价 [J]. 贵州科学, 2020, 38 (6): 81-88.
- [8] 邹远鸿. 连城森林健康评价 [J]. 林业勘察设计, 2020, 40 (4): 34-37.
- [9] 张艺洲. 北运河上游森林健康评价 [D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [10] 范建新. 大田县乔木林健康评价研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2020.
- [11] 董金茂, 崔一民. 基于层次分析法的森林健康状况评价研究 [J]. 林业调查规划, 2020, 45 (1): 15-18.
- [12] 段翔. 基于SOM神经网络的新化县森林健康评价 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2016.
- [13] 施明辉, 赵翠薇, 郭志华, 等. 基于SOM神经网络的白河林业局森林健康分等评价 [J]. 生态学杂志, 2011, 30 (6): 1295-1303.
- [14] 楚春晖, 余济云, 陈冬洋. 基于SOM神经网络的五指山市森林健康评价 [J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35 (10): 69-73.
- [15] 童建明, 马立荣. 城步苗族自治县森林健康评价 [J]. 中南林业调查规划, 2019, 38 (3): 38-42.

# 湖南省主要树种单木和林分生长率模型研建

曾明宇<sup>1</sup>, 刘紫薇<sup>1</sup>, 杜志<sup>1</sup>, 王金池<sup>1</sup>, 曾伟生<sup>2</sup>, 邹泽林<sup>1</sup>

(1. 国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014;

2. 国家林业和草原局林草调查规划院, 北京 100714)

**摘要:**以湖南省1999年、2004年、2009年和2014年4期的森林资源连续清查为基础, 利用大量、连续、系统的固定样地和样木数据, 根据胸径和生长率的一般分布规律, 选取常用的生长率回归方程作为基础模型式, 采用非线性回归估计方法, 构建了11个树种组的单木胸径生长率和材积生长率模型, 以及9个树种组的林分蓄积量生长率模型。结果表明: 各模型确定系数 $R^2$ 均在0.88以上, 单木生长率模型的总体相对误差和平均预估误差均在4%以内, 胸径生长率模型的平均预估误差大部分在10%以内; 林分蓄积量生长率模型的平均预估误差和总体相对误差基本在4%以内, 蓄积量生长率模型的平均预估误差在20%以内。各项指标表明, 拟合模型能满足精度要求, 具有较高的实用性, 可为湖南省森林资源年度更新和森林经营管理提供技术支持。

**关键词:**单木模型; 林分模型; 蓄积量生长率模型; 资源年度更新; 湖南省

中图分类号: S 757.2 文献标识码: A 文章编号: 1003-6075 (2023) 01-0056-06

DOI: 10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.012

## Developing Tree and Stand Level Growth Rate Models for Dominant Tree Species in Hunan Province

ZENG Mingyu<sup>1</sup>, LIU Ziwei<sup>1</sup>, DU Zhi<sup>1</sup>, WANG Jinchí<sup>1</sup>, ZENG Weisheng<sup>2</sup>, ZOU Zelin<sup>1</sup>

(1. Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, China;

2. Academy of Forestry Inventory and Planning, NFGA, Beijing 100714, China)

**Abstract:** Based on the large, continuous, systematic permanent plots measured in 1999, 2004, 2009, and 2014 in Hunan Province from the national forest resources inventory, selecting the common growth rate regression equation as base model, by nonlinear regression estimation method, tree-level DBH growth rate and volume growth rate model of 11 tree species groups, and stand-level volume growth rate model of 9 tree species groups were developed, according to the general distribution of DBH and growth rate. The results shows: for all models, the determination coefficient  $R^2$  is above 0.88; for tree-level growth rate model, the total relative errors (TRE) and mean prediction errors (MPE) are all less than 4%, and the MPE is mostly within 10% for DBH growth rate model; for stand-level volume growth rate model, the MPE and TRE of are most less than 4%, and the MPE are about 20% for volume growth rate model. Each indicator presents that the model developed in this study can meet accuracy requirements and has high practicability, which can provide technical basis for the annual update of forest resources and forest management in Hunan Province.

**Key words:** tree-level model; stand-level model; volume growth rate model; annual update of forest resources; Hunan Province

\* 收稿日期: 2023-02-09

作者简介: 曾明宇 (1977—), 男, 湖南益阳人, 主要从事森林资源调查, 及林业规划设计等工作。

森林生态系统在提供木材与丰富林产品的同时,发挥着调节碳平衡和维护气候系统等一系列生态功能。生态文明建设近些年来受到的关注度提升至前所未有的高度,生态林业对森林资源管理监测提出了更全面、更精细、时效性更强的信息需求<sup>[1-3]</sup>。森林资源调查监测为森林经营和生态保护提供着重要的数据支撑,森林覆盖率和森林蓄积量作为描述森林生态系统功能和生产力的重要参数,被纳入生态文明建设考核目标体系,要求进行年度评价和五年考核<sup>[4]</sup>。受制于资源监测手段的相对滞后性和森林生长的长周期性,在现有森林资源数据的基础上年度更新成为相对可行的途径,数学模型也成为数据更新的基础支撑<sup>[5-7]</sup>。

湖南省长期以来未系统建立与当地森林结构和林木生长过程相适应的生长率模型<sup>[8-9]</sup>,部分树种模型缺乏,已有的生长率模型陈旧,无法真实客观地反映林木生长规律,模型适用性差,给林业生产经营管理带来了诸多困难。国内已有的大部分生长率模型研究基本都利用解析木数据,采集费时费力且成本较高。充足的样本量是构建模型的重要因素,森林资源连续清查(简称“一类清查”)作为我国最具权威性和代表型的调查监测,多年来积累了大量的连续、系统的固定样地和样木资料,可为生长率模型的研建提供宝贵的数据支撑<sup>[10]</sup>。不少学者利用湖南省森林资源连续清查数据建立不同类型的生长收获模型<sup>[11-12]</sup>,多局限于单个或少数几个树种,未见针对大样本的多树种模型研究的报道,完整地、体系化的生长率模型建立能更好地为森林调查数据更新和森林资源管理提供重要支撑。

本研究利用湖南省第六次至第九次全国森林资源连续清查固定样地数据,分别建立单木胸径生长率模型、单木材积生长率模型和林分蓄积量生长率模型,

探索湖南省主要树种生长客观规律,填补湖南省主要树种生长率模型研建空白,以期为实现湖南树种模型的科学化、标准化、规范化打下坚实基础,为森林资源年度更新提供依据。

## 1 数据来源与处理

### 1.1 数据来源

湖南省森林资源连续清查体系建立于1979年,系统布设固定样地6 615个,样地均为正方形,面积666.67 m<sup>2</sup>,每5年开展一次调查,对样地内林木进行每木检尺,记录树种、胸径、方位角等样木信息,同时记录地类、平均胸径、平均年龄、平均高等样地信息<sup>[13]</sup>。本研究利用湖南省第六次(1999年)、第七次(2004年)、第八次(2009年)和第九次(2014年)森林资源连续清查数据,包括固定样地内样木的前后期胸径和材积数据,样地水平的前后期平均胸径、平均年龄及蓄积数据。为保证样本量充足,研究将4期前后期对比的动态数据合并为一套来建模,按单木和林分水平划分,并分树种组进行数据处理。

### 1.2 建模单元划分

为保证生长率模型的通用性,在满足精度要求的基础上,建模单元应尽可能涵盖主要优势树种。统计分析4期森林资源连续清查数据,根据湖南省主要树种的株数、蓄积和面积占比,兼顾树种或林分类型生长差异,将单木数据划分为杉木类、马尾松类、栎类、木荷、枫香、樟楠类、檫杨相类、其他松类、其他杉类、其他硬阔类、其他软阔类等11个建模单元;将林分数据划分为杉木类、马尾松类、栎类、其他硬阔类、其他软阔类、针叶混、阔叶混、针阔混等8个建模单元。单木和林分水平建模单元适用树种,详表1。

表1 单木和林分建模单元及适用树种

类别	建模单元	适用树种	
单木	杉木类	杉木 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )、黄杉 ( <i>Pseudotsuga sinensis</i> ) 等	
	马尾松类	马尾松 ( <i>Pinus massoniana</i> )、火炬松 ( <i>Pinus taeda</i> ) 等	
	栎类	苦槠 ( <i>Castanopsis sclerophylla</i> )、甜槠 ( <i>Castanopsis eyrei</i> )、青冈 ( <i>Cyclobalanopsis glauca</i> ) 等	
	木荷	木荷 ( <i>Schima superba</i> )	
	枫香	枫香树 ( <i>Liquidambar formosana</i> )	
	樟楠类	樟 ( <i>Cinnamomum camphora</i> )、山胡椒 ( <i>Lindera glauca</i> )、楠木 ( <i>Phoebe zhenan</i> ) 等	
	檫杨相类	檫木 ( <i>Sassafras tzumu</i> )、响叶杨 ( <i>Populus adenopoda</i> )、相思 ( <i>Acacia confusa</i> ) 等	

续表1 单木和林分建模单元及适用树种

类别	建模单元	适用树种
单木	其他松类	落叶松( <i>Larix gmelinii</i> )、加勒比松( <i>Pinus caribaea</i> )等
	其他杉类	柳杉( <i>Cryptomeria fortunei</i> )、水杉( <i>Metasequoia glyptostroboides</i> )、池杉( <i>Taxodium ascendens</i> )等
	其他硬阔类	黄杞( <i>Engelhardtia roxburghiana</i> )、木姜子( <i>Litsea pungens</i> )、栲( <i>Castanopsis fargesii</i> )等
	其他软阔类	合欢( <i>Albizia julibrissin</i> )、油桐( <i>Vernicia fordii</i> )、喜树( <i>Camptotheca acuminata</i> )等
林分	杉木类	杉木、黄杉等
	马尾松类	马尾松、湿地松( <i>Pinus elliotii</i> )等
	栎类	苦槠、青冈、锥栗( <i>Castanea henryi</i> )等
	其他硬阔类	樟、枫香树、白桦( <i>Betula platyphylla</i> )等
	其他软阔类	椴木、杨树( <i>Populus simonii</i> )、泡桐( <i>Paulownia fortunei</i> )等
	针叶混	针叶树种混交林
	阔叶混	阔叶树种混交林
	针阔混	针叶树种与阔叶树种混交林

### 1.3 数据处理

#### 1.3.1 单木数据处理

单木数据提取3个间隔期全部保留木数据,按树种组剔除胸径为空值的样木。由于单木数据量庞大,部分树种样木株数超过1万条,因此以0.1 cm 整化样木径阶,将前期胸径相同的单木数据进行合并,分别计算胸径与材积的前后期平均数。绘制散点图,进而以普雷斯勒式计算年均胸径和材积生长率,剔除胸径和材积生长量 $\leq 0$ 以及明显过大的样木<sup>[14-15]</sup>,剔除异常值后11个建模单元参与建模的数据共247 132条,各建模单元的样本量、胸径和材积的最大值如表2所示。

表2 单木数据基本情况

树种组	样木株数	胸径最大值/cm	材积最大值/m <sup>3</sup>
杉木类	109 369	50.3	2.117
马尾松类	53 450	77.0	4.649
栎类	22 748	75.1	4.245
木荷	4 137	75.0	4.232
枫香	5 423	70.3	3.683
樟楠类	6 486	79.5	4.779
椴杨相类	6 516	49.2	1.616
其他松类	756	39.6	0.930
其他杉类	2 995	41.8	1.067
其他硬阔类	17 473	94.0	6.591
其他软阔类	17 779	65.9	3.193

#### 1.3.2 林分数据预处理

考虑到样木进界生长量的影响因素较多,本研究

只考虑保留生长量及其相应的生长率,按树种组剔除平均年龄或平均胸径为负增长的样地和干扰过大的样地,及以进界生长为主的样地。以此为基础利用普雷斯勒式计算林分生长率。处理后参与建模的林分数据共3 063条,各建模单元的样本数量、平均胸径、平均年龄的均值和最大值,详见表3。

表3 林分数据基本情况

树种组	样本数	平均胸径/cm		平均年龄/a	
		平均值	最大值	平均值	最大值
杉木类	1 113	10.9	25.7	17	47
马尾松类	736	11.0	23.7	18	53
栎类	82	10.9	28.2	25	79
其他硬阔类	145	11.5	25.9	21	74
其他软阔类	70	10.9	18.3	10.8	28
针叶混	237	11.5	21.1	18	43
阔叶混	435	10.8	23.4	18.6	69
针阔混	245	10.9	18.7	16.7	42

## 2 研究方法

### 2.1 单木生长率模型

单木的胸径和材积与生长率密切相关,年龄也为重要的决定因子,但由于连续清查固定样地数据无单木年龄数据,因此本研究以单木胸径生长率、材积生长率作为建模的目标变量,以胸径为解释变量,建立一元胸径和材积生长率模型。根据胸径和生长率的一般分布规律,选取常用的生长率回归方程作为基础模型式,表达式如下<sup>[16-17]</sup>:

$$P = a \times D^b + \varepsilon \quad (1)$$

式中:  $P$  为胸径或材积生长率,  $D$  为林木胸径;  $a$ ,  $b$  为模型参数;  $\varepsilon$  为误差项, 假设其服从均值为 0 的正态分布。

## 2.2 林分生长率模型

以林分蓄积量生长率作为建模的目标变量, 林分平均胸径和平均年龄为解释变量, 建立二元蓄积量生长率模型, 模型基本表达式如下<sup>[18]</sup>:

$$P_v = a \times D^b \times A^c + \varepsilon \quad (2)$$

式中:  $P_v$ ,  $D$ ,  $A$  分别为蓄积量生长率、平均胸径、平均年龄;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  为模型参数;  $\varepsilon$  为误差项, 假设其服从均值为 0 的正态分布。

由于上述蓄积量生长率为相对数, 异方差性不明显, 因此采用普通最小二乘法, 进行非线性回归估计。

## 2.3 模型评价

采用确定系数 ( $R^2$ )、总体相对误差 ( $TRE$ )、平均预估误差 ( $MPE$ ) 和平均百分标准误差 ( $MPSE$ ) 4 项模型评价指标<sup>[19-22]</sup>, 综合评估模型效果:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (3)$$

$$TRE = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)}{\sum \hat{y}_i} \times 100 \quad (4)$$

$$MPE = t_\alpha \cdot \left( \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-p) / \bar{y}}} \right)$$

$$\sqrt{n} \times 100 \quad (5)$$

$$MPSE = \sum \left| (y_i - \hat{y}_i) / \hat{y}_i \right| / n \times 100 \quad (6)$$

式中:  $y_i$  为实际调查值,  $\hat{y}_i$  为模型预估值,  $\bar{y}$  为样本平均值,  $n$  为样本数,  $p$  为参数个数,  $t_\alpha$  为置信水平  $\alpha$  时的  $t$  值。林木和林分生长率模型的研究主要为了预测胸径或材积生长量, 因此, 为保证模型的有效性和可靠性, 模型评价指标不应针对生长率本身, 而是基于生长率预测的胸径或材积值<sup>[16]</sup>。模型评价因所建模型的特性不同而有所差异,  $R^2$  越接近于 1,  $TRE$ 、 $MPE$  和  $MPSE$  的值越接近于 0, 模型拟合效果越好。

传统建模方法通常采用独立交叉检验或适用性检验, 对模型进行检验评价, 但这一检验的必要性已受到不少学者的质疑<sup>[23-25]</sup>, 部分学者研究表明, 运用独立交叉检验的结果与全样本建模后采用式 (3) — (6) 进行评价的结果基本无差异<sup>[26]</sup>, 但工作量却大大增加。因此本研究采用全样本建模, 利用式 (3) — (6) 对拟合模型进行评价。

## 3 结果与分析

### 3.1 单木生长率模型

利用 11 个优势树种组的单木数据, 拟合一元胸径和材积生长率模型, 并计算模型评价指标 (表 4)。

表 4 单木胸径与材积生长率模型参数及评价指标

树种组	生长率	参数估计值		评价指标			
		$a$	$b$	$R^2$	$MPE/\%$	$MPSE/\%$	$TRE/\%$
杉木类	胸径	24.66	-0.829 6	0.884	0.07	11.63	0.40
	材积	72.82	-0.858 2	0.934	0.18	32.10	3.02
马尾松类	胸径	25.83	-0.774 8	0.925	0.1	10.95	0.63
	材积	70.08	-0.783 6	0.962	0.25	29.91	3.95
栎类	胸径	25.76	-0.937 6	0.957	0.14	10.10	0.33
	材积	61.84	-0.917 5	0.986	0.34	25.08	1.47
木荷	胸径	36.54	-1.019 0	0.954	0.32	10.16	0.52
	材积	83.28	-0.981 3	0.986	0.71	25.37	1.52
枫香	胸径	28.36	-0.813 8	0.937	0.33	11.82	0.66
	材积	66.40	-0.787 9	0.976	0.83	29.73	2.30
樟楠类	胸径	30.48	-0.829 0	0.908	0.35	13.84	0.80
	材积	73.57	-0.811 3	0.961	0.86	35.12	3.65
檫杨相类	胸径	20.18	-0.708 3	0.901	0.34	12.62	0.60
	材积	50.04	-0.697 5	0.933	0.86	32.20	3.40

续表4 单木胸径与材积生长率模型参数及评价指标

树种组	生长率	参数估计值		评价指标			
		<i>a</i>	<i>b</i>	$R^2$	<i>MPE</i> /%	<i>MPSE</i> /%	<i>TRE</i> /%
其他松类	胸径	57.89	-1.338 3	0.957	0.67	9.00	0.44
	材积	142.22	-1.306 5	0.978	1.70	24.25	3.26
其他杉类	胸径	29.83	-0.821 5	0.908	0.40	10.34	0.2
	材积	75.39	-0.802 5	0.937	1.05	29.05	3.02
其他硬阔类	胸径	24.96	-0.930 8	0.945	0.17	10.39	0.34
	材积	59.82	-0.909 5	0.984	0.41	25.72	1.74
其他软阔类	胸径	23.95	-0.784 1	0.909	0.20	12.28	0.57
	材积	57.95	-0.766 3	0.954	0.50	31.04	3.34

对于胸径生长率模型来说,除杉木外,其余10个树种组的模型 $R^2$ 均在0.90以上,最高的为其他松类,其 $R^2$ 高达0.957;所有胸径生长率模型的 $MPE$ 和 $TRE$ 均在1%以内, $MPSE$ 均在14%以内。

相对于胸径生长率模型来说;所有树种组材积生长率模型的 $R^2$ , $MPE$ , $TRE$ 和 $MPSE$ 均高于胸径生长率模型。所建材积生长率模型的 $R^2$ 均超过0.93,最高为栎类,最低为檫杨相类; $MPE$ 在0.25%~1.70%之间,且除其他松类外,其余树种组的 $MPE$ 均在1%以内; $TRE$ 在1.47%~3.95%之间, $MPSE$ 在24.25%~35.12%之间。从各项评价指标来看,所建胸径和材积生长率模型均具有较好的拟合效果,对不同树种组单木胸径和材积的预估精度较高。

### 3.2 林分生长率模型

利用8个优势树种组的林分水平蓄积数据,拟合二元林分蓄积生长率模型,并计算模型评价指标(表5)。从表5可知,除其他软阔类外,其余7个树种组的蓄积生长率模型的 $R^2$ 均在0.90以上,最高的为其他硬阔类,达到0.971; $MPE$ 大多小于4%; $TRE$ 在0.41%~2.67%之间; $MPSE$ 在15.58%~24.31%之间,仅有杉木和其他软阔类在20%以上。从模型拟合效果及预估精度来看,8个树种组中,其他软阔类的 $R^2$ 最低,但其它评价指标均最高,说明相对于其他树种组来说,其他软阔类的蓄积生长率模型的拟合效果相对较差,预估精度也相对较低,但其总体预估精度至少也能达到94%以上。因此,整体来看,各

表5 林分蓄积量生长率模型参数及评价指标

树种组	参数估计值			评价指标			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	$R^2$	<i>MPE</i> /%	<i>MPSE</i> /%	<i>TRE</i> /%
杉木类	297.63	-1.088 7	-0.281 2	0.916	1.08	20.33	2.17
马尾松类	229.12	-0.805 9	-0.400 4	0.940	1.05	16.56	2.08
栎类	221.41	-0.659 4	-0.572 0	0.947	3.34	15.58	0.41
其他硬阔类	261.23	-1.163 7	-0.228 1	0.971	2.17	18.5	0.43
其他软阔类	62.27	-0.450 0	-0.273 7	0.885	5.75	24.31	5.25
针叶混	336.59	-1.007 7	-0.385 8	0.947	1.89	19.42	2.67
阔叶混	181.26	-0.762 4	-0.460 8	0.956	1.34	16.48	0.97
针阔混	274.38	-1.035 0	-0.326 8	0.934	1.81	17.19	1.1

种组的蓄积生长率模型拟合效果均较好,预估精度也较高。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

本研究基于湖南省1999年、2004年、2009年

和2014年4期森林资源连续清查数据,构建了主要树种组的单木水平生长率和林分水平的生长率模型。各模型指标表现良好,除杉木外所有树种组单木模型的 $R^2$ 均高于0.90, $MPE$ 和 $TRE$ 都在4%以内,胸径生长率模型的 $MPSE$ 大部分在10%以内,材积生长率模型的 $MPSE$ 大部分在30%以内。所有

树种组林分模型  $R^2$  全都大于 0.88,  $MPE$  和  $TRE$  除其他软阔类以外均在 4% 以内,  $MPSE$  基本在 20% 以内, 运用这些模型预估单木胸径总体能达到 96% 以上的预估精度, 对于总体蓄积量的预测也能达到 96% 左右。

本研究基于大量的单木和林分数据, 建立了可靠的主要树种的单木和林分生长率模型, 预估精度高。基于建立的模型, 可为湖南省森林资源调查监测中数据的更新提供依据, 为国家—省—市—县—一体化出数提供模型基础, 助力森林资源目标责任制考核和碳达峰碳中和战略目标实现。

## 4.2 讨论

生长率是预测森林资源消长的重要因子, 也是评价林地生产力的重要指标, 各类生长模型系统的更新方法也都以生长率模型为基础。本研究利用湖南省大量的连续、系统性的一类清查固定样地数据建模, 单木生长率模型建模数据达 247 132 万条, 林分生长率模型建模数据达 3 063 组以上。为保证模型的准确性、可靠性和实用性, 样本涵盖各径级和各立地类型的样地和样木, 取样的代表性强, 构建的模型精度高, 具有广泛的应用价值, 所建模型能满足湖南省森林资源年度更新需要。

本研究通过一类清查数据建立生长率模型是一种简单有效的方法, 但值得注意的是, 由于单木数据缺少年龄信息, 研究只建立了胸径和材积一元模型, 后续森林资源调查监测中样地调查的采集, 可考虑将单木年龄因子纳入调查范围, 为单木模型的更新和改进奠定基础。采用此方法建立的生长率模型总体预估的精度高, 但在小班尺度的数据更新存在一定局限性, 个别树种的  $MPSE$  指标较低仍需改进。此外, 通过模型评价指标可以看出, 模型的  $TRE$  和  $MPE$  均为正值, 说明模型存在一定程度的低估, 不同阶段的林木的生长率可能存在差异, 受立地和经营条件的影响也不同, 因此后续可考虑分径阶构建多元生长率模型, 进一步提升模型精度。

## 参考文献:

[1] Liu ZW, Zhu Y, Wang J, et al. Species association of the dominant tree species in an old-growth forest and implications for enrichment planting for the restoration of natural degraded forest in subtropical China [J]. *Forests*, 2019, 10 (11): 957.

[2] 曾伟生. 全国森林资源年度出数方法探讨 [J]. *林业资源管理*, 2013 (1): 26-31.

[3] 尹少华, 王金龙, 张闻. 基于主体功能区的湖南生态文明建设评价与路径选择研究 [J]. *中南林业科技大学学报: 社会科学版*, 2017, 11 (5): 1-7.

[4] 曾伟生, 曹迎春, 陈新云, 等. 河北省主要树种单木和林分生长率模型研建 [J]. *林业资源管理*. 2020 (1): 30-37.

[5] 马丰丰, 贾黎明. 林分生长和收获模型研究进展 [J]. *世界林业研究*. 2008 (3): 21-27.

[6] 季碧勇, 陶吉兴, 张国江, 等. 林分生长率非线性混合模型的构建 [J]. *西南林业大学学报*. 2017, 37 (1): 149-158.

[7] 曾伟生, 陈新云, 杨学云. 内蒙古主要树种组立木胸径生长率模型研建 [J]. *林业资源管理*, 2018 (2): 38-42.

[8] 曾伟生. 利用连清资料编制材积生长率表 [J]. *中南林业调查规划*, 1992, 11 (4): 19-22.

[9] 曾伟生, 骆期邦. 二元材积生长率标准动态模型研究 [J]. *中南林业调查规划*, 1992, 11 (3): 1-6.

[10] 马炜, 陈丽聪, 王雪军, 等. 西藏主要天然林树种单木材积生长率模型 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2018, 38 (4): 40-45.

[11] 程光明. 杉木人工林材积生长率表编制的研究 [J]. *福建林业科技*, 2006, 33 (3): 56-59.

[12] 陈利, 王福生, 管远保, 等. 湖南省杉木材积生长率模型研究 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2015, 35 (11): 49-54.

[13] 李晖, 管远保. 湖南省森林资源与生态状况综合监测初步探讨 [J]. *林业资源管理*, 2007 (1): 29-33.

[14] 王玉学, 王志杰. 白桦胸径和材积生长率相关关系的研究 [J]. *河北林果研究*, 1997 (4): 29-33.

[15] 骆期邦, 曾伟生, 贺东北. 林业数表模型——理论、方法与实践 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2001.

[16] 曾伟生, 杨学云, 陈新云. 北京市主要树种单木和林分生长率模型研建 [J]. *中南林业调查规划*, 2022, 41 (1): 1-8.

[17] 吴恒, 胥辉. 基于单木和林分生长率模型的数据更新精度差异性分析 [J]. *四川农业大学学报*, 2022, 40 (6): 893-900.

[18] 刘雪惠, 王海龙, 温小荣, 等. 广西桂北马尾松不同起源单木和林分材积生长率模型研究 [J]. *林业资源管理*, 2016 (3): 54-60.

[19] 吕延杰, 杨华, 张青, 等. 云冷杉天然林林分空间结构对胸径生长量的影响 [J]. *北京林业大学学报*. 2017, 39 (9): 41-47.

[20] 曾伟生, 蒲莹, 杨学云. 再论全国森林资源年度出数方法 [J]. *林业资源管理*. 2015 (6): 10-15.

[21] 刘洋, 亢新刚, 郭艳荣, 等. 长白山主要树种空间分布特征对胸径生长量的影响 [J]. *东北林业大学学报*. 2013, 41 (11): 1-4.

[22] 马克西, 曾伟生, 李智华. 新疆云杉一体化立木生物量模型系统研建 [J]. *林业科学研究*. 2018, 31 (6): 105-113.

[23] Picard, Richard RR, Dennis. Cross-validation of regression (下转第 66 页)



**编者按：**石漠化是我国岩溶地区的首要生态问题，生态状况极其脆弱，是区域自然灾害之源、贫困落后之根、生态安全之患，然而其区域的生态区位却尤其重要，直接影响着长江、珠江两大流域的长治久安，甚至可制约区域经济社会可持续发展。根据国家林草局定期调查石漠化状况的部署，2022年底由国家林草局石漠化监测中心具体承担的岩溶地区第四次石漠化调查成果正式发布，为提升调查数据应用水平，实现调查成果共享，发挥调查成果绩效。为此，编辑部特约国家林草原局石漠化监测中心石漠化调查项目组，以岩溶地区多期石漠化调查成果数据为基础，以提升调查数据共享水平为宗旨，以服务石漠化综合治理为出发点，从石漠化调查技术发展历程及特点、石漠化土地现状及主要分布特征、石漠化土地动态变化及原因，以及石漠化防治形势及对策建议等4个方面开展调查研究，形成石漠化调查与防治系列论文，为科学推进石漠化综合治理、促进岩溶地区生态系统保护与修复、助力区域乡村振兴战略提供技术支撑。

## 我国岩溶地区第四次石漠化调查的主要技术特点探析

杨 宁, 吴协保, 宁小斌, 黄俊威, 刘 伟

(国家林业和草原局中南调查规划院, 长沙 410014)

**摘 要：**为保证石漠化调查工作高效、结果真实准确，调查技术方法需与时俱进，不断更新和完善。我国岩溶地区第四次石漠化调查在继承历次调查技术方法的基础上，结合自然资源调查监测新要求，在调查范围、调查底版及无人机应用等技术方面有重大突破，确立了调查的总体技术路线，从调查范围、技术标准、技术方法、技术手段、成果质量管控、成果内涵等方面总结了主要技术特点，并对今后我国石漠化调查技术主要发展方向进行了探讨。

**关键词：**岩溶地区；石漠化；调查；变化；技术特点

**中图分类号：**S 788；X 171.4 **文献标识码：**B **文章编号：**1003-6075 (2023) 01-0062-05

**DOI：**10.16166/j.cnki.cn43-1095.2023.01.013

## Analysis on Main Technical Characteristics of Fourth Survey of Rocky Desertification in Karst Regions of China

YANG Ning, WU Xiebao, NING Xiaobin, HUANG Junwei, LIU Wei

(Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA, Changsha 410014, Hunan, China)

\* 收稿日期：2023-02-21

基金项目：2022年国家重点研发计划“(2022YFF1300700)”；国家林业和草原局重点研发项目“岩溶地区碳储量及碳汇潜力评估技术研发与应用”(GLM [2021] 106号)

作者简介：杨宁(1969—)，男，湖南平江人，教授级高级工程师，主要从事森林资源与林业生态调查监测、林业工程咨询等工作。  
通信作者：吴协保(1972—)，男，湖南安化人，教授级高级工程师，主要从事石漠化调查监测与防治规划及林业生态咨询设计等工作。

**Abstract:** To ensure efficiency, the authenticity and accuracy of the survey results of rocky desertification, the survey techniques and methods need to keep up with the times, constantly update and improve. The technical methods of the fourth survey on rocky desertification in karst areas of China have made significant breakthroughs in the scope of investigation, survey base, and UAV application, combined with new requirements in investigation and monitoring on natural resources and based on previous surveys. The overall technical line of the investigation is clearly proposed, and the main technical features of the investigation are summarized from the aspects of the scope of investigation, technical standards, technical methods, technical means, quality control and the connotation of results. It also discusses main development directions on the rocky desertification investigation technology in the future in China.

**Key words:** karst areas; rocky desertification; investigation; change; technical characteristics

石漠化是我国岩溶地区首要生态问题,备受社会各界广泛关注。自2005年原国家林业局开展首次石漠化调查以来,历次石漠化调查监测都遵循以“3S”技术和地面调查相结合的总体技术路线<sup>[1-2]</sup>,既能充分发挥遥感影像在图斑区划方面的优势,又能积极促进广大林调队伍深入实地核实图斑边界与属性,充分保障石漠化调查成果质量。根据我国石漠化定期调查的总体部署,2021年国家林草局石漠化调查技术组与时俱进,紧跟我国生态调查监测技术发展与全国自然资源调查监测体系总体要求,对石漠化调查的技术路线、方法、手段与质量管控等方面不断改进与优化,确保优质高效完成第四次石漠化调查任务,为新时代石漠化综合治理与一体化生态保护与修复提供科学、精准的基础数据。

## 1 第四次石漠化调查的技术路线

### 1.1 调查技术主要突破点

第四次石漠化调查是首次在自然资源部指导下,由国家林草局组织实施的石漠化专项调查,在保持组织架构、调查内容、核心技术标准等方面与历次调查基本一致的情况下,在调查范围、技术路线、技术手段等方面有所突破与创新。

1) 优化调查范围,服务国家战略。依据石漠化定义及石漠化土地分布的实际情况,服务于全国“双重”工程规划布局,对原来确定的石漠化调查范围进行优化调整,确保调查范围更合理;围绕长江经济带、南方丘陵山地带、“双重”工程等国家重大发展战略,在毕节试验区、三峡库区、南水北调工程水源区等典型或国家重点关注区域,以及“双重”规划重点工程等开展专项调查研究,掌握石漠化土地现状与动态变化,调查成果更好服务于国家石漠化防治、生态保护与修复战略。

2) 适应调查形势,统一调查底版。第四次石漠化调查以第三次全国国土调查成果(以下简称国土三调)为基础,在石漠化数据融合、区划与调查中保证以国土三调图斑界线 and 地类为基准,全面采用国土三调行政界线、政区字典和分辨率优于2 m的最新高分遥感影像,确保石漠化专项调查以国土三调为调查底版,图斑界线与遥感影像更吻合,满足自然资源调查监测体系建设与发展的要求。

3) 运用先进技术,提升调查效率。全面应用空间拓扑自动检查、无人机、海量数据等调查监测的先进技术,率先研建图斑尖角、多部件、狭长面、细碎等空间拓扑检查与批量化修改功能的质检软件;在野外数据采集终端上安装具有无人机自动巡航、数据采集、自动传输与匹配图斑数据库等功能的数据采集软件;数据管理系统技术框架升级为B/S模式,基于大数据存储和管理技术,实现全国4千万数据的快速汇总、查询、展示质检和统计应用,降低工作强度,有效提升工作效率和数据管理水平。

### 1.2 总体技术路线

本次调查采用高分遥感区划判读与地面调查相结合的总体技术路线。具体调查流程详见图1。

1) 制作第四次石漠化调查区划底图。以国土三调图斑界线和地类为基准,利用带有地理信息系统(GIS)功能的计算机软件对第三次石漠化调查空间数据进行融合处理,对国土三调图斑转录第三次石漠化调查图斑属性,生成区划底图。

2) 制作外业调查底图。利用经过几何精校正和增强处理后的最新遥感(RS)影像数据,按照图斑区划条件,开展图斑区划与属性因子初步解译判读,生成外业调查底图。

3) 外业核实。利用带有全球导航卫星系统(GNSS)和调查底图的数据采集器,开展现地图斑界

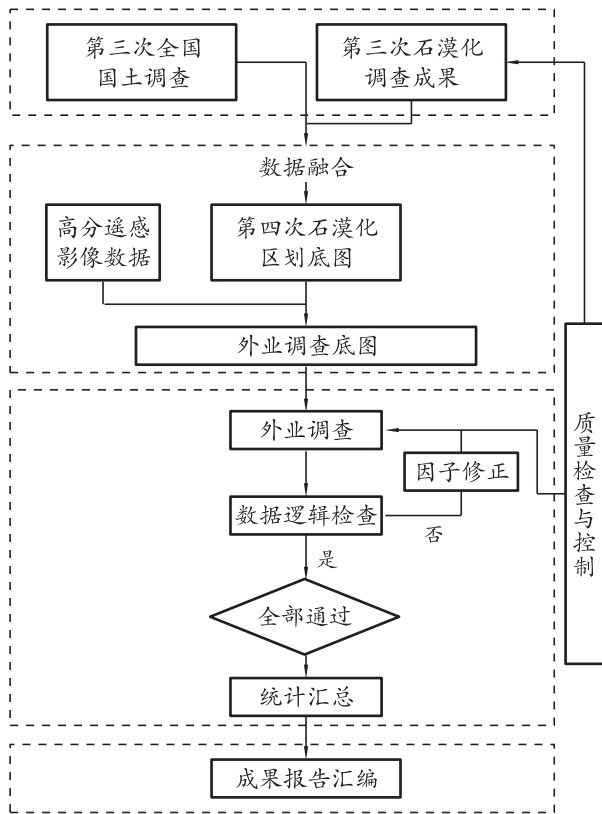


图1 岩溶地区第四次石漠化调查技术流程图

线修正、因子调查和照片采集。

4) 产出石漠化现状数据。将外业采集的数据资料导入带有地理信息系统功能的计算机软件进行检验与数据管理,统计汇总后获取第四期石漠化的面积、分布及其它方面的信息。

5) 动态变化分析。根据两期调查数据进行对比分析,掌握石漠化的动态变化情况。

## 2 第四次调查的主要技术特点

### 2.1 优化调整调查范围,调查数据更全面

在保持岩溶地区第三次石漠化调查范围的基础上,以石漠化定义为基本遵循,结合各省近期行政单位调整与岩溶石漠化土地实际发生情况,经省级林草主管部门申请,广泛调研与科学论证后确定第四次石漠化调查范围是以云贵高原为中心的岩溶地区,涉及江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州和云南等10个省份的508个县,较第三次调查范围新增2个省级单位和41个县级单位。

第四次石漠化调查新增的县级单位包括《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划

(2021—2035年)》中长江上中游和湘桂岩溶石漠化综合治理工程中的江西、广西、贵州和云南等4省份中未开展石漠化调查的19个县;以及河南省和云南省已开展了省级石漠化调查且面积相对集中的22个县,其中河南南阳岩溶石漠化区集中在我国南水北调水源地丹江口水库周边,生态区位及社会关注度高;依国土三调规范的县级政区字典名录,新增5个县级单位;同时剔除3个因连续多期无石漠化土地和潜在石漠化土地且为非“双重”规划县。第四次石漠化调查具体的范围和数量,详见表1。

表1 岩溶地区第四次石漠化调查范围表

省级单位	第三次调查县数	本期调查县数			
		合计	原县级单位数	“双重”工程县	省级调查县
江西		1		1	
河南		10			10
湖北	57	62	62		
湖南	83	84	84		
广东	21	21	21		
广西	77	78	77	1	
重庆	37	36	36		
四川	46	44	44		
贵州	79	84	78	6	
云南	65	88	65	11	12
合计	465	508	467	19	22

### 2.2 以国土三调成果为基础,统一调查底版

第四次石漠化调查是以国土三调为基础的石漠化土地专项调查,采用国土三调的行政界线与政区字典,以其图斑界线和地类为调查基准,在与第三次石漠化调查数据融合、图斑细化区划与现地核实中不允许国土三调图斑合并与边界调整;只允许在国土三调图斑范围内根据石漠化区划条件进行区划细化,并以国土三调图斑进行面积控制,与全国林草生态综合监测等专项调查监测保持底版的一致性,满足自然资源调查“一张底版”的新要求、新形势。

### 2.3 完善调查技术标准,适应调查监测发展要求

在保持石漠化状况与程度评价核心指标相对稳定的前提下,与国土三调、林草生态综合监测等技术指标体系相衔接,调查地类依据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(施行)》落实二级分类,而可能发生石漠化的林地、耕地等结合全国林

草生态综合监测技术规程落实三级地类,新增植被覆盖类型、治理程度等字段与指标,不断优化石漠化调查技术标准,满足自然资源调查监测发展要求。

#### 2.4 开展连续精准复位,保障动态变化可靠

第四次调查以融合了国土三调与第三次石漠化调查图斑边界,转录了第三次石漠化调查的图斑属性,保证两期调查动态比较的可比性;同时除继续采用移动终端现地采集图斑属性信息及拍摄照片外,对前期4万个GPS特征点采用野外数据采集系统实施连续多期精准复位,拍摄同一位置图斑典型石漠化现地照片与视频,直观体现石漠化动态变化信息,为多期图斑动态变化分析提供了重要支撑。

#### 2.5 改进调查技术手段,提升调查精度与效率

第四次调查全面采用2020年度国土变更调查分辨率优于2m的10—12月国产高分二号、资源三号、高分一号等高分辨率卫星影像数据2385景,根据石漠化调查特点,对遥感影像数据开展增强、拉伸、分发等处理,既能实现区划图斑界线与国土遥感影像更吻合,区划精度也更高,调查小班平均面积由第三次的11.80 hm<sup>2</sup>变为本期的1.15 hm<sup>2</sup>,同时又能节约调查资金。更新升级的野外调查数据采集系统,优化了空间定位、图形修改、属性编辑、照片采集等多项功能;广泛应用无人机在现地设立GPS特征点与地表信息采集,新增无人机自动巡航、数据采集与自动传输功能,实现拍摄点与照片显示点双定位功能、手机与平板接口兼容、无人机自动采集与传输信息等功能,提升了野外数据采集能力,同时也提高了调查精度与效率,减少了外业调查风险。

#### 2.6 强化调查信息化建设,提升数据管理水平

制订石漠化融合规则,率先研建石漠化融合软件,实现国土三调成果与第三次石漠化调查数据的融合与属性自动转录,提升数据融合效率。更新升级调查数据管理系统,技术框架升级为B/S模式,利用空间地理技术、海量数据管理等先进技术,实现对4400万个图斑与10万个特征点信息自动匹配管理;增加了图斑空间拓扑、露天、尖角、狭长面、细碎等空间拓扑逻辑检查与图形优化功能;基于大数据存储和管理技术,实现全国千万级数据的快速汇总、查询、展示质检和统计应用,直观展示以图斑为单元的多期石漠化土地现状及动态变化,实现了石漠化现状及动态变化信息的可视化演示,为连续长期调查提供支撑,提升调查信息管理水平。

#### 2.7 实施全过程质量管理,保障调查成果质量

自上而下建立了“三查一验”的调查成果检查验收制度,实施调查承担单位自查、省级林草行政主管部门抽查、局直属规划院质量检查和国家林业和草原局成果验收,并从调查队伍组织、工作责任落实、技术培训实施、技术指导检查和成果质量管理等环节严格控制,环环相扣,确保调查成果质量。除保持国家与省级调查队伍及骨干力量稳定,还补充了一些技术素质高、业务能力强、年富力强的技术人员,同时县级石漠化调查主要委托有资质的第三方专业调查机构承担,调查队伍可靠;局荒漠化防治司、局直属院、调查省份林草主管部门、技术支撑单位及调查队伍分工明确,责任到位,以现场与视频会议相结合的方式组织技术培训,先后在长沙、娄底、浏阳等地举办了调查技术规定、融合软件与移动端野外数据采集系统、信息管理系统、统计汇总及成果报告编制、中期交流、成果数据审查等6期培训,同时录制培训讲课视频下发到各调查单位,统一规范调查技术标准、方法与操作规范,并通过微信、QQ建立调查技术交流群,加强技术交流;省级与县市级技术培训超过200场,培训技术人员4000余名。

#### 2.8 强化科研合作,调查成果内容丰富

第四次调查除依托林业部门的技术力量,同时也发挥了相关科研院所的科技支撑作用,调查报告引入“典型生态脆弱地区”喀斯特峰丛洼地生态服务功能提升、石漠化综合治理效益评价等最新科研成果,对石漠化综合治理成效进行科学评价。同时依托中国科学院亚热带农业生态研究所、中国地质科学院岩溶地质研究所、北京林业大学、南京林业大学、中国林业科学研究等高校与科研院所,针对性开展石漠化治理示范区成效评估、岩溶碳汇、石漠化耕地质量评价、河流输沙量变化与石漠化演变相关性、石漠化区主要生态经济技术模式等专题调查与研究,为动态变化趋势与治理成效评价提供了支撑。调查成果不仅有技术规程要求的基于GIS系统的以小班为基础的石漠化空间数据及其属性数据调查数据库、数据统计表、专题图、公报、宣传画册等成果材料,还第一次组织录制了全国石漠化调查纪实视频及省级视频宣传材料,同时开发与升级了多个软件工具;依托全国石漠化防治科研队伍完成6项专题研究,并计划以调查成果为基础,出版我国首部石漠化调查画册,调查成果内容丰富多样。

### 3 重点发展方向

#### 3.1 吸纳现有调查监测成果, 构建石漠化大数据管理信息系统

石漠化调查是以国土调查为基础的专项调查, 应充分吸纳国土三调及历年国土变更调查成果、林草湿定期调查及全国林草生态综合监测技术标准、调查方法, 融合最新调查成果, 实现与各类调查监测成果数据共享与有机衔接; 结合林草相关调查监测数据, 开展岩溶生态系统景观格局、生态系统结构、质量与功能调查与评价等, 丰富石漠化调查内容, 摸清岩溶石漠化土地演变规律与机理, 构建岩溶石漠化大数据管理信息系统<sup>[3]</sup>, 全面融入林草感知生态系统平台, 更好服务于美丽中国与生态文明建设。

#### 3.2 应用先进技术手段, 提升调查精度与效率

进一步强化遥感、海量数据、云平台、人工智能、无人机等高新技术应用力度, 构建“空天地”一体化的石漠化调查体系。重点依托多期高分遥感影像与人工智能识别技术, 构建石漠化变化图斑自动识别模型, 自动获取石漠化变化图斑; 依托最新高分遥感影像, 构建石漠化图斑林草植被状况智能识别模型, 获取石漠化图斑林草植被盖度、植被覆盖类型, 自动更新图斑石漠化状况及程度; 强化无人机+激光雷达技术应用, 对地表基岩及林草植被进行立体三维展现, 提升调查精度与效率。

#### 3.3 开展治理成效监测, 科学评估石漠化治理成效

采用高分遥感判读、现地调查与定位监测等方式相结合开展石漠化综合治理工程成效监测与评价, 针

对工程区治理措施、立地条件等科学设置定位监测固定样地(线), 开展长期连续定位监测, 掌握各类治理措施实施前后效益状况, 结合林草生态综合监测等成果, 对工程治理成效及石漠化土地演变过程进行全面评估, 为工程措施优化调整与防治政策出台提供科学数据支撑, 丰富石漠化调查内涵。

#### 3.4 强化岩溶地区碳汇监测, 服务国家“双碳”战略

以石漠化调查及林草生态综合监测成果为基础, 结合定位监测数据及相关碳汇模型, 摸清岩溶地区植被碳库、土壤碳库与岩溶碳库底数, 掌握不同石漠化程度林地、园地、草地、耕地的碳密度和碳储量、其空间分布格局及岩溶作用强度分异规律, 揭示石漠化土地不同修复阶段固碳速率的时空变异特征, 查清岩溶地区碳汇潜力与增量<sup>[4]</sup>, 提出有效的岩溶区增汇技术, 增强西南岩溶区在实现国家“双碳”目标中的影响力。

#### 参考文献:

- [1] 李梦先, 但新球, 吴协保, 等. 第三次石漠化监测主要技术特点与存在问题分析 [J]. 中南林业调查规划, 2018, 37 (3): 67-70.
- [2] 秦张丹, 周丽芸. 基于遥感技术的石漠化调查研究 [J]. 国土资源导刊, 2021, 18 (3): 42-46.
- [3] 舒田, 熊康宁. 喀斯特石漠化大数据平台架构和技术初探 [J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2020, 38 (4): 18-25.
- [4] 马学威. 喀斯特石漠化地区高效特色林碳储量特征与碳汇林产业培育技术 [D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2020.

(上接第61页)

models [J]. Journal of the American Statistical Association, 1984, 79 (387): 575-583.

- [24] Kozak Antal, Kozak Robert. Does cross validation provide additional information in the evaluation of regression models? [J]. Canadian Journal of forest research, 2003, 33 (6): 976-987.

- [25] 曾伟生, 唐守正. 立木生物量方程的优度评价和精度分析 [J]. 林业科学, 2011, 47 (11): 106-113.

- [26] Forrester DI, Tachauer IHH, Annighefer P, et al. Generalized biomass and leaf area allometric equations for European tree species incorporating stand structure, tree age and climate [J]. Forest Ecology and Management, 2017, 396 (15): 160-175.

# 《中南林业调查规划》第九届编辑委员会

**主 编:** 周学武

**副 主 编:** 杨 宁 刘世好

**编 委:** (按姓氏笔画为序)

王 华	王本洋	王春俊	代华兵	向左甫	刘世好
刘扬晶	刘恩林	齐建文	孙 华	杜克兵	李 伟
李有志	李家湘	杨 宁	杨 帆	肖化顺	吴后建
佢袁勇	佟富春	余 志	张 慧	张志飞	陈毅青
林寿明	岳跃民	周学武	秦新生	徐基良	黄华国
董世魁	程 云	普布顿珠	曾伟生		

**编 辑:** 周湘红

**英文审校:** 张铁平

中南林业调查规划

Central South Forest Inventory and Planning

(季刊·公开发行)

(Quarterly, Public Distribution)

1982年创刊

Started in 1982

2023年2月 第42卷 第1期

Vol.42 No.1 Feb.2023

主管: 国家林业和草原局

**Supervised by:** National Forestry and Grassland Administration

主办: 国家林业和草原局中南调查规划院

**Sponsored by:** Central South Academy of Inventory and Planning of NFGA

出版: 《中南林业调查规划》编辑部

**Edited & Published by:** Editorial Department of Central South Forest Inventory and Planning

发行: 《中南林业调查规划》编辑部

**Address:** No.143 Xiangzhang Road East, Changsha, Hunan

地址: 长沙市雨花区香樟东路143号

**Postcode:** 410014

邮编: 410014

电话: (0731) 85679720

**Telephone:** (0731) 85679720

E-mail: ZLDF@chinajournal.net.cn

**E-mail:** ZLDF@ chinajournal.net.cn

3489481887@qq.com

3489481887@qq.com

印刷: 湖南敦昊彩色印务有限公司

**Printed by:** Hunan Dunhao Colour Printing Co.Ltd.

ISSN 1003-6075

CN 43-1095/S

国内定价: 7.50元