

中国科技核心期刊
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING



第43卷 第4期
Vol.43 No.4

2018 4

云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

林业调查规划

第43卷

第四期

Vol.43 No.4

二〇一八年八月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第43卷 第4期 (总第225期) 2018年8月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 43 No. 4 (Sum No. 225) Aug. 2018

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

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

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

委员 (按姓氏笔画排序)

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

Members:

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

《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 刘平书 许易琦 吕鹏程
杨焱熔 张林艳 张瑞君

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

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

英文责编 杨焱熔

English Editor in Charge: YANG Junrong

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号
云南省林业调查规划院

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

邮编 650051

Post Code: 650051

电话 0871-63318347; 63332538

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

Fax: 86-0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

Email: ynfip@vip.163.com

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

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

订购处 《林业调查规划》编辑部

Order place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

国际标准刊号 ISSN 1671-3168

ISSN 1671-3168

国内统一刊号 CN 53-1172/S

CN 53-1172/S

广告经营许可证号 5300004000093

Ad. Licence: 5300004000093

国内定价 20.00元

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

目 次 Contents

●森林经理 Forest Management

- 近 15 年中国省域森林碳储量时空演变分析 张明珠(1)
Spatio-Temporal Evolution of Forest Carbon Reserves in China in Recent 15 Years ZHANG Mingzhu(1)
云南省主要森林土壤有机碳密度估测的初步研究 秋新选 邓喜庆(7)
Estimation on Organic Carbon Density of Major Forest Soil Types in Yunnan Province
..... QIU Xinxuan, DENG Xiqing(7)
Google Earth 软件在航空护林工作中的应用研究 刘晓曦(10)
Application of Google Earth in Aerial Forest Fire Protection LIU Xiaoxi(10)
基于模糊模式识别的小班坡向算法 陈孝银 陈永刚 陈晨 陈振德 邹静 龚金琪(16)
Aspect Algorithm of Subcompartment Based on Fuzzy Pattern Recognition
..... CHEN Xiaoyin, CHEN Yonggang, CHEN Chen, CHEN Zhende, ZOU Jing, GONG Jinqi(16)
森林土壤碳储量研究综述 李敏(21)
Research Review of Forest Soil Carbon Reserves LI Min(21)

●研究与探索 Research and Explore

- 轿子山急尖长苞冷杉叶片和气孔特征随海拔梯度的变化研究
..... 岩旺 马玉春 苏源 施丹丽 赵昌佑 殷根深(25)
Variation of Leaf and Stomatal Features of *Abies georgei* var. *smithii* in Mt. Jiaozhi
..... YAN Wang, MA Yuchun, SU Yuan, SHI Danli, ZHAO Changyou, YIN GenShen(25)
南京地区苔藓植物种类调查及耐旱性能分析 严欢 施亚峰 韩正敏(30)
Species and Drought Resistance of Bryophyte in Nanjing YAN Huan, SHI Yafeng, HAN Zhengmin(30)
巍山县天然云南松种群数量动态分析 汤明华 余正才 李帅锋 刘娟(35)
Dynamic Analysis of Natural *Pinus yunnanensis* Population in Weishan County
..... TANG Minghua, YU Zhengcai, LI Shuaifeng, LIU Juan(35)
珍稀濒危树种格木更新障碍研究进展 韦菊玲 刘福妹 雷丽群 邓硕坤 农友 刘士玲(42)
Study on Natural Regeneration Barriers of Rare and Endangered Tree Species of *Erythrophleum fordii*
..... WEI Juling, LIU Fumei, LEI Liqun, DENG Shuokun, NONG You, LIU Shiling(42)
西双版纳地区野生亚洲象种群年龄结构及内禀增长力研究
..... 王巧燕 肖宇 杨子诚 宗春森 甘忠莉 杨鸿培(46)
Age Structure and Intrinsic Increase Rate of *Elephas maximus* Wild Population in Xishuangbanna
..... WANG Qiaoyan, XIAO Yu, YANG Zicheng, ZONG Chunmiao, GAN Zhongli, YANG Hongpei(46)
我国容器育苗中泥炭基质替代品的研究进展 李忠(51)
Research Progress on Alternatives of Peat Substrate in Container Seedling in China LI Zhong(51)

●自然保护区 Nature Reserve

- 云南省自然保护区保护空缺分析 王勇 余昌元 杨东 杨国伟 郑进炬 蔡文婧(55)

Study on Conservation Gap of Natural Reserves in Yunnan Province

..... WANG Yong, YU Changyuan, YANG Dong, YANG Guowei, ZHENG Jinxuan, CAI Wenjin(55)

轿子山国家级自然保护区社区共管研究..... 陈哲 杨美临 余昌元 温庆忠(59)

Research on Community Co-Management of Jiaozishan National Nature Reserve

..... CHEN Zhe, YANG Meilin, YU Changyuan, WEN Qingzhong(59)

广东康禾自然保护区哺乳动物资源调查..... 谢伟良(63)

Investigation of Mammal Resources in Kanghe Nature Reserve of Guangdong..... XIE Weiliang(63)

●森林保护 Forest Conservation

昆明市园林常见网蝽种类调查..... 燕迪 吴朝妍 杨翰 李巧(67)

Investigation of Common Tingidae Species in Gardens of Kunming

..... YAN Di, WU Chaoyan, YANG Han, LI Qiao(67)

红塔山自然保护区柏肤小蠹生物学特性及防治对策..... 黄桂英(71)

Biological Characteristics and Control Measures of *Phloeosinus aubei* in Hongtashan Nature Reserve

..... HUANG Guiying(71)

栗山天牛在辽宁省发生危害规律及防治对策研究..... 刘军(75)

Occurrence Regularity and Control Countermeasures of *Massicus raddei* in Liaoning Province..... LIU Jun(75)

●森林资源管理 Forest Resource Management

沾益区古树组成结构及保护对策研究..... 崔瑰芬 刘傲然 谢春平(78)

Species Composition and Protection Countermeasures of Ancient Trees in Zhanyi District

..... CUI Guifen, LIU Aoran, XIE Chunping(78)

格尔木市野生圣柳资源调查与评价..... 张更权(85)

Investigation and Evaluation of Wild *Tamarix chinensis* Resources in Golmud City of Qinghai Province

..... ZHANG Gengquan(85)

澜沧黄杉在迪庆州的分布现状与保护建议..... 孔维民 刘鹏程 马方莲 李敏敏(89)

Distribution Status and Protection Suggestions of *Pseudotsuga forrestii* in Deqen Tibetan Autonomous Prefecture

..... KONG Weimin, LIU Pengcheng, MA Fanglian, LI Minmin(89)

祥云县近 10 年森林资源空间变化分析..... 郑非(92)

Spatial-temporal Variation of Forest Resources in Recent 10 years in Xiangyun County..... ZHENG Fei(92)

●生态建设 Ecological Construction

聚焦气候变化大会,发挥森林生态系统功能..... 翁国盛 李冬妍 赵利群 徐可威(96)

Focusing on Climate Change Conference and Giving Play to the Function of Forest Ecosystem

..... WENG Guosheng, LI Dongyan, ZHAO Liqu, XU Kewei(96)

滇池流域老青山“五采区”生态修复设计研究..... 朱国飞 胡业清 隆海军 蔡芳 余丽华(99)

Design of Ecological Restoration in “Five Mining Areas” of Laoqingshan Mountain in Dianchi Lake Basin

..... ZHU Guofei, HU Yeqing, LONG Haijun, CAI Fang, SHE Lihua(99)

砚山县第三次石漠化监测治理成效及建议..... 陈忠(104)

Achievements and Suggestions of the Third Rocky Desertification Monitoring and Control in Yanshan County

..... CHEN Zhong(104)

●森林经营 Forest Operation

花生间作对杉木幼林地土壤理化特性的影响..... 景美清 陈怡 朱宁华 阳胜男 周原驰(109)

Effects of *Arachis hypogaea* Intercropping on Soil Physicochemical Properties in *Cunninghamia lanceolata* Young

Plantation..... JING Meiqing, CEHN Yi, ZHU Ninghua, YANG Shengnan, ZHOU Yuanchi(109)

- 不同栽培技术措施对核桃嫁接植株成活率及生长量的影响研究
 宋雪 秦秀兰 甘雨 高俊峰 李建民(114)
 Effects of Different Cultivation Techniques on Survival Rate and Growth of Walnut Grafting Seedling
 SONG Xue, QIN Xiulan, GAN Yu, GAO Junfeng, LI Jianmin(114)
- 近自然森林经营的先进模式——流域经营 王辉 穆蕾 丁万林(119)
 Watershed Management——Advanced Mode of Close-to-Nature Forest Management
 WANG Hui, MU Lei, DING Wanlin(119)
- 玉溪市核桃栽培区划研究初报 蒋志东 李文明 姚家平 普永生 陈娟(123)
 Preliminary Study on Cultivating Regionalization of Walnut in Yuxi City
 JIANG Zhidong, LI Wenming, YAO Jiaping, PU Yongsheng, CHEN Juan(123)
- 不同施肥种类及施肥量对林下种植白芨产量的影响试验
 蒋家顺 杨利华 贾平 唐红燕 李倩(129)
 Effects of Different Fertilization Treatments on the Yield of *Bletilla striata* under the Forest
 JIANG Jiashun, YANG Lihua, JIA Ping, TANG Hongyan, LI Qian(129)

●国家公园 National Park

- 高校旅游专业学生国家公园认知状况及其对游览意愿的影响 聂铭 王旭 杜靖川 邱守明(134)
 Effect of Cognition for National Parks on Travel Intention of Tourism Majors
 NIE Ming, WANG Xu, DU Jingchuan, QIU Shouming(134)
- 昆明捞渔河国家湿地公园规划构思 赵荟 刘永杰 敖明舒 陈颢 朱仕荣(139)
 Planning Concepts of Laoyu River National Wetland Park in Kunming
 ZHAO Hui, LIU Yongjie, AO Mingshu, CHEN Xie, ZHU Shirong(139)

●林业产业开发 Forestry Industry Development

- 基于灰色关联度分析的广东省林业产业结构研究 钟海智 陈富强 陈哲华 刘旭 钟玉玲(145)
 Forestry Industrial Structure in Guangdong Province Based on Grey Relational Analysis
 ZHONG Haizhi, CHEN Fuqiang, CHEN Zhehua, LIU Xu, ZHONG Yuling(145)
- 昌宁县核桃产业转型升级发展措施分析 王鹏 赵军 李梓勋(150)
 Transformation and Development Measures of Walnut Industry in Changning County
 WANG Peng, ZHAO Jun, LI Zixun(150)
- 易门县野生食用菌产业发展现状与对策 李艳华 吕玉华(154)
 Development Status and Countermeasures of Wild Edible Fungi Industry in Yimen County
 LI Yanhua, LV Yuhua(154)

●森林培育 Forest Cultivation

- 保水剂对新疆克拉玛依砾漠区 5 种荒漠植物生长和成活率的影响研究 王琴 张雪坤(157)
 Effect of Super Absorbent Polymers on Growth and Survival Rate of Eremophytes in Karamay Gravel Desert
 of Sinkiang WANG Qin, ZHANG Xuekun(157)
- 常绿莢蒾扦插生根试验初报 黄梓良 钱永平 林芳(160)
 Preliminary Study on Cutting Experiment of *Viburnum sempervirens*
 HUANG Ziliang, QIAN Yongping, LIN Fang(160)
- 闽楠杉木异龄林构建与林木生长状况研究 茅隆森(164)
 Construction and Growth Status of Mixed Uneven-aged Plantation of *Phoebe bournei* and *Cunninghamia lanceolata*
 MAO Longsen(164)
- 野扇花大田扦插生产试验报告 彭丽芬 方晨臣 李新贵 丁章超 黎媛(169)
 Production Test on Field Cutting of *Sarcococca ruscifolia*
 PENG Lifen, FANG Chenchen, LI Xingui, DING Zhangchao, LI Yuan(169)

● 苗木培育 Seedling Cultivation

- 土壤水肥作用对胡杨幼苗生长特性的影响 吕慧 张楠 王健铭 王文娟 雷善清(172)
Effect of Soil Water and Fertilizer on the Growth Characteristics of *Populus euphratica* Seedling
..... LV Hui, ZHANG Nan, WANG Jianming, WANG Wenjuan, LEI ShanQing(172)
- 不同育苗基质对多依果苗木生长的影响研究 徐玉梅 唐红燕 陈文解 刘际梅(179)
Effects of Different Substrates on the Growth of *Docynia delavayi* Seedlings
..... XU Yumei, TANG Hongyan, CHEN Wenjie, LIU Jimei(179)

● 论坛 Forum

- 玉溪市“十二五”林业双增目标实现率分析及对策 陈桂芬(182)
Achievements and Countermeasures of Double Increments in Forestry in the 12th Five-Year Plan of Yuxi
..... CHEN Guifen(182)
- 昭通市农村能源利用现状及消耗结构研究 白祖云(186)
Utilization Status and Consumption Structure of Rural Energy in Zhaotong City BAI Zuyun(186)
- 基于硬质景观元素的现代观光农业园设计研究 高建学 李宏熙(190)
Design of Modern Sightseeing Agricultural Garden Based on Hard Landscape Elements
..... GAO Jianxue, LI Hongxi(190)

● 园林 Urban Landscape

- 花海景观分类与植物种类选择 童爱明 黄进 陈小涛(194)
Classification of Flower Ocean Landscape and Selection of Plant Species
..... TONG Aiming, HUANG Jin, CHEN Xiaotao(194)
- 以重森三玲作品为例浅析日本园林设计的传承与融合 王婷 张建林(198)
Analysis for the Inheritance and Integration of Japanese Garden Design Based on the Works of Mirei Shigemori
..... WANG Ting, ZHANG Jianlin(198)

● 生物多样性 Biological Diversity

- 舞钢市野生木本植物多样性调查分析 李伟 王巧玲 万少侠 葛岩红 李继东(202)
Biodiversity of Wild Woody Plants in Wugang City
..... LI Wei, WANG Qiaoling, WAN Shaoxia, GE Yanhong, LI Jidong(202)
- 西双版纳坝区独生古树附生兰科植物多样性研究 余东莉 杨正斌 宋志勇(207)
Species Diversity of Epiphytic Orchids on the Isolated Ancient Trees in Lowland Areas of Xishuangbanna
..... YU Dongli, YANG Zhengbin, SONG Zhiyong(207)
- 甘南草原风光 窦延玲摄(封面)
Scenery of Grassland in Gannan County Photographed by Dou Yanlin(Front cover)
- 凤凰山自然保护区自然生境 许易琦摄(封底)
Habitat of Phoenix Mountain Nature Reserve Photographed by XU Yiqi(Back cover)
- 《林业调查规划》编委会名单 (封二)
- 《林业调查规划》征稿简则 (封三)

(本期责任编辑:许易琦,刘平书,张林艳,杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.001

近 15 年中国省域森林碳储量时空演变分析

张明珠

(河海大学地理信息科学与工程研究所,江苏 南京 211100)

摘要:以我国大陆 31 个省(市、自治区)为对象,基于 1999—2013 年间 3 次的全国森林资源清查数据,采用森林蓄积量扩展法定量评估森林碳储量,并结合空间探索性数据分析方法(Exploratory Spatial Data Analysis, ESDA),研究其时空变化特征及空间自相关性。结果表明,我国的森林碳储量存在较大的区域差异。碳储量较高的省区分布在中国西部、西南和东北区域,而东部和中部区域碳储量总体较低;较高的省区如内蒙古、黑龙江、福建、云南等地同时具有较快的增长速度,区域性差异日趋凸显。

关键词:森林碳储量;森林蓄积量扩展法;探索性空间数据分析;时空演变;空间自相关性

中图分类号:S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0001-06

Spatio-Temporal Evolution of Forest Carbon Reserves in China in Recent 15 Years

ZHANG Mingzhu

(College of Earth Science and Engineering, Hehai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: The volume expansion method was utilized to evaluate the forest carbon reserves of 31 provinces (cities, autonomous regions) based on the data of three forest inventories from 1999 to 2013. The exploratory spatial data analysis method was used to investigate the spatio-temporal evolution and the spatial autocorrelation of forest carbon reserves. The results showed that the forest carbon reserves were significant difference in regions. The larger reserves were basically located in the western, southwestern and northeastern regions of China while the reserves of the eastern and central regions were less. The provinces of larger reserves like Inner Mongolia, Heilongjiang, Fujian and Yunnan had a relatively fast increase rate in forest carbon reserves, which made the regional difference increasingly prominent.

Key words: forest carbon reserves; volume expansion method; exploratory spatial data analysis; spatio-temporal evolution; spatial autocorrelation

森林作为陆地生态系统的主体,在消耗、吸收、固定、储存 CO₂ 方面比其他陆地生态系统有更高效的作用^[1],在减缓全球气候变化中也发挥着重大作用,对许多脆弱生态系统中的水土保持做出了贡献。碳库即碳的储存库,通常包括地上生物量、地下生物

量、枯落物、枯死木和土壤有机质碳库。森林碳汇指森林植物吸收大气中的二氧化碳并将其固定在植被或土壤中,从而减少该气体在大气中的浓度的一种过程、活动或者机制^[2]。森林作为重要的碳汇及碳库,其植被碳储量占全球植被的 77%、森林土壤碳

收稿日期:2018-03-19.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41201394).

作者简介:张明珠(1994-),女,安徽六安人,硕士。从事空间分析与建模、城市环境与城市生态研究。Email:orientzhu_911@163.com

储量约占全球土壤的 39 %^[3]。

国际上对于森林碳汇问题研究大约起步于 20 世纪 60 年代中后期。全球性陆地森林生态系统碳汇研究从国际科联 (ICUS) 执行国际生物学计划 (IBP) 开始。随后,于 1972 年由联合国教科文组织开展的人与生物圈计划 (MAB) 的执行使得 IBP 计划得到发展和延续。20 世纪 90 年代末期,随着《京都议定书》的出台和签署,标志着森林碳汇编制进入议定书规定的清洁发展机制 (CDM),碳汇的经济、贸易等一系列问题也逐渐引起国际社会的关注。

我国在这方面的研究大致始于 20 世纪 70 年代后期,虽然起步较晚,但众多学者迅速开展了大量研究,并取得了众多成果。自 1993 年起,我国一些学者便开始从地球气候系统碳素循环^[4]、全球生态学^[5]、土地利用变化和温室气体净排放与陆地生态系统^[6]、全球气候变化^[7]等多种角度研究了森林碳汇对全球碳循环、全球气候变化的作用与影响。

1996 年,康惠宁、马钦彦等^[8]首先根据森林资源的生长量和消耗量计算森林的净碳固定量,并结合资源消长状况和未来变化趋势,对中国森林固碳现状和潜力进行了估计和预测,得出扩大森林碳汇是减缓 CO₂ 排放的有效措施的结论。2011 年,马晓哲、王铮^[9]根据第六次全国森林资源清查资料,运用 CO₂FIX 模型,对中国各省市自治区的森林碳汇量进行估计,提出对全国的无林地实施新造林面积 5.73×10⁷ hm² 的假设,并在此基础上估算其碳汇潜力。2013 年,张颖、周雪等^[10]基于最新的森林资源清查数据,首先采用蓄积量转换法计算出森林碳储

量,然后运用国民经济核算 (SNA) 的方法,对 2003—2008 年的森林碳汇进行了核算研究。2014 年,贾松伟^[11]基于河南省第六次 (2003 年) 和第七次 (2008 年) 森林资源清查数据,对河南省乔木林的碳储量及其碳汇经济价值进行了估算。2017 年,罗小锋、薛龙飞等^[12]以我国大陆 31 个省 (市、自治区) 的林业碳汇为研究对象,采用森林蓄积量扩展法测算了 2013 年我国各省 (市、自治区) 林业碳汇经济总产值并进行排序,采用 DEA 模型,从碳汇投入产出角度对其经济效益进行了分析和评价。

以我国大陆 31 个省 (市、自治区) 为对象,采用森林蓄积量扩展法,构建 1999—2013 年全国范围长时间序列的森林碳储量变化数据。在此基础上,利用探索性空间数据分析方法对其时空变化特征进行研究。

1 全国森林资源总体态势

截至 2013 年,我国已完成了连续 8 次的全国森林资源清查工作。森林资源清查通常采用抽样调查与 GIS、RS、GPS 等现代信息技术相结合的方法,以省 (市、区) 为单位,对森林面积 (森林覆盖率)、土地利用类型变化、生物量、森林蓄积、森林健康状况等一系列内容进行调查。在此基础上,通过对调查数据进行统计、分析,对区域森林资源现状及变化做出评价,并对森林资源发展趋势进行预测,从而为林业科学决策提供丰富的信息和可靠的依据。是各次全国森林资源清查部分成果的统计 (表 1)。

表 1 8 次全国森林资源清查部分统计数据

Tab. 1 Partial data of the seventh national forest inventory

次序及年份	林业用地面积/ 10 ⁴ hm ²	森林面积/ 10 ⁴ hm ²	人工林面积/ 10 ⁴ hm ²	森林覆盖率/ %	活立木总蓄积量/ 10 ⁴ m ³	森林蓄积量/ 10 ⁴ m ³
第一次 1973—1976)	25760.00	12200.00		12.70		865600.00
第二次 (1977—1981)	26713.02	11500.00		12.00		902800.00
第三次 (1984—1988)	26742.89	12500.00		12.98		914100.00
第四次 (1989—1993)	26288.85	13400.00		13.92		1013700.00
第五次 (1994—1998)	26329.47	15894.09	4708.95	16.55	1248786.39	1126659.14
第六次 (1999—2003)	28492.56	17490.92	5364.99	18.21	1361810.00	1245584.58
第七次 (2004—2008)	30590.41	19545.22	6168.84	20.36	1491268.19	1372080.36
第八次 (2009—2013)	31259.00	20768.73	6933.38	21.63	1643280.62	1513729.72

注:数据来源于《全国森林资源统计》

从表 1 可以看出,我国森林资源呈现出数量持 续增加、质量稳步提升、效能不断增强的良好态势。

1973—2013年,全国森林面积由 $1.22 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 增长到 $2.08 \times 10^8 \text{ hm}^2$,增加了70.49%,全国森林覆盖率由12.70%上升到21.63%,增加了8.93%。但是1977—1981年的第二次清查结果表明,森林面积比第一次减少了 $7.00 \times 10^6 \text{ hm}^2$,相对应地,其森林覆盖率比第一次减少了0.70%。活立木蓄积量是指在一定区域内的土地上包括森林、疏林、散生木等全部树木蓄积的总和。1973—2013年,森林蓄积量由 $8.66 \times 10^9 \text{ m}^3$ 增加到 $1.51 \times 10^{10} \text{ m}^3$,增加了74.36%。同时可以看到,全国的人工林面积也在稳步增加,从第五次调查的 $4.71 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 到第八次清查统计的 $6.93 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 。事实上,我国森林覆盖率远低于全球31%的平均水平,人均森林面积仅为世界人均水平的1/4,人均森林蓄积只有世界人均水平的1/7,仍然是一个森林资源总量相对不足、生态环境脆弱的国家^[13]。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

研究涉及的基础地理信息数据来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>);统计数据主要来源于中国林业数据库中的《森林资源连续清查数据》(第六次、第七次、第八次)和《中国统计年鉴》(2000—2014年)。包括林业用地面积、森林面积、人工林面积、森林覆盖率、活立木总蓄积量、森林蓄积量等。

2.2 研究方法

以1999—2013年间的3次全国森林资源清查数据为基础,研究森林碳储量的时空变化,主要包含2个步骤:1)采用森林蓄积量扩展法,构建1999—2013年全国范围长时间序列的森林碳储量变化数据,定量分析森林生态系统碳储量的分布和变化情况。2)在第一步的基础上,利用探索性空间数据分析(Exploratory Spatial Data Analysis, ESDA)方法对全国范围内森林碳储量的空间分布格局进行研究。

2.2.1 森林碳储量计算方法

在森林碳储量的计量方面,国内外学者做了大量研究,并提出了包括生物量法(包括平均生物量法、生物量转换因子和生物量转换因子连续函数法)、蓄积量法、生物量清单法、箱式法和凋度相关法等多种方法。由于通常只考虑地表以上的部分,对地下进行实地取样,测量的困难性以及不确定性使得生物量法和蓄积量法等虽然简单明了,也增加了其不准确性;凋度相关法等虽可以实现持续测量,

但由于设备仪器价格高昂、操作步骤及方法复杂、观测周期长,导致该方法在应用上成本代价过高。本研究采用由郝婷婷、李顺龙(2006)^[14]提出的基于生物量转换因子法的森林蓄积量扩展法对森林总碳储量进行估计。在该方法的计算过程中,森林碳储量包括林木生物量固碳量、林下植物固碳量以及林地固碳量3个部分,如下式所示:

$$C = (1 + \alpha + \beta) \times (V \times \delta \times \rho \times \gamma) \quad (1)$$

式中: V 为森林活立木蓄积量; δ 为蓄积扩大系数,即将活立木蓄积量转换为生物蓄积量的转换系数; ρ 为容积密度,即将森林生物量蓄积转换成生物干重的系数; γ 为含碳率,即将生物干重转换成固碳量的系数; α 为林下植物碳转换系数; β 为林地碳转换系数。

这里各转换系数的取值参考联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change,简称IPCC)规定的默认取值。蓄积扩大系数 δ 一般取1.90,容积密度即干重系数 ρ 一般取 $0.45 \sim 0.50 \text{ t/m}^3$,本研究取 0.5 t/m^3 ,含碳率 γ 一般取0.5^[15],林下植物碳转换系数 α 默认为0.195,林地碳转换系数 β 默认为1.244。

综上所述,森林碳储量的核算公式为:

$$C = 2.439 \times (1.9 \times 0.5 \times 0.5 \times V) \quad (2)$$

2.2.2 探索性空间数据分析方法

探索性数据分析是由美国学者Tukey于19世纪60年代提出的面向数据分析的新技术^[15],该方法以分析某个区域特定属性或某种现象在空间分布上的关联性为核心。这种空间关联性通常从空间自相关的全局和局部2个方面进行分析。

1) 全局自相关

全局空间相关是从整体角度描述一个区域内的某种属性值的空间关联与空间差异程度,一般采用Moran's I指数表征。Moran's I指数计算公式为:

$$I = \frac{N}{S_0} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W(i,j) (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (3)$$

式中: n 为研究对象的数目; X_i 为第 i 个行政单元森林碳储量的核算值; \bar{X} 为 X_i 的平均值; $W(i,j)$ 为研究对象 i 与 j 之间的空间权重矩阵。区域 i 与 j 相邻,则 $W_{ij} = 1$,否则 $W_{ij} = 0$ 。Moran's I取值范围为 $[-1, 1]$ 。在给定置信水平时,当Moran's I为正值时,表明存在正相关关系;当Moran's I为负值时,表明存在负相关关系;当Moran's I等于0时,表明不存

在空间自相关关系。研究采用 999 次蒙特卡洛模拟方法检验 Moran's I 是否显著。海南虽然在地理位置上属于独立的岛屿,不与任何一个行政区域具有空间上的邻接关系,但考虑到其与广东特殊的地理位置和历史上的隶属关系,设定其与广东相连。所以这里采用 Rook 标准,运用由 Anselin^[17]设计的 GeoDA 软件定义空间临近关系并建立空间权重矩阵 W 。

2) 局部自相关

局部自相关分析用来识别不同空间位置上空间相关模式的细微差别,一般采用 LISA 指数表征。本研究通过将 LISA 显著性水平与 Moran 散点图结合,

分析研究碳储量局部空间自相关特征。LISA 指数计算公式为:

$$I_i = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2} \sum_j^n W(i,j) (X_j - \bar{X}) \quad (4)$$

3 结果与分析

3.1 森林碳储量时空分布分析

基于第六次、第七次、第八次全国森林资源清查数据,采用森林蓄积量扩展法估算得到 31 个省(市、自治区)森林碳储量的统计图(图 1)。

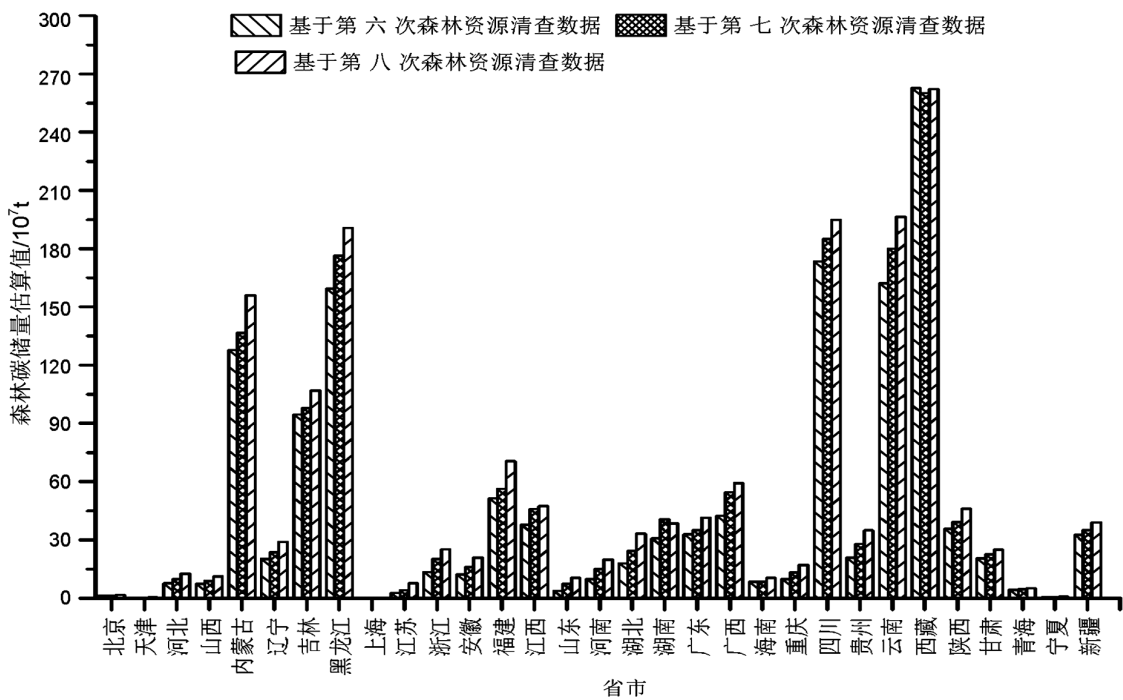


图 1 3 次全国森林资源清查间森林碳储量估算

Fig. 1 Estimation on forest carbon reserves of three forest inventories

由图 1 可以看出,我国的森林碳储量存在较大的区域性差异。森林碳汇较高的省区基本分布在中国西部、西南和东北区域,而东部和中部区域碳汇总体较低。华中地区整体呈现出趋于良好态势,河北、河南、湖南、湖北、山东等省区森林碳储量从第六次清查核算结果的 1-10 等级,上升为第八次的 10-30 等级。天津、江苏、上海等地区虽有一定增长,但还是低于其周围省区。

根据第八次的清查结果,内蒙古、吉林、黑龙江、四川、云南、西藏等地区达到 1.00×10^9 t 以上,北京、天津、上海、宁夏等地则不到 1.00×10^7 t。特别是西藏地区,虽然 3 次清查结果显示其森林覆盖率为

11.31%、11.90%、11.98%,不仅低于全国总体水平,且与其他省份相比也相差较大,但是由于其拥有较高的森林面积(3 次清查结果分别为 1.39×10^7 hm^2 、 1.46×10^7 hm^2 、 1.47×10^7 hm^2)、林木密度、树干与总生物量的比例等因素,使得其森林碳储量居全国第一。森林碳储量较丰富的省区具有较快的增长速度,使得全国森林碳储量区域差异日趋凸显。

3.2 森林碳储量空间相关性分析

3.2.1 Moran's I 指数计算结果

对全国 31 个省(市、自治区)的 3 个时期(1999—2003 年、2004—2008 年、2009—2013 年)森林碳储量数据进行 Moran's I 指数计算(表 2)。结

果表明,3 个时期的 Moran's I 值和 P 值均大于 0, 得出全国省域森林碳储量存在全局空间正相关性的结论。在正态分布的假设上,Moran 指数检验结果高度显著,说明全国省域森林碳储量的分布呈现出一定的空间集聚现象,即森林碳储量丰富的区域相互毗邻,森林碳储量较少的区域相互毗邻。而且随着时间变化,这种集聚趋势有一定的增强。

表 2 3 次全国分省区森林碳汇的 Moran's I 指数及其检验
Tab. 2 Moran's I and related test of forest carbon reserves of three forest inventories in each province

	<i>I</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
第六次	0.305	3.011	0.000
第七次	0.317	3.280	0.000
第八次	0.318	3.176	0.000

注:表中 *I* 表示 Moran's I 指数的计算结果;*Z* 即 *Z* 得分 (*Z* scores), 表示标准差的倍数,当 *Z* 值为正值时,表示数据聚集,反之,表示数据离散;*P* 值 (*P*-Value, Probability) 代表的是概率,反映所观测到的空间模式是由某一随机过程创建而成的概率大小。

3.2.2 LISA 聚类分析

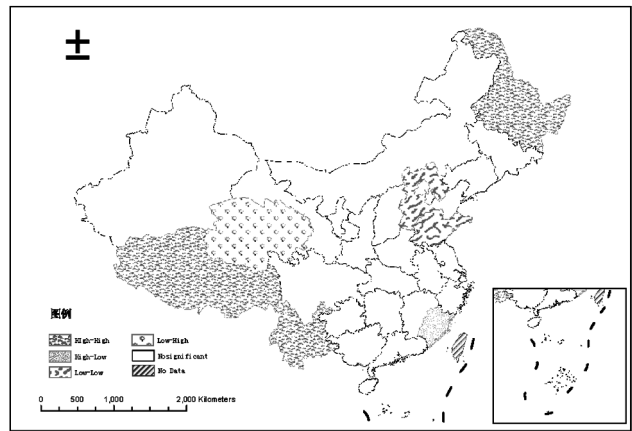
利用 GeoDA 1.6.7 版本软件基于前面 3 个时期的森林碳储量估算数据,将 LISA 显著性水平与 Moran 散点图结合生成 LISA 聚类地图(图 2)。

高高类型主要集中在西藏、云南、黑龙江地区,低低和低高类型的城市集中在河北、山东、青海地区,这揭示了我国森林碳储量的空间分布差异:西南、东北地区森林碳储量丰富,华中地区森林碳储量较少。结果反映了我国森林碳储量存在着空间自相联系,碳储量相近的省区高度集聚。

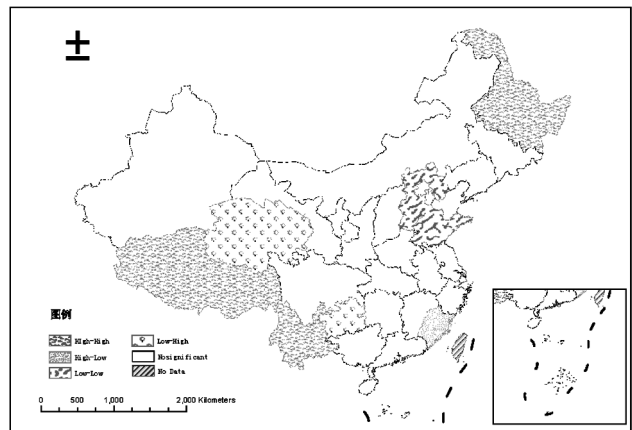
3 次清查结果均表明黑龙江、云南、西藏为高高类型,这主要是由于这些省区森林面积大(第八次清查结果分别为 $1.96 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 、 $1.91 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 、 $1.45 \times 10^5 \text{ hm}^2$)。低低类型区在第六、七次清查结果中一致,均为华中地区的河北、山东,而第八次清查结果显示低低类型为长江三角洲地区的江苏省。华中地区的河北、山东、北京、天津、河南等省区森林碳储量整体较低。随着我国林业生态红线的严格落实,造林工程投入的增加、宜林地造林绿化工程的扎实推进、集体林权制度改革的深化等一系列增加森林总量、提高森林质量、增强森林功能和应对气候变化能力的相关政策、机制积极稳妥地推进,我国大部分省区森林面积得到较为明显的增加,其中以内蒙

图 2 LISA 聚类图

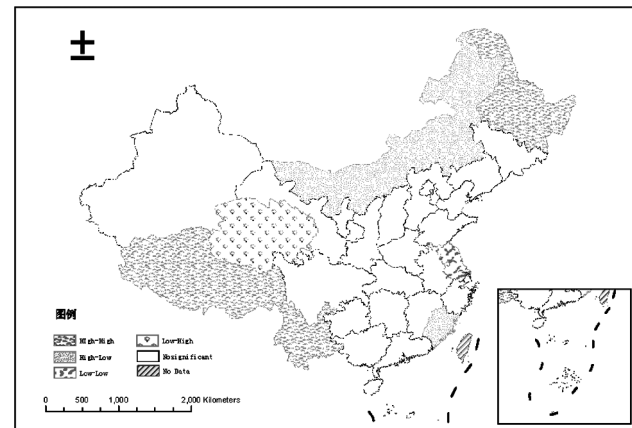
Fig. 2 LISA cluster graph



(a) 第六次森林资源清查期间
(a) during the sixth National Forest Inventory



(b) 第七次森林资源清查期间
(b) during the seventh National Forest Inventory



(c) 第八次森林资源清查期间
(c) during the eighth National Forest Inventory

古、华中部分省区最为明显。在第七次清查中,贵州、福建虽然分别为低高地区、高低地区,但华南、西南地区森林碳汇量总体水平较全国平均水平高,这主要是由于该区气候湿润,降雨量丰富,多山地、丘陵,适宜灌木、乔木生长,植被固碳能力强。相反地,青海省在 3 次清查中均为低高类型。

4 讨论

通过对 3 个时期森林碳储量进行估算及分析,结果表明,我国森林资源进入了数量增长、质量提升的稳步发展时期。与第六次清查结果相比,森林面积增加了 $3.28 \times 10^7 \text{ hm}^2$,森林覆盖率增加了 3.42 个百分点,达到 21.63%。森林蓄积量达到 $1.51 \times 10^{10} \text{ hm}^3$,增加了 21.52%。森林碳储量总体上虽保持增长趋势,但存在较大的区域差异,中国西部、西南和东北区域均较高,而东部沿海及华中地区均较低。Moran's I 指数由第六次森林资源清查时的 0.305 上升为第八次的 0.318。

随着经济的快速发展,城市化进程的不断推进,城镇建设用地不断扩大,耕地、草地、林地等生态用地的面积和质量受到不同程度的侵占、破坏。特别是我国东部地区,森林碳储量较低的同时,还存在着能源消耗量大、碳排放总量与强度大等问题。西部地区地域辽阔,人口密度小,自然环境受人为改造和破坏的程度低,森林碳汇潜力大,碳储量总体较高,但该地区森林覆盖率和单位面积森林蓄积量距全国平均水平仍有较大差异。西南地区因其独特的气候、地形和地貌条件,植被生长茂盛,且林地面积占比大,使该区域森林碳储量丰富且不断增加。另外,对于大多省份来说,活立木在森林生态系统的碳储存中占很大比重。而浙江、安徽等省的活立木碳含量比重较小,森林以新造林为主,活立木的碳含量受轮伐的影响又较大,造成这些省份森林碳储量较低。

我国森林碳储量的地区差异日趋明显,这对一个地区、一个国家的林业经济乃至总体经济的发展都是非常不利的。因此,各地区在丰富森林碳储量、提高森林碳汇经济价值的政策制定上要从经济、生态、社会 3 方面效益综合考虑,通过增加森林面积、加强森林经营管理、巩固现有森林资源面积、积极造林、控制采伐等措施,为我国碳汇经济的发展提供保障,并促进森林资源的可持续发展。

全球气候变化是 21 世纪人类面临的最重大的生态和环境问题。近年来,中国的环境问题虽得到改善,但仍不容乐观。森林作为陆地生态系统的主体、全球陆地最大的储碳库,其碳储量的变化是判定森林是大气 CO_2 “源”或“汇”的重要依据^[18]。在碳汇市场日益活跃的国际环境下,我国政府已充分认识到其在应对气候变化,促进经济、社会和环境的可持续发展中的功能和作用,并于 2009 年制定了“大

力增加森林碳汇,争取到 2020 年森林面积比 2005 年增加 $4.00 \times 10^7 \text{ hm}^2$,森林蓄积量比 2005 年增加 $1.30 \times 10^9 \text{ m}^3$ ”的“双增长”目标^[19]。

本研究对森林碳储量的估算较为粗略,并未对研究区进行分植被类型统计。事实上,不同森林类型、龄组、来源的森林碳储量还存在很大的差异,有待今后作更详细具体的研究。

参考文献:

- [1] 涂慧萍,陈世清,陈建群. 对森林碳汇及试点的思考[J]. 林业资源管理,2004(6):18-21.
- [2] 中国林业网 [EB/OL]. <http://lyth.forestry.gov.cn/>
- [3] 黄丽媛,陈钦. 中国森林碳汇研究综述[C]// 中国林业学术论坛·第 6 辑,2009.
- [4] 贺庆棠. 森林对地气系统碳素循环的影响[J]. 北京林业大学学报,1993(3):132-137.
- [5] 方精云. 全球生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [6] 李克让. 土地利用变化和温室气体净排放与陆地生态系统碳循环[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [7] 李怒云,高均凯. 全球气候变化谈判中我国林业的立场及对策建议[J]. 林业经济,2003(5):12-13.
- [8] 康惠宁,马钦彦,袁嘉祖. 中国森林 C 汇功能基本估计[J]. 应用生态学报,1996,7(3):230-234.
- [9] 马晓哲,王铮. 中国分省区森林碳汇量的一个估计[J]. 科学通报,2011,56(6):433-439.
- [10] 张颖,周雪,覃庆锋,等. 中国森林碳汇价值核算研究[J]. 北京林业大学学报,2013,35(6):124-131.
- [11] 贾松伟. 河南省乔木林碳储量动态变化及其碳汇经济价值估算[J]. 河南农业科学,2014,43(5):149-153.
- [12] 罗小锋,薛龙飞,李兆亮. 林业碳汇经济效益评价及区域协调性分析[J]. 统计与决策,2017(2):121-125.
- [13] 国家林业局. 第八次全国森林资源清查结果[J]. 林业资源管理,2014(1):1-2.
- [14] 郝婷婷,李顺龙. 黑龙江省森林碳汇潜力分析[J]. 林业经济问题,2006,26(6):519-522.
- [15] 赵林,殷鸣放,陈晓非,等. 森林碳汇研究的计量方法及研究现状综述[J]. 西北林学院学报,2008,23(1):59-63.
- [16] DAVIDCH, FREDERICK M, JOHN W T. 探索性数据分析[M]. 北京:中国统计出版社,1998.
- [17] GRIFFITH D A. Spatial Econometrics: Methods and Models[J]. Economic Geography, 1988, 65(2):160.
- [18] 于贵瑞. 全球变化与陆地生态系统碳循环和碳蓄积[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [19] 国家林业局. 中国森林可持续经营国家报告[M]. 北京:中国林业出版社,2013.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.002

云南省主要森林土壤有机碳密度估测的初步研究

秋新选 邓喜庆

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:根据全国林业碳汇计量监测体系建设 2012 年云南省试点项目及云南省第四次森林资源规划设计调查采集的 169 个森林土壤剖面资料,采用土壤类型法,对云南省 9 个主要森林土壤类型的有机碳密度进行研究分析。结果表明:不同土壤类型的土壤有机碳密度差异较大,从高到低依次为黄棕壤、棕壤、黄壤、暗棕壤、石灰土、红壤、赤红壤、砖红壤、紫色土,除紫色土与暗棕壤发生倒退变化外,排序与有机质含量一致。从纵向上比较,高海拔地区的林下土壤有机碳密度较高;从横向上比较,云南森林土壤有机碳密度除暗棕壤外,其余均高于全国水平。

关键词:森林土壤;有机碳密度;土壤类型;土壤容重;有机质含量;云南省

中图分类号:S714.5;S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0007-03

Estimation on Organic Carbon Density of Major Forest Soil Types in Yunnan Province

QIU Xinxuan, DENG Xiqing

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

Abstract: Based on the data of 169 forest soil profiles collected from pilot project of forestry carbon sequestration monitoring system in 2012 and the fourth forest resources inventory and planning in Yunnan, the organic carbon densities of 9 major forest soil types were studied and analyzed by soil type method. The results showed that the organic carbon densities of different soil types varied greatly, sorting from high to low by yellow brown soil, brown soil, yellow soil, dark brown soil, limestone soils, red soil, lateritic red earths, humid-thermo ferralitic and purplish soil, which was consistent with the sequence of organic matter content except the retrograde change of purplish soil and dark brown soil. In terms of vertical comparison, the soil organic carbon density was higher in high altitude area while in terms of horizontal comparison, the soil organic carbon density in Yunnan forest was over the national level except for the dark brown soil.

Key words: forest soil; organic carbon density; soil types; soil bulk density; organic content; Yunnan Province

收稿日期:2018-03-24.

基金项目:全国林业碳汇计量监测体系建设 2012 年云南省试点项目(项目编号:20130112);云南省第四次森林资源规划设计调查“森林土壤专业调查项目”(项目编号:00000000038-47);第九次全国森林资源清查“云南省森林资源清查项目”(项目编号:000001Z00017)

作者简介:秋新选(1963-),男,陕西永寿人,高级工程师.主要从事森林土壤、林业调查规划设计、森林经营、林业碳汇等方面的工作. Email:qiuxinxuan@163.com

通信作者:邓喜庆(1968-),男,湖南娄底人.主要从事林业调查规划、林业“3S”技术研究与应用等工作. Email:denxiqing@163.com

森林土壤碳库是陆地生态系统中最大的碳库。土壤碳库的变化对大气中 CO₂ 的影响较大,土地利用会引起土壤 CO₂ 释放,是影响全球气候变化的重要因素之一。调查研究土壤碳储量对于全面评估森林生态系统的碳储量和碳汇功能,科学认识森林的功能价值具有重要意义。土壤有机碳密度则是估算土壤碳库的重要参数,因此,开展森林土壤有机碳密度研究是估算土壤碳库储量的基础研究工作,作用十分重大。云南省森林资源十分丰富,森林面积、蓄积大,森林覆盖率达 59.30%,具有树木种类复杂、森林类型多样的特点。森林土壤类型多样,涉及 6 个土纲、13 个亚纲,有 17 个土类和 35 个亚类。由于云南地形复杂多变,森林植被丰富多样,要对云南省森林土壤碳库进行估算,就要对森林土壤做大量的调查研究。本文选择云南省分布较多的 9 个森林土壤类型,2012—2016 年,通过对 169 个土壤剖面的调查,分析整理了砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、紫色土和石灰土的土壤有机碳密度,为云南省森林土壤碳储量的估算提供研究成果。

1 研究区概况

云南省位于北纬 21°08′~29°15′,东经 97°31′~106°11′,属于低纬度高原。地势西北高东南低。境内最高海拔 6 740 m,最低海拔仅 76.4 m,海拔相直达 6 664 m。气候有北热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带和寒温带等 7 个类型。由于特殊的地理环境,植物组成成分复杂,热、温、寒三带的植物均有分布,主要有热带雨林、季风常绿阔叶林、暖热性针叶林、半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林、湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、湿润常绿阔叶林、亚高山温凉性和寒温性针叶林以及高山灌丛、草甸等。云南是我国四大林区之一,林地面积 28 06.37 万 hm²,其中,森林面积 2 273.56 万 hm²,活立木总蓄积量 19.13 亿 m³,森林蓄积 19.95 亿 m³,森林覆盖率 59.30%。地形地貌复杂,成土母质多样,气候、植被的立体分布特征明显,直接影响着森林土壤的发育形成;全省森林土壤有砖红壤、赤红壤、燥红土、红壤、黄壤、褐土、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、棕色针叶土、亚高山草甸土、高山寒漠土、紫色土、石灰土、新积土、火山灰土、沼泽土等 17 个土类,35 个亚类。

2 材料与方法

2.1 数据来源

本研究数据来源:1) 全国林业碳汇计量监测体

系建设 2012 年云南省试点项目。云南省林业调查规划院作为技术支撑单位,承担了全省林业碳汇计量监测体系建设工作,采集了 82 个土壤剖面调查资料。2) 2016 年云南省第四次森林资源规划设计调查,开展了对云南省的主要森林类型及其森林土壤的专项调查工作,进行了 87 个土壤剖面调查。土壤剖面调查资料包括各层次土层厚度、有机碳含量、容重及粒径大于 2 mm 砾石含量等数据。

2.2 研究方法

2.2.1 土壤容重

测定剖面各土层每个重复的土壤容重,计算平均值作为各土层土壤容重。土壤容重为各层土壤容重的加权平均。计算公式为:

$$D = (D_i \cdot E_i \sum_{i=1}^n) / E_i \sum_{i=1}^n$$

式中, D 为土壤容重, D_i 为 i 土层的土壤容重, E_i 为 i 土层的土壤厚度。

2.2.2 土壤有机质

土壤有机质为各层土壤有机质的加权平均。计算公式为:

$$C = (C_i \cdot \sum_{i=1}^n D_i \cdot E_i) / E_i \cdot \sum_{i=1}^n D$$

式中, C 为土壤有机质, C_i 为 i 土层的土壤有机质, D_i 为 i 土层的土壤容重, E_i 为 i 土层的土壤厚度, D 为土壤容重。

2.2.3 土壤有机碳密度

土壤有机碳密度是指单位面积一定深度的土层中有机碳 (SOC, kg/m²) 的贮量。利用各剖面各土层土壤有机质含量和容重计算样地土壤有机碳密度。基于样地各土层土壤容重、厚度、有机质含量调查数据,计算公式为:

$$SOC = 0.58 \cdot C \cdot D \cdot E \cdot \frac{(1-G)}{100}$$

式中: C 为土壤有机质含量 (g/kg), D 为土壤容重 (g/cm³), E 为土壤厚度 (cm), G 为直径 ≥ 2 mm 的石砾所占体积百分比 (%)。

土壤类型的土壤碳密度计算,是先计算土壤剖面的土壤碳密度,再把各土类剖面的土壤碳密度进行整合计算平均值,形成该土类的土壤碳密度。

目前,国内外研究土壤有机碳密度时大多数采用 1 m 的深度为参照进行计算,便于结果之间相互比较。本研究也采用 1 m 深度为参照标准。但云南森林土壤基本都发育于山地,土层厚度变化大,因此,剖面深度不足 1 m 时用实际深度进行估算,而实际深度到 1 m 之间均以 0 计;超过 1 m 的剖面,按照

1 m 深度计算,对于个别剖面实际深度超过 1 m,但采样深度未到 1 m 时,将延伸至 1 m 深度计算。

3 结果与分析

3.1 土壤有机质含量和土壤容重

从云南省 9 个土壤类型的有机质含量和容重结果分析(表 1),有机质含量由高到低依次为黄棕壤、棕壤、暗棕壤、黄壤、石灰土、红壤、紫色土、赤红壤、砖红壤,变幅为 16.12~47.68 g/kg。有机质含量比较高的前 3 位为黄棕壤、棕壤、暗棕壤,主要分布在海拔 2 000 m 以上的高寒山区,因气温低、无霜期

短,导致土温低,腐殖质层厚,一般肥力状况最为良好,土壤生产力高。虽然土层较薄,但土壤质量较轻,容重小,结构良好、温度适中,保水、保肥能力强。而土壤有机质含量较低的后 2 位土壤为砖红壤、赤红壤,主要分布在滇南、滇西南的热带、亚热带地区,气候高温多雨,植被繁茂,土壤内微生物种类多、数量大、繁殖快,土壤的物质生物循环过程十分明显,虽然产量高、积累多,但分解也快,有机质分解速度比生物积累的速度快。虽然土层深厚,但往往土体粘重、板结、结构差、冲刷现象严重(与森林破坏有关),表土层薄,养分流失多、保水、保肥能力差。

表 1 云南省主要土壤类型有机质含量及土壤容重

Tab. 1 Bulk density and organic content of major soil types in Yunnan

土壤类型	土壤容重/(g·cm ⁻³)					土壤有机质/(g·kg ⁻¹)					有机碳密度/(kg·m ⁻²)					全国碳密度*
	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差	
砖红壤	7	1.05	1.41	1.25	0.12	11	7.91	29.45	16.11	6.67	11	4.54	19.65	11.06	4.58	9.23
赤红壤	11	0.87	1.45	1.27	0.18	25	5.61	39.93	17.61	8.55	25	0.00	27.14	11.42	6.11	9.15
红壤	13	0.69	1.62	1.16	0.25	31	3.28	76.87	26.82	15.46	31	0.00	45.42	14.40	9.20	9.58
黄壤	9	0.66	1.68	1.06	0.28	14	10.03	81.76	38.06	21.50	14	0.00	33.14	17.24	9.31	10.51
黄棕壤	11	0.73	1.49	1.06	0.25	29	10.44	126.43	47.68	25.35	29	0.00	66.25	22.69	13.87	13.12
棕壤	7	0.85	1.41	1.09	0.18	16	11.81	90.66	45.75	25.28	16	0.00	46.69	19.73	15.06	12.81
暗棕壤	8	0.94	1.29	1.05	0.11	16	20.03	102.14	40.78	20.85	16	0.00	49.62	16.43	11.63	18.76
石灰土	8	0.83	1.45	1.11	0.24	9	15.17	60.46	35.10	14.87	9	0.00	22.79	13.80	6.67	13.05
紫色土	9	1.17	1.63	1.39	0.14	18	6.92	39.66	18.62	9.10	18	0.00	24.93	10.55	6.57	5.54

注:全国土壤有机碳密度数据引用《基于 1:100 万土壤数据库的中国土壤有机碳密度及储量研究》。

3.2 森林土壤有机碳密度

统计结果(图 1)表明,不同土壤类型的土壤有机碳密度差异较大,变幅为 10.55~22.69 kg/m²,其中,黄棕壤的平均有机碳密度最高,为 23.51 kg/m²,由高到低依次为黄棕壤、棕壤、黄壤、暗棕壤、石灰土、红壤、赤红壤、砖红壤、紫色土,最低是紫色土,为 10.93 kg/m²。各土类的有机碳密度基本上与有机质含量的排序一致,只有紫色土和暗棕壤的排序发生了倒退变化,主要是与土壤中的石砾含量、容重大小等关系较大。

不同土类有机碳密度的差异,主要是由于不同土壤类型分布的湿度、水分、森林植被等地理环境,造成了有机质分解与生物积累的不同。如赤红壤、砖红壤分布地区,气候高温多雨,植被繁茂,土壤内微生物种类多、数量大、繁殖快,土壤的物质生物循环过程十分明显,虽然产量高、积累多,但分解也快。

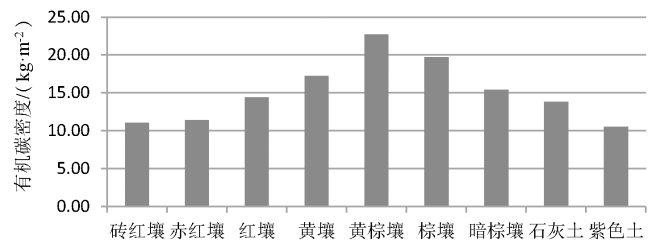


图 1 土壤有机碳密度

Fig. 1 Organic carbon density of soil

加之该地区由于光热条件好,生物资源丰富,居住人口多,人为活动频繁,开发利用早,以及不合理的利用方式,加速了腐殖质的分解。热带森林都有大量的枯枝落叶残体堆集于土壤表面,有机质主要从表土进入,土壤腐殖质含量以表层较多,向下层急剧减少,一旦森林遭到破坏或不合理的采伐利用,土

(下转第 15 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.003

Google Earth 软件在航空护林工作中的应用研究

刘晓曦

(国家林业局南方航空护林总站总调度室,云南 昆明 650000)

摘要:采用地形图和 GPS 进行巡护导航和火场位置确定的传统航空护林工作存在着识图导航难度大,工作强度大,飞行观察员对护区林情火情的侦查时间相对较少等弊端。探究 Google Earth 软件在航空护林工作中的应用,旨在把飞行观察员从定位、导航中解放出来,把更多的时间用在林情火情侦查中,提高航空护林效率。文中阐述 Google Earth 软件在航空护林中找寻目的地,获取 3D 地形,获取地标,添加注释,地标收藏,测量长度、周长、面积等功能。并探究 Google Earth 软件在航空护林工作中的几种模拟应用,包括航线规划与制作,火场确定与火场周边地形预览,按规定航线导航,火场势态图制作,建立护区林火信息数据库等。

关键词:航空护林;Google Earth 软件;航线规划;火场确定;导航;火场势态图;林火信息

中图分类号:S762.6 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0010-06

Application of Google Earth in Aerial Forest Fire Protection

LIU Xiaoxi

(Southern Aerial Forest Fire Protection Station, State Forestry Administration, Kunming 650000, China)

Abstract: The work of patrolling navigation and determining fire location in traditional aerial forest fire protection by the topographic map and GPS was heavy and difficult for identification and navigation, and limited on time for investigating forest and fire situation. The application of Google Earth in aviation forest protection work was analyzed to distract attention of the flight observers from positioning and navigation to forestry fire investigation and improve the benefit of aerial forest fire protection. This paper described the functions of Google Earth software in searching destinations, obtaining 3D terrain, acquiring landmarks, adding annotations, collecting landmarks and measuring length, circumference and area, as well as explored the simulation application of Google Earth, including planning routes, positioning fire, previewing surrounding terrain, navigating by the routes, drawing fire behavior map and establishing forest fire information database.

Key words: aerial forest fire protection; Google Earth; planning routes; positioning fire; navigation; fire behavior map; forest fire information

1 传统航空护林工作识图导航方式存在的制约因素

目前航空护林工作中常用的导航地形图为 1 :

200 000 或 1 :500 000 的地形图过于陈旧,多为 20 世纪 70 年代绘制。改革开放 30 多年来,神州大地已发生了翻天覆地的变化,现有的地形图已远远不能满足航空护林工作的需求,且巡护飞机飞行速度快、

收稿日期:2018-01-31.

作者简介:刘晓曦(1990-),男,云南腾冲人,助理工程师.从事航空护林工作. Email:972132794@qq.com

护区地形复杂,在机上作业时利用地形图导航难度大,新入职观察员难于在短时间内掌握,老观察员异地作业也要花较多时间用于识图导航上。当下正值航空护林发展的好时机,各省属航站竞相开航,航空护林系统急需大批航护人才,现行的识图导航方法难于在短时间内培养出大批飞行观察员。为满足当下航空护林的发展,需要总结工作经验、结合现代科学技术,不断创新,研究出一个容易操作、便于推广,并能提高飞行观察员工作效率的定位和导航技术,使飞行观察工作程序化、规范化,易上手,观察员能把更多的精力投入到林情火情侦查及火场处置上。

2 Google Earth 介绍及应用

Google Earth 是一款由谷歌公司 2005 年发布的虚拟地球仪软件,它把卫星照片、航拍照相和 GIS 布置在一个地球三维模型上。用户可以通过客户端免费浏览世界各地的高清卫星影像。Google Earth 的影像图由卫星影像与航拍数据整合而来,其卫星影像主要来源于美国陆地卫星 LANDSAT-7 及美国 DigitalGlobe 公司的快鸟商业卫星;航拍部分来自英国 BlueSky 公司、美国 Sanborn 公司、美国 IKONOS 卫星及法国 SPOT 5 卫星。其中,SPOT 5 卫星可以提供解析度为 2.5 m 的影像,IKONOS 卫星可以提供 1m 的影像,而快鸟能提供最高为 0.61 m 的高精度影像,是全球商用的最高水平。Google Earth 分为 3 个版本,Free 版、Plus 版和 Pro 版,后 2 个版本需付费,增加了诸如多边形周长、面积测量、GPS 导航、统计等功能,但 3 个版本的全球影像与 3D 数据一样。目前 Google Earth 已应用到土地、森林资源监测、电力勘探^[1]、铁路测绘^[2]、森林防火信息管理^[3]等领域中。

2.1 Google Earth 影像精度分析

在 Google Earth 影像精度方面,西南电力设计院用定位精度为 5 m 的车载 GPS 沿高速公路、国道和普通公路实测采集多条航线 3 000 余点的 WGS-84 三维坐标数据,用它们分别代表平原、丘陵和高山地区的地面实测值,以此与用 Google Earth 地面高程模型取得的三维坐标数据相比较,得出 Google Earth 处于平原中心地带的地面高程模型精度在 2 m 左右,丘陵地区精度在 10 m 左右,高山地区精度在 30 m 左右^[1]。谷歌公司官方宣称其分辨率在 1 m 以上的影像区域已覆盖全球三分之一人口居住区域,中国大部分区域影像有效分辨率达到 30 m(表 1)。尽管 Google Earth 三维模型中各地卫星影像分

辨率不同,但构建其三维地面模型的基础数据是相同的。高清影像有助于目标识别,对模型精度并无影响,Google Earth 软件所提供的卫星影像基本能达到 1 :50 000 地形图精度标准。

表 1 我国各地区 Google Earth 影像对比

Tab. 1 Comparison of Google Earth images in various regions of China

地区	地面分辨率/ m	清晰度/ m	适宜成图比例
北京、天津、河北	0.61~2.0	400~1800	1 :10000, 1 :25000
上海、深圳、港澳	0.5~1.0	350~500	1 :5000, 1 :10000
中国其他大部分地区	10~30	15000	1 :50000

2.2 Google Earth 软件可应用在航空护林领域中的主要功能

2.2.1 找寻目的地,获取 3D 地形

用户在 Google Earth 软件中输入任意坐标或规范化行政区域地名,即可快速锁定目的地,获取其 3D 地形。应用该功能,在已知火场坐标,地方请求飞机支援时,飞行观察员可迅速确定火场位置,熟悉火场周边地形,掌握火场附近水源分布等重要信息。

2.2.2 获取坐标,添加注释,收藏地标

用户可获取 Google Earth 软件三维模型上任意一点的坐标,对其添加注释后保存收藏。Google Earth 与 GPS 结合,可帮助飞行观察员在机上作业发现火情时迅速确定火场位置,添加注释后可把火场地标保存为 KML 或者 KMZ 文件。当需要查阅或修改地标时,将地标文件调入 Google Earth 软件,点击地标,Google Earth 将自动定位到地标所在具体位置,显示其周围 3D 地形及注释信息。

2.2.3 测量长度、周长、面积

用户可测量 Google Earth 三维模型任意两点、多点间的地面、地图距离,多边形周长、面积,地标海拔等。该功能可用在航线规划制作以及火线长度、火场面积测算等方面。

2.3 Google Earth 在航空护林工作中的几种模拟应用

2.3.1 航线规划与制作

通过 Google Earth 三维模型,护区 3D 地形尽收眼底。航护工作人员可根据护区森林分布、历年林火分布、火险等级、空军空域管制、巡护飞机续航时间等因素,在 Google Earth 软件中规划与制作护区航线(图 1)。

2.3.2 火场确定与火场周边地形预览

当接到地方上报火情,请求支援时,飞行观察员通过在 Google Earth 软件中输入火场坐标,可迅速了解火场周围 3D 地形,掌握火场海拔、火场山形地势、森林分布以及火场附近有无受威胁居民点及可利用灭火水域位置、距离等重要信息(图 2),有助于飞行观察员提前掌握火场地形情况,做到心中有数,指导航护飞机及时开展空中扑救,提高航空灭火效率。

2.3.3 按规定航线导航

Google Earth 软件的航线导航功能是本文主要探究应用部分。传统的巡护工作中,飞行观察员主要应用地形图和 GPS 进行导航,工作强度大、易疲劳,但对护区林情火情的侦查时间相对减少。利用 Google Earth 与 GPS 相结合的方式,飞机按航线行驶过程中就能做到景如其图的三维地形图实时导航(图 3),飞行观察员可把更多的时间用在林情火情侦查上,提高航空护林效率。

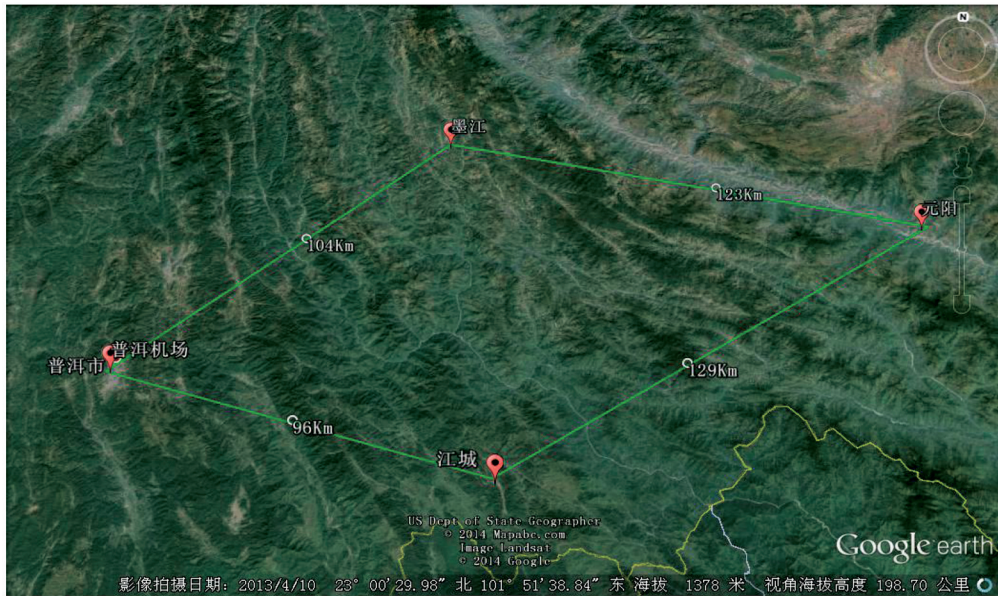


图 1 利用 Google Earth 软件进行航线规划制作

Fig. 1 Route planning by using Google Earth

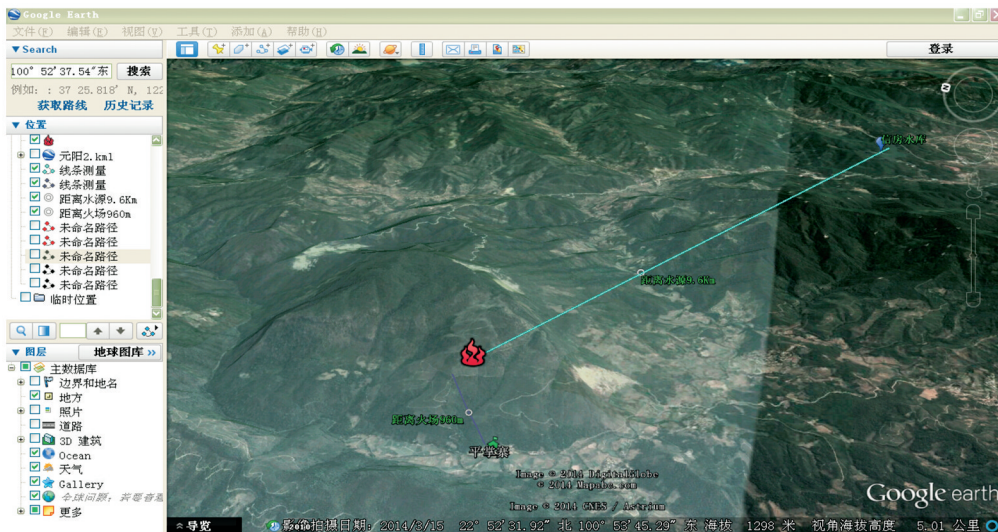


图 2 火场位置确定及火场周边地形预览

Fig. 2 Fire positioning and surrounding terrain previewing

2.3.4 火场态势图制作

火场态势图对于重大火情上报、火场分析,林火扑救方案制定具有重要意义。目前主要采取在扫描地形图上绘制的方式制作,能达到辅助测算火场过火面积的目的,但由于地形图陈旧、地貌地名发生变化等原因,已不能准确详细地反映火场信息,且在向地方及上级行政领导汇报火情时过于专业,不够直观。利用 Google Earth 软件在 3D 地形图上制作火

场态势图(图 4),能更准确直观地表现火场信息、火场山形地势、森林分布、火场威胁居民点位置距离、火场附近可利用灭火水域位置距离等,并能迅速测算出火线长度、火场过火面积等数据。

2.3.5 建立护区林火信息数据库

Google Earth 软件除了能为林火航空扑救提供更加快捷、准确、有效的数据、图像等信息外,还可建立护区林火信息数据库,实现林火信息数字化管理。

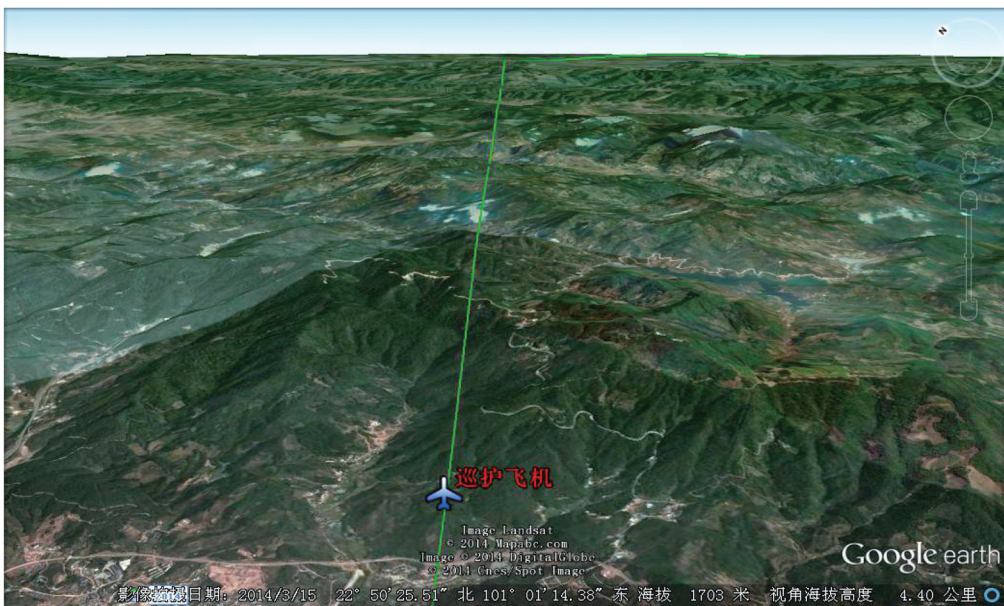


图 3 飞行观察员按规划航线导航

Fig.3 Navigating by the planning routes



图 4 火场态势图制作

Fig.4 Drawing fire behavior map

通过在 Google Earth 软件中新建火场地标,输入火场名称、火场坐标、火场侦查信息等内容的方式,逐个录入护区林火信息(图 5)。对护区多年林火数据进行汇总,从而建立护区林火信息数据库(图 6)。护区林火信息数据库的建立,有利于实现护区林火信息数字化管理,不仅能及时查询单个林火信息(图 7),还可根据护区多年林火分布的密集程度,结合空域管制、火险等级等因素,科学合理的设计护区航线,加大对重点区域的巡护力度,提高巡

护的针对性。

3 结语

Google Earth 功能强大、易于操作,影像清晰、精度高,更新及时且使用成本低。总结工作经验,结合现代科学技术,不断创新,把 Google Earth 软件应用到航空护林工作中是传统航空护林向科技航空护林的一个转变,能提高飞行观察员工作效率,增强对护区重点林区的巡护侦查力度,有利于实现林火信息



图 5 火场数据输入

Fig. 5 Fire data input

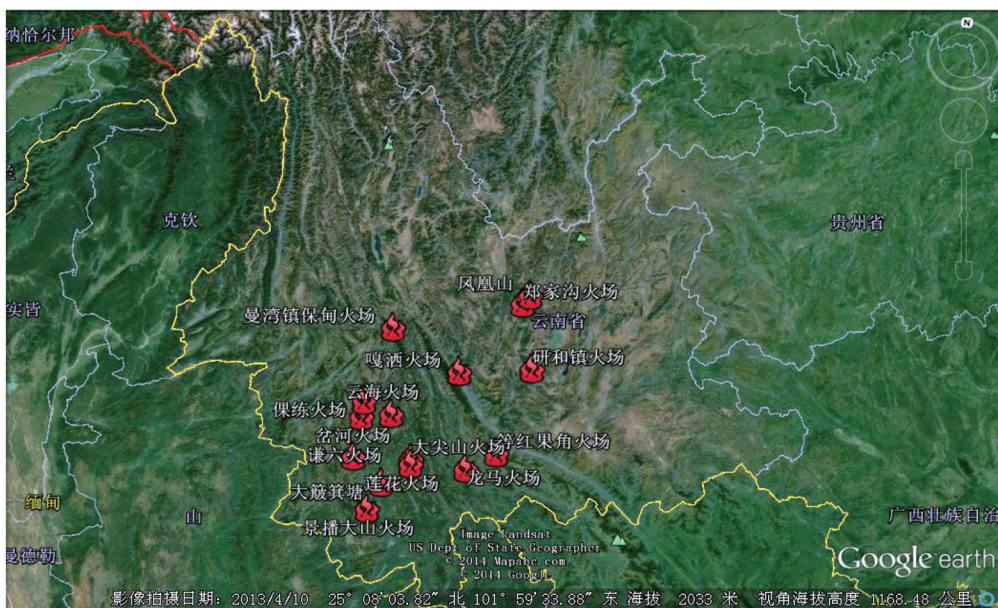


图 6 护区林火信息统计

Fig. 6 Statistics of forest fire information

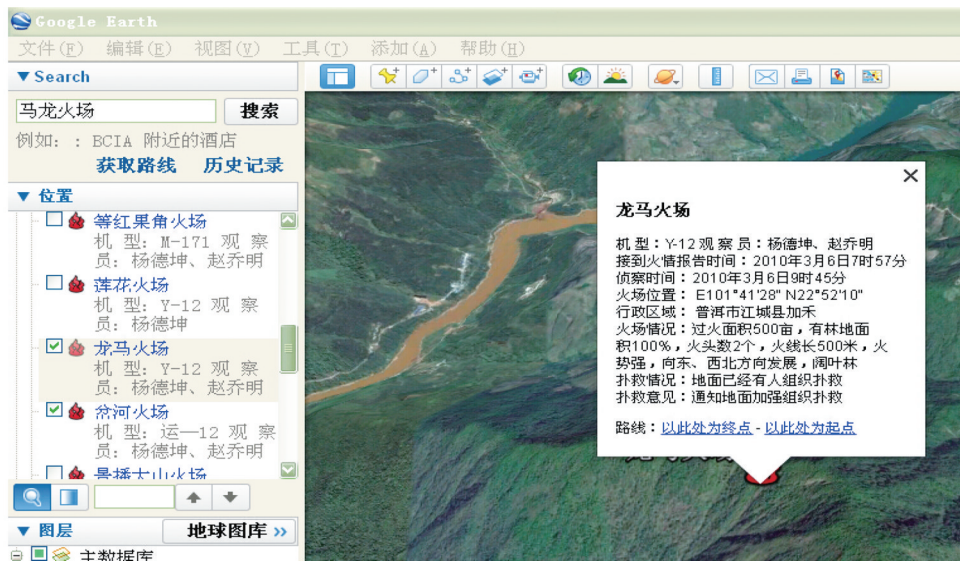


图 7 林火信息查询

Fig. 7 Search of forest fire information

数字化,推进航空护林现代化,提高航空护林效率,最大限度地保护森林资源安全。

参考文献:

[1] 邓加娜,胡茂林,莫平浩,等. 数字地球及其在电力勘测

设计中的应用[J]. 电力勘测设计,2006(5):48-52.

[2] 李平苍. Google Earth 在铁路测绘工作中的应用[J]. 铁路勘察,2012(1):15-18.

[3] 张冬有,王潇. Google Earth 在森林防火信息管理中的实现方法[J]. 中国农学通报,2011,27(13):59-62.

(上接第 9 页)

壤有机质就会急剧下降,这也是热带雨林生态脆弱的原因之一。

4 结论

1)通过近几年对云南省森林土壤的实地调查资料,分析整理了 9 个森林土壤类型的土壤有机碳密度,为云南省森林土壤碳储量的估算提供了基础研究成果。

2)云南省 9 个森林土壤有机碳密度以黄棕壤最大,紫色土最小。从土壤的分布范围看,海拔较高山区的林下土壤有机碳密度较高。

3)本次研究采用 1 m 的深度为参照进行计算,有利于计算结果的横向和纵向多方位的比较,具有较强的实际应用价值。

4)本次研究的 9 个森林土壤的有机碳密度,除暗棕壤稍低外,其余均高于全国水平,增幅为 0.75~9.57 kg/m²,反映了云南省森林土壤碳储量非常丰富,是全国森林土壤碳库的重要组成部分。

参考文献:

[1] 云南省林业调查规划院. 云南省碳汇计量监测报告[R]. 2012.

[2] 国家林业局林业碳汇计量监测中心. 森林下层植被和土壤碳库调查技术规范(试行稿)[S]. 2012.

[3] 云南省林业厅,云南省林业调查规划院. 云南森林立地分类及其应用[M]. 北京:中国林业出版社,1990.

[4] 于东升,史学正,孙维侠,等. 基于 1:100 万土壤数据库的中国土壤有机碳密度及储量研究[J]. 应用生态学报,2005,16(12):2279-2283.

[5] 宋满珍,刘琪璟,吴自荣,等. 江西省森林土壤有机碳储量研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2010,34(2):6-10.

[6] 安玲玲,吕晓男,麻万诸,等. 浙江省土壤有机碳密度与储量的初步研究[J]. 浙江农业学报,2014,26(2):148-153.

[7] 姜小三,潘剑君,李学林. 江苏表层土壤有机碳密度和储量估算及空间分布分析[J]. 土壤通报,2005,36(4):501-503.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.004

基于模糊模式识别的小班坡向算法

陈孝银 陈永刚 陈晨 陈振德 邹静 龚金琪

(浙江农林大学 浙江省森林生态系统碳循环与固碳减排重点实验室,浙江 临安 311300)

摘要: 现有的小班坡向算法均是对小班坡向的硬性划分,不符合实际地形连续变化的状态。通过构建单点坡向的隶属函数,求算小班坡向模糊矩阵与模板矩阵的贴近度,判断坡向所属的坡向类别。实验结果表明,基于模糊模式识别的小班坡向算法具有更加客观的坡向分类依据,且具备更高的小班坡向求算精度,更符合实际地形表达。该方法为小班坡向及小班其他地形因子的提取提供了新思路。

关键词: 模糊模式识别;小班坡向;DEM;贴近度;最大特征值法;矢量法;偏离度

中图分类号:S711 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0016-05

Aspect Algorithm of Subcompartment Based on Fuzzy Pattern Recognition

CHEN Xiaoyin, CHEN Yonggang, CHEN Chen, CHEN Zhende, ZOU Jing, GONG Jinqi

(Zhejiang Provincial Key Laboratory of Carbon Cycling in Forest Ecosystems and Carbon Sequestration, Zhejiang A & F University, Lin'an, Zhejiang 311300, China)

Abstract: The existing algorithms defined exact degree of subcompartment aspect, which was inconsistent with the variable terrain. The fuzzy matrix and the close degree with the template matrix were calculated by the membership function to make the qualitative description of subcompartment aspect. The experimental results showed that the algorithm based on fuzzy pattern recognition was more objective on classification basis, more accurate on aspect result and more consistent with the actual terrain representation, which provided a new idea for the extraction of subcompartment aspect and other topographic factors.

Key words: fuzzy pattern recognition; subcompartment aspect; digital elevation model; close degree; maximum eigenvalue algorithm; vector algorithm; deviation degree

森林资源规划设计调查(以下简称“二类调查”)是国情国力调查的重要组成部分,是林业重要的基础性工作和公益性事业^[1]。以GIS为基础的二类调查,能够大幅度地减少外业工作量、科学精确地采集和管理调查数据、准确可靠地提供数据分析来源、清晰直观地展示调查成果,从而高效、科学、规范地为林业发展规划提供服务。

随着数字地形分析技术的发展和成熟,基于DEM求算小班坡向已经成为二类调查地形因子采集的主要方式。谭伟^[2]利用GIS二次开发组件,采用算术平均、高低值平均和最大特征值3种方法求算小班坡向。分析结果表明,基于统计分布理论的最大特征值法在小班坡向提取中表现最佳。王龙柱^[3]认为标量法和最大特征值法均存在区域坡向

收稿日期:2018-03-01.

作者简介:陈孝银(1993-),男,浙江苍南人,硕士研究生.主要从事森林资源遥感监测与信息技术方面的研究.

求算误差,而矢量法更符合小班坡向的统计规律。

现有的小班坡向分类方法都是对一组坡向数值的硬性划分。而地形的变化是连续的过程,地形因子作为地貌类型某种程度的表达,不能再从“是”与“不是”的角度进行描述,而是要从 0 到 1 的数值范围表示该地形因子相较于某种类型的可能性,因此便出现了多种地形因子模糊聚类或者模糊模式识别方法。Macmillan^[4]设计了一套较为复杂的模糊地形分类系统,通过提取 30 种地形因子并根据模糊规则相互组合,最终生成 15 种地貌类型。但是该方法由于需要设定 100 个以上的参数,调试过程过于复杂,其实用性也大大降低。秦承志^[5]提出了一种基于空间相似度的模糊推理方法,提取各个类型坡位典型的空位置,通过计算其他位置与典型位置的空间相似性,定量地描述其坡位信息。此后,由于该方法忽略了地形因子信息,秦承志^[6]将空间信息和地形因子信息相结合,通过模糊聚类分析进行坡位划分。朱紫阳^[7]提出采用模糊聚类法进行坡度分级,结果表明该方法顾及了 DEM 高程精度的影响,分级结果更具有可靠性。尽管模糊理论在相关地形因子信息提取中有所应用,但是针对区域坡向因子的提取尚未有相关文献,因此,以小班为划分单位的区域坡向因子模糊提取方法研究非常必要。

1 研究方法

模糊模式识别的典型问题就是从物理过程中收集数据并将数据分类到已知的模式中。在坡向分类中,单点的坡向分类模式是明确的,即已知坡向定值,其与哪一类坡向模式距离接近便属于该坡向模式。但是小班坡向是多个离散坡向的聚合,小班上任意一点的坡向都是不相同的。所以将小班上所有已知点的坡向进行综合统计时,单点坡向不再是“是”与“否”的论断,而是需要考虑该点的坡向属于某一类标准模式的概率,也就是模糊理论中的隶属值。因此,本文首先通过构建单点坡向的隶属函数,确定小班坡向的模糊矩阵和模板矩阵,然后根据地形分布规律确定各点的权重,最后用模糊识别模型计算小班坡向与各标准坡向的贴适度,判断坡向所属的坡向类别。

1.1 单个栅格坡向的计算

坡向定义为坡面法线在水平面上的投影方向,当地形曲面 $H=f(x,y)$ 已知时,坡向的计算公式为:

$$A = 180^\circ - \arctan \frac{f_y}{f_x} + 90^\circ \frac{f_y}{|f_x|} \quad (1)$$

式中, f_x 为东西方向高程变化率, f_y 为南北方向高程变化率。

由上述表达式可知,对地面某已知点的坡度求算,最主要是计算 f_x 和 f_y 。ArcGIS 软件采用了三阶反距离平方权差分模型^[8],该模型对 DEM 数据有一定的过滤和平滑作用,利用 8 个周围像元参与计算,避免各种极端数据的出现^[9],能够提高 DEM 地形表示精度和地形参数计算精度^[10]。通过使用一个 3×3 移动窗口(图 1),访问每一个栅格像元,对窗口中心的像元通过 8 个相连像元值计算坡向值。像元 e 在 x 方向和 y 方向的变化率为:

$$\left. \begin{aligned} f_x &= ((c+2f+i)-(a+2d+g))/(8 \times \text{cellsize}) \\ f_y &= ((a+2b+c)-(g+2h+i))/(8 \times \text{cellsize}) \end{aligned} \right\} (2)$$

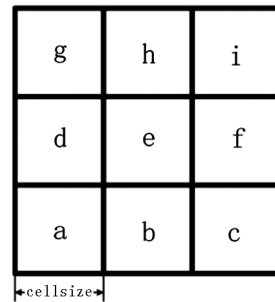


图 1 3×3 移动窗口

Fig. 1 3×3 Moving window

1.2 单个栅格坡向隶属函数的确定

已知单个栅格的坡向为 α ,欲求其关于 8 个标准方向 θ_j 的隶属函数,实质就是确定 α 与 8 个标准方向的夹角。此处,8 个标准方向不是一个区间定义,而是定量的角度度量,如东北记为 45° (表 1)。角度越小,与该标准方向相对应的隶属值越大,因此隶属函数可表示为:

$$r(\alpha, \theta_j) = \frac{\cos(\alpha - \theta_j) + 1}{2} \quad (3)$$

表 1 标准坡向的定量角度

Tab. 1 Quantitative angle of standard aspect

标准坡向 $\theta/^\circ$	北	东北	东	东南	南	西南	西	西北
定量角度 $\theta/^\circ$	0	45	90	135	180	225	270	315

1.3 小班模糊矩阵及模板矩阵的构建

已知小班内有 n 个栅格,如此,对于每个栅格 i 与 8 个标准方向都存在一组隶属值,由此可构建 $[0,1]$ 上 $n \times 8$ 阶的矩阵,令矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} & r_{16} & r_{17} & r_{18} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} & r_{26} & r_{27} & r_{28} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & r_{i3} & r_{i4} & r_{i5} & r_{i6} & r_{i7} & r_{i8} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & r_{n4} & r_{n5} & r_{n6} & r_{n7} & r_{n8} \end{bmatrix} \quad (4)$$

为该小班的模糊矩阵,其中 r_{ij} 表示第 i 个栅格

坡向对于第 j 个标准方向的隶属值,当 $r_{ij} = 1$ 时,表示与该标准方向夹角为 0° ,当 $r_{ij} = 0$ 时,表示与该标准方向夹角为 180° ,当 $0 < r_{ij} < 1$ 时,表示夹角为 $(0,)$,且隶属值随夹角的增大而减小。

欲将小班坡向按照林业调查标准进行类别划分,每一类模式的坡向都有相对应的模板矩阵,实质是令每个栅格的 $\alpha = \theta_j$,即可得到 8 个模板矩阵(图 2)。

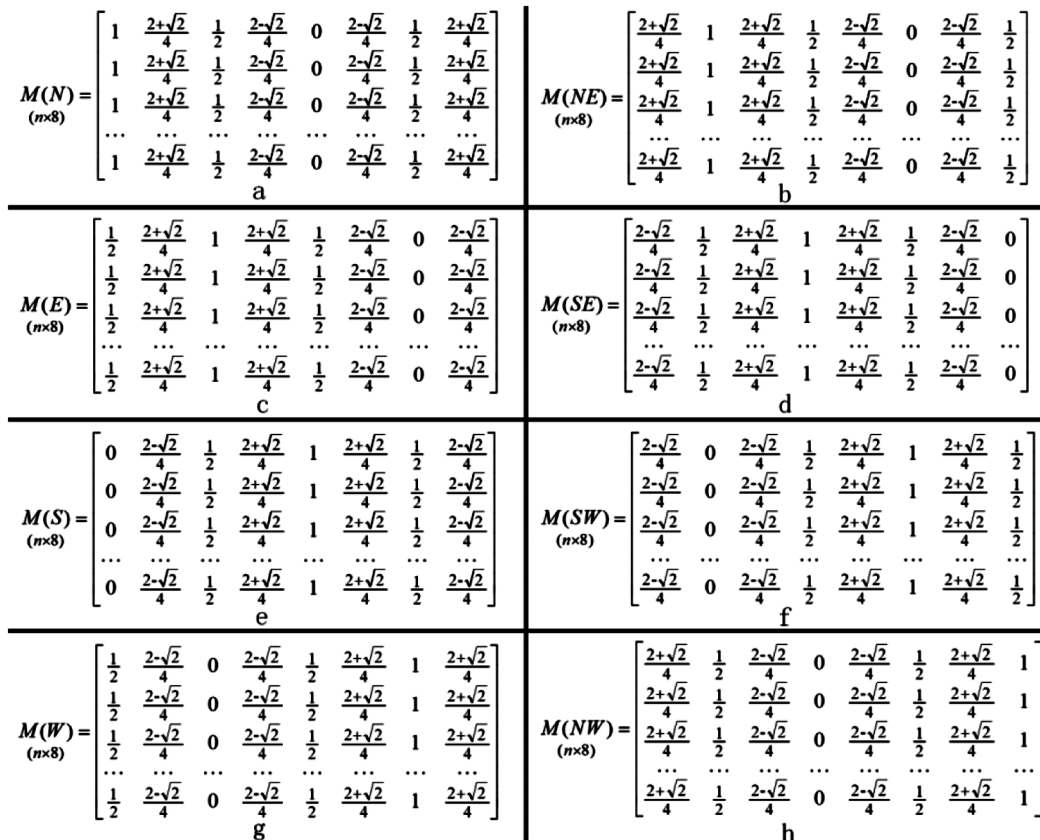


图 2 标准方向的模板矩阵

Fig. 2 Template matrix of standard aspect

1.4 小班内各栅格权重的确定

对于小班内的各 DEM 栅格,其都是大小相同的规则网格,但这种规则仅限于在平面上的投影。因此,DEM 只是实现了在二维地理空间上对三维地形表面的描述和表达,将直接导致地形表达出现悬崖、断层等情况^[11]。而实际上,通过考虑 DEM 栅格的高程去拟合构建三维地形图,每个规则网格呈现不同的升降程度,即每个栅格的权重理论上是不同的。这种升降程度可用坡向的模(梯度)表示,定义为:

$$s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (5)$$

假设第 i 个栅格权重系数为 w_i ,为满足 $0 < w_i <$

$1, i=1, 2, \dots, n$,且 $\sum_{i=1}^n w_i = 1$,需要对各个栅格坡向的模进行归一化,函数如下:

$$w_i = s_i / \sum_{i=1}^n s_i \quad (6)$$

1.5 贴近度函数

贴近度是对 2 个模糊集接近程度的一种度量。本文采用模糊贴近度来定量计算小班模糊矩阵与各模板矩阵的相似程度。

设 $N_n(M_k, R)$ 为小班模糊矩阵与第 k 个模板的贴近度, m_{ij} 为该模板矩阵的矩阵元素。根据 Hamming 贴近度公式,可知:

$$N_H(M_k, R) = 1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^8 \frac{w_i}{8} |m_{ij} - r_{ij}| \quad (7)$$

由此得到每一个小班坡向与各个标准坡向类别的贴进度,根据择近原则,确定小班所属的坡向类别。

2 实验与分析

2.1 实验区概况

实验区选择在浙江省安吉县。安吉县位于东经 $119^{\circ} 14' \sim 119^{\circ} 53'$, 北纬 $30^{\circ} 23' \sim 30^{\circ} 53'$, 总面积 $1\ 885.71\ \text{km}^2$ 。地势西南高、东北低,县境地形以丘陵为主。根据 2007 年安吉县森林资源二类调查情况统计,全县森林覆盖率为 71%,林地资源比例较高,林地资源地域性差异明显,林地主要分布于县境东部、南部、西部、西北部等区域。

2.2 数据源

采用安吉县 2007 年二类调查成果数据,为 shapefile 格式,1980 西安坐标系。DEM 数据是通过 对 1:50 000 的等高线数据进行加工而来,同样为 1980 西安坐标系。首先,用等高线数据生成 TIN;然后将 TIN 进行栅格化,采用自然邻域法,从而生成像元大小为 20 m 的 DEM 数据;最后,对 DEM 数据进行降噪、填补洼地,以提高 DEM 精度。

2.3 实验结果分析

从二类调查小班中用随机抽样的方法选取 2 000 个小班作为样本,利用小班坡向最大特征值法、矢量法和模糊模式识别法,分别求算 2 000 个样本小班的坡向。为表达 3 种小班坡向算法的差异性,假设相连 2 个方向的偏离度为 1,即北—东北方向为 1 个单位偏离度,北与东方向为 2 个偏离度,并以此类推,对 3 个算法之间的偏离度进行统计(表 2)。

表 2 小班坡向算法偏离度统计

Tab. 2 Deviation statistics of aspect algorithms

	最大特征值法	矢量法	模糊模式识别法
最大特征值法	0		
矢量法	481	0	
模糊模式识别法	304	223	0

由表 2 可知,模糊模式识别法相较于最大特征值法和矢量法存在一定的偏差,偏差值分别为 15.20% 和 11.15%,即每 100 个小班坡向计算结果中,模糊模式识别法与其他 2 个算法分别存在 15 和

11 个单位的偏离度。而实际上,最大特征值法与矢量法的偏离度更大,所以模糊模式识别法的分类结果介于最大特征值法与矢量法之间,且与矢量法更接近。

最大特征值法求算小班坡向是对坡向进行定性分类并统计得到最大分布情况,是对区域坡向的直观统计,代表了整个坡面的主方向,但舍弃了其它方向的协同作用,存在由于描述精度及统计方法带来的误差,不能准确地定性小班坡向。而矢量法是简单的单位向量合成,其结果是所有向量数据的平均,但由于小班是不规则的且跨坡向情况普遍存在,采用向量平均表示区域表面的宏观变化趋势是不符合实际的。例如,某小班存在 2/5 北坡向、2/5 东坡向,1/5 东北坡向,用矢量法的计算结果将会确定小班为东北坡向,但是很显然其结果不符合实际情况。为进一步观察模糊模式识别法与矢量法的小班坡向计算结果差异,以矢量法的定量结果为 X 轴,模糊模式识别法的相似度结果为 Y 轴,建立矢量法——模糊模式识别法结果差异分布坐标轴(图 3)。由此可知,矢量法与模糊模式识别法的小班坡向计算结果整体保持一致,差异主要分布在矢量法坡度定性分割线附近,矢量法分类标准如表 3 所示。这也直观地反映出矢量法的分类是硬性的且不具备模式识别能力,而模糊模式识别法能够反映小班坡向与标准坡向的贴进度,有客观的分类依据。

为了确定 3 种坡向算法的精度,假设现有 DEM 数据为理论真值,对 DEM 的每一个像元施加随机噪音 $kr^{[12]}$,其中 r 为 0~1 之间的随机数, k 表示 DEM 的误差程度。DEM 中误差计算公式为:

$$\sigma_{DEM} = \sqrt{\sum_{i=1}^n ((z_i \pm kr) - z_i)^2 / n} \quad (8)$$

式中, z_i 为第 i 个像元的高程值, n 为像元的数目。本文 k 分别取 1,3,5,7,9,11,13,15,DEM 中误差分别为 0.57,1.75,2.96,4.12,5.18,6.32,7.50,8.65。图 4 为 3 种小班坡向算法在 8 种不同标准方向中误差的 DEM 上的坡向偏差统计结果。由此可知,在考虑 DEM 误差时,模糊模式识别法有更高的小班坡度求算精度。

3 结论

1) 基于模糊模式识别的小班坡向算法是首次将模糊理论引入到小班坡向提取中。与传统的小班

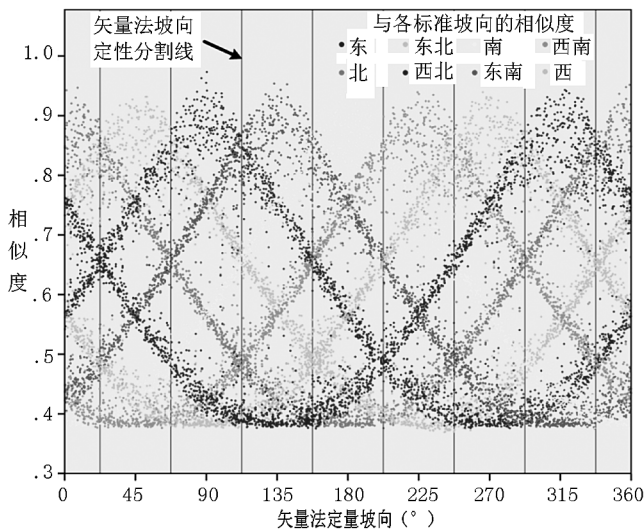


图 3 模糊模式识别法与矢量法定量结果比较

Fig. 3 Comparison of quantitative results between fuzzy pattern recognition algorithm and vector algorithm

表 3 小班坡向定性划分规则

Tab. 3 Rules for qualitative classification of subcompartment aspect

坡向	划分坡向
0±22.5°	北 N
45±22.5°	东北 NE
90±22.5°	东 E
135±22.5°	东南 SE
180±22.5°	南 S
225±22.5°	西南 SW
270±22.5°	西 W
315±22.5°	西北 NW

坡向算法相比,该方法是对一组坡向数据的模糊划分,能清楚地反映其与标准坡向的贴近度,具有客观的划分依据。

2)在考虑 DEM 误差的情况下,该算法相较于最大特征值法和矢量法有更高的求算精度,适用于不同来源的 DEM。

3)模糊模式识别方法有大量优化与拓展,本文仅将其中一块分支应用于小班坡向算法。因此,应用不同的模糊模式识别方法提取小班坡向可作为之后的研究内容。同时,模糊模式识别方法也可作为其他地形因子综合统计的参考方法。

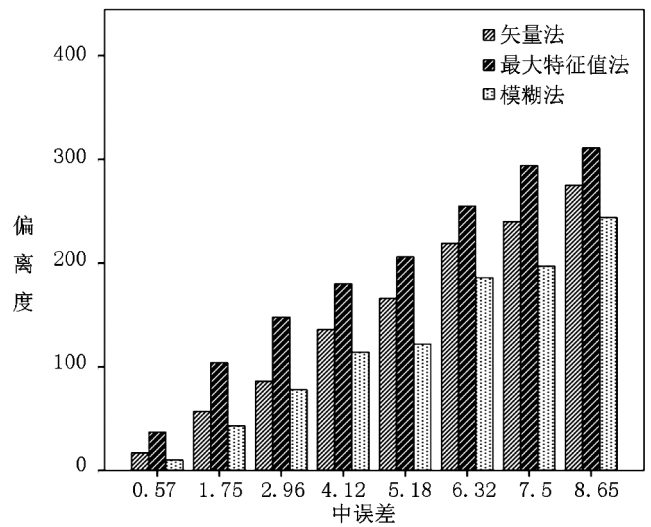


图 4 8 种不同标准方向中误差 DEM 的小班坡向算法偏差统计

Fig. 4 DEM Error statistics of aspect algorithms with 8 different RMSE

参考文献:

[1] 曾伟生,程志楚,夏朝宗. 一种衔接森林资源一类清查和二类调查的新方案[J]. 中南林业调查规划,2012,31(3):1-4.

[2] 谭伟,冯仲科,张雁,等. 基于组件 GIS 的造林小班地形分析的研究——以造林小班坡向为例[J]. 北京林业大学学报,2006,28(2):91-95.

[3] 王龙柱,周汝良. 基于 DEM 计算小班坡向因子的一种方法[J]. 林业调查规划,2007,32(2):22-25.

[4] MACMILLAN R A, PETTAPIECE W W, NOLAN S C, et al. A generic procedure for automatically segmenting landforms into landform elements using DEMs, heuristic rules and fuzzy logic[J]. Fuzzy Sets & Systems, 2000, 113(1): 81-109.

[5] 秦承志,朱阿兴,施迅,等. 坡位渐变信息的模糊推理[J]. 地理研究,2007,26(6):1165-1174.

[6] QIN C Z, ZHU A X, SHI X, et al. Quantification of spatial gradation of slope positions[J]. Geomorphology, 2009, 110(3): 152-161.

[7] 朱紫阳. 模糊聚类的 DEM 确定耕地坡度方法[J]. 地理空间信息, 2010, 8(2): 57-59.

[8] HORN B K P. Hill shading and the reflectance map[J]. IEEE Proceedings, 1981, 69(1): 14-47.

[9] BURROUGH P A, MCDONNELL R A, LOLVD C D. Principles of Geographical Information Systems[J]. Landscape & Urban Planning, 1998, 15(3): 357-358.

(下转第 34 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.005

森林土壤碳储量研究综述

李 敏

(玉溪市不动产登记中心//玉溪市基础地理信息中心),云南 玉溪 653100)

摘要:通过查阅大量森林生态系统土壤碳储量的文献资料,综述了森林土壤碳储量的研究进展,概述了自然和人为因素对森林土壤碳储量的影响,并分析了今后森林土壤碳的研究趋势。森林土壤碳储量的分布受地形、气候、植被类型、土壤性质等自然及人为因素的综合影响,具有显著的空间异质性特征。人为因素对森林土壤碳储量的影响具有两面性,合理的人为调控能促进森林土壤碳的积累,过度的干扰则会显著降低土壤碳储量。构建全国森林土壤生态监测网络对森林土壤碳进行长期定位观测,并加强新技术应用,建立森林土壤碳库系统是未来森林土壤碳研究的重要方法。

关键词:森林土壤;碳储量;碳密度;自然因素;人为因素;碳库系统

中图分类号:S714.5;S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0021-04

Research Review of Forest Soil Carbon Reserves

LI Min

(Yuxi Real Estate Registration Center/Yuxi Geomatic Center, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: Based on the literature of forest soil carbon reserves, this paper summarized the research progress of forest soil carbon, illustrated the effect of natural and human factors on forest soil carbon, and analyzed the future research trend. The distribution of forest soil carbon reserves was affected by natural and man-made factors such as topography, climate, vegetation types, soil properties and so on. The influences of man-made factors on forest soil carbon reserves reflected in two aspects, which showed that the reasonable control promoted the accumulation of forest soil carbon while the excessive interference significantly reduced the soil carbon reserves. Therefore, this paper suggested to construct the national forest soil ecological monitoring network for long-term observation and strengthen the application of new technology. The establishment of forest soil carbon pool system was the important method for the study on forest soil carbon in the future.

Key words: forest soil; carbon reserves; carbon density; natural factors; man-made factors; carbon pool system

森林生态系统作为陆地生态系统的主体,其土壤碳库是全球碳循环的重要部分,也是土壤微生物、土壤动物的活动场所,森林土壤碳库的变化将直接改变全球碳的平衡^[1]。研究表明,森林在固碳和缓

解全球气候变化中承担着重要作用,而森林土壤碳储量是森林植被的 2 倍多,因此对其研究具有重要意义^[2-4]。近些年来,国内外学者对森林土壤碳极为关注,并对森林土壤碳的储量、分布及其影响因素

收稿日期:2018-03-07.

作者简介:李敏(1990-),女,云南会泽人,助理工程师.主要从事不动产登记工作.

等做了大量研究^[5,6],但针对森林土壤碳研究的综述性文献报道较少。因此,本文通过查阅大量文献资料,概述了森林土壤碳储量的研究进展,分析了当前研究的不足及未来研究趋势,以期为森林土壤碳的进一步研究提供理论指导,从而为森林土壤的健康管理提供科学支持。

1 全球森林土壤碳储量

陆地生态系统的绝大多数有机碳贮存于森林生态系统中^[7]。然而,森林具有类型多样性和结构复杂性以及随环境变化的动态变化性等特征,目前对森林的固碳潜力、关键过程及其机制的认识还相当不足,因此目前对森林土壤碳储量的估算仍然存在很大不确定性^[8]。

当前土壤碳储量多是根据 1m 深土壤有机碳含量估算的,因为土壤有机碳主要分布在土壤上层 1m 深度范围内^[9]。全球植被碳储量大约为 420~830 Gt,土壤碳储量大约为 1 200~2 000 Gt,其中 1 m 深土壤碳储量为 2 011 Gt^[10]。陆地生态系统中森林生态系统碳储量(约 1 146 PgC, PgC 指 1 m 深度的土壤有机碳总质量,1 Pg=10⁹t)占全球陆地总碳贮量的 46%^[11]。Dixon 研究得出全球森林土壤碳储量值为 7.89×10¹¹tC,而 Wood well 估算结果为 0.925~2.775×10¹²tC^[12]。也有学者估算全球森林土壤碳库为 787 Pg,约占全球土壤有机碳的 3/4^[13]。

2 中国森林土壤碳储量

近年来,中国森林生态系统碳储量受到很多学者的关注和研究,然而因为所用资料、研究方法及对象的复杂性,引起估算值的较大差异^[14-16]。李克让等^[10]以 0.5°经纬网格分辨率的土壤、气候和植被数据,估算出中国陆地生态系统植被碳库总贮量为 13.33 Gt、土壤碳库总贮量为 82.65 Gt,全国平均植被碳密度为 1.47 kg/m²、土壤碳密度为 9.17 kg/m²。刘国华等^[17]利用 4 次森林资源连续清查资料估算中国近 20 年来森林植被总碳储量分别是 3.75 Pg、4.12 Pg、4.06 Pg 和 4.20 Pg。周玉荣^[18]研究表明,我国主要森林生态系统土壤碳储量(2.10×10¹⁰tC)约为森林生态系统碳储量的 3/4,中国森林植被的平均碳密度在 40~60 t/hm² 范围变动。由此可见,森林土壤碳储量的估算结果会因采用方法和资料等的不同而呈现出很大的差异。

2.1 中国不同气候带森林土壤碳储量

有关我国森林碳储量的研究,在近些年通过野

外实测取得了大量基础数据,从气候带来看,涵盖了热带、亚热带和温带等主要气候带^[19-22]。研究表明,我国不同森林类型的土壤碳储量从热带至温带总体上呈增加的趋势,其中热带和亚热带地区相近,并略低于温带地区的森林土壤碳储量^[6]。

中国热带地区代表性的研究结果有:鼎湖山保护区森林土壤碳密度介于 30.9~127.9 t/hm²,总平均为 73.9 t/hm²,其中马尾松林最低(53.6 t/hm²),山地常绿阔叶林最高(111.5 t/hm²)^[2];海南吊罗山保护区热带雨林平均土壤有机碳密度为 15.31 kg/hm²^[23],而霸王岭热带山地雨林为 108.91 t/hm²^[24];广西省森林土壤碳密度为 12.13 kg/hm²^[13]。

中国亚热带森林生态系统土壤碳储量的代表性研究有:马鬃岭自然保护区森林 0~100 cm 土层土壤碳储量为 6.91×10⁵~8.76×10⁵ t^[25];神农架林区 3 种主要针叶林在 0~60 cm 土层范围的碳密度分别为:马尾松林 57.79 t/hm²、华山松林 116.07 t/hm²、巴山冷杉林 170.62 t/hm²,不同林分间差异达显著水平^[26];浙江省泰顺县乌岩岭自然保护区 6 类自然植被 1m 土体中有机碳总量由高至低分别为常绿阔叶林(53.95 kg/m²)>常绿落叶阔叶林(52.87 kg/m²)>灌草丛(39.22 kg/m²)>针阔混交林(38.50 kg/m²)>针叶林(29.57 kg/m²)>毛竹(21.00 kg/m²)>农地(15.68 kg/m²),总平均有机碳密度(10.21 kg/m²)略高于中国土壤平均有机碳密度(约为 5.46~9.60 kg/m²);亚热带内陆地区的卧龙自然保护区 9 种森林植被类型平均土壤碳密度为 20.63 kg/m²^[12]。

高寒干旱、半干旱地区的祁连山森林土壤平均碳储量为 239.52 t/hm²,其中祁连山圆柏林为 90.63 t/hm²、青海云杉林为 231.5 t/hm²、灌丛林为 251.18 t/hm²^[27]。温带半湿润区的宁夏贺兰山青海云杉林土壤碳储量为 176.7 t/hm²^[28]。此外,赵传冬等^[29]估算出黑龙江扎龙沼泽湿地区 1m 深土体的有机碳密度约为 37 884 t/km²。

2.2 中国不同区域森林土壤碳储量

中国森林土壤碳储量在不同区域具有显著差异性。徐新良等^[30]研究表明,西南和东北地区是中国森林植被碳库的主要集中地,占全国森林植被总碳库 1/2 以上。西南四川盆地森林土壤平均有机碳密度为 35.49 kg/m²,其中有机碳密度最高的是亚高山草甸草原土,为 118.477 kg/m²,而草类—马尾松林下黄壤最低,为 3.145 kg/m²^[31]。包承宇^[32]采用土壤类型法估算出云南省 1 m 深土壤平均有机碳

密度为 159.95 t/hm^2 , 土壤有机碳储量为 6.15 Pg , 占全国土壤有机碳储量的 7.28% 。左建梅等^[33]研究表明, 云南松人工林 1 m 深土壤平均碳密度为 163.73 t/hm^2 。西双版纳石灰山季雨林土壤碳储量为 $46.564 \pm 25.414 \text{ t/hm}^2$, 石灰山季雨林的总碳储量平均为 $210.005 \pm 58.126 \text{ t/hm}^2$ ^[34]。

3 影响森林土壤碳储量的因素

森林土壤碳储量在空间分布上呈现出显著的差异性。中国土壤有机碳密度的分布具有由热带雨林到北方针叶林随纬度升高而增加的趋势^[35]。我国森林植被受气候、地形和土壤状况等的影响而呈现出一定的分布规律, 森林土壤碳储量的分布也因此呈现出一定的规律性。总体上, 暖湿的东部地区的森林土壤碳储量大于西部干旱半干旱地区, 并以西南和东南部热带、亚热带地区森林土壤碳密度最高^[10]。森林土壤碳储量受气候、植被、地形、土壤以及土地利用方式的变化等众多自然因素及人文因素的综合作用, 近年来, 许多学者对此做了大量研究, 成为人们关心和研究的热点。

3.1 自然因素

海拔、坡位等主要地形因子对森林土壤碳储量具有重要影响。研究表明, 不同森林类型的土壤碳储量呈现出随海拔增加而增加的趋势^[21, 36]。彭舜磊等^[37]也发现土壤碳储量随着海拔的升高而增大的明显变化趋势。薛立等^[38]对不同坡位杉木林土壤碳储量研究表明, 下坡高于上坡, 坡上和坡下的土壤有机碳储量分别为 149.9 t/hm^2 和 174.2 t/hm^2 。宁夏贺兰山区青海云杉林上、中、下 3 个坡位的碳储量表现为上坡 (203.45 t/hm^2) > 下坡 (163.42 t/hm^2) > 中坡 (129.18 t/hm^2)^[28]。

森林土壤碳储量与森林类型间也存在显著的相关性。森林植物种类组成决定着土壤中植物残体的量和光合产物分配模式, 植物残体的分解速率差异导致土壤有机碳含量的不同^[39]。王斌等^[40]分析表明, 1 m 深森林土壤碳密度为哀牢山中山湿性常绿阔叶林 (286.56 t/hm^2) > 长白山阔叶红松林 (118.32 t/hm^2) > 鼎湖山亚热带常绿阔叶林 (97.91 t/hm^2) > 西双版纳热带季节雨林 (95.11 t/hm^2)。中北亚热带人工林生态系统内 1 m 土层有机碳密度表现为湿地松 10a > 杉木 30a > 次生林 > 湿地松 20a > 毛竹林 > 杉木 20a > 杉木 10a > 湿地松 30a ^[41]。此外, 土壤碳储量与林龄呈正相关关系, 随着林龄的增大而升高, 且

变化趋势明显^[37]。云南玉溪磨盘山森林公园内华山松人工林土壤有机碳密度表现为近成熟林 (128.87 t/hm^2) > 中龄林 (124.34 t/hm^2) > 成熟林 (117.49 t/hm^2)^[42]。

森林土壤碳分布的差异性不仅表现在水平尺度, 在垂直尺度上也存在显著差异。一般来说, 森林土壤碳储量随着土壤深度的增加逐渐降低^[23, 43]。神农架 3 种针叶林土壤碳储量均由表层至深层逐渐降低, 其差异在各土层中达到显著性水平^[26]。云南玉溪磨盘山华山松人工林近成熟林、中龄林、成熟林 3 种林分土壤有机碳含量和有机碳密度均呈由表层至深层逐渐减小的趋势^[42]。

研究还表明, 森林土壤碳储量与土壤类型密切相关。宝天曼自然保护区山地棕壤的碳储量极显著高于山地黄棕壤和山地褐土^[37]。广西不同地带性森林土壤有机碳密度呈黄壤 > 红壤 > 赤红壤 > 砖红壤^[13]。由于成土母质不同引起土壤类型差异, 造成青海云杉土壤有机碳密度 (17.58 kg/m^2) 大于全国森林土壤有机碳密度 (10.78 kg/m^2)^[6]。

此外, 森林土壤碳储量还与凋落物、气候、年际变化等因素相关。随着年际的变化, 扎龙沼泽湿地地区表层土壤有机碳储量由 1986 年至 2006 年增加了近 7% ^[29]。研究还发现, 土壤有机碳含量随温度的升高而降低, 气候要素如温度、降水和蒸发等的综合作用将决定土壤有机碳的分解速率, 从而影响森林土壤碳储量的变化^[44]。

3.2 人为因素

人类活动改变土地利用方式和土地覆被状况是土壤碳库最直接的影响因子。在各种利益驱使下, 大量原始森林遭受砍伐, 造成森林面积显著减少, 而引起森林土壤碳储量发生剧烈变化。森林被砍伐转变为农田后, 将使土壤碳损失 $25\% \sim 40\%$, 并以表层 ($0 \sim 20 \text{ cm}$) 的损失量最大 (40%)^[45]。另外, 对造林后土壤碳储量变化的研究结果目前还很不一致, 大多数学者认为造林后土壤碳储量通常是先下降, 而后才开始积累^[46]。

研究表明, 合理的人为调控能促进森林土壤碳的积累。例如, 对农田采取退耕还林还草措施后, 在其转变为林地的过程中, 土壤有机碳的含量逐年增加, 并最终出现大幅增长^[45]。

4 展望

土壤作为森林生态系统的重要碳库, 准确估算其碳储量对森林生态系统服务功能评价和保护具有

重要意义^[47]。然而,森林土壤碳储量的分布具有显著的空间异质性^[18],其受到环境和人为因素的综合影响。在自然状态下,土壤碳储量差异主要由环境因素决定。在人类参与的森林生态系统中,土壤碳储量受人类活动的双重影响,既会因为人为干扰引起其空间分布的显著差异,造成森林土壤碳储量的显著下降;又会在人为调控下促进森林土壤碳的显著积累。在森林管理过程中,必须认识到人类活动的这种两面性,制定出有利于土壤碳蓄积的有效管理措施,确保森林的可持续经营。

综合国内外对森林土壤碳储量的大量研究,学者从不同尺度上对其进行了估算,但由于森林多样性、复杂性及动态变化性等,引起森林土壤碳储量估算结果的差异性,导致可比性差。仍需结合具体森林的特点,强化小尺度、连续性、长期性的观测。在研究手段上应加强新技术的应用,建立森林土壤碳库系统。

未来森林土壤碳储量研究的发展趋势是开展变化环境下定位、长期和动态地观测森林土壤碳储量的变化。随着全球气候变化与森林土壤碳库的效应日益成为全球关注的热点,开展森林土壤的长期监测和研究的重要性也愈显突出^[48]。通过全国森林土壤生态监测网络的构建,并开展长期连续观测,分析森林土壤碳储量的空间分布特征及土壤碳过程的时空动态变化规律,从而全面掌握森林土壤碳的影响因素及其影响机制,最终为制定可持续的森林经营模式提供科学指导。

参考文献:

- [1] 周国模,刘恩斌,余光辉. 森林土壤碳库研究方法进展[J]. 浙江林学院学报,2006(2):207-216.
- [2] 方运霆,莫江明,BROWN S,等. 鼎湖山自然保护区土壤有机碳贮量和分配特征[J]. 生态学报,2004(1):135-142.
- [3] 聂道平,徐德应,王兵. 全球碳循环与森林关系的研究——问题与进展[J]. 世界林业研究,1997(5):34-41.
- [4] 方晰,田大伦,项文化,等. 杉木人工林土壤有机碳的垂直分布特征[J]. 浙江林学院学报,2004(4):60-65.
- [5] 徐小锋,田汉勤,万师强. 气候变暖对陆地生态系统碳循环的影响[J]. 植物生态学报,2007(2):175-188.
- [6] 刘世荣,王晖,栾军伟. 中国森林土壤碳储量与土壤碳过程研究进展[J]. 生态学报,2011(19):5437-5448.
- [7] 林清山,洪伟. 中国森林碳储量研究综述[J]. 中国农学通报,2009(6):220-224.
- [8] 方精云,王妮. 作为地下过程的土壤呼吸我们理解了多少[J]. 植物生态学报,2007(3):345-347.
- [9] 陈庆强,沈承德,易惟熙,等. 土壤碳循环研究进展[J]. 地球科学进展,1998(6):46-54.
- [10] 李克让,王绍强,曹明奎. 中国植被和土壤碳贮量[J]. 中国科学(D辑:地球科学),2003(1):72-80.
- [11] 张萍,张进. 森林生物量与碳储量研究综述[J]. 中国林业,2009(5):56.
- [12] 李强. 四川西北部森林植被类型土壤碳氮特征和养分库研究[D]. 雅安:四川农业大学,2008.
- [13] 蔡会德,张伟,江锦烽,等. 广西森林土壤有机碳储量估算及空间格局特征[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2014(6):1-5.
- [14] 张城,王绍强,于贵瑞,等. 中国东部地区典型森林类型土壤有机碳储量分析[J]. 资源科学,2006(2):97-103.
- [15] 解宪丽,孙波,周慧珍,等. 中国土壤有机碳密度和储量的估算与空间分布分析[J]. 土壤学报,2004(1):35-43.
- [16] 张新时,周广胜. 自然植被净第一性生产力模型初探[J]. 植物生态学报,1995(3):193-200.
- [17] 刘国华,傅伯杰,方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献[J]. 生态学报,2000(5):733-740.
- [18] 周玉荣,于振良,赵士洞. 我国主要森林生态系统碳贮量和碳平衡[J]. 植物生态学报,2000(5):518-522.
- [19] 钟羨芳,杨玉盛,高人,等. 老龄杉木人工林生态系统碳库及分配[J]. 亚热带资源与环境学报,2008(2):11-18.
- [20] 陈亮中,谢宝元,肖文发,等. 三峡库区主要森林植被类型土壤有机碳贮量研究[J]. 长江流域资源与环境,2007(5):640-643.
- [21] 黄从德,张健,杨万勤,等. 四川森林 3 壤有机碳储量的空间分布特征[J]. 生态学报,2009(3):1217-1225.
- [22] 李强,马明东,陈暮初. 中亚热带 4 种森林类型土壤碳密度和碳贮量研究[J]. 浙江林业科技,2007(4):8-12.
- [23] 张晓琳,王帅,王旭,等. 海南吊罗山自然保护区土壤有机碳贮量研究[J]. 热带作物学报,2014(2):362-368.
- [24] 骆士寿,陈步峰,陈永富,等. 海南岛霸王岭热带山地雨林采伐经营初期土壤碳氮储量[J]. 林业科学研究,2000(2):123-128.
- [25] 杨克凤,张鑫童,汪大林,等. 马鬃岭自然保护区土壤碳蓄积的研究[J]. 生态环境学报,2010(10):2372-2375.
- [26] 崔鸿侠,肖文发,黄志霖,等. 神农架 3 种针叶林土壤碳储量比较[J]. 东北林业大学学报,2014(3):69-72.
- [27] 王金叶,车克钧,张学龙,等. 祁连山森林土壤碳的初步研究[J]. 甘肃农业大学学报,1996(4):41-45.
- [28] 季波,许浩,何建龙,等. 宁夏贺兰山青海云杉林土壤碳储量研究[J]. 生态科学,2014(5):920-925.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.006

轿子山急尖长苞冷杉叶片和气孔特征随海拔梯度变化研究

岩 旺¹ 马玉春² 苏 源¹ 施丹丽² 赵昌佑² 殷根深^{1*}

(1. 昆明学院 云南省高校特色生物资源开发与利用重点实验室, 云南 昆明 650214;

2. 云南轿子山国家级自然保护区管护局, 云南 禄劝 651515)

摘要:海拔梯度变化在很小的地理范围内会引起多种环境因子的变化,研究植物性状随海拔梯度的变异特征,对于理解植物对环境适应策略具有重要意义。在云南轿子山国家级自然保护区 12 个不同海拔(3 510、3 550、3 610、3 660、3 700、3 760、3 790、3 840、3 900、3 960、4 000、4 060 m)样地内观测急尖长苞冷杉的叶片基本特征和气孔特征。结果表明:随海拔的升高,急尖长苞冷杉叶片大小呈双峰型变化,在海拔 3 610 m 处及 4 000 m 处存在 2 个峰值,而叶片厚度无显著变化,气孔密度及大小与海拔存在极小的负相关;综合叶片及气孔特征,海拔变化对急尖长苞冷杉的叶片性状有明显影响,海拔 3 610 m 为急尖长苞冷杉的最适生长区域;随海拔升高,环境因子逐渐恶劣,逐渐不适应急尖长苞冷杉生长。

关键词:急尖长苞冷杉;叶片形态;气孔特征;海拔梯度;轿子山

中图分类号:S791.14;S718.43 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0025-05

Variation of Leaf and Stomatal Features of *Abies georgei* var. *smithii* in Mt. Jiaozi

YAN Wang¹, MA Yuchun², SU Yuan¹, SHI Danli², ZHAO Changyou², YIN GenShen¹

(1. Key laboratory of Special Biological Resource Development and Utilization of universities in Yunnan province, Kunming University, Kunming 650214, China; 2. Management Bureau of Yunan Jiaozishan National Nature Reserve, Luquan, Yunnan 651515, China)

Abstract: Elevation gradient variation in a small geographical range causes a variety of the changes of environmental factors. The research for the relationship between plant features and altitudes is significant to understand the environmental adaptation strategy of plants. The leaf and stomatal features of *Abies georgei* var. *smithii* at twelve sites located at different elevations (3510, 3550, 3610, 3660, 3700, 3760, 3790, 3840, 3900, 3960, 4000, 4060 m) on Mt. Jiaozi were measured and analyzed. The results showed that leaf size showed the bimodal-shaped relationship with the altitude. The greatest size was observed at 3610 m and 4000 m elevation. There was no obvious change in the blade thickness while stomatal density and size had minimal negative correlation with altitude. Considering the characteristics of leaf and stomatal, the influence of altitude was obvious. The altitude of 3610 m was the optimal elevation for growth of *Abies georgei* var. *smithii*. With the increase of altitude, the environmental factors

收稿日期:2018-02-01.

基金项目:云南省应用基础计划研究项目(2016FD107);昆明学院研究资助性项目(XJZZ1607).

作者简介:岩 旺(1997-),男,云南瑞丽人.主要从事森林培育学研究. Email:18387197331@163.com

通信作者:殷根深(1985-),男,湖南株洲人,博士,讲师.研究方向为植物学. Email:yingen Shen@126.com

became worse and less suitable for the growth.

Key words: *Abies georgei* var. *smithii*; leaf morphology; stomatal features; elevation gradient; Mt. Jiaozi

急尖长苞冷杉 (*Abies georgei* var. *SMITHII*), 又名乌蒙冷杉, 是松科冷杉属长苞冷杉的变种, 为中国特有植物, 分布在中国大陆的西藏、云南、四川等地, 生长于海拔 2 500~4 000 m 地区^[1], 在涵养水源和维持生物多样性方面发挥着巨大作用。急尖长苞冷杉的生理生态、生长特征等对环境变化的敏感性^[2], 探讨其对环境变化的生态适应性策略, 对进一步理解未来气候变化对高寒植物生长的可能影响具有重要意义。

叶片是植物体直接暴露在外界环境中的部分, 其性状是植物长期适应环境而进化形成的结果, 并随环境的变化而变化^[3], 能很好地反映植物对不同环境的适应对策。在叶片的诸多性状中, 叶片大小和气孔特征显得尤为重要, 这是因为通过控制叶片大小, 可以有效地控制水分利用来适应极端环境^[4], 而植物气孔主要位于叶的表面, 是控制水分和气体交换的重要通道, 与植物的光合作用、呼吸作用和蒸腾作用等密切相关^[5], 从而对环境因子的变化十分敏感^[6]。海拔作为一个综合性的环境因素, 其梯度变化包含了温度、湿度、光照、CO₂ 浓度、气压等诸多环境因子的急剧变化, 因此相对高差大的高山成为了研究植物在应对环境变化下结构和生理变化的理想区域^[7]。

本研究以云南轿子山国家自然保护区的急尖长苞冷杉为研究对象, 通过建立其叶片大小、气孔特征对海拔变化的响应关系, 探讨滇中地区高山主要建群林树种在适应高山极端环境的生理生态机理, 并进一步揭示高寒植物对其生存环境的适应对策, 以期预测未来高寒植被的动态变化提供可靠的理论基础和实验依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

轿子山地处滇东高原北部金沙江及其一级支流普渡河和小江之间的大凉山南延东部支脉拱王山中上部, 是我国青藏高原以东地区海拔最高的山地。地理坐标为 26°00'25"~26°11'53"N、102°48'21"~102°58'43"E。受亚热带纬度、高原与高山峡谷地形和季风环流的综合影响, 保护区低纬高原季风气候、山地气候和干热河谷气候十分显著, 发育了滇东高原最为完整的气候、土壤、植被和自然带的垂直带谱

和最丰富的植被类型, 是滇中地区原生植被保存最为完好的区域^[8]。

急尖长苞冷杉林是轿子山唯一的寒温性针叶林, 是轿子山 3 500 m 海拔以上的主要组成树种之一^[8,9]。伴生的树种有大白花杜鹃 (*Rhododendron decorum*)、洁净红棕杜鹃 (*R. rubiginosum* var. *leclerei*)、乳黄杜鹃 (*R. lacteum*)、云南杜鹃 (*R. yunnanense*)、小卫矛 (*Euonymus nanoides*)、长叶柃 (*Ilex georgei*) 等^[8]。

1.2 样品采集及处理

1.2.1 调查样地的确定

试验于 2017 年 7 月进行。在轿子山急尖长苞冷杉成片分布的海拔 3 510~4 060 m 范围内, 每 50 m 为 1 个海拔梯度, 共设定 12 个采样点。如果在预定的海拔范围内急尖长苞冷杉生长状况不理想, 则往上或往下适当地移动采样点。采样信息如表 1 所示。

表 1 急尖长苞冷杉的采样信息

Tab. 1 Sampling information of *Abies georgei* var. *smithii*

采样点	海拔/m	经度	纬度
1	3510	102°50'19.94"E	26°5'4.61"N
2	3550	102°50'31.15"E	26°5'5.31"N
3	3610	102°50'36.59"E	26°5'8.90"N
4	3660	102°50'36.86"E	26°5'9.20"N
5	3700	102°50'42.37"E	26°5'5.24"N
6	3760	102°50'47.50"E	26°5'3.12"N
7	3790	102°50'44.72"E	26°4'55.90"N
8	3840	102°50'53.31"E	26°4'56.49"N
9	3900	102°51'0.87"E	26°5'0.11"N
10	3960	102°51'11.07"E	26°5'10.60"N
11	4000	102°50'40.09"E	26°5'27.91"N
12	4060	102°51'33.84"E	26°5'9.16"N

1.2.2 叶片取样

在样地中, 选择处在中间位置且生长良好的个体, 在树冠中部外围分东、南、西、北 4 个方向剪取枝条。保留 4 年生叶片, 将处理好的枝条装入自封袋后, 置于有冰袋的泡沫保温箱中, 带回实验室进行后续研究。

1.3 各项指标的测定

1.3.1 叶片长、宽、厚的测量

各海拔分东、南、西、北 4 个方向各选择叶片 10 片,选择每个枝条大小均匀的上部枝叶,用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量叶片长度和宽度,并求平均值;用精度为 0.01 mm 的测厚仪测量厚度,并求平均值。之后将叶片放入干燥袋中,用硅胶干燥,用于后续的气孔指标的测量。

1.3.2 气孔指标的测量

取各海拔 4 个方向的经过硅胶干燥的叶片,各挑出 5 片叶片,用剪刀剪成 1 cm 长的小段,用于制作叶表皮装片,进行气孔的观察。实验方法参照孙同兴和江幸山的方法^[10],并略有改动。具体步骤如下:将材料直接放入过氧化氢—冰醋酸(1:1)溶液中,在 60℃ 水浴锅中解离处理 16 h,蒸馏水冲洗后,剥离上下表皮,用 1% 的番红染色,酒精系列脱水后封片,在奥林巴斯 BX60F-3 型光学显微镜下进行观测,在 10 倍物镜、10 倍目镜条件下拍照;在每一样品上随机选择 3~5 个视野记录气孔数目,根据视野内的气孔数量计算气孔密度(SD);同时,在每个视野图片中随机选择 3 个气孔进行气孔大小的测定。

1.4 数据分析

用 Excel 2010 软件对试验数据进行统计,用 Origin-pro 软件完成图表绘制,采用 SPSS 22.0 统计软件对各项指标进行单因素方差分析(One-way ANOVA)和曲线相关性分析(Curve Estimation)。

2 结果与分析

2.1 不同海拔梯度叶片基本特征

轿子山急尖长苞冷杉叶片的长度和宽度随海拔梯度变化的特征如图 1 所示,表现为显著的双峰型,具体数据如表 2 所示。在海拔 3 510~4 060 m 范围内,不同海拔下叶片长度和宽度呈现出一致的变化趋势,即上升—下降—上升—下降的变化趋势。在这 12 个海拔梯度中,叶片长度的变异较显著,在 3 510~3 610 m 海拔范围内,叶片长度呈上升趋势,在 3 610 m 海拔处叶片长度达到顶峰值 34.38 mm,比最低值(3 500 m)的 24.57 mm 高出 39.9%。在 3 610~3 900 m 海拔范围内,叶片长度呈现明显的下降趋势。在 3 900~4 000 m 海拔范围内,随着海拔的上升,叶片长度又随之增大,在 4 000 m 处出现第二次峰值,叶片长度达到 30.24 mm。随后,在海拔 4 060 m 处,叶片长再度下降。同样地,叶片宽度在 3 510~3 610 m 范围内沿海拔升高呈上升趋势,

于 3 610 m 处达到第一次峰值,为 2.63 mm。在 3 610~3 840 m 范围内,随海拔的升高,叶片宽度下降。随后,叶片宽度又随海拔的上升而增大,在海拔 4 000 m 处达到最高值,为 2.67 mm,在海拔 4 060 m 处叶片宽度再度下降。

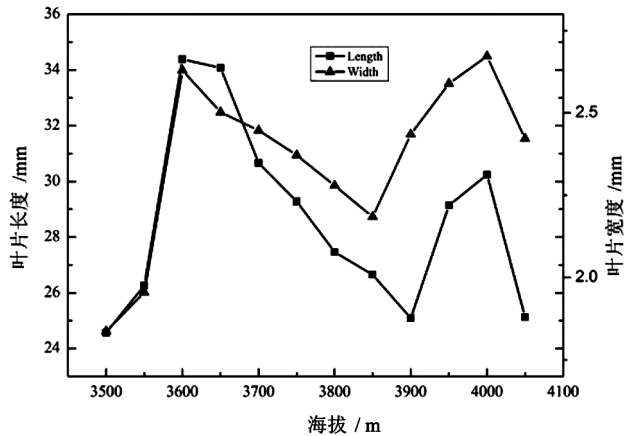


图 1 不同海拔急尖长苞冷杉叶片长度和宽度的变化
Fig. 1 Variation of length and width of *Abies georgei* var. *smithii* in different altitude

表 2 急尖长苞冷杉叶片性状特征

Tab. 2 Leaf morphology of *Abies georgei* var. *smithii*

海拔/ m	叶片 厚度/ mm	叶片长/ mm	叶片宽/ mm	气孔 密度/ (个·mm ⁻²)	气孔长/ μm	气孔宽/ μm
3510	0.50	25.49	1.84	139.60	36.12	14.69
3550	0.43	28.24	1.96	176.23	38.71	15.03
3610	0.45	34.38	2.63	142.51	46.09	16.87
3660	0.43	34.08	2.50	146.56	41.33	15.91
3700	0.40	30.66	2.45	137.65	44.12	17.45
3760	0.42	29.28	2.37	157.89	35.74	14.82
3790	0.46	27.47	2.28	149.80	41.34	16.55
3840	0.46	26.60	2.19	129.55	39.49	15.25
3900	0.45	25.09	2.44	164.90	37.16	14.81
3960	0.43	29.14	2.59	131.90	41.16	15.17
4000	0.47	30.24	2.67	127.45	43.73	17.60
4060	0.45	25.13	2.42	154.98	40.63	14.95

2.2 不同海拔梯度叶片气孔特征

急尖长苞冷杉叶片气孔形态如图 2 所示。随海拔的增加,急尖长苞冷杉叶片气孔长度在海拔 3610 m 处达最大值,为 46.09 μm,显著高于其他海拔;海拔 3 700 m 和 4 000 m 处次之,分别为 44.12 μm 和

43.73 μm ; 3 760 m 处气孔长度最小, 为 35.74 μm ; 各海拔间气孔长度存在较大差异, 但无显著变化规律(表 2, 图 3)。在测定海拔范围内, 叶片气孔宽度在海拔 4 000 m 和 3 700 m 处出现 2 次峰值, 分别为 17.60 μm 和 17.45 μm ; 3 760 m 处气孔宽度最小, 为 14.82 μm ; 同样地, 各海拔间气孔宽度存在较大差异, 但无显著变化规律(表 2, 图 3)。气孔密度在海拔 3 550 m 处达到最大值, 为 176.23 个/ mm^2 , 显著高于其它海拔处的植株; 而海拔 3 840 m、4 000 m 处气孔数量显著小于其他海拔, 分别为 129.55 个/ mm^2 以及 127.45 个/ mm^2 (图 4)。

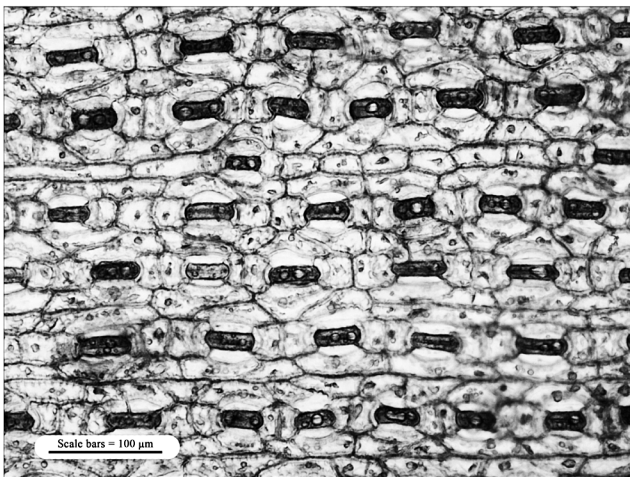


图 2 急尖长苞冷杉气孔形态

Fig. 2 Stomatal features of *Abies georgei* var. *smithii*

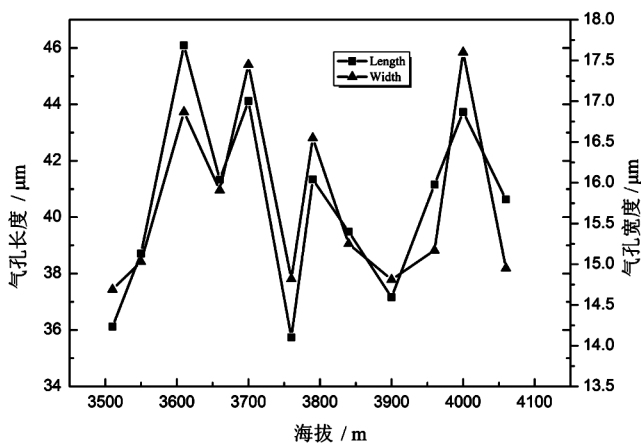


图 3 不同海拔急尖长苞冷杉气孔大小的变化

Fig. 3 Variation of stomatal size of *Abies georgei* var. *smithii* in different altitude

2.3 海拔与叶片形态、气孔特征之间的关系

海拔、叶片形态以及气孔特征的关系中, 只有气孔宽和长的关系达到了极显著水平 ($P < 0.01$), 叶

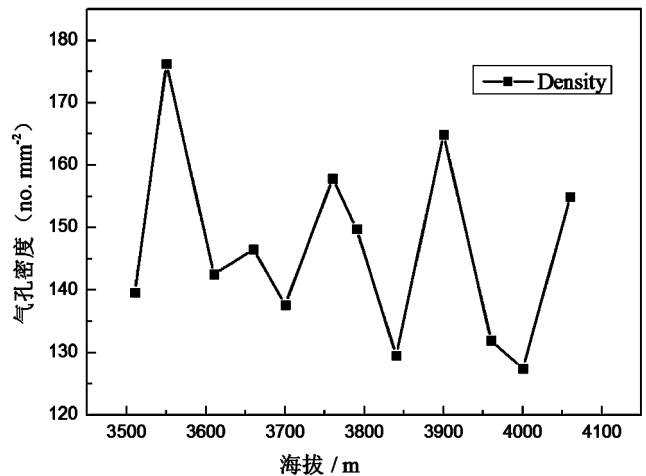


图 4 不同海拔急尖长苞冷杉气孔密度

Fig. 4 Variation of stomatal density of *Abies georgei* var. *smithii* in different altitude

片长与气孔长、叶片长与气孔宽、叶片宽与气孔长之间达到了显著水平 ($P < 0.05$)。而海拔与叶片形态及气孔特征之间均无显著关系(表 3)。

表 3 海拔梯度与叶片形态、气孔特征之间的 Pearson 相关系数

Tab. 3 Pearson correlation coefficient between the altitude and the leaf morphology and stomatal features

特征	海拔	气孔密度	气孔长	气孔宽	叶片厚	叶片长	叶片宽
海拔							
气孔密度	-0.240						
气孔长	0.120	-0.461					
气孔宽	0.032	-0.474	0.855**				
叶片厚	-0.009	-0.248	-0.206	-0.151			
叶片长	-0.314	-0.243	0.656*	0.602*	-0.418		
叶片宽	0.568	-0.350	0.649*	0.539	-0.358	0.543	

分不同海拔梯度进行分析, 在海拔 3 610 ~ 3 840 m 范围, 海拔梯度与叶片长呈极显著的负相关关系 ($r = -0.966, P < 0.01$), 与叶片宽同样也呈极显著的负相关关系 ($r = -0.966, P < 0.01$)。在海拔 3 900 ~ 4 000 m 范围, 海拔梯度与气孔长呈极显著的正相关关系 ($r = 1, P < 0.01$), 海拔梯度与叶片宽呈显著的正相关关系 ($r = 0.998, P < 0.05$); 叶片宽

与气孔长呈显著的正相关关系 ($r = 0.999, P < 0.05$)。

3 结论与讨论

3.1 不同海拔梯度叶片的变异

在本研究中,随着海拔的升高,急尖长苞冷杉叶片长和宽都表现为双峰型变化,而叶片厚度无显著变化,这与林玲在西藏色季拉山的研究结果一致^[2]。在海拔 3 610 m 处,急尖长苞冷杉叶片长度达到最大值,为 34.38 mm,显著大于其它海拔,宽度为 2.63 mm,仅次于海拔 4 000 m 处。一般认为,植物叶片的大小和矿质营养、水分生理有明显的正相关关系^[11]。在本研究中,随着海拔的升高,从 3 610 m 一直到 3 840 m 处,生境逐渐恶劣,可供植物利用的资源相对减少,所以叶片长与宽呈现下降趋势。此外,如果种间竞争强度降低,植物所获得的资源将会随着竞争强度的降低而增多,因此,其叶片的大小也会增大。在海拔 3 900~4 000 m 的范围,随海拔的升高,不利环境因子逐渐增多(如低温、射线),其它植物由于不适应这种恶劣环境,种类急剧减少,种间竞争的程度大大减弱,因此,急尖长苞冷杉获得的资源会随海拔的上升而增多,故表现为叶片大小随着海拔的升高而增大。但当海拔继续升高时,不利的环境因子也继续增加,此时,急尖长苞冷杉也不能很好地适应这种极端环境,因此,在海拔 4 000~4 060 m 范围,其叶片大小会随海拔的上升而减小。另外,已有研究表明,在高海拔地区,较小的叶面积可能是对强辐射胁迫的一种响应。UV-B 辐射会影响细胞分裂,从而形成较小的细胞,制约了叶面积的发展^[12]。较小的叶面积光合作用能力虽然较低,但可以抵御或避免恶劣环境的胁迫^[13]。因此,从叶片的大小来看,急尖长苞冷杉在轿子山的最适宜海拔为 3 610 m 左右。

研究发现,叶片厚度与海拔无显著的相关性。一般认为叶片厚度与环境的干旱程度存在着显性相关^[14]。而本研究选取的区域多云雨,湿度大,水蒸气一直在流动,空气湿度相差不大^[8],这可能是造成叶片厚度无明显变化的原因。

3.2 不同海拔梯度气孔的变异

气孔的密度和大小主要受气体因素的影响,尤其是 CO₂ 和水蒸汽的浓度^[3]。在一些研究中,气孔的密度和大小与海拔呈明显的线性关系^[15],究其原因,是 CO₂ 和水蒸汽浓度与海拔存在着明显的线性

相关。值得注意的是,这两者的关系只在一定的海拔梯度才较明显。如傅抱璞等的研究表明,绝对空气湿度、风速及温度等气候因素在海拔 3 100 m 以下随海拔变化呈线性变化,在 3 100 m 以上则呈非线性变化^[16]。就本研究的急尖长苞冷杉而言,其样品采集海拔全部在 3 500 m 以上,这也是气孔密度和大小与海拔之间存在着极小的负相关的原因。

3.3 气孔特征与叶片大小的关系

海拔与急尖长苞冷杉的叶片形态、气孔特征并不呈现明显的相关性(表 3),但是分段进行分析后,海拔与这两者的关系又存在着部分极显著相关,这说明叶片性状仍然受环境因素的影响,只是在本研究中环境因素的变化并不呈显性变化,这也是导致在总的变化趋势中海拔与叶片形态、气孔特征并不呈现明显相关性的原因。

研究结果从侧面反映了轿子山的地形、气候特征的复杂性,而这种复杂性可能是导致轿子山生物多样性的重要的原因之一。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志委员会. 中国植物志 第 7 卷 [M]. 北京:科学出版社,1974.
- [2] 林玲. 急尖长苞冷杉叶片形态与生理特征对海拔梯度的响应[D]. 拉萨:西藏大学,2008.
- [3] HETHERINGTON A M, WOODWARD F I. The role of stomata in sensing and driving environmental change[J]. Nature, 2003, 424 (6951): 901-908.
- [4] 刘明虎, 辛智鸣, 徐军, 等. 干旱区植物叶片大小对叶表面蒸腾及叶温的影响[J]. 植物生态学报, 2013, 37(5): 436-442.
- [5] 周云龙. 植物生物学[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [6] 张立荣, 牛海山, 汪诗平, 等. 增温与放牧对矮嵩草甸 4 种植物气孔密度和气孔长度的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(24): 6961-6969.
- [7] 潘红丽, 李迈和, 蔡小虎, 等. 海拔梯度上的植物生长与生理生态特性[J]. 生态环境学报, 2009, 18(2): 722-730.
- [8] 彭华, 刘恩德. 云南轿子山国家级自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社,2015.
- [9] 袁国安, 余昌元. 轿子山自然保护区植被类型及其保护价值评价[J]. 林业调查规划, 2005, 30(5): 39-42.
- [10] 孙同兴, 江幸山. 简便有效的叶表皮离析方法—过氧化氢-醋酸法[J]. 广西植物, 2009, 29(1): 44-47.
- [11] 吴丽丽, 康宏樟, 庄红蕾, 等. 区域尺度上栓皮栎叶性状变异及其与气候因子的关系[J]. 生态学杂志, 2010, 29(12): 2309-2316. (下转第 41 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.007

南京地区苔藓植物种类调查及耐旱性能分析

严欢 施亚峰 韩正敏

(南京林业大学,江苏 南京 210037)

摘要:为探索苔藓植物用于岩石覆绿的可能性,对南京地区苔藓植物进行了初步调查,观察其生长环境及其生长状况,拍照并采集后逐一鉴定。调查内容包括生长的基质状况、接受光照时间、湿度状况等。调查共发现苔藓植物 49 种,其中 24 种为优势种,分属于丛藓科、真藓科、羽藓科、提灯藓科和青藓科。最为常见的为尖叶青藓和狭叶小羽藓,其次为扭口藓、真藓和鳞叶藓。根据其生长耐旱性能、基质状况、生长茂盛程度和室内水分胁迫等试验结果多方面综合分析,认为柔叶真藓、狭叶麻羽藓、狭叶小羽藓、宽叶美喙藓、尖叶青藓和深绿绢藓有很强的耐旱性能,是在南京地区适用于岩石覆绿的耐干旱品种。

关键词:苔藓植物;种类组成;耐旱能力;水分胁迫;岩石覆绿;南京地区

中图分类号:S718.43;S757.3;Q949.35 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0030-05

Species and Drought Resistance of Bryophyte in Nanjing

YAN Huan, SHI Yafeng, HAN Zhengmin

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: In order to explore the possibility of bryophyte species for green-covered rocks, the bryophytes in Nanjing were investigated preliminarily. The growth environment and status of bryophytes were observed, and the photographs were taken and identified one by one. The survey included the substrate, light, humidity, and so on. A total of 49 species of bryophytes were found, of which 24 species were dominant species, belonging to Pottiaceae, Bryaceae, Thuidiaceae, Mniaceae and Brachytheciaceae. The most common species were *Brachythecium coreanum* and *Haplocladium angustifolium*, which followed by *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, and *Taxiphyllum taxirameum*. The comprehensive analysis for the drought resistance, the substrate condition, the growth situation and the water stress indoor test showed that *Bryum cellulare*, *Claopodium aciculum*, *Haplocladium angustifolium*, *Eurhynchium hians*, *Brachythecium coreanum* and *Entodon luridus* were drought-resistant species suitable for green-covered rock in Nanjing.

Key words: bryophytes; species composition; drought resistance; water stress; green-covered rock; Nanjing

收稿日期:2018-03-14.

基金项目:2017 年度大学生实践创新训练计划项目“苔藓在岩石覆绿中的作用”(201710298003Z).

作者简介:严欢(1997-),女,重庆永川人,本科在读,风景园林专业. Email:785883002@qq.com

通信作者:韩正敏(1956-),男,教授. 研究方向:森林微生物专业. Email:zmhan@njfu.edu.cn

随着国民经济的发展,优化生态环境已是人们对生活更高的追求。公路、铁路两旁裸露的岩石边坡,矿山开采形成的裸露宕口是重点关注的绿化对象。由于裸露的岩石没有土壤覆盖,环境极其恶劣,如果不加以人工干预,几年甚至几十年也不会有任何改变。有人曾经采用挂网、客土喷播、种植悬垂植物和攀援植物等措施进行岩石绿化^[1-3],但多数绿化或难以长久,或绿化效果不理想,甚至有的坡面受到植物根系影响反而失去了稳定而诱发地质灾害。苔藓植物个体矮小,形态结构简单,无真正的根系系统,对水分疏导的调控能力十分有限,但由于其具有特殊结构和生理适应机制,却能在高温、干旱、高寒、冰冻和弱光等极端环境中生长繁衍^[4],这些小型植物中的许多种类是初生演替阶段的先锋种,通常群集在开阔、贫瘠且多是维管植物无法生存的地方^[5]。尤其是在大量岩石裸露地区,苔藓植物生存有其独有的优势^[6]。

本研究于2017年5月至2018年4月先后多次对南京地区多个区域进行调查,筛选出具有较强耐旱能力的苔藓,通过进一步室内耐旱试验,拟找到能在南京市用于岩石覆绿的耐旱苔藓种类。

1 研究方法

1.1 调查区域选择及气候

调查区域南京市地理坐标为北纬31°14'~32°37',东经118°22'~119°14',属北亚热带湿润气候,四季分明,雨水充沛。年均降雨117 d,平均降雨量1 106.5 mm,相对湿度76%,无霜期237 d。调查区域主要在南京的各风景区、公园和大学校园,包括紫金山、栖霞山、灵谷寺和雨花台风景区,玄武湖、燕子矶、莫愁湖、清凉山和石头城公园,南京大学、南京师范大学和南京林业大学校园。

1.2 调查方法

调查采用踏查的方法,遇到生长较多较茂盛的苔藓即作为调查对象。调查内容包括:

1)记录苔藓生长环境,包括1 d内光照时间,湿度或水分状况(分为干,较干,较湿,湿4个等级),生长基质状况(包括土壤、岩石、树皮)等。

2)拍照展示苔藓植物的叶片颜色形态以及孢蒴的形态,选择不同角度,显示出苔藓生长的环境特点和苔藓的生长状态。

3)记录调查地点,采集标本,并编号。

1.3 苔藓的鉴定

对采回的苔藓通过解剖镜和显微镜进行观察,

依据《中国苔藓志》、《中国高等植物图例》和《中国常见植物野外识别手册—苔藓册》等文献进行形态学鉴定到种。

1.4 水分胁迫试验

将野外采回的各种苔藓移入装有相同厚度(5 cm)黄沙的盘中,室内22~25℃自然光线下培养。喷水培养一周,待生长稳定后停止喷水,观察并记录各种苔藓在水分胁迫下的表现和生长状况。16 d后再恢复喷水,观察各苔藓复水后的表现和状态。

2 结果与分析

2.1 南京地区苔藓植物种类组成

调查共采集到苔藓植物标本173份。经形态学鉴定合并为49种,分属于18科31属。各种苔藓植物生长环境和采集区域见表1。调查的49种苔藓中,有24种为优势种,分属于丛藓科、真藓科、羽藓科、提灯藓科和青藓科。最为常见的为尖叶青藓(*Brachythecium coreanum*)和狭叶小羽藓(*Haplocladium angustifolium*),分别属于青藓科青藓属和羽藓科小羽藓属;其次为扭口藓(*Barbula unguiculata*)、真藓(*Bryum argenteum*)和鳞叶藓(*Taxiphyllum taxirameum*)。调查还发现,在自然环境下,能够在干燥的岩石上生长的苔藓种类有金黄银藓、真藓、狭叶麻羽藓、狭叶小羽藓、长叶青藓、密叶绢藓、深绿绢藓、长柄绢藓、绿丛本藓、扭口藓、小扭口藓、鳞叶藓、黑藓和木灵藓14种,其中,真藓、狭叶麻羽藓、狭叶小羽藓、深绿绢藓、鳞叶藓、扭口藓较其他种生长得厚而茂密。

2.2 水分胁迫试验

采集在自然状态下生长较厚且茂密的15种苔藓,在实验室通过控制水分,制造水分胁迫环境,观察这15种苔藓在干旱情况下的表现,评价其耐干旱能力(表2)。

试验发现,15种苔藓中,川西小金发藓、南京凤尾藓和尖叶匍灯藓表现较差,水分胁迫1 d即出现明显不良症状,15 d后即接近死亡,甚至复水后也很难恢复原来状态;纤枝短月藓、真藓、扭口藓、木灵藓、鳞叶藓、东亚小曲尾藓6种苔藓表现中等,大多在水分胁迫3~5 d后出现明显缺水症状,复水情况下也恢复较慢;柔叶真藓、狭叶麻羽藓、狭叶小羽藓、宽叶美喙藓、尖叶青藓、深绿绢藓6种苔藓表现最好,水分胁迫5~15 d后略微表现缺水症状,复水后

表 1 调查发现的各種苔蘚植物生長環境及分布區域

Tab. 1 Growth environment and distribution region of various bryophytes found in the investigation

编号	苔蘚種名	科名	屬名	每天光照 時長/h	濕度	生長基质	分布區域(編號)*
1	泛生牆蘚 <i>Tortula muralis</i>	真蘚科	牆蘚屬	6~8	較干	土壤、岩石	8
2	泛生絲瓜蘚 <i>Pohlia cruda</i>	真蘚科	絲瓜蘚屬	4~6	較干	土壤	2,5,11
3	絨枝短月蘚 <i>Brachymenium exile</i>	真蘚科	短月蘚屬	8~10	較干	土壤	1,2,3,4,5,6
4	細葉真蘚 <i>Brachymenium exile</i>	真蘚科	真蘚屬	8~11	較干	土壤	5,11
5	柔葉真蘚 <i>Bryum cellulare</i>	真蘚科	真蘚屬	8~12	較干	土壤	1,2,3,5,6
6	金黃銀蘚 <i>Anomobryum auratum</i>	真蘚科	真蘚屬	8~12	干	土壤、岩石	5
7	真蘚 <i>Bryum argenteum</i>	真蘚科	真蘚屬	9~12	干	土壤、岩石	1,2,3,4,5,6,7,8,9、 10,11,12
8	圓葉真蘚 <i>Bryum cyclophyllum</i>	真蘚科	真蘚屬	6~8	較干	土壤、岩石	2,3,11
9	平肋提燈蘚 <i>Mnium laevinerve</i>	提燈蘚科	提燈蘚屬	2~5	較濕	土壤	9
10	圓葉匍燈蘚 <i>Plagiomnium vesicatum</i>	提燈蘚科	匍燈蘚屬	2~12	較濕	土壤、岩石	1,3,4,7
11	尖葉匍燈蘚 <i>Plagiomnium acutum</i>	提燈蘚科	匍燈蘚屬	2~12	較濕	土壤、岩石	4,6,7,8
12	疣燈蘚 <i>Trachycystis microphylla</i>	提燈蘚科	疣燈蘚屬	3~6	較濕	土壤、岩石	6
13	中華細枝蘚 <i>Lindbergiasinensis</i>	薄羅蘚科	細枝蘚屬	7~9	較干	岩石、岩面薄土	5,7
14	狹葉麻羽蘚 <i>Claopodium aciculum</i>	羽蘚科	麻羽蘚屬	8~11	干	岩石、岩面薄土	2,3,5,6,8,11
15	狹葉小羽蘚 <i>Haplocladium angustifolium</i>	羽蘚科	小羽蘚屬	2~12	干	土壤、岩石、 樹干	1,2,3,4,5,6,7,8,9、 10,11,12
16	細葉小羽蘚 <i>Haplocladium microphyllum</i>	羽蘚科	小羽蘚屬	6~9	較濕	土壤、岩石、 樹干	1,2,3,5,6,7,8,9、 11,12
17	擬附干蘚 <i>Schwetschkeopsis fabronia</i>	碎米蘚科	擬附干蘚屬	3~6	較干	土壤、樹干	5
18	長葉青蘚 <i>Brachythecium rotaeantum</i>	青蘚科	青蘚屬	3~12	干	土壤、岩石	2,3
19	羽枝青蘚 <i>Brachythecium plumosum</i>	青蘚科	青蘚屬	3~12	較濕	土壤、岩石	1,2,3,4,5,6,8,10,11
20	尖葉青蘚 <i>Brachythecium coreanum</i>	青蘚科	青蘚屬	3~12	較濕	土壤、岩石	1,2,3,4,5,6,8,9、 10,12
21	斜枝青蘚 <i>Brachythecium campylohallum</i>	青蘚科	青蘚屬	7~9	較干	土壤、岩石	1,2,3
22	寬葉美喙蘚 <i>Eurhynchium hians</i>	青蘚科	美喙蘚屬	4~6	較濕	土壤、樹干	1,3,5,6
23	細絹蘚 <i>Entodon giraldii</i>	絹蘚科	絹蘚屬	3~6	較濕	土壤、樹干	5,11
24	密葉絹蘚 <i>Entodon compressus</i>	絹蘚科	絹蘚屬	5~10	干	岩石	8
25	深綠絹蘚 <i>Entodon luridus</i>	絹蘚科	絹蘚屬	6~11	干	岩石	3,6,7,8
26	長柄絹蘚 <i>Entodon macropodus</i>	絹蘚科	絹蘚屬	3~6	干	岩石	6
27	黃葉鳳尾蘚 <i>Fissidens zippelianus</i>	鳳尾蘚科	鳳尾蘚屬	3~5	濕	土壤	5,6
28	鱗葉鳳尾蘚 <i>Fissidens taxifolius</i>	鳳尾蘚科	鳳尾蘚屬	2~4	濕	土壤	9
29	小鳳尾蘚 <i>Fissidens bryoides</i>	鳳尾蘚科	鳳尾蘚屬	2~3	濕	土壤、岩石	4,7,8,11
30	南京鳳尾蘚 <i>Fissidens adelphinus</i>	鳳尾蘚科	鳳尾蘚屬	2~4	濕	土壤、岩石	5,6,7,8
31	綠叢本蘚 <i>Anoetangium euchloron</i>	叢蘚科	叢本蘚屬	8~12	干	岩石、岩面薄土	3,8
32	闊葉小石蘚 <i>Weissia planifolia</i>	叢蘚科	小石蘚屬	6~10	較濕	岩面薄土	9
33	東亞小石蘚 <i>Weissia exserta</i>	叢蘚科	小石蘚屬	6~11	較濕	岩石、岩面薄土	5,8
34	扭口蘚 <i>Barbula unguiculata</i>	叢蘚科	扭口蘚屬	8~12	干	岩石、岩面薄土	1,2,3,4,5,6,7,8,9、 10,11,12
35	小扭口蘚 <i>Barbula indica</i>	叢蘚科	扭口蘚屬	6~9	干	土壤、岩石	3,4,5,8
36	反紐蘚 <i>Timmiella anomala</i>	叢蘚科	反紐蘚屬	6~10	較干	土壤、岩面薄土	8,11
37	立碗蘚 <i>Physcomitrium sphaericum</i>	叢蘚科	立碗蘚屬	9~12	較干	岩面薄土	2,3

续表 1

编号	苔藓种名	科名	属名	每天光照时长/h	湿度	生长基质	分布区域(编号)*
38	卷叶湿地藓 <i>Hyophila involuta</i>	丛藓科	湿地藓属	3~8	较干	土壤、岩石	5、8、9
39	平叶偏蒴藓 <i>Ectropothecium zollingeri</i>	灰藓科	偏蒴藓属	4~8	较干	岩面薄土	7
40	鳞叶藓 <i>Taxiphyllum taxirameum</i>	灰藓科	鳞叶藓属	6~8	干	土壤、岩石	1、2、5、6、7、11
41	硬叶小金发藓 <i>Pogonatum neesii</i>	金发藓科	小金发藓属	5~6	较干	土壤	5
42	川西小金发藓 <i>Pogonatum nudiusculum</i>	金发藓科	小金发藓属	7~9	较湿	土壤、岩石	6
43	葫芦藓 <i>Funaria hygrometrica</i>	葫芦藓科	葫芦藓属	7~10	较湿	岩石、岩面薄土	6、11
44	黑藓 <i>Andreaea wilsonii</i>	黑藓科	黑藓属	8~12	干	岩石	4、6、8
45	东亚小曲尾藓 <i>Dicranum nipponense</i>	曲尾藓科	曲尾藓属	1~3	湿	土壤、岩石	2、5、8
46	木灵藓 <i>Orthotrichum affine</i>	木灵藓科	木灵藓属	7~11	干	岩石	4
47	软枝绿锯藓 <i>Duthiella flaccida</i>	金毛藓科	绿锯藓属	4~5	较湿	土壤、岩石	3、5、8
48	扭叶藓 <i>Trachypus bicolor</i>	扭叶藓科	扭叶藓属	4~6	较湿	土壤、岩石	6
49	中华无轴藓 <i>Archidium ochioense</i>	无轴藓科	无轴藓属	4~7	较湿	土壤、岩石	5、6

* 分布区域 1:雨花台景区;2:莫愁湖;3:玄武湖;4:石头城公园;5:南京林业大学;6:紫金山;57:清凉山;8:灵谷寺;9:栖霞山;10:南京大学;11:南京师范大学;12:燕子矶公园

表 2 水分胁迫下各苔藓植物的生长表现及耐旱评价

Tab. 2 Evaluation for growth performance and drought resistance of bryophytes with water stress

编号	种名	水分胁迫不同时间段苔藓形态变化				复水后的状态	耐旱能力评价
		第 1 d	第 3 d	第 5 d	第 15 d		
1	纤枝短月藓	无明显变化	无明显变化	叶色变浅	叶色变浅	5 min 恢复原有生长状态	较强
2	柔叶真藓	无明显变化	无明显变化	叶色变浅,小部分变灰	叶色变浅,小部分变灰	立即恢复原有生长状态	强
3	真藓	无明显变化	整体变柔软	叶色微变浅	叶色微变浅	叶色加深	较强
4	尖叶匍灯藓	叶缘微卷曲	叶片全卷曲,叶色加深	叶片极度卷曲	几近蔫萎	叶片稍稍舒展,未能恢复原有状态	弱
5	狭叶麻羽藓	无明显变化	无明显变化	叶片微卷	叶片部分发黄	2 min 恢复原有生长状态	强
6	狭叶小羽藓	无明显变化	无明显变化	叶片微卷	叶尖部分发黄	立即恢复原有生长状态	强
7	宽叶美喙藓	无明显变化	无明显变化	叶片微卷	叶色变浅,部分发灰	立即恢复原有生长状态	强
8	尖叶青藓	无明显变化	无明显变化	叶片微弯	叶色微发黄	立即恢复原有生长状态	强
9	深绿绢藓	无明显变化	无明显变化	叶片变软,微弯	叶片变软	叶色加深	强
10	南京凤尾藓	叶尖微发白	叶尖变灰,叶色加深	叶片泛白	叶色加深,无法清楚辨别	5 min 恢复原有形态,颜色部分恢复	弱
11	扭口藓	无明显变化	叶片合拢,叶尖微卷	叶色加深,叶尖微发白	叶片极度卷曲,叶色再度加深	立即恢复绿色,2 min 恢复原有状态	较强
12	木灵藓	无明显变化	无明显变化	无明显变化	叶片微卷	5 min 恢复原有生长状态	较强
13	鳞叶藓	无明显变化	叶片部分变灰	叶色大面积变灰	大面积变灰	立即恢复原有生长状态	较强
14	川西小金发藓	叶片微卷	部分叶片完全卷缩	叶片极度卷曲,叶色加深	几近蔫萎	颜色立即变浅,部分恢复原有状态	弱
15	东亚小曲尾藓	无明显变化	叶片聚集到一起	叶尖微卷	叶尖发白,叶色加深	立即恢复绿色,5 min 叶片完全舒展	较强

恢复也较快。

3 讨论

苔藓植物是自然界的拓荒者之一,其中不少种类具有很强的耐旱能力,能生长在裸露的岩壁和极端干旱的环境中。苔藓植物的耐旱性与生长环境有关^[7]。长期生长在湿润环境下的苔藓植物耐旱性较弱,而长期生长在干旱环境下的则具有较强的耐旱能力。干旱环境促使苔藓植物耐旱能力提高是植物长期适应,经受自然锻炼的结果^[8]。关于苔藓植物的耐旱性研究不多,王晓宇等在对贵州六冲河下游苔藓植物进行鉴定分类时,发现一些石生耐旱苔藓,主要有卷叶毛口藓(*Trichostomum brachydontium*)、反扭藓(*Timmia anomala*)、卷叶灰藓(*Hypnum revolutum*)、银叶真藓(*Bryum argenteum*)、尖叶匍灯藓(*Plagiomnium acutum*)、毛尖卷柏藓(*Rhacopilum aristatum*)、鳞叶藓(*Taxiphyllum taxirameum*)和毛尖羽藓(*Thuidium philibertii*)等^[9]。张显强研究发现,强度石漠化区域石生藓类植物主要以丛藓科和真藓科占优势,构成了强度石漠化苔藓植物的主体。优势属有曲柄藓属(*Campylopus*)、净口藓属(*Gymnostomum*)、扭口藓属(*Barbula*)、真藓属(*Bryum*)、小石藓属(*Weissia*)、绢藓属(*Entodon*)^[10]。许多生长在干燥环境里的苔藓能在不同程度上忍耐脱水和干旱。Bewley(1973)研究发现如小墙藓(*Weissia plicata*)经受几个月甚至几十年的干旱仍能保持生命力。曲柄藓(*Campylopus flexuosus*)和扭口藓(*Barbula unguiculata*)在经受 30 min 100℃ 的高温后仍可以继续生存,其生长特性与对照材料相比并没有显著差异^[11-12]。

本研究通过野外调查和室内水分胁迫试验,发现柔叶真藓、狭叶麻羽藓、狭叶小羽藓、宽叶美喙藓、

尖叶青藓和深绿绢藓有很强的耐旱性能,能在石头上长期生存,是岩石绿化或覆绿的首选苔藓种类。

参考文献:

[1] 杨海军,毕琪等. 深圳市高速公路边坡和采石场植被恢复技术[J]. 生态学杂志,2004(1):120-124.

[2] 张俊云,周德培. 植被护坡工程技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.

[3] 李小华. 高速公路边坡绿化方式的研究[J]. 内蒙古林业科技,2003(1):47-50.

[4] 张楠,杜宝明,季梦成. 苔藓植物组织培养研究进展[J]. 浙江农林大学学报,2011(28):303-315.

[5] 曹同,郭水良,姜玉霞,等. 苔藓植物多样性及其保护[M]. 北京:中国林业出版社,2011.

[6] VITT D H. Patterns of growth of the drought tolerant moss, *Racomitrium microcarpon*, over a three year period[J]. *Lindbergia*, 1989, 15(6):181-187.

[7] ROBINSON S A, WASLEY J, POPP M, et al. Desiccation tolerance of three moss species from continental Antarctica[J]. *Austria J. Plant Physical*, 2000, 27(5):379-388.

[8] SCHONBECK M W, BEWLEY J D. Responses of the moss *Tortula ruralis* to desiccation treatments. II. Variations in desiccation tolerance [J]. *Can. J. Bot.*, 1981, 59: 2707-2712.

[9] 王晓宇,李燕,杨朝东. 贵州六冲河下游苔藓植物的鉴定及分类[J]. 山地农业生物学报,2003(4):310-316.

[10] 张显强. 贵州石生藓类对石漠化干旱环境的生态适应性研究[D]. 重庆:西南大学,2012.

[11] BEWLEY J D. The conservation of polyribosomes in the moss *Tortula ruralis* during total desiccation [J]. *J. Exp. Bot*, 1972:462-698.

[12] BEWLEY J D. The effects of liquid nitrogen temperatures on protein and RNA synthesis in the moss *Tortula ruralis* [J]. *Plant Sci. Letters*, 1973:303-308.

(上接第 20 页)

[10] 李天文,刘学军,陈正江,等. 规则格网 DEM 坡度坡向算法的比较分析[J]. 干旱区地理,2004,27(3):398-404.

[11] 周启鸣,刘学军. 数字地形分析[M]. 北京:科学出版社,2006.

[12] 刘学军,龚健雅,周启鸣,等. 基于 DEM 坡度坡向算法精度的分析研究[J]. 测绘学报,2004,33(3):258-263.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.008

巍山县天然云南松种群数量动态分析

汤明华¹ 余正才² 李帅锋³ 刘娟⁴

(1. 云南省林业调查规划院生态分院, 云南 昆明 650031; 2. 云南省林业调查规划院昆明分院, 云南 昆明 650200;
3. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 4. 云南省林业职业技术学院经济管理学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 云南松林是巍山县保存最好的森林生态系统之一。运用空间代替时间的推理与方法, 分析云南松林的种群年龄径级结构、静态生命表、空间分布类型等特征, 探讨 2002、2007 和 2012 年 3 个 5 年期间的云南松林种群动态变化规律。结果表明, 3 个年份云南松种群的径级结构皆呈“倒 J 型”现象, 为增长型。云南松种群处于中幼林阶段, 种群存活曲线属于 Deevey-III 型; 随着树龄的增加, 云南松的死亡率发生波动, 2002 年云南松种群的死亡率最高出现在第 IV 龄级, 2007 和 2012 年的死亡率最高出现在第 V 龄级。3 个年份云南松种群的存活曲线呈单调减少, 相应的积累死亡率呈单调增加, 2012 年下降或增加的幅度高于其它 2 个年份。

关键词: 云南松林; 种群数量动态; 径级结构; 生命表; 存活曲线; 生存活力分析; 巍山县

中图分类号: S791.257; S718.54 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)03-0035-07

Dynamic Analysis of Natural *Pinus yunnanensis* Population in Weishan County

TANG Minghua¹, YU Zhengcai², LI Shuaifeng³, LIU Juan⁴

(1. Ecology Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650031, China;

2 Kunming Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650200, China;

3 Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China;

4. School of Economics and Management, Yunnan Forestry Technological College, Kunming 650224, China)

Abstract: *Pinus yunnanensis* population was one of the best-preserved forest ecosystems in Weishan County. Based on space-for-time substitution method, this paper analyzed the characteristics of *Pinus yunnanensis* population from age and diameter class structure, static life table and spatial distribution, and studied the dynamic variation rule during the three five-year periods of 2002, 2007 and 2012. The results showed that the diameter class of *Pinus yunnanensis* population increased and indicated inverted J types in the three periods. The stand of the populations was the young growth stage with the Deevey-III survival curve. The mortality rate of *P. yunnanensis* showed fluctuation which was the highest in IV age class in 2002 and the highest in V age class in 2007 and 2012. The survival curves were monotone decreasing while the corresponding mortality curves were monotone increasing. The extent of decreasing or increasing in 2012 year was higher than that in other years.

收稿日期: 2017-12-05.

作者简介: 汤明华(1981-), 男, 云南会泽人, 工程师, 硕士. 主要从事森林资源规划设计调查工作. Email: 530490253@qq.com

通信作者: 刘娟(1981-), 女, 云南昆明人, 讲师, 硕士. 主要从事林业经济类教育研究. Email: ambrocia@163.com

Key words: *Pinus yunnanensis* forest; dynamics of populations; diameter class structure; life table; survival curve; survival analysis; Weishan County

种群结构是植物种群生态学的重要研究内容,能反映种群空间上的变动规律,从而体现种群动态及其群落的演替规律,对阐明生态系统的发展、群落结构的特征和发展趋势具有重要的研究意义^[1,2]。植物种群的年龄结构、生命表、存活曲线及空间分布是研究种群数量动态变化的重要工具^[3,4]。种群大小结构能充分反应种群的动态变化,许多学者在研究总结工作中用大小(径级)结构法替代年龄结构^[3,5]。植物种群年龄结构和径级结构的相关分析,可以用来推测种群的发展趋势^[6]。

生命表的结构分析是解释种群数量变化的前提和首要工作^[7],根据生命表可以预测出该物种在某些特定条件下存活与繁殖的可能性,了解种群的生存状态,分析过去的种群结构与受干扰状态,预测未来的种群动态^[8,9]。生命表是研究种群数量动态的一个重要手段,在种群生态学的研究中应用越来越广泛。我国 20 世纪 80 年代以来在植物种群生命表的编制与研究方面做了大量工作,如对油松(*Pinus tabulaeformis*)^[10]、岷江柏(*Cupressus chengiana*)^[11]、白桦(*Betula platyphylla*)^[11]、山杨(*Populus davidiana*)^[12]、五角枫(*Acer mono*)^[13]、马尾松(*Pinus massoniana*)^[14]等树种的相关研究。

云南松(*Pinus yunnanensis*)作为我国西南地区的特有速生造林树种,是云南省分布最广的优良乡土树种,具有生长迅速、耐干旱瘠薄等特性,是荒山造林的先锋树种^[15]。云南松天然林是一个生态、经济、社会效益高的森林生态系统,由于受人为长期不科学、不合理经营的影响,云南松天然林的资源结构和生态功能受到严重破坏,退化特征表现为组成简单、生物多样性低,因此导致病虫害危害加剧,林分稳定性下降,同时林分分化严重,密度不合理(天然林稀疏而人工林又过密),蓄积量小,不能充分利用林地生产力^[16,17]。巍山县至今保留着大面积的云南松原始林,通过对 2002 年、2007 年和 2012 年 3 个 5 年间隔的林分因子及优势物种的种群年龄结构、数量动态的分析,建立起天然更新下云南松林的种群年龄结构的动态变化、生命表的编制及存活曲线的分析,为认识云南松林的生成、演替、动态及生态效益等方面提供一定的基础资料,为制定合理有效的森林经营规划和保护对策、加强生物多样性保护提供有用的参考。

1 研究区域概况

巍山县位于云南省西部、大理白族自治州南部,地理坐标为北纬 24°56′~25°32′,东经 99°55′~100°25′。地处哀牢山与无量山的北部边缘。境内山地、盆地、河谷相间分布,海拔为 1 700~1 750 m。属亚热带季风气候,干湿季分明、季节分布不均,年均温 15.7℃,最冷月均温 8.2℃(1 月),最热月均温 21.2℃(7 月),极端最低温 -1.8℃,极端最高温 31.0℃。年总积温 5694.3℃,全年有霜期为 123 d。乔木层的主要组成物种有云南松、旱冬瓜(*Alnus nepalensis*)、高山栲(*Castanopsis delavayi*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、滇油杉(*Keteleeria evelyniana*)、华山松(*Pinus armandii*)和银木荷(*Schima argentea*);灌木种类主要有米饭花(*Lyonia ovalifolia*)、铁仔(*Myrsine africana*)、乌桕果(*Vaccinium fragile*)、马桑(*Coriaria nepalensis*)、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、余甘子(*Phyllanthus emblica*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)及几种杜鹃(*Rhododendron* spp.);草本种类主要有西南野古草(*Arundinella hookeri*)、羊耳菊(*Inula cappa*)、黄背草(*Themeda triandra*)、紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum*)、扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、四方蒿(*Elsholtzia blanda*)等物种。

2 研究方法

2.1 野外调查

2002 年 3—5 月、2007 年 3—5 月和 2012 年 2—4 月进行野外调查。在巍山县海拔在 1 600~2 300 m 区域设置 8 块固定样地,每个样地大小为 28.28 m×28.28 m(0.08 hm²)。记录样地基本情况,如海拔、坡向、坡位、坡度、土壤类型等(表 1)。在每个样地中,分别进行乔木、灌木、草本种类调查,记录样地内出现的所有乔木种类,调查内容包括物种名、胸径、树高等特征,同时记录样地内出现的灌木与草本种类。

2.2 数据分析

2.2.1 种群径级结构划分

云南松天然林树龄的确定存在一定的误差,因而种群结构采用径级代替龄级来分析。虽然龄级和径级有所不同,但在同一环境下的同一树种的龄

表1 样地环境因子与林分因子概况

Tab.1 Environmental factors and stands factors in sample plots

样地	海拔/m	坡向	坡位	坡度/°	土壤
1	2274	南坡	上坡	25	紫色土
2	2190	西南	上坡	15	紫色土
3	2140	东北	中坡	10	红壤
4	2275	西南	中坡	20	红壤
5	1815	西南	中坡	25	红壤
6	2130	东北	下坡	20	紫色土
7	2170	西南	下坡	15	红壤
8	1739	南坡	中坡	32	紫色土

级和径级对环境的反应规律具有异质性^[18]。种群的径级结构以胸径大小为标准,用上限排外法进行分级:5~10 cm 为Ⅰ级,10~15 cm 为Ⅱ级,15~20 cm 为Ⅲ级,20~25 cm 为Ⅳ级,25~30 cm 为Ⅴ级,30~35 cm 为Ⅵ级,共划分6个等级。

2.2.2 生命表编制及曲线绘制

生命表也以径级代替龄级来编制^[12,19]。针对2002年与2007年2个年份的云南松种群进行生命表的编制。把径级从小到大的顺序视为时间顺序,第Ⅰ级对应第Ⅰ龄级,第Ⅱ级对应第Ⅱ龄级,以此类推,统计各径级株数并将数据标准化。特定时间生命表一般包含如下栏目: x 为单位时间年龄等级的中值; a_x 为在 x 龄级内现有个体数; l_x 为在 x 龄级开始时标准化存活个体数(一般转化为1000); d_x 为从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期内标准化死亡数; q_x 为从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期间死亡率; L_x 为从 x 到 $x+1$ 龄级间隔期间还存活的个体数; T_x 为从 x 龄级到超过 x 龄级的个体总数; e_x 为进入 x 龄级个体的生命期望寿命; K_x 为损失度。

生命表中各项都是相互关联的,可以通过实测值 a_x 或 d_x 求得,其关系如下: $l_x = a_x / a_0 \times 1000$; $d_x = l_x - l_{x+1}$; $q_x = d_x / l_x \times 100\%$; $L_x = (l_x + l_{x+1}) / 2$; $T_x = \sum_x L_x$; $e_x = T_x / l_x$; $K_x = \ln l_x - \ln l_{x+1}$ 。

2.2.3 生存分析

生存分析在动物种群生命过程分析中的技术已非常成熟,但在植物种群中的应用尚处于尝试阶段。为了更好地分析云南松种群的结构形式,阐明其生存规律,本研究在云南松种群生命表栏目中引入生存分析中的4个函数项目,即生存函数 $S_{(i)}$ 、积累死

亡率函数 $F_{(i)}$ 、死亡密度函数 $f_{(ii)}$ 、危险率函数 $\lambda_{(ii)}$ 。计算公式^[19]为:

$$S_{(i)} = S_1 \times S_2 \times S_3, \dots, S_i (S_i \text{ 为存活率})$$

$$F_{(i)} = 1 - S_{(i)}$$

$$f_{(ii)} = (S_{i-1} - S_i) / h_i \quad (h_i \text{ 为龄级宽度})$$

$$\lambda_{(ii)} = 2(1 - S_i) / [h_i(1 + S_i)]$$

2.3 数据分析

数据分析均在 EXCEL 2007 与 SPSS 17.0 中完成。对2012年云南松林中重要值与对应的生态位宽度、生态位重叠值与种间联结系数进行相关分析,并对后者进行回归模型处理。

3 结果与分析

3.1 种群径级结构

2002年、2007年和2012年云南松种群的个体分别为1146株/hm²、1388株/hm²和1419株/hm²,占总样方内出现的乔木种类的76.95%、88.2%和83.55%,云南松的比例在增加,2012年有所下降。2002年、2007年和2012年云南松林整个林分和云南松种群径级结构见图1。

从图1中可看出,3个年份的径级结构皆呈“倒J型”现象,随着径级的增加,云南松个体数量在减少,为增长型。云南松种群中胸径5~10 cm 间的个体占绝大多数。2002年调查的群落中云南松的胸径为5~25 cm,其径级可以分为4个阶段,而2007年和2012年调查的群落中云南松的胸径为5~30 cm,2002年的云南松林中缺少25~30 cm 径级的云南松个体。

3.2 静态生命表

3.2.1 数据的处理与编制

根据静态生命表的编制方法与6400 m²样地面积的调查数据,编制了2002年、2007年和2012年云南松种群的静态生命表(表2)。3个年份云南松种群结构存在波动性,幼年阶段个体数量较丰富,成年阶段个体数量相对较少,3个年份都是在第Ⅰ阶段个体数量最多。 e_x 反映了 x 龄级内个体的生命期望寿命。2002年云南松的生命期望值随着龄级的增加波动较大,在第Ⅱ级最高,在Ⅵ级最小;2007年云南松的生命期望值同样是第Ⅱ级最高,其后随着龄级的增加而减小;2012年云南松的生命期望值随着龄级的增加而逐渐减少,在第Ⅰ级最大。在每个龄级,生命期望值随着年份的增加而逐渐增加。

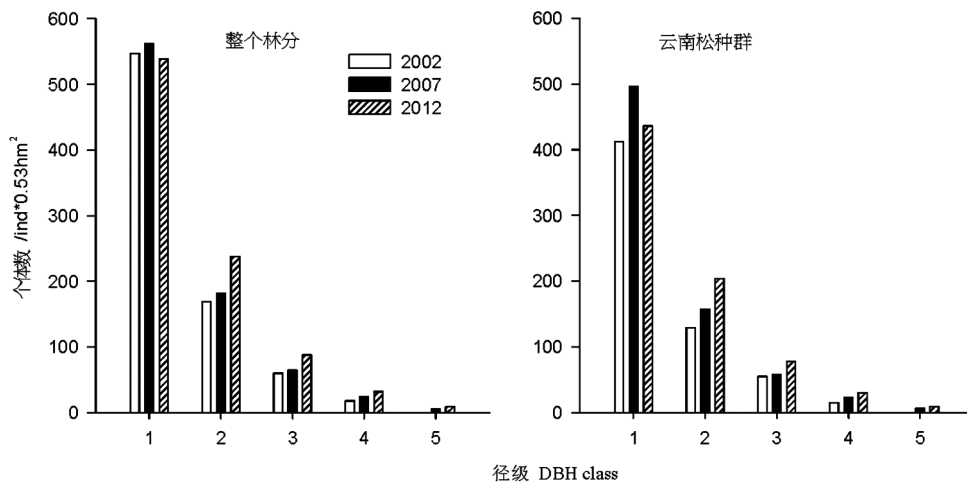


图 1 2002 年、2007 年和 2012 年云南松林整个林分与云南松种群径级结构
Fig. 1 Diameter classes of *Pinus yunnanensis* stand and population in 2002 ,2007 and 2012

表 2 2002 年、2007 和 2012 年云南松种群静态生命表
Tab. 2 Static life table of *Pinus yunnanensis* population in 2002 ,2007 and 2012

年份	龄级	径级	a_x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	S_x	K_x
2002	I	5-10	412	1000	283	0.28	656.55	983.01	0.98	0.31	1.16
	II	10-15	129	313.11	74	0.24	223.30	326.46	1.04	0.43	0.85
	III	15-20	55	133.50	40	0.30	84.95	103.16	0.77	0.27	1.30
	IV	20-25	15	36.41	15	0.41	18.20	18.20	0.50	0	3.59
2007	I	5-10	496	1000	339	0.34	658.27	991.94	0.99	0.32	1.15
	II	10-15	157	316.53	99	0.31	216.73	333.67	1.05	0.37	1.00
	III	15-20	58	116.94	35	0.30	81.65	116.94	1.00	0.40	0.92
	IV	20-25	23	46.37	17	0.37	29.23	35.28	0.76	0.26	1.34
	V	25-30	6	12.10	6	0.50	6.05	6.05	0.50	0	2.49
2012	I	5-10	436	1000	232	0.23	733.94	1236.24	1.24	0.47	0.76
	II	10-15	204	467.89	126	0.27	323.39	502.29	1.07	0.38	0.96
	III	15-20	78	178.90	48	0.27	123.85	178.90	1.00	0.38	0.96
	IV	20-25	30	68.81	21	0.31	44.72	55.05	0.80	0.3	1.20
	V	25-30	9	20.64	9	0.44	10.32	10.32	0.50	0	3.03

注： a_x 为实际株数； l_x 为标准化存活数； d_x 为死亡数； q_x 为死亡率； L_x 为平均存活数； T_x 为个体总数； e_x 为生命期望； S_x 为存活率； K_x 为消失率

3.2.2 存活曲线

为了更好地解释静态生命表,最常用同时也是最有效的方法就是通过建立生存曲线来分析。其绘制方法有 2 种,一是以存活量 l_x 对年龄作图;另一种方法是以存活量的对数值 $\ln l_x$ 为纵坐标,以年龄为横坐标^[25]。本文采用第一种方法,如图 2A 所示。Deevey 把存活曲线分为 3 种类型: I 型(又称 A 型)是凸曲线,属于该型的种群绝大多数个体均能

实现平均生理寿命,早期死亡率较低,但当活到平均生理年龄时,短期内将全部死亡; II 型(又称 B 型)是直线,属于该型的种群各个年龄的死亡率基本相同; III 型(又称 C 型)是凹曲线,属于该型的种群幼体死亡率较高,一旦存活到一定年龄,死亡率降低而稳定,只有极少数个体能活到生理寿命。

从表 2 和图 2A 可以看出,本研究中 2002 年、2007 年和 2012 年的云南松种群的存活曲线属于

Deevey—III 型。

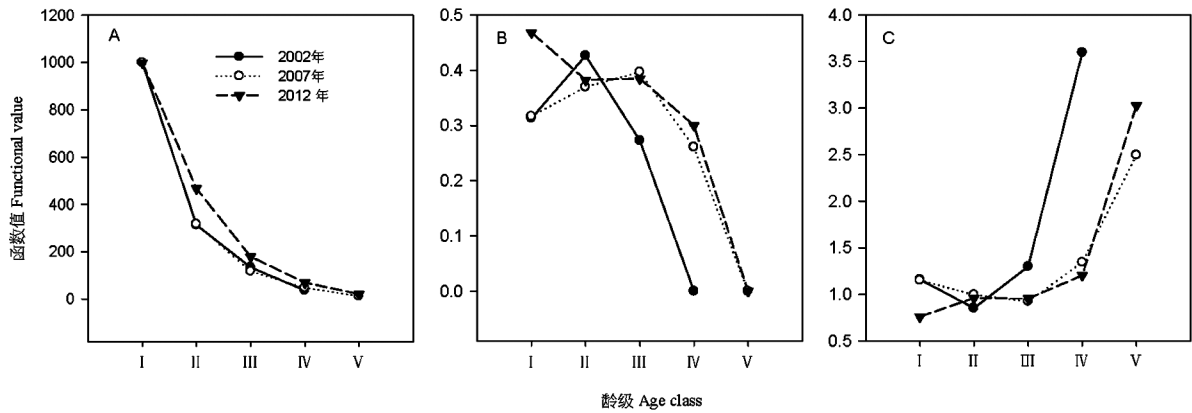


图 2 云南松种群存活曲线(l_x , A)、存活率(S_x , B) 曲线及消失率(K_x , C) 曲线

Fig. 2 Survival curve (l_x , A), survival rate (S_x , B) and hazard rate (K_x , C) of *Pinus yunnanensis* population

云南松种群的存活率与消失率曲线(图 2)反映了云南松种群的一般特征。2002 年、2007 年云南松种群的存活率存在波动,2002 年出现在第 II 龄级存活率最高,形成一个偏峰曲线,2007 年在第 III 龄级出现一个波动,同样呈现偏峰曲线;2012 年的存活率最高出现在第 I 龄级,之后随着龄级的增长而逐渐降低。同样,2002 年与 2007 年的消失率也存在波动。

3.3 生存活力分析

2002 年、2007 年和 2012 年云南松种群 4 个生存函数估算值见表 3。以径级相对应的龄级为横坐标,分别以 4 个函数值为纵坐标作图(图 3)。

从图 3 可以看出,3 个年份云南松的生存函数单调下降,死亡率函数单调上升,二者互补,3 个年份各龄级生存函数的大小顺序为:2012 年>2007 年>2002 年,死亡率函数则相反。3 个年份死亡密度函数单调下降,而危险率函数单调上升,二者互补,2012 年在各龄级的死亡率函数要高于其它 2 个年份。

4 讨论

云南松是群落中的绝对优势物种,云南松林内所有乔木的个体随着年份的增长而增加。以径级大小代替年龄指标分析 2002 年、2007 年和 2012 年云南松种群结构与动态。巍山县的云南松种群在 3 个年份大小结构表现为“倒 J 型”,相应的阶段为增长性;3 个年份的云南松种群为中幼林,小径级的云南松个体在群落中占据多数,并随着龄级的增加而数量逐渐减少,在一定程度上表现出当地天然林中云

表 3 2002 年、2007 年和 2012 年云南松种群 4 个生存函数估算值

Tab. 3 Estimated values of four survival functions of *Pinus yunnanensis* in 2002, 2007 and 2012

年份	龄级	径级	径级宽度	$S_{(i)}$	$F_{(i)}$	$f_{(ii)}$	$\lambda_{(ii)}$
2002	I	5-10	5	0.313	0.687	0.036	0.209
	II	10-15	5	0.133	0.867	0.019	0.306
	III	15-20	5	0.036	0.964	0.007	0.372
	IV	20-25	5	0.000	1.000	0.000	0.400
2007	I	5-10	5	0.317	0.683	0.040	0.208
	II	10-15	5	0.117	0.883	0.014	0.316
	III	15-20	5	0.046	0.954	0.007	0.365
	IV	20-25	5	0.012	0.988	0.002	0.390
	V	25-30	5	0.000	1.000	0.000	0.400
2012	I	5-10	5	0.468	0.532	0.058	0.145
	II	10-15	5	0.179	0.821	0.022	0.279
	III	15-20	5	0.069	0.931	0.010	0.348
	IV	20-25	5	0.021	0.979	0.004	0.384
	V	25-30	5	0.000	1.000	0.000	0.400

南松幼树储备充足,种群更新能力强。

运用“空间序列代替时间变化”的方法,分析天然云南松种群结构特征、静态生命表,结果表明,其种群幼年个体数量相对丰富,中年个体数量相对较少,种群结构呈典型的金字塔形,为典型的增长性种群,种群存活曲线的变化趋势为 Deevey—III 型,反映了在中幼龄阶段云南松种群更新能力强。一方面是我国实施的天然林资源保护工程有效地保护了森

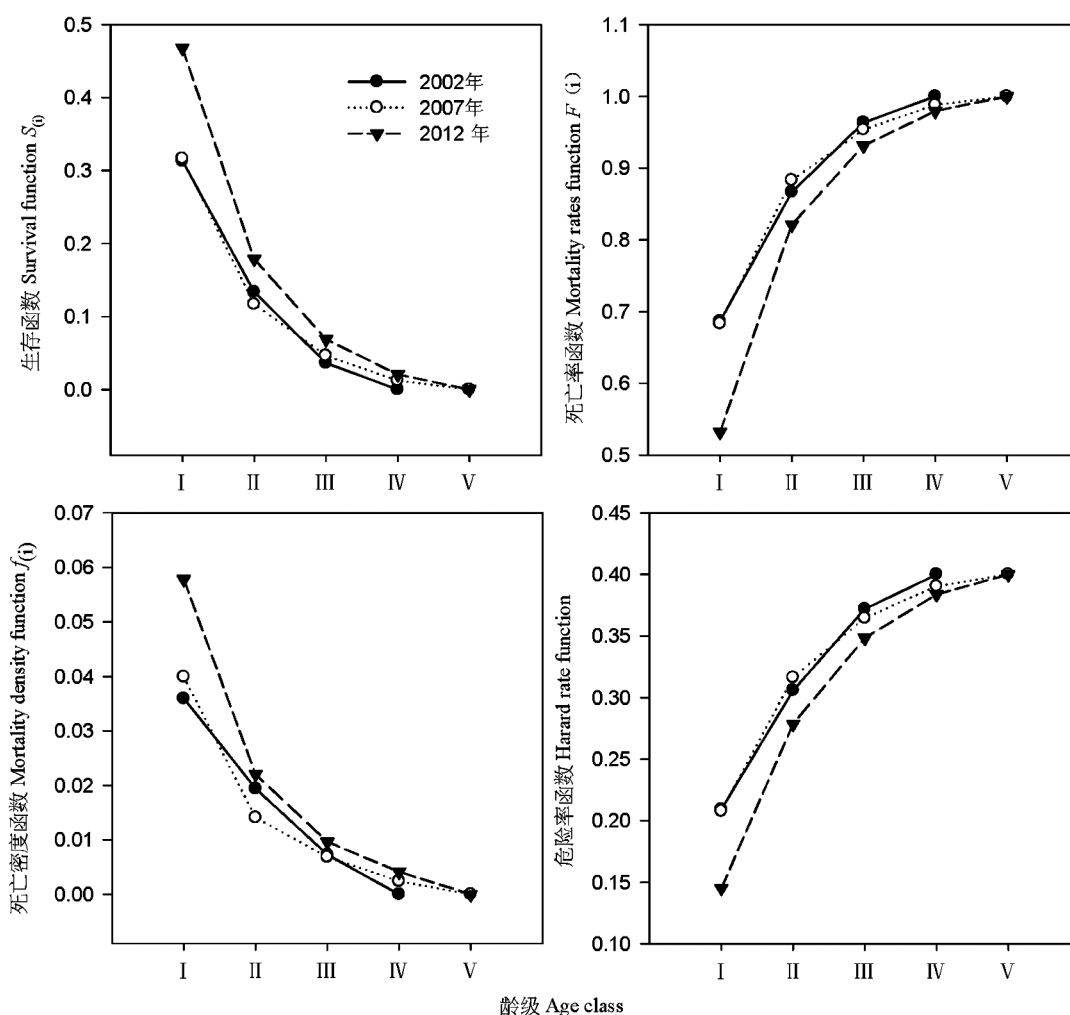


图 3 2002 年、2007 年和 2012 年云南松种群生存率、死亡率、死亡密度和危险率函数曲线

Fig. 3 Functional values of survival rate, mortality rate, mortality density and hazard rate of *Pinus yunnanensis* in 2002, 2007 and 2012

林资源。20 世纪 80 年代中期,由于各种原因,群众大量砍伐森林使巍山县的森林资源遭到极大破坏。自实施天然林保护工程 10 年以来,当地的生态环境得到有效改善。另外,对森林资源的严格保护^[20]确保了无重大森林火灾发生,森林病虫害得到了科学防治,为云南松的更新提供了有利条件。在野外调查中也发现,样地内存在大量云南松幼苗,同时结实的云南松植株也较多,丰富的种子产量导致实生苗增加,影响到云南松实生苗的更新。另一方面,由于云南松是一种喜光的阳生植物,生长迅速,适应性强,是高山造林的先锋树种^[21]。本文中云南松种群处于中幼林阶段,群落内部光照充分,这也保证了幼苗生长良好。因此,云南松种群的这种大小级结构是其自身的生物学特性与较少的人为干扰共同导致的结果。

云南松随着龄级的增加其死亡率在变大,其原因可能是其幼树阶段生长和竞争能力不强,受到环境筛的强烈筛选而大量死亡;再加上从幼苗到中树的过程中对光照和上层营养空间的竞争加剧,云南松天然林的幼株只有通过光照环境筛的严格筛选才能进入主林层,而在这种缺乏人为干扰的天然林内,很少有幼株能够通过光照环境筛的筛选,因此大多幼株或缓慢生长等待进入主林层或在等待中逐渐死亡^[22]。但云南松幼苗快速的生长速度和长成幼树后的较高存活率,能促使多年累积后进入中龄的个体增加。因此幼苗较高的生长率、较长的寿命和丰富的个体数量能够维持种群的长期稳定性^[1]。

5 结论

近自然森林经营是以森林生态系统的稳定性、

生物多样性以及系统多功能和缓冲能力分析为基础、以整个森林的生命周期为时间设计单元、以目标树的标记和择伐及天然更新为主要特征、以永久性林分覆盖、多功能经营和多品质产品生产为目标的森林经营体系。巍山县的云南松天然林种群动态处于增长期,但组成简单,密度不合理,因而云南松天然林群落的生态效益得不到充分发挥,以近自然林经营的理念对云南松天然林群落进行管理,可以充分利用森林生态系统内部的自然生长发育规律,以森林自然更新到稳定的顶极群落这样一个完整的森林生命过程的时间跨度来计划和设计各项经营活动,优化森林的结构和功能,永续充分利用与森林相关的各种自然力,不断优化云南松天然林森林经营过程。

参考文献:

- [1] 杨慧, 娄安如, 高益军, 等. 北京东灵山地区白桦种群生活史特征与空间分布格局[J]. 植物生态学报, 2007, 31(2): 272-282.
- [2] 蔡年辉, 李根前, 刘代亿, 等. 云南松种群结构与数量动态研究[J]. 西南林学院学报[J], 2009, 29(6): 1-6.
- [3] 程煜, 闫淑君, 洪伟, 等. 橡树群落主要树种分布格局及其动态分析[J]. 植物资源与环境学报, 2003, 12(1): 32-37.
- [4] 左政, 郑小贤. 福建三明栲树种群结构研究[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(1): 81-87.
- [5] 罗文, 许涵, 李意德, 等. 海南岛尖峰岭卵叶樟种群结构与分布格局动态研究[J]. 林业科学研究, 2010, 23(5): 787-790.
- [6] 蔡年辉, 李根前, 束传林, 等. 云南松天然林林区植物群落结构的动态研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(10): 2119-2124.
- [7] 李玲, 张光富, 王锐, 等. 天目山自然保护区银杏天然种群生命表[J]. 生态学报, 2011, 30(1): 53-58.
- [8] STEWART G H. The dynamics of old-growth *Pseudotsuga* forests in the western Cascade Range, Oregon, USA [J]. Vegetatio, 1989, 82: 79-94.
- [9] STEWART G H, ROSE A B. The significance of life history strategies in the developmental history of mixed beech (*Nothofagus*) forests, New Zealand [J]. Vegetatio, 1990, 87: 101-114.
- [10] 崔长美, 王孝安, 郭华, 等. 子午岭林区天然油松林的种群结构与动态[J]. 干旱区研究, 2011, 28(1): 111-117.
- [11] 袁志忠, 包维楷, 何炳辉. 川西地区岷江柏种群生命表与生存分析[J]. 云南植物研究, 2004, 26(4): 373-381.
- [12] 刘洋. 小兴安岭山杨种群生命表及生存分析[J]. 林业科技, 2010, 35(2): 15-18.
- [13] 程红梅, 吴旺宝, 田兴军. 安徽大蜀山五角枫种群年龄结构与动态分析[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(6): 1158-1162.
- [14] 杨心兵, 覃逸明, 刘胜祥. 武汉市马鞍山森林公园马尾松年龄种群结构与分布格局[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2001, 35(2): 209-213.
- [15] 金振州, 彭鉴. 云南松[J]. 昆明: 云南科技出版社, 2004.
- [16] 姜磊, 陆元昌, 廖声熙, 等. 滇中高原云南松林分直径结构研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21(1): 126-130.
- [17] 杨永祥, 战铁铮, 白沙林. 云南松林分系统的形成与演变[J]. 林业科学, 1991, 27(3): 199-209.
- [18] 张桥英, 罗鹏, 张运春, 等. 白马雪山阴坡长苞冷杉 (*Abies georgei*) 种群结构特征[J]. 生态学报, 2008, 28(1): 129-135.
- [19] 苏建荣, 张志钧, 邓疆, 等. 云南红豆杉种群结构与生命表分析[J]. 林业科学研究, 2005, 18(6): 651-656.
- [20] 施航伟. 巍山县天然林资源保护工程实施现状分析[J]. 林业调查规划, 2009, 34(S): 19-21.
- [21] 李贤伟. 云南松研究现状及动态[J]. 四川农业大学学报, 1995, 13(3): 309-314.
- [22] 陈远征, 马祥庆, 冯丽贞, 等. 濒危植物沉水樟的种群生命表和谱分析[J]. 生态学报, 2006, 26(12): 4267-4272.
- [12] 赵平, 曾小平, 孙谷畴. 陆生植物对 UV-B 辐射增量响应研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(1): 122-127.
- [13] 胡启鹏, 郭志华, 孙玲玲, 等. 长白山林线树种岳桦幼树叶功能型性状随海拔梯度的变化[J]. 生态学报, 2013, 33(12): 3594-3601.
- [14] 田苗. 叶片形态和解剖结构属性的纬度格局及影响因素[D]. 北京: 北京林业大学, 2016.
- [15] 朱玉怀, 张大才, 李双智. 西藏东达山 3 种嵩草属植物气孔特征沿海拔的变化[J]. 西北植物学报, 2017, 37(4): 728-736.
- [16] 傅抱璞, 虞静明, 李兆元. 秦岭太白山夏季的小气候特点[J]. 地理学报, 1982(1): 88-97.

(上接第 29 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.009

珍稀濒危树种格木更新障碍研究进展

韦菊玲 刘福妹 雷丽群 邓硕坤 农友 刘士玲

(中国林业科学院热带林业实验中心,广西 凭祥 532600)

摘要:从自然原因和人为原因 2 方面详细阐述格木出现天然更新障碍的原因。格木生境要求苛刻,如温暖、光照强和水分好等;格木更新依赖种子,其种子不透水性和抑制物质导致难以萌发,且幼苗易遭病菌和虫蛀,这些均为格木天然更新能力弱的原因。人们过度砍伐也成为格木种群更新障碍的原因之一。针对格木濒危现状和原因,提出加强对格木原地保护,做好迁地保护工作,开展培育技术方面的研究等 5 方面格木种群资源科学保护对策。提出今后格木重点研究方向为格木天然更新障碍机制研究和格木大径材近自然高效培育技术研究。

关键词:格木;珍稀濒危树种;天然更新;更新障碍;种质资源保护;近自然森林经营

中图分类号:S792;S754 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0042-04

Study on Natural Regeneration Barriers of Rare and Endangered Tree Species of *Erythrophleum fordii*

WEI Juling, LIU Fumei, LEI Liqun, DENG Shuokun, NONG You, LIU Shiling

(Experimental Center of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Pingxiang, Guangxi 532600, China)

Abstract: The natural regeneration barriers of *Erythrophleum fordii* were illustrated from natural and man-made causes. *Erythrophleum fordii* was strict on habitat, such as warmth, light and moisture and its natural regeneration depended on seeds, but the seeds were impervious to water and inhibits, which showed in the difficulties in germination and low germination rate. The seeds were vulnerable to germs and moths because of the weak natural regeneration ability. The excessive deforestation was also one of the causes of natural regeneration barriers. This paper put forward 5 countermeasures for species resources conservation, including strengthening in situ conservation, implementing ex-situ conservation and developing cultivating research. The future research of *Erythrophleum fordii* should focus on the mechanism of natural regeneration barriers and the close-to-nature management of large timber.

Key words: *Erythrophleum fordii*; rare and endangered tree species; natural regeneration; regeneration barriers; species resources conservation; close-to-nature management

天然更新是指以自然力或人为重力形成森林的过程^[1-2],是森林更新的重要方式,一直是森林经营

收稿日期:2018-03-19.

基金项目:“十三五”国家重点研发计划:南方主要珍贵用材树种高效培育技术研究(2016YFD0600601);中国林业科学院热带林业实验中心主任基金项目(RL-2017-05).

作者简介:韦菊玲(1987-),女,广西南宁人,工程师,硕士.从事亚热带南亚热带珍贵树种高效可持续培育技术研究. Email:weijuling@126.com

通信作者:刘福妹(1986-),女,湖南醴陵人,工程师,硕士.从事亚热带南亚热带珍贵树种高效可持续培育技术研究. Email:1903156524@qq.com

培育和森林生态系统研究的主要领域之一^[3-7]。由于天然更新更适合现代森林可持续性经营及生物多样性保护原则,因而在国内外备受关注。格木(*Erythrophleum fordii*)属国家二级重点保护珍稀濒危植物,作为我国著名的硬木之一,与蚬木(*Excetrodendron hsienmu*)、金丝李(*Garcinia paucinervis*)并称为“广西三大硬木”^[8-13]。目前对格木的研究主要集中在树种特性、育苗造林技术、群落特性、濒危机制和保护对策等方面^[14-32]。探讨格木天然更能力弱的原因,利用天然更新及人工促进天然更新加快格木人工林培育技术,实现格木人工林高效近自然经营等方面研究比较少。

1 濒危机制研究进展

1.1 自然原因

1.1.1 种子限制

格木对土壤要求比较严苛,在花岗岩、页岩发育的酸性土壤、疏松肥沃的冲积土、轻粘土中生长良好,但在石砾土或土层瘠薄处生长不良^[13]。格木前期生长较慢,中年期生长较快。广西浦北格木解析木的材料表明,树高连年生长量在5 a内为0.5 m,10 a可达0.82 m,至20 a生时每年仍增长0.66 m,以后急速下降为0.24 m;胸径连年生长量在5 a内较小,5 a后逐渐加快,10 a后上升快,15 a、20 a、25 a这3个龄阶的连年生长量分别为1.14 cm、1.18 cm、1.04 cm^[13]。说明格木的生长是比较快的。格木生长15~18 a后开始开花结果。在广西南部,格木与马尾松混交种植10 a后就开始开花结实^[11,13],但荚果内种子多不成熟,种子小,胚乳不足,发芽率极低。其开花年年均盛,但结果有大小年之分。格木种子先天裂开的果荚落于地上,也有部分果荚落地时仍未裂开。落果期从11月持续至翌年3月^[29]。

在自然状态下,格木种子休眠期长,不易萌发,天然更新很困难^[35]。陈润政等^[14]研究表明,格木种皮的不透水性和抑制物质的存在是种子休眠期长,不易萌发的原因。不少学者^[15-18,35-38]对如何打破格木种子休眠进行了研究,均表明浓硫酸和热水浸种,以及擦破种皮等处理方法均可有效地促进种子发芽。其中利用100℃热水浸种24 h(自然冷却)对种子的发芽有明显的促进作用,加上操作简单方便,适宜在生产实践中应用。

1.1.2 育苗技术

黄忠良等^[29]研究表明,格木扦插繁殖非常困

难。因此,格木育苗一般采用播种育苗。不少学者对^[16-18,35-37]不同地区格木的实生苗培育技术进行了研究。根据余栋华、赖尚海等^[18,39]研究可知,格木幼苗在“80%沙质壤土+20%火烧土”的混合基质条件下生长最好。格木对土壤要求较严苛,造林地宜选择土层深厚、肥沃、湿润的酸性砂壤土或轻黏土,黏重的土壤和钙质土不宜^[40]。

1.1.3 病虫害方面

格木蛀梢害虫“荔枝异形小卷蛾”(Cryptophlebia ombrodelta L.)^[40,43],发生在格木苗期,主要为害未完全木质化嫩梢。荔枝异形小卷蛾在纯林中扩散迅速,发病率几乎100%^[12]。因此,格木不宜营造大片纯林。我国学者开始探索格木与其它树种的混交栽培模式^[26-27,30]。广西高峰林场将格木与杉木等树种混交,早期平均年生长量达1m,干形通直率超过80%。格木还可与荷木(*Schima superba*)、红椎(*Castanopsis hystrix*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、米老排(*Mytilaria laosensis*)、马尾松(*Pinus massoniana*)^[41]营造混交林。广西凭祥市中国林业科学院热带林业实验中心采取格木与巨尾桉(*Eucalyptus grandis x urophylla*)、杉木、米老排、红椎、马尾松等树种混交,其虫害受害率明显下降,效果良好^[42-43]。

目前有关格木濒危机制研究逐渐增多,而且大量研究主要集中在鼎湖山国家级自然保护区的一个长期固定样地(40 m×40 m)进行^[44-49],均对格木种群的生态环境及生长曲线和种群动态进行了研究,揭示了其生态特性和种群发展轨迹,探明格木种子库以及格木萌条更新能力,对保护、繁殖这一珍稀植物具有积极的意义。

1.2 人为原因

格木处于濒危状态除了其自然生物学特征,更多的是受人为干扰的影响^[51]。长期以来,我国珍稀阔叶材基本取自天然林,长期过量采伐不仅对环境的负面影响日益突出,也使珍贵树种天然林存量资源严重不足^[50]。人为干扰如果导致格木天然分布的特殊小生境受到破坏,种子的散布和存活率波动较大,就会导致林子更新困难,虽然格木可以通过萌条来维持种群的数量^[29-30,52],但种群扩散受到严重限制。

因此,对分析珍稀濒危树种格木的濒危机制来说,要进行全面的研究,从土壤种子库、幼苗出现到定居、到幼树、到成熟个体的完整过程是不可分割的。

2 保护对策研究

在对格木生物、生态学特性和濒危机制研究的基础上,针对格木资源保护主要提出了以下 5 点对策:

2.1 加强对格木的原地保护,重点保护格木天然种群和环境

加强格木的原地保护,重点保护格木天然种群和环境,不但要保护树种本身,而且强调对其生境的保护。如广东肇庆鼎湖山格木、广西钦州八寨沟种群、广西大明山种群、广西林业科学院树木园和广西林业科学植物所植物园均建立了保护格木小区。

2.2 大量收集种质资源,做好迁地保护工作

以种质资源保护和利用为主,大量收集种质资源开展易地保护。如中国林业科学院热带林业研究所在格木分布区广泛收集种质资源,采取种子保存和营建种质资源保存林方式进行种质资源的保护,这类抢救性保护,使得更多的遗传资源得到集中保护,有利于长期研究和保护利用。

2.3 着重开展培育技术方面的研究

通过种质资源收集与选育、苗木培育、人工混交林经营和大径材培育,解决格木濒危现状。

通过采集和繁育资源苗木,再培育人工林,扩大种群数量,从而实现对其天然资源的保护。如中国林业科学院热带林业实验中心突破格木育苗和培育技术,采用目标树定向培育模式营建大面积人工林,并加强对蛀梢害虫的防治,促进了种群复壮和种群经营管理技术的发展。

2.4 开展对格木生长、生境和影响因素的动态监测

通过在格木种群的分布区设立样地,对生长、生境和影响因素长期持续监测,确定保护措施。

2.5 严格执行《森林法》,让全社会自觉保护珍稀濒危树种

《森林法》对保护管理国家珍贵树种也作出了明确规定^[53],严格执行《森林法》,切实保护珍贵濒危树种,是保护生物多样性、改善自然生态环境、保障国家经济利益的重要工作,也是我国履行《濒危野生动植物国际贸易公约》应尽的义务。

相对于我国的研究,国外关于格木的保护对策研究更少,起步也比较晚。越南和老挝在国际组织资助下开展了就地和迁地保护研究,越南已营建包括 8 个种源 2.5 hm² 种质资源的保存林^[54-55]。Lien 等^[56]用随机扩增多态性 DNA (RAPD) 和叶绿体 DNA 分析了 3 个种源的遗传变异和 9 个种源的遗

传相关性。

3 格木研究展望

目前格木人工林培育技术滞后,天然更新能力弱,格木面临濒危,因此,格木未来的重点研究方向将集中在以下 2 个方面:

3.1 格木天然更新障碍机制研究

对格木天然更新机制的研究,应重点分析不同光照温度条件下格木的生长和光合生理变化;选择不同演替阶段主要植物,包括草本、灌木、乔木等,开展化感作用研究,揭示化感作用对格木生长和生理特性的影响;通过设置样方,开展格木土壤种子库调查,找出格木天然更新困难的机理及主要影响因子。

3.2 格木大径材近自然高效培育技术研究

随着我国社会经济的高速发展,人们对于珍贵木材的需求急剧增加,培育大径级无节良材正是当下人工林发展的重要目标。起源于德国的近自然森林经营^[57-60],是目前欧洲很多国家森林经营的主要模式。近自然森林是一种模仿天然植被,营造一种自然大体上能接受,树种组成上体现了当地群落的本源树种(乡土种),同时又达到人类经营目标的人工天然林,它并不是回归到天然的森林类型,而是使建立的森林尽可能地接近自然状态的森林。针对格木蛀梢害虫以及人工林自然整枝后易形成较多死节及导致木材心腐,严重影响其木材质量的现状,以格木生物、生态和造林学特性为基础,以近自然经营理论为指导,以目标树单株作业法为核心技术,探索格木树种与其它树种的混交模式、格木蛀梢害虫种群动态和发生规律以及虫害发生后修枝对其生长的影响等理论研究,最终创新集成格木人工林大径材近自然林培育经营技术模式,对格木人工林可持续经营具有重要的理论和实践意义。

参考文献:

- [1] 陈祥伟,胡海波. 林学概论[M]. 北京:中国林业出版社,2005.
- [2] 陈永富. 森林天然更新障碍机制研究进展[J]. 世界林业研究,2012,25(2):41-45.
- [3] 韩有志,王政权. 森林更新与空间异质性[J]. 应用生态学报,2002,13(5):615-619.
- [4] 张群,范少辉,沈海龙,等. 次生林林木空间结构等对红松幼树生长的影响[J]. 林业科学研究,2004,17(4):405-412.
- [5] HARPER J L. The Population Biology of Plants[D]. New

- York: Academic Press, 1977.
- [6] CARLTON G C, BAZZAZ F A. Regeneration of three sympatric birch species on experimental hurricane blowdown microsites [J]. *Ecol Monogr*, 1998, 68(1): 99-120.
- [7] PONGE J. The forest regeneration puzzle [J]. *Bioscience*, 1998, 48(7): 523-530.
- [8] 周铁峰. 中国热带主要经济树木栽培技术(第1版) [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 187-188.
- [9] 傅立国, 金鉴明. 中国植物红皮书(第一册) [M]. 北京: 科学出版社, 1992: 378.
- [10] 中国植物物种信息数据库//格木属 *Erythrophleum* R. Br. [EB/OL]. http://db.kib.ac.cn/eflora/view/search/Chs_contents.aspx?CPNI=CPNI-260-011159.
- [11] 广西壮族自治区林业科学研究院. 广西树木志(第一卷) [M]. 北京: 中国林业出版社, 2012: 344-345.
- [12] 郑万钧. 中国树木志(第二卷) [M]. 北京: 中国林业出版社, 1985: 1207-1209.
- [13] 王克建, 蔡子良. 热带树种栽培技术 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2008: 28-29.
- [14] 陈润政, 傅家瑞. 格木种子休眠和萌发生理的研究 [J]. *林业科学*, 1984, 20(1): 35-41.
- [15] 易观路, 罗建华, 林国荣, 等. 不同处理对格木种子发芽的影响 [J]. *福建林业科技*, 2004, 31(3): 68-70.
- [16] 李国新, 何朝阳, 黎颖锋, 等. 格木的育苗技术 [J]. *广东林业科技*, 2003, 19(2): 51-52.
- [17] 余正国, 罗建华. 格木育苗技术试验研究 [J]. *热带林业*, 2007, 35(1): 22-23.
- [18] 余栋华, 黎新宇, 陈耀辉, 等. 格木育苗技术研究 [J]. *广东林业科技*, 2007, 23(5): 95-97.
- [19] 蚁伟民, 曹洪麟, 王伯荪, 等. 鼎湖山格木群落的组成种类和结构特征 [J]. *热带亚热带植物学报*, 1999, 7(1): 7-14.
- [20] 蚁伟民, 张祝平, 丁明懋, 等. 鼎湖山格木群落的生物量和光能利用效率 [J]. *生态学报*, 2000, 20(2): 397-403.
- [21] 张祝平, 丁明懋. 鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林的生物量和光能利用效率 [J]. *生态学报*, 1996, 16(5): 525-534.
- [22] 张祝平. 鼎湖山森林群落的光能利用效率 [J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1990, 14(2): 139-150.
- [23] 李胜强, 许建新, 陈波, 等. 珍稀植物格木的研究进展 [J]. *广东林业科技*, 2008, 24(6): 61-64.
- [24] 王卫霞, 史作民, 罗达, 等. 我国亚热带几种人工林生态系统碳氮储量 [J]. *生态学报*, 2013, 33(3): 925-933.
- [25] 明安刚, 贾宏炎, 田祖为, 等. 不同林龄格木人工林碳储量及其分配特征 [J]. *应用生态学报*, 2014, 25(4): 940-946.
- [26] 郝建, 曾冀, 郭文福. 不同林分格木人工林目标树生长性状差异 [J]. *中国农学通报*, 2010, 26(19): 116-119.
- [27] 唐继新, 麻静, 贾宏炎, 等. 南亚热带珍稀濒危树种格木生长规律研究 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2015, 35(7): 37-44.
- [28] 洪丕征, 刘世荣, 王晖, 等. 南亚热带红椎和格木人工幼龄林土壤微生物群落结构特征 [J]. *生态学报*, 2016, 36(14): 1-13.
- [29] 黄忠良, 郭贵仲, 张祝平. 濒危植物格木的濒危机制及其繁殖特性的研究 [J]. *生态学报*, 1997, 17(6): 671-676.
- [30] 赵志刚. 珍稀濒危树种格木保护生物学研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2011.
- [31] 杨保国, 刘士玲, 郝建, 等. 珍贵树种格木研究进展 [J]. *广西林业科技*, 2017, 46(2): 165-169.
- [32] 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术(上册) [M]. 北京: 中国林业出版社, 1978: 651.
- [33] 黄永芳, 庄雪影. 华南乡土树种育苗技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 113-114.
- [34] 火树华. 树木学(第2版) [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 148-149.
- [35] 魏素梅. 格木栽培技术总结 [J]. *热带林业科技*, 1981(1): 13-16.
- [36] 郭宽荣. 格木育苗试验 [J]. *福建林业科技*, 1986, 52(2): 39-42.
- [37] 林榕庚. 格木播种育苗试验 [J]. *广西林业科技*, 1992, 21(3): 102-105.
- [38] 许林红, 杨德军, 文进. 格木育苗与施肥作用 [J]. *育苗技术*, 2009(12): 26-27.
- [39] 赖尚海, 张建锋, 陆永云, 等. 格木播种育苗技术初探 [J]. *南方农业(园林花卉版)*, 2007, 10(5): 54-55.
- [40] 广西壮族自治区林科所资料情报室. 格木的造林技术 [J]. *广西林业科学*, 1978(3): 23-24.
- [41] 刘颂颂, 叶永昌, 朱剑云, 等. 17个阔叶树种在退化马尾松林的早期生长表现 [J]. *广东林业科技*, 2007, 23(2): 1-5.
- [42] 莫慧华. 大青山珍贵树种格木、降香黄檀与巨尾桉混交效果初步评价 [D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [43] 赵志刚, 王敏, 曾冀, 等. 珍稀树种格木蛀梢害虫的种类鉴定与发生规律初报 [J]. *环境昆虫学报*, 2013, 35(4): 534-538.
- [44] ZHANG Z P, DING M G. Nitrogen cycle of monsoon evergreen broad leaf forest in Dinghushan Biosphere Reserve: the characteristics of floristic composition and structure of *Cryptocarya concinna*, *Lindera chunii* community [J]. *Annali Di Botanica (Roma)*, 1992, 50: 161-171.
- [45] PENG S L, ZHANG Z P. Biomass, productivity and energy use efficiency of climax vegetation on Dinghu Mountains, Guangdong, China [J]. *Science in China (Series B)*, 1995, 38(1): 67-73. (下转第108页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.010

西双版纳地区野生亚洲象种群年龄结构及内禀增长力研究

王巧燕¹ 肖宇² 杨子诚¹ 宗春淼¹ 甘忠莉¹ 杨鸿培¹

(1. 西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100;

2. 西双版纳国家级自然保护区生态管理所, 云南 景洪 666100)

摘要: 亚洲象种群动态是研究者和管理者关注的最基本点, 是种群研究的核心内容。以个体增长率、死亡率、年龄结构和性别比例为研究指标, 2015 年 9 至 2016 年 12 月, 通过跟踪调查和定点观察, 采取全事件取样法和焦点动物取样法, 对西双版纳地区的亚洲象种群内禀增长力进行初步研究。调查结果, 共观察到 17 个种群的 227 头亚洲象, 其中幼体 21 头、青少年体 37 头、亚成体 68 头、成体 101 头。研究表明, 亚洲象种群的雌雄比为 3.39 : 1, 年度出生率、死亡率分别为 26.92%、1.32%, 均生殖率 (R_0) 为 28.096, 平均世代时间 (T) 为 37.5 a, 内禀增长率 (r_m) 为 0.038 6, 周限增长率 λ 为 1.039 3, 实际增长率 r 为 0.079 3。综合亚洲象的数量、年龄结构、性别比例、出生率、内禀增长率等参数, 得出西双版纳地区亚洲象种群有较强的增殖潜力, 但由于种群间的相隔, 互不相连, 阻碍了基因交流, 不利于种群的繁殖, 甚至面临近交的危险。

关键词: 亚洲象; 年龄结构; 性别比例; 内禀增长力; 增殖潜力; 西双版纳地区

中图分类号: S718.521.1; Q959.845 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)04-0046-05

Age Structure and Intrinsic Increase Rate of *Elephas maximus* Wild Population in Xishuangbanna

WANG Qiaoyan¹, XIAO Yu², YANG Zicheng¹, ZONG Chunmiao¹, GAN Zhongli¹,
YANG Hongpei¹

(1. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;

2. Ecology Institute of Xishuangbanna Nature Reserve, Jinghong, Yunan 666100, China)

Abstract: The research on *Elephas maximus* wild population was fundamental for elephant conservation and management. Based on the all-occurrence sampling and the focal animal sampling from September 2015 to December 2016, the indexes of increase rate, mortality, age structure and sex ratio were used to the preliminarily study on the intrinsic increase rate of *Elephas maximus* in Xishuangbanna by trace tracking and fixed spots observation in which 17 populations, amounting to 227 elephants were observed, among which 21 were calves, 37 were juveniles, 68 were sub-adults, and 101 were adults. The sex ratio was 3.39 : 1 (female : male), and the annual natality and mortality were 26.92% and 1.32% respectively. The results showed that the net natality (R_0) was 28.096, the average generation time (T) was 37.5 years, the intrinsic increase rate was 0.0386, the finite increase rate (λ) was 1.0393, and the actual increase rate (r) was 0.0793. The parameters of population quantity, age structure, sex ratio,

收稿日期: 2018-06-19.

作者简介: 王巧燕(1974-), 女, 湖南祁东人, 高级工程师. 长期从事野生动物研究与监测工作. Email: wqyanqq@126.com

通信作者: 杨鸿培(1964-), 男, 云南永胜人, 高级工程师. 长期从事自然保护区资源保护管理及研究工作. Email: bnyhp8519@163.com

natality, intrinsic increase rate concluded that the *Elephas maximus* wild population in Xishuangbanna had potential for proliferation while the apart population hindered the gene exchange which was unfavorable to the population reproduction.

Key words: *Elephas maximus*; age structure; sex ratio; intrinsic increase rate; potential for proliferation; Xishuangbanna.

种群动态是研究种群的核心内容,通常研究种群动态的指标有个体增长率、死亡率、年龄结构和性别比例。野象种群动态是研究者和管理者关注的最基本点。收集、调查这方面的数据,分析种群的这些指标可以反映其发展趋势,有利于管理者制定管理措施和目标。目前西双版纳地区的亚洲象主要分布在西双版纳国家级自然保护区的勐养、尚勇、勐腊子保护区内及周边乡镇和勐海县的勐阿、勐往乡镇,分布区域互不相连。栖息地破碎化对亚洲象种群的基因交流起到阻隔作用,长期发展有可能使种群发生近亲繁殖、遗传退化,种群生存力下降,不利于亚洲象的保护。鉴于此,于2015年9月至2016年12月开展了西双版纳地区野生亚洲象种群的内禀增长力及种群的生存力调查,采用跟踪调查和定点观察方式,收集影像资料,分析其种群结构。从长远的保护策略来看,亚洲象个体间的亲缘关系、社群结构,对于研究者和管理者来说是非常重要的信息。

1 研究区域概况及方法

1.1 研究区域概况

西双版纳地处滇西横断山系的最南端,属无量山脉和怒山山脉的余脉。中部为澜沧江及其支流侵蚀形成的宽谷盆地,主要属低山至中山中切割及浅切割地形。海拔477~2 429 m,其中山地面积占土地面积的95%,坝子面积占总面积的5%。垂直分布于海拔800~1 500 m的低中山区的南亚热带。全州河流属澜沧江水系,有大小河流2 762条,河网总长度12 177 km,密度为0.633 km/km²。属西部季风热带气候,干湿季明显。植被类型主要有季节性雨林(*Seasonal rainforest*)、山地雨林(*Mountain rainforest*)、季雨林(*Monsoon rainforest*)、季风常绿阔叶林(*Monsoon evergreen broad-leaved forest*)、竹林(*Bamboo forest*)、思茅松林(*Pine forest*)等。

1.2 数据收集与处理

根据前期的跟踪调查监测,确定了西双版纳亚洲象的分布区及其分布种群,利用拍摄照片及录像的方式记录识别亚洲象种群数量,采用全事件取样和焦点动物取样相结合的方法研究亚洲象种群结

构,根据各个村寨监测点出象的频次,选择出象频次较高的地点长期蹲点守候拍摄(或安装红外相机),尽可能拍摄亚洲象影像资料。除定点拍摄外,还请有经验的监测人员做向导,跟踪拍摄亚洲象(适用于整个亚洲象的分布区)。

通过影像资料来分析亚洲象的种群结构、性别比例。亚洲象种群年龄、性别结构的划分主要通过亚洲象的身高、耳朵边缘的形状、皮肤状态以及行为等特征,分成4个年龄段。1)幼体(Calf):1周岁以内,是群体中最年幼,可以从成年雌象的腹部下自由穿梭,紧紧跟随在雌象身边。2)青少年体(Juvenile):1至8周岁之间,身高到成年雌象的前腿基部,虽仍经常被夹在象群中间,但已有很多自由活动的时间。3)亚成体(Sub-adult):8至15周岁之间,身高明显比成年象矮。皮肤比较紧,耳朵边缘没有大的卷曲,具生殖能力。4)成年体(Adult):15周岁以上,是群体中最高的。皮肤的褶皱增多,耳朵边缘常有卷曲。总是在群体的外围(Milroy, 2002; 国艳莉, 2005)。性别的区分主要是利用牙齿(长的象牙)和生殖器来区分。通常雄象有很长的门齿,称为象牙,但也有一部分雄象没有象牙。雌象有门齿但较短,一般不外露。雄象和雌象的生殖器也有明显不同,雄性象的生殖器会外露。本文采用均生殖率、世代平均值、内禀增长能力来计算亚洲象种群的内禀增长力,分析其生存力情况(Brich, 1954),其计算公式为:

$$1) \text{均生殖率}(R_0) = \sum L_x M_x$$

式中 L_x 表示在 x 期的存活分数, M_x 表示 x 年龄的出生率,是平均每个雌体的产雌率。在此文中 L_x 只包括雌体。

$$2) \text{世代平均值 } T = \frac{\sum L_x M_x X}{\sum L_x M_x}$$

$$3) \text{内禀增长能力 } r_m = \frac{\log_e(R_0)}{T}$$

$$4) \text{周限增长率 } \lambda = e^{r_m}$$

5) 实际增长率 $r = (\text{当年出生} - \text{当年死亡}) / \text{年总数}$

计算亚洲象内禀增长能力,结合实际增长率,观

察亚洲象种群的增长能力及其影响种群增长的因素。用 Microsoft Excel 和 spss 10.0 统计软件进行数据的整理及分析。

2 结果与分析

2.1 亚洲象种群年龄结构及出生率、死亡率分析

根据前期跟踪调查及资料查阅,西双版纳地区亚洲象的种群数量为 228~279 头,根据象群活动区域的不连续性和独立性,将其分布地分为 5 个单元种群(尚勇、勐养、勐旺、勐海、勐腊种群),分别对每个独立的象群进行跟踪和定点拍摄。共拍摄 1 237 份影像资料。按种群分布范围(独立性)及其种群的个体特征分析,2016 年共拍摄了 17 个种群 227 头亚洲象,其中幼体 21 头、青少年体 37 头、亚成体 68 头、成体 101 头(表 1)。幼体、青少年体、亚成体和成体比为 9.25 :16.29 : 29.96 :44.49。

表 1 西双版纳地区亚洲象种群数量及年龄结构

Tab.1 Population quantity and age structure of *Elephas maximus* in Xishuangbanna

分布区	种群数量/头	年龄结构				雄象成体/头	雄象亚成体/头	雄象青少年体/头
		幼体/头	青少年体/头	亚成体/头	成体/头			
尚勇	69	6	8	25	30	4	2	1
勐养	74	7	15	20	32	7	5	2
勐旺	41	3	8	9	21	6	2	2
勐海	17	3	2	6	6	3	1	1
勐腊	26	2	4	8	12	3	3	1
合计	227	21	37	68	101	23	13	7

Sukumar(1989)的研究表明,亚洲象绝经年龄为 60 岁,自然死亡年龄为 60~70 岁,因此,失去繁殖能力的象只占雌象的一小部分,几乎可以认为成年的亚洲象都具有生育能力。根据 Milroy(2002)对年龄结构的划分,生殖前期和生殖期的个体比值为 1.24:1(图 1),几乎各占一半。据调查,2016 年共出生幼象 21 头,出生率为 26.92%,死亡 3 头(表 2),死亡率为 1.32%,出生率大于死亡率。从年龄结构上看,西双版纳地区亚洲象的种群处于一个稳定时期。

2.2 性别比例分析

性别比例和年龄结构一样,是反映动物种群特征的基本指标之一,是动物种群生态学的主要研究

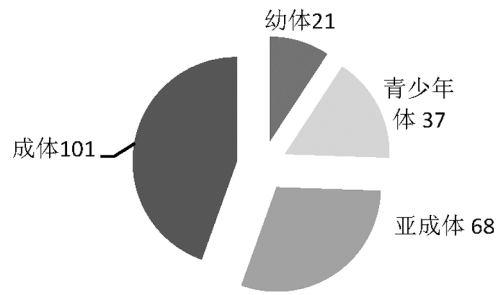


图 1 2016 年西双版纳地区亚洲象的年龄结构

Fig.1 Age structure of *Elephas maximus* in Xishuangbanna in 2006

表 2 西双版纳地区 2016 年亚洲象死亡情况统计

Tab.2 Mortality of *Elephas maximus* in Xishuangbanna in 2006

时间	数量	年龄	死亡原因	地点
2016.10	1 头	幼象	夭折	芋杆坝
2016.10	1 头	幼象	夭折	景讷坝马沟村“长田村”
2016.9.30	1 头	成年母象	自然死亡	遥区乡立新队后山
合计	3 头			

内容。性比以雌性数量和雄性数量之比来表示,即:性比=雌/雄(♀/♂)。亚洲象的雄性个体 90%以上长有突出口外的门齿,容易识别。但幼象未长门齿,生殖器官不明显,活动时经常躲在母象肚皮上,性别难于辨认(在此不做讨论)。利用 SPSS 10.0 软件进行数据分析,经非参数 Binomial 检验性比与理论值 1:1 的差异性。P<0.05 被认为差异显著。3 个年龄组的性别比例均与预期的 1:1 有明显差别(表 3)。

表 3 西双版纳地区 2016 年野生亚洲象的性别比例

Tab.3 Sex ratio of *Elephas maximus* in Xishuangbanna in 2006

年龄组	雌性个体数/头	雄性个体数/头	性别比例	P 值	差异性
成体	78	23	3.39 :1	0.000	SD
亚成体	55	13	4.23 :1	0.000	SD
青少年	30	7	4.29 :1	0.000	SD
合计	163	43	3.39 :1	0.000	SD

注:SD 为差异显著;NS 为差异不显著

2.3 亚洲象种群内禀能力分析

按 Brich (1954) 的定义,内禀增长率是指具有稳定年龄结构的种群,在食物与空间不受限制,同种其它个体的密度维持在最适水平,环境中没有天敌,并在某一特定的温度、湿度、光照和食物性质的环境条件组配下种群的最大瞬时增长率。常用出生率和死亡率来衡量。种群的内禀增长能力决定于生殖能力、寿命和发育速度等因素。亚洲象属多配偶制动物,11~15 岁性成熟,雌性的发情周期可长达 16 周,但只有一周的接受期,且两次生殖间隔为 4~5 年,孕期 20~22 个月,每胎一仔,寿命可达 60~70 年 (Sukumar, 1994)。雌雄两性之间的年龄是有差别的。雄性虽然在 14 岁左右就能够产生精子,但是它们在 25 岁左右才有能力与其他的雄象进行竞争 (Kurt, 1974; Poole, 1994), 并有机会与雌象进行繁殖活动 (Eisenberg; 1980), 这也是它们第一次进入发情期的时候。

根据亚洲象的生殖特征结合生命表(表 4)利用均生殖率、世代平均值公式可求出亚洲象的内禀增长率及周限增长率。结果为:均生殖率 R_0 为 26.923, 平均世代时间 T 为 37.5 年,内禀增长率 r_m 为 0.038, 周限增长率 λ 为 1.039。实际增长率 r 为 0.079。

表 4 亚洲象种群生命表

Tab. 4 Life table of *Elephas maximus* population

年龄组	代表性年龄(X)	存活率(Lx)	每雌产雌率(Mx)	LxMx	LxMxX
幼年组	0.5	0.905	0	0	0
青少年组	4.5	1	0	0	0
亚成年组	11.5	1	0	0	0
成年组	37.5	0.987	26.923	26.573	996.488

亚洲象的内禀增长率首次生产时间将影响其增长率,从生命表代表性年龄成体为 37.5 岁,世代均值为 37.5 岁。据此,如把最大生殖年龄定为 37.5 岁,37.5~60 岁生殖间隔时间为 22.5 a,且两次生殖间隔时间为 4~5 a,孕期近 2 a,即相隔 6 a 产一胎,正常情况下一头成年母象一生最少可产仔 4 胎。

3 讨论

本次研究根据 Milroy (2002) 和国艳莉 (2005) 对亚洲象的年龄结构鉴别方法,通过跟踪监测和定

点观察,掌握野生亚洲象的特点和活动规律,结合照片、影像以及通过访问获得的信息,综合分析亚洲象的种群数量、结构以及增减问题。由于亚洲象种群活动范围广阔,隐匿于热带密林之中,且具有较强的攻击性,近距离观察比较困难,因象群多在夜间活动,夜间拍摄观察能见度低,对其形态特征描述的精确度还有待于提高。

如果雌雄的出生率相同,在稳定的年龄结构中,性比主要由雌雄的死亡率控制。对亚洲象而言,性比是影响种群出生率的一个重要因素 (Sukumar, 1989)。许多哺乳动物种群由于雄性的自然死亡率偏高,导致其雌雄的性比也偏高,可能会使一部分处于繁殖期的成年雌性失去交配的机会,降低了出生率,延长了幼象出生的间隔时间。具体什么样的雌雄性比才开始影响到出生率和种群增长率,在亚洲象中还很难确定一个标准 (Sukumar, 1989), 因为其受到出生间隔、环境干扰以及营养状况等多种因素影响。此次研究,西双版纳地区的亚洲象成体、亚成体、青少年体雌雄性比分别为 3.39 : 1、4.23 : 1、4.29 : 1, 明显高于 Sukumar 认为的有效种群大、中、小雌雄性比为 2 的要求。亚洲象是群体动物,雌性和幼象生活在家族群中,雄性在性成熟后离开象群,独立生活,只在繁殖季节进行求偶交配时跟随雌象群。在调查监测中可能对独象没有完全统计,造成雄性比例不足。再者,随着年龄的增长,雄性与雌性相比面临着更大的偷猎压力和意外死亡风险。在我国,亚洲象是国家一级保护动物,受到严格的保护,虽然保护区内和周边的村民都被收缴了猎枪,而且保护区的每一个片区都有巡护员(护林员)定期巡山,偷猎活动得到有效遏制,但仍存在偷猎的压力,如 2012 年亚洲象死亡 4 头,2 头死于偷猎,这些都影响雄性个体的数量。

小种群在保护措施完备的情况下,如果具有一定的增长能力,那么一段时间后种群扩大是完全可能的 (Sukumar, 2003)。本次研究西双版纳亚洲象种群本年度的增长率为 7.93%, 出生率为 26.92%, 内禀增长率 r_m 为 0.038, 周限增长率 λ 为 1.039, 表明该种群有较强的增殖潜力。因此,在没有较强外界干扰(如偷猎、环境变迁等)情况下,随着时间的推移,该种群会不断壮大。但由于每个亚洲象分布区相隔,互不相连,影响了种群之间的基因交流。况且每个种群数量偏少,而且家族间有较近的亲缘关系,因此该亚洲象种群面临着近交的风险。

参考文献:

- [1] MILORY, A. J. W. General identification and types. In: S. S. Bist ed. A. J. W. Milroy's Mangement of Elephant in Captivity[M]. New Delhi: Natraj Publishers Dehradun, 2002;5-8.
- [2] SUKUMAR R. The Asian Elephant: Ecolody And Magament[M]. Cambridge University press, 1989 ;60-85.
- [3] SUKUMAR R. GADGIL M. Male - female differences in forging on crops by Asian Elephant[M]. Animal Behavior 1988,36;1233-1235.
- [4] SUKUMAR R. The Living Elephants (volutionary ecology, behavior and conservation)[M]. London: Oxford University Press,2003;158-170,175-180,298-299.
- [5] SUKUMAR R. The Asian elephant: ecology and management [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1989;60-68,73,78-79.
- [6] SUKUMAR R. A brief review of the status, distribution and biology of wild Asian elephants [J]. The Zoological Society of London,2006,40;1-8.
- [7] 袁志强,张立. 西双版纳三岔河地区野生亚洲象的个体识别、种群数量和活动特点 [J]. 兽类学报,2006,26(4):359-367.
- [8] 国艳莉. 西双版纳勐养保护区野生亚洲象的社群结构以及行为观察 [D]. 北京:北京师范大学,2005.
- [9] 王巧燕,陶永祥,李劲松,等. 西双版纳地区野生亚洲象种群分布及变迁原因分析[J]. 林业调查规划,2017,42(4):113-118.
- [10] 袁志强. 西双版纳勐养保护区野象谷地区野生亚洲象个体识别、种群数量和群体行为的初步研究 [D]. 北京:北京师范大学,2006.
- (上接第 24 页)
- [29] 赵传冬,刘国栋,杨柯,等. 黑龙江省扎龙湿地及其周边地区土壤碳储量估算与 1986 年以来的变化趋势研究[J]. 地学前缘,2011(6):27-33.
- [30] 徐新良,曹明奎,李克让. 中国森林生态系统植被碳储量时空动态变化研究[J]. 地理科学进展,2007(6):1-10.
- [31] 毕珍,石辉,许五弟,等. 四川盆地森林土壤的有机碳储量及其空间分布特征[J]. 水土保持研究,2009(5):83-87.
- [32] 包承宇. 云南省土壤有机碳储量估算及空间分布分析 [D]. 昆明:昆明理工大学,2014.
- [33] 左建梅,雷彻虹,廖东华,等. 云南松人工林土壤有机碳研究[J]. 攀枝花科技与信息,2015(2):40-43.
- [34] 戚剑飞. 西双版纳石灰山季雨林碳储量及其分配特征 [D]. 景洪:中国科学院研究生院(西双版纳热带植物园),2007.
- [35] 王绍强,周成虎,李克让,等. 中国土壤有机碳库及空间分布特征分析[J]. 地理学报,2000(5):533-544.
- [36] 向成华,栾军伟,骆宗诗,等. 川西沿海海拔梯度典型植被类型土壤活性有机碳分布[J]. 生态学报,2010(4):1025-1034.
- [37] 彭舜磊,王华太,陈昌东,等. 宝天曼自然保护区森林土壤碳氮储量分布格局分析[J]. 水土保持研究,2015(5):30-34.
- [38] 薛立,薛晔,列淦文,等. 不同坡位杉木林土壤碳储量研究[J]. 水土保持通报,2012(6):43-46.
- [39] 宋娅丽,康峰峰,韩海荣,等. 自然因子对中国森林土壤碳储量的影响分析[J]. 世界林业研究,2015(3):6-12.
- [40] 王斌,杨校生. 4 种典型地带性森林生态系统碳含量与碳密度比较[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2010(4):464-469.
- [41] 吴明. 中北亚热带 3 种人工林生态系统碳蓄积特征及土壤有机碳稳定性[D]. 南京:南京农业大学,2009.
- [42] 舒蛟靖,陈奇伯,常玉山,等. 华山松人工林土壤碳密度及其影响因子[J]. 干旱区资源与环境,2015(8):110-114.
- [43] 张珍明,贺红早,张玉武,等. 雷公山自然保护区不同植被类型土壤的肥力及碳含量[J]. 西南农业学报,2014(3):1202-1206.
- [44] 郭广芬. 未来气候变化对我国土壤有机碳储藏的影响 [D]. 北京:中国气象科学研究院,2006.
- [45] 周莉,李保国,周广胜. 土壤有机碳的主导影响因子及其研究进展[J]. 地球科学进展,2005(1):99-105.
- [46] 史军,刘纪远,高志强,等. 造林对土壤碳储量影响的研究[J]. 生态学杂志,2005(4):410-416.
- [47] 谭外球,王荣富,闫晓明,等. 中国森林生态系统碳循环研究进展[J]. 湖南农业科学,2013(11):65-68.
- [48] 袁勇,李小英. 森林类型自然保护区土壤养分综述 [J]. 中国农学通报,2016(5):75-82.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.011

我国容器育苗中泥炭基质替代品的研究进展

李 忠

(恩阳区三汇镇林业工作站,四川 巴中 636069)

摘要: 育苗基质的使用是容器苗培育过程中的关键环节,而泥炭作为较成熟的育苗基质,却因其不可再生性具有较大限制,泥炭替代品的研究和推广是目前的重点和难点。文中围绕国内外育苗基质研究现状、新型育苗基质中泥炭替代比例、复合基质理化性质等方面对近年来研究成果进行了总结,分析目前泥炭替代过程中存在的缺乏对育苗基质理化性质的详细分析,系统性研究不够,在理论和生产上均缺乏完整的应用体系等,藉此,提出相关建议。

关键词: 容器苗;育苗基质;泥炭;理化性质;苗木生长

中图分类号:S723.133 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0051-04

Research Progress on Alternatives of Peat Substrate in Container Seedling in China

LI Zhong

(Sanhui Forestry Station of Enyang District, Bazhong, Sichuan 636069, China)

Abstract: The use of seedling substrate is the key in the process of container seedling. As a mature substrate, the use of non-renewable peat is limited. The research and promotion about alternatives of peat is very important and difficult. This paper summarized the foreign and domestic research achievements from the status of seedling substrate, substitution ratio of peat in new substrate, physical and chemical properties of substrate. Some suggestions were put forward to solve the problems in substitution of peat, including absent specific analysis for physical and chemical properties of substrate, lack of systematic study and complete application system in theory and production.

Key words: container seedling; seedling substrate; peat; physical and chemical properties; seedling growth

20 世纪 50 年代是容器育苗发展的迅猛阶段^[1],国外对于容器育苗的研究更早一些,并成功应用到实际生产中,如今容器育苗已在全世界绝大多数国家被推广使用,且在林业发达国家年均产苗量中容器苗所占比重越来越大,容器苗的造林技术也更加成熟^[2]。相比林业发达国家,我国容器育苗的发展状况较为滞缓,虽然整体发展时间较短,但在

调控技术方面已做了大量的研究,并取得了一定的成果,同时更加注重通过强化容器苗苗木质量的调控,解决我国困难立地条件造林问题。正因为与裸根苗相比,容器苗适应造林地的能力较强,在造林时可以实现更高的成活率^[3],而在我国造林地中困难立地条件占到 1/2,因此实现容器育苗的规模化、产业化生产将对植被恢复至关重要^[4]。在容器苗培

收稿日期:2017-12-27.

作者简介:李 忠(1964-),工程师,四川巴中人。从事林业基层工作。Email:825501552@qq.com

育过程中,不仅仅需要提供苗木根系生长的足够空间,容器内的栽培基质能否适宜苗木生长也同样关键,苗木生长所需养分及水分都将被固定在基质中,因此作为幼苗存活和成长的重要保证,基质自身所呈现的理化性质,将对幼苗养分及水分的供给状况起决定性作用,并最终影响培育苗木的质量,进而影响造林效果^[5]。国内外有关育苗基质的研究表明,泥炭是目前世界上应用最为广泛,效果最为理想的一种栽培基质,它是处于高温厌氧环境下的植物残体逐渐形成的有机固体堆积物,具有高含量的腐殖酸、丰富的有机质和纤维,且疏松多孔,拥有较强的吸收整合能力。泥炭作为栽培基质的优势虽然明显,但其自身也具有较大的局限性:泥炭碳蓄积周期长,短期内不可再生,无节制地开采在导致资源濒临枯竭的同时,也对生态环境造成严重破坏。因此,尽可能降低泥炭的用量或者寻找出泥炭的有效替代品是当下需要解决的关键问题。本文从国内容器育苗基质替代泥炭的相关研究为切入点,通过对新型育苗基质配比的理化性质及对林木生长状况的影响进行分析,指出目前国内林木容器育苗基质存在的问题,并努力找到今后的研究对策,争取为我国容器育苗的发展提供借鉴。

1 国内外育苗基质研究概况

容器育苗基质最早始于以天然土作为原材料。19世纪30年代,部分欧洲国家出现了将泥炭、细沙以及有机土壤配制形成的早期容器育苗基质,这也是较为原始的基质材料选择与配制技术。50年代起,林业发达国家对育苗基质进行了大量的试验研究,如荷兰研究出的岩棉,60年代美国康奈大学研制出的复合型基质,还有英国作物研究所研发的基质配合物等^[6]。70年代开始,人们逐渐认识到泥炭作为栽培基质的优良特性,于是进入一个疯狂的开采期并大量地投入使用。截至2000年,把泥炭作为主要成分的育苗基质占据了欧洲95%的园林园艺基质市场份额。目前,随着泥炭大量开采导致全球变暖等气候变化,人们保护环境的意识逐渐加强,越来越多的科研工作者开始寻找泥炭的替代物,利用农业废弃物以及林业废弃物作为容器育苗基质也逐渐被认可并使用。在对腐熟的园林废弃物进行物理化学性质测定和盆栽试验时,发现其完全可以作为育苗基质。

国内近年来对容器育苗基质的研究也取得了一定进展,各地在选择栽培基质时常遵循就近取材,成

本低廉,获取便利,因地制宜等原则。如在陕西、甘肃等地,人们常用腐殖质土、黄心土以及过磷酸钙等材料混合搭配来培育油松(*Pinus tabulaeformis*)、樟子松(*Pinus sylvestris* var)、落叶松(*Larix gmelinii*)、侧柏(*Platycladus orientalis* (Linn.) Franco)等苗木;而在广东、广西等区域,黄心土、菌根土、火烧土以及过磷酸钙等材料搭配的配方基质是马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)、火炬松(*Pinus taeda* L.)、湿地松(*Pinus elliottii*)、黑荆树(*Acacia mearnsii* DeWilld)等苗木的常用基质^[7]。但总体上看,就地选用天然的土壤(如田园土、黄心土等)作为主要成分配制而成的基质仍是我国容器苗培育中常用的栽培基质,其容重较大,不便于运输,并且在透气持水能力方面与草炭、珍珠岩等轻型材料相比差之甚远,导致苗木生长缓慢,培育周期长。目前有关轻型基质的研究也取得了一定成果,主要以国内外较常用基质泥炭为基础,对其进行改进,逐渐解决重型基质和泥炭不可再生等问题。马海林^[8]研究发现,当花生壳基质与蛭石或者泥炭体积比为3:1时最有利于侧柏容器苗的生长发育,效果明显优于纯泥炭。在对火炬松芽栽苗轻基质的研究中^[9],当腐熟的中药药渣、软木灰和珍珠岩体积比为2:2:1时,育苗效果最佳。

2 育苗基质替代泥炭比例的研究

作为培育苗木生长的环境载体,基质不但具有固苗的功能,而且能够提供苗木生长过程中所需的水分、空气和养分,以保证苗木根系更好地呼吸及有效地吸收水分、养分。基质能否得以生产投入使用主要受2方面因素制约,一是基质自身理化性质,二是在此基质栽培环境下,苗木所表现的生长状况,且二者相辅相成,基质良好的物理化学性质将有助于苗木根系的生长,而根系的发达与否将直接影响到整个苗木的健康状况,并对今后造林环境的适应起重要作用;而苗木在生长过程中所呈现出的状况将有利于科研工作者对基质理化性质做出分析,并通过对其进行改良,促进基质的推广应用。

2.1 容器苗基质理化性质的研究

在基质搭配过程中,较为普遍的搭配方式为有机成分和无机成分按不同的体积比相混合。除此之外,无机材料和有机材料繁多的种类,也导致了基质整体物理性质和化学性质的复杂。研究表明,当育苗基质拥有相对较轻的容重,有良好的保肥保湿、通气排水性能时,苗木生长初期可以形成较为稳定的根团,同时无杂草种子及病菌也是优良容器育苗基

质所需具备的特点;此外,要想拥有良好的基质化学性质,肥力要较低,方便按需调控容器苗营养需求,pH 偏酸为好,在 5.5~6.5 之间^[10]。

育苗基质的物理性质主要包括容重、基质密度、孔隙度等。容重过大或过小都不利于苗木生长。基质容重过大会降低空气流通效果,阻碍苗木正常生长;容重太小又易造成苗木倒伏,缺乏黏结能力。对于基质密度而言,一般在 0.1~0.8 g/cm³ 范围内适宜植物生长^[11]。孔隙度分为通气孔隙度和持水孔隙度,与基质对空气和水分的容纳能力息息相关,当总孔隙度大小在 54%~94% 范围内时较为理想^[12]。滕飞等^[13]采用一定比例蘑菇渣堆肥培育油松移植容器苗,减少对草炭的使用,育苗基质总孔隙度变化范围为 0.69~0.76,通气持水性质良好,相比常规草炭处理,油松移植苗的生长并未受到不利影响;有关木荷容器苗的研究也相类似,当在以泥炭为主的育苗基质中适量添加谷壳后,会导致孔隙度变大而密度变小,基质中气体交换更加畅通,便于木荷根部呼吸和吸收水分,从而生长更加旺盛^[14]。

在化学性质方面,基质的不同配比及施肥方式首先会对 pH 值产生影响,pH 则影响基质中微生物活动,影响苗木根系细胞膜状态。研究表明,在 pH 值为 6 时基质中大量元素的有效量可以达到最大,而对于微量元素,pH 值在 5.0~6.0 时可达最大,因此一般认为基质的 pH 值处于弱酸性或中性时更有利于苗木生长^[15,16]。胡嘉伟以常规育苗基质草炭和珍珠岩体积比 3:1 为对照,以蘑菇渣逐渐替代草炭的研究中发现,当蘑菇渣堆肥添加比例超过 40% 时,pH 值接近中性,苗木质量开始降低,低于 40% 时,与常规草炭基质无差异^[17]。EC 值即电导率反映了基质中可溶性盐含量的情况,电导率越高,基质中可溶性盐含量就越高。孙敏^[18]认为大多数植物更适合在 0.5~3.0 mS/cm 的 EC 值下生长,低于 0.5 则容易导致养分不足,过高容易灼伤幼苗,需要对基质进行盐分淋洗降低电导率,以免造成根系吸水困难。

2.2 容器苗基质对苗木生长的影响研究

经过近年来的研究,我国对泥炭等稀缺资源作为育苗基质的依赖逐渐减小,并对泥炭的替代物做了大量研究,取得了不错的效果,且替代比例较高,与此同时,所培育苗木质量达到较高水平,苗木各指标均不逊色于泥炭育苗基质。在园艺植物红掌和鸟巢蕨栽培过程中,将改良后的园林废弃物堆肥以 60%~80% 的比例替代泥炭时,效果达到最好,2 种

植物的株高、冠幅、叶绿素均有不同幅度提高^[19]。在对白桦容器苗育苗基质研究过程中发现^[20],当基质材料为草炭土、落叶松松叶腐殖质以及蛭石配比比例为 2:2:1 时,苗高可达到常规草炭土的 1.32 倍,苗木获得更好的长势。采用 60% 草炭土、20% 珍珠岩、20% 蘑菇渣作为育苗基质培育黑赤松苗,其移栽成活率、苗高及地径生长情况最好^[21]。

不同苗木类型理想的培育基质也有所不同。胡嘉伟、滕飞等在培育油松苗时发现,移植容器苗的最佳基质配方为 35% 草炭土、25% 珍珠岩和 40% 蘑菇渣堆肥;而对于播种容器苗,替代比例较低,为 30% 蘑菇渣堆肥。除了对常规泥炭进行替代外,不少研究只使用农林废弃物,经与常规泥炭育苗基质对比,仍表现出自身优越性。对大叶桂樱容器苗培育发现,以泥炭和珍珠岩体积比为 3:1 为对照,共采用 8 种混合基质配方处理,经对苗木地下及地上形态指标、生物量积累指标、生理效应指标分析得出,培育大叶桂樱容器苗的最佳基质配方为锯末、枯枝落叶、山核桃壳、珍珠岩体积比 4:2:3:1^[22]。

3 存在的问题

随着经济的发展,我国的容器苗培育技术已进入较繁荣时期,容器苗的使用逐渐广泛,但仍存在一些问题,有关容器苗的相关配套技术措施缺乏更完善的体系,育苗基质作为影响容器苗发展的关键因素,相关的研究还不够深入,会严重阻碍容器苗的推广和应用。笔者对目前出现的问题进行了 3 方面的总结。

1) 研究中缺乏对育苗基质理化性质的详细分析。在多数研究中,仅仅围绕育苗基质下苗木的生长情况,忽略了对理化性质的深入研究,导致研究始终处于基础层面,未能对基质自身特性以及复合基质的比例作出更深层次的理解,同时无法对苗木所表现出的生长发育状况有合理的解释,缺乏理论支撑,不利于今后的研究。

2) 育苗基质的系统性研究不够,局限于为某一树种制定的某一特定的育苗基质配方。各树种所用育苗基质材料差异大,理论无法应用到实践中去,导致研究的价值大打折扣。

3) 泥炭仍然为育苗基质的主要成分,其替代品在研究中虽取得一定成果,表现出自身的优越性,但理论和生产上均缺乏完整的应用体系,导致各类育苗基质配方不具有代表性。同时,在对研究成果的推广方面缺乏必要的宣传,使得研究成果失去研究

意义。

4 相关建议

针对以上存在的部分问题,笔者建议从源头入手,加强对育苗基质自身理化性质的研究,结合有关树种特性,将不同树种对育苗基质的适应情况进行分类,重点突出造林树种和稀有树种。加强育苗基质的定向研究,简化复合基质配方,减少复合基质材料的种类,建议不超过 3 种。因地制宜地采用乡土育苗基质,不仅可以解决其处理问题,同时能够变废为宝,有效降低对环境的污染。减少对泥炭的使用,对泥炭替代品的研究进行梳理,逐渐形成理论体系,进而实现与生产的对接,降低其作为育苗基质的依赖程度,达到保护环境,节约资源的目的。

参考文献:

- [1] 刘勇. 苗木质量调控理论与技术[M]. 北京:中国林业出版社,1999.
- [2] 许飞,刘勇,李国雷,等. 我国容器苗造林技术研究进展[J]. 世界林业研究,2013(1):64-68.
- [3] 陈杰. 不同类型和规格木荷苗木造林对比试验[J]. 防护林科技,2016(7):40-42.
- [4] 李吉跃,彭祚登,张建国. 人工造林技术概论[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [5] 马常耕. 世界容器苗研究、生产现状和我国发展对策[J]. 世界林业研究,1994(5):33-41.
- [6] 连兆煌,李式军. 无土栽培原理与技术[J]. 北京:中国农业出版社,1994:58-59.
- [7] 刘勇. 我国苗木培育理论与技术进展[J]. 世界林业研究,2000,13(5):43-49.
- [8] 马海林,王清华,马丙尧,等. 花生壳基质在侧柏容器育苗中的应用[J]. 林业科技,2006(6):5-8.
- [9] 郑金成,时富勋,李纪华,等. 火炬松芽苗移栽无土轻型基质网袋容器育苗技术[J]. 林业实用技术,2007(4):22-23.
- [10] 乌丽雅斯,刘勇,李瑞生. 容器育苗质量调控技术研究评述[J]. 世界林业研究,2004,17(2):9-13.
- [11] 周跃华,聂艳丽,赵永红,等. 国内外固体基质研究概况[J]. 中国生态农业学报,2005,13(4):40-43.
- [12] 储双双,赖灿. 污泥堆肥混合基质对香彩雀生长开花的影响及植物适应性评价[J]. 生态学杂志,2014,33(4):966-972.
- [13] 滕飞,刘勇,胡嘉伟,等. 蘑菇渣堆肥对油松移植容器苗生长和养分积累的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2016(5):184-190.
- [14] 袁冬明,林磊,严春风,等. 木荷轻基质网袋容器育苗技术研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2011,35(6):53-58.
- [15] 郭培国,陈建军,李荣华. pH 值对烤烟根系活力及烤后烟叶化学成分的影响[J]. 中国农业科学,2000,33(1):39-45.
- [16] 秦性英. 新型压缩基质配方筛选及育苗技术研究[D]. 郑州:河南农业大学,2008.
- [17] 胡嘉伟,刘勇,李国雷,等. 添加蘑菇渣堆肥对油松容器苗种子萌发和生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(6):28-33.
- [18] 孙敏,奥岩松. 几种固形物料的物理化学性状及其栽培基质评价[J]. 华北农学报,2004,19(1):102-106.
- [19] 李燕,孙向阳,龚小强. 园林废弃物堆肥替代泥炭用于红掌和鸟巢蕨栽培[J]. 浙江农林大学学报,2015,32(5):736-742.
- [20] 李贵雨,卫星,汤园园,等. 白桦不同轻基质容器苗生长及养分分析[J]. 林业科学,2016,52(7):30-37.
- [21] 陈兰海,张建伟,唐明亮,等. 黑赤松轻基质无纺布容器育苗技术研究[J]. 山东林业科技,2014(2):67-68.
- [22] 朱晓婷. 农林废弃物发酵基质和容器控根对大叶桂樱容器苗生长的影响[D]. 杭州:浙江农林大学,2011.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.012

云南省自然保护区保护空缺分析

王 勇 余昌元 杨 东 杨国伟 郑进烜 蔡文婧

(云南省林业调查规划院//云南省自然保护区研究监测中心,云南 昆明 650051)

摘要:采用 GIS 分析法对云南省自然保护区的空间分布进行分析,结果表明,部分具有重要生物多样性重要性的生物地理单元未受到足够保护。部分受到威胁的物种未被保护区覆盖。文中分别对滇西北区、滇东北区、滇中以及东区、滇东南区、滇南及滇西南区、滇西区 6 个自然资源和生物多样性保护区域进行保护空缺分析。在云南自然生态系统中列入优先保护的热带山地雨林、石灰山季雨林、落叶季雨林等 9 个生态系统类型受保护面积明显不足;在重要的物种中,有 21 种国家重点保护野生植物及极小种群植物未能获得保护,有 21 种国家重点保护野生动物及极小种群动物未被保护区覆盖。提出科学编制自然保护区发展规划,推进自然保护区的新建和扩建等发展对策。

关键词:自然保护区;保护空缺;生态系统类型;重要物种;生物多样性

中图分类号:S759.9;S76 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0055-04

Study on Conservation Gap of Natural Reserves in Yunnan Province

WANG Yong, YU Changyuan, YANG Dong, YANG Guowei, ZHENG Jinxuan, CAI Wenjin
(Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: The spatial distribution of nature reserves in Yunnan Province was analyzed by the GIS. The results showed that some biogeographical units of importance to biodiversity were not adequately protected and some threatened species were not covered by protected areas. This paper analyzed the conservation gap for natural resources and biodiversity in the northwest, the northeast, the central region, the east, the southeast, the south and the southwest of Yunnan. The protected areas of 9 ecosystem including the tropical montane rain forest, the limestone monsoon forest, deciduous monsoon forest listed in the priority protection were not enough. 21 species of national key protected wild plants and small population plants failed to get protection and were not covered by nature reserves. The paper put forward some development countermeasures, such as formulating the development plan of nature reserve scientifically and promoting the construction and expansion of nature reserves.

Key words: natural reserve; protect vacancies; ecosystem type; important species; biodiversity

自然资源为人类维持生命系统提供直接或间接的物质基础,是一个国家经济与社会发展的物质保障^[1]。云南省地处中国西南边陲,是我国重要的生物多样性宝库和西南生态安全屏障。云南省从

1958 年建立了第一个西双版纳自然保护区至今,已走过 60 年的历程。然而,由于自然保护建设与管理整体起步较晚,保护基础相对薄弱,存在着较多问题。云南省自然保护区的建设与管理正处在转型阶

收稿日期:2018-01-23;修回日期:2018-02-09.

作者简介:王 勇(1982-),男,福建延平人,工程师。从事林业调查规划、自然保护区与生物多样性保护工作。

通信作者:郑进烜(1981-),男,高级工程师。从事林业调查规划、自然保护区与生物多样性保护工作。Email:zjx3410@163.com.

段,以党的十八大、十九大精神作为指导,结合云南省自然保护区现状,进行保护空缺分析,提出具体的发展对策,对完善保护地体系,保护生物多样性,促进生态文明建设具有重要意义。

1 云南自然保护区概况

截至 2016 年 12 月底,云南省已建立各种类型、不同级别的自然保护区 161 个,总面积达 286.76 万 hm^2 , 占全省国土总面积的 7.3%, 低于全国自然保护区 12.8% 的平均水平, 位居全国自然保护区数量第 6 位, 面积第 9 位, 基本形成了布局合理、类型较为齐全的自然保护区网络体系。自然保护区按级别统计, 其中: 国家级 21 处, 面积 150.97 万 hm^2 ; 省级 38 处, 面积 67.78 万 hm^2 ; 州(市)级 56 处, 面积 44.14 万 hm^2 ; 县级 45 处, 面积 23.87 万 hm^2 。按类型结构统计, 森林生态系统类型自然保护区 91.7 处, 面积 218.95 万 hm^2 ; 湿地生态系统类型自然保护区 15.3 处, 面积 12.48 万 hm^2 ; 野生动物类型自然保护区 23 处, 面积 42.79 万 hm^2 ; 野生植物类型自然保护区 10.0 处, 面积 7.76 万 hm^2 ; 地质遗迹类型自然保护区 8 处, 面积 2.89 万 hm^2 ; 古生物遗迹类型自然保护区 2 处, 面积 0.38 万 hm^2 , 自然文化综合体 8 处, 面积 1.51 万 hm^2 ^[4]。

2 保护空缺分析

依据云南省自然保护区的保护现状、分布特点及其生物多样性的典型性和代表性, 结合生物地理单元和行政区划, 将云南省划分为滇西北区、滇东北区、滇中及以东区、滇东南区、滇南及滇西南区、滇西区 6 个自然资源和生物多样性保护区域。结合各区所分布的自然保护区自然资源和生物多样性现状特点、保护管理基础、人才队伍条件等, 在现有自然保护区的基础上进行分区保护空缺分析, 着重分析尚处于自然保护区外重要的自然景观、生态系统、重要野生动植物物种等。

2.1 保护区分布

采用 GIS 分析方法对云南省国家级和省级自然保护区的空间分布进行分析, 结果表明, 部分区域(包括滇中、滇东、滇东南等)的保护区覆盖面相对较低, 部分生物地理单元未被保护区覆盖或覆盖较少, 部分具有重要生物多样性重要性的生物地理单元未受到足够保护, 部分受到威胁的物种未被(或未很好的受到)保护区覆盖。

2.1.1 滇西北区

作为生态脆弱区和敏感区的滇西北, 存在着明显的保护地空缺, 如碧罗雪山地区, 是生物多样性最为丰富, 生态系统垂直系列最为明显的地区之一; 香格里拉大峡谷地区, 植被生态系统垂直系列保持完整, 生物类群丰富, 区系成分复杂, 物种特有程度高, 珍稀濒危动植物数量丰富; 高山、亚高山冰蚀湖群, 属重要生态功能服务型的生态系统; 澜沧江以西、梅里雪山以南的区域, 森林植被保存完好, 垂直带谱显著, 包含喜马拉雅红豆杉(*Taxus wallichiana*)、油麦吊云杉(*Piceabrachytyla* . var. *complanata*) 等国家重点保护野生植物和林麝(*Moschusberezovskii*)、黑熊(*Selenarctosthibetanus*) 等国家重点保护野生动物, 区域特有种较多, 具有极大的保护价值。这些区域目前尚未纳入保护地, 未被保护网络覆盖或有效保护。

2.1.2 滇东北区

滇东北区域的金沙江沿岸及其支流生态脆弱区自然保护区缺乏, 其峡谷分布的干热河谷稀树灌木草丛组成较为复杂, 包含有特有群落类型, 且生态服务功能价值较大, 具有一定的保护价值。该地区是重要的生态安全屏障, 还尚未因地制宜建立自然保护区, 有针对性地开展自然资源和生物多样性保护。

2.1.3 滇中及以东区

滇中及以东区域自然保护区面积比例和覆盖面相对较低, 一些重要的水源林地未纳入自然保护区, 譬如, 松华坝水源林区、云龙水库水源林区等。另外, 从楚雄大姚经昆明至曲靖会泽一带的金沙江干热河谷地区保存着我国特有的干热、干暖河谷生态系统, 发育了一些典型的植被类型和狭域特有种, 是古老、孑遗物种的避难地之一, 科学研究价值较高, 此区域对金沙江乃至长江流域的水土保持、水源涵养和流域生态安全均具有不可替代的生态服务功能, 但目前该区域缺乏自然保护区覆盖。还有, 一些少数民族居住地周围的自然村寨保护林、自然圣境具有较大的保护价值, 目前也未划入自然保护区进行保护。其它如滇池、阳宗海、抚仙湖、星云湖、杞麓湖等高原湖泊的湖滨带湿地, 具有重要的生态服务价值, 目前仅有少数区域建立了湿地公园, 大多还处于保护空白。

2.1.4 滇东南区

该区域首先是喀斯特地区的保护面积比例少。滇东南喀斯特区域自然景观独特、自然资源及植物多样性丰富, 区域特有种多, 部分重要的植物物种如蒜头果(*Malaniaoleifera*)、西畴青冈(*Cyclobalanopsis-*

sichourensis)、弥勒苣苔(*Paraisometrummileense*)、多歧苏铁(*Cycasmultipinnata*)、任豆(*Zenia insignis*)等均在此区域有分布。另外,红河、文山两州重要的野生动植物呈现种类多、种群数量少、分布零散的特点,针对这些物种的自然保护小区建设目前相对滞后。还有,红河一级支流区域及低海拔热带林区域自然保护区空白较多。

2.1.5 滇南及滇西南区

滇南及滇西南区域虽分布了较大面积的自然保护区,但总体上看分布不均。首先是边江、阿墨江流域部分区域植被垂直带谱较为明显,但目前还处于自然保护区的空白。其次,该区域属思茅松林的中心分布区,对这个主要用材林种质资源的保护面积过小;再次,连接西双版纳国家级自然保护区之间的生物走廊带建设滞后。还有,连接边境一线的自然保护区相对较少,生态安全屏障功能难以体现。另外,对处于自然保护区外较为分散的重要物种和面积较小的重要生态系统如爪哇野牛、古茶树、季节雨林、山地雨林、竜山竜林、自然圣境等尚未建立自然保护区进行有效保护。

2.1.6 滇西区

滇西区作为自然资源及生物多样性极其丰富的区域,自然保护区覆盖面明显不足,保山市的隆阳区、昌宁县、腾冲市和德宏州的芒市存在保护空白。另外,大盈江区域有条件建立湿地类型的自然保护区。还有,针对处于自然保护区较为分散的重要物种和面积较小的重要生态系统,如绿孔雀、伊江巨蜥、蕁翅藤、季节雨林、竜山竜林、自然圣境等尚未建立自然保护区进行有效保护。

2.2 重要生态系统

在云南全省范围内,就自然生态系统而言,列入优先保护的生态系统中的热带山地雨林、石灰山季雨林、落叶季雨林、亚热带半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿阔叶林、暖性石灰岩灌丛、干热河谷稀树灌草丛、干热河谷稀树灌木草丛、沼泽化草甸湿地等生态系统类型受保护面积明显不足,仅占全省国土面积的 6.6%。

2.3 重要物种

2.3.1 重要野生植物

对云南省各个国家级、省级保护区的调查资料进行统计分析,在 59 个国家级、省级自然保护区外,还有 21 种国家重点保护野生植物及极小种群植物未能获得保护,其中国家 I 级重点保护野生植物 4 种,国家 II 级重点保护野生植物 11 种,还有 6 种极

小种群物种(国家重点保护植物除外)没有分布在保护区内。另有 32 种国家重点保护野生植物仅在 1 个自然保护区中有分布,其中含国家 I 级重点保护野生植物 6 种,国家 II 级重点保护野生植物 26 种。

未得到覆盖的 21 种保护植物是:国家 I 级重点保护野生植物灰干苏铁(*Cycashongheensis*)、旱地油杉(*Keteleeriaxerophila*)、水松(*Glyptostrobuspensilis*)、膝柄木(*Bhesasinensis*);国家 II 级重点保护野生植物天星蕨(*Christenseniaassamica*)、小黑桫欏(*Alsophillametteniana*)、单叶贯众(*Cyrtomiumhemionitis*)、圆叶玉兰(*Magnoliasinensis*)、蒜头果、紫檀(*Pterocarpus-santalinus*)、柔毛油杉(*Keteleeria pubescens*)、箭叶大油芒(*Spodiopogonsagittifolius*)、水菜花(*Otteliacordata*)、花榈木(*Ormosiahenryi*)、秃叶黄槿(*Phellodendronchinense*);极小种群植物西畴青冈、富民枳(*Ponciruspolyandra*)、漾濞槭(*Aceryangbiense*)、密序苣苔(*longisepala*)、弥勒苣苔、铁竹(*Ferrocalamusstrictus*)。

仅在 1 个自然保护区中分布的 32 种植物:国家 I 级重点保护野生植物巧家五针松(*Pinussquamata*)、红豆杉(*Taxuschinensis*)、南方红豆杉(*Taxusmairei*)、蕁翅藤(*Calycopterisfloribunda*)、蕁菜(*Brasenienschreberi*)、独叶草(*Ligularialapathifolia*);国家 II 级重点保护野生植物法斗观音座莲(*Angiopterisparisora*)、二回原始观音座莲(*Archangiopterisbipinnata*)、贡山三尖杉(*Cephalotaxus lanceolata*)、毛枝五针松(*Pinuswangii*)、黄杉(*Pseudotsugasinensis*)、澜沧黄杉(*Pseudotsugaforrestii*)、蛇根木(*Rauwolfiaserpentina*)、金平桦(*Betulajinpingensis*)、拟花蔺(*Tenagocharislaticifolia*)、香连树(*Cercidiphyllumjaponicum*)、异颖草(*Anisachnegracilis*)、普通野生稻(*Oryza rufipogon*)、野大豆(*Glycinesoja*)、馨香玉兰(*Magnoliaodoratissima*)、凹叶厚朴(*M. biloba*)、长喙厚朴(*M. rostrata*)、龙棕(*Trachycarpus nana*)、粉背叶子果(*Dichocarpumhypoglaucaum*)、丁茜(*Trailliaedoxagracilis*)、川黄蘗(*Phellodendronchinense*)、伞花木(*Eurycorymbuscavaleriei*)、山萇(天仙子)(*Anisodustanguticus*)、野菱(*Trapaincisa*)、长果姜(*Siliquamomumtonkinense*)。

2.3.2 重要野生动物

在 59 个国家级、省级自然保护区外,还有 21 种国家重点保护野生动物及极小种群动物尚未得到覆盖,包括国家 I 级重点保护野生动物 2 种,国家 II 级

重点保护野生动物 13 种,另有极小种群物种(国家重点保护动物除外)6 种。另外,有 37 种国家重点保护野生动物仅在 1 个自然保护区中有分布。

未得到覆盖的 21 种保护野生动物是:国家 I 级重点保护野生动物中华鲟(*Acipensersinensis*)、达氏鲟(*Acipenser dabryanus*);国家 II 级重点保护野生动物盘羊(*Argalisheep*)、花头鹦鹉(*sittacularoseata*)、黄嘴角鸮(*Otus spilocephalus*)、马来渔鸮(*Ketupazeylonensis*)、纵纹腹小鸮(*Athenenoctua*)、滇池蝾螈(*Cynops wolterstorffi*)、贵州疣螈(*Tylostrotiton kweichowensis*)、大头鲤(*Cyprinus pellegrini*)、云南闭壳龟(*Cuorayunnanensis*)、双尾褐凤蝶(*Bhutanitismansfieldi*)、三尾褐凤蝶(*Bhutanitisthaidina*)、格彩臂金龟(*Cheirotonus gestroi*);极小种群物种灰胸薮鹛(*Liochlaomeiensis*)、黄腹噪鹛(*Garrulax galbanus*)、白点鹛(*Garrulax bieti*)、长鬣蜥(*Physignathus cocincinus*)、密棘髭蟾(*Vibrissaphoralium*)、呈贡蝾螈(*Cynops cheng-gongensis*)。以上 21 种国家重点保护和极小种群野生动物中,有部分种在云南已多年未见,或为局部地区偶见种。

仅在 1 个自然保护区有分布的 37 种保护野生动物是:国家 I 级重点保护野生动物 13 种,即:怒江金丝猴(*Rhinopithecus strykeri*)、戴帽叶猴(*Trachypithecus pileatus*)、马来熊(*Helarctos malayanus*)、白掌长臂猿(*Hylobates lar*)、威氏小鼯鹿(*Tragulus williamsoni*)、羚牛(*Budorcas taxicolor*)、赤斑羚(*Naemorhedus baileyi*)、豚鹿(*Axis porcinus*)、白肩雕(*Aquila heliaca*)、灰腹角雉(*Tragopan blythii*)、红胸角雉(*Tragopansatya*)、白头鹤(*Grus monacha*)、鼈(*Pelochelyscantorii*);国家 II 级重点保护野生动物 24 种,即岩羊(*Pseudois nayaur*)、黑鹇(*Pseudibis papillosa*)、褐冠鹑隼(*Aviceda jerdoni*)、毛脚鹑(*Buteo lagopus*)、凤头鹰雕(*Spizaetus cirrhatius*)、草原雕(*Aquila nipalensis*)、白腹隼雕(*Hieraetus fasciatus*)、白背兀鹫(*Gyps africanus*)、淡腹雪鸡(藏雪鸡)(*Tetraogallus tibetanus*)、黑鹇(*Lophura leucomelana*)、铜翅水雉(*Metopidius indicus*)、黄脚绿鸠(*Treron phoenicoptera*)、灰头绿鸠(*Treron pompadora*)、绿皇鸠(*Ducula aenea*)、棕头鹳鸠(*Macropygia ruficeps*)、短尾鹦鹉(*Loriculus vernalis*)、栗鹑(*Phodilus badius*)、灰喉针尾雨燕(*Hirundapus cochinchinensis*)、蓝耳翠鸟(*Alcedo meninting*)、蓝翅八色鸫(*Pittabrachyura*)、双辮八色鸫(*Hydrornis phayrei*)、大鲵(*Andrias davidianus*)、金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*)、大理裂腹鱼(*Schizothorax taliensis*)。

其中,白头鹤、鼈、黄嘴白鹭、黑鹇这 4 个物种在所处的保护区中也属罕见种,其它各种也不多见,为分布狭窄、分布地理区域限制、种群太小、生态环境发生变化所致。

3 发展对策

3.1 科学编制自然保护区发展规划

在全国自然保护区发展规划的大框架下,科学系统编制“云南省自然保护区发展规划”,将其作为全省自然保护区建设发展的指导性文件,在全省范围内具备保护价值的区域抢救性建立一批自然保护区,并在规划中明确保护区的保护、管理和发展方向,同时进一步提升保护区的基础设施和能力建设,促使保护区的建设管理走向科学化、规范化,为在全省范围内建立一个类型齐全、布局合理、面积适宜、设施先进、功能完备、管理科学高效、成效显著、具有云南特色和重要影响的自然保护区网络提供科学数据。“云南省自然保护区发展规划”将作为云南构建中国重要的生物多样性宝库、西南生态安全屏障和建设全国生态文明排头兵等重要实施依据。

3.2 积极推进自然保护区的新建和扩建

以科学编制的“云南省自然保护区发展规划”作为指导性文件,结合自然保护区空缺分析,开展生物多样性重点、热点区域考察,将未纳入保护区的重要生态系统、生态脆弱区和敏感区及其重要物种的类型、种类分布区域新建和扩建为自然保护区,一方面将扩大现有自然保护区的面积,另一方面将更有效地保护好生态系统和生物多样性。

3.3 建立健全自然保护区管理政策

建立健全与自然保护区管护的相关政策,如制定自然保护区生态廊道、自然保护区等管理办法、自然保护区经费管理办法、管理机构建设规范等,建立自然保护区自然资源资产产权制度和用途管制制度,制定针对地方自然保护区的调整管理规定,制定鼓励设立地方级自然保护区和加强能力建设等政策。同时,完善国家重点生态功能区转移支付办法,结合自然保护区的生态地位和生态价值,提高自然保护区权重,推动地方加强森林生态系统和珍稀濒危动植物类型自然保护区建设,使补偿资金落实到位,使保护管理工作开展不受资金限制。

3.4 加强基础设施建设

基础设施的完善是促进自然保护区发展和有效保护的重要基础。目前,云南除国家级自然保护区

(下转第 62 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.013

轿子山国家级自然保护区社区共管研究

陈哲¹ 杨美临² 余昌元¹ 温庆忠¹

(1. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051; 2. 云南省环境工程评估中心, 云南 昆明 650032)

摘要:采用参与式农村评估方法(PRA)对轿子山自然保护区周边社区进行调查,阐述社区共管所取得的成效,分析周围社区居民生产、生活活动对自然保护区自然资源的威胁,包括生态保护意识弱、传统的资源消耗模式、过度放牧等。从转变资源利用方式、完善机构设置、加强管理、实施生态移民、提高社区居民素质和争取外援、开展合作交流等方面对进一步开展好社区共管进行了探讨。
关键词:社区共管;保护意识;资源利用方式;保护管理水平;生态移民;周边社区;轿子山自然保护区

中图分类号:S759.92;S750 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0059-04

Research on Community Co-Management of Jiaozishan National Nature Reserve

CHEN Zhe¹, YANG Meilin², YU Changyuan¹, WEN Qingzhong¹

1. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China;
2. Yunnan Appraisal Center for Environmental Engineering, Kunming 650032, China

Abstract: The method of participatory rural appraisal (PRA) was used to investigate the surrounding communities in Jiaozishan Nature Reserve, illustrate the achievements of community co-management, and analyze the threat of the surrounding communities' life and production activities on the natural reserve, including weak consciousness of ecological protection, traditional pattern of resource consumption, and over grazing. This paper discussed the measures for further community co-management from changing the way of resource utilization, perfecting the organization, moving the village out of core zone, improving the quality of community residents, introducing foreign capital and developing co-operation and exchanges.

Key words: community co-management; protection consciousness; way of resource utilization; protection and management level; ecomigration; surrounding communities; Jiaozishan Nature Reserve

社区共管(Community co-Management)兴起于 20 世纪 90 年代,是国际上一种新型的自然资源管理方法,指保护区管理部门联合周边社区村民共同参与自然保护区决策、实施、评估和管理的过程,强调村民的参与性和自主性^[1-2]。其本质是社区群众

和保护区管理部门结成合作伙伴关系,通过讨论、协商,共同制定保护区的规划和周边社会综合发展计划,共同参与保护区建设发展的一种新型的运行模式,其主要目的是为实现自然资源保护与社区可持续发展相结合^[3]。我国目前对保护区社区共管研

收稿日期:2018-01-11;修回日期:2018-02-22.

作者简介:陈哲(1980-),男,湖南邵阳人. 主要研究方向:生态安全及生物多样性保护.

通信作者:温庆忠(1968-),男,正高级工程师. 研究方向为森林生态、自然生态状况监测、边境生态安全等. Email:wenqingzhong 5@126.com

究主要集中在行政法规、共管对象、目标、原则、乡土文化以及激励机制等方面,尚处于起步研究阶段^[4]。通过采用参与式农村评估方法(PRA)对轿子山自然保护区进行多次调查以及对周边社区走访,总结分析多年来取得的经验和成效,以期为云南省其他自然保护开展社区共管,实现保护与社区经济可持续发展提供参考和借鉴。

1 概况

1.1 轿子山自然保护区概况

云南轿子山国家级自然保护区(以下简称“保护区”)位于昆明市北部,属乌蒙山系拱王山余脉,为滇中北地区最高的山地,包括轿子山片区和普渡河片区两部分,其地理坐标为东经 102°42′43″~102°58′43″,北纬 25°56′30″~26°11′53″。保护区总面积为 164.56 km²。其中:东川区辖区面积 92.41 km²,占保护区总面积的 56.16%;禄劝县辖区面积 72.15 km²,占保护区总面积的 43.84%。保护区境内最高海拔 4 344.1 m,最低海拔 1 200 m,相对高差超过 3 000 m,属于“自然生态系统”类别的“森林生态系统类型”自然保护区^[5]。主要保护对象是以攀枝花苏铁(*Cycas panzhihuaensis*)、须弥红豆杉(*Taxus wallichiana*)、林麝(*Moschus berezovskii*)等为代表的珍稀濒危野生动植物资源及其栖息地;是我国面积最大的高山柏林和分布海拔最低的高山松林以及晓光河源头及普渡河支流水源涵养地^[6]。

1.2 保护区管理机构及周边社区概况

云南轿子山国家级自然保护区管理局成立于 2009 年 2 月,在禄劝县和东川区分别成立轿子山自然保护区管理分局,分属禄劝县和东川区林业局管理的公益性事业单位,行政上属昆明市人民政府领导,业务上受云南省林业厅指导。

轿子山国家级自然保护区涉及禄劝县和东川区共 6 个乡(镇)16 个村委会 2 个国营林场。居住在保护区内且土地也在保护区内的村民有 75 户 339 人。其中红土地镇大厂自然村上下 2 个村小组有 58 户 270 人;上岔河自然村(燕子洞村小组)有 13 户 51 人;乌蒙乡何家村有 4 户 18 人。其主体民族为汉族,其他少数民族为彝、苗、白、回族等少数民族,文化水平较低,文盲、半文盲率达 30%以上。虽然保护区属于省会昆明市管辖,但由于历史以及交通不便等原因,经济还比较落后。粮食作物主要为马铃薯、燕麦、荞麦和小麦等,经济作物主要为白云豆和油菜。经济收入的主要来源是畜牧产品、粮食

作物和外出务工,人均年收入不足 2 000 元。

2 研究方法

采用参与式农村评估法(PRA),用半结构化访谈、随机采访、典型农户调查以及收集相关资料等方法,对保护区周边乡政府、村委会和村民小组逐级调查,并走访当地较为熟悉情况的林业工作者和村民^[7]。

3 社区共管取得的成效

长期以来,地方各级政府与保护区管理部门高度重视轿子山的管理和生物多样性保护工作,为缓解保护区与周边社区经济发展之间的矛盾,切实解决保护区周边社区村民生产生活中的困难,保护区管理局和社区居民同心协力、多措并举,逐步形成“全民动手,齐抓共管”的新模式^[8]。随着共管工作的不断推进,保护区周边村民逐渐在保护中得到实惠,生活水平得到了有效提升,初步形成了保护区和周边社区之间和谐发展的良好局面。

3.1 开展社区宣传活动,提高保护意识

自保护区成立以来,东川区和禄劝县人民政府协调环保、林业、文化、新闻媒体等部门在县(区)城及保护区社区周边多次进行“爱护生态,保护资源”、“保护轿子山自然生态环境,把青山绿水留给子孙后代”等宣传活动,让社区群众充分认识到保护自然资源的重要性。同时,为了进一步让全社会关心、支持、参与保护区的管护,增强全民保护意识,县(区)政府从 2000 年开始,将每年的 3 月 31 日定为“轿子山保护日”。此外,还充分利用广播、电视、墙报和标语等多种宣传形式,展示轿子山自然保护区的作用、地位、保护对象和珍稀的自然生态系统状况,逐步增强社区居民参与保护区建设的自豪感和责任感。保护区管理局每年还定期在社区小学、中学举行《自然保护基础知识》等相关讲座,发放环保资料,让下一代从小树立起保护环境、热爱保护区的意识。

3.2 创新工作思路,不断提高保护区管理水平

针对保护区土地、林地权属争议等矛盾,保护区管理部门与保护区涉及的红土地镇银水箐村、炭房村,雪山乡拖木泥村、舒姑村,转龙镇老槽子村、中槽子村、恩祖村和大水井等村委会,共同签署了“轿子山自然保护区管护协议书”,明确规定双方土地、林地权属和管理责任,形成一套责权明确、产权清晰的

管理体系;此外,随着共管工作的推进,保护区管理局不断创新工作思路,加大巡查力度,管护范围不仅仅局限于自然保护区范围内,而外延至保护区周边集体林地;转变原有单一的巡山方式,拓展为集巡山、社区服务、社区发展和社区林地管理为一体的服务管理模式,初步形成了保护区与社区共同发展的良好势头。

3.3 结合社区实际,共建共管新模式

针对保护区资源保护的需要和社区群众的生产、生活实际,当地政府和管理局围绕周边地区制定保护和科技扶贫计划,结合天然林保护和退耕还林工程,对周边生态环境进行恢复整治,大力推广节柴改灶、营造经济林,不断减少社区居民对森林资源的依赖。通过这些举措,不仅增加了社区居民的收入,也极大地缓解了保护区与周边社区的矛盾。自大力发展经济林以来,保护区周边偷砍盗伐等林业行政案件逐年减少。此外,保护区管理局与村委会共同制定了保护环境的“村规民约”,定期对共管小区村民进行宣传和教育,组织基层群众参与护林防火工作,并在帮助社区因地制宜调整产业结构、发展经济方面起到示范作用。

4 社区共管存在的问题

虽然保护区社区共管工作取得了初步成效,积累了一定成功经验,社区居民生活水平逐年提高,但是也正面临着加快经济发展和生态保护所带来的双重压力。由于长期以来保护区科技支撑薄弱,社区经济结构不合理,生态保护建设激励政策尚未健全,生态保护意识薄弱,社区居民对森林资源依赖性较大等因素,社区共管虽然呈现出良好势头,但尚未从根本上改变保护区周边社区贫穷落后的面貌。

4.1 社区居民文化水平低,生态保护意识较差

自轿子山被批准为自然保护区以来,不允许村民到保护区采伐林木,经济收入也相应减少,加剧了生活的贫困。由于轿子山地理位置偏远,保护区周边社区居民受教育水平低,不少村民还存在着“靠山吃山”的传统意识,表现出保护意识较差,对保护工作不满甚至抵制的情绪。随之而来的是,保护区和周边集体山林的管护难度逐步加大,与周边社区的矛盾也不断加深。社区居民落后、封闭的传统意识是保护区管理工作面临的主要压力。

4.2 传统资源消耗模式对保护区威胁依然较大

保护区整个区域属于高寒山区,水热条件差,植物生长缓慢、破坏后植被恢复困难。虽然保护区管

理局在社区大力推进节柴灶改灶,但周边农户对薪柴和用材的消耗依然很大。薪柴是保护区周边农村主要的能源,木材是最重要的建筑及家具材料。经多次实地走访周边农户,每户每周至少需要薪柴 80~100 kg,每年每户至少需要薪柴 4 500~5 500 kg。如果农户完全依靠保护区周边林木作烧柴和用材,无疑对保护区是个极大的威胁。随着周边人口的增长,对木材、薪柴的需求也将随之增加,将给保护区的管理工作带来极大压力。

4.3 过度放牧导致自然生态难以恢复

周边乡镇人均耕地少,种植结构单一,产业发展较为粗放,几乎所有社区主要作物均为马铃薯,经济发展缓慢,产品附加值不高,粮食产量仅能解决温饱,资源集约利用率低,贫困问题突出。保护区未成立之前,在轿子山周边社区,畜牧业是除马铃薯外一项重要的经济支柱,如炭房村委会几乎家家户户饲养牛羊和马匹。由于过度放牧,导致保护区火石梁子至新炭房到燕子洞一带海拔 3 500 m 以下大面积草地急剧退化。在生态脆弱的高海拔地带,畜牧业的快速发展将给保护区自然恢复带来严重挑战。

4.4 保护区经费严重不足,设备陈旧落后

由于保护区的管理经费仅靠财政拨款,没有自养能力,保护区人员经费没有纳入财政预算,资金每年都有缺口。资金投入不足,缺乏基本的设备、设施,管理技术手段落后,特别是护林防火、交通运输和通讯联络设备严重不足,使得监测预警能力弱、信息化水平低,不能满足保护区管理工作的需要。随着保护区各项工作的开展,经费不足的问题已经成为制约保护区进一步发展的主要瓶颈。

5 对策与建议

周围社区的经济条件是搞好保护管理工作的社会基础。社会基础越扎实,保护区管理越容易开展,更容易收到成效。根据保护区社区共管的实际,结合周边社区地处“少、边、穷”的偏僻山区,文化教育相对落后,信息闭塞等实际情况,为协调好保护与社区发展的关系,提出以下建议:

5.1 转变资源利用方式,让绿水青山变成金山银山

依托保护区良好的绿色生态资源优势,实施林业生态工程,提高生态公益林补偿标准,加大退耕还林力度,为保护区周边贫困人口创造多种政策性和转移性收入;在确保保护区生态环境不被扰动的前提下,转变传统的资源利用方式,有序开发生态+文化、生态+旅游、生态+农业的融合发展模式,大力发

展第三产业,开辟山区转型之路,让绿水青山变成金山银山,实现保护区与周边社区可持续发展。

5.2 完善共管机制,加大管理力度

以保护区管理机构为主导,社会和周边社区为依托,建立“保护区—周边社区”联合共管委员会和相应的监督机制,充分发挥管理人员和社区村民的主观能动性,实施社区共管、社会共同参与保护,改变原有单一、封闭的保护方式。加强对所、站、卡的管理,对专业管理人员实行目标责任制管理,按照管理面积、资源状况、管护难易程度、保护成效等定任务、定奖惩,把保护管理各项任务分解到岗,落实到人。

5.3 实施生态移民,提高社区教育水平

东川区的大厂村位于保护区的核心区,分布有 58 户 270 人,对其应按自然保护区的相关规定实施生态移民,并优先从社区居民中增聘一定数量的护林员,不仅可以缓解保护区护林员数量不足的问题,而且在增加社区居民收入的同时,提高巡护的实际效果。针对社区居民的文化状况开展宣传教育,设置警示牌和宣传标语,提高广大社区居民对轿子山生态保护的认识,增强其使命感和自豪感,使之成为自然保护事业的自觉践行者和宣传者。

5.4 加强科研力量,提高保护管理水平

鼓励职工在职进入科研院所进修、参加国内外同行技术经验交流会,举办各种保护区管理培训班、开展学术交流,提高管理人员业务水平和工作能力。在全面管护的前提下,积极开展科学研究与社区共建共管,做到保护、科研和社区建设相互促进、协调发展,逐步实现人员结构合理、专业配备齐全的管理机构;积极探索符合我国国情的边疆少数民族落后

地区森林资源保护管理与生态、经济、社会可持续发展的管理模式。

5.5 争取外援,开展合作交流

保护区目前保存有滇中特有的急尖长苞冷杉为代表的寒温性针叶林和湿性常绿阔叶林森林生态系统。丰富的动植物资源以及赖以生存的原始环境为进行各种科学研究提供了良好的基础。建议加强对外宣传和联系,争取国际有关组织如世界自然基金会(W. W. F.)、全球环境基金会(G. E. F.)、世界自然保护联盟(IUCN)、美国大自然保护协会(TNC)和国内有关组织的支持和援助,开展合作交流,促进自然保护区的建设,增强有效保护生物资源的能力。

参考文献:

- [1] 国家林业局野生动植物保护司. 自然保护区社区共管指南[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [2] 朱桂兰. 莱阳河自然保护区实施社区共管的调查研究[J]. 林业建设,2003(2):33-37.
- [3] 张金良,李换芳,黄方国. 社区共管——一种全新的保护区共管模式[J]. 生物多样性,2000(8):347-350.
- [4] 刘霞,张岩. 中国自然保护区社区共管理论研究综述[J]. 经济研究导刊,2011(13):151-155.
- [5] 陈哲,郭辉军,龙春林. 云南省轿子雪山自然保护区生态环境及有效管理评价[J]. 林业调查规划,2009(34):64-68.
- [6] 彭华,刘恩德. 云南轿子山自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社,2015.
- [7] 吴兆录. 参与性农村评估在物种和景观变化研究中的应用[J]. 应用生态学报,1997(8):66-72.
- [8] 和世钧,杨宇明,田昆. 云南文山自然保护区开展社区共管的研究[J]. 西南林学院学报,2003(23):46-50.

(上接第 58 页)

基础设施能够基本满足要求外,其它级别自然保护区的基础设施建设相对滞后。为使保护区的发展得到全面提升,依据国家级自然保护区设施建设规范,结合云南省的实际,加强建设提升自然保护区基础设施迫在眉睫,特别是省、州(市)、县级自然保护区的局站管护用房、保护设施(管护点、碑界桩、瞭望塔、防火线等)、交通通讯、设备配置等基础设施的建设。

参考文献:

- [1] 倪健,任久长,巩玉华. 自然保护区的作用、建设与管理

[J]. 大自然探索,1997,60(16):103-106.

- [2] 郑进烜,吴霞,华朝朗,等. 自然保护区在建设生态文明和美丽云南中的地位与作用[J]. 林业调查规划,2014,39(4):51-53,79.
- [3] 郑进烜,华朝朗,许易琦,等. 以自然保护区为研究对象的近 30 年学术论文统计分析[J]. 林业调查规划,2014,39(6):42-49.
- [4] 杨沛芳,赵卫东,格玛江初,等. 白马雪山自然保护区曲宗贡区域野生观赏植物资源调查研究[J]. 林业调查规划,2017,42(4):91-98.
- [5] 云南省林业厅. 云南自然保护区年报(2016)[R]. 2017.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.014

广东康禾自然保护区哺乳动物资源调查

谢伟良

(广东河源康禾省级自然保护区管理处,广东 河源 517573)

摘要:采用样线法、访问调查法和文献检索法对广东康禾自然保护区的野生哺乳动物资源进行初步调查。结果表明,康禾自然保护区有哺乳动物 30 种,隶属于 6 目 14 科,其中国家 II 级重点保护动物 1 种,即斑林狸;广东省重点保护动物 4 种;“三有”哺乳动物 15 种。保护区的哺乳动物以东洋界为主。针对野生动物栖息地缩小和非法猎捕活动等问题,提出加大执法力度,加强保护宣传教育活动,开展野生动物监测等措施。

关键词:哺乳动物;资源调查;物种多样性;区系特征;珍稀保护动物;康禾自然保护区

中图分类号:S759.9;S718.521.1;S757.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0063-04

Investigation of Mammal Resources in Kanghe Nature Reserve of Guangdong

XIE Weiliang

(Kanghe Provincial Nature Reserve Management Office of Dongyuan, Heyuan, Guangdong 517573, China)

Abstract: The wild mammals resources in Kanghe Nature Reserve of Guangdong were preliminarily investigated by the method of sample line and literature review. The results showed that 31 mammal species belonged to 14 families and 6 orders in the nature reserve, including 1 species of II national key protected animal, namely *Prionodon paricolor*, 4 species of provincial key protected animal, and 15 species of beneficial mammals with economic and scientific research values, which mainly distributed in Oriental realm. In order to solve the issues of habitat reduction and destruction as well as hunting behavior, this paper suggested to intensify law enforcement, strengthen publicity and education, and develop wildlife monitoring.

Key words: mammals; investigation of resources; species diversity; floristic characteristics; rare and protected animals; Kanghe Nature Reserve

1 研究地自然概况

广东河源康禾省级自然保护区位于广东省河源县的东南部,地处北纬 23°44'37"~23°52'16",东经 115°04'27"~115°09'41",规划总面积 6 484.8 hm²。自然保护区地貌复杂、地势起伏大,属山区丘陵地带。海拔最低点 100 m,最高峰白石岗 893.3 m。由

于保护区岩石易于风化侵蚀,沟谷陡崖深幽,多呈“U”形,平原呈狭长带状分布于河流两岸及山间。自然保护区处于中亚热带和南亚热带交界处,四季分明,气候温和,雨量充沛。区内分布的九连山脉南缘保存完好,面积较大,具有代表性的中亚热带原始植被次生常绿阔叶林,是北回归线荒漠带上的绿洲,世界同纬度地区森林植被的典型代表,在生物进化

收稿日期:2018-02-26;修回日期:2018-03-20.

作者简介:谢伟良(1965-),男,广东河源人,助理工程师。主要研究方向为造林设计、森林培育及自然保护区管理。

史上具有特殊的地位和作用。

2 研究方法

以国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司和国家林业局调查规划设计院编制的《全国第二次陆生野生动物资源调查与监测技术规程》为依据,采用实地调查、访问与查阅资料相结合的方法,野生动物的地理区划参考《中国动物地理》^[1]。

调查方法主要采用样线法和文献检索法,辅以样方法和访问法。采用 GPS 手持定位仪对采集到的或观察到的动物进行定位,记录其经纬度、海拔、生境特征、样线长度,并用相机对物种及生境拍照,供物种鉴定时参考。在掌握实地调查资料的同时注重间接资料的采集,访问当地工作人员或周边地区长期生活的居民,对访问结果加以核实,确保考察结果的真实性。

样线调查法:大多野生哺乳类动物都是中小型的,善于隐蔽,昼伏夜出。因此往往难以直接观测到,需要根据粪便、脚印或其他痕迹来判断具体物种。调查时 2~3 人一组,从低海拔到高海拔穿越不同的生境类型,步行速度 1~2 km/h,记录动物实体、痕迹、粪便、巢穴以及叫声等。对于所有的动物踪迹均作详细记录。

访问调查法:对当地人进行无诱导式访问调查,让被访问者描述出他所知的野生动物种类及其鉴别特征、生态习性及分布状况,对访问调查所得信息综合分析,判断出物种分布情况。

3 研究结果

3.1 物种多样性

本研究调查共记录到哺乳动物 30 种,隶属于 6 目 14 科,占全国已记录哺乳类动物总种数(673 种)的 4.46%(蒋志刚等,2015),占广东省已记录哺乳类动物总种数(124 种)的 24.19%(广东省地方史志编写委员会,2002)。以分类阶元统计,保护区的哺乳类动物主要以啮齿目(RODENTIA)(4 科 12 种)和食肉目(CARNIVORA)(3 科 9 种)为主,分别占总种数的 40.00% 和 30.00%;其次是翼手目(CHIROPTERA)2 科 4 种,占总种数的 13.33%;再次是食虫目(INSECTIVORA)和偶蹄目(ARTIODACTYLA)2 科 2 种,各占总数的 6.67%(表 1)。

3.2 区系特征

在中更新世,我国哺乳类动物南北方的分异已

表 1 康禾保护区哺乳类不同分类阶元组成

Tab. 1 Composition of different mammal categories in Kanghe Nature Reserve

目	科	种	占哺乳类 种数比例/ %
食虫目 INSECTIVORA	2	2	6.67
翼手目 CHIROPTERA	2	4	13.33
食肉目 CARNIVORA	3	9	30.00
兔形目 LAGOMORPHA	1	1	3.33
啮齿目 RODENTIA	4	12	40.00
偶蹄目 ARTIODACTYLA	2	2	6.67
合计	15	31	100.00

经基本稳定,其界线大约位于秦岭山脊^[1]。康禾自然保护区哺乳类动物区系以东洋界为主,共 20 种,占总种数的 66.67%;其次为广布种,共 7 种,占 23.33%;古北界 3 种,占 10.00%。可见,保护区的哺乳类动物区系明显以东洋界物种占优势,这与张荣祖对该区系的描述是相符合的。

3.3 优势度分析

记录到的 30 种哺乳类野生动物中,优势种(占总数 10%以上)2 种,分别是褐家鼠(*Rattus norvegicus*)和小家鼠(*Mus musculus*);常见种(1%~10%)13 种,分别是臭鼬(*Suncus murinus*)、普通伏翼(*Pipistrellus pipistrellus*)、小菊头蝠(*Rhinolophus blythi*)、果子狸(*Paguma larvata*)、食蟹獾(*Herpestes urva*)等;其余均为稀有种(1%以下),共 12 种,如山蝠(*Nyctalus noctula*)等。

3.4 珍稀保护动物

保护区有国家 II 级重点保护动物 1 种,即斑林狸(*Prionodon paricolor*);广东省重点保护动物 4 种,分别为食蟹獾、红颊獾(*Herpestes javanicus*)、豹猫(*Felis bengalensis*)和豪猪(*Hystrix hodgsoni*),大部分(3 种)为食肉目动物。

记录到 15 种“三有”哺乳动物,即鼬獾、黄腹鼬、豹猫和野猪(*Sus scrofa*)等。根据中国濒危动物红皮书,列入易危(V)物种的有豹猫;根据中国生物多样性红色名录,列入近危(NT)物种的有山蝠(*Nyctalus noctula*)和果子狸;根据中国物种红色名录,记录到濒危(EN)1 种,近危(NT)1 种,易危(VU)5 种,合计 7 种。

根据 IUCN 物种红色名录,记录到濒危(EN)2 种,近危(NT)和易危(VU)各 1 种,合计 4 种;根据

CITES 公约,记录到附录 II 的 1 种,即豹猫。从受危种数及其所占比例来看,灵猫科 (Viverridae) 和猫科 (Felidae) 动物的濒危程度较高(表 2)。

表 2 康禾自然保护区哺乳动物
Tab. 2 Statistics of mammal resources in Kanghe Nature Reserve

物种分类阶元	动物保护区系	保护区级别	三有动物	中国濒危动物红皮书	中国生物多样性名录	中国物种红色名录	IUCN	CITES 附录	数据来源
I 食虫目 INSECTIVORA									
1 鼯鼠科 Soricidae									
1) 臭鼯 <i>Suncus murinus</i>	O						LC		调查
2 鼯科 Talpidae									
2) 华南缺齿鼯 <i>Mogera insularis</i>	O						LC		资料
II 翼手目 CHIROPTERA									
3 蝙蝠科 Vespertilionidae									
3) 普通伏翼 <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	C						LC		调查
4) 山蝠 <i>Nyctalus noctula</i>	P				NT				调查
4 菊头蝠科 Rhinolophidae									
5) 小菊头蝠 <i>Rhinolophus blythi</i>	O	调查							
6) 鲁氏菊头蝠 <i>Rhinolophus rouxii</i>	P						LC		调查
III 食肉目 CARNIVORA									
5 鼬科 Mustelidae									
7) 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	C	√					LC		资料
8) 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>	O	√			VU	LC			调查
9) 黄腹鼬 <i>Mustela kathiah</i>	O	√			VU	LC			调查
10) 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>	C					NT			资料
6 灵猫科 Viverridae									
11) 斑林狸 <i>Prionodon paricolor</i>	O	II			VU	LC	I		调查
12) 果子狸 <i>Paguma larvata</i>	C	√			NT				调查
13) 食蟹獾 <i>Herpestes urva</i>	O	III	√		NT	LC			资料
14) 红颊獾 <i>Herpestes javanicus</i>	O	III	√		VU	LC			资料
7 猫科 Felidae									

续表 2

物种分类阶元	动物保护区系	保护区级别	三有动物	中国濒危动物红皮书	中国生物多样性名录	中国物种红色名录	IUCN	CITES 附录	数据来源
15) 豹猫 <i>Felis bengalensis</i>	O	III	√	V		VU	LC	II	调查
IV 兔形目 LAGOMORPHA									
8 兔科 Leporidae									
16) 华南兔 <i>Lepus sinensis</i>	O		√					LC	调查
V 啮齿目 RODENTIA									
9 松鼠科 Sciuridae									
17) 倭花鼠 <i>Tamiops maritimus</i>	O		√					LC	调查
18) 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>	O		√					LC	调查
10 豪猪科 Hystricidae									
19) 豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>	P	III	√						资料
11 竹鼠科 Rhizomyidae									
20) 银星竹鼠 <i>Rhizomys pruinosus</i>	O							VU	调查
21) 中华竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>	O		√					LC	调查
12 鼠科 Muridae									
22) 巢鼠 <i>Micromys minutus</i>	P							EN	调查
23) 社鼠 <i>Rattus confucianus</i>	O		√					LC	调查
24) 褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	C							LC	调查
25) 黄毛鼠 <i>Rattus rattoides</i>	O							LC	调查
26) 黄胸鼠 <i>Rattus flavipectus</i>	O								调查
27) 小家鼠 <i>Mus musculus</i>	C							LC	调查
28) 针毛鼠 <i>Rattus fulvescens</i>	O							LC	调查
VI 偶蹄目 ARTIODACTYLA									
13 猪科 Suidae									
29) 野猪 <i>Sus scrofa</i>	C		√					LC	调查
14 鹿科 Cervidae									
30) 赤麂 <i>Mutiacus muntjak</i>	O		√					LC	资料

注:O 表示东洋界物种,P 表示北古界物种,C 表示广布种;I 代表国

家一级重点保护动物,II 代表国家二级重点保护动物,III 代表广东省重点保护动物;三有动物:国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录;中国濒危动物红皮书:V 易危;中国生物多样性红色名录:NT 近危;中国物种红色名录:VU 易危,NT 近危,EN 濒危;IUCN:世界自然保护联盟,濒危(EN)、易危(VU)、近危(NT)、低危(LC)、数据缺乏(DD);CITES:《濒危野生动植物种国际贸易公约》,I 和 II 分别代表附录 I 和 II。

4 讨论与建议

4.1 哺乳动物资源分析

由于自然保护区地理位置优越,森林生态系统保存完好,具有较强的自然性、典型性、脆弱性和生物多样性,为哺乳动物的生存提供了一定的条件。不同物种对生境的要求有所不同,如豹猫多栖息于浓密的森林,斑林狸多出现在低山森林和阔叶林的灌木层等地,赤鹿和野猪等则更能适应次生林环境。因此,保护生境的多样性和完整性是保护野生动物的关键。目前保护区尚存为数不多的大中型哺乳动物,主要为偶蹄目物种,如野猪、赤鹿等。受利益驱使,非法猎捕时有发生。因此,保护区内哺乳动物面临的生存压力较大。

4.2 哺乳动物物种组成与生境管理

从调查到的哺乳动物物种组成来看,保护区现有的 30 种哺乳动物以食肉目和啮齿目为主。食肉目动物通常位于食物链顶端^[3],是生态系统健康状况的指示生物,一般要求较大面积的栖息地作为活动领域,对生境的质量要求通常比较严格,多选择人迹罕至的地方作为栖息地。随着生境的破坏,其生存空间和领地逐渐缩小,最终会无法生存。相对于大中型哺乳动物,小型哺乳动物(如啮齿动物)是食物链中不可缺少的组成部分,它们虽然活动范围有限,但对环境的依赖性更强^[4]。因此,对保护区生境完整性的保持和减少人为干扰既是保护大中型哺乳动物的需要,也能为小型哺乳动物提供生存空间。

由于公众对保护区自然资源缺乏了解,保护意

识不强,乱砍乱伐、非法猎捕时有发生,不仅破坏了自然生态系统,也导致野生动物的生境遭到破坏甚至逐渐丧失。特别是非法猎捕活动更是直接降低野生动物数量,缩小其种群规模,使其濒临灭绝^[5]。另外,猎捕的哺乳动物大多为有蹄类和食肉目,其中食肉目动物多处于食物链顶端,其数量的锐减,会因为缺乏天敌的捕食,使得繁殖能力和适应能力较强的啮齿动物数量逐渐增加,不利于维持生态平衡。

4.3 保护与管理建议

为了更好地保护野生动物资源,促进人类与自然环境的和谐发展,应加大执法力度,对非法猎捕野生动物等违法犯罪行为依法严惩。

积极开展保护区科研和监测工作,加强与高校或科研院所的合作,对保护区珍稀濒危物种种群和生态系统进行长期动态研究和监测,并根据监测数据制定具体的保护方案和措施。

发挥自然保护区的科普宣教功能,广泛而有计划地开展野生动物保护和保护区相关法律、法规的宣传教育活动。特别是要科学正确地引导当地的放生活动,设立放生警示牌,加强对外来物种的防控工作。

参考文献:

- [1] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京:科学出版社,2011:1-330.
- [2] 蒋志刚,马勇,吴毅,等. 中国哺乳动物多样性[J]. 生物多样性,2015,23(3):351-364.
- [3] 蒋志刚. 从人类发展史谈野生动物科学保护观[J]. 野生动物,2013,34(1):43-45.
- [4] 邓可,张利周,李权,等. 云南天池自然保护区兽类资源调查[J]. 四川动物,2013,32(3):458-463.
- [5] LIU Z, REN B, WU R et al. The effect of landscape features on population genetic structure of Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) implies an anthropogenic genetic discontinuity[J]. Molecular Ecology, 2009, 18(18):3831-3846.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.015

昆明市园林常见网蝽种类调查

燕迪 吴朝妍 杨翰 李巧

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

摘要:为明确昆明市园林植物常见网蝽种类,于 2015 年 9 月至 2017 年 9 月,对昆明市主要公园、小区、道路、学校等公共区域进行网蝽种类调查。结果表明,有 5 种网蝽危害,分别是危害桂花的星菱背网蝽,危害香樟、云南樟、檫树等樟科植物的华南冠网蝽,危害杜鹃的杜鹃冠网蝽,危害大叶樟、檫树的长脊冠网蝽以及危害滇润楠的阿萨姆冠网蝽。调查首次发现了华南冠网蝽和阿萨姆冠网蝽在昆明的分布。暂未发现检疫性害虫悬铃木方翅网蝽。

关键词:网蝽科昆虫;园林植物害虫;华南冠网蝽;阿萨姆冠网蝽;昆明市

中图分类号:S763.303 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0067-04

Investigation of Common Tingidae Species in Gardens of Kunming

YAN Di, WU Chaoyan, YANG Han, LI Qiao

(Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The investigation of common Tingidae species in parks, communities, streets, schools and other public areas of Kunming were carried out from Sept. 2015 to Sept. 2017. The results showed that 5 Tingidae species occurred in Kunming, including *Eteoneus sigillatus* found mainly in the *Osmanthus fragrans*, *Stephanitis laudata* mainly in the *Cinnamomum camphora*, *Cinnamomum glanduliferum* and *Sassafras tzumu*, *S. pyrioides* found mainly in the *Rhododendron simsii*, *S. svensoni* mainly in *Cinnamomum septentrionale* and *S. tzumu*, *S. assamana* mainly in *Machilus yunnanensis*. The distribution of *S. laudata* and *S. assamana* in Kunming was found firstly in this paper and the quarantine pests *Corythucha ciliate* was not discovered.

Key words: Tingidae; garden pests; *Stephanitis laudata*; *Stephanitis assamana*; Kunming City

网蝽是网蝽科 Tingidae 昆虫的通称,隶属半翅目 Hemiptera 异翅亚目 Heteroptera 臭虫次目 Cimicompha^[1],全世界已知约 260 属 2 124 种^[2],中国已知约 230 种,主要分布于浙江、贵州、福建、江西、湖南、广东、台湾等地^[3-4]。网蝽通过刺吸式口器吸食寄主植物叶片的汁液,直接使叶片呈现斑驳状,影响植株的光合作用,产生的分泌物粘性大且具有很高

的糖分,因此受害植株一般伴生很严重的煤污,造成间接为害,导致树势衰弱、落叶、开花数量降低,降低观赏价值的同时,诱发的煤污病还严重影响卫生状况^[5-8]。

网蝽多为植食性害虫,对一些园林绿化树种如樟科 Lauraceae、杜鹃花科 Ericaceae、木犀科 Oleaceae、蔷薇科 Rosaceae 等乔灌木造成危害^[9-11]。目前

收稿日期:2018-03-07.

基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目(2015J093);西南林业大学科技创新基金 2017—2018 学年度项目(Z16005).

作者简介:燕迪(1996-),男,湖北荆州人,硕士研究生.主要从事园林植物保护昆虫学研究. Email:yandienly@gmail.com

通信作者:李巧(1970-),女,教授,博士生导师.主要从事森林昆虫学研究. Email:lqfcb@126.com

最受关注的网蝽是悬铃木方翅网蝽 *Corythucha ciliata*, 该虫是扩散能力极强的外来入侵物种^[12], 目前已经在我国湖北、湖南、上海、浙江、江苏、山东、山西、北京、河北、河南、重庆、贵州等地扩散^[13-15]。据朱耿平等^[16]分析, 云南中部是其潜在分布区之一。悬铃木是昆明市重要行道树之一, 一旦该虫发生, 势必给城市生态系统带来严重威胁。

为摸清昆明市园林生态系统常见网蝽种类, 确定悬铃木方翅网蝽是否已扩散至昆明市, 于 2015 年 9 月至 2017 年 9 月, 对昆明市主要公园、小区、道路、学校等公共区域进行了网蝽种类调查, 旨在为昆明市园林网蝽监测及防治提供基础数据。

1 研究方法

1.1 踏查

2015 年 9 月—2017 年 9 月, 采用踏查的方式对云南省昆明市的翠湖公园、大观公园、植物园、世博园、西南林业大学、云南民族大学、云南大学、昆明理工大学等公共区域的园林绿地进行种类调查和标本采集, 在此基础上, 确定网蝽的寄主和种类。

1.2 标本采集及鉴定

将调查所采集的标本连同其寄主叶片或枝干一同装入自封袋中(170 mm×240 mm), 并带回实验室内做成针插标本, 用以鉴定; 主要通过查阅相应的文献和鉴定书籍进行鉴定^[3-4, 17]。

1.3 测量与拍照

在体式显微镜下分别对每种网蝽成虫进行形态特征的测量及拍照, 方法同党凯(2012)^[4]。拍摄和测量所用软件为 AxioVisionRel. 4. 8。

2 结果与分析

2.1 昆明市园林常见网蝽

调查发现, 昆明市的各大公园、学校、绿化带、道路等公共场所的樟科、杜鹃花科以及木犀科等植物

均受到 5 种网蝽的危害, 其中菱背网蝽属 *Eteoneus* 1 种、冠网蝽属 *Stephanitis* 4 种, 分别是星菱背网蝽 *Eteoneus sigillatus*、华南冠网蝽 *Stephanitis laudata*、杜鹃冠网蝽 *S. pyrioides*、长脊冠网蝽 *S. svensoni* 以及阿萨姆冠网蝽 *S. assamana*。

星菱背网蝽俗称桂花网蝽, 在昆明市仅危害桂花 *Osmanthus fragrans*, 其主要识别特征是前胸背板简单, 无头兜, 侧角圆弧状。华南冠网蝽在昆明危害樟科的 3 种树木, 包括香樟 *Cinnamomum camphora*、云南樟 *C. glanduliferum* 和檫树 *Sassafras tzumu*; 其主要识别特征是有头兜, 头兜被稀疏直立毛, 侧面观呈椭圆囊状, 侧背板后缘强烈向内弯, 中纵脊稍高于头兜, 侧纵脊长为中纵脊的 1/6。杜鹃冠网蝽仅危害杜鹃 *Rhododendron simsii*; 其主要识别特征是有头兜, 头兜无毛, 侧面观呈长椭圆形, 侧背板后端圆形突出向内弯曲, 中纵脊长和高与头兜略等, 侧纵脊长为中纵脊的 1/4。长脊冠网蝽危害大叶樟 *C. septentrionale* 和檫树, 其主要识别特征是有头兜, 头兜密被直立细毛, 呈椭圆形, 侧背板后端圆形突出向内弯, 中纵脊明显低于且略长于头兜。阿萨姆冠网蝽危害滇润楠 *Machilus yunnanensis*; 其主要识别特征是有头兜, 头兜被稀疏细毛, 呈卵圆形膨大, 侧背板后缘弯曲, 中纵脊近等长等高于头兜。

在上述 5 种网蝽中, 星菱背网蝽、杜鹃冠网蝽和阿萨姆冠网蝽仅危害 1 种寄主, 而在其寄主上目前也仅发生 1 种网蝽, 可以通过寄主来帮助鉴定; 而华南冠网蝽和长脊冠网蝽均危害樟科的多个树种, 并同时檫树上发生, 不能简单借助寄主进行鉴定。为实现准确鉴定, 笔者对其多个形态特征进行了测量(表 1)。

2.2 昆明市园林常见 5 种网蝽种类检索表

为便于对网蝽种类的识别, 编制了昆明市园林常见网蝽属种检索表(表 2)。

表 1 昆明市园林常见网蝽形态特征测量

Tab. 1 Morphometry of common Tingidae species in gardens of Kunming

mm

网蝽种类	体长	体宽	触角长 (I : II : III : IV)	中纵脊长	侧纵脊长	前翅长	中域长
星菱背网蝽	3.06~3.33	1.21~1.38	0.15 : 0.14 : 0.70 : 0.36	1.11~1.29	-	2.27~2.47	0.91~1.08
华南冠网蝽	3.13~3.72	1.64~2.13	0.21 : 0.11 : 1.35 : 0.64	0.69~0.86	0.06~0.11	2.28~2.78	0.79~1.16
杜鹃冠网蝽	3.60~4.02	1.83~2.26	0.20 : 0.11 : 1.26 : 0.72	0.76~0.95	0.14~0.21	2.60~3.03	0.95~1.16
长脊冠网蝽	3.67~4.08	1.97~2.74	0.24 : 0.12 : 1.64 : 0.64	0.78~0.94	0.26~0.48	2.65~3.21	0.93~1.34
阿萨姆冠网蝽	3.32~3.79	1.56~2.05	0.22 : 0.11 : 1.29 : 0.72	0.68~0.87	0.14~0.30	2.44~2.75	0.97~1.19

表 2 昆明市园林常见网蝽属种检索表

Tab. 2 Key to species and genera of common Tingidae in gardens of Kunming

- 1. 前胸背板简单;无头兜或头兜很小,仅超过头的基部;侧背板无,或呈基状,或呈窄片状扩展但小翻卷与背板之上(菱背网蝽属 *Eteoneus* Distant) 星菱背网蝽 *Eteoneus sigillatus*(图 1)
- 前胸背板常其显著的头兜;背板发达,成叶状扩展,或翻卷于背板之上(冠网蝽属 *Stephanitis* Stål) 2

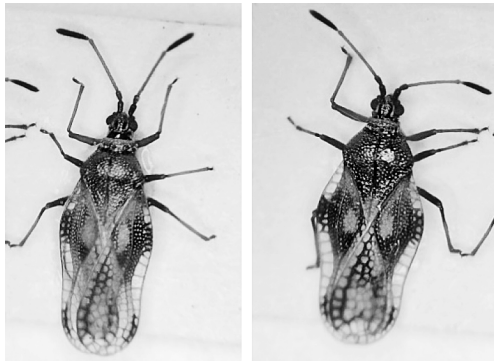


图 1 星菱背网蝽(左雄右雌)
Fig. 1 *Eteoneus sigillatus* Drake et Poor

- 2. 前翅端部分歧明显,头兜卵圆形 阿萨姆冠网蝽 *Stephanitis assamana*(图 2)
- 前翅端部分歧不明显 3

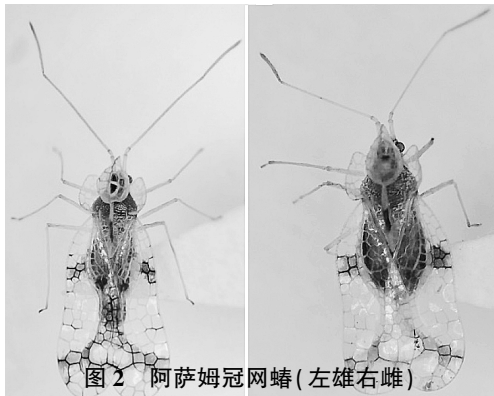


图 2 阿萨姆冠网蝽(左雄右雌)
Fig. 2 *Stephanitis assamana* Drake et Maa

- 3. 侧纵脊极为短小,为中纵脊的 1/6 长 华南冠网蝽 *Stephanitis laudata*(图 3)
- 侧纵脊相对较长,为中纵脊的 1/4 至 1/3 长 4

3 结论与讨论

昆明市于 2006 年记录 2 种网蝽:杜鹃冠网蝽和星菱背网蝽^[17-19],2008 年又报道了长脊冠网蝽危害滇润楠^[20-21]。经过鉴定,在滇润楠上发生危害的并不是长脊冠网蝽,而是阿萨姆冠网蝽。此外,本次调查发现,危害樟科树种的华南冠网蝽和阿萨姆

续表 2

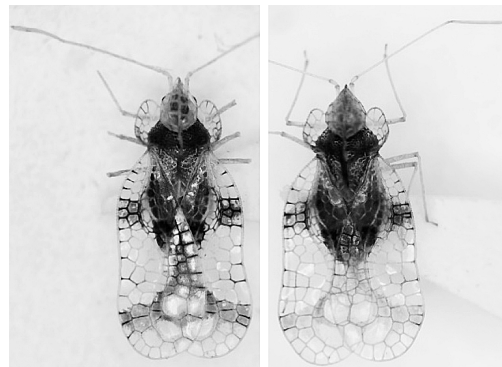


图 3 华南冠网蝽(左雄右雌)
Fig. 3 *Stephanitis laudata* Drake and Poor

- 4. 中纵脊背缘明显外弓,高于头兜;侧纵脊较短,未达到前胸背板中部横隆起处 杜鹃冠网蝽 *Stephanitis pyriodes*(图 4)



图 4 杜鹃冠网蝽(左雄右雌)
Fig. 4 *Stephanitis pyriodes* Drake et Poor

- 中纵脊背缘低平,明显低于头兜;侧纵脊较长,伸达头兜后缘 长脊冠网蝽 *Stephanitis sevensoni*(图 5)

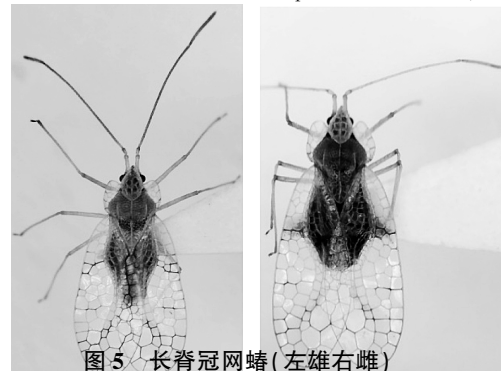


图 5 长脊冠网蝽(左雄右雌)
Fig. 5 *Stephanitis sevensoni* Drake

冠网蝽在昆明市也有分布,是昆明市的新记录种。本次调查暂未发现检疫性害虫悬铃木方翅网蝽。

从网蝽的发生来看,星菱背网蝽发生普遍且最为严重,这与其寄主桂花在昆明数量众多有关。其

次是杜鹃冠网蝽,寄主杜鹃数量众多,其主要用于园林绿化带,分布区域较窄,由于园林杜鹃皆为簇生,病虫害极易传播扩散^[22],因此在发生区内危害特别严重。阿萨姆冠网蝽发生亦比较严重,但根据调查结果来看,其寄主滇润楠在郁闭度高的荫蔽处受害相对严重,而作为行道树却受害相对较轻,原因可能在于荫蔽处环境较差,植株抗性低,容易滋生病虫害,而行道区光线较足,植株抗性较好。就寄主范围而言,上述 3 种网蝽寄主都较为单一,极易爆发,所以危害都比较严重,而华南冠网蝽和长脊网蝽为危害多种樟树,寄主较为分散,因此受害程度相对较轻。

网蝽具有明显的世代重叠现象,而昆明气候宜人,四季如春,为网蝽的生长和繁殖提供了有利的生存环境^[23];昆明市大量种植的樟科、杜鹃花科、木樨科等园林绿化树种^[24]为网蝽的生长发育提供了丰富的养料和生存场所,可以预见,网蝽在园林生态系统中将持续发生,而危害樟科多个树种的华南冠网蝽和长脊冠网蝽,其寄主域可能进一步扩大。如何对这些网蝽进行有效防治,摆脱当前过分依赖化学农药进行园林害虫防治的窘态,是昆明市生态文明建设中需要解决的难题。

云南省是著名的旅游地区,游客和各种材料、木材运输等会给网蝽的传播提供机会,尽管目前暂未发生悬铃木方翅网蝽,但其传入的风险依然很大,应加强监测。

致谢:在调试和使用体式显微镜过程中得到西南林业大学张新民老师的帮助;在标本采集过程中尹宁娜、伏艳、于潇雨等给予了帮助,在此一并感谢!

参考文献:

- [1] HORN K F, FARRIER M H, WRIGHT C G. Some mortality factors affecting eggs of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1983, 76(2): 262-265.
- [2] HENRY T J. Biodiversity of Heteroptera [J]. *Insect biodiversity: science and society*, 2009(1): 223-263.
- [3] 萧采瑜. 中国蝽类昆虫鉴定手册 [M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [4] 党凯. 中国负板类网蝽 (*Cystoecyba*-group) 及冠网蝽属 (*Stephanitis* Stal) 分类修订 [D]. 天津: 南开大学, 2014.
- [5] 李友恭, 陈顺立, 李柳, 等. 长脊冠网蝽的生物学特性及防治 [J]. *应用昆虫学报*, 1992(1): 36-39.
- [6] 董立坤, 李绍勤, 夏文胜, 等. 武汉市园林植物网蝽种类及药剂防治 [J]. *湖北农业科学*, 2008, 47(6): 661-662.
- [7] 吴跃开. 一种园林植物新害虫——桂花网蝽 [J]. *广东农业科学*, 2011, 38(23): 151-152.
- [8] ROSETTA R. Azalea lace bug: biology and management in commercial nurseries and landscapes [R]. Corvallis, Or.: Extension Service, Oregon State University, 2013.
- [9] 章士美. 中国经济昆虫志第三十一册 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [10] 赵怀谦. 园林植物病虫害防治手册 [M]. 北京: 农业出版社, 1994.
- [11] 吴雪芬, 钱兰华, 马国胜, 等. 外来有害生物入侵与植物检疫 [C] // 中国植物保护学会 2011 年学术年会, 2011: 8-11.
- [12] 张润志. 悬铃木方翅网蝽 *Corythucha ciliata* (Say) [J]. *应用昆虫学报*, 2013, 50(4): 1202.
- [13] 虞国跃, 王合, 朱晓清, 等. 北京发现悬铃木方翅网蝽为害 [J]. *植物保护*, 2014, 40(5): 200-202.
- [14] 秦志清, 辛建平, 肖利芳, 等. 悬铃木方翅网蝽在山西的发生趋势及防治措施 [J]. *农业技术与装备*, 2016(10): 60-61.
- [15] 杜丽娟. 河北馆陶县发现悬铃木方翅网蝽危害 [J]. *现代园艺*, 2017(18): 54.
- [16] 朱耿平, 王晓静, 刘国卿, 等. 悬铃木方翅网蝽在我国的潜在分布分析 [J]. *应用昆虫学报*, 2012, 49(6): 1652-1658.
- [17] 李传仁. 中国菱背网蝽属昆虫记述 [J]. *长江大学学报自然科学版*, 2006, 3(2): 116-118.
- [18] 欧晓红, 秦瑞豪, 杜强, 等. 昆明世博园害虫及天敌调查与分析 [J]. *中国森林病虫*, 2006, 25(5): 23-26.
- [19] 和秋菊, 易传辉, 任毅华, 等. 昆明市园林植物昆虫调查名录 [J]. *四川林业科技*, 2007, 28(4): 108-112.
- [20] 马明友. 楠木网蝽危害调查及防治试验 [D]. 昆明: 西南林学院, 2006.
- [21] 周兴银, 高泰平, 赵毅博, 等. 西南林学院滇润楠主要病虫害初步调查 [J]. *西南林业大学学报*, 2008, 28(3): 39-41.
- [22] SHREWSBURY P M, SMITH-FIOLA D C. Evaluation of green lacewings for suppressing azalea lace bug populations in nurseries [J]. *Journal of Environmental Horticulture*, 2000, 18(4): 207-211.
- [23] 张斌善, 张玉琴, 付园. 杜鹃冠网蝽的防治对策 [J]. *中国花卉园艺*, 2009(16): 45-45.
- [24] 尹擎, 但国丽, 吕元林, 等. 昆明市园林绿化乡土植物选择初探 [J]. *云南大学学报(自然科学版)*, 2001(S1): 52-56.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.016

红塔山自然保护区柏肤小蠹生物学特性及防治对策

黄桂英

(玉溪市红塔山自然保护区管护局,云南 玉溪 653100)

摘要: 采用室内和室外观察相结合的方法,在柏肤小蠹转干期,将受害木锯成段,在室内进行柏肤小蠹虫态变化及干内生活习性观察,在室外进行受害枝条及林木受害过程的同步观察,同时在林中挂置信息化合物诱捕器进行监测。总结出红塔山自然保护区柏肤小蠹的形态特征、生物学特性及对树木的危害过程。提出了药物喷粉、信息化合物诱杀、打孔注药和人工清理等综合防治措施。针对造成柏肤小蠹暴发成灾的人工纯林比例过高、树种组成单一、生物多样性简化和生物链不完整等问题,提出了在今后造林设计中应重视林分结构的布局,丰富树种、注重林分层次、营造混交林、复合式发展等建议。

关键词: 柏肤小蠹;生物学特性;防治方法;人工纯林;林分结构;红塔山自然保护区

中图分类号:S763.301;S763.306 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0071-04

Biological Characteristics and Control Measures of *Phloeosinus aubei* in Hongtashan Nature Reserve

HUANG Guiying

(Administration Bureau of Hongtashan Nature Reserve, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: Based on the indoor and outdoor observation methods, the damaged wood was sawed into sections during the period from shoots to trunk to observe the morphological changes and living habits of *Phloeosinus aubei* indoors and the damaging process of trees outdoors as well as monitor the pests by semiochemical trapper. The morphological and biological characteristics of *Phloeosinus aubei*, the process of tree damage, and the control measures of drug spraying, semiochemical trapping, trunk injection and manual cleaning were summarized. In order to solve the problems such as the high proportion of artificial pure forest, the single species composition, the simplification of biodiversity and the incomplete biological chain, this paper suggested to focus on the layout of stand structure, enrich tree species, pay attention to stand level, construct mixed forest and advance comprehensive development.

Key words: *Phloeosinus aubei*; biological characteristics; control measures; artificial pure forest; stand structure; Hongtashan Nature Reserve

柏肤小蠹 *Phloeosinus aubei* Perris 属昆虫纲、鞘翅目、小蠹虫科。国内主要分布在山东、河南、陕西、台湾等省,国外分布于日本、朝鲜、前苏联,主要危害

侧柏、圆柏、桧柏等^[1]。在我国大部份地区 1 年发生 1 至 2 代,分幼虫危害期和成虫危害期,幼虫取食木质部和韧皮部,造成树皮松动甚至林木死亡;成虫取

收稿日期:2018-03-30.

作者简介:黄桂英(1965-),女,云南玉溪人,高级工程师。主要从事森林保护工作。Email:huanggy777@126.com

食枝梢造成折梢、折枝,树势衰弱。

2013年,在玉溪市红塔山自然保护区龙马山首次发现柏肤小蠹危害干香柏 *Cupressus duclouxiana*。《玉溪市龙马山生态绿化综合治理工程》是玉溪市委、市政府1992年批准实施的生态综合治理重点工程,规划总面积为3 951.9 hm²,主要造林树种为干香柏、墨西哥柏、圆柏、华山松。其中涉及红塔山自然保护区范围内干香柏造林360 hm²。工程于1993年启动实施,实施时间为5年,是近几十年以来红塔区实施的最大人工造林工程,由于立地条件极差,土层瘠薄,也是造林难度最大的工程。如今,龙马山人工林已成为玉溪市中心城区生态屏障的北大门,是玉溪市的生态脊梁和风景线,为玉溪市生态和环境的改善发挥着重要作用。近年来,随着环境、气候的变化,加之由于造林模型选择了人工纯林,病虫害滋生及传播问题越来越突出,仅针对柏类树种就先后发生了云尺蛾、柏肤小蠹危害,其中柏肤小蠹2013年首次发现。为能进一步遏制该虫的危害和蔓延,保护区管护局对该虫的生物学特性进行了多年观察,同时开展了一系列防治探索,取得了初步成效。

1 区域概况

柏肤小蠹发生地点位于玉溪市红塔区北部龙马山,发生区域为海拔1 700~2 400 m范围,气候为中亚热带半湿润冷冬高原季风气候,具有冬暖夏凉、夏秋多雨、雨热同季特点。年均温16.5℃,极端最高温33.5℃(6月4日),极端最低温-1.8℃(1月21日)。≥10℃的活动积温为5 047.9℃,全年日照时间为2 394.7 h,日照率为54.0%。年均霜期88 d,全年降雨101 d,降雨量886.5 mm。柏肤小蠹发生区域主要树种为干香柏,林分结构为人工单层纯林,林组为中龄林,平均树高7.5 m,平均胸径14 cm,郁闭度0.7~0.9。

2 材料与方法

3—4月在柏肤小蠹成虫转干期,选取受害林木整株砍伐锯成段,长度40~50 cm,放入金属细网饲养箱中进行观察,室外选择受害株进行同步观察,同时在林中挂置信息化诱捕器进行监测。观察期内每隔3 d剖开室内树段进行虫态变化及干内生活习性观察,同时观察新成虫羽化期情况。室外对受害枝及受害林木进行观察(图1、图2),每周1次。



图1 柏树受害状

Fig. 1 Damaged *Platycladus orientalis*



图2 受害枝条

Fig. 2 Damaged branches

3 生物学特性

3.1 形态特征

1) 成虫:体长2~3 mm,宽1.2~1.4 mm,体形粗壮,赤褐色或黑褐色,体表无光泽;头部小,藏于前胸下,触角末端的纺锤部呈椭圆形,色暗,触角黄褐色,体密被刻点及灰色细毛;前胸背板长小于宽,鞘翅上有深色刻点,排列成行,每个鞘翅上有9条纹,雄成虫略小于雌成虫(图3)。

2) 卵:椭圆形,白色,0.3 mm×0.5 mm(图4)。

3) 幼虫:乳白色,初乳幼虫长1 mm左右,老熟幼虫2.5~3 mm,头淡褐色,体微弯曲(图5)。

4) 蛹:乳白色,长2.5~3 mm^[1](图6)。

3.2 生物学特性

柏肤小蠹在红塔山自然保护区龙马山1年发生1代,世代不整齐,以成虫在柏树2~3年生枝条或枝丫内越冬。越冬成虫于翌年3—4月间陆续离开越冬场所,侵入嫩梢补充营养,成虫补充营养后转入干内进行繁殖。转干部位先以树干中上部位为主,



图 3 成虫、交配室、母坑道

Fig. 3 *Phloeosinus aubei* adult, copulation chamber and tunnel



图 4 卵

Fig. 4 *Phloeosinus aubei* spawn

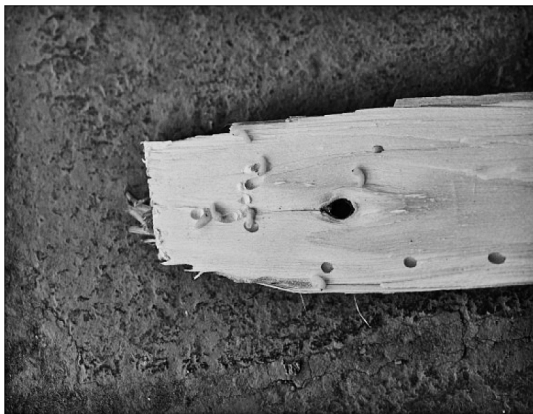


图 5 老熟幼虫、蛹室

Fig. 5 Mature larva and pupal cells

雌成虫先侵入树皮,雄虫跟踪进入,蛀一不规则的交配室,交尾后雌成虫边蛀母坑道边产卵,卵成排列状产于母坑道两侧韧皮部下方,用木屑包围,具隐蔽



图 6 蛹

Fig. 6 *Phloeosinus aubei* pupa

性。雌成虫一生产卵 20~104 粒,卵期 7~9 d。初乳化的幼虫向母坑道两侧蛀食子坑道,取食木质部生长,子坑道成不规则形状,幼虫发育期 45~50 d。整个繁殖期以成虫、幼虫危害树干、主枝,造成枯枝乃至树木死亡。老熟幼虫在坑道末端朝深层木质部蛀一个 3~4 mm 的椭圆形蛹室化蛹,蛹期约 10 d 左右,4 月上旬可见新成虫开始羽化,4 月中、下旬为羽化盛期。新羽化的成虫飞到邻近健康柏树顶部或树冠外缘蛀食 2~3 年生枝条,蛀食部位一般为枝条上的小枝分叉部位,羽化后至越冬前对枝条危害期长,危害较严重。成虫辗转危害枝条,常将枝条蛀空,韧皮部啃光,造成枝梢整枝枯死。此时期往往看到受害林木的上部成红褐色,而下部仍保持绿色。成虫最早于 10 月中旬在枝丫部位或枝条树皮下面越冬。成虫生命力极强,室内观察期长达 1 a,无枝梢补充营养的情况下仍有大量成虫存活。

4 防治方法

柏肤小蠹是危害柏树的一种主要钻蛀性害虫,在分类上和云南切梢小蠹、横坑切梢小蠹同属于小蠹科。在多年的防治实践中,红塔山自然保护区在松小蠹虫的防治工作中积累了较丰富的实践经验。小蠹科害虫为害特点相同,其防治技术具有相通性,针对不同时期采取药物喷粉防治、信息化合物诱杀成虫、树干打孔注药防治、人工清理受害木、辅之营林措施等综合防治技术,能有效降低虫口密度,减轻受害程度,遏制传播蔓延。

4.1 药物喷粉防治

在柏肤小蠹成虫补食期,在危害重的地段用氟虫脒、高效氯氢菊酯进行防治,防治效果可达到 90%以上^[2]。针对柏肤小蠹在玉溪市红塔山自然保护区成虫转干、转梢暴露期较长,4 月中旬至 5 月上

旬成虫羽化高峰期的生活习性,利用新羽化的成虫抗逆能力较弱的特点,采用具有内吸作用、触杀和胃毒作用的吡虫啉+高效氯氰菊脂复配粉在林间喷粉防治,施药量为 18 kg/hm²,1 个星期后再采用百虫硫灵喷烟防治 1 次,能大大减轻枝梢受害程度。

4.2 信息化合物诱杀

信息化合物诱集害虫是目前国内外公认森林害虫监测和防治最理想的方法之一^[3],在越冬成虫飞离寄主及新成虫羽化期,在林间挂置诱捕器,采用信息化合物诱捕成虫。2014—2017 年,红塔山自然保护区与中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所合作,开展了柏肤小蠹信息化合物诱捕防治工作,在受害较集中区域挂置诱捕器,对监测虫情及防治起到了积极的作用。

4.3 打孔注药防治

树干注药防治是通过在树干上打孔或采用注射器,将药剂注入到树干内,通过树干的输导组织使药剂输送到枝梢和嫩芽中积累残留,杀死入侵害虫。因其不污染环境,不杀伤天敌,在钻蛀类害虫的防治中被广泛应用,是一种简便、针对性强的防治小蠹虫方法。药液注入树干后,即使不触及虫体,也可通过农药的内吸传导被林木吸收输送,使柏肤小蠹取食后中毒死亡。采用 40%乐果、50%甲胺磷树干打孔注药防治,对柏肤小蠹成虫期具有杀灭作用,虫口减退率可达 85.5%和 88.2%^[4]。掌握有利时机进行打孔注药防治,能有效减轻林木受害程度^[5]。针对红塔山自然保护区柏肤小蠹的生活习性,5—7 月,采用打孔注药防治柏肤小蠹,在树干基部钻孔注射 40%氧化乐果进行防治。主要技术要点:钻孔部位离树干根部 80 cm,孔与水平面成 45°角,注射剂量为 4~5 ml/孔,注药后进行封口处理。钻孔数量根据林木直径大小确定:一般胸径 8 cm 以下打孔 1~2 个,胸径 10~12 cm 打孔 3 个,胸径 14~16 cm 打孔 4 个,胸径 18 cm 以上打孔 5~6 个。孔与孔之间横向交错排列,不能纵向排列。

4.4 人工清理

人工清理是防治柏肤小蠹最直接有效的措施之

一。柏肤小蠹个体小,危害隐蔽性强,针对零星受害林木,在柏肤小蠹繁殖期人工及时清理受害株或受害枝,能有效遏制害虫的扩散蔓延;在成虫期及时清除有虫枝梢,可有效降低林木受害程度。

5 讨论

大量人工纯林是造成害虫滋生、蔓延、暴发成灾的主要原因。依据 2016 年森林资源规划设计调查数据统计,红塔山自然保护区林分结构极不合理,乔木林面积为 4 516.8 hm²,其中:纯林面积为 4 211.7 hm²,占乔木林面积的 93.25%;此外,保护区树种针叶林多,阔叶林少,云南松、柏木、华山松等针叶纯林面积占保护区乔木林面积的 88.19%,是玉溪市红塔山自然保护区主要的森林类型。该类型树种组成单一,结构简单,林下地被物不丰富,没有形成阶梯式丰富的植物群落,生物多样性简化、生物链不完整,从而导致森林自身抵御有害生物的能力弱,抗逆性差,一旦暴发虫害,容易造成毁灭性的灾害。因此,在今后的造林设计中,应重视林分结构的布局,从丰富树种、注重林分层次、混交林种植、复合式发展、经济效益与生态效益双赢的森林经营体系入手,提高林分质量,确保生态安全,使森林生态系统步入良性循环。

参考文献:

- [1] 萧刚柔. 中国森林昆虫[M]. 北京:中国林业出版社, 1983:447.
- [2] 任桂芳. 柏肤小蠹综合防治技术的研究[D]. 北京:中国农业大学,2004.
- [3] 任立伟,付金华,刘超,等. 柏肤小蠹防治技术策略[J]. 吉林农业,2015(14):85.
- [4] 杨燕燕. 柏肤小蠹的生物学和生态学特性及其防治的研究[D]. 济南:山东大学,2005.
- [5] 高兴忠,黄桂英,贾丽萍. 不同季节打孔注药防治纵坑切梢小蠹虫的试验[J]. 林业调查规划,2008,33(4): 140-142.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.017

栗山天牛在辽宁省发生危害规律及防治对策研究

刘 军

(辽宁省海城市林业局, 辽宁 海城 114200)

摘要:从 1998 年起,栗山天牛在辽宁省暴发成灾并呈现扩散蔓延趋势,造成了巨大经济损失,引起了各级政府的高度重视和社会广泛关注。介绍栗山天牛的生物学特性及危害状况,分析了其发生与寄主植物、林龄、林型和林分郁闭度、树干部位、立地条件、海拔的关系及发生的原因,采取营林措施、生物防治、人工捕捉和使用化学药剂等综合防治对策是控制虫情的有效途径。

关键词:栗山天牛;生物学特征;发生危害规律;生态环境因子;寄生植物;防治对策;辽宁省

中图分类号:S763.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0075-03

Occurrence Regularity and Control Countermeasures of *Massicus raddei* in Liaoning Province

LIU Jun

(Haicheng Forestry Bureau, Haicheng, Liaoning 114200, China)

Abstract: The occurrence and spread of *Massicus raddei* disaster in Liaoning which caused huge economic losses was highly valued by governments at all levels and widely concerned by the public. This paper introduced the biological characteristics and damage status of *Massicus raddei*, analyzed the relationship between the occurrence causes and host plant, stand age, forest type, canopy density, tree trunks, site conditions and altitude, and put forward countermeasures of forest management, biological control, artificial capture and chemical control.

Key words: *Massicus raddei*; biological characteristics; occurrence regularity; host plant; ecological environment factors; control countermeasures; Liaoning Province

栗山天牛 *Massicus addei* (Blessig) 属鞘翅目 (Coleoptera) 天牛科 (Cerambycidae) 蛀干害虫, 寄主植物主要为壳斗科 (Fagaceae) 的栗属 (*astanea*) 和栎属 (*Quercus*)、桑科 (Manaceae) 的桑属 (*Morus*) 及玄参科 (Scrophulariaceae) 的泡桐属 (*Paulownia*) 植物。栗山天牛是柞树林的毁灭性蛀干害虫, 其危害不仅影响林木生长, 破坏森林资源, 而且还严重影响了森林生态效益的发挥。但由于近年来栗山天牛在防治上被忽视, 加之气候干旱和立地条件瘠薄的林分抗虫

能力低下等因素, 使得栗山天牛呈现逐年加重趋势, 局部地区已经成灾。栗山天牛的持续危害已成为制约辽宁省生态林业建设的重要因素。

栗山天牛分布广泛, 但据国内外文献资料记载从未造成灾害。从 1998 年起, 栗山天牛在辽宁省暴发成灾, 并呈现继续扩散蔓延趋势, 造成了巨大经济损失, 对柞树资源构成了毁灭性的威胁, 引起了各级政府的高度重视和社会广泛关注。

收稿日期: 2018-03-08.

作者简介: 刘军 (1972-), 男, 辽宁海城人, 工程师. 主要从事林业调查规划工作. Email: 13945136819@163.com

1 栗山天牛的发生与危害状况

1998年,在辽宁省柞树资源主要分布地区丹东市宽甸县,在天然柞树次生林砍伐木中普遍发现栗山天牛危害虫道,严重被害木横截面虫孔密布交错,呈筛网状。每条栗山天牛幼虫蛀凿一条坑道,最长达 250 mm,最短 50 mm。坑道直径最宽 50 mm,最窄 10 mm,呈不规则圆桶状,多集中在 4 m 以下主干上。被害木木质部发暗变黑,木质变软,完全丧失了利用价值。在被害林分中,被害木树干千疮百孔,树冠枝条干枯,风折木到处可见,严重被害木全株枯死^[1]。宽甸县当年栗山天牛危害面积达 53 493.4 hm²,占全县柞树林面积的 20.9%,木材损失量达 151.9 万 m³,直接经济损失达 3.8 亿元。栗山天牛已上升到辽宁省主要森林害虫位置。

2 栗山天牛发生危害规律

2.1 栗山天牛的生物学特性

栗山天牛发育完成一个世代需 3 整年时间,跨 4 个年度。其发育变态为完全变态,一个世代需经过成虫、卵、幼虫、蛹 4 个虫态期。以幼虫蛀入树干木质部取食危害,整个幼虫期长达 34 个月 1 000 余 d;老熟幼虫在蛀道内化蛹,蛹期平均 25 d。始见期 5 月下旬,高峰期 6 月上旬,盛末期 6 月中旬;成虫羽化后经 2~3 d 取食树干木栓层补充营养后开始交尾,交尾后 2~3 d 开始产卵。成虫 7 月上旬开始羽化,盛期 7 月下旬,8 月中旬还有成虫活动,成虫寿命为 16 d。栗山天牛成虫有较强趋光性和群聚性。卵产在树干树皮裂缝内,平均产卵量为 17 粒,卵期 10~15 d 后即可孵化成幼虫。孵化出的幼虫把树皮咬蛀成一个 1.5 mm 圆形侵入孔,在侵入孔堆积白色小球形锯末状粪便,第二年 4 月下旬幼虫蛀入木质部。栗山天牛从幼虫到蛹,在 1 000 余 d 的时间里在树干内隐蔽生活,卵、成虫暴露期只有 60 余 d^[2]。

2.2 栗山天牛发生与生态环境因子的关系

1) 栗山天牛发生与寄主植物种类的关系

在辽宁省主要危害蒙古栎、辽东栎(表 1)。

2) 栗山天牛发生与林龄的关系

主要发生在 30 a 以上柞树上,树龄、径级越大危害越重(表 2)。

3) 栗山天牛发生与林型的关系

栗山天牛在柞树混交型林分中,柞树占比越大,危害越重(表 3)。

表 1 栗山天牛发生与寄主植物种类的关系

Tab. 1 Relationship between the *Massicus raddei* disaster and the host plant

树种	林龄/a	调查株数	被害率/%
蒙古栎	45~57	100	68.9
辽东栎	45~56	100	48.6
槲树	45~54	100	13.0
槲栎	40~59	100	14.1
麻栎	41~53	100	8.2
栎	43~57	100	5.3
板栗	45~60	100	0.0
桑	30~37	10	0.0

表 2 栗山天牛发生与林龄、胸径的关系

Tab. 2 Relationship between the *Massicus raddei* disaster and the stand age and the DBH

林龄/a	调查株数	胸径/cm	被害率/%	合计	幼虫蛀道率/%	占比/%
25 以下	100	10.5	0	-	-	-
26~30	100	14.4	5.5	170	0.65	3.51
31~40	100	17.8	18.1	310	1.55	6.40
41~50	100	19.5	37.5	744	3.72	15.36
51~60	100	20.7	61.5	1685	8.43	34.79
60 以上	100	24.9	69.0	1934	9.67	39.93

表 3 栗山天牛与林分组成的关系

Tab. 3 Relationship between the *Massicus raddei* disaster and the stand composition

林木组成	林龄/a	调查株数/株	被害率/%
8 柞 2 杂	40~50	100	78.1
8 柞 2 杂	40~50	100	48.1
7 柞 3 杂	40~50	100	76.3
6 柞 4 杂	40~50	100	35.2
5 柞 5 杂	40~50	100	23.5
4 柞 6 杂	40~50	100	19.1
3 柞 7 杂	40~50	100	11.5

4) 栗山天牛发生与林分郁闭度、树干部位、立地条件、海拔的关系

随机调查发现,林分郁闭度越大栗山天牛危害越重;危害程度与树干高度呈反比,树干部位越低虫量越大,危害越重;南坡重于北坡,岗脊和山的上坡

重于中下坡,下坡危害最轻,相同海拔南坡重于北坡;主要分布在海拔150~650 m山地范围内危害。

2.3 发生危害原因分析

栗山天牛发生发展和消长情况取决于四大要素,即寄主植物、生态环境、人为活动及物种本身。当环境因子适宜林木生长,植株生长势强,生物多样性增加,生物总量加大,抗性也随之增强,林分的自控力提高,害虫种群数量就处于低水平。人类经营活动科学合理,生物种群处于相互依赖相互制约的状态,符合自然合谐平衡状态,天人合一,害虫就不能发生危害。初步分析,栗山天牛在辽宁省暴发、危害与全球气温变暖有一定关系。据统计,全球平均温度每10年约上升0.25℃,这么大的变化速率可能比过去1万年间任何时候变化都快各得多。另外,大气中CO₂浓度大量增加,使寄生植物含碳量增加,含氮量下降,致使害虫取食量增加,导致对寄生植物危害程度加重。由于栗山天牛幼虫在树干内隐蔽,受外界不利影响极小,有得天独厚的适宜生存环境,加之天敌控制能力弱小,如啄木鸟、獾子、五道眉数量远远达不到自然平衡状态要求,种群迅速增殖造成危害也是必然的趋势^[3]。

3 防治对策

栗山天牛一个世代发育在树干木质部隐蔽期达1 000余d,暴露期只有60余d,所以对其防治难度较大。笔者在总结了历年来栗山天牛发生趋势时发现,虽然其危害面积有逐年增加的趋势,但通过科学实验和探索实践,已总结出对栗山天牛防治科学有效的联治对策和防治措施。

3.1 采取营林措施

3.1.1 采取卫生伐清除虫源木

对有虫株率在15%以下,危害较轻的柞树林分实行卫生伐。卫生伐应选择一沟一坡,面积在15 hm²以上点块状地块。作业时间应选择树液停止流动,10月下旬至次年3月末必须作业完毕。伐除被害林木,有一株伐一株,采伐强度应为有虫株率上浮3个百分点。混交林柞树在20%以下的,可采取柞树全清作业方式,作业后实施封山育林,有虫株率减退率可达75%~95%。

3.1.2 皆伐改造

对被害率达21%以上中、重度的成林和过熟林分进行皆伐改造,但作业面积一次性不得超过2 hm²,以避免大面积皆伐造成水土严重流失。皆伐后立即补植造林。山上部适合补植红松、落叶松,山

中部补植云杉、桧柏,山下部补植核桃楸、刺槐、花曲柳等。林龄在30~50 a的柞树林,利用伐根自然萌生更新,加强抚育管护,可以自然更新形成柞树天然次生林^[4]。

3.2 采取生物防治措施

生物措施防治栗山天牛目前以保护恢复自然天敌为主,以封山育林为天敌生物创造繁衍栖息环境,促进种群数量增加。同时,严禁捕杀食虫动物。栗山天牛天敌黄花绒坚甲及管氏肿腿蜂人工繁育技术已基本成熟,有待进一步开发推广。在林间释放人工繁育天敌,增加自然环境中天敌种群数量,也是控制栗山天牛的有效途径。

3.3 人工捕捉

人工捕捉栗山天牛成虫是经济、实用的有效防治措施。主要利用栗山天牛群聚性,每天上午7—10时栗山天牛多集中在林分阳坡、树龄在30 a生以上、径级在20 cm以上、柞树树皮木栓层厚、裂缝较深,4 m以上树干部位活动,极易发现捕捉。少则十多头,多则数十头,最多达几百头。发动群众上山人工捕捉成虫要有组织,逐个林分有计划地进行,才能达到防治效果。

3.4 化学药剂防治

林丹杀虫剂防治栗山天牛初孵幼虫。用药量为7.5 kg/hm²,放烟时间为傍晚和清晨,可定点和流动放烟。杀虫率可达75%以上。由于施放烟剂对环境影响较大,万不得已而为之,尽量不用烟剂防治。

栗山天牛危害属于生物性灾害,具有其特殊性、长期性和治理艰巨性。栗山天牛防治是一项复杂系统工程,要达到主动御灾、减灾和持续控灾,必须以恢复森林生态为宗旨,以营林和生物措施为主导,其它措施相配套,开展综合治理。同时,加大政府行为,争取作为重点森林害虫工程治理项目,由各级政府组织领导,并多渠道、多层次筹措防治资金加以保证。全面做好栗山天牛防治,对保护辽宁省生态环境,巩固绿化成果和促进辽宁省经济建设和社会可持续发展起到重要作用^[5]。

4 结语

栗山天牛主要以幼虫钻蛀危害,危害持久,隐蔽性强。因此,在防治方面需要科学划分危害区类型,分类实施防治。首先,要加强检疫和木材无害化处理,针对不同林分及危害程度采取不同措施,本着“治轻、伐中、弃重”的原则,先搞好虫情调查,确定

(下转第84页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.018

沾益区古树组成结构及保护对策研究

崔瑰芬 刘傲然 谢春平

(曲靖市沾益区林业局,云南 沾益 655331)

摘要:采用走访和实地调查方法,对沾益区古树资源的种类构成、区系分布类型、结构特征、分布情况和生长状况进行分析。结果显示,沾益区共有古树及古树后续资源 314 株,隶属 27 科 37 属 47 种,种类丰富且数量较多,主要以漆树科、壳斗科、榆科、蔷薇科、松科和豆科 6 个优势科和黄连木、四蕊朴、麻栎、豆梨和滇油杉等乡土树种为主;古树属的区系具有明显的中亚热带性质,且具有热带向温带过渡的特点。树龄主要集中在 100~200 a,平均树龄 170.6 a;生长旺盛(I 级)、良好(II 级)、一般(III 级)、较差(IV 级)、极差(V 级)的古树分别有 181、7、113、12 和 1 株,分别占古树总株数的 57.64%、2.23%、35.99%、3.82% 和 0.32%。针对目前古树保护中存在的生长环境差,病虫害严重,缺少管理与技术支持等问题,提出相应的保护管理对策。

关键词:古树资源;种类构成;区系分布类型;结构特征;生长状况;生长环境;沾益区

中图分类号:S718.542;TU986.36 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0078-07

Species Composition and Protection Countermeasures of Ancient Trees in Zhanyi District

CUI Guifen, LIU Aoran, XIE Chunping

(Zhanyi Forestry Bureau, Zhanyi, Yunnan 655331, China)

Abstract: The species composition, floristic types, structure characteristics, distribution and growth status of ancient tree resources in Zhanyi District were analyzed by interviewing and field investigation. The results showed that there were 314 ancient trees and subsequent resources of ancient trees in Zhanyi, belonging to 47 species, 37 genera and 27 families. The species of ancient trees mainly included the six dominant families of Anacardiaceae, Fagaceae, Ulmaceae, Rosaceae, Pinaceae and Leguminosae as well as the local species of *Pistacia chinensis*, *Celtis tetrandra*, *Quercus acutissima*, *Pyrus calleryana* and *Keteleeria evelyniana*. The floristic distribution of the genera characterized by the obvious subtropical nature presented the transition from the tropics to the temperate zone. The age of ancient trees was mainly 100 ~ 200a with an average age of 170.6a. The amount of ancient trees in growth grades of vigorous (I grade), good (II grade), general (III grade), poor (IV grade), poorest (V grade) were 181, 7, 113, 12 and 1 respectively, accounting for 57.64%, 2.23%, 35.99%, 2.23% and 35.99% of the total ancient trees. The protection and management measures for ancient trees were proposed to solve the problems of poor growth environment, serious disease and insect damage, inadequate management and insufficient technical support.

收稿日期:2018-01-31.

作者简介:崔瑰芬(1969-),女,云南沾益人,高级工程师.主要从事营林生产、自然保护区管理及林业有害生物防治工作.

Key words: ancient tree resources; species composition; floristic types; structure characteristic; growth status; growth environment; Zhanyi District

沾益区有着 1 300 多年的城市史,被人们誉为“入滇锁钥”在地带性气候条件背景下,植被在石灰土、喀斯特等地貌的特殊生境下形成。森林植被不仅加强了珠江水源涵养,同时还维系了珠江源的生态安全。

沾益区古树资源是沾益历史变革、自然演替及文化发展的见证,具有极高的历史意义和文化价值,急需加以保护。因城市的改造建设,多数古树遭到破坏甚至消失,这是自然文化遗产的重大损失,是城市改造与发展之殇。目前,有关沾益区古树资源的文献较少,多数调查只研究了数量统计与定点保护,并未涉及其他方面,尚不能对沾益区古树资源进行详细评估,也未谈及对古树资源的保护与利用。为此,对沾益区古树资源现状进行系统调查,研究其种类构成、区系分布、结构特征和生长状况等,可为保护古树资源物种多样性和优化生态环境,完善城市规划提供依据。

1 研究区自然概况

沾益区地处云南省东部,曲靖市中部,珠江源头,地理坐标为东经 $103^{\circ}29' \sim 104^{\circ}14'$,北纬 $25^{\circ}31' \sim 26^{\circ}06'$,海拔 1 637~2 678 m。全区土地总面积 281 489.0 hm^2 ,属亚热带高原季风气候,夏季高温多雨,冬季温和湿润,年均温 14.5 $^{\circ}\text{C}$;雨量充沛,年均降雨量 1 000~1 300 mm,每年 6—9 月降水量占全年的 80%。境内土壤以山地红壤为主,占土地总面积的 74.8%。

据《云南省沾益区森林资源规划设计调查报告》(2016年),沾益区植被类型为“亚热带常绿阔叶林区,高原亚热带北部常绿阔叶林地带,滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区(沾益南部)和滇东北高原中山云南松林羊草草甸亚区(沾益北部)”。区内森林植被属亚热带常绿阔叶林区的西部(半湿润)常绿阔叶林区-中亚热带常绿阔叶林带。森林植被主要以云南松、华山松纯林为主,混生少许滇油杉或旱冬瓜林,局部地方分布有栎类或灌丛,人工植被有圆柏、杉木、圣诞等。灌木主要是金丝桃、火棘、苦刺、豆梨、马桑、野蔷薇、杨梅等,草本有白茅、黄背草、野古草、蒿类、蕨类等。优势树种主要集中在松科、壳斗科、柏科、榆科等;经济林木有核桃、花椒、板栗等;珍稀树种有黄杉、银杏、云南含笑、窄叶女贞等。

2 研究方法

2.1 古树概念

古树是指树龄在 100 a 以上(含 100 a)的树木,根据《全国古树名木普查建档技术规定》与《沾益县古树名木保护管理办法》,树龄在 500 a 以上的古树为 I 级古树,实行一级保护;树龄在 300 a 以上 500 a 以下的称为 II 级古树,实行二级保护;树龄在 100 a 以上 300 a 以下的古树为 III 级古树,实行三级保护;树龄在 80 a 以上 100 a 以下的古树作为古树后续资源。

2.2 古树调查

在查阅相关资料的基础上,采取部分走访与实地调查相结合的方法,对沾益区的古树进行逐株调查。测量每株古树的树高、胸径和冠幅。古树年龄确定采用综合的方法,即采用生长曲线计算、生长锥辅助测量,查阅有关历史文献并结合访谈的方法进行。

2.3 古树区系特征分析

参照吴征镒等的种子植物分布型系统对古树的分布区类型进行划分,并依据分布区类型分析沾益区古树资源的特征关系^[1]。

2.4 生长状况评价

参照《曲靖市古树名木保护管理办法》(2014年),将古树的长势和病虫害情况划分为:I级(旺盛)、II级(良好)、III级(一般)、IV级(较差)、V级(极差)5个等级进行评价记录。其中,I级古树干部无树洞,树冠完整,无明显病虫害,无明显枯折枝;II级古树干部无树洞或树洞较小,树冠较为完整,无明显病虫害或有少量病虫害但不明显影响生长,有少量枯折枝;III级古树干部树洞较大,树冠不太完整,有较多病虫害且明显影响生长或有较多枯折枝;IV级古树干部树洞大,树冠极不完整,有明显病虫害或有大量病虫害且极其明显影响生长,有大量枯折枝;V级古树生长环境差,濒临死亡。

2.5 数据统计分析

对沾益区古树资源的种类构成、区系分布、整体结构、分布情况和生长状况进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 古树种类构成

调查结果显示,沾益区共有古树及古树后续资

源 314 株,隶属 27 科 37 属 47 种,数量较多且种类较丰富,每科包含 1~8 种不等。古树的科和种组成较为集中,主要以漆树科、壳斗科、榆科、蔷薇科、松科、豆科 6 个优势科为主(表 1)。

表 1 沾益区古树资源的优势科统计

Tab. 1 Dominant families of ancient trees in Zhanyi District

科名	种数/种	株数/株	占比/%
漆树科 Anacardiaceae	1	114	36.31
壳斗科 Fagaceae	8	53	16.88
榆科 Ulmaceae	2	46	14.65
蔷薇科 Rosaceae	4	18	5.73
松科 Pinaceae	3	14	4.46
豆科 Leguminosae	3	12	3.82
合计	21	257	81.85

6 个优势科的古树数量较多,均多于 10 株,总株数多达 257 株,占沾益区古树总株数的 81.85%。其中,漆树科古树最多,有 114 株,占全区古树总株数的 36.31%。数量在 5 株以上的优势树种有黄连木、四蕊朴、麻栎、豆梨、滇油杉、四照花、柳树、臭椿、红果树、榔树、皂角树和银杏,共 12 种(表 2),总株数达 249 株,占古树总株数的 79.30%;其中黄连木最多,达 114 株,占全区古树总株数的 36.31%。由此表明,以上 6 个优势科和 12 种古树是构成沾益区古树资源的主体。

表 2 沾益区古树资源的优势种统计

Tab. 2 Dominant species of ancient trees in Zhanyi District

种类	株数/株	占比/%
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	114	36.31
四蕊朴 <i>Celtis tetrandra</i>	40	12.74
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	37	11.78
豆梨 <i>Pyrus calleryana</i>	8	2.55
滇油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>	8	2.55
四照花 <i>Dendrobenthamia japonica</i>	7	2.23
柳树 <i>Salix babylonica</i>	7	2.23
臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	6	1.91
红果树 <i>Stranvaesia davidiana</i>	6	1.91
榔树 <i>Ulmus pumila</i>	6	1.91
皂角树 <i>Gleditsia sinensis</i>	5	1.59
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	5	1.59
合计	249	79.30

3.2 古树区系分布区类型

根据吴征镒等对种子植物属的分布区类型划分标准^[2],可将沾益区古树资源属的分布划分为 10 个类型^[3](表 3)。

表 3 沾益区古树属的分布区类型

Tab. 3 Floristic types of the genera of ancient trees in Zhanyi District

序号	属的分布区类型	数量/个	占比/%
1	世界分布	1	2.70
2	泛热带分布	5	13.51
3	热带亚洲、非洲和南美洲间断	2	5.41
4	旧世界热带	0	0.00
5	热带亚洲至热带大洋洲	2	5.41
6	热带亚洲至热带非洲	0	0.00
7	热带亚洲(印度-马来西亚)	3	8.11
8	北温带	8	21.63
9	东亚和北美洲间断	5	13.51
10	旧世界温带分布	3	8.11
11	温带亚洲分布	0	0.00
12	地中海地区、西亚至中亚	1	2.70
13	中亚	0	0.00
14	东亚分布	6	16.21
15	中国特有	1	2.70
	合计	37	100.00

从属的分布区类型来看,北温带分布型属最多(8 属),占沾益区古树总属数的 21.63%,包含圆柏属(*Sabina*)、胡桃属(*Juglans*)、黄杨属(*Buxus*)、栎属(*Quercus*)、槭属(*Acer*)、桑属(*Morus*)、松属(*Pinus*)和柳属(*Salix*);东亚分布型属次之(6 属),占总属数的 16.21%,包含木瓜属(*Chaenomeles*)、四照花属(*Dendrobenthamia*)、枳椇属(*Hovenia*)、油杉属(*Keteleeria*)、侧柏属(*Platycladus*)、泡桐属(*Paulownia*);泛热带分布型属和东亚和北美分布型属位居第三,均包括 5 个属,分别占总属数的 13.51%;中国特有分布型属仅 1 属,为银杏属(*Ginkgo*)。

沾益区的古树资源具有一定的分布差异,以北温带分布型占绝对优势,这与该类型所处的地理位置和植物区系的北温带属性息息相关;东亚与北美间断分布型属占总属数的 13.51%,表明沾益区的植物区系和北美的植物区系具有相关性。沾益区位于中亚热带,其古树中含有相当数量的温带植物成

分。据此可知,随着时间的消逝,沾益区气温逐渐下降,使得热带区域逐渐向南偏移并缩小,温带区域逐渐扩大。总体来看,沾益区古树的分布具有明显的中亚热带性质,且有热带向温带过渡的特征^[1]。

3.3 古树整体分布结构

沾益区古树的树龄、树高、胸径和冠幅分布情况见图1。

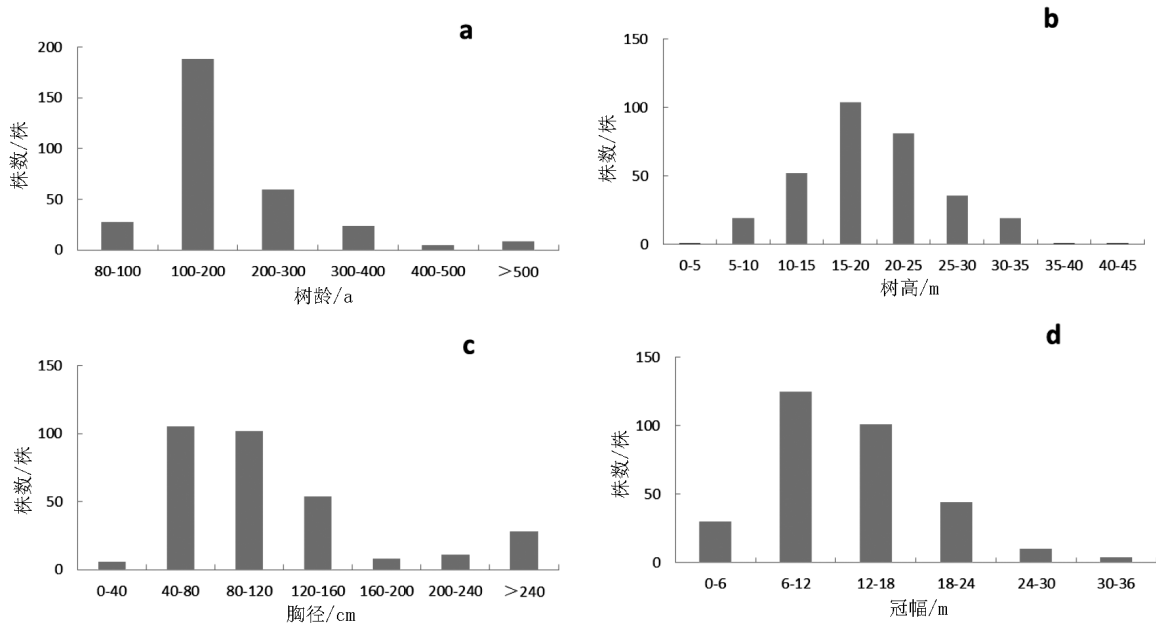


图1 沾益区古树资源的结构特征

Fig.1 Structure characteristics of ancient trees in Zhanyi District

从树龄看(图1-a),沾益区古树树龄越大,古树的株数越少。古树树龄集中在100~200 a,平均树龄为170.6a。其中,I级古树9株,占总株数的2.86%;II级古树29株,占总株数的9.24%;III级古树248株,占总株数的78.98%;古树后续资源28株,占总株数的8.92%。全区最古老的古树是位于白水镇大德村的石栎,树龄高达2000 a,长势旺盛;位于炎方乡卡居村的银杏(*Ginkgo biloba* L.)树龄也高达1200 a,长势一般。

从树高看,主要集中在10.0~30.0 m(图1-b),平均树高为18.0 m,位于大坡乡妥乐村的黄连木树高达40 m,长势旺盛。

从胸径看,集中在40~160 cm(图1-c),平均胸径为113.1 cm,位于大坡乡犀牛塘的黄连木胸径达231 cm,长势旺盛。

冠幅(东西冠幅与南北冠幅的平均值)主要集中在4~22 m(图1-d),平均冠幅12.5 m,位于大坡乡妥乐村的4株黄连木冠幅均高达30.0 m,长势旺盛。

整体来看,树高、胸径和冠幅呈现正态分布趋势。

从以上数据可知:随着古树的高度增加,胸径、冠幅也随之增大;随着古树的胸径增大,冠幅也随之增大。说明沾益区古树的树高、胸径、冠幅之间均呈显著的正相关关系,符合科学的植物学特性,且较多古树并没有因树龄增加而发育畸形,整体生长状态良好。

3.4 古树资源分布情况

沾益区内古树资源的地区分布情况见图2。

区内古树总株数为314株,其中西平街道7株,龙华街道23株,金龙街道16株,花山街道2株,白水镇20株,盘江镇1株,大坡乡200株,菱角乡13株,德泽乡3株,炎方乡18株,播乐乡11株。南部的大坡乡、龙华街道、西平街道、金龙街道和白水镇总株数266株,占全区的84.71%。

沾益区古树资源总体分布较广泛,不同地区古树的种数和株数差异较显著,且集中分布在西南部。每个乡镇和街道均有古树分布,其生长于村寨旁、河岸边、风水林地、寺庙及其旧址、古建筑等地。位于城市区和工业园区中的古树则呈破碎化分布,零星生长于建筑旁、路边、街角等狭小区域。由此可推测,古树的生长对环境有较强的依赖性。在调查过

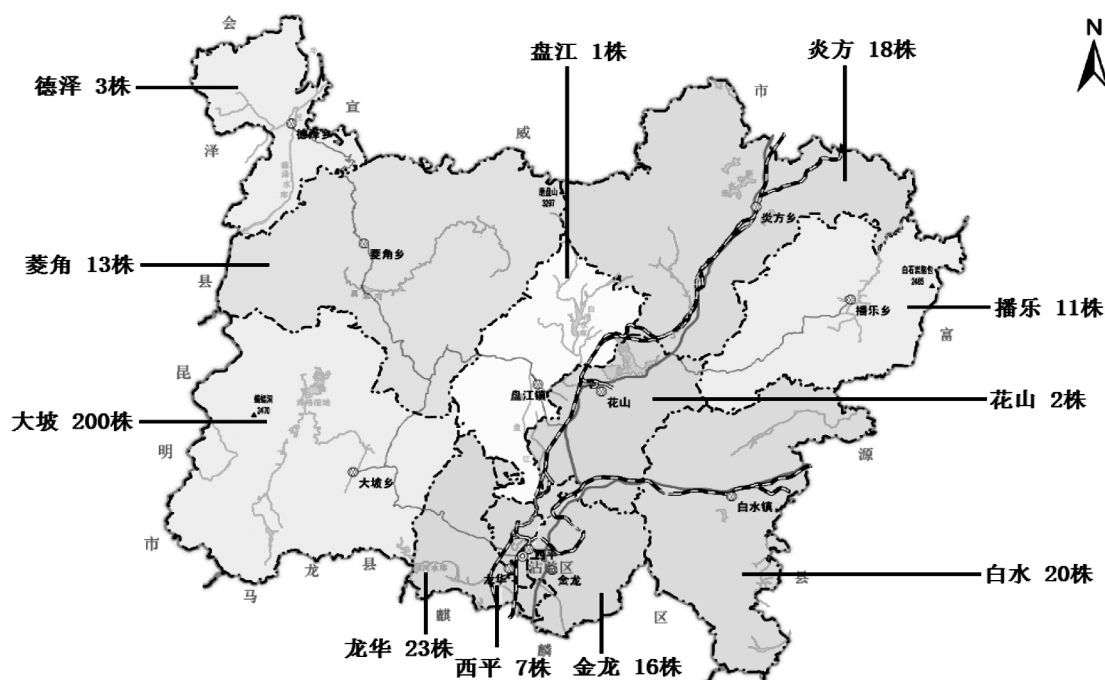


图 2 沾益区古树资源分布

Fig. 2 Distribution of ancient trees in Zhanyi District

程中还发现,绝大部分古树的留存与文化传统和宗教信仰有关,村寨旁、河岸边、寺庙或其旧址以及风水林地留存有较多古树。究其原因:1)为了绿化改善环境,或用材需求,或基于对此树种的喜好,或基于某种信仰而植;2)后期随着上述的综合因素的关系,“爱屋及乌”,人们对树有了尊重,此种尊重逐步演化为对神灵的敬畏。沾益区大多地方对古树有敬畏之意,如白水镇大德基、炎方乡卡基、大坡乡河仁的彝族会在每年的火把节对古树进行祭祀;还有一些古树的留存与当地的一些民俗和说法有关,如当地人认为砍伐黄连木会给家庭带来苦难,所以很多黄连木古树已经枯死也无人砍伐。黄连木也叫楷木,在古典园林中有“楷模”的说法。例如石羊社区红瓦房村寨回、汉村民均对古树黄连木有神树之称,又如金龙社区金龙村的汉族村民每逢春节会对村中的一株黄连木杀鸡并将鸡血涂于树体或用红布挂在树上进行祭拜,以祈求来年风调雨顺。

3.5 古树的生长状况分析

对沾益区古树生长状况分级统计,结果表明:生长状况旺盛的古树(I级)有 181 株,占总株数的 57.64%;生长状况良好的古树(II级)有 7 株,占总株数的 2.23%;生长状况一般的古树(III级)有 113 株,占总株数的 35.99%;生长状况较差的古树(IV级)有 12 株,占总株数的 3.82%;生长状况极差(V

级)的古树仅有 1 株,占总株数的 0.32%。生长较差的古树主要表现为枝干残缺或枯枝倾倒,这些生长较差的古树不仅有豆梨、臭椿、黄连木、白栎、苦栎、云南松、四蕊朴、麻栎等常见树种,还有楸树和银杏等少见的树种,这些古树大多数生长环境较差,急需进行精细化管理。

对影响沾益区古树生长的树龄、有无树池、所处环境等因素进行分析可知,古树生长的等级与其树龄并无较大关系,影响古树生长等级的主要是生长环境,如生长在山林、绿地、路旁、建筑等环境中。山林与绿地的生长环境对古树的生长等级有明显的积极作用,而生长在路旁与建筑周围的古树等级明显弱于山林与绿地等天然环境的。由此可知,土地利用性质和生长环境对古树生长的影响极大,是否拥有树池、土壤的紧实度、有无香火熏燎(具有调查显示,适当的香火熏燎甚至会对古树起到一定的驱虫除害效果)等只起到辅助作用。

4 结论与讨论

4.1 结论

根据统计结果,沾益区有古树 314 株,隶属于 27 科 37 属 47 种,其数量比 2010 年张文莉等^[5]调查统计的古树数量(36 株)大幅增加,这得益于调查

范围的扩大和古树树龄的增长。由此可见,沾益区蕴藏着大量的古树资源,且种类丰富。以黄连木、四蕊朴、麻栎、石栎、元江栲、灰背栎的树种数量最多,构成了沾益区古树资源的主体,并与当地的农耕历史与文化风俗息息相关^[4]。

随着城市的发展,古树资源遭到破坏。由古树分布和生长情况可知,沾益区大量的古树集中分布在南部的几个乡镇街道,主要生长于村寨、河岸边、风水林地、寺庙及其旧址、古建筑等地,位于城市区及工业园区中的古树则呈破碎化分布,分布于建筑旁、路边、街角等地方。古树对生长环境具有较强的依赖性。

4.2 讨论

4.2.1 古树保护存在的问题

1) 生长环境差, 病虫害严重

许多古树周围缺少绿地,被水泥地或硬质铺砖包围,土壤的透气性、渗水性很差,加速了古树的衰老。部分古树与建筑距离太近,古树的生长空间不足,尤其是个别古树紧贴老旧的民房,一旦民房倒塌或拆除重建,很可能危及古树生长安全。有些木板房甚至搭建在枝干上,玉米、电线绑挂在古树枝干上的现象也较为普遍。

在调查中发现,红瓦房村寨的一部分黄连木、臭椿生长环境极差,生长在道路边上的峭壁上,大量根部裸露,树干周边还堆积了很多薪柴;许多村寨的滇朴、棠梨古树均生长在水泥路边,生长的土壤环境极差;西平街道旧街上的几棵柳树也没有树池的保护,生长环境很差。

部分古树具有较高的树龄,其生长状况和对环境的适应性较低,在受到病虫害的损害后,其生长状况会更加恶劣。黄连木、四蕊朴、麻栎等古树很多均有虫蛀痕迹,生长受到严重威胁,亟待加以拯救和保护。

2) 缺少管理与技术支持

在调查的古树中,除少数具有树池外,大部分未进行较好的管理养护。村寨的古树基本没有专人负责日常管理和养护。一些位于交通干道和人流集中地带的古树没有设置足够安全的护栏。如红瓦房村寨的黄连木、臭椿、滇合欢古树生长在道路边的峭壁上,没有任何保护设施。

沾益区古树资源丰富,但缺乏专项管理资金支持。有的古树树龄较大,出现根腐和树干空心现象,

由于缺乏资金,无法实施古树补洞、修枝等复壮技术和支撑措施,致使这些古树影响到周边群众的生命财产安全。且截至目前仍没有制定专门的古树管理制度,一些人为了自身利益对古树进行滥砍滥伐,造成古树资源的流失。

古树保护与其它园林植物的管理不同,古树存在着树干高、重心偏移、病虫害滋生等现象,对古树的保护和管理需要采取特殊的方法。但是,古树保护单位在古树的养护和管理上存在着缺少人才、技术和经费等方面的问题^[10],以至在平时的保护管理中未对古树采取扶持加固、整形修复、古树补洞、病虫害防治等有效措施。

一部分古树由于树龄较大和管理不到位,长势减弱,少部分甚至濒临死亡,例如西平街道路旁的一株四蕊朴,因树池太小,采光条件差,主干枝条被砍伐严重,人为干扰严重,长势非常差。

3) 保护宣传不够

由于群众对保护古树的意识薄弱,使古树遭受人为破坏,还有一些村寨的古树上挂有电线、铁丝等,给古树生长带来较大威胁。人为砍伐也较严重,如龙华街道旧街区的柳树,基部至主干1 cm处有一半的树皮被人为剥除,麻栎、柞木、黄连木等古树枝条被砍严重,只剩下主干。

古树养护管理单位缺乏保护性宣传,群众缺乏保护意识,古树养护管理工作落实不到位。古树养护管理技术未得到推广,保护古树的好人好事没能做到及时宣传,一些故意损坏古树的行為未公开曝光,未被法律制裁。相反,一些破坏树木的行为却在生活中与网络上肆意传播。社会上很多有识之士保护古树的积极性未得到调动,良好的社会氛围有待形成。

4.2.2 古树保护对策

1) 加大资金投入,改善古树生长环境

通过多种渠道筹备资金,并建立专门的基金会,做到专款专用。古树是前人和大自然留给人类的宝贵财富,其保护管理绝非古树管理保护单位和个人的事,而是全社会的责任。因此,在资金的投入方面也应由相关部门分别投资,其中政府的投资应占大头,并把古树的保护管理资金列入政府每年的财政预算。为弥补政府投资不足的问题,可让部分单位和个体认养一些古树,使社会团体和个人参与到古树保护管理中来,从而解决古树养护资金不足问题。

及时拆除影响古树生长的违章建筑,扩大古树的生长空间,同时采取调整土壤结构、改善地下环境等方式来改善古树的生长环境。定期对古树的生存情况进行调查;对客流量大的区域设置保护围栏;对存在安全隐患的古树采用支撑、拉索等方法进行维护;及时修整及填补树干空洞;对生存状况较差的古树邀请有关专家进行全面分析,制定科学的复壮措施,预防古树的衰退。

2) 加强管理,提升管护技术

定期开展古树生存现状的普查工作,用现代化的管理方式将全部古树的生长状况登记造册,建立动态管理档案,建立古树保护管理数据库,了解和掌握每一株古树的生存现状,制定科学合理的复壮措施,以实现古树的持续发展。

制定科学规范的管护技术标准,增强管理人员的全面素养。古树保护管理机关需抓紧制定有关救治古树的方案,落实古树保护的具体政策。养护管理者应充分掌握古树的养护技术、相关法律知识和古树养护数据库的使用方法,运用信息化的技术进行古树养护^[6]。

3) 完善立法,加强宣传

相关部门应制定古树资源保护条例,依法对古树及后备资源进行保护。在保护古树的同时要将其资源充分、合理地开发利用起来。对树形独特、具有

历史意义和传说的古树进行旅游景点的开发;定期开展多种多样的宣传活动,如开展古树知识竞赛、古树照片拍摄评比活动等,使保护古树的意识深入人心。

平时利用报刊、电视等媒体向社会宣传古树保护管理的重大意义、相关技术措施、法律法规和在保护古树中成绩突出的好人好事,对积极保护古树的单位和个人进行表彰和宣传。定期开展执法检查,对古树管护单位和个人在对古树管护过程中存在的不足进行曝光,对破坏古树的行为进行严厉惩处。

参考文献:

- [1] 黄应锋,孙冰,廖绍波,等. 深圳市古树资源特征与分布格局[J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(2): 104-111.
- [2] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 植物分类与资源学报, 1991, 13(S4): 1-139.
- [3] 谢春平,方彦,方炎明. 不同地区乌冈栎群落木本植物区系分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(3): 74-82.
- [4] 倪健忠,孙刚,郑刚. 江苏省古树名木资源调查及其保护对策[J]. 华东森林经理, 2011, 25(3): 65-67.
- [5] 张文莉,李桂凤. 沾益古树名木资源现状及保护[J]. 中国林业, 2010(10): 45.
- [6] 谢影,薛彪,陆德孝. 古树名木与保护性研究[J]. 安徽林业, 2008(4): 28.

(上接第 77 页)

受害程度,制定出适宜的治理对策。对于危害程度较轻的中龄林,要加大普查和人工药物防治力度,控制扩散蔓延,促进林分健康成长。对中度危害的林分,要采取积极的营林措施,通过中龄林抚育、卫生伐等技术措施伐除被害木,消灭虫源,然后进行封育,通过人工促进积极培育混交林。对危害较重的成过熟林,要采取皆伐改造,对采伐的林木进行烧毁处理,以最大限度地减少虫源。

参考文献:

- [1] 皮忠庆,王宝,宁长林,等. 吉林省栗山天牛专项调查技

术报告[J]. 吉林林业科技, 2007, 36(1): 39-42.

- [2] 孙晓玲,程彬,高长启,等. 栗山天牛发生及防治的研究现状[D]. 吉林:吉林师范大学学报(自然科学版), 2006, 27(1): 54-56.
- [3] 赵秀莲,原中岳,唐士军,等. 辽宁省栗山天牛综合防治对策[J]. 林业科技, 2005, 30(4): 30-31.
- [4] 宝山,沈向海,唐杰,等. 林业措施控制杨树天牛的抗性研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 73-79.
- [5] 王志明,刘国荣,卢丹,等. 栗山天牛发生现状及防治问题探讨[J]. 植物检疫, 2007, 21(6): 380-381.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.019

格尔木市野生柽柳资源调查与评价

张更权

(青海省林业调查规划院,青海 西宁 810007)

摘要:采用样带法、实测法、遥感影像法和无人机航拍法等调查方法,完成了青海省格尔木市野生柽柳资源调查与评价。结果表明,格尔木市野生柽柳资源总面积为 152 999.53 hm²,总株(丛)数为 29 521 370 株(丛);资源分布以盖度 0%~5%和 20%~30%为主,占总面积的 98.53%和总株(丛)数的 94.88%;资源全部分布在灌木林地和草地,草地分布面积较大,占总面积的 67.91%,株(丛)数以灌木林地为主,占总株(丛)数的 83.85%;资源分布面积以散生为主,占总面积的 54.79%,株(丛)数以优势分布为主,占总株(丛)数的 80.65%;野生柽柳资源分布在保护区外的面积和株(丛)数均占 99.30%以上。提出制定野生植物资源保护条例,加大宣传力度,依法严格征占用林地和草原管理,加强信息系统和监测评价体系建设,提升科研水平等野生柽柳资源保护建议。

关键词:野生柽柳;资源调查;调查设计;资源分布;盖度;分布状态;格尔木市

中图分类号:S793.5;S757.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0085-04

Investigation and Evaluation of Wild *Tamarix chinensis* Resources in Golmud City of Qinghai Province

ZHANG Gengquan

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

Abstract: Based on the method of belt transect, field investigation, remote sensing and drone aerial photography, the wild *Tamarix chinensis* resources in Golmud City of Qinghai Province were investigated and evaluated. The results showed that the area and amount of wild *Tamarix chinensis* resources were 152 999.53 hm² and 29 521 370 plants respectively, mainly with 0~5% and 20~30% coverage, accounting for 98.53% of the areas and 94.88% of the plants, that the resources area was distributed in shrubby woodlands and grasslands, 67.91% of the areas in grasslands, 83.85% of the plants in shrubby woodlands, that the scattered distribution occupied 54.79% of the areas and the dominated distribution made up 80.65% of the plants, and that the area and amount of wild *Tamarix chinensis* distribution outside the protected area were above 99.30%. This paper put forward some protection suggestions, such as formulating protection regulations, strengthening publicity, strictly expropriating and occupying forest land and grassland, advancing the construction of information monitoring and evaluation system, and improving scientific research.

Key words: wild *Tamarix chinensis*; resource investigation; survey design; resource distribution; coverage; distribution status; Golmud City

收稿日期:2018-03-26.

基金项目:青海省林业厅项目(青海公益林监测 QHLYJC20170218).

作者简介:张更权(1964-),男,青海民和人,高级工程师.主要从事林业资源调查与生态保护规划工作. Email:yangyangnwu@126.com

经过漫长自然选择保留下来的诸多种类的野生植物是陆地生态系统的重要组成部分,是重要的生物资源和生态遗产,在维护生态平衡、提高生态功能、改善生态环境、提升生态效益、保障生态安全等方面有着不可替代的作用和地位^[1-2]。当前,生物多样性保护已融入生态文明建设大局,纳入气候谈判国际进程的基础工作。随着经济发展和科技进步,人类对野生植物资源需求形式已从单一的物质需要逐步向多元化的生态需要转变^[3-4]。

怪柳属植被喜光不耐荫,抗旱、耐寒、耐瘠薄、耐盐渍,多生于河流冲积平原、河滩沙地、沟谷阶地、潮湿盐碱地和沙荒地等。在长期适应胁迫生态环境过程中,形成了显著的区域性生态特征,主要表现为植株低矮、根系发达、萌芽力强、多丛生状、旱生形态、具泌盐功能,根系较深,不怕沙埋和沙割,常形成大小不等的沙包,是防风固沙和干旱半干旱荒山造林的优良乡土树种^[5]。野生怪柳植被群落结构简单、种类单一,主要乔木有甘蒙怪柳、小叶杨、柳树等,主要灌木有短叶锦鸡儿、北方枸杞、西伯利亚白刺、细枝盐爪爪、梭梭等,主要草本有赖草、冰草、芨芨草、委陵菜、蒿草、紫苑等,同时这些伴生种常随生境的不同而互有消长^[6-7]。

野生怪柳资源是青海省天然林资源重要组成部分,开展青海省格尔木市野生怪柳资源专项调查,是林木资源保护管理的基础性工作,可全面掌握全市怪柳资源本底和消长动态的量化信息,建立和完善本底资源档案,对格尔木市野生怪柳资源保护管理的政策制定和科学决策具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 调查区概况

格尔木市位于青海省中西部,青藏高原东北部,地理坐标为 35°10′~37°45′N,90°45′~95°46′E,隶属于海西蒙古族藏族自治州管辖。格尔木市地处柴达木盆地中南缘,地势西南高、东北低,海拔 2 530~3 250 m;典型的高原大陆性气候,年均降水量 40.23 mm、蒸发量 2 736.21 mm,年均温 4.32℃,风速 3.14 m/s,无霜期 146 d,大风日数 22.64 d,湿润指数在 0.05~0.20 之间,属极度干旱区;境内诸多河流皆为内陆河,冰雪融化是河流补给的主要来源,湖泊分布在盆地低洼处,多为盐湖;荒漠气候与含盐母质是土壤形成的主导因素,主要有灰棕漠土、盐土及风沙土等;植被类型主要有平原荒漠植被和草甸植被。

1.2 调查内容

调查内容包括:1)分布现状:怪柳属资源的分布点(区)数量和分布面积;2)生境现状:怪柳属资源所处的植物群落(或生境)类型、面积、物种组成、海拔、地形、土壤特征等;3)种群数量及其消长变动趋势:包括种群总数及不同健康状况等级的种群数量;4)威胁因素及程度:受威胁的因素种类、人为干扰方式和干扰强度;5)保护现状:就地保护、迁地保护等不同保护状况的种群数量和分布面积。

1.3 调查设计

1.3.1 分布点确定

采取以下方式获取怪柳属资源的分布点信息,在不小于 1:50 000 比例尺的外业调查底图(地形图、高精度卫星遥感图、带地理信息的植被图或林相图)上标出。1)查询和收集文献资料:主要有植物资源调查资料,植物名录与文献,植被调查资料与文献,古树名木调查资料,森林资源二类调查成果,地方志、林业志及林业区划资料等;2)植物标本:查阅植物园及各科研院校标本馆所收集和保存的怪柳属资源标本,详细记载采集地点、群落名称、海拔及生境因子、采集人、采集时间等内容;3)访问专家:直接访问植物专家、学者、标本采集者,或召开植物专家座谈会,以了解怪柳属资源分布、数量与开发利用等情况;4)基层访问:下发怪柳属资源图片、影像等资料,通过基层林业站、管护站等工作人员广泛发动群众识别、报告;5)建立网上信息平台:通过网络与民间植物爱好者交流获得怪柳属资源的相关信息。

1.3.2 分布区确定

调查工作开展前,基于外业底图标注的分布点信息,到怪柳属资源的每一个分布点进行踏查,确定其所处生境或植物群落,根据在该生境或植物群落中分布格局的不同,采用不同方式确定其分布区的边界。1)单株或小居群:分布点的怪柳属资源如仅有单株或小居群,按下列方式确定分布区边界:资源分布的小生境边缘;植株高度的 3 倍为直径的圆周;保护条件较差的地区,按怪柳属资源地上部分器官的投影范围。2)狭域分布种分布区:有一定的分布面积和种群数量,但分布比较分散、不集中的分布点,按照怪柳属资源所处的生境边界确定分布区范围。3)广布种分布区:分布面积较大且呈较均匀的散生或集群分布的分布区,需根据查询结果显示的历史分布记录,利用地理信息系统,按照调查物种的海拔范围、地形条件、土壤类型等生境因子需求及分布档案等信息图层进行叠加,确定调查物种可能的

分布区范围,在不小于 1:50 000 比例尺的调查底图上标出,并根据现地踏查结果修正来确定分布区范围。

1.3.3 调查流程

文献资料查询、标本信息查阅、访问知情人、网络信息查询→获取资源的分布信息→制定外业工作预案和编制外业底图→实地踏查→确定资源的分布范围和分布面积→选择合适的调查方法进行调查→填写调查表格→拍摄照片和采集标本→内业整理和数据汇总。

1.3.4 调查时间

为了正确识别、鉴定植物种类,采集和拍摄到比较完整的植物标本和比较完善的植物特征照片,调查宜安排在怪柳属资源花期、果期或色叶期等鉴别特征最显著的时期进行,即 2017 年的 8—9 月。

1.3.5 调查路线

根据野生怪柳资源分布的零散性以及集中在山区和半山区的特点,在确定调查路线时,尽量垂直穿插所有地形特点、植被类型、立地条件等,通过线路间隔法与区域控制法进行调查地段的有效选择,同时兼顾交通条件,确定最佳调查路线。

1.4 调查方法

采用样带法和遥感法调查,考虑到用目测和望远镜观测会有遗漏植株,所以在调查过程中选择几个(不少于 3 个)可以到达的观测点进行全查,用实测法统计出漏测概率,以校正种群数量^[8-9]。

1.4.1 实测法

适用于面积较小、种群数量稀少而便于直接计数的怪柳属资源分布点;经过多次调查,积累了较完整的资料,对怪柳属资源已掌握得比较清楚、便于复核的分布点;极小种群野生植物的所有分布点。漏测概率计算公式为:

漏测率 $f = (\text{全查株数或丛数} - \text{目测株数或丛数}) / \text{全查株数或丛数}$ 。

校正后的种群总量计算公式为:

$$\text{种群总量 } W_{\text{校}} = W \times (1 + f)$$

式中, W 为目测株(丛)数; $W_{\text{校}}$ 为样正后的株(丛)数。

1.4.2 样带法

适用于资源较丰富,但分布较散,连片分布面积较小或呈条带状分布的怪柳属资源分布区,以及特殊生境的分布区。样带宽度可依据生境类型、地貌特征、资源种类及分布特性等确定,要兼顾资源的不同分布密度,合理布设样带进行调查,但同一群落或

生境类型的调查,样带宽度应一致。每侧宽度(A)乔木树种 15 m、灌木 10 m、草本 2.5 m;样带长度(L)乔木树种一般 100~300 m、灌木不小于 100 m、草本植物不小于 50 m。群落密度计算公式为:

$$\text{群落密度 } D = \frac{N}{2LA}$$

式中, D 为种群密度(株/hm²); N 为样带内怪柳属资源的株数或丛数; L 为样带总长度; A 为单侧样带宽度。

物种株(丛)数计算公式为:

$$\text{物种株(丛)数 } W = D \times S$$

式中, W 为怪柳属资源在该植物群落(生境)的株(丛)数; S 为怪柳属资源在该植物群落(生境)的分布总面积。

1.4.3 遥感影像法

遥感调查配合地面调查分析和确定怪柳属资源的分布范围界限和面积。以 1:50 000 比例尺地形图、高分辨率卫星遥感影像图(以国土高分影像为主要数据源,环保高分影像为辅助数据源,涉及数据影像 8 景,获取时间为 2016 年 1 月 8 日至 2017 年 1 月 13 日,分辨率为 2.50 m、云量小于 5.00%)、矢量化植被图或林相图作为底图,按照资源分布的海拔、地貌因素、立地条件、土壤类型、植被状况等生境因子需求信息综合考虑进行图层区划与判断、勾绘与叠加,结合地面踏查验证状况,修正资源的分布区范围和界限,利用 3S 技术确定资源的分布面积或生境面积。

1.4.4 无人机航拍

通过搭载不同传感器的无人机航空遥感技术实现对地表诸多生态要素的立体观测,利用无人机高效灵活的空地监测优势可以解决很多传统野外观测手段无法解决的问题,将遥感监测和地面监测有机结合起来,互相辅助验证和补充完善,形成天—地—空的立体监测模式,获取更多丰富多样的生态空间监测信息数据^[7-8]。

2 结果与分析

2.1 资源面积

格尔木市野生怪柳资源总面积为 152 999.53 hm²,总株(丛)数为 29 521 370 株(丛),沿东台吉乃尔河至东台吉乃尔湖两岸有大量散生分布,在湖东面、西面有块状集中或伴生分布;从乌图美仁乡沿乌图美仁河至西达布逊湖两岸有集中伴生分布;从乌图美仁乡至清水泉、格勒木德乡(格尔木水库)沿

格尔木河、大(小)灶火河、托拉海河两岸等地都有集中伴生分布。柽柳属资源大多处于良好健康状况,呈自然良性演替状态。同时表明格尔木市野生柽柳资源保护管理中受人为干扰的主要因素是放牧,部分区域干扰强度达到轻微水平。

2.2 按盖度的资源分布

格尔木市野生柽柳资源分布以盖度 0%~5%和 2%~30% 为主,总面积为 150 746.58 hm²,总株(丛)数为 28 010 213 株(丛),占总面积的 98.53%和总株(丛)数的 94.88%。1)盖度为 0%~5%的分布面积为 103 469.94 hm²,占总面积的 67.63%;分布株(丛)数为 4 485 319 株(丛),占总株(丛)数的 15.19%。2)盖度为 10%~20%的分布面积为 902.25 hm²,占 0.59%;分布株(丛)数为 541 350 株(丛),占 1.83%。3)盖度为 20%~30%的分布面积为 47 276.64 hm²,占 30.90%;分布株(丛)数为 23 524 894 株(丛),占 79.69%。4)盖度为 30%以上的分布面积为 1 350.70 hm²,占 0.88%;分布株(丛)数为 969 807 株(丛),占 3.29%。

2.3 按地类的资源分布

全市野生柽柳资源全部分布在灌木林地和草地,草地分布面积较大,占总面积的 67.91%,但株(丛)数却以灌木林地为主,占总株(丛)数的 83.85%。1)在灌木林地中的分布面积为 49 101.90 hm²,占总面积的 32.09%;分布株(丛)数为 24 754 849 株(丛),占总株(丛)数的 83.85%。2)在草地中的分布面积为 103 897.63 hm²,占总面积的 67.91%;分布株(丛)数为 4 766 521 株(丛),占总株(丛)数的 16.15%。

2.4 按树种分布状态的资源分布

全市野生柽柳资源面积分布以散生状态为主,占总面积的 54.79%,但株(丛)数分布却以优势状态为主,占总株(丛)数的 80.65%,1)以优势状态分布的面积为 41 938.83 hm²,占总面积的 27.41%;分布株(丛)数为 23 808 278 株(丛),占总株(丛)数的 80.65%。2)以伴生状态分布的面积为 27 225.35 hm²,占总面积的 17.79%;分布株(丛)数为 4 315 345 株(丛),占总株(丛)数的 14.62%。3)以散生状态分布的面积为 83 835.35 hm²,占总面积的 54.79%;分布株(丛)数为 1 397 747 株(丛),占总株(丛)数的 4.73%。

2.5 按保护状态的资源分布

全市保护区外野生柽柳资源分布面积和株(丛)数均占 99.30%以上。1)保护区内分布面积为

708.03 hm²,占总面积的 0.46%;分布株(丛)数为 198 068 株(丛),占总株(丛)数的 0.67%。2)保护区外分布面积为 152 291.50 hm²,占总面积的 99.54%;分布株(丛)数为 29 323 302 株(丛),占总株(丛)数的 99.33%。

3 结论与讨论

格尔木市野生柽柳资源总面积为 152 999.53 hm²,总株(丛)数为 29 521 370 株(丛)。全市野生柽柳资源分布以盖度 0%~5%和 20%~30%为主,面积合计 150 746.58 hm²,占总面积的 98.53%;株(丛)数合计 28 010 213 株(丛),占总株(丛)数的 94.88%。均分布在灌木林地和草地,草地分布面积为主,占 67.91%,但株(丛)数却以灌木林地为主,占 83.85%;面积以散生分布为主,占 54.79%,但株(丛)数却以优势分布为主,占 80.65%;分布在保护区外的面积和株(丛)数均占 99.30%以上。

目前分布在格尔木市的野生柽柳属有甘蒙柽柳、长穗柽柳、短穗柽柳、翠枝柽柳、甘肃柽柳、刚毛柽柳、盐地柽柳、多枝柽柳、细穗柽柳、密花柽柳、多花柽柳、柽柳等种类,受资源分布、技术条件、科研水平、调查时间及经费等因素影响,格尔木市野生柽柳属种的分类、鉴别、确认工作还存在一定的不足,本次调查工作仅仅落实到柽柳属柽柳科的水平,还没有确定到具体种类,分类鉴别水平、完善分类鉴别工作有待进一步提升。为更好地保护管理野生柽柳资源^[12],建议制定野生植物资源保护条例,加大宣传力度,提高全社会的生态保护意识和生态道德水平,依法严格征占用林地和草原管理,加强野生植物资源信息系统与监测评价体系建设,落实就地保护、就近保护、迁地保护等保护措施,完善生态保护工程基础设施建设,加强与科研单位合作,提升科研水平。

参考文献:

- [1] 肖生春. 干旱区多枝柽柳的生长特性[J]. 西北植物学报, 2005, 25(5): 1012-1016.
- [2] 刘铭庭. 柽柳属植物综合研究及大面积推广应用[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1995.
- [3] 吴汪洋. 高寒沙地植物的沙堆形态特征及其成因分析[J]. 干旱区研究, 2018, 35(3): 713-721.
- [4] 杜建会. 干旱地区灌丛沙堆研究现状与展望[J]. 地理学报, 2010, 65(3): 339-350.
- [5] 肖生春. 极端干旱区湖岸柽柳径向生长对水环境演变的响应[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(2): 39-45.

(下转第 98 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.020

澜沧黄杉在迪庆州的分布现状与保护建议

孔维民 刘鹏程 马方莲 李敏敏

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:介绍国家Ⅱ级保护植物澜沧黄杉形态特征、关键识别特征及其保护价值。采用样方并结合访问的方法进行调查,结果表明,澜沧黄杉在迪庆州主要分布于澜沧江流域,少数分布于金沙江流域;总面积共 7 000 hm²,其中德钦县 6 900 hm²,香格里拉市 40 hm²,维西县 60 hm²;位于白马雪山自然保护区或公益林中的澜沧黄杉得到较好保护,位于集体林中的 1 800 hm² 面临一定的威胁。藉此提出加强宣传、挂牌、设围栏、划定保护小区、扩大人工培育等保护建议。

关键词:澜沧黄杉;形态特征;分布区域;保护现状;面临的威胁;迪庆州

中图分类号:S791.16;S76 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0089-03

Distribution Status and Protection Suggestions of *Pseudotsuga forrestii* in Deqen Tibetan Autonomous Prefecture

KONG Weimin, LIU Pengcheng, MA Fanglian, LI Minmin

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

Abstract: The morphological characteristics, key identification and protection value of *Pseudotsuga forrestii* were introduced. The investigation based on the sample and interview showed that the *Pseudotsuga forrestii* was distributed mainly in the Lancang River basin and partly in the Jinsha River basin with the total area of 7 000 hm², including 6 900 hm² in Deqen County, 40 hm² in Shangri-La City and 60 hm² in Weixi County. The resources of *Pseudotsuga forrestii* in Baimaxueshan National Nature Reserve and the public welfare forest were protected well but the 1, 800 hm² resources in the collectively owned forest were threatened. This paper put forward some protection suggestions, such as strengthening publicity, listing, setting up barriers, establishing mini-reserve and expanding artificial cultivation.

Key words: *Pseudotsuga forrestii*; morphological characteristics; distribution area; conservation status; faced threat; Deqen Tibetan Autonomous Prefecture

重点保护野生植物资源调查是《中华人民共和国野生植物保护条例》明确的一项法定工作。2012年,国家林业局决定正式启动第二次全国重点保护野生植物资源调查。在此背景下,云南省也开展了第二次重点保护野生植物资源调查工作。通过资源调查可以查清全省主要保护野生植物资源现状,了

解其动态变化,为保护和发展野生植物资源提供科学依据,为制定管理政策、实施重点工程、履行国际义务、开展国际交流提供科学依据,并为建立野生植物资源监测评价体系奠定基础。在《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(1999年8月4日)中,澜沧黄杉的保护级别是Ⅱ级,其调查工作是重点保护

收稿日期:2017-12-18.

资助项目:云南省第二次重点保护野生植物资源调查项目资助.

作者简介:孔维民(1978-),男,河北唐山人,工程师.从事林业调查规划工作.

野生植物资源调查工作的一部分。

迪庆藏族自治州(以下简称“迪庆州”)位于云南省西北部,滇、藏、川三省区交界处,金沙江、澜沧江、怒江三江并流国家级风景名胜区腹地,澜沧江和金沙江自北向南贯穿全境,总面积 23 870 km²。迪庆州下辖德钦县、香格里拉市和维西傈僳族自治县(以下简称“维西县”)3 个县(市)。笔者参与了澜沧黄杉在迪庆州的资源调查工作,在访问迪庆州众多林业工作者、植物学专家的基础上,进行了野外调查,基本摸清了澜沧黄杉在迪庆州的分布状况。

1 树种简介

澜沧黄杉 *Pseudotsuga forrestii* Craib 在植物分类学上隶属松科黄杉属,木材坚韧,材质细致,有弹性,可作建筑、桥梁、车辆、家具等用材^[1]。其树形优美,果实成熟后形似盛开的玫瑰,具有较高的观赏价值,可作为行道树或庭园绿化树种。

1.1 俗名

在德钦县,澜沧黄杉有很多俗名:在云岭乡,藏语称其为“日那”;在佛山乡,藏语称其为“蕊蕊”;在霞若乡、托顶乡和燕门乡,藏语称其为“里那”,傈僳语称其为“随刷”、“刺杉”。而在香格里拉市和维西县,由于该树种分布较少,很少引起人们的注意,故无专有的俗名。

1.2 形态特征

澜沧黄杉为大乔木,幼树树皮较平滑,形似铁杉和华山松树皮。大树树皮深纵裂,灰白色,非常有条理。叶条形、细长,先端钝有凹缺,顶芽红色、尖锐,芽鳞向外反卷形似小碗;球果下垂,苞鳞伸出于种鳞外,先端 3 裂。澜沧黄杉多分布于海拔 2 400 ~ 3 300 m^[2] 的山地针叶林、针阔混交林中,伴生树种有华山松、云南松、云南黄果冷杉、急尖长苞冷杉、油麦吊云杉、槭属植物等。

远看该树种,树形酷似华山松;从果的形态和大小来看,又像云南松;从果下垂这个角度来看,又像云杉属植物;从枝叶形态和疏密程度来看,更像铁杉属植物。故远看时容易把华山松、云南松及铁杉属、云杉属植物误认为是澜沧黄杉。近看,从叶子条形、细长、先端开裂,顶芽红色这个角度来看,非常像冷杉属植物;从苞鳞伸出种鳞之外这个角度来看,与落叶松属、冷杉属植物相似。所以从形态上看,澜沧黄杉可以说是松科植物中的“四不像”。

1.3 关键识别特征

与澜沧黄杉伴生的树种有松属、落叶松属、云杉

属、铁杉属、冷杉属植物,这些植物或远看、或近观,均与澜沧黄杉有相似之处。尤其是在没有果实的情况下,叶子与铁杉属、冷杉属植物非常相似,但是澜沧黄杉顶芽红色、尖锐,芽鳞反卷形似小碗的特征完全可与其他属植物区分开。

1.4 保护价值

澜沧黄杉为古老的第三纪植物,现有分布区也是典型的残遗分布,与台湾黄杉 *P. wilsoniana*、西昌黄杉 *P. xichangensis* 为近缘种。三者之间的间断分布,反映了近缘种之间的地理替代现象,对古地理和古植物的研究具有重要意义^[3]。

2 调查方法

在正式开展野外抽查之前,首先对迪庆州的植物学专家、林业工作者进行采访,确定澜沧黄杉的分布区域或可能分布区域,初步了解其分布规律和生境特点。然后,对澜沧黄杉的可能分布区域进行現地调查。调查时以实地调查为主,同时访问当地居民,确定澜沧黄杉的实际分布范围,并落于地形图上。在确定种群数量时,采用样方法,在澜沧黄杉分布的植物群落或生境中选取具代表性的地段设置主样方:面积小于 500 hm² 的设 5 个主样方,大于 500 hm² 的每增加 100 hm² 增设 1 个主样方;同一群落或生境类型中主样方总数量不超过 10 个。

3 结果与分析

3.1 澜沧黄杉在迪庆州的分布现状

3.1.1 生境

澜沧黄杉为喜湿润环境的树种,基本上沿沟谷两侧生长,有的甚至分布到接近山顶的部位。

3.1.2 分布流域

目前在迪庆州发现的澜沧黄杉大多数分布于澜沧江流域,仅德钦县境内的托顶乡、霞若乡、白马雪山国家级自然保护区和香格里拉市尼西乡的澜沧黄杉分布于金沙江流域。

3.1.3 分布区域

澜沧黄杉主要分布于德钦县,香格里拉市和维西县仅有少数乡镇有分布。经現地调查结合访问,迪庆州澜沧黄杉总分布区域面积达 7 000 hm² 左右,在各县市的分布面积详见表 1。

在香格里拉市仅尼西乡幸福村委会莫拉村民小组附近的冈曲河谷有分布。在维西县巴迪乡的南极洛河、保马河流域呈散生状态,分布于沟谷两侧。在

表 1 澜沧黄杉在迪庆州分布面积

Tab. 1 Distribution area of *Pseudotsuga forrestii* in Deqen Tibetan Autonomous Prefecture

统计单位	面积/hm ²
迪庆州(合计)	7000
德钦县	6900
香格里拉市	40
维西县	60

德钦县,除在升平镇、奔子栏镇、羊拉乡未发现外,其他乡镇均有分布。云岭乡分布最广,各个村委会均有分布。

3.1.4 分布特点

澜沧江流域分布的澜沧黄杉大多数分布于澜沧江西侧。但在德钦县的云岭乡、燕门乡,除澜沧江西侧有分布外,澜沧江东侧也有分布。金沙江流域分布的澜沧黄杉大多数分布于金沙江西侧,仅香格里拉市尼西乡冈且河谷的澜沧黄杉分布于金沙江东侧。

3.1.5 以澜沧黄杉为建群种的群落面积

澜沧黄杉大多数零星分布于针阔混交林中,仅少量群落以澜沧黄杉为建群种。以澜沧黄杉为建群种的群落全部分布于德钦县,总面积约 1 150 hm²,其中云岭乡 730 hm²,佛山乡 410 hm²,燕门乡 10 hm²。

3.1.6 澜沧黄杉之最

调查中发现澜沧黄杉分布的最低海拔为 2 280 m,位于德钦县云岭乡斯农村委会明永村民小组至明永冰川景点的路旁;植株最大胸径 158 cm,位于云岭乡斯农村委会斯农村民小组后山;植株最大树高 35 m 以上,分布于霞若乡各么茸林场的马施达街河谷两侧。

3.2 保护现状

1)位于白马雪山国家级自然保护区内的澜沧黄杉得到了较好保护。由于保护区有专门的管理机构,有专门的巡护人员定期巡护,所以位于自然保护区中的澜沧黄杉得到了较好保护。

2)位于公益林中的澜沧黄杉得到了相应的保护,公益林之外的缺少相应的保护措施。香格里拉市、维西县的澜沧黄杉分布区域基本上全部位于国家级公益林范围内,均得到了相应的保护。而德钦县约有 2 050 hm²的澜沧黄杉分布区域位于公益林范围之外,缺少相应的保护措施。

3.3 面临的威胁

3.3.1 用材方面的威胁

在云岭乡,当地的藏族居民历史上一直喜欢用澜沧黄杉大树作为房屋中柱或墙壁用材,幼树用作篱笆。在其他乡镇,因藏族居民因为宗教信仰问题,一般忌讳使用澜沧黄杉作为建筑材料,而傈僳族居民喜欢用澜沧黄杉作棺材、挖树洞做蜂窝等。其他民族群众则把澜沧黄杉作为用材树种,与其他用材树种同等对待。

由于宣传的不到位,大多数人都不知道澜沧黄杉是国家二级保护植物,故除了位于公益林范围内的澜沧黄杉得到较好保护外,其他区域生长的澜沧黄杉均存在被滥伐的威胁。

3.3.2 管护缺乏造成的威胁

位于公益林范围之外的 2 050 hm²澜沧黄杉分布区域全部位于德钦县境内,其中 250 hm²位于国有林范围内,1 800 hm²位于集体林中。公益林之外的澜沧黄杉位于国有林中的得到一定的保护,位于集体林中的澜沧黄杉由于缺少监管而面临一定的威胁。

4 保护建议

1)加强宣传,使人们充分认识澜沧黄杉,了解其保护价值,从而使澜沧黄杉得到相应的重视和保护。

2)建议把有澜沧黄杉分布的林地全部调整为公益林地。

3)对位于村庄附近的一些百年以上的澜沧黄杉古树,应挂牌标识,增设防护围栏,以加强保护。

4)位于德钦县佛山乡溜筒江村委会的亚贡、争刚村民小组及与其交界的国有林中的澜沧黄杉群落经常有猴群出没,周边人为活动频繁,建议将其划为保护小区进行专门保护。

5)在德钦县的梅里雪山景区通往明永冰川的栈道沿线有较多的澜沧黄杉分布,建议进行大量挂牌标识,既能扩大宣传范围,普及科学知识,又能起到一定的警示作用。

6)扩大人工育苗范围,进行科学实验,推广人工繁殖造林,增加澜沧黄杉的种质资源。目前,在香格里拉市的小中甸镇已经有人采用澜沧黄杉种子育苗成功,但还缺少人工造林的尝试,需进行相关科学实验,为推广澜沧黄杉人工造林奠定基础。

(下转第 103 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.021

祥云县近 10 年森林资源时空变化分析

郑 非

(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

摘要:以祥云县 2006 及 2016 年进行的第三、第四次森林资源规划设计调查数据为依据,利用 GIS 技术对 2 期数据进行叠加分析,得到各土地类型面积变化情况。结果表明,有林地是全县占地面积最大的森林资源类型;10 年间,祥云县有林地、未成林造林地、无立木林地增加;疏林地、灌木林地、苗圃地、宜林地减少。在发生面积转移的类型中,以其他类型向有林地转化为主。在分析变化原因的基础上,提出建设“数字林业”,采取科学的森林经营和管理措施,合理开发林下资源等林业发展建议。

关键词:森林资源;时间变化;规则网格法;土地类型;祥云县

中图分类号:S757.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0092-04

Spatial-temporal Variation of Forest Resources in Recent 10 years in Xiangyun County

ZHENG Fei

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

Abstract: The data of the third and the fourth forest inventory planning and design were overlay analyzed based on GIS to research the area variation of different lands. The results showed that the area of the closed forest was largest in the county. The closed forest land, the young afforested land and the bald woodland increased but the open forest land, the shrub land, the nursery land and the suitable forestland decreased in recent 10 years. The change from other land types into closed forest land occupied the major variation. This paper suggested to construct the “digital forestry”, take scientific forest operation and management measures, and reasonably develop the undergrowth forest resources.

Key words: forest resources; spatial-temporal variation; regular grid method; land types; Xiangyun County

森林资源规划设计调查,也称二类调查,是森林资源的现状调查,其目的是查清森林、林地和林木资源的种类、数量、质量及其分布,为科学经营和管理森林、制定林业发展规划、进行森林分类经营区划提供基础资料^[1]。为更好地适应当今数字林业的要求,以森林资源数据为基础的林业生产和管理迫切

需要掌握森林资源现状和变化情况。随着地理信息系统技术的不断发展,把森林资源的空间分布特征与时间发展演变结合到一起开展定量研究,可以更准确地反映区域森林资源变化情况。近年来很多学者对此进行了大量相关研究^[2-6]。本章利用祥云县 2006 及 2016 2 次森林资源规划设计调查数据,对

收稿日期:2018-01-04.

作者简介:郑非(1972-),男,云南大理人,工程师。主要从事林业调查规划工作。Email:1324470297@qq.com

2006—2016 年 10 年间森林资源变化进行空间上的
 量化综合研究,挖掘数据中包含的潜在信息。

1 研究区概况

祥云县位于云南省西部、大理白族自治州东部,地处东经 100°25'22"~101°02'30"、北纬 25°12'05"~25°52'25",国土总面积 2 439.09 km²。全县地势西北高,东南低。境内山脉均属云岭山系的支系,最高点为米甸镇的五顶山,海拔 3 241 m,最低点为鹿鸣乡的大河边,海拔 1 433 m,相对高差 1 808 m。由于受南北构造线和东西断裂带的控制以及漫长的地质作用,境内大致形成了中山、山间盆地(坝子)、丘陵、岩溶 4 种地貌类型。水热条件分布不均,干湿分明,少雨干旱,四季不分明。

据《祥云统计年鉴》(2014 年)^[7],全县 2014 年国内生产总值 1 134 720 万元。其中:第一产业 292 541 万元,第二产业 591 204 万元,第三产业 250 975 万元,农、林、牧、渔业总产值 453 568 万元。祥云是滇西交通枢纽,铁路、高速公路、县际公路四通八达,便利的交通为全县发展提供了优越条件。

2 数据来源及处理

森林资源规划设计调查间隔期一般为 10 年^[1]。祥云县于 2005—2006 年开展了全省第三次森林资

源二类调查。与以往采用地形图为底图的传统现地调绘方法相比,调查以分辨率为 2.5 m 的 SPOT(地球观测系统)影像为外业用图,运用“3S”技术进行小班区划。新一轮二类调查外业开始于 2015 年,采用的遥感影像分辨率达 2 m,比上期精度更高,区划方法与前期大致相同,除了因县域接边、争议地段等问题,对县界进行了微小调整后,2 期数据面积对比差距为 0.9/500,在精度要求范围之内。

在以 GIS 为工具的研究中,经常用规则网格法,即采用具有一定分辨率的离散的规则网格作为基本地理单元^[8]。虽然其精度受到网格分辨率的影响,但它的生产过程和应用过程非常灵活、方便,适于计算机处理。本研究利用 2006 年和 2016 年 2 期森林资源规划设计调查矢量数据,首先参照森林资源规划设计调查土地分类系统,在 ArcMap10.2 中将四级地类向上归并到二级地类(表 1);然后,通过叠加分析工具合并 2 期数据,将发生变化的类型按面积大小排序,并计算其变化比率(每一类发生变化的地类占有变化面积的百分比),根据排序(表 2),提取出主要的变化类型、生成相应的变化图,以直观反映全县森林资源变化的特点和空间分布情况;最后,分别将 2 期数据由矢量格式统一转成空间分辨率为 5 m 的 grid 格式,作为基本的空间地理单元进行运算,得到各土地类型转入转出变化情况。

表 1 祥云县森林资源规划设计调查土地分类及编码

Tab. 1 Land classification and code of forest inventory planning and design in Xiangyun County

二级地类	有林地	疏林地	灌木林地	未成林造林地	苗圃地	无立木林地	宜林地	辅助生产林地	耕地	水域	建设用地	其他非林地
编码	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13

表 2 祥云县 2006—2016 年主要土地类型变化比率排序

Tab. 2 Proportion schedule of main land types from 2006 to 2016 in Xiangyun County

图谱单元类型	变化格网数	变化比率/%	转移面积/hm ²
灌木林地→有林地	4055344	20.94	10139.17
耕地→有林地	3646928	18.83	9116.88
有林地→灌木林地	2590505	13.38	6476.93
有林地→耕地	2057039	10.62	5142.33
有林地→未成林造林地	1484343	7.67	3711.31

3 结果与分析

由 2006 年和 2016 年 2 期森林资源土地类型数据叠加得到的变化图,共含有 109 种地理单元,其中 96 种发生了变化。将所有类型按面积大小进行排序并计算比率后,发现前 19 类变化已覆盖全县总面积的 96.34%。因此,为了抓住森林资源类型主要的时空变化信息,对变化图进行一次重分类,保留前 19 类信息,将后 90 类合并,得到图 1,以此来表征近 10 年的变化。据图 1 可知,作为占地面积最大的有林地约占全县总面积的 44.9%,主要集中在米

甸、东山、禾甸、普溯、祥城、下庄 6 个乡镇;耕地则连片分布在祥城、沙龙、云南驿、刘厂、禾甸等乡镇地势平坦的地区域。

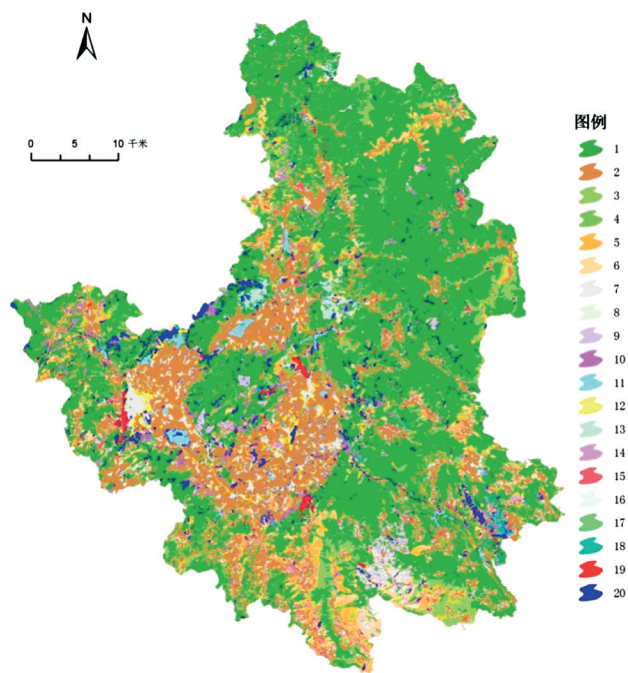


图 1 2006—2016 年森林资源变化

Fig. 1 Variation of forest resources from 2006 to 2016

1. 不变有林地; 2. 不变耕地; 3. 灌木林地→有林地; 4. 耕地→有林地; 5. 不变灌木林地; 6. 有林地→灌木林地; 7. 不变建设用地; 8. 有林地→耕地; 9. 有林地→未成林造林地; 10. 未成林造林地→有林地;

11. 不变水域; 12. 耕地→建设用地; 13. 有林地→无立木林地; 14. 灌木林地→耕地; 15. 耕地→未成林造林地; 16. 耕地→灌木林地; 17. 疏林地→有林地; 18. 未成林造林地→灌木林地; 19. 不变其他非林地; 20. 其他

森林资源类型的变化主要包括 2 个方面:一是转入,即由其他土地类型转移到本土土地类型的部分;二是转出,即由原土地类型转移到其他土地类型的部分。根据 ArcMap 的 Spatial Analyst tools 得到的土地类型变化表(表 3)可知,全县林地面积总体增加,其中有林地、未成林造林地、无立木林地增加,辅助生产林地上期没有,本期增加;疏林地、灌木林地、苗圃地、宜林地减少。非林地面积总体减少,主要是退耕还林工程、天保人工造林、木本油料基地建设等工程实施的人工造林,使上期的部分耕地转变为林地。在发生面积转移的类型中,以其他类型向有林地转化为主。

米甸、东山东部、普溯南部和鹿鸣原有部分灌木林地在经过 10 年的自然生长后转变为了有林地。祥云县从 1999 年开始实施农村能源建设项目,在节能改灶的基础上,积极推广沼气池建设,目前全县已新建沼气池 1 100 口,改造沼气池 100 口,新建节柴灶 3 400 眼,新建太阳能热水器 6 630 台。项目的实施改善了农村用能结构,森林资源消耗得到了有效控制,对保护全县森林资源起到了积极的作用。全县耕地普遍存在变为有林地的情况,这主要是由于

表 3 祥云县 2006—2016 年森林资源类型变化面积转移矩阵

Tab. 3 Transfer matrix of forest resources variation from 2006 to 2016 in Xiangyun County

hm²

土地类型	有林地	疏林地	灌木林地	未成林造林地	苗圃地	无立木林地	宜林地	辅助生产林地	耕地	水域	建设用地	其他非林地	2006 年合计
有林地	125893.8	353.9	6472.6	3711.4	0	1693.7	458.0	59.6	5141.3	102.1	510.9	214.8	144611.9
疏林地	1018.1	33.9	187.1	44.0	0	1.8	46.3	0	50.8	1.9	28.2	4.8	1416.9
灌木林地	10139.5	75.7	7376.7	296.9	0	84.4	113.8	7.5	1409.4	18.1	54.3	92.7	19669.0
未成林造林地	2775.0	11.9	1003.3	310.0	0	84.8	56.8	0.5	246.4	1.6	25.9	37.7	4553.8
苗圃地	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	0.5	0	2.5
无立木林地	375.7	1.2	73.7	82.1	0	0	6.2	0	6.2	0.4	16.1	3.5	565.2
宜林地	487.2	7.2	205.3	32.3	0	0.1	191.3	0	28.3	0.2	7.5	7.1	966.5
耕地	9112.0	15.1	1168.4	1295.7	0.1	46.2	118.8	5.8	44612.0	271.5	2583.6	161.0	59390.1
水域	56.9	0	6.3	7.2	0	0.4	1.6	0	462.5	2596.7	99.4	4.0	3235.1
建设用地	120.1	0.1	13.6	10.9	0.1	0	0	0	496.8	28.4	5313.8	9.9	5993.6
其他非林地	380.1	0	415.7	32.3	0	7.6	24.4	0	340.6	36.8	554.1	878.6	2670.2

2016年合计	150358.2	499.1	16922.8	5822.8	2.2	1919.0	1017.2	73.4	52794.2	3057.5	9194.3	1414.0	243074.7
---------	----------	-------	---------	--------	-----	--------	--------	------	---------	--------	--------	--------	----------

县委、县政府的大力推动,祥云县林业局实施了一系列干果基地、绿色扶贫、特色经济林项目、农业综合开发、州列干果基地以及退耕还林等林业工程项目,使农民群众享受到了经济果木带来的良好经济效益,在保护、利用好现有森林的同时,积极调动了群众种植经济林的热情。

祥云县地处云贵高原与横断山脉的交接地带,金沙江及红河两大水系的分水岭上,气候干旱少雨,水资源严重缺乏。在近几年来全省持续性的旱灾中,祥云县作为重灾区,受灾严重。加之发生多次森林火灾,林木被大面积烧死,使火烧迹地面积增加。同时,严重的旱灾致使部分未成林造林地及以桉树为优势树种的有林地转变成成为无立木林地。这2个因素是造成无立木林地面积增加的主要原因。

4 林业发展建议

1)建立森林资源信息管理系统,建设“数字林业”。开展森林资源二类调查的目的在于为林业发展规划和森林资源管理提供基础数据。调查成果提交后,应以其资源数据为基础尽快建立森林资源管理信息系统,及时更新数据,建设“数字林业”,实现森林资源管理图面与数据一体化,使森林资源信息管理变为动态管理。将最新调查成果及时应用于森林资源监测、林地管理、森林防火、森林病虫害监测等工作中,有利于提高森林资源管理水平,对制定具有前瞻性和科学性的森林经营方案有重要的指导意义。

2)针对森林资源分布状况采取科学的森林经营和管理措施。祥云县森林资源分布不均的状况比较突出。普淜镇、米甸镇、鹿鸣乡、东山乡等山区乡镇人口占全县的16.8%,林地面积却占全县的56.6%。因此,针对各乡镇不同的森林资源分布,应采取相应的森林经营和管理措施。对于山区乡镇,应加强对现有资源的管理,以大力发展林下经济、林下养殖种植等方式,在保护好现有资源的同时,提高群众收入,使现有的资源形成良性循环,更好地保护森林资源;对于人口众多,但林地面积少,非林地面积多的乡镇,在保护好现有资源的同时,大力发展经济果木。通过干果基地建设项目、绿色扶贫项目、特色经济林项目的实施,形成产业效应,在有效提高人民收入的同时,也可以进一步增加林地面积,提高森

林覆盖率。

3)及时进行林地保护利用规划修编工作,编制森林经营方案。祥云县正处于经济快速发展时期,城镇化、工业化迅速推进,基础设施建设力度不断加大,项目用地规模逐年增加,保护与利用的矛盾日趋突出。原有的规划内容与当前全县的社会经济发展在很多方面已不相匹配。因此,应结合这祥云县经济社会发展实际,及时进行林地保护利用规划修编工作,为地方经济社会发展提供更加合理、完善的中长期规划。同时,结合祥云县不同区域森林资源现状,坚持分类施策,突出重点,划分不同的森林经营类型,详细制定与培育目标相符、便于实现定向培育、利于集约化经营的经营措施,大力培育健康、稳定、高效的森林生态系统,实现林业的可持续经营和发展。

4)特色经济林提质增效,合理开发林下资源。祥云县林地面积大,林下资源丰富,在大力发展林下经济的同时,要注意立足当下,放眼长远,加强对资源的保护措施和保护力度,使林下资源形成良性循环,杜绝掠夺式、破坏性地无序发展。同时,积极引导社会投资开发建设高标准、高质量的林下资源基地,进一步发展精深加工产业,延长产业链,做大做强林下经济产业。

参考文献:

- [1] 云南省林业厅. 云南省森林资源规划设计调查操作细则(2013年修订)[S]. 2013.
- [2] 张煜星. 中国森林资源1950—2003年结构变化分析[J]. 北京林业大学学报, 2006(6): 80-87.
- [3] 艾建林,赵元藩,温庆忠,等. 云南省30年森林资源变化研究[J]. 林业资源管理, 2010(4): 12-16.
- [4] 王东清,李国旗. 近30年宁夏森林资源的发展变化分析[J]. 林业调查规划, 2010, 35(5): 98-102.
- [5] 王雪军. 基于多源数据源的森林资源年度动态监测研究——以鞍山市为例[D]. 北京:北京林业大学, 2013.
- [6] 黄平. 广东省森林资源动态变化分析与评价[J]. 林业经济问题, 2013(2): 178-182.
- [7] 祥云县统计局. 祥云统计年鉴[Z]. 2015.
- [8] 叶庆华,刘高焕,陆洲,等. 基于GIS的空间复合体——土地利用图谱模型研究方法[J]. 地理科学进展, 2002, 21(4): 349-357.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.022

聚焦气候变化大会,发挥森林生态系统功能

翁国盛 李冬妍 赵利群 徐可威

(黑龙江省森林植物园,黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:以联合国气候变化大会为着眼点,阐明《巴黎协议》的跨时代意义。中国在应对气候变化方面态度积极,将涉及生态环境保护、气候变化应对、能源转型、绿色金融和产业合作等领域的“一带一路”和国家承诺碳减排目标的关系议题引入联合国气候大会。文中阐述森林在解决全球气候变暖问题上的重要作用,并强调作为人口众多、地域辽阔的中国在改善人类生存环境工作中的责任和作用。提出有计划地实施造林、再造林,严格控制林木采伐量,培育优良造林树种,提高森林资源蓄积量,通过引种、驯化、繁育和栽培技术研究,扩大种群数量等提高森林生态系统功能的措施。

关键词:气候变化大会;巴黎协定;碳减排;“一带一路”;森林生态系统

中图分类号:S718.556;P461.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0096-03

Focusing on Climate Change Conference and Giving Play to the Function of Forest Ecosystem

WENG Guosheng, LI Dongyan, ZHAO Liqun, XU Kewei

(Heilongjiang Forest Botanical Garden, Harbin 150040, China)

Abstract: The intergenerational significance of the Paris agreement was illustrated based on the United Nations Climate Change Conference. With the positive attitude for climate change, China introduced related issues into the UN Climate Change Conference including the Belt and Road in the areas of ecological environmental protection, climate change response, energy transformation, green finance and industrial cooperation, as well as the national targets of carbon emission reduction. This paper elaborated the important effect of forests in solving global warming problem, and emphasized the responsibility and role of China, a country with large population and vast territory, in improving living environment. This paper put forward some suggestions on improve the function of forest ecosystem, such as implementing afforestation and reforestation in a planned way, strictly controlling the amount of timber harvested, cultivating fine tree species, increasing forest stock volume, and expanding the population quantity by introducing species, domesticating, breeding and cultivation techniques.

Key words: Climate Change Conference; Paris agreement; carbon emission reduction; the Belt and Road; forest ecosystem

2017年11月6日在德国波恩举行了最新一期的联合国气候变化大会,即《联合国气候变化框架

公约》第23次缔约方会议。同时举行了《京都议定书》第13次缔约方会议和《巴黎协定》首次缔约方

收稿日期:2018-03-06.

作者简介:翁国盛(1968-),男,吉林梅河口人,高级工程师.主要从事植物研究工作. Email:zhaomengran1968@163.com

大会第2阶段会议。大会宗旨在于落实《巴黎协定》规定的各项任务^[1]。

1 联合国气候变化大会发展历程

1992年在巴西里约热内卢举行了联合国环境与发展大会,也称地球首脑会议。通过了具有法律效力的《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC),首次提出以国际合作形式控制温室气体排放,是世界上第一个应对全球气候变暖的国际公约,也是国际社会就该问题进行合作的基本框架。1995年开始,每年召开一次以此公约为出发点的公约缔约方大会(COP),缔约方也在逐年增加。其中最具代表性的会议有以下几个:1997年在日本东京举办的第3次缔约方会议通过了具有历史意义的《京都议定书》,以法律形式规定了工业化国家减少二氧化碳等6种温室气体排放的限额;2011年第17次缔约方会议就《京都议定书》的法律效力延长5年,以及实施《京都议定书》第二承诺期并启动绿色气候基金达成一致。2015年第21次缔约方会议通过了《巴黎协定》,为2020年后全球应对气候变化行动作出安排^[2]。

2 《巴黎协定》的跨时代意义

2015年举办的巴黎气候变化大会是具有跨时代意义的大会,它在《公约》框架下达成了一项全球减排新协议,即《巴黎协定》,规定了把全球平均气温较工业化前水平升高控制在2℃之内。尽快实现温室气体排放达峰,在本世纪下半叶实现净零排放的目标。并从2023年开始每5年进行一次全球范围的进展盘点,以促进目标的达成。根据协定各方将以“自主贡献”的方式参与全球应对气候变化行动。发达国家带头减排的同时,加强对发展中国家的资金和技术支持^[3]。

此次大会的最大亮点在于谈判模式发生了根本性变化,由原来的“强制性”转变为“主动性”。160个国家提交了应对气候变化“国家自主贡献”文件,涵盖全球碳排放量的90%以上。《巴黎协定》首次将包括发达国家和发展中国家在内的各成员国承诺的减排行动纳入一个统一的具有法律效力的框架中,进一步加强和完善了全球参与气候变化治理的规则,展示了各国对改善地球生存环境,发展低碳绿色经济的愿望和承诺。正如美、英、德等国首脑所言:《巴黎协定》是全球应对气候变化的“转折点”。

它建立了全球应对气候危机的持久框架,传递出全球坚定致力于低碳未来的强力信号。

3 中国的新思路、新使命

自2015年具跨时代意义的COP21通过了《巴黎协定》以来,2016年的COP22和2017年的COP23主要任务便是对落实《巴黎协定》规定相对具体的措施。在最新一期的联合国气候变化大会的召开之际,中国绿色碳汇基金会和自然资源保护协会联合主办了题为“‘一带一路’:国家自主贡献(NDC)和绿色发展”边会,首次将“一带一路”和国家承诺减排目标的关系议题引入联合国气候大会上^[4]。会议以实现联合国2030可持续发展和《巴黎协定》为总目标,着眼于“一带一路”所涉及的生态环境保护、气候变化应对、能源转型、绿色金融和产业合作等领域。以能源和碳汇合作为侧重点,讨论如何在合作中实现碳减排的目标。以共商共建为准则,汇聚各方力量,建言献策,共同推动“一带一路”的绿色发展。

中国在应对气候变化方面可谓态度积极,措施有效。中国将林业碳汇、森林可持续经营以及增加森林面积和蓄积量纳入为中国自主贡献目标。在“一带一路”合作中以“绿色发展”为原则,注重生态环境保护 and 发展的可持续性,愿与“一带一路”各国相关机构合作,建立绿色低碳发展国际合作机制,将中国长期以来在林业发展方面应对气候变化、荒漠化治理取得的成功经验推广到“一带一路”沿线国家,以帮助“带路”国家实现《巴黎协定》的承诺目标。中国绿色碳汇基金会秘书长邓侃先生强调:“一带一路”成效将惠及全世界,能源和碳汇合作方面中国有很多经验和案例可以分享给“带路”国家,各方合作将为创建“一带一路”沿线经济体的良好生态环境和应对气候变化做出独特的贡献。

4 森林的作用

全球气候变暖的主要原因在于:经济迅猛发展所伴随的化石燃料消耗剧增,世界人口逐年上涨对资源需求的不断增加,毁林开荒、无计划采伐等人为活动对森林的破坏。因此,解决问题的关键是减少温室气体排放,增加温室气体的吸收。前者意味着将一定程度阻碍社会经济的发展,或者要付出高额的成本和一定的时间。后者则可通过生态系统的自然循环来缓解或改善环境危机,显然更加积极有效。

森林生态系统每年固定的碳约占整个陆地生态系统的 2/3,在解决全球气候变暖问题上扮演着重要角色^[5]。通过有计划地造林、再造林等林业措施,扩大森林覆盖率,改善人类生存环境的同时,也可以促进林业和社会经济的可持续发展,实现生态、经济和社会效益的共赢。

5 中国的责任

中国是世界人口大国,CO₂ 排放总量居世界第二位。同时,中国地域辽阔,森林资源丰富,在改善全球气候,维护人类生存环境方面有着重要的责任和作用。巴黎气候变化大会召开前夕,中国也如期正式向联合国提交“国家自主决定贡献”,表明中国的决心和目标,即单位国内生产总值 CO₂ 排放比 2005 年下降 60%~65%,2030 年左右达到峰值;非化石能源占一次能源消费比重达到 20%左右;森林蓄积量比 2005 年增加 45 亿 m³ 左右。

作为林业工作者,应以联合国气候变化大会的相关内容为宗旨,以利用森林活动减少温室气体含量为途径,通过以下措施来提高森林生态系统功能。

1) 有计划地实施造林、再造林,严格控制林木采伐量,利用法律手段杜绝非法毁林开荒、盲目挖掘野生资源行为,使森林覆盖率保持稳定和增长趋势。

2) 开发、培育优良造林树种,缩短造林周期,提

高森林资源蓄积量。

3) 针对人们采挖、破坏严重的野生资源,通过引种、驯化、繁育和栽培技术研究,扩大种群数量,实现规模化生产,以满足市场需求。

4) 通过实地考察,了解野生濒危植物现状,掌握其濒危的原因,采取改善其生境条件以及异地繁育、再回归自然等技术手段拯救濒危物种,维护生态平衡。

总之,应充分发挥林业工作者的专业所长,通过不断研究、探索,为实现森林资源的可持续利用提供科学、有效的林业技术措施,最终为缓解全球气候危机做出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 第 23 届联合国气候大会在德国波恩开幕[EB/OL]. 中新网, 2017-11-06.
 - [2] 巴黎气候大会将召开 盘点历届大会中那些突破性成果[EB/OL]. 中国经济网, 2015-11-29.
 - [3] 巴黎气候变化大会通过全球气候新协定[EB/OL]. 中国经济网, 2015-12-13.
 - [4] 第二十三届联合国气候变化大会“一带一路”国家自主贡献和绿色发展边会成功举办[EB/OL]. 湿地中国, 2017-11-24.
 - [5] 翁国盛,高秀芹,赵利群,等. 浅谈在中国开展森林碳汇的意义[J]. 陕西林业科技, 2008,169(1):108-109.
-
- (上接第 88 页)
- [6] 于燕波. 中国栽培植物野生近缘种及其保护对策[J]. 生物多样性, 2013, 21(6): 750-757.
 - [7] 赵哈林. 降尘、凋落物和生物接种对沙地土壤结皮形成的影响[J]. 土壤学报, 2011, 48(4): 693-700.
 - [8] 刘冰. 荒漠绿洲过渡带柽柳灌丛沙堆特征及其空间异质性[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1446-1455.
 - [9] 张锦春. 库姆塔格沙漠植物群落类型及其多样性[J]. 草业科学, 2012(10): 1581-1588.
 - [10] 冯莉莉. 高寒沙区典型固沙植物细根生物量及周转率比较[J]. 水土保持研究, 2018, 5(2): 120-130.
 - [11] 朱雅娟. 共和盆地不同类型防护林的改善小气候效应[J]. 中国沙漠, 2014, 34(3): 841-848.
 - [12] 张朋. 基于 CCA 的坡面尺度生物结皮空间分布[J]. 生态学报, 2015, 35(16): 5412-5420.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.023

滇池流域老青山“五采区”生态修复设计研究

朱国飞 胡业清 隆海军 蔡芳 余丽华

(国家林业局昆明勘察设计院,云南 昆明 650216)

摘要:对云南省昆明市滇池流域老青山“五采区”现状进行分析,提出“工程防护与生态修复相结合,构建老青山景观生态安全格局”的生态修复设计理念与方法,按照不同的生态功能分区,分别选取不同的工程措施、绿化模式、浇灌方式等进行生态修复,包括场地治理、植被修复和管理利用等设计方法和内容,并重点阐述植被修复设计中的纯植被修复区、坝体植被修复区、坝顶填土植被修复区、边坡治理植被修复区、园林景观绿化区等不同生态功能区的工程措施、具体植物配植模式及给水设计方法。在力求达到良好生态效益的同时兼顾景观效果,达到可持续发展的目标。

关键词:老青山“五采区”;生态修复;场地治理;植被修复;工程措施;植物配置;给水设计;滇池流域

中图分类号:S718.5;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0099-05

Design of Ecological Restoration in “Five Mining Areas” of Laoqingshan Mountain in Dianchi Lake Basin

ZHU Guofei, HU Yeqing, LONG Haijun, CAI Fang, SHE Lihua

(China Forest Exploration & Design Institute in Kunming, Kunming 650216, China)

Abstract: Based on the analysis for the “five mining areas” of Laoqingshan mountain in Dianchi Lake Basin of Kunming City, this paper proposed the design ideas and methods of ecological restoration to construct the landscape eco-security pattern of Laoqingshan mountain by the combination of engineering protection and ecological restoration. According to the different eco-functional zoning, the ecological restoration was carried out in various engineering measures, greening mode and irrigation methods, which included the site management, vegetation restoration, management and utilization. The engineering measures, the plant configuration and the water supply design in different eco-functional areas such as pure vegetation restoration area, restoration area in dam body, filling area in dam crest, slope rehabilitation area and landscape area were emphasized to match ecological benefits with landscape effects and achieve the sustainable development.

Key words: five mining area of Laoqingshan mountain; ecological restoration; site management; vegetation restoration; engineering measures; plant configuration; water supply design; Dianchi Lake Basin

“五采区”指采矿、采石、采砂、取土及砖瓦窑采区。由于工农业发展和城市建设需要,处于滇池流

域的昆明市西北部片区在历史上曾是开山采石采矿、挖沙取土的重要场所。五华区老青山就是位于

收稿日期:2018-03-09.

作者简介:朱国飞(1985-),男,云南会泽人,工程师.研究方向为风景园林及景观生态规划与设计. Email:283762466@qq.com

该片区一个典型的“五采区”,由于多年开采,植被退化,山体残缺,形成了多处受损裸露危岩体和高陡边坡,严重威胁周边过境高速公路和旅游公路的行车安全,同时,导致昆明北部区域景观生态功能降低,与现代新昆明城市的持续健康发展极不协调,急需通过生态修复改善环境质量,优化景观生态安全格局。

1 老青山“五采区”概况

老青山“五采区”生态修复区位于昆明市西北城乡过渡带,五华区普吉立交桥北侧,地理坐标为东经 $105^{\circ}39'10''\sim 105^{\circ}39'26''$ 、北纬 $25^{\circ}07'17''\sim 25^{\circ}07'27''$,地处昆明西北大门,毗邻西北部客运站,紧邻京昆(昆武段)高速公路、西三环道路、轿子雪山旅游专线、老昆富线和昆肖线,距昆明市中心约 8 km。生态修复区处于昆明城市绿地系统“一圈、四楔、一轴、两环、四篱、五线、八片、九园”规划框架中“八片”之一的“筇竹寺—青山森林公园—长虫山生态公园—植物园”片区腹地中,属滇池流域城市面山的重点治理区域,生态地位十分重要。

2 老青山“五采区”现状分析

2.1 不利条件分析

由于多年开采,老青山“五采区”现存一些不利因素。1)改变了原有的地形条件与地貌特征,造成土地毁坏、山体破损、岩石裸露、植被破坏等现象。土地荒废和石漠化后形成高低不平的采石坑(南坑、北坑和凹槽),造成雨季泥泞,旱季扬尘满天,污染周边大气和地表水环境;2)边坡陡峭,危岩密布,岩体张性裂隙发育,场地杂乱地堆积着废弃石料,对周边道路存在很大的安全隐患;3)开挖取石高度超过 110 m,被规划为填土降低高差以恢复山体和植被,填土高度较大,边坡治理和填方工程设计、施工难度均较大。在“五采区”开采后产生的这些环境问题是生态修复的难题,也是阻碍社会、经济可持续发展的影响因素。

2.2 有利条件分析

老青山“五采区”场地依山就势,高差起伏变化大,为生态修复提供了空间营造优势,有利于形成丰富的景观层次感和优美自然的天际线。四季如春的气候也为植被恢复提供了良好的条件。修复区镶嵌于昆明城市绿地系统规划“八片”之一腹地中,作为相对的生态斑块加强了与周边各绿地斑块的有机联

系,有助于促进生态绿地的系统性和网络化建设。修复区毗邻众多的交通要道,是连接云南省西北部及通向省外的交通要道,为生态修复的实施提供了良好的交通条件。同时,也对生态修复提出了更高的要求,既要满足行车安全的要求,又要丰富道路沿线的视觉景观形象,体现出独特的景观识别性和地域文化特征。

3 生态修复设计理念

老青山“五采区”生态修复分为场地治理、植被修复、管理利用等 3 个部分,以“五采区修复、老青山还绿”为设计主题。其中,场地治理部分按永久性防护工程考虑,从安全可靠、技术可行、经济合理、协调美观的原则出发,综合考虑后期边坡生态恢复、施工工期、施工技术难度等因素,对场地进行综合治理工程设计。植被修复部分和管理利用部分按照自然性、科学性、安全性、功能性、经济性的原则,引入景观生态学的设计理念,将老青山“五采区”作为一个完整的景观生态体系,以生态系统共融共生为背景,以景观生态环境功能为主导,结合视觉景观形象、公众行为心理等理论,利用昆明北部自然生态系统中“山、林、圃、坡、台”等 5 个重要的景观单元,通过区内基质、廊道、斑块等景观元素在老青山景观生态建设中的渗透及融合,形成“点、线、面”结合的斑块状景观镶嵌体系,构建老青山景观生态安全格局,形成更为优化的自然—经济—社会复合生态系统。

4 生态修复设计方法

4.1 场地治理设计方法

老青山“五采区”场地现状坡面不规则且边坡高陡,坡面形成多处危岩体,在边坡坡脚由南向北形成明显的南坑、北坑和凹槽,对后期填土、覆土和植被恢复造成较大困难。为此,结合地质条件及周边环境,按工程防护和植被修复相结合的原则,老青山“五采区”场地治理工程设计结构措施选用碾压土坝、混凝土重力式挡墙等方式,同时在坑底设置盲沟,坡面设置截水沟、急流槽、平台排水沟以及边沟等排水工程满足场地排水要求。在坑体和凹槽南部,结合现状地形高差和地质情况分别设置 1#土坝、2#土坝、3#土坝、4#土坝、5#土坝、6#土坝、7#土坝,并围合成不同的填土、覆土区域。在每座土坝中设置加筋带和土工格栅进行加固。1#、2#、3#土坝处雨水通过排水系统汇集于下方昆富公路现状边沟排

出,其余土坝雨水通过排水系统汇集于拟建场道路路边沟排出。

南坑西侧从标高 2 057 m 处按 1 : 0.75 坡率放坡开挖,每级边坡坡高 10 m,平台 4 m,以便进行坡面绿化。北坑南侧边坡从标高 2 073 m 处按 1 : 0.75 坡率放坡开挖,每级边坡坡高 10 m,平台 4 m。北坑西南侧边坡从标高 2 078 m 处开始按 1 : 1 坡率放坡开挖,坡高 5 ~ 10 m,平台均为 5 m,标高 2 078 ~ 2 128 m 坡面进行修坡^[1]。对边坡附近现状道路进行整治,形成生态、透水的砂石路面,有效地避免春秋刮风季节的扬尘和雨季的泥泞以及路面水土流失,防止排水沟被泥沙淤塞,保护滇池流域城市面山景观生态环境。

4.2 植被修复设计方法

对老青山“五采区”生态修复区按照布局统一化、设计自然化、配置生境化以及生态隐蔽化的原则,将进行治理后的“五采区”场地划分为纯植被修复区、坝体植被修复区、坝顶填土植被修复区、边坡治理植被修复区、园林景观绿化区等 5 个生态功能分区,分片区进行植被修复和绿化,结合地域特征和人文特点,营造自然、生态、丰富的植被景观,使“五采区”融入老青山周边环境。

4.2.1 植物配植

老青山“五采区”生态修复区的植物配植遵循适地适树的原则,选用低维护、耐候性强、病虫害少、对人体无毒无害的乡土植物。并充分考虑与老青山现状风貌的吻合,兼顾多样性和季节性进行多层次、多品种搭配,以常绿为主,适量搭配花木和色叶类植物,营造特色各异的植物群落。因地制宜,分片区进行植被恢复,侧重点各异。整体上重点突出、层次分明、有疏有密,高低错落;局部针对特殊的立地条件,采用特定的种植方式,乔灌木合理配置,力求在色彩变化和空间组织上取得良好效果,营造自然、生态的植被景观。选择的植物有常绿乔木、落叶乔木、灌木球、散植灌木、片植灌木及地被植物、竹类、藤本植物、混播绿化植物等多种。其中,常绿乔木选择大叶樟、滇润楠、头状四照花、香樟、山玉兰、雪松、红花木莲、大树杨梅、云南含笑、龙柏、球花石楠、干香柏、圆柏、火棘等乡土树种;落叶乔木选择滇朴、云南复羽叶栎树、黄连木、枫香、紫薇、五角枫、冬樱花、红枫、紫玉兰、紫叶李等乡土树种;灌木球选择小叶黄杨、毛鹃、红花檵木、海桐等乡土树种作为点缀;散植灌木选择云南黄素馨、叶子花、红叶石楠、金森女贞、球花石楠等乡土树种;片植灌木及地被植物选择南天

竹、小叶女贞、八角金盘、云南黄素馨、栀子花、清香木、比利时杜鹃等;竹类选择小金竹等乡土树种;藤本植物选择常春油麻藤、金银花、络石、地石榴、炮仗花、爬山虎等乡土树种;混播绿化选择银合欢、刺槐、紫穗槐、胡枝子、紫花苜蓿、猪屎豆、车桑子、波斯菊、戟叶酸模、弯叶画眉草、早熟禾、高羊茅、结缕草、白三叶、狗牙根等植物,并根据场地实际进行不同的种粒配比,设计多种混播绿化模式。

4.2.2 纯植被修复区

纯植被修复区位于老青山“五采区”土坝以下以及高陡边坡两侧区域,边坡稳定,坡度相对较平缓,属于原来开山采石的边缘部位,地形基本保持了原貌。选择植被种类时,应考虑边坡所在地的植物类型、植被环境,做到大环境和小环境相融合。纯植被修复区面积较大,土壤较贫瘠,植被不易成活,需要减少成本,因此,低维护及速生自衍的乡土植物作为植被恢复首选。固氮绿肥植物能适应各种恶劣条件,特别是豆科植物,比如银合欢、刺槐、紫穗槐、胡枝子、紫花苜蓿、猪屎豆等。此外,还选择了车桑子、戟叶酸模、弯叶画眉草、白三叶、狗牙根等植物混播,进行固土护坡绿化。上层骨干树种选用大叶樟、滇朴、滇润楠、大树杨梅、云南复羽叶栎树、头状四照花、山玉兰、银杏等乔木进行混交。灌木树种选用火棘、叶子花、云南黄素馨、野蔷薇等进行点缀,对部分较平缓区域增加客土。在坡度较缓的土边坡上适当种植地石榴、络石和爬山虎等藤本植物,通过上下生长延伸达到全覆盖绿化的目的。紧邻道路的区域适当选取毛杜鹃、红花檵木、金森女贞、红叶石楠、叶子花等灌木球进行点缀,丰富道路沿线的景观。

4.2.3 坝体植被修复区

坝体植被修复区位于老青山“五采区”1#~7#土坝区域,边坡较为规则,有马道和平台,以及坝体基部的挡墙,土坝中有土工格栅进行加固,通过种植植物,乔灌木的根系进入土工格栅中,盘根错节,在一定程度上增加了土坝的稳固性。已经建成并投入运营的京昆高速从老青山东南部通过,因此分布在该段沿线的土坝被突显出来,较为规则的土坝造型影响了高速公路两侧的自然景观,所以必须依靠人工恢复植物群落。坝体绿化区相对较分散,需要合理选择植被主景观,确定统一的主题,统一中求变化,变化中达统一,在保证土坝坡面稳定的前提下,根据不同的边坡坡度突出土坝坝体景观效果。坡面应以一些根系发达、水土保持效果好、耐干旱、耐贫瘠的物种为首选,并对其垂直结构上的合理搭配。

主要选用大叶樟和冬樱花间植、云南复羽叶栾树和山玉兰间植 2 种乔木配植模式。种植方式为规则行列式,形成大面积的坝体季相景观效果。选择地石榴、络石等藤本植物作为地被进行全覆盖。其中,2#土坝坝体较长,且面向京昆高速,为了丰富高速公路沿线景观,让公众体验到老青山“五采区”生态修复成效,此区域应以建立灌草型植物群落为宜。可以选取红叶石楠、金森女贞、红花檵木、清香木、小叶女贞、瓜子黄杨等色叶类灌木地被,使其在垂直和水平方向上进行物种、形态、颜色的配置,打造内容为“五采区修复,老青山还绿”的字体模纹,形成一个景观富于变化的人工植物群落。此外,在土坝基部的混凝土挡墙顶部种植云南黄素馨和常春油麻藤各一排,并以地石榴进行地被绿化,以期形成上攀下垂内附的全覆盖土坝绿化效果,将挡墙、边坡、边沟、蓄水池等构筑物最大化地隐藏在自然环境中,有效遮挡人工痕迹,与周围的环境相协调。

4.2.4 坝顶填土植被修复区

坝顶填土植被修复区为场地治理阶段 1#~7#土坝坝体围合的南坑、北坑和凹槽区域,是填土、覆土的主要区域。该区域底部平整、土层薄,大多是坚实的基岩,保水性差。按场地治理要求进行填土达到一定深度后,需结合植物生长需要进行覆土和种植穴回填土。长期以来,流域内每年都有大量泥沙随河水、雨水进入滇池,滇池内的淤泥也以每年 2 cm 的速度在上涨,滇池中疏浚出的底泥正好可以作为“五采区”植被修复的种植土,其中的微生物能有效降解有机污染物,还含有植物所需的各种养分,利于植被的生长^[2]。坝顶填土绿化区的植被恢复可加大绿化造林密度,机械整地,移植客土,运用自然式和斑块状种植模式进行恢复。植物配植方面以乔木为主,选用香樟、云南樱花、冬樱花、球花石楠、银杏、雪松、滇朴、桂花、广玉兰、白玉兰、云南复羽叶栾树、山玉兰、枫香、红花木莲、滇润楠、紫薇、头状四照花、红枫、圆柏、五角枫等进行间植和混交,常绿乔木和落叶乔木合理搭配。乔木种植方式为自然式,株行距依据其生长特性和现场实际确定。灌木树种选用叶子花、毛叶丁香、金森女贞、红叶石楠等。地被植物选取毛鹃、红花檵木、云南黄素馨等进行局部点缀。山体底部和边坡坡脚覆竹条攀援网,种植常春油麻藤和金银花进行垂直绿化。此外,在南坑、北坑和凹槽附近的地形凹陷处容易有积水,应结合当地实际,对这些凹陷处进行地形整理,在表层覆土,种植草灌等乡土植物,并结合雨水收集利用进行水分

分布引导,做好给排水的细部设计。

4.2.5 边坡治理植被修复区

边坡治理植被修复区位于老青山“五采区”南坑西侧、北坑南侧和西南侧实施边坡治理工程的区域,边坡治理阶段已形成了若干马道平台和小边坡。在每级小边坡坡底、坡顶的马道平台上利用成品生态袋、三角内扣锁和加筋格栅进行组装,分别设置生态袋种植池,用于种植叶子花、球花石楠、金森女贞等色叶类灌木或花灌木,以及常春油麻藤、金银花等藤本植物和混播绿化。进行边坡坡面垂直植被恢复时,应尽可能利用不同植物的“共生性和适生性”,分别组合搭配创造出鲜明特色的四季景观和视觉冲击力。在底部第 1、2、3 层马道平台内侧设置种植池,种植一排红叶石楠;在底部第 4、5 层马道平台内侧设置种植池,种植一排球花石楠;在其余马道平台内侧设置种植池,种植一排金森女贞。所有马道内外侧种植池均种植常春油麻藤和金银花各一排。边坡覆竹条攀援网供藤本植物上攀下垂。藤本植物可利用自身特有结构自发攀附坡面生长进行立体绿化,以期尽快覆盖这些高陡边坡。平台内选择早熟禾、高羊茅、结缕草、白三叶、狗牙根等植物的种粒进行混播绿化。这种藤本植物混植景观模式形成的边坡坡面植被系统具景观异质多样性,空间层次丰富,具有很高的视觉艺术特质^[3]。

4.2.6 园林景观绿化区

园林景观绿化区位于老青山“五采区”东部和南部的现状道路路侧,东部区域为管理、管护建筑附属绿地,南部为路侧生态停车场、生态公厕等服务设施附属绿地。根据植被恢复的设计主题,结合管理业务区、管护仓储区以及基础配套设施的功能进行绿化种植设计,分别在各场地外围选择相对高大的乔木进行遮挡绿化,减少各管护建筑、场地等人工痕迹对生态修复整体风貌的影响,内部选择适量花灌木与色叶树种搭配,形成具有季相变化的植被恢复管理、管护区景观效果,满足日常巡护管理的需要。其中,东部管理、管护建筑附属绿地选择大叶樟、冬樱花、红花木莲、紫玉兰、紫叶李、枫香、金森女贞、金银花、炮仗花等植物,乔灌木结合,群落式种植。南部路侧服务设施附属绿地选择滇润楠、火棘、香樟、紫薇、栀子花、毛鹃、清香木、叶子花等植物,进行自然式的植物配植,营造出浓厚的地域特色景观效果。

4.2.7 植被修复给水设计方法

老青山“五采区”的植被修复供水水源取自老青山东面石盆寺郊野公园的水池。水池有稳定的补

水水源,可从附近水库提升泵站出水管上引出DN100管作为该水池补水管。植被修复范围内需要浇灌的面积分布在高程1995~2137m范围,根据地形特点和工程分布情况,从节省能耗、降低成本角度出发,生态修复区适合采用分区供水灌溉的方式。根据高程将植被修复灌溉区分为边坡治理植被修复区、南坑填土植被修复区及北坑植被修复区、南坑坝顶以下植被修复区、7#坝及以东植被修复区等4个浇灌区域。新建4处高位蓄水池和2处提升泵站分区进行供水。区内采取多种灌溉方式,其中边坡治理植被修复区采用滴灌方式,其余植被修复区均采用喷灌方式进行浇灌。此外,需要根据现场实际情况以及所种植的植物来确定具体地块的灌溉方式,如利用设计的雨水收集池进行人工浇灌及局部微喷等方式,为植物生长提供必需的水分。

4.3 管理和利用设计方法

对老青山“五采区”通过人工辅助生态修复实施了景观再造,恢复了老青山自然风貌。经过治理后的高陡边坡、生态土坝、马道平台等大地肌理依旧可以作为教育和科考的历史遗迹。公众通过参观这种遗迹景观,自然而然地被引导进入到生态修复的建设和宣传中来^[4]。因此,设计中保留并修缮了部分现状道路及场地作为生态通道进行合理利用。现状道路及场地的修缮多使用砂石路面、透水砖、嵌草砖、小料石、土工格栅等生态材料,重视对现有场地的利用,尽量增加透水面积,提高工程的环保性;登山步道也最大化地利用现状上山道路加以修整,原地平衡土石方。此外,在老青山“五采区”的制高点,即登山步道的终点处设置仿树皮及仿木饰面的瞭望台和观景台各一处,保持野趣本色,使瞭望台和观景台成为登顶之余休闲娱乐和养生康体的场所,达到眺望老青山植被修复区优美风光以及昆明主城

区城市景观风貌的目的。使老青山成为春城周边葱茏满目、绿茵遍地、情趣盎然的“都市绿肺”和“天然氧吧”。这也说明了现代生态修复不仅包括退化生态系统结构、功能的恢复与提高,还包括依据生态学原理,使退化生态系统的物质循环和能量流动发生改变^[5],从而形成更为优化的自然—经济—社会复合景观生态安全格局。

5 结语

对滇池流域“五采区”进行生态修复是一个长期的过程。根据老青山“五采区”的现状特点,从多角度多专业提出了针对不同生态功能分区采用的不同生态修复方法,保证生态修复的有效性,使老青山“五采区”生态结构和功能达到良好的生态效果的同时,兼顾景观效果和可持续发展要求,更好地保护昆明城市周边自然景观,改善滇池流域水体环境,提升昆明城市形象和品位,为创建世界春城花都新面貌助力,为滇池流域“五采区”生态修复寻求一种治理途径,为我国生态修复工作提供科学可行的参考。

参考文献:

- [1] 昆明市五华区老青山“五采区”植被修复建设项目(场地平整部分)方案设计[Z]. 2015.
- [2] 孙潇. 滇池底泥在“五采区”变废为宝[N]. 昆明日报(第001版);2017-07-27:.
- [3] 王慧敏,苏强,黄弘,等. “藤立方”技术在矿山边坡生态修复中的应用研究[J]. 低碳世界,2017(5):39-40.
- [4] 刘治保. 矿山区域生态修复与景观再生探究[J]. 美与时代(城市版),2017(2):44-45.
- [5] 朱国飞. 南京仙林大学城规划区景观生态格局变化与优化研究[D]. 南京:南京农业大学,2011:109-113.
- [6] 李朝明,夏泽源,何冬梅,等. 云南省困难立地植被恢复技术[J]. 林业调查规划,2017,42(1):63-67.

(上接第91页)

参考文献:

- [1] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志(第四卷)[M]. 北京:科学出版社,1986:29-31.
- [2] 西南林学院,云南省林业厅. 云南树木图志[M]. 昆

明:云南科技出版社,1988:64-66.

- [3] 云南省林业厅,云南省林业科学院,国家林业局云南珍稀濒危特森林植物保护和繁育实验室. 云南国家重点保护野生植物[M]. 昆明:云南科技出版社,2005:119-120.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.024

砚山县第三次石漠化监测治理成效及建议

陈 忠

(云南省林业调查规划院昆明分院, 云南 昆明 650200)

摘要: 阐述砚山县石漠化危害及治理的必要性, 依据砚山县第三次石漠化监测结果, 对砚山县石漠化治理现状、成效、采取的措施及取得的经验进行总结, 就石漠化治理中存在的部分乡镇领导不重视, 工程管理技术人员不足, 自然灾害频发、工程实施难度大等问题, 提出了加大石漠化治理宣传力度, 适当增加技术人员和综合治理经费, 加大石漠化治理科研力度, 加强部门之间的协调, 健全档案管理工作 and 建立信息化管理机制等建议。

关键词: 石漠化监测; 石漠化危害; 石漠化治理; 信息化管理; 砚山县

中图分类号: S718.557; P931.5; F316.23 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2018)04-0104-05

Achievements and Suggestions of the Third Rocky Desertification Monitoring and Control in Yanshan County

CHEN Zhong

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

Abstract: The results of the third rocky desertification monitoring in Yanshan County were used to illustrate the hazards of desertification, and the necessity, status, achievements, measures and experiences of control. For the problems of absent attention of township leadership, insufficient project management and technical personnel, frequent natural disasters, and difficult project implementation, this paper suggested to strengthen publicity, increase funds of personnel and comprehensive control, intensify scientific research, strengthen the coordination between departments, improve the file management and establish information management mechanism.

Key words: rocky desertification monitoring; desertification hazards; rocky desertification control; information management; Yanshan County

云南省林业厅根据《国家林业局关于开展岩溶地区第三次石漠化监测工作的通知》(林沙发[2016]41号)及《岩溶地区石漠化监测技术规定(2016年修订)》,编制了《云南省岩溶地区第三次石漠化监测实施细则》,并成立了云南省林业厅岩溶地区第三次石漠化监测工作领导小组。监测技术支持单位为云南省林业调查规划院(云南省石漠化

监测研究中心),负责各监测县技术培训、内外业技术指导和检查、数据汇总等工作。2016年10月,笔者作为技术支持单位技术指导人员参加了砚山县岩溶地区第三次石漠化监测技术指导工作,2017年3月圆满完成了砚山县岩溶地区第三次石漠化监测任务。

收稿日期:2017-12-13;修回日期:2018-01-09.

作者简介:陈忠(1968-),男,湖南临澧人,助理工程师。从事林业调查规划工作。Email:529070906@qq.com

1 基本情况

砚山县位于云南省东南部,文山州中西部,地理坐标为北纬 $23^{\circ}18' \sim 23^{\circ}59'$ 、东经 $103^{\circ}35' \sim 104^{\circ}45'$ 。全县国土面积 $3\,827\text{ km}^2$,辖11个乡(镇)2个农场。县政府驻地江那镇距省会昆明市 326 km ,距州府文山市 35 km 。砚山县境内为滇东南岩溶丘原地貌,六诏山脉横贯其中,地貌类型多为山地、丘陵及盆地。全县海拔多在 $1\,400 \sim 1\,600\text{ m}$,境内最高海拔为阿舍乡鲁都克的马吊陡坡(海拔 $2\,263.3\text{ m}$),逐渐向东南倾斜至最低点一八嘎河流入西畴县境的交界处(海拔 $1\,080\text{ m}$),形成西北高、东南低的倾斜地势,全县相对高差 $1\,183.3\text{ m}$ 。

砚山县属北亚热带季风气候,具有冬无严寒、夏无酷暑、雨量充沛(但分配不匀)、干湿季明显、全年温和的特点。全县年均温 $12.5 \sim 19^{\circ}\text{C}$,极端最高温 33.2°C ,极端最低温 -7.8°C ;大于 10°C 年积温 $2\,500 \sim 6\,500^{\circ}\text{C}$,全年太阳辐射总量 $125.21\text{ 千卡}/\text{cm}^2$;年均降雨量 $1\,008\text{ mm}$,蒸发量 $1\,948\text{ mm}$,年均无霜期 300 d 。一般5月进入雨季,11月至翌年4月为旱季。因降雨量和降雨时间分布不匀,常造成旱涝灾害相继出现,对农林生产的影响极大。

砚山县2016年总人口 48.23 万人 ,居住有汉、壮、彝、苗、瑶、回等11个民族,少数民族人口占总人口的 64% 。2017年上半年全县工业总产值为 46.74 亿元 ,农林牧及服务业总产值为 $70\,550\text{ 万元}$ 。

2 石漠化危害及治理的必要性

2.1 石漠化危害

砚山县是我国典型的岩溶地区,由于石漠化土地石多土少,植被覆盖率低,地表水渗透严重,涵养水源能力低下,造成农业用水和人畜饮水十分困难的局面。由于缺水,耕地土壤逐年沙化,可利用耕地面积逐年减少,农民增收困难,严重制约了地方经济发展和扶贫攻坚步伐。

砚山县森林覆盖率原本不高,加之耕种方式粗放,掠夺式利用,森林植被遭受严重破坏,水土流失非常严重,石漠化面积不断扩大,导致生态不断恶化,自然灾害频繁发生。

2.2 石漠化治理的必要性

2.2.1 改善生态环境

石漠化导致自然灾害频繁发生。如2015年9

月26日至30日,砚山县遭受洪涝灾害袭击,造成江那、阿猛、者腊、蚌峨、干河、八嘎、维摩等7个乡镇34个村委会132村民小组5961户25802人受灾,共造成经济损失 $4\,135\text{ 万元}$ 。治理石漠化土地,恢复森林植被,是保持水土,改善生态环境,减少自然灾害发生的有效途径。

2.2.2 促进农户脱贫致富

砚山县人口多,耕地少,石漠化导致大面积的耕地资源消失,耕地质量下降,土地产出率低(收成低),严重影响了农民的经济收入。治理石漠化土地,发展农村产业,增加农民收入,促进农户脱贫致富,改变贫困状况,为全面奔小康社会打下坚实的基础。

2.2.3 开发岩溶景观旅游,改善农村产业结构

岩溶地区虽然在一定程度上影响了生态环境,制约了当地经济发展,但其所形成的岩溶地质景观,如峰林、峰丛、岩溶溶洞、岩溶湖群、岩溶瀑布等是其它地区没有的,经过治理和合理开发,是完全可以开展岩溶景观生态旅游的,如文山州丘北县普者黑风景区就是典型的岩溶地貌景观。因此,治理石漠化,开发岩溶景观旅游,可带动当地经济发展,改善农村产业结构。

3 石漠化治理成效

3.1 石漠化分布情况

根据岩溶地区第三次石漠化监测结果,砚山县岩溶土地面积 $197\,708.35\text{ hm}^2$,占全县土地总面积的 51.2% ,其中石漠化土地 $74\,437.47\text{ hm}^2$,潜在石漠化土地 $22\,672.91\text{ hm}^2$,非石漠化土地 $100\,597.97\text{ hm}^2$ 。在石漠化土地中:轻度石漠化 $36\,082.48\text{ hm}^2$;中度石漠化 $36\,374.37\text{ hm}^2$;重度石漠化 $1\,927.01\text{ hm}^2$;极重度石漠化 53.61 hm^2 。砚山县11个乡(镇)均有岩溶土地发育,各乡镇石漠化面积统计见表1。

3.2 石漠化治理成效

3.2.1 与前期石漠化的对比

从2011年开始经过5年的治理,砚山县石漠化土地得到了极大改善。砚山县前期石漠化土地面积为 $88\,128.36\text{ hm}^2$,本期石漠化土地面积为 $74\,437.47\text{ hm}^2$,减少了 $13\,690.89\text{ hm}^2$,其中:轻度石漠化土地减少 $15\,043.02\text{ hm}^2$,中度石漠化土地增加 $4\,038.22\text{ hm}^2$,重度石漠化土地减少

2 234. 16 hm²,

表 1 砚山县第三次石漠化监测结果统计

Tab. 1 Results of the third rocky desertification monitoring in Yanshan County

hm²

单位	合计	石漠化土地					潜在石漠化土地	非石漠化土地
		小计	轻度石漠化	中度石漠化	重度石漠化	极重度石漠化		
砚山县	197708. 35	74437. 47	36082. 48	36374. 37	1927. 01	53. 61	22672. 91	100597. 97
阿猛镇	32197. 89	10224. 08	5687. 95	4528. 85	7. 28		5156. 96	16816. 85
维摩乡	47186. 78	27708. 62	14282. 20	12225. 64	1200. 78		5187. 07	14291. 09
平远镇	20704. 51	7927. 56	2682. 90	5225. 09	13. 18	6. 39	937. 07	11839. 88
稼依镇	5039. 79	1835. 31	577. 61	1112. 61	139. 95	5. 14	233. 56	2970. 92
干河乡	15399. 39	5895. 54	2441. 10	3298. 00	145. 91	10. 53	1766. 77	7737. 08
者腊乡	17558. 78	667. 03	516. 29	150. 74			1195. 48	15696. 27
阿舍乡	14581. 24	8941. 90	3266. 89	5414. 07	243. 80	17. 14	1766. 21	3873. 13
江那镇	18585. 15	5087. 37	3352. 35	1719. 58	15. 44		2342. 27	11155. 51
蚌峨乡	2909. 79						47. 07	2862. 72
盘龙乡	15819. 83	3507. 39	2550. 83	879. 24	63. 44	13. 88	2699. 91	9612. 53
八嘎乡	7725. 20	2642. 67	724. 36	1820. 55	97. 23	0. 53	1340. 54	3741. 99

极重度石漠化土地减少 451. 93 hm²。虽然石漠化土地面积总体减少了,但中度石漠化土地增加了 4 038. 22 hm²,所以石漠化治理还任重道远,砚山县

本期石漠化监测与前期石漠化监测对比统计见表 2。

表 2 砚山县本期石漠化监测与前期石漠化监测对比统计

Tab. 2 Comparison of two-period rocky desertification monitoring results in Yanshan County

hm²

时间	合计	轻度石漠化	中度石漠化	重度石漠化	极重度石漠化	潜在石漠化	非石漠化
前期	197708. 35	51125. 50	32336. 15	4161. 17	505. 54	15816. 23	93763. 76
本期		36082. 48	36374. 37	1927. 01	53. 61	22672. 91	100597. 97

3. 2. 2 石漠化治理措施

砚山县石漠化综合治理的思路是:通过恢复林草植被,配套基本农田建设、小水利工程、农村能源建设等措施,进行全方位的综合治理,防治石漠化进一步扩大,逐步改善石漠化现有状况,提高森林覆盖率,增加农民收入。采取了以下主要技术措施:

1) 封山育林:对岩石裸露率在 50% 以上,林草综合盖度在 50% 以下的中度石漠化区域,采取封山育林,人工补植补播及限制放牧和人为活动,促进乔木、灌木天然更新,使森林植被逐步恢复。

2) 人工造林:对岩石裸露率在 30% ~ 50% 的半石漠化、石漠化区域,种植圆柏、黑荆、车桑子等适宜

树种,形成乔灌混交林,加快森林植被的恢复。同时,对土层达到中层以上,水热条件相对较好的地方,适当发展以核桃、油茶为主的经济林,发展林产业,增加当地群众的经济收入,达到既改善生态环境,又脱贫致富的双赢目的。

3) 坡改梯工程及小水利工程:对岩石裸露率在 30% 以下,坡度在 15 ~ 25° 的坡耕地,实施坡改梯工程,增加保土保肥能力,减少水土流失,同时配套旱地水窖、引水工程,改善农业生产条件,提高土地利用率和单位面积粮食产量。

4) 农村能源建设:解决农村能源问题,改变过去以烧柴为主的传统模式,大力发展以沼气池建设、

节柴改灶、太阳能安装为主的农村能源建设,降低森林资源的低价值消耗,保护森林,是保障石漠化治理成果的有效措施。

4 石漠化治理取得的经验

4.1 加强工程建设管理

为了更好地治理石漠化,砚山县成立了石漠化综合治理工作领导小组和办公室,协调和解决工程建设问题,保证石漠化治理工作的顺利进行。项目管理上实行行政首长负责制,县、乡、村层层签订责任状,执行目标责任制考核;资金管理上严格财务制度,实行专款专用、推广报账制;施工管理上实行招标投标施工制度,选择有经验的施工单位,提高施工质量;工程管理上建立工程监理制,对工程质量进行严格检查和有效监督;加强部门协作,县发展改革部门负责项目建设的综合协调和管理,作好年度设计方案的编制和审核工作,林业、农业、水利部门负责具体项目的组织实施,财政、审计、监察等部门负责项目资金的管理和监督。

4.2 坚持因地制宜,综合治理

由于碳酸岩连片分布,岩溶发育强烈,形成发达的天然地下排水系统,使地表水及地表径流能很快通过漏斗、裂隙排入地下河,造成地表水缺乏,少土,耕地资源匮乏,石漠化程度严重,生态环境恶化。砚山县人民政府根据本地区岩溶的特点,在治理措施上按照“统筹规划、突出重点、因地制宜、科学布局、稳步推进”的原则,首先通过封山育林、人工造林,增加森林植被,改善生态环境极为脆弱的局面,为农业发展提供生态保障;其次通过坡改梯措施,稳定现有耕地面积,提高耕地质量,保障人民生活水平;再次是兴修小水利工程,缓解灌溉用水、人畜饮水等问题。同时,抓好以沼气池建设、节柴改灶、太阳能安装为主的农村能源建设。坚持因地制宜,进行全面综合治理,有效防治和改善石漠化现状。

4.3 依靠科技支撑,合理治理石漠化

为保证项目的顺利实施,专门聘请有资质的设计单位作为文本制作和设计单位,将规划落实到山头地块,使规划文本具有可操作性,为项目的实施提供理论和科学依据。同时借鉴近几年在石漠化区域开展的营造林成功经验,参照国家林业局编辑的《岩溶地区石漠化防治适用技术与防治模式》,摸索出适用于砚山县石漠化治理造林树种及造林模式。在重度石漠化地区营造生态防护林,选择柏树与车桑子混交,尽快达到恢复森林植被的目的;在中度石

漠化地区选择柏树造林,与原生灌丛形成乔灌混交林,提高生态防护功能;在土层达到中层以上,水热条件相对较好的石漠化区域发展以核桃、油茶为主的经济林作为主要造林树种。在造林技术上,采用和推广生根粉、保水剂、营养袋、地膜覆盖栽培等科学技术。经过科学合理的治理,增加了森林植被,减少了石漠化面积,增加了农民收入,真正实现了生态良性循环。

5 存在问题

1)部分乡镇领导对石漠化治理不重视,宣传力度不够,群众积极性不高,在治理石漠化过程中认识不足,存在畏难情绪。

2)工程管理技术人员严重不足,石漠化监测治理工作主要由县林业局林业技术推广站负责,现在办公室只有3人,由于技术人员少,工作量大,加上工作经费不足,难以保证工程的实施和管理。

3)砚山县石漠化面积广,自然灾害频发,工程实施难度大。2008年砚山县受冰冻灾害,2009年至2011年连续3年又遭遇持续的干旱,2015年9月又遭受特大洪涝等自然灾害,对实施的封山育林和人工造林影响较大,加上项目配套资金落实不到位,增加了工程实施的难度。

4)档案管理不规范,没有专门的档案室和管理人员,查找资料不方便。

6 建议

6.1 加大石漠化治理宣传力度,依法保护石漠化治理成果

利用广播、电视、报刊、互联网等媒体,采取多种形式向广大农户深入细致地宣传石漠化治理的重要意义,使广大农户真正认识到治理石漠化对改善生态、治理水土流失、促进农民脱贫致富的目的意义,同时深入宣传《森林法》、《环境保护法》、《水土保持法》、《土地管理法》等法律,形成全社会自觉保护生态环境,不滥砍乱伐的良好氛围,从而巩固石漠化治理成果。

6.2 适当增加技术人员和石漠化综合治理经费

石漠化治理是一项长期性和艰巨性的工作,没有技术人员的辛勤努力,石漠化治理是干不好的,建议政府适当增加石漠化治理技术人员和工作经费,为石漠化治理提供人员、经费保障。

6.3 加大石漠化治理力度,增加资金投入

通过本次监测,砚山县石漠化状况有了较大的

改善,但石漠化治理是一项长期性的工作,需要资金投入作为保障,只有稳步增加投入,纳入政府预算投资,解决各项工程建设的资金来源,才能进行长期全面的综合治理,实现确定的石漠化治理目标。建议国家加大投资力度,增加资金投入,加快石漠化治理的步伐。

6.4 安排专项资金,加大石漠化治理科研力度

成立岩溶地区石漠化治理研究课题组,专门研究对不同类型石漠化治理的机理和途径,研究出适用于砚山县石漠化治理的科技成果,为石漠化治理提供技术支撑。

6.5 加强部门协调,共同推进石漠化治理工作

开展石漠化综合治理,不仅仅是生态建设的问题,还涉及自然、经济、社会、人文等问题,各项措施不协调跟进,都很难实现治理的目标,巩固治理工作取得的成效。建议政府协调林业、农业、水利、财政、审计、监察等部门,相互勾通,各司其职,各负其责,

共同推进石漠化治理工作顺利开展。

6.6 建立健全档案管理工作

档案管理要设专职人员和档案室,材料要分类归档,对石漠化治理资料要进行长期妥善保存,以便查找有关数据。

6.7 建立信息化管理机制

石漠化治理资料要进行电子归档,同时建立石漠化监测数据库,为砚山县第四次石漠化监测打下基础,争取全县建立相关的石漠化治理局域网,对全县的石漠化治理工作统一管理。

参考文献:

- [1] 砚山县林业局. 砚山县第二次石漠化监测报告 [R]. 2011.
 - [2] 砚山县林业局. 砚山县石漠化治理工程设计工作报告 [R]. 2012.
 - [3] 韦汉祥,罗金定. 文山州岩溶地区石漠化治理规划意见 [J]. 林业调查规划, 2004, 29(1): 50-54.
-
- (上接第 45 页)
- [46] WALTER H. 世界植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1984: 73.
 - [47] 史军辉,黄忠良,蚁伟民,等. 渐危植物格木群落动态及其保护对策[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 65-69.
 - [48] 魏识广,李林,刘海岗,等. 鼎湖山格木种群动态分析 [J]. 生态环境, 2008, 17(1): 285-289.
 - [49] 赵志刚,郭俊杰,曾杰. 广西大明山格木种群的空间分布格局与数量动态特征[J]. 林业科学, 2014, 50(10): 1-7.
 - [50] 蔡道雄,贾宏炎,卢立华,等. 我国南亚热带珍优乡土阔叶树种大径材人工林的培育[J]. 林业科学研究, 2007, 20(2): 165-169.
 - [51] FISCHER J, STOTT J, ZERGER A. Reversing a tree regeneration crisis in an endangered ecoregion [J]. PNAS, 2009, 106: 10386-10391.
 - [52] MOLES A T, WESTOBY M. Seeding survival and seed size: a synthesis of the literature [J]. Journal of Ecology, 2004, 92: 372-383.
 - [53] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国森林法 [Z]. 1998.
 - [54] TRUNG T V. Ecosystem of tropical forest in Vietnam [M]. Hanoi: Science and Technique Publishing House, 1998.
 - [55] LUOMA - AHO T, HONG L T, RAMANATHA V, et al. Forest genetic resources conservation and management [J]. Proceedings of the Asia Pacific Forest Genetic Resource Programme (APFGRGEN) inception workshop, Kepong, Kuala Lumpur, Malaysia, IPGRI - APO, Serdang, Malaysia, 2003: 15-16.
 - [56] LIEN. The use of RAPD and chlorophyll DNA markers in the study of genetic relationship of *Erythrophleum fordii* Oliv. from different origins. In proceedings of conference on basic research issue in life science [J]. Hanoi. Science and Technique Publishing House, 2004: 464-468.
 - [57] 陆元昌. 近自然森林经营的理论和实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
 - [58] 陆元昌,张守攻,雷相东,等. 人工林近自然化改造的理论基础和实施技术 [J]. 世界林业研究, 2009, 22(1): 20-27.
 - [59] 陆元昌,雷相东,洪玲霞,等. 近自然森林经理计划体系技术体系研究 [J]. 西南林学院学报, 2010, 30(1): 1-5.
 - [60] 陆元昌, WERNER S, 刘宪钊. 多功能目标下的近自然林经营作业法研究 [J]. 西南林业大学学报, 2011, 31(4): 1-11.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.025

花生间作对杉木幼林地土壤理化特性的影响

景美清¹ 陈怡² 朱宁华³ 阳胜男³ 周原驰⁴

(1. 广东省生态环境技术研究所, 广东 广州 510650; 2. 国家林业局中南林业调查规划设计院, 湖南 长沙 410004;
3. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004; 4. 国家林业局华东林业调查规划设计院, 浙江 杭州 312000)

摘要:以花生间作杉木幼林纯林样地为研究对象,未间作林地为对照,选取广西种源 2.5 代实生苗(简称“广西-2.5”)、福建种源无性系扦插苗-020(简称“福建-洋 020”)、福建种源无性系扦插苗-061(简称“福建-洋 061”)3 个种源,对比分析花生间作对相应种源杉木幼林地土壤理化特性的影响。研究表明,所有样地的土壤容重均随着土层的加深而显著增大;花生间作对杉木幼林地的土壤物理指标影响变化幅度不大,相同杉木种源花生间作模式下林地土壤物理性状总体上优于未间作林地;花生间作模式提高了杉木幼林地的土壤 pH 值以及有机质、全 N、碱解 N、全 P 和速效 P 含量,全 K 和速效 K 含量略有降低,缓解了土壤酸化速率,提高了有机质含量。

关键词:杉木幼林;花生间作;土壤理化性质;种植模式;土壤容重

中图分类号:S791.27; S714.2; S753.536 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0109-05

Effects of *Arachis hypogaea* Intercropping on Soil Physicochemical Properties in *Cunninghamia lanceolata* Young Plantation

JING Meiqing¹, CEHN Yi², ZHU Ninghua³, YANG Shengnan³, ZHOU Yuanchi⁴

(1. Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Sciences, Guangzhou 510650, China;
2. Central South Forest Inventory and Planning Institute, the State Forestry Administration, Changsha 410004, China;
3. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China;
4. East China Institute of Forest Inventory and Planning, the State Forestry Administration, Hangzhou 312000, China)

Abstract: Based on the research object of *Arachis hypogaea* intercropping in *Cunninghamia lanceolata* young plantation and the control of no intercropping, the three provenances of Guangxi 2.5 generation (hereinafter referred to as “Guangxi-2.5”), Fujian clonal cutting seedlings-020 (hereinafter referred to as “Fujian-Yang 020”), Fujian clonal cutting seedlings-061 (hereinafter referred to as “Fujian-Yang 061”) were selected for the comparative analysis of effects of *A. hypogaea* intercropping on soil physicochemical properties in *C. lanceolata* young plantation. The results showed that soil volume-weight increased significantly with the deepening of the soil layer. The effect of *A. hypogaea* intercropping on the soil physical index was not significant. The soil physical properties of the same provenance intercropping were better than that of not intercropping. The intercropping pattern improved soil pH and content of organic matter, total nitrogen, available nitrogen, total phosphorus and available phosphorus while total

收稿日期:2018-03-20.

基金项目:国家重点研发计划项目“不同产区杉木高值化装饰材培育技术研究”(项目编号:2016YFD0600303).

作者简介:景美清(1986-),女,内蒙古林格尔人.从事环境科学研究工作.

potassium and available potassium content decreased slightly, which alleviated soil acidification rate and increased the content of organic matter.

Key words: *Cunninghamia lanceolata* young plantation; *Arachis hypogaea* intercropping; soil physico-chemical properties; planting pattern; soil volume-weight

现代社会的发展进程中,人口与资源、环境之间的矛盾越来越突出。如何更好地协调农业用地与林业用地之间的关系,做到利用更少的资源创造更大的效益,是每个林业人的共同目标^[1-3]。本文以未进行花生间作的广西-2.5、福建-洋 020、福建-洋 061 杉木幼林纯林样地为对照,对比分析花生间作对相应种源杉木幼林地土壤理化特性的影响,探讨研究间作对不同品种的杉木林生长以及林地土壤特性的影响,以期为今后杉木幼林的套种提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地位于湖南省株洲市茶陵县马江镇西冲村杉木试验示范林基地(226°40'14.15"N, 113°30'51.50"E),典型的丘陵地貌,海拔 145~155 m,西高东低,北高南低。属亚热带季风湿润气候,气候温和,雨量充沛,冬寒期短。其土壤类型为第三纪紫色土,土层深厚,肥力中等,质地为壤粘土。年均温 17.9℃,平均最低温(1月)5.9℃,平均最高温(7月)29.2℃,稳定通过 10℃的天数 233 d,活动积温 5 509℃,无霜期 294 d。泉南高速公路纵贯县境南北,平汝高速公路横穿县境东西,交通便利。

1.2 样地调查与布设

结合手持 GPS 对各样地进行定点定位,记录各调查点的地形地貌、海拔、坡度、坡向、土壤类型等环境因子(表 1)。

在杉木试验示范林基地内,分别以间作花生(株行距为 15 cm×25 cm)和未进行间作的广西-2.5、福建-洋 020 和福建-洋 061 杉木林地作为试验样地。相同种植模式(间作和不间作)3 个种源分别设置 3 个平行样地作为重复,每块样地大小均为 20 m×20 m,共计 18 块样地。各样地的成土母质(紫色砂岩)和土壤类型(第三纪紫色土)相同,海拔、土层厚度、坡度、坡向等立地条件基本一致,整地(均采用机械进行全面整地)和杉木栽植密度(1.5 m×1.5 m)等营林措施完全相同。

1.3 研究方法与样品采集

2017 年 8 月中下旬,以 S 形分别在各样地内设

表 1 样地基本情况

Tab. 1 Basic situation of sample plot

种植模式	种源	地貌类型	土壤类型	海拔/m	坡度/°	坡向	株行距
间作	广西-2.5	丘陵	第三纪紫色沙土	76	5.9	东	1.5 m × 1.5 m
	福建-洋 020	丘陵	第三纪紫色沙土	79	6.3	东	1.5 m × 1.5 m
	福建-洋 061	丘陵	第三纪紫色沙土	78	6.2	东	1.5 m × 1.5 m
未间作	广西-2.5	丘陵	第三纪紫色沙土	76	6	东	1.5 m × 1.5 m
	福建-洋 020	丘陵	第三纪紫色沙土	79	6.3	东	1.5 m × 1.5 m
	福建-洋 061	丘陵	第三纪紫色沙土	78	6.2	东	1.5 m × 1.5 m

置 5 个土壤采样点,去除地表枯落物,用长度 1 m 的土钻(内径 45 mm)分 3 层(0~20 cm, 20~40 cm, 40~60 cm)钻取土样,每层钻取 1 个土样。将 5 个样点的土样分层混匀,去除其中的植物根系、石砾和杂物,用四分法保留 1 kg 左右的土壤样品,将其标记、风干、研磨、过筛后密封保存备用,共计 54 个土样。

在每个样地的代表性位置挖土壤剖面,根据土壤剖面发生层次用环刀分 3 层(0~20 cm, 20~40 cm, 40~60 cm)取原状土样,每层取 3 个土样,共计 162 个土样用以测定土壤物理特性指标。

1.4 样品分析与数据处理

土壤物理性质测定:用烘干法测定土壤含水率;用环刀浸水法测定土壤容重、总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度、通气度、饱和含水量、毛管含水量、田间持水量、自然含水量^[14-17]。

土壤化学性质测定:采用玻璃电极法测定土壤 pH 值;采用重铬酸钾容量-稀释热法测定土壤有机质含量;采用凯氏消煮法测定土壤全氮含量;采用碱解扩散法测定碱解氮含量;采用氢氧化钠熔融-钼锑抗比色法测定全磷和有效磷含量;采用氧化钠熔融-火焰光度计法测定全钾含量;采用乙酸铵提取-火焰光度计法测定速效钾含量^[18-22]。

1.5 数据处理

采用 EXCEL 和 SPSS 19.0 软件相结合对数据

进行统计分析。用 EXCEL 对原始数据进行记录和统计;用 SPSS 19.0 软件单因素方差分析(one-way ANOVA)中的 Duncan 法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 花生间作对不同种源杉木幼林地土壤物理性质的影响

2.1.1 土壤容重

从土壤物理性质单因素方差分析(表 2)可以看出,各样地的土壤容重均随着土层的加深而增大,且

在 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层之间均存在显著差异。

2.1.2 土壤水分含量

不同的土地利用方式对土壤含水量的影响不同。由表 2 可知,在 0~20 cm 与 0~60 cm 土层之间,不同种源间作样地的土壤饱和含水量存在显著差异;未进行花生间作的不同种源杉木样地的 3 个土层的土壤饱和含水量无明显差异。间作模式林地田间持水量、自然含水量在土层 0~20 cm 与 40~60 cm 之间均存在显著差异;未间作林地内,因杉木

表 2 不同种植模式杉木幼林地土壤物理性状分析

Tab. 2 Analysis of soil physical properties in *C. lanceolate* young plantation with different planting patterns

种植模式	种源	土层/cm	容重/(g·cm ⁻³)	饱和含水量/%	田间持水量/%	自然含水量/%	总孔隙度/%	毛管孔隙度/%	非毛管孔隙度/%	通气度/%
间作	广西-2.5	0~20	0.59±0.009cB	34.77±5.45aA	24.56±2.16bA	19.49±2.15bB	77.64±4.22aA	14.55±1.49bA	63.09±3.63aA	66.09±5.55aA
		20~40	0.64±0.010bC	33.51±4.32aA	23.95±2.07bA	21.77±3.01bB	75.74±5.17aA	15.40±1.54bAB	60.34±4.76aA	61.74±4.37aA
		40~60	0.79±0.008aA	32.85±2.25aA	30.14±3.35aA	29.33±3.24aA	70.02±1.14bA	23.95±2.13aA	46.07±2.01bB	46.72±3.26bC
	福建-洋 020	0~20	0.61±0.012cA	33.31±3.36aA	20.16±2.79bB	15.43±1.18bC	76.89±4.63aA	12.35±1.21cB	64.54±5.33aA	67.44±4.08aA
		20~40	0.66±0.008bB	31.81±2.71aA	25.65±2.12aA	23.52±3.06aB	75.21±3.44aA	16.85±1.09bA	58.36±4.25aA	59.76±3.90bAB
		40~60	0.76±0.009aB	27.33±1.94bB	26.08±1.97aB	25.95±2.14aB	71.21±1.49bA	19.90±0.96aB	51.31±2.77bA	51.41±3.11cB
	福建-洋 061	0~20	0.60±0.009cA	34.17±6.28aA	20.18±1.98bB	24.79±2.07aA	77.47±1.51aA	12.05±1.34bB	65.42±7.25aA	62.67±3.37aB
		20~40	0.72±0.012bA	30.33±3.28abA	18.67±2.04bB	26.09±1.94aA	72.81±1.07bA	13.45±1.51bB	59.36±6.44aA	54.01±5.05bB
		40~60	0.77±0.010aB	27.36±1.83bB	25.16±1.47aB	19.15±1.04bC	70.83±3.24bA	19.45±1.09aB	51.38±2.79bA	56.03±2.93bA
未间作	广西-2.5	0~20	0.59±0.011cB	35.19±6.27aA	23.48±1.05aA	21.55±2.14aA	77.58±6.02aA	13.95±1.50bA	63.63±3.99aA	64.78±6.66aA
		20~40	0.70±0.009bB	29.74±5.14abA	24.37±1.31aA	21.37±2.38aB	73.60±3.24abA	17.05±1.37aA	56.55±2.58bA	58.65±4.31aA
		40~60	0.82±0.008aB	23.54±3.33bA	21.71±0.97bA	21.28±2.06aA	69.06±5.12bA	17.80±1.26aA	51.26±2.15cA	51.61±3.54bA
	福建-洋 020	0~20	0.58±0.011cB	33.65±4.93aA	22.26±2.36aA	20.72±3.11bA	77.96±4.64aA	13.00±1.55bA	64.96±6.344aA	65.86±4.31aA
		20~40	0.71±0.007bB	27.58±1.39bA	24.19±1.97aA	29.66±2.10aA	73.06±1.29bA	13.56±1.29bB	41.50±5.29bB	51.88±3.79bB
		40~60	0.85±0.010aA	22.80±1.17cA	21.27±2.28aA	21.45±2.18bA	67.89±2.71cA	18.10±1.07aA	49.79±5.04bA	49.64±2.91bAB
	福建-洋 061	0~20	0.68±0.011cA	27.63±2.55aB	18.67±1.58bB	16.81±1.91bB	74.53±5.99aA	12.60±1.17bA	61.93±4.69aA	63.18±4.79aA
		20~40	0.75±0.009bA	27.45±2.76aA	25.18±3.68aA	22.65±0.98aB	71.75±6.37aA	18.85±1.63aA	52.90±3.14bA	54.80±4.50bAB
		40~60	0.85±0.014aA	25.85±3.92aA	22.79±1.25aA	22.61±1.88aA	67.96±2.04bA	19.35±1.74aA	48.61±3.16bA	48.76±3.51bB

种源不同,在不同土层各林地田间持水量、自然含水量无明显规律。

2.1.3 土壤孔隙

由表 2 可知,反映土壤孔隙大小的指标(总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度、通气度)在同一样地的 0~20 cm 和 40~60 cm 土层之间均存在显著差异。相同土层不同种源样地中的总孔隙度大小均

无显著差异。

2.2 花生间作对不同种源杉木幼林地土壤化学性质的影响

2.2.1 土壤 pH

不同种植模式杉木幼林地的土壤化学性质对比结果如表 3 所示。

表 3 不同种植模式杉木幼林地的土壤化学性质对比

Tab. 3 Analysis of soil chemical properties in *C. lanceolate* young plantation with different planting patterns

种植模式	种源	土层/cm	pH 值	有机质/ (mg · g ⁻¹)	全氮 TN/ (mg · g ⁻¹)	碱解氮 AN/ (mg · kg ⁻¹)	全磷 TP/ (mg · g ⁻¹)	有效磷 AP/ (mg · kg ⁻¹)	全钾 TK/ (mg · g ⁻¹)	速效钾 AK/ (mg · kg ⁻¹)
间作	广西-2.5	0~20	5.78± 0.18aA	8.74± 2.58bA	0.71± 0.15aA	109.43± 12.33bA	0.64± 0.02bB	23.96± 3.34aA	20.15± 1.12aA	109.5± 12.99bA
			5.82± 0.14aA	13.26± 2.36aA	0.75± 0.17aA	152.52± 14.59aA	0.50± 0.02cB	26.34± 2.05aA	20.59± 0.79aA	126.59± 7.09aA
		40~60	5.69± 0.15aA	13.84± 3.14aA	0.80± 0.12aA	58.04± 8.07cB	0.93± 0.04aA	24.15± 2.48aB	21.10± 1.31aA	120.67± 7.26aA
	福建-洋 020	0~20	5.77± 0.10aA	9.25± 2.71bA	0.69± 0.16aA	100.21± 11.88bA	0.65± 0.02bB	25.22± 3.31aA	19.56± 1.34aA	107.66± 8.16bA
			5.83± 0.10aA	11.89± 3.31aA	0.77± 0.19aA	163.47± 15.21aA	0.57± 0.02cAB	25.17± 2.51aA	18.99± 2.05aA	123.54± 6.06aA
		40~60	5.72± 0.17aA	12.05± 2.69aA	0.71± 0.10aA	62.45± 7.97cAB	0.88± 0.03aB	27.04± 2.69aA	20.04± 1.58aA	119.87± 5.19aA
	福建-洋 061	0~20	5.80± 0.19aA	9.81± 1.97bA	0.66± 0.13aA	96.89± 9.84bA	0.72± 0.05cA	24.77± 3.01aA	19.78± 1.22bA	110.01± 10.88bA
			5.79± 0.16aA	12.11± 2.51aA	0.71± 0.13aA	140.55± 12.78aB	0.60± 0.03bA	27.12± 2.77aA	19.52± 1.39bA	124.13± 10.01aA
		40~60	5.71± 0.13aA	12.86± 2.47aA	0.70± 0.11aA	70.37± 7.70cA	0.91± 0.06aAB	26.69± 2.91aAB	21.03± 1.08aA	118.93± 9.18abA
未间作	广西-2.5	0~20	5.14± 0.09aA	4.56± 1.22bA	0.46± 0.15aA	42.30± 2.27bAB	0.33± 0.01bA	16.82± 1.22aA	24.36± 1.71abA	132.87± 11.56aA
			5.32± 0.13aA	5.03± 1.18abA	0.49± 0.13aA	49.40± 3.96aB	0.29± 0.01cC	16.53± 2.01aA	25.34± 1.55aA	126.61± 8.43aA
		40~60	5.38± 0.11aA	6.37± 1.31aA	0.43± 0.11aA	49.45± 4.44aB	0.37± 0.02aB	17.04± 1.09aA	23.48± 1.26bB	125.87± 7.62aA
	福建-洋 020	0~20	5.27± 0.15aA	4.99± 1.09bA	0.41± 0.17aA	39.88± 5.76bB	0.28± 0.01cB	16.69± 1.57aA	23.33± 2.21aA	137.71± 9.54aA
			5.36± 0.17aA	5.12± 1.24bA	0.5± 0.13aA	50.21± 4.59aB	0.31± 0.02bB	16.81± 1.73aA	24.95± 1.57aA	128.58± 8.51aA
		40~60	5.54± 0.13aA	6.88± 1.59aA	0.44± 0.13aA	49.07± 4.46abB	0.41± 0.02aA	16.88± 1.38aA	25.09± 2.22aA	125.25± 9.36aA
	福建-洋 061	0~20	0.68± 0.011cA	27.63± 2.55aB	18.67± 1.58bB	16.81± 1.91bB	74.53± 5.99aA	12.60± 1.17bA	61.93± 4.69aA	63.18± 4.79aA
			0.75± 0.009bA	27.45± 2.76aA	25.18± 3.68aA	22.65± 0.98aB	71.75± 6.37aA	18.85± 1.63aA	52.90± 3.14bA	54.80± 4.50bAB
		40~60	0.85± 0.014aA	25.85± 3.92aA	22.79± 1.25aA	22.61± 1.88aA	67.96± 2.04bA	19.35± 1.74aA	48.61± 3.16bA	48.76± 3.51bB

从表 3 中可以看出,花生-杉木间作模式下的土壤 pH 值相较未间作均有不同程度的提高,减轻了

土壤的酸化程度。不同种源花生-杉木间作样地在各土层之间的土壤 pH 值均无显著差异。

2.2.2 土壤有机质含量变化

由表3可知,所有样地中的有机质含量均随着土层的加深而降低;同一种植模式不同种源林地相同土层中的有机质含量无显著差异;花生-杉木间作模式下,0~20 cm与20~40 cm土层中3个种源样地土壤中的有机质含量均呈现显著差异。未进行花生间作的不同种源杉木样地的3个土层的土壤有机质无明显差异。

2.2.3 土壤N含量变化

由表3可知,相同种植模式,样地土壤全N含量在土层0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm之间无显著差异;花生-杉木间作样地,碱解N含量在土层0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm之间均呈显著差异;未间作杉木样地中的碱解N含量在不同土层中无显著差异。

2.2.4 土壤P含量变化

由表3可知,相同种植模式,不同种源样地土壤全P含量在土层0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm之间均呈显著差异;在花生间作模式下,在0~20 cm、20~40 cm土层中的全P含量在福建-洋20与福建-洋061样地之间差异显著。未进行花生间作的不同种源杉木样地中土壤有效P含量在土层0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm之间无显著差异。

2.2.5 土壤K含量变化

实验结果显示,相同间作模式同一土层中的速效K含量在不同种源杉木样地之间均无显著差异;花生间作样地土壤中速效K含量在土层0~20 cm和20~40 cm之间均呈显著差异;未间作模式的不同种源杉木纯林样地中的土壤速效K含量在各土层之间均无显著差异。

3 结论

1)广西-2.5、福建-洋020、福建-洋061这3个种源杉木样地的土壤物理结构在花生-杉木间作样地和杉木纯林样地之间变化不明显。

2)相较于未间作的杉木纯林样地,花生-杉木间作样地土壤在土层0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm中的pH值、有机质含量、全N和碱解N、全P和有效P均有不同程度的提高,而全K及速效K含量均降低。说明花生-杉木间作缓解了土壤酸化速率,提高了有机质含量。

4 讨论

针对结论1),这主要是因为杉木幼林4个月的

生长,暂时对土壤物理结构影响并不显著,但本次的实验数据可作为以后监测的基础数据。鉴于此,建议将本论文布设的样地作为长期样地,对其土壤物理性质进行长期系统地测定,对比分析不同种源杉木的生长对土壤性质的影响^[13-14]。

针对结论2),这可能是因为花生的落叶和根系较多,补充增加了腐殖质含量,使土壤中的微生物活动变得更活跃,加速了土壤中营养物质的循环;花生属于豆科植物,根部的根瘤菌能将空气中的氮转化为能被植物同化的氨,致使土壤中N的含量增加;此外,花生的生长从土壤中吸收了K元素,导致样地的全K以及速效K含量比相同种源未间作的杉木纯林样地含量低^[8-12]。

参考文献:

- [1] 庞爱权. 中国农林复合系统的经济评价[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 176-182.
- [2] 林华忠, 潘文忠, 吴大忠, 等. 混农林业与林业可持续发展[J]. 林业工程学报, 2004, 18(6): 10-12.
- [3] 俞新妥, 范光辉. 杉木在我国人工林中的地位及其营养管理研究的现状[J]. 林业科学研究(杉木人工林栽培营养的研究专刊), 1996: 34-41.
- [4] LI L, SUN J, ZHANG F, et al. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping: I. Yield advantage and inter-specific interactions on nutrients [J]. Field Crops Research, 2001, 71(2): 123-137.
- [5] KESSEL C V, HARTLEY C, GRAHAM P H, et al. Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation [J]. Field Crops Research, 2000, 65(2-3): 165-181.
- [6] 郭琦. 杉木人工纯林凋落物及土壤养分循环研究[D]. 北京:北京林业大学, 2014.
- [7] AWE G O, ABEGUNRIN T P. Effects of low input tillage and amaranth intercropping system on growth and yield of maize (*Zea mays*) [J]. African Journal of Agricultural Research, 2009, 4(4): 578-583.
- [8] 吴火和, 叶功富, 俞新妥, 等. 杉木栽培制度的基本特征及其可持续发展探讨[J]. 福建林业科技, 2002, 29(1): 58-60.
- [9] 胡举伟, 朱文旭, 张会慧, 等. 桑树/大豆间作对植物生长及根际土壤微生物数量和酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(5): 1423-1427.
- [10] 王彦飞, 曹国璠. 不同间作模式对玉米及花生氮磷钾分配的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(1): 79-82.
- [11] TORQUEBIAU E. An introduction to agroforestry evaluation [J]. Cytotechnology, 2013, 39(2): 53.

(下转第118页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.026

不同栽培技术措施对核桃嫁接植株成活率及 生长量的影响研究

宋 雪 秦秀兰 甘 雨 高俊峰 李建民

(昆明市林业技能开发站,云南 昆明 650223)

摘要:采用随机区组试验设计,设置浇水、翻耕土壤、施肥 3 个因素,统计嫁接成活率、每月新生枝平均高、萌发枝条数、长度、粗度。通过统计与分析,找出每个因素对核桃嫁接植株成活率以及生长量的影响。结果表明,对核桃嫁接植株成活率影响大小的栽培技术措施依次为施肥、翻耕和浇水;对核桃嫁接植株生长量影响大小的措施依次为施肥、浇水和翻耕。

关键词:核桃嫁接植株;成活率;生长量;栽培技术措施

中图分类号:S792.13;S723.2;S758.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0114-05

Effects of Different Cultivation Techniques on Survival Rate and Growth of Walnut Grafting Seedling

SONG Xue, QIN Xiulan, GAN Yu, GAO Junfeng, LI Jianmin

(Kunming Forestry Technology Development Station, Kunming 650223, China)

Abstract: Three factors including watering, soil plowing and fertilizing were set up in the randomized-block design which counted and analyzed the survival rate of walnut grafting, the average height of new branches per month, the number, length and thickness of sprouted branches to find out the impact of each factor on the survival rate and growth of grafting seedling. The results showed that the cultivation techniques affecting the survival rate of walnut grafting in order were fertilization, plowing and watering while the techniques affecting the growth in order were fertilization, watering and plowing.

Key words: walnut grafting seedling; survival rate; growth; cultivation techniques

核桃(*Juglans regia* L.)属胡桃科(Juglandaceae)胡桃属,原产于亚洲西部及欧洲东南部,是重要的坚果和木本油料树种,经济价值较高,位居世界四大干果(核桃、扁桃、腰果、榛子)之首。我国是核桃原产地之一,栽培历史悠久,分布广泛,种质资源

极为丰富^[1],全国 25 个省市自治区有分布^[2]。核桃是云南省及昆明北部 5 县区[东川区、禄劝县、寻甸县、富民县、昆明倘甸产业园区和轿子山旅游开发区(简称“两区”)]重要的经济林树种。截至 2016 年,云南核桃种植面积达 285.3 万 hm^2 ,产量

收稿日期:2018-03-20.

基金项目:云南省林业科技推广项目—昆明山地核桃丰产栽培技术推广示范项目(项目编号:2130221)资助.

作者简介:宋雪(1986-),女,河南周口人,工程师.主要从事经济林培育及其栽培技术研究. Email:wxjx@126.com

通信作者:秦秀兰(1963-),女,四川犍为人,正高级工程师.主要从事森林和经济林培育及其栽培技术等方面的研究. Email:1617992365@qq.com

102 万 t, 产值 305 亿元, 均居全国之首。占全省林地面积近 10% 的核桃是“森林云南”的重要组成部分, 是云南边疆少数民族山区脱贫攻坚最重要的“致富树”, 核桃产业已成为云南覆盖面最广、惠及群众最多、持续发展潜力最大的高原特色生态产业之一。昆明市核桃种植总面积达 8.14 万 hm^2 , 年产值达 4.4 亿元^[3], 但由于栽培管理技术措施不到位, 品种混杂、缺乏科技支撑, 核桃低产、低质、低效“三低”现象突出。昆明市核桃产业经过多年的发展和研究, 虽已选育出适合本地的优良核桃品种, 如胜霜、胜勇、石林 6 号等^[4], 并总结出丰产栽培的配套管理技术, 但迄今为止并未得到全面实效的推广。目前在核桃生产区, 新品种苗木的繁育主要采用嫁接方式。影响核桃嫁接成活的因子很多, 针对嫁接方式对成活率的影响研究也颇多, 但对栽培措施对嫁接成活率及生长量整体影响的研究却很少^[5-10]。本研究通过对施肥、浇水、翻耕等几项重要措施的研究, 探索每项措施对嫁接成活率和植株生长量的整体影响, 旨在为改进栽培技术措施和提高核桃品质, 进一步解决昆明市核桃生产中栽培技术所存在的问题, 为今后核桃选育规范、鉴定和产业发展提供实践参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于昆明市寻甸回族彝族自治县塘子街道办麦场村六(七)组板爬地, 是昆明凤林源生物科技有限公司核桃等研究试验基地。试验区地处东经 $102^{\circ}41' \sim 103^{\circ}33'$, 北纬 $25^{\circ}20' \sim 26^{\circ}01'$, 平均海拔 1 450~2 700 m, 土壤地力中等, 属低纬高原季风气候区, 冬春两季受平直西风环流控制, 大陆季风气候明显, 干旱少雨; 夏秋季主要受太平洋西南或印度洋东南暖湿气流控制, 海洋季风突出, 多雨, 凉爽潮湿。5—10 月为雨季, 11 月至次年 4 月为旱季。

1.2 试验材料

1.2.1 砧木选择

将实生播种的云新系列核桃 3 年生苗木距离地面 5 cm 平茬, 选留粗壮的新枝作为砧木, 其余的疏除。

1.2.2 嫁接接穗

嫁接接穗采用经云南省林木品种审(认)定委员会认定为良种的、由云南省林业科学院提供的核桃优良品种胜勇、胜霜当年生新枝。

1.3 试验设计及方法

随机选择树龄一致, 树体结构、立地条件等均相当的核桃树, 采用随机区组设计, 设置树体浇水、翻耕土壤、施肥 3 个因素。每个因素选取 5 株, 加上对照和全技术共 25 株。所选样株均采用劈接, 接穗留一芽, 嫁接时间为 2017 年 2 月 13—19 日, 嫁接后 3 d 内进行防雨。2017 年 4 月 11 日统计核桃嫁接植株嫁接成活率, 每月分别在生长期(2017 年 4—8 月)以及 12 月份进行新生枝平均高度、萌发枝条数、长度、粗度和嫁接后新枝基部平均粗度的测量。

1.4 数据统计及处理

数据采用 Excel 软件进行数据处理和统计分析, 计算核桃嫁接植株成活率, 公式为:

$$\text{嫁接成活率}(\%) = (\text{成活接穗数} / \text{嫁接接穗数}) \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 不同栽培技术措施核桃嫁接成活率

经统计, 采用不同措施的核桃嫁接成活率如图 1 所示。

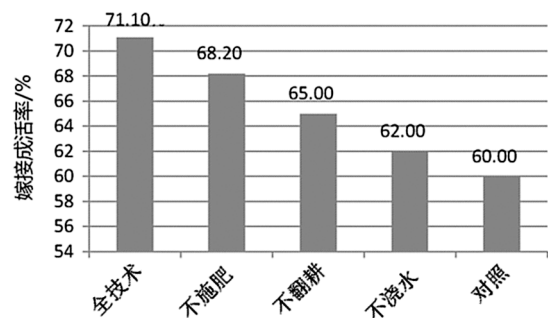


图 1 不同栽培技术措施核桃嫁接植株成活率

Fig. 1 Survival rate of walnut grafting by different cultivation techniques

由图 1 可知, 全技术的核桃嫁接成活率为 71.10%, 不施肥的为 68.20%, 不翻耕的为 65.00%, 不浇水的为 62.00%, 对照为 60.00%, 通过丰产栽培技术的实施促进了嫁接成活率的提高。

2.2 不同栽培技术措施核桃嫁接植株生长量

2.2.1 不同栽培技术措施核桃嫁接植株生长量统计总体比较

不同栽培技术措施核桃嫁接植株生长量统计比较以及总增长量与对照比较见表 1、表 2 和表 3 所示。

表 1 不同栽培技术措施核桃嫁接植株生长量统计

Tab. 1 Growth of walnut grafting by different cultivation techniques

时间	措施	地径/ cm	株高/ cm	接穗/ 个	芽/ 个	枝个 数/ 个	枝长 度/ cm	枝粗 度/ cm	树冠/ m ²
4. 11	I	2. 55	35. 50	1. 00	1. 20	1. 00	4. 20		
	II	2. 88	30. 50	1. 00	1. 00	1. 00	1. 88		
	III	2. 72	34. 54	1. 00	1. 20	1. 00	3. 04		
	IV	3. 07	38. 88	1. 00	1. 00	1. 00	4. 18		
	0	2. 55	29. 40	1. 00	1. 00	1. 00	3. 20		
5. 22	I	2. 64	53. 00	1. 00	1. 30	1. 33	26. 13	0. 38	
	II	2. 88	32. 00	1. 00	1. 00	1. 00	11. 00	0. 40	
	III	2. 78	36. 00	1. 00	1. 30	1. 00	13. 00	0. 60	
	IV	3. 20	91. 75	1. 00	1. 00	2. 50	22. 20	0. 70	
	0	2. 07	32. 00	1. 00	1. 00	1. 00	12. 00	0. 30	
6. 28	I	2. 93	87. 00	1. 00	6. 20	2. 40	48. 25	0. 91	
	II	2. 99	116. 50	1. 00	38. 80	3. 20	75. 91	1. 18	
	III	2. 90	77. 00	1. 00	14. 00	2. 00	24. 30	1. 06	
	IV	3. 47	156. 40	1. 00	28. 60	3. 60	87. 89	1. 32	
	0	2. 58	37. 20	1. 00	10. 00	1. 40	30. 67	0. 84	
7. 27	I	3. 08	105. 60	1. 00	35. 00	2. 60	66. 75	1. 47	
	II	3. 09	134. 80	1. 00	52. 60	3. 20	93. 69	1. 76	
	III	2. 99	85. 20	1. 00	21. 00	2. 20	43. 88	1. 31	
	IV	3. 64	172. 00	1. 00	43. 40	3. 60	105. 83	2. 00	
	0	2. 60	57. 80	1. 00	14. 00	1. 40	40. 43	1. 44	
8. 08	I	3. 31	104. 60	1. 00	36. 00	2. 60	71. 23	1. 55	1. 13
	II	3. 29	139. 80	1. 00	53. 00	3. 20	92. 25	1. 97	2. 41
	III	3. 07	88. 00	1. 00	26. 40	2. 40	46. 58	1. 60	0. 75
	IV	3. 68	178. 20	1. 00	63. 60	3. 60	107. 00	2. 04	3. 19
	0	2. 40	56. 40	1. 00	15. 00	1. 60	29. 63	1. 20	0. 46
8. 23	I	3. 45	107. 60	1. 00	41. 00	2. 60	71. 15	1. 53	1. 26
	II	3. 34	137. 40	1. 00	53. 00	3. 20	93. 75	2. 13	2. 35
	III	3. 12	90. 00	1. 00	27. 80	2. 40	69. 46	1. 64	1. 34
	IV	3. 90	183. 80	1. 00	66. 40	3. 60	106. 83	2. 18	3. 80
	0	2. 70	58. 60	1. 00	16. 00	1. 80	40. 83	1. 44	0. 46
12. 06	I	3. 35	108. 60	1. 00	42. 00	2. 60	71. 38	1. 73	
	II	3. 60	137. 40	1. 00	55. 00	3. 20	94. 79	1. 58	
	III	3. 44	92. 40	1. 00	28. 00	2. 40	69. 64	1. 84	
	IV	4. 00	186. 40	1. 00	75. 80	3. 60	107. 06	2. 55	
	0	2. 90	59. 82	1. 00	17. 00	1. 80	40. 92	1. 45	

注: I 代表不浇水, II 代表不翻耕, III 代表不施肥, IV 代表全技术, 0 代表对照。

表 2 不同栽培技术措施核桃嫁接植株生长量统计比较

Tab. 2 Comparison of the growth of walnut grafting by different cultivation techniques

指标	措施	地径/ cm	株高/ cm	芽/ 个	枝个 数/ 个	枝长 度/ cm	枝粗 度/ cm
总增长量相 比较	I	0. 45	42. 68	24. 80	0. 80	29. 46	0. 28
	II	0. 37	76. 48	38. 00	1. 40	55. 19	0. 13
	III	0. 37	27. 44	10. 80	0. 60	28. 88	0. 39
	IV	0. 58	117. 1	58. 80	1. 80	65. 16	1. 10
	0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00
月均增长 量相比较	I	0. 06	5. 34	3. 10	0. 10	3. 68	0. 04
	II	0. 05	9. 56	4. 75	0. 18	6. 89	0. 02
	III	0. 05	3. 43	1. 35	0. 08	3. 61	0. 05
	IV	0. 08	14. 64	7. 35	0. 23	8. 14	0. 14
	0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00

表 3 不同栽培技术措施核桃嫁接植株总增长量与对照比较

Tab. 3 Comparison of the growth between the grafting and the control by different cultivation techniques

指标	地径/ %	株高/ %	芽/ %	枝个数/ %	枝长度/ %	枝粗度/ %
I	39. 13	41. 23	43. 66	33. 33	28. 08	8. 81
II	34. 58	55. 69	54. 29	46. 67	42. 25	4. 29
III	34. 58	31. 08	25. 23	27. 27	27. 68	11. 85
IV	45. 31	65. 81	64. 76	52. 94	46. 34	27. 50
0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00

由表 1、表 2 和表 3 可知:全技术的核桃植株增长量和月均增长量均为最好,与对照相比,除枝粗度(总增长量比对照多 1. 10 cm,月增长量比对照多 0. 14 cm)以外,其余指标总增长量均大于 45. 31%;在所有的技术措施中,不施肥的核桃植株相比其他的技术措施中,2/3 的指标(芽、发枝个数、枝长度和枝粗度)增长均未超过对照值的 30%(分别为 25. 23%、27. 27%、27. 68%、11. 85%),且所有指标均处于最小值;其次是不浇水的核桃嫁接植株枝,长度和枝粗增长均未超过对照值的 30%(分别为 28. 08%、8. 81%)。

2. 2. 2 不同栽培技术措施对核桃嫁接植株生长量影响统计

不同时间段(4—5 月,5—6 月,6—7 月,7—8 月,8—12 月)分别不同栽培技术措施核桃嫁接植株生长量统计结果见图 2—图 6 所示。

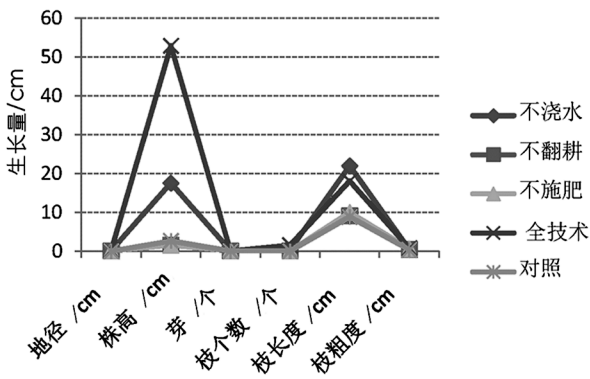


图 2 4—5 月份核桃嫁接植株月均生长量统计
Fig. 2 Monthly growth of walnut grafting from April to May

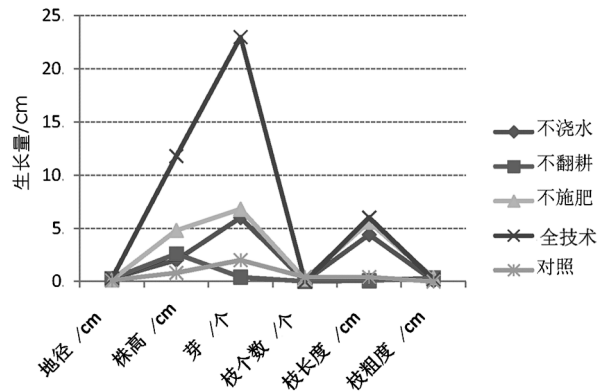


图 5 7—8 月份核桃嫁接植株月均生长量统计
Fig. 5 Monthly growth of walnut grafting from July to August

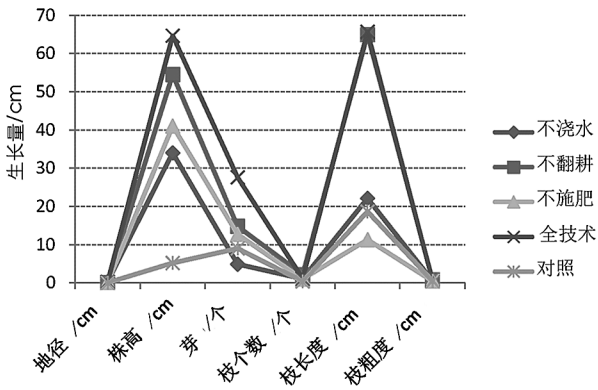


图 3 5—6 月份核桃嫁接植株月均生长量统计
Fig. 3 Monthly growth of walnut grafting from May to June

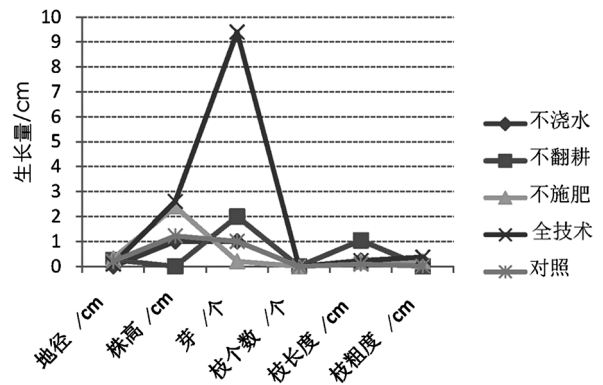


图 6 8—12 月份核桃嫁接植株月均生长量统计
Fig. 6 Monthly growth of walnut grafting from August to December

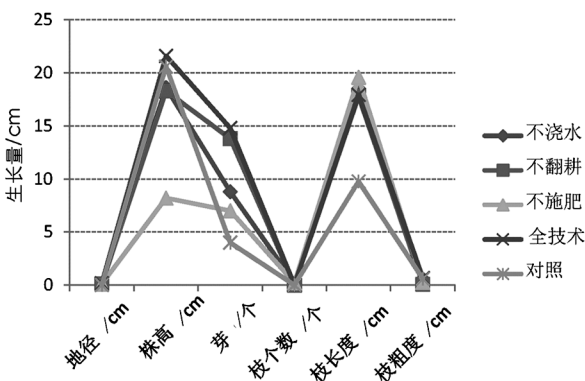


图 4 6—7 月份核桃嫁接植株月均生长量统计
Fig. 4 Monthly growth of walnut grafting from June to July

由图 2、图 3、图 4、图 5、图 6 可知,每个时间段中,全技术的株高和枝长度等生长量变化趋势均最为显著,说明栽培技术的实施对生长量具有重要影响。

3 结论与讨论

3.1 不同栽培技术措施对核桃嫁接植株嫁接成活率的影响

全技术(71.10%)的核桃嫁接植株成活率比对照组提高 18.5%,不施肥的嫁接成活率为 68.20%,比对照组提高 13.7%,不翻耕嫁接成活率为 65.00%,比对照组提高 8.33%,不浇水的嫁接成活率为 62.00%,比对照组提高 3.33%。

3.2 不同栽培技术措施对核桃嫁接植株生长量的影响

全技术的生长量和月均增长量均为最好,与对照相比,除枝粗度以外,其余指标总增长量均大于 45.31%;不施肥的核桃嫁接植株相比其他栽培技术措施,2/3 的指标(芽、发枝个数、枝长度和枝粗度)增长均未超过对照值的 30%,且所有指标均处于最小值;其次是不浇水的核桃嫁接植株,有 2 项指标

(枝长度和枝粗)增长均未超过对照值的 30% (分别为 28.08%、8.81%)。

综上所述,通过 4—12 月份的观察统计及分析,栽培技术的实施对核桃嫁接植株成活率和生长量均具有重要影响,无论嫁接成活率或生长量,全技术均是最好的;嫁接成活率显示,浇水措施影响最大,其次影响较大的是翻耕和施肥栽培技术措施;核桃嫁接植株生长量显示,施肥措施影响因素最大,其次为浇水措施,翻耕措施影响最小。因此,在核桃的栽培管理中,重视施肥和浇水这 2 项关键措施可达到事半功倍的效果。

参考文献:

- [1] 郗庭荣,张毅萍. 中国核桃[M]. 北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 吕永来. 2014 年全国各省(区、市)干果及其中核桃、板栗、枣及柿子产量完成情况分析[J]. 中国林业产业, 2015(10):18-21.
- [3] 王淑娟. 云南·昆明核桃博览会举行[N]. 云南日报, 2017-11-10.
- [4] 廖兴阳. 昆明或成我省千亿核桃产业核心区[N]. 昆明日报,2017-7-5.
- [5] 翟梅枝,高绍棠,王晓斌,等. 核桃露地嫁接试验研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(3):41-45.
- [6] 孙静双,臧站稳,张兴词. 影响核桃芽接成活率的 4 个因子试验研究[J]. 中国园艺文摘,2012(3):24-25.
- [7] 李浩波,陈虎明,樊伟,等. 影响核桃芽接成活率的制约因子及其有效控制研究[J]. 西北林学院学报,2002,17(3):22-25.
- [8] 赵平,文彦,赵嗣胜. 核桃芽接技术[J]. 林业科技通讯,2000(4):35.
- [9] 孙阳. 不同嫁接时期温度对核桃芽接成活率和生长量影响的研究[J]. 山东农业科学,2016,48(5):52-54.
- [10] 秦秀兰,甘雨. 昆明特色经济林种植技术[M]. 昆明:云南民族出版社,2017.
- [12] 何东进,洪伟,吴承祯. 杉木混农模式综合评价方法的研究[J]. 林业科学, 2001, 37(s1):189-193.
- [13] 陈清山,张海燕,吴庆敏,等. 前茬林分密度对 2 代 4 年生杉木林生长的影响[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(3):202-205.
- [14] 徐凤兰,魏坦. 杉木泡桐混交幼林地土壤的物理性质[J]. 浙江农林大学学报, 2000, 17(3):285-288.
- [15] 杨玉盛,李振问,邹双全,等. 杉木—山苍子套种模式土壤物理性质和短期收益的研究[J]. 福建林学院学报,1991, 11(3):241-248.
- [16] 杨玉盛,李振问,俞新妥,等. 杉木—油桐—仙人草复合经营的土壤结构特性与水分性质的研究[J]. 南京林业大学学报,1993, 17(3):75-79.
- [17] 陈爱玲,陈青山,蔡丽萍. 杉木建柏混交林土壤肥力的研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2001, 25(3):43-46.
- [18] 杨玉盛,王启其,邹双全,等. 杉木油桐仙人草复合经营模式生物量的研究[J]. 福建林学院学报,1996,16(3):200-204.
- [19] 林文荣. 杉木林地套种砂仁提高果实产量的研究[J]. 福建林业科技, 2002, 29(z1):14-16.
- [20] 刘晓鹰,王光淡. 杉木、柳杉与黄连间作的初步研究[J]. 生态学杂志,1991, 10(4):30-34.
- [21] 王清奎,汪思龙,冯宗炜,等. 杉木人工林土壤有机质研究[J]. 应用生态学报,2004,15(10):1947-1952.
- [22] 蔡丽平,陈光水,谢锦升,等. 杉木、油桐、仙人草复合模式的根际土壤肥力[J]. 东北林业大学学报,2001, 29(2):51-54.
- [23] 蔡丽平,谢锦升,陈光水,等. 杉木、油桐、仙人草复合经营模式营养元素分配[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29(1):21-25.
- [24] 杨玉盛,李振问,邹双全,等. 杉木—油桐—仙人草复合系统土壤生物学活性的研究[J]. 福建林学院学报 1994, 14(1):6-10.

(上接第 113 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.027

近自然森林经营的先进模式——流域经营

王 辉 穆 蕾 丁 万 林

(河北省木兰围场国有林场管理局,河北 围场 068450)

摘要:20 世纪 80—90 年代,随着可持续理论的高速发展,注重从宏观大尺度角度研究森林经营的可持续性,流域经营等概念应运而生。流域经营以近自然育林理念为指导思想,主张模仿自然规律,强调依托自然条件,重视借用自然力,是一种缓和的育林方法。时至今日,近自然育林理念已成为森林经营的主导理念,培育功能完备的多功能森林成为森林经营的主要目标。流域经营作为其中的一个重要模式,强调森林生态系统是一个整体,采用综合经营模式,能有效降低生产成本。

关键词:近自然森林经营;流域经营;近自然育林;森林生态系统;整体功能;综合经营模式

中图分类号:S759.82;S723.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0119-04

Watershed Management——Advanced Mode of Close-to-Nature Forest Management

WANG Hui, MU Lei, DING Wanlin

(Mulanweichang National Forestry Administration of Heibei Province, Weichang, Hebei 068450, China)

Abstract: With the rapid development of sustainable theory, the concept of sustainable forest management and watershed management came into being from the macro-perspective in the 1980s and 1990s. Based on the guiding concept of close-to-nature afforestation, the watershed management which advocated to imitate natural law, emphasized to rely on natural conditions and focus on utilizing natural force was the gentle method of afforestation. With the main goal of cultivating multi-functional forests, the concept of forest management was dominated by the close-to-nature afforestation. As one of the important modes, the watershed management emphasized the wholeness of forest ecosystem and adopted the comprehensive management mode to effectively reduce the production cost.

Key words: close-to-nature forest management; watershed management; close-to-nature afforestation; forest ecosystem; overall function; management mode

纵观国内外林业发展历史不难发现,全世界的林业大致经历了“资源商品化”、“木材生产集约化”及“多功能目标持续化”3 个阶段。前期为了发展而过度砍伐森林,过于追求木材生产,大量消耗资源,忽略资源再生和持续发展,造成资源枯竭,林产

品供应难以为继。面对木材紧缺的局面,后期大量经营速生人工林,将生产木材作为森林经营的唯一目标,从而忽略其本身的其他功能,诸如生态、社会效益,这样不但没能解决木材生产持续性的问题,同时也造成了生态功能的衰退。在这种情况下,多功

收稿日期:2018-03-12.

基金项目:河北省林业科学技术研究项目“木兰林区森林流域经营关键技术研究”(1305448).

作者简介:王 辉(1982-),男,河北围场人,硕士,工程师.主要从事森林经营管理工作.

能目标持续发展理论应运而生。该理论充分强调经济、生态和社会等多种功能的持续性,摒弃了木材生产单一化的极端做法;森林是一个生态系统,其本身的生存和发展有自我的规律和特点,人类的过多干预如果超出了森林生态系统本身的承受范围,将造成系统的紊乱,严重限制各种功能的正常发挥。1898年,德国林业科学家 Gayor 首次提出了“遵照森林自然发展规律从事森林经营”的近自然育林经营理念,认为人们应该尊重自然发展规律,通过遵循、利用自然规律,发挥森林的多种功能,实现持续发展。随后,各国林业专家都相继提出了与近自然育林相类似的经营理念。时至今日,近自然育林理念已成为森林经营的主导理念,培育功能完备的多功能森林成为森林经营的主要目标^[1-3]。

十八大以来,国家高度重视生态建设,先后通过加强公益林管理、实施天保工程、精准提升森林质量等措施强化森林生态功能,生态防护作为森林生态系统的主要功能之一被提到了最重要的位置。近自然育林理念,强调通过缓和、渐进的方式培育健康、稳定的森林,实现森林功能的最大化、持续化和稳定化。流域经营作为将近自然育林理念落实到山间地块的重要推进模式之一,强调以流域尺度的视角经营森林,避免小范围、小面积的局限性和零碎性,通过“整体规划、综合设计、因林施策、集中作业”,充分发挥森林生态系统的整体功能。

1 流域经营的指导思想——近自然育林理念

近自然育林理念就是模仿自然规律、依托自然条件、借助自然力量、辅以少量人为干预,加速森林发育,缩短森林向顶级群落演替的进程,培育接近自然又优于自然、结构稳定、功能完备、质量优良的可持续森林的经营理念。

1.1 近自然育林主张模仿自然规律

植物群落在长期的自然演化过程中形成了特定的发展规律,如群落演替规律、森林发育规律、树木生长规律等。森林的生长发育是一个长期、缓慢的过程,而人类经营活动的初衷是在遵循自然规律的前提下,缩短发育进程。人类只有遵循森林的生长发育规律,按规律办事,才能实现经营森林的目标,违背自然规律,就破坏了森林的自然结构,破坏了森林赖以生存、发展的基础,不但推动不了发育进程,反而会导致逆向演替。近自然林业理论认为,森林结构越是接近自然,各树种个体间的关系就越和谐,与外部环境也就越适应,其功能发挥也就越充分。

当森林达到一定的发展阶段,许多立地也会呈现出自然现象^[4,5]。

1.2 近自然育林强调依托自然条件

自然条件是森林发育的客观基础条件,对森林生长发育、功能发挥等起着关键作用。森林也会反作用于自然条件,通过光合作用、物质交换等生物作用反补于自然。充分利用现有的自然条件,最大限度地发挥自然条件的正能量,能有效提高育林效率。

1.3 近自然育林重视借用自然力

在没有人力干扰情况下,森林也能自我生长发育,只不过这个过程是曲折、缓慢的。推动这个过程不断发展的力量被称为自然力,如自然生长力、自然竞争力、天然更新力等。树木通过自然生长,逐步从幼龄向成熟发展;通过个体间的相互竞争实现优胜劣汰,从而达到群落演替的目的;通过天然更新力实现自我延续。近自然育林充分利用这些自然力,在人为干预帮助下,放大自然力的作用,有效提高育林效率、降低人力投入。邵青还强调近自然林业理论基于利用森林的自然动力,也就是生态机制^[4]。

1.4 近自然育林是一种缓和的育林方法

森林在长期的发育过程中,已经形成了相对稳定的结构,如果人类的经营活动严重破坏森林的结构,导致环境巨变,各组成因素不能尽快适应变化后的环境,则容易造成系统不稳、功能失调。反之,如果人类的经营活动以现有的自然条件为依托,通过缓和、有序地调整,逐步实现培育森林的目的,就能达到事半功倍的效果。

近自然育林的基本原则:1) 培育树种优先选择乡土树种或至少是适应立地条件的树种;2) 建立生态稳定和生物多样性丰富的森林结构;3) 充分利用森林的自我调控机制,利用自然力量。

近自然森林本质特点就是营林措施近自然化,“模拟自然、推动发育”是其经营理念的核心要义。通过近自然育林的方式培育森林,最终将现有的人工林、天然次生林转化为结构稳定、林分健康、功能多样、可持续经营的永久性异龄复层混交森林^[6-8]。

2 国内外近自然森林流域经营现状

国内外对“流域治理”的研究很多,受自然条件和社会经济发展状况差异的影响,研究的侧重点各不相同。绝大多数研究内容均以水利建设为主线结合周边植被管理及工程管理,强调通过衔接与协调景观区域内各组成斑块的建设与功能,从而达到保持水土、保护环境的目的。

近自然森林流域经营明显区别于流域治理。流域治理属于被动的治理范畴,而近自然森林流域经营属于森林经营的范畴,是森林经营的布局模式之一,是以森林为主要载体,通过积极主动地在流域尺度实施合理的经营活动,从而更好地发挥森林生态系统各种功能,当然也包括生态功能的提高。

世界各国惯用块状经营手段,将森林按一定的立地、种类、特性等主观地划分为不同的对象,以便于按林定措,即以小班为单位实施经营。在制定经营措施时,把每个小班看作与任何其他小班相互分离而独立存在的个体,甚至是相邻的个体,也独立区别对待^[9]。然而,森林的分布和发展却存在普遍的流域性,这是由森林的地带性生物学特征所决定的,人为主观的区划,在一定程度上制约了从整体视角观察森林,从而造成了森林管护和经营的局限性。

日本在1951年制定的第三部森林法以及在1954年制定的防护林建设临时措施法中就非常明确地指出:对于林业经营管理中制定的各种计划都应在“按流域规模确立的范围内实施”。这一基本思想,一直延伸到后期森林的区划、森林设计的单位等方面。直到1991年,以森林流域为基础的管理体系在日本基本完善,将全国所有森林划分为150多个流域,并在后期修改林业法时,将流域管理模式作为指导思想,继续沿用以流域为单位的林业单元模式。时至今日,日本的林业管理模式仍旧沿用着以流域为基本单位,在流域内民有林、国有林密切合作,综合林业、林产工业等各方面的管理,全面地开展森林建设^[10-13]。其他国外专家,诸如Franklin和Egan也较早呼吁应该把更宽的空间尺度与更长的时间尺度作为现代森林生态系统管理的特征之一,包括注重景观水平的趋势和条件,避免破碎化,保护管理活动周边的水系,重视问题解决的整体性协调,考虑后代的需求,协调政治、法规、文化等^[14-15]。

国内对于森林经营尺度的研究很早就开始了。20世纪80—90年代,随着可持续理论的高速发展,很多学者注重从宏观角度、大尺度来研究森林经营的可持续性,景观、流域经营等概念应运而生。1993年,许慧在其《景观生态学理论与应用》中就提出森林格局变化对水文、沉积物产生、野生动物和河流生境产生了累积效应,森林管理中的主要问题越来越集中到景观尺度上。因此,随着景观生态学以及相关生态规划的兴起,景观越来越多地被作为一个整体单位来思考、研究和管理,构成对可持续发展的环境进行规划和管理的适宜空间尺度^[16]。杨礼旦

则认为,由于可持续发展经营存在地域差异性,评价森林可持续性以流域面积为单元较为适宜。这是因为森林抚育作业在一定时期内会对周边区域构成较大地影响,随着响应传导和时间推移,有可能会对较远区域形成影响,直至整个流域。其次,自然资源分布本身就具备很高的地带性,往往以山脊线形成不同异质区域^[17]。谢剑斌在2005年同样也提出以小班为单元的块状经营在时空尺度选择上的特征及其局限性,并指出为实现森林可持续经营与发展,应引进新的尺度观念,扩展森林经营单元的基本时空尺度。王厚祥指出,要想促进森林资源的良好发展,必须选择合适的时空尺度,以突破原有块状经营的局限性;景观尺度以及流域区作为森林经营单元,对促进森林可持续经营起着重要作用^[18]。张旭峰等从经济学视角较为全面地分析了构建近自然全流域森林经营模式的软驱动力,从分析结果来看,构建近自然全流域森林经营模式是宏观市场、政治形势共同驱动的必然结果^[19]。

3 近自然森林流域经营的先进性

时至今日,我国的森林经营还在沿用以小班为单元的传统经营模式,虽然便于操作,特别是对于以森林采伐为主要作业手段的经营方式有很好的便利性,但在发挥森林多种功能尤其是生态功能方面存在明显不足^[9]。1)森林生态系统是一个有机整体,是多元素有机结合的复杂体系,如果将每个小班分割开来作为一个独立的角色去对待,很容易忽略其在整个系统中所扮演的角色,不利于其功能的发挥,进而影响整个系统的效益。2)以立地、树种或其他因素的差异而划分不同的小班,将整个系统零碎化,经营中根据每个小班的情况落实经营措施,极易形成经营盲区。某些小班因为其面积较小或林分质量较次,在日常管理中由于不是经营重点而容易被遗漏。还有一些如坡脚、沟塘等生态治理的重点往往被遗弃。3)小班区划注重相邻地块林分因子的差异,缺乏全面生态观,容易形成经营视角的局限性和经营行为的短期化。

“流域经营”生产布局模式即把流域(通俗讲就是两坡加一沟,以山脊线为分界线形成的一个汇水面)作为一个大的作业单元,按照“整体经营、综合设计、集中作业”的思路进行经营^[20]。经营中,首先将每个小班作为流域的组成角色来考虑,经营措施的制定不但要考虑小班本身的需求,而且更加注重作为系统一份子,怎么才能更加促进系统整体功能

的发挥。

3.1 流域经营强调森林生态系统是一个整体

森林生态系统是一个复杂、多元的综合系统,其多种功能的发挥依赖于各种元素共同作用的结果,单纯地经营好某一个或几个要素并不能充分发挥生态系统的整体功能。流域经营强调,组成森林生态系统的每一个要素都是森林经营对象,不能顾此失彼。通过整体经营确保森林生态系统完整性,维持森林生态系统的格局和过程,保护生物多样性^[21]。以木材生产为主的小班经营是人类为满足自身愿望而孤立封闭森林生态系统,而森林可持续经营则是把森林生态系统作为一个开放系统,放在区域乃至全球的自然生态系统之中,通过对区域森林生态系统的管理,使森林发展满足人们的需求^[22]。

3.2 流域经营采用综合经营模式

流域经营以近自然育林理念为指导,提倡经营技术的实施充分结合林分实际、立地条件和经营目标。在小班区划的基础上,对流域内的所有小班,根据不同林分的质量、发展阶段、立地条件和经营目标确定适宜的经营措施,即“宜造则造、宜抚则抚、宜转则转、宜封则封”,通过综合运用各种经营方式,达到每个小班的的经营目的,进而促进整个流域的良性发展。在经营小班的基础上,合理配置整个流域的树种结构,充分实现整个流域系统的完整性、协调性、功能发挥充分性。因而,对整个流域来说,经营技术是灵活、多样、相互取长补短的^[20,23]。

3.3 有效降低生产成本

由于综合设计和集中作业的实施,实现流域经营的一次性全覆盖,有效降低了生产经营成本,大幅提高了经营效率。原有小班区划经营要完成一个流域的抚育作业需要分多年、多次进行,每次作业都要清理作业道,设置工棚、楞场,雇佣工人等,重复工作造成了很大的经济浪费。流域经营一次性全覆盖,每项作业只需进行一次,节约了成本。同时,因为整个流域集中作业,任务量大,劳动力需求大,便于雇佣长期、专业的育林工人,提高了工作效率和质量。整个流域的集中作业可以有效避免隐形地带(不起眼的坡脚、沟塘、林隙等)的遗漏和疏忽,有利于整个流域整体功能的发挥^[23]。

总而言之,以近自然育林理念为指导的流域经营模式已成为森林经营的重要布局模式,是推动森林生态系统健康、良性、可持续发展的有力保障。

参考文献:

[1] 章异平,徐军亮,康慕道,等. 近自然林业的研究进展

[J]. 水土保持研究,2007,14(3):214-217.

- [2] 邵青还. 接近自然的林业——技术政策和技术路线[J]. 世界林业研究,1993,6(3):63-72.
- [3] 许新桥. 近自然林业理论概述[J]. 世界林业研究,2006,19(1):10-13.
- [4] 邵青还. 对近自然林业理论的诠释和对我国林业建设的几项建议[J]. 世界林业研究,2003,16(6):1-5.
- [5] 许新桥. 近自然林业理论评价[J]. 林业经济,2006(2):24-32.
- [6] 李春晖. 浅谈近自然林业[J]. 中南林业调查规划,2001,20(1):49-51.
- [7] 史宇. 谈近自然林业理论[J]. 现代农业科技,2008(20):88-89.
- [8] 杨梅,黄晓露. 引入近自然林业理念 促进森林培育学科的发展[J]. 广西农业科学,2010,41(5):508-510.
- [9] THOMAS R C (陶大立译). 景观生态学与森林经营[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,2000:100-102.
- [10] 龟下英次郎(日). 关于推行林业流域性区划改革的问题[J]. 中国林副特产,1996,37(2):63-65.
- [11] 吴惠仙. 日本的森林流域管理体系概要[J]. 中南林业调查规划,1995,51(1):61-62.
- [12] 常新东. 日本森林流域管理体系[J]. 世界林业研究,1997(3):77-78.
- [13] 肖胜. 试论日本的森林流域管理体系[J]. 林业勘察设计,2007(1):106-110.
- [14] EGAN A F, WALDRON K, RASCHKA J, et al. Ecosystem management in the northeast [J]. Journal of Forestry, 1999,97(9):24-29.
- [15] FRANKLIN J F. Ecological science: a conceptual basis for FEMAT[J]. Journal of Forestry, 1994,92(4):50-56.
- [16] 许慧,王家骥. 景观生态学理论与应用[M]. 北京:中国环境科学出版社,1993:163-164,252-262.
- [17] 杨礼旦,陈应平. 初论森林可持续经营的概念、内涵和特征[J]. 林业科学,1999,35(2):118-123.
- [18] 王厚祥. 试论森林可持续经营单元的尺度[J]. 绿色科技,2013(7):30-31.
- [19] 张旭峰,吴水荣,王林龙,等. 基于经济学视角的现代森林经营模式驱动力分析[J]. 林业经济,2017(10):66-70.
- [20] 蒋玉超. 谈森林流域管理措施之一封山育林[J]. 内蒙古林业调查设计,2012,35(2):27-31.
- [21] 郑景明,罗菊春,曾德慧,等. 森林生态系统管理的研究进展[J]. 北京林业大学学报,2002,24(3):103-109.
- [22] 侯元兆. 林业可持续发展和森林可持续经营的框架理论(下)[J]. 世界林业研究,2003,16(2):1-6.
- [23] 兰倩,吴水荣,邬可义,等. 近自然小流域森林经营理论与实践[J]. 世界林业研究,2016,29(2):7-11.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.028

玉溪市核桃栽培区划研究初报

蒋志东¹ 李文明² 姚家平³ 普永生⁴ 陈娟¹

(1. 玉溪市林业科技推广站, 云南 玉溪 653100; 2. 新平县林业科技推广站, 云南 新平 653100;
3. 华宁县林业科技推广站, 云南 华宁 653100; 4. 峨山县营林站, 云南 峨山 653100)

摘要:根据《云南省核桃栽培区划研究工作与调查方案》,于 2015—2016 年在云南省玉溪市选取新平、华宁、峨山 3 个县 11 个乡镇(镇、街道办)具有代表性的 142 株核桃标准树开展栽培区划研究。初步结果表明,玉溪市核桃主要栽培品种为华宁大白壳核桃、大砂壳核桃等,现有核桃面积 10.21 万 hm^2 ,其中投产 1.85 万 hm^2 ,产量 866.47 万 kg,产值 204 亿元。核桃产量影响因素分析结果表明,海拔、坡向、土壤条件、品种、树龄、管理水平、病虫害、霜冻灾害等均对核桃产量有显著影响,海拔 1 700~2 100 m 地段为核桃最适宜栽培区。

关键词:核桃;栽培区划;产业发展;品种资源;核桃产量;影响因素;适宜栽培区;玉溪市

中图分类号:S792.13;S725.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0123-06

Preliminary Study on Cultivating Regionalization of Walnut in Yuxi City

JIANG Zhidong¹, LI Wenming², YAO Jiaping³, PU Yongsheng⁴, CHEN Juan¹

(1. Forestry Science and Technology Extension Station of Yuxi City, Yuxi, Yunnan 653100, China;
2. Forestry Science and Technology Extension Station of Xinping County, Xinping, Yunnan 653100, China;
3. Forestry Science and Technology Extension Station of Huaning County, Huaning, Yunnan 653100, China;
4. Forestry Science and Technology Extension Station of Eshan County, Eshan, Yunnan 653100, China)

Abstract: According to the *Research and Survey Plan of Walnut Cultivating Regionalization in Yunnan Province*, the representative 142 walnut standard trees in 11 townships (towns, subdistrict offices) of Xinping, Huaning, Eshan were selected from 2015 to 2016. The preliminary results showed that the main cultivated varieties in Yuxi City were *Juglans sigillata* “Huaningbaike” and “Dashake” and the existing cultivated area was 102 100 hm^2 which included the production of 18 500 hm^2 , the yield of 8.664 7 million kg, the output value of 20.4 billion yuan. Altitude, slope direction, soil condition, varieties, tree age, management level, insect damage and frost disaster had significant effects on walnut production, such as the altitude of 1 700~2 100 m was the most suitable cultivation area for walnut.

Key words: walnut; cultivating regionalization; industry development; variety resources; walnut yield; influence factor; suitable cultivation area; Yuxi City

玉溪市作为云南省核桃自然分布区域,品种资源丰富,有记载的栽培历史 700 多年,核桃产业已成

为山区广大农民增收致富的重要来源。开展核桃栽培区划研究,系统调查评估玉溪境内核桃的栽培环

收稿日期:2017-12-05.

基金项目:中央财政林业科技推广示范资金项目([2017]TG15号).

作者简介:蒋志东(1965-),男,云南江川人,正高级工程师.主要从事林业技术推广工作. Email:1969440369@qq.com

境特征、品种特征,栽培技术特点及效益潜力,将对调整核桃产业规划,优化种植布局,挖掘品种增产增收潜能,纠正核桃种植中出现的选地、选品种失误等重大问题,推进核桃产业低风险、高效益发展具有指导作用。

1 研究内容

1.1 核桃栽培区自然经济条件调查与评价

调查评估玉溪市不同核桃栽培区地形、地貌,立地条件,光热水条件,灾害性气候等对核桃生长结果及产量质量的影响,以及人口、劳力、民族、经济水平、科技意识等对核桃经营管理的影响。

1.2 核桃品种资源特征及气候适应性调查与评价

调查不同核桃栽培区主要核桃品种资源生物学、生态学、生长结果特性及坚果品质特征,评估其不同区域特定气候环境下栽培适应性及经济效益。

1.3 核桃栽培综合分区

综合考虑不同区域发展核桃的自然及社会经济条件差异,核桃品种资源对生态环境的基本要求,不同核桃品种对栽培环境的适应性及特殊要求,极端气温、倒春寒(晚霜)等灾害性气候对核桃栽培的影响等,采用合理分区方法,对核桃进行栽培分区,并分区阐述地貌、气候特点,栽培环境与品种选择,栽培管理技术要点,栽培产量及效益预测等。

2 主要调查内容

2.1 自然条件与社会经济状况

收集地方志、农业区划、国土资源、气象、统计年鉴、统计公报等资料,综述地貌、气候(含气象灾害)、水文、土地资源、森林资源、人口、民族、经济发展等情况。

2.2 核桃产业发展现状

概述核桃产业发展历史,品种资源情况,主要品种发展面积及产量(1995年前面积及产量,近5年、10年、20年发展面积),产品销售与加工情况,制约产业发展的主要问题等。

2.3 主要品种资源栽培表现情况典型调查

2.3.1 重点调查乡的选择

按国土面积大小,每重点县选择3~5个重点调查乡。其中国土面积2 500 km²以下的选择3个以上重点乡;国土面积2 500~4 000 km²的选择4个以上重点乡;国土面积4 000 km²以上的选择5个

重点乡。主要从以下3个因素来综合考虑选择重点调查乡。

1) 县域发展重点。核桃产业重点发展乡,大树、古树核桃资源分布相对较多、较丰富。

2) 立地生境。能较好地体现县域气候特征及其在海拔、温度、光照、降雨量等重要气象指标上的差异。

3) 地理位置。分散于县域东、西、南、北、中。

基于以上3方面综合考虑,选择新平县、华宁县、峨山县3个重点县调查。新平县选取平甸、老厂、水塘、者竜、平掌5个乡(镇、街道办)调查。华宁县选取宁州、华溪、盘溪3个乡(镇、街道办)调查。峨山县选取双江、岔河、富良棚3个乡(镇、街道办)调查。

2.3.2 分品种标准树选择

在重点乡,选择丰产、优质核桃树作为调查标准树。分品种调查标准树选择标准及调查数量如下:

漾濞泡核桃、大白壳核桃、大砂壳等主栽品种(每乡3个村或3个点,共10株)。

1) 树龄:主产区20~50 a,引种栽培区10 a以上(树龄尽量大一点);

2) 抗逆性强:多年来丰产、稳产、优质;

3) 生境优:立地条件较好(土层深厚、潮湿、肥沃、疏松等),土肥水管理情况较好。

主要围绕漾濞泡核桃、大白壳核桃、大砂壳核桃等主栽品种开展区划调查。具体选取漾濞泡核桃80株(新平县5个乡镇50株,峨山县3个乡镇30株);大白壳核桃30株(华宁县3个乡镇30株);大砂壳核桃30株(华宁县3个乡镇30株)。

2.3.3 标准树主要调查内容

对标准树调查,主要调查地理位置、立地条件、经营管理、病虫害防治、生长结果、产量与质量、霜冻灾害等情况。

2.3.4 标准树照片与样品采集

每株标准树拍摄照片3张,即树体全景1张,结果状1张,结果枝叶芽状1张;每株标准树采集样品1份,每份1 kg或60粒。对样品要求成熟采集,及时烘干。

3 调查结果

3.1 自然条件

玉溪市位于云南省中部^[1],地处北纬23°19'~24°53'、东经101°16'~103°09'。北接省会昆明市,

西南连普洱市,东南邻红河哈尼族彝族自治州,西北靠楚雄彝族自治州。区域最大横距 172 km,最大纵距 163.5 km,总面积 15 285 km²。市中心城区距昆明 83.6 km。北上通过昆明可直达西南与国内各大中城市,南下经西双版纳州、红河州可通往缅甸、老挝、越南等国。

玉溪市地势西北高,东南低,地形复杂,山地、峡谷、高原、盆地交错分布。主要山脉有西部边缘的哀牢山脉,东部的梁王山脉等。最高峰位于新平县的哀牢山主峰,海拔 3165.9m;最低海拔为元江河谷,海拔 328 m。

玉溪市属亚热带高原季风气候,由于地势高差悬殊,“立体气候”较为明显,大部分地区气候温和,冬无严寒,夏无酷暑,年均温 15.6~23.8℃,年均降水量 792~943 mm。大部分地区海拔在 1 500~1 800 m,属低纬度高原,适宜多种农作物生长,是云南省重点花卉基地之一。

玉溪市境内河流水系发达,主要分属珠江、红河两大水系,由位于峨山中部的总果山和红花区西部的高鲁山相连接构成两大水系分水岭。

玉溪市境内流域面积在 100 km² 以上的主要河流有元江干流、绿汁江、南盘江及曲江等 30 多条,东部地表水系除珠江水系的各支流外,还有高原断陷湖泊抚仙湖、星云湖、杞麓湖和阳宗海。

据 2016 年云南省森林资源规划设计调查^[2],全市森林面积 84.86 万 hm²,森林覆盖率 56.7%,林木绿化率 67.94%,活立木蓄积量 0.56 亿 m³,年森林生态服务功能价值达 340.47 亿元。全市有国家级、省、市、县级自然保护区和森林公园 21 处,总面积 13.79 万 hm²,占国土总面积的 9.23%。境内已知高等植物 227 科 1 081 属 2 394 种,有云南苏铁、银杏、云南红豆杉、水杉等国家 I 级重点保护植物 9 种;国家 II 级重点保护植物 25 种;国家珍贵树种 14 种。有黑冠长臂猿、蜂猴、熊猴等国家一级保护野生动物 19 种;国家二级保护野生动物 53 种;省级重点保护野生动物 5 种;国家保护的有益或有重要经济科学研究价值的陆生野生动物 200 余种。

3.2 社会经济状况

据 2015 年玉溪市统计年鉴^[3],2015 年末全市国民生产总值(GDP)1 244.52 亿元,按总人口计算,人均生产总值 52 812 元(全省排名第二)。其中:第一产业占 10.2%,第二产业 55.0%,第三产业 34.8%。全市城镇居民人均可支配收入 29 631 元,农村居民人均可支配收入 10 977 元。

玉溪市辖 2 区 7 县^[3],即红塔区、江川区,澄江、通海、华宁、易门县,以及峨山、新平、元江 3 个民族自治县。据 2015 年玉溪市统计年鉴,2015 年末全市常住人口为 236.2 万人。其中:乡村人口 125.02 万人,城镇人口 111.18 万人。在总人口中,少数民族人口 74.2 万人,占总人口的 31.4%。

3.3 核桃产业发展现状

3.3.1 产业发展历史

玉溪市广大山区农民自古以来就有种植核桃习俗。据华宁县华溪镇船边寺元代大德六年(公元 1303 年)残碑记载^[4]:“贡品 栗子 核果 粑饼”,核果就指核桃,距 2017 年已有 714 年历史。新平、华宁等地现存多株上百年的核桃古树。由于长期的生产实践积累了丰富的栽培经验,核桃产区的农户和人员基本掌握了核桃采种、育苗、嫁接、栽培、品种改造、管护、采收及初加工等技术,栽培管理技术较成熟。

3.3.2 品种资源情况

玉溪市为云南薄壳核桃自然分布区域之一,品种资源丰富,2007 年仅华宁县核桃办^[4]就在当地收集到了大白壳、沙壳、小沙壳、夹仁、细核桃、鸡蛋皮、娘青、鸡腰子、小马牙、紫瓢等 37 个品种,其中,大白壳核桃作为云南省传统栽培的四大核桃优良品种之一^[4],被列为华南农学院主编的《果树栽培学各论》中核桃的主要优良品种之一。华宁大白壳核桃(云 S-SV-JS-003-2014)、华宁大砂壳核桃(云 S-SV-JS-012-2013)已通过云南省林木品种审定委员会良种审定,被列为中国核桃种质资源^[5]。

据 2015 年玉溪市核桃遗传资源调查,截至 2015 年 11 月 25 日,核桃遗传资源共调查 131 株,送检干果 43 份,涉及深纹核桃(*Juglans sigillata* Dode)、薄壳核桃、泡核桃、夹绵核桃、铁核桃、普通核桃(*Juglans regia* L. 新疆核桃)、野核桃(*Juglans cathayensis*)、美国山核桃(*Carya illinoensis* K. Koch)、美国黑核桃(*Juglans nigra*)等品种(类型)。

3.3.3 产业发展概况

玉溪市虽然有 700 多年的核桃栽培历史,但长期以来,核桃培植方式主要是小规模连片种植和零星种植,资源数量增长慢。“八五”以来,随着“世界银行贷款造林”、“速生丰产用材林基地建设”、“绿色扶贫攻坚”、“退耕还林工程”、“特色经济林建设”等国家、省、市林业重点工程项目的实施,核桃产业得到较快发展,初步形成了以核桃种植为主的第一产业和以核桃初加工(核桃仁、核桃干果、核

桃油)为主的第二产业。

据玉溪市经果站 2015 年 10 月 30 日统计,全市有 69 个乡镇(街道)、476 个村委会(社区)、3383 个村民小组种植核桃,涉及 38.8 万农户、141.1 万农业人口,农民人均收入 158.5 元。玉溪现有核桃面

积 10.21 万 hm^2 ,其中投产 1.85 万 hm^2 ,年产量 866.47 万 kg ,产值 2.24 亿元。1995—2016 年各年份核桃产业发展面积及产量见图 1,核桃平均单产见图 2。

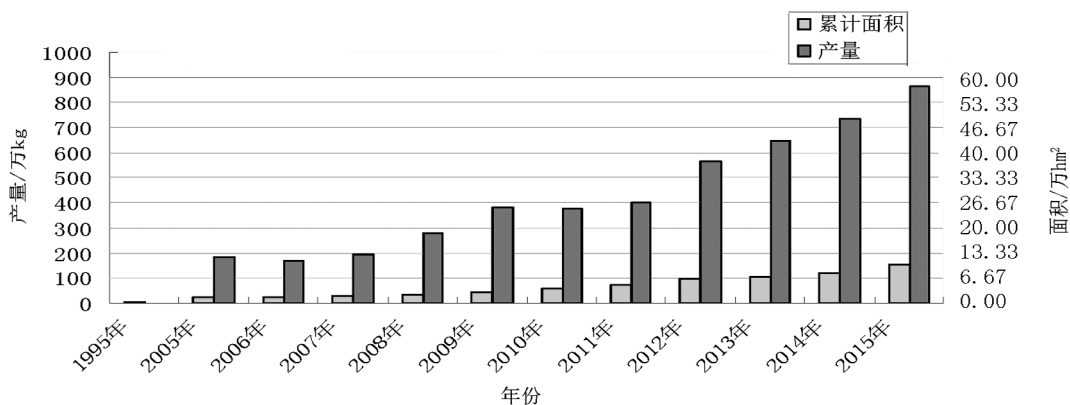


图 1 1995—2016 年玉溪市核桃产业发展面积及产量

Fig. 1 Area and yield of walnut industry in Yuxi from 1995 to 2016

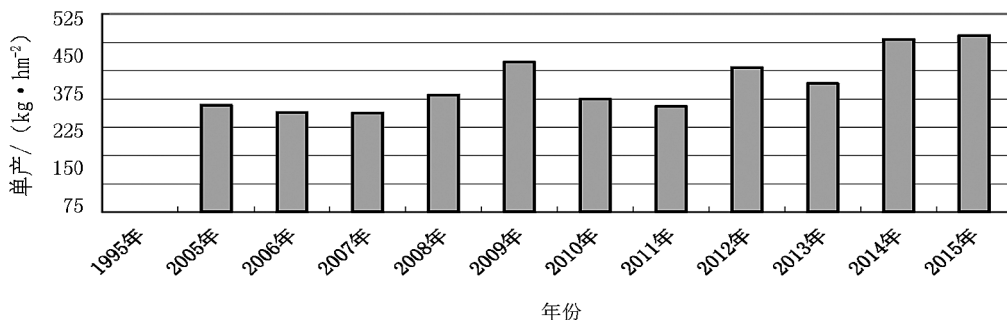


图 2 1995—2016 年玉溪市核桃平均单产

Fig. 2 Average per unit yield of walnut in Yuxi from 1995 to 2016

4 核桃产量影响因素分析

4.1 海拔对核桃产量的影响

对核桃产量与海拔进行方差分析(表 1),结果显示,显著性检验的 P 值大于 0.01,小于 0.05。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,海拔对核桃产量影响存在显著差异。

由于受立体气候条件的影响,生长在不同海拔气候带的同一核桃品种,其产量和质量差异很大。因此,研究气候对核桃产量和质量的影响,可以为选择适宜的海拔气候带发展核桃提供科学依据。海拔 1 700~2 100 m 地段的云南泡核桃,树体高大粗壮,发芽开花早,产量高,成熟早,质量好,是最适宜生长、发育的海拔地带。海拔 2 100 m 以上,气候变得

表 1 海拔与核桃产量的方差分析

Tab. 1 Variance analysis for walnut yield and altitude

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	228731.166	109	2098.451	1.713	0.041
组内	39200.677	32	1225.021		
总数	267931.843	141			

注: * 表示在 5% 的显著性水平下拒绝原假设(下同)。

湿润温凉,核桃树体更高大,发枝率虽高,但结果率偏低,产量显著减少,核桃质量差。海拔低于 1 700 m 地段,由于气候偏热、干燥,核桃树体矮小,长势较弱,发枝差,开花迟,产量小,质量差。调查研究结果表明,玉溪核桃以 1 700~1 900 m 表现最好,核桃树体生长健壮,各项指标都比较理想,说明玉溪市

1 700~1 900 m 海拔地带为核桃最适宜栽培区。

4.2 坡向对核桃产量的影响

对坡向与核桃产量进行方差分析(表 2),结果显示,显著性检验的 P 值小于 0.01。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,不同坡向对核桃产量影响存在极显著差异。

表 2 坡向与核桃产量的方差分析

Tab. 2 Variance analysis for walnut yield and slope direction

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	19540.975	2	9770.488	5.468	0.005
组内	248390.868	139	1786.985		
总数	267931.843	141			

不同坡向之间单株产量有显著差异。分析其原因主要有以下 3 点:1)核桃属于喜光树种,光照充足则生长旺盛,产量高、品质好;2)在阳坡,由于阳光充足,温热条件好,有利于土壤矿质养分和有机质的分解,能够提高土壤肥力;3)核桃树靠风力传粉,阴坡温度湿度大,在一定程度上影响传粉。通过比较分析得出以下结论:不同坡向核桃单株产量有极显著差异,阳坡单株产量最高,阴坡最低,半阳(阴)坡介于两者之间。

4.3 树龄对核桃产量的影响

对树龄与核桃产量进行方差分析(表 3),结果显示,显著性检验的 P 值大于 0.01,小于 0.05。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,树龄对核桃产量影响存在显著差异。

表 3 树龄与核桃产量的方差分析

Tab. 3 Variance analysis for walnut yield and tree age

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	115020.473	46	2500.445	1.553	0.036
组内	152911.370	95	1609.593		
总数	267931.843	141			

随着树龄的增加,核桃产量逐年上升,30 a 左右进入盛果期^[6],50~100 a 达到结果的高峰期,这说明产量随着树龄的增大而增加,80 a 左右趋于高产稳定期。

4.4 土壤条件对核桃产量的影响

对土壤条件与核桃产量进行方差分析(表 4),

结果表明,显著性检验的 P 值较大,不能拒绝组间均值无显著性差异的假设,即不能证明土壤条件对核桃产量有显著影响。也许是受本次研究取样的影响,不能真实地反映客观规律。事实上,土壤条件好,树体高大,果实承载力强,产量高。在土层深厚湿润、地下水位低、排水良好的土壤上^[6],根系发达,树势强,结果多,产量高;在土壤瘠薄,或土壤粘重,或地下水位高的地方,树势弱,结果少,产量低。增加土壤有机质有利于核桃生长发育。

表 4 土壤条件与核桃产量的方差分析

Tab. 4 Variance analysis for walnut yield and soil condition

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	1526.427	2	763.214	0.398	0.672
组内	266405.416	139	1916.586		
总数	267931.843	141			

4.5 管理水平对核桃产量的影响

对管理水平与核桃产量进行方差分析(表 5),结果显示,显著性检验的 P 值小于 0.01。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,管理水平对核桃产量影响存在极显著差异。

表 5 管理水平与核桃产量的方差分析

Tab. 5 Variance analysis for walnut yield and management level

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	23766.085	2	11883.042	6.765	0.002
组内	244165.758	139	1756.588		
总数	267931.843	141			

进行耕作施肥的核桃树长势和产量比不施肥耕作、自然生长的要强得多。经过合理定干整形,主侧枝从属关系明显,枝条能向周围均匀扩展,结实量明显提高。间种能改善核桃林地土壤理化性质,且间种魔芋的效果最好,为核桃林地最佳间种模式;其次是间种蔬菜,为核桃林地比较适宜的间种模式;而间种玉米及茶叶、烤烟则不利于改善核桃林地土壤理化性质。

对 142 株核桃树调查其管理措施(表 6),施肥,松土、除草的占 49.3%和 50%,此类种植户已意识到核桃栽培的经济效益,愿意栽培和管理核桃,但投

资相对较少,劳动力投入少,不懂经营管理技术;而修剪的仅占 29.6%,此类种植户自愿栽培核桃且较为积极,积极探索促进树体生长、结果和品种改良技术。而更多的种植户是栽培后任其自然生长而不实施任何管理措施。主要原因:1)劳动力不足,青壮年劳动力多外出务工,无经济投入;2)传统重栽植轻管护,无管理的意识;3)核桃虽然经济寿命长,但经济效益显现慢,种核桃不如种庄稼立竿见影。

表 6 样株管理情况统计

Tab. 6 Management status of sampling trees

经营管理类型	占调查总数比例/%	株数
施肥	49.3	70
修剪	29.6	42
松土、除草	50.0	71
间种作物	36.0	51

4.6 病虫害对核桃产量的影响

对病虫害与核桃产量进行方差分析(表 7),结果显示,显著性检验的 $P = 0.00 < 0.01$ 。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,病虫害对核桃产量影响存在极显著差异。

核桃树病虫害已成为限制核桃产量、质量的重要因素。主要表现为:核桃炭疽病,以菌丝和分生孢子在病叶、病枝中过冬,第二年借助雨水、昆虫传播,引起果实早落、干瘪,大大降低核桃质量;核桃黑斑病,主要危害核桃果实、叶子,出现很多褐色或者黑色斑点,导致叶片枯落、果实腐烂等病虫害;金龟子,幼虫(蛴螬)危害根系^[7],成虫危害叶片,以棕色金龟子发生较多,危害较重,幼虫在土中越冬,3月上旬地表土温高于 16℃时,幼虫向地表 10 cm 范围内移动,幼虫取食植物的根和腐残质,成虫于黄昏时出土取食叶片,拂晓飞回土中潜伏,危害盛期严重时能把叶片全部食光。不合理的防治方法在一定程度上增加病虫害,合理有效的防治措施有极大的意义。

表 7 病虫害与核桃产量的方差分析

Tab. 7 Variance analysis for walnut yield and insect damage

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	29876.208	2	14938.104	8.722	0.000
组内	238055.635	139	1712.630		
总数	267931.843	141			

4.7 霜冻灾害对核桃产量的影响

对霜冻灾害与核桃产量进行方差分析(表 8),结果显示,显著性检验的 P 值大于 0.01,小于 0.05。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,霜冻灾害对核桃产量影响存在显著差异。

霜冻与冰雪灾害是制约核桃产业的主要因素。在核桃萌芽期,若突遇倒春寒的低温霜冻、冰雪灾害^[8],核桃幼芽、枝条便会受冻干枯,甚至死亡,致使核桃轻者减产,严重时绝收。

表 8 霜冻灾害与核桃产量的方差分析

Tab. 8 Variance analysis for walnut yield and frost disaster

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	8104.278	1	8104.278	4.367	0.038
组内	259827.565	140	1855.911		
总数	267931.843	141			

4.8 品种对核桃产量的影响

对品种与核桃产量进行方差分析(表 9),结果显示,显著性检验的 P 值大于 0.01,小于 0.05。最小显著差异法(LSD)结果显示,在 5%的显著性水平下,品种对核桃产量影响存在显著差异。

玉溪市核桃种质资源虽然丰富,但各品种系列适生种植条件的研究较为欠缺,导致适生区域不明确,在品种选择上存在盲目性和随意性,影响到核桃的产量。品种配置是否合理直接关系到核桃的产量、品质和经济价值,是优质、高产、高效生产的重要环节之一。

表 9 品种与核桃产量的方差分析

Tab. 9 Variance analysis for walnut yield and varieties

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	22817.467	4	5704.367	3.188	0.015
组内	245114.376	137	1789.156		
总数	267931.843	141			

5 小结

核桃经济寿命较长,但要获较高单位面积产量,必须依据生长发育特性选择良种、良地(环境)、良法(丰产栽培技术)进行栽培,三者缺一不可。

(下转第 133 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.029

不同施肥种类及施用量对林下种植白芨产量的影响试验

蒋家顺¹ 杨利华² 贾平² 唐红燕² 李倩²

(1. 普洱市万掌山林场, 云南 普洱 665000; 2. 普洱市林业科学研究所, 云南 普洱 665000)

摘要:为探究不同施肥种类和施用量对林下种植白芨产量的影响,于2017年3月、6月、9月份3次在普洱市林业科学研究所思茅松林下进行施肥试验。结果表明,施用复合肥和农家肥均能够有效增加白芨产量,其中当复合肥施用量为4 g/丛、农家肥施用量为400 g/丛时增产效果最佳;施用微生物肥对白芨增产效果不明显,但能显著增加白芨鳞球茎萌发数量。

关键词:白芨;林下种植;施肥试验;鳞球茎;增产效果

中图分类号:S759.82;S723.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0129-05

Effects of Different Fertilization Treatments on the Yield of *Bletilla striata* under the Forest

JIANG Jiashun¹, YANG Lihua², JIA Ping², TANG Hongyan², LI Qian²

(1. Wanzhangshan Forest Farm, Pu'er, Yunnan 665000, China;

2. Pu'er Forestry Research Institute, Pu'er, Yunnan 665000, China)

Abstract: In order to research the influence of different kinds of fertilizer and different dosages of fertilizer on the yield of *Bletilla striata* under the forest, the fertilization experiments were carried out in March, June and September 2017 under the *Pinus kesiya* forest in Pu'er Forestry Research Institute. The results showed that the application of compound fertilizer and farmyard manure effectively increased the yield of *Bletilla striata*. The effect with 4 g/cluster of compound fertilizer and 400 g/cluster of farmyard manure was the best. The application of microbial fertilizers on the yield was not obviously but significantly promoted the germination of bulbs.

Key words: *Bletilla striata*; under-forest planting; fertilization experiments; bulbs; yield-increasing effect

白芨(*Bletilla striata*)为兰科(Orchidaceae)白芨属(*Bletilla*)植物(干燥块茎,即假鳞茎),别名白根、连及草、地螺丝、白鸡娃、紫兰等,具有补肺止血、消肿生肌等功效,主治肺结核咳血、支气管扩张咯血、胃溃疡吐血、尿血、便血等症;外用治外伤出血、烧烫伤、手足皲裂等症。

在我国,白芨主产于贵州、四川、湖南、湖北、安徽、河南、云南、广西、浙江等省区;在云南省主要分布于文山、普洱、丽江、楚雄等地。

目前,云南省普洱市正大力发展林下经济,在思茅松林下种植白芨成为政府大力扶持和推广的林下产业。但是,由于种植技术还不够成熟,产量还有待

收稿日期:2018-03-14.

基金项目:云南省省级林业科技推广项目([2015]TSYN02号);云南省技术创新人才培养项目(2017HB127)共同资助.

作者简介:蒋家顺(1976-),男,云南思茅人,工程师.研究方向:森林培育.

通讯作者:杨利华(1976-),男,云南澜沧人,高级工程师.研究方向:森林培育.

进一步提高。因此,如何提高林下种植白芨产量及品质,是普洱市白芨产业化发展中亟待解决的问题,也是林农最为关注的问题。

通过合理施肥,能够有效促进植物生长发育,增加产量,提高品质。2017年,分3次在普洱市林业科学研究所思茅松林下进行施肥试验,以探究不同施肥种类、施肥量对林下种植白芨产量的影响。该试验的开展不仅能够为提高林下种植白芨产量供理论依据,为普洱市林地增产、林农增收提供技术支持,还将为普洱市白芨产业发展提供一定的技术保障。

1 研究地概况

普洱市思茅区地处北回归线以南,地处东经 $100^{\circ}19' \sim 101^{\circ}27'$,北纬 $22^{\circ}27' \sim 23^{\circ}06'$,属低纬高原亚热带季风气候区,具有高温、多雨的特点,冬无严寒,夏无酷暑,干湿分明,日照充足,雨量充沛,年均温 19.4°C ,最高温 25.6°C ,最低温 15.4°C ,日照时间 $2\,073.0\text{ h}$,年均降雨量 $1\,340.9\text{ mm}$,无霜期 315 d ,气候特点非常适合白芨的近自然人工种植。

2 试验内容与方法

2.1 试验地准备

2016年11月在普洱市林业科学研究所思茅松林下选择约 200 m^2 的土地作为试验用地。

种植之前,首先将林地清理干净,然后在林下挖台地,台地宽度约为 $1.5 \sim 2.0\text{ m}$ 。将充分腐熟的农家肥($2\,500 \sim 3\,000\text{ g/m}^2$)、过磷酸钙($40 \sim 45\text{ g/m}^2$)、氯化钾(20 g/m^2)充分混合后作为基肥施入土中,将基肥与土混合、耙平。按 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 的株行距挖种植塘,深约 $10 \sim 15\text{ cm}$ 。将白芨苗栽入塘中,每塘1苗。

2.2 施肥试验设计

2.2.1 供试肥料

供试肥料共3种,分别为江西省大胜农业科技有限公司生产的 $\text{N}:\text{P}:\text{K}=15:15:15$ 的复合肥,由猪粪 $300\text{ kg} +$ 树皮 3 m^3 充分腐熟后的农家肥及云南瑞升埃比特生物科技有限公司生产的德根贝(Rhizo-VitalRfl)微生物肥料(芽孢杆菌有效活菌数 ≥ 0.5 亿/g)。

2.2.2 施肥时间

分别于2017年3月、6月、9月进行施肥试验。

2.2.3 施肥试验设计

1) 复合肥

试验中设计了4种不同的复合肥施用量,分别为 2.0 g/丛 、 3.0 g/丛 、 4.0 g/丛 、 5.0 g/丛 。每个处理设置3个重复,每个重复30丛,设一个空白作为对照。施肥时在白芨苗周围挖浅沟后撒施,覆土后充分浇水。

2) 农家肥

试验中设计了4种不同的农家肥施用量,分别为 100 g/丛 、 250 g/丛 、 400 g/丛 、 550 g/丛 。每个处理设置3个重复,每个重复30丛,设一个空白作为对照。施肥时在白芨苗周围挖浅沟,施入农家肥后覆土、浇水。

3) 微生物肥

试验中设计了5种不同的微生物肥施用浓度,分别为1 000倍、2 000倍、3 000倍、4 000倍、5 000倍稀释液。每个处理设置3个重复,每个重复30丛,设一个空白作为对照。将不同浓度微生物肥溶液浇灌在白芨苗根部周围,每丛约浇施 0.5 L 。

2.3 数据调查与分析

2018年3月进行调查。3种不同施肥种类的不同处理、3个重复之间各随机挖白芨10丛,分别调查每丛白芨鳞球茎萌发数量、最大鳞球茎直径、鳞球茎鲜重等数据。

对数据进行方差分析及多重比较,探究不同肥料种类、不同施用量(浓度)对白芨产量是否具有显著性影响(由于在微生物肥试验中白芨最大鳞球茎直径及鳞球茎鲜重数据与对照相比较为接近甚至低于对照,因此对该试验中的这2组数据不再进行方差分析和多重比较)。

用SPAA软件进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 不同施肥处理白芨产量测定

不同施肥处理白芨鳞球茎萌发数量、最大鳞球茎直径及鳞球茎鲜重调查,结果见表1。

由表1数据可知,在复合肥试验中,每丛白芨施用 5.0 g 复合肥时平均产量最高;农家肥试验中,每丛白芨施用 550 g 农家肥可达到最高产量;微生物肥试验中,施用浓度为4 000倍的微生物肥产量最高。

3.2 不同施肥种类及施用量(浓度)对白芨鳞球茎生长的影响

3.2.1 复合肥不同施用量对白芨鳞球茎生长的影响
由方差分析(表2)可知,复合肥不同施用量对

表 1 不同施肥处理白芨产量

Tab. 1 Yield of *Bletilla striata* in different fertilization treatment

施肥种类	施用量/ (g·丛 ⁻¹) 或/倍	实际产量(每丛平均值)			平均 产量/ (kg· m ⁻²)
		鳞球茎萌 发数量/ (个· 丛 ⁻¹)	最大鳞球 茎直径 /cm	鳞球茎 鲜重/ (g· 丛 ⁻¹)	
复合肥	2.0	3.7	1.78	59.26	0.66
	3.0	3.9	1.99	65.47	0.73
	4.0	4.2	2.20	65.53	0.73
	5.0	2.6	2.33	70.90	0.79
农家肥	100	3.2	2.00	57.53	0.64
	250	3.7	2.15	62.33	0.69
	400	5.1	2.53	75.30	0.84
	550	4.4	2.64	77.17	0.86
微生物肥	1000	6.3	1.41	49.55	0.55
	2000	9.6	1.56	51.23	0.57
	3000	12.4	1.56	54.61	0.61
	4000	7.8	1.67	57.78	0.64
	5000	8.5	1.38	50.94	0.57
对照	0	3.7	1.66	52.57	0.58

表 2 施用复合肥的最大鳞球茎直径方差分析

Tab. 2 Variance analysis of maximum diameter of bulb with compound fertilizer

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	0.921	4	0.230	19.438	0.000
组内	0.118	10	0.012		
总数	1.039	14			

白芨鳞球茎生长的影响差异极为显著 (Sig. = 0.000 < 0.01), 对数据进行多重比较, 结果见表 3。

表 3 施用复合肥的最大鳞球茎直径多重比较

Tab. 3 Multiple comparisons of maximum diameter of bulb with compound fertilizer

复合肥 施用量/ (g·丛 ⁻¹)	鳞球茎 最大直径/ cm	显著性	
		α = 0.05	α = 0.01
4.0	2.33	a	A
5.0	2.20	a	A
3.0	1.99	b	B
2.0	1.78	c	BC
对照	1.66	c	C

由表 3 可知, 与对照相比, 复合肥的施用能够很好地促进白芨鳞球茎生长; 当复合肥的施用量为 4.0 g/丛和 5.0 g/丛时, 则能够极显著地促进白芨鳞球茎生长, 增大鳞球茎个体, 且二者之间鳞球茎直径没有显著差异。

3.2.2 农家肥不同施用量对白芨鳞球茎生长的影响

由方差分析(表 4)可知, 农家肥不同施用量对白芨鳞球茎生长的影响差异极为显著 (Sig. = 0.000 < 0.01)。对数据进行多重比较, 结果见表 5。

表 4 施用农家肥的最大鳞球茎直径方差分析

Tab. 4 Variance analysis of maximum diameter of bulb with farmyard manure

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	1.904	4	0.476	58.470	0.000
组内	0.081	10	0.008		
总数	1.985	14			

表 5 施用农家肥的最大鳞球茎直径多重比较

Tab. 5 Multiple comparisons of maximum diameter of bulb with farmyard manure

农家肥 施用量/ (g·丛 ⁻¹)	鳞球茎 最大直径/ cm	显著性	
		α = 0.05	α = 0.01
550	2.64	a	A
400	2.53	a	A
250	2.15	b	B
100	2.00	b	B
对照	1.66	c	C

由表 5 可知, 与对照相比, 农家肥的施用同样能够很好地促进白芨鳞球茎生长; 而当农家肥施用量为 400 g/丛和 550 g/丛时, 能够极显著地增大鳞球茎个体。

3.3 不同施肥种类对白芨鳞球茎鲜重的影响

3.3.1 复合肥不同施用量对白芨鳞球茎鲜重的影响

对鳞球茎鲜重进行方差分析(表 6)可知, 复合肥不同施用量对白芨鳞球茎鲜重影响差异极为显著 (Sig. = 0.000 < 0.01)。进一步对数据进行多重比较, 结果见表 7。

由表 7 可知, 与对照相比, 复合肥的施用能够极

表 6 施用复合肥的鳞球茎鲜重方差分析

Tab. 6 Variance analysis of fresh weight of bulb with compound fertilizer

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	592.151	4	148.038	22.272	0.000
组内	66.467	10	6.647		
总数	658.617	14			

表 7 施用复合肥的鳞球茎鲜重多重比较

Tab. 7 Multiple comparisons of fresh weight of bulb with compound fertilizer

复合肥 施用量/ (g·丛 ⁻¹)	鳞球茎 鲜重/ (g·丛 ⁻¹)	显著性	
		α=0.05	α=0.01
4.0	70.90	a	A
5.0	65.53	b	A
3.0	65.47	b	AB
2.0	59.26	c	BC
对照	52.57	d	C

大地促进白芨鳞球茎鲜重增长,且当复合肥的施用量为 4.0 g/丛时,鲜重达到最大值,为 70.90 g/丛。

3.3.2 农家肥不同施用量对白芨鳞球茎鲜重影响

方差分析(表 8)结果显示,农家肥不同施用量对白芨鳞球茎鲜重影响差异极为显著($Sig. = 0.000 < 0.01$),对鲜重数据进行多重比较,结果见表 9。

表 8 施用农家肥的鳞球茎鲜重方差分析

Tab. 8 Variance analysis of fresh weight of bulb with farmyard manure

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	1414.697	4	353.674	181.869	0.000
组内	19.447	10	1.945		
总数	1434.144	14			

由表 9 可知,与对照相比,农家肥的施用对白芨鳞球茎鲜重的增长具有极为显著的促进作用。

当农家肥的施用量为 550 g/丛时,鲜重达到最大值,为 77.17 g/丛;当农家肥的施用量为 400 g/丛时,鲜重达到 75.30 g/丛。二者之间差异性不明显。

3.4 不同施肥种类对白芨鳞球茎萌发数量的影响

由方差分析(表 10)可知,复合肥、农家肥及微生物肥对白芨鳞球茎萌发数量影响差异极为显著。对数据进行多重比较,结果见表 11。

表 9 施用农家肥的鳞球茎鲜重多重比较

Tab. 9 Multiple comparisons of fresh weight of bulb with farmyard manure

农家肥 施用量/ (g·丛 ⁻¹)	鳞球茎 鲜重/ (g·丛 ⁻¹)	显著性	
		α=0.05	α=0.01
550	77.17	a	A
400	75.30	a	A
250	62.33	b	B
100	57.53	c	C
对照	52.57	d	C

表 10 不同施肥种类对鳞球茎萌发数量影响方差分析

Tab. 10 Variance analysis of effects of different fertilizers on the germination of bulbs

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	83.156	3	27.719	9.800	0.005
组内	22.627	8	2.828		
总数	105.782	11			

表 11 不同施肥种类对鳞球茎萌发数量影响多重比较

Tab. 11 Multiple comparisons of effects of different fertilizers on the germination of bulbs

施肥种类	平均每丛鳞 球茎萌发 数量/个	显著性	
		α=0.05	α=0.01
复合肥	3.6	c	B
农家肥	4.1	b	B
微生物肥	8.9	a	A
对照	3.7	c	B

由表 11 可知,微生物肥有明显促进白芨鳞球茎萌发的作用,农家肥的施用能在一定程度上促进鳞球茎萌发,但是效果不如微生物肥显著。复合肥对促进鳞球茎萌发作用不明显。

4 结论与讨论

4.1 结论

在林下种植白芨过程中进行合理施肥,能够有效促进白芨的生长,增加产量。

在复合肥试验中,当施用量为 4.0 g/丛和 5.0 g/丛时,均能够有效地促进白芨鳞球茎直径的生长和鲜重的增加。但在实际生产中,考虑到投入和产

出的比值,可考虑对每丛白芨施用 4.0 g 复合肥,以达到最佳投入产出比。

在农家肥试验中,当施用量为 400 g/丛和 550 g/丛时,对白芨鳞球茎的生长和鲜重的增加均具有非常明显的促进作用。而在实际种植过程中,考虑到农家肥资源有限,且充分腐熟需要的时间较长,获取相对困难,因此可选择 400 g/丛的施用量,或者农家肥和复合肥兼施。

在微生物肥试验中,由产量数据可知,微生物肥的施用对白芨鳞球茎直径的生长和鲜重的增加促进作用不明显,但是微生物肥能够极为有效地促进鳞球茎的萌发,增加鳞球茎个体数量。

4.2 讨论

本次试验仅探讨了 3 种肥料对林下种植白芨产量的单一影响,但在实际生产中,很有可能 2 种或者 2 种以上肥料兼用对白芨产量的交互影响更大,能够使产量增加更为明显。同时,由于生产成本及肥料获取等原因,用多种肥料进行兼施也是下一步要做的工作。

在白芨林下种植中,施肥能够有效地提高产量,

而合理、有效地施肥能够使投入、产出比最大化,增产效果明显,也能够有效地增加林农的经济收入,对白芨产业发展具有长远的现实意义。

参考文献:

- [1] 李嵘,王喆之. 白芨的研究概述及其资源利用对策[J]. 中草药,2006(11):1751-1755.
 - [2] 李青凤. 白芨原生地萌发特性及组培苗炼苗技术研究[D]. 重庆:西南大学,2014.
 - [3] 管常东,叶静,郑晓君,等. 白芨组织快繁育苗技术研究进展[J]. 云南大学学报(自然科学版),2010(S1):416-421.
 - [4] 林伊利,李伟平,马丹丹,等. 白芨组培快繁的实验研究[J]. 中华中医药学刊,2012(2):336-339.
 - [5] 王爱民,王永林,郑林,等. 白芨药材中多糖的含量测定[J]. 中国中药杂志,2009(22):2963-2965.
 - [6] 张满常,段修安,王仕玉,等. 白芨中药材栽培技术研究进展[J]. 云南农业科技,2015(5):61-63.
 - [7] 周至明,黄程生,彭丽丽,等. 白芨人工种植初步研究[J]. 中药材,2006,29(1):7-8.
-
- (上接第 128 页)
- 致谢:**新平、华宁、峨山 3 个县 11 个乡镇(镇、街道)多名林业技术人员和护林员不畏艰险、爬山涉水,为全市核桃栽培区划工作付出了艰辛的劳动,在此一并表示感谢!
- 参考文献:**
- [1] 玉溪市地方志办公室. 玉溪年鉴[M]. 潞西:德宏民族出版社,2016.
 - [2] 云南省林业调查规划院. 云南省森林资源概况[M]. 2016.
 - [3] 玉溪市统计局. 玉溪市统计年鉴[M]. 2015:33-40.
 - [4] 张丽仙,付文林. 华宁县核桃产业现状与发展对策[J]. 西南林学院学报,2008,28:101-102.
 - [5] 裴东,鲁新政. 中国核桃种质资源[M]. 北京:中国林业出版社,2011:155.
 - [6] 方文亮,宁德鲁,杨荣飞,等. 云南核桃栽培管理技术[M]. 昆明:云南科技出版社,2015:16.
 - [7] 蒋志东,袁素蓉,张丽仙. 核桃采穗圃营建技术[M]. 昆明:云南人民出版社,2014:14,44.
 - [8] 杨源. 核桃丰产栽培技术[M]. 昆明:云南科技出版社,2008:38.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.030

高校旅游专业学生国家公园认知状况及其 对游览意愿的影响研究

聂 铭^{1,2} 王 旭¹ 杜靖川³ 邱守明⁴

(1. 昆明学院 生命科学与技术系, 云南 昆明 650214; 2. 云南省高校特色生物资源开发与利用重点实验室, 云南 昆明 650214; 3. 云南大学工商管理及旅游学院, 云南 昆明 650091; 4. 西南林业大学 生态旅游学院, 云南 昆明 650224)

摘要:以昆明市 5 所高校的旅游专业大学生为研究对象,采用调查问卷的方式了解其对国家公园的认知情况,并利用 stata 软件进行二元 logistic 回归分析其对国家公园游览意愿的影响。结果表明,是否曾经听说过国家公园、是否了解国家公园的发展理念、是否了解国家公园与其他保护地的差别 3 个认知因素会显著影响旅游专业大学生游览国家公园的意愿。藉此提出加大宣传力度、提高国家公园辨识度等旅游开发建议。

关键词:国家公园;认知状况;游览意愿;旅游专业大学生;二元 logistic 回归分析

中图分类号:S759.91 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0134-05

Effect of Cognition for National Parks on Travel Intention of Tourism Majors

NIE Ming^{1,2}, WANG Xu¹, DU Jingchuan³, QIU Shouming⁴

(1. Department of Biology, Kunming University, Kunming 650214, China; 2. Key Laboratory of Special Biological Resource Development and Utilization of Universities in Yunnan Province, Kunming University, Kunming 650214, China; 3. College of Business Administration & Tourism, Yunnan University, Kunming 650091, China; 4. Faculty of Ecotourism, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: This paper studied the cognition of tourism majors for national parks based on the questionnaires in 5 universities of Kunming and discussed the effect of the cognition on the travel intention by logistic regression analysis with stata software. The results showed that the cognition of national park on the concept, the development ideas and the differences with other protected areas greatly influenced the travel intention of tourism majors. The suggestions of national parks development were put forward on basis of the result.

Key words: national parks; cognition; travel intentions; tourism majors; logistic regression analysis

我国的自然保护体系以自然保护区为主,截至 目前,中国共有 9 类主要保护地,按照设立时间,包

收稿日期:2018-03-07.

基金项目:国家自然科学基金项目“跨境民族的流动性、空间生产与文化建构—云南世居民族案例”(项目号:41261031);云南省哲学社会科学创新团队建设项目(云南生态旅游本土化与创新研究);昆明学院科学研究项目(项目号:XJSZ1401).

作者简介:聂 铭(1981-),男,云南昆明人,讲师,硕士. 主要研究方向为区域旅游规划与发展. Email:563621463@qq.com

通信作者:邱守明(1979-),男,山东临朐人,副教授,硕士生导师. 主要研究方向为生态旅游. Email:qsm313@163.com

括文物保护单位、自然保护区、风景名胜区、历史文化名城、森林公园、地质公园、水利风景区、城市湿地公园、湿地公园等^[1],为保护生态环境和自然资源做出了巨大贡献。随着经济社会发展,我国自然保护体系的不足之处日渐凸显:保护生态与发展经济的矛盾突出;地方政府对建设保护区积极性不高,保护区被蚕食、成为“生态孤岛”等^[2]。

IUCN(国际自然保护联盟)将全球各种类型的保护区分成六大类,国家公园属于其中的第二类,是指把大面积的自然或接近自然的区域保护起来,以保护大范围的生态过程及其包含的物种和生态的基础^[3]。自1872年美国建立世界上第一个国家公园—黄石国家公园以来,国家公园作为一种重要的自然保护地类型已经走过了将近150年的历史,世界上已经有近150个国家建立了自己的国家公园。国家公园在生态保护的基础上兼顾了旅游发展、科学研究、环境教育和社区服务等功能,以前我国大陆没有与之接轨的保护模式^[2]。党的十八届三中全会提出要用制度保障国家的生态文明建设,并把建立国家公园管理体制作为建立生态文明制度体系中的重要环节之一^[4]。

早在1996年,云南省林业部门就开始探索建设国家公园,经过10多年的研究准备,2006年云南省政府决定建设国家公园。同年,依托碧塔海省级自然保护区在迪庆藏族自治州建立了香格里拉普达措国家公园。2008年,国家林业局正式批准云南省作为国家公园建设试点省,此后先后建立了8个国家公园^[5]。云南省建设国家公园的过程中,在生态保护的前提下适度开展生态旅游,取得了较好的成绩,游客量和旅游收入都得以快速增加。自然保护地是生态旅游活动的主要场所,而作为保护地最重要组成部分的国家公园又是旅游市场的重要承载者^[6]。随着我国国家公园建设的继续推进,2个基本目标——生态环境保护和游憩机会始终在国家公园的规划与管理过程中存在着冲突。在实际工作中,国家公园管理机构既需要保护好生态系统,又要维护公民游憩权,体现国家公园的公益性和全民共享性的理念^[7]。因此,我国未来国家公园运营管理的关键是平衡旅游利用与环境保护的矛盾,其中加强对游客的管理和行为引导是一个有效的举措,目的是为了确保游客服务和资源保护之间的最佳平衡状态^[8]。而做好上述工作的前提是了解、分析游客对国家公园的认知,有的放矢地开展管理和引导工作。

同时,旅游学界对旅游者选择意愿的影响因素

的注意力主要集中在旅游资源、旅游产品等共性问题,如吴志军等研究了城市滨水旅游意向对旅游者选择意愿的影响,发现安全卫生、滨水区城市建设、旅游环境和人文资源是主要的影响因素^[6];David W. Eby & Lisa J. Molnar发现,方便到达、安全、拥挤和距离等因素会影响自驾车旅游者的选择意愿^[7];李雪松发现,主题公园的主题特征、旅游产品、物有所值和游客的生活形态特征是影响游客到主题公园游览意愿的因素^[8];黄东政等研究了台湾地区游客参与团体旅游的意愿,得出旅游社质量、旅游动机、旅行社质量与旅游动机的交互作用会影响赴大陆旅游意愿的结论^[9];郭艳芳等研究发现,游客的年旅游次数、文化程度、网络利用程度、出行交通工具、收入情况等显著地影响他们选择景点旅游的概率^[10]。同时,也有学者开始关注对某种特定旅游产品的认知状况对旅游者游览意愿的影响,如汪清蓉、李飞^[11]、刘亚萍、刘庆^[12]、杨莉菲、温亚利^[13]等均发现,人们对低碳旅游的认知会影响他们低碳旅游的意愿;潘禹等发现,高校女大学生对韩剧的认知会显著影响她们去韩国旅行的意愿^[14];胡锡凤的研究表明,受访者的个体特征和认知水平对其都市农业旅游的意愿有显著影响^[15]。可以看出,现有的研究中少有人关注保护地认知对游览意愿的影响。作为一种全世界范围内被广泛接受的保护地形式,国家公园在我国大陆地区的认知程度较低。云南省是大陆地区国家公园建设的先行试点省份,省内学者对国家公园的研究较多,高校旅游专业的学生有更多的机会通过课堂了解国家公园,他们是国家公园生态旅游的潜在旅游者。根据计划行为理论,行为的产生直接取决于行为意向,了解其对国家公园的认知会不会影响去国家公园旅行的意愿将有助于预测其将来游览国家公园的可能性,对国家公园更合理、有效地开展生态旅游有着重要的实践意义。

1 数据来源及样本描述性统计分析

2016年1—2月在西南林业大学、云南大学、昆明学院、云南师范大学、云南师范大学文理学院5所高校发放问卷750份,回收问卷737份,其中有效问卷666份,有效率为90.4%。

1.1 调查对象的基本特征

调查的5所高校中,西南林业大学和昆明学院的学生最多,占样本总量的近75%;性别方面以女生为主;年级方面以大二、大三的学生最多,占样本

总量的 71%;将近 90%的调查对象每月的生活费不超过 2 000 元(表 1)。

表 1 调查对象基本特征

Tab. 1 Basic characteristics of interviewees

类型	选项	样本数	百分比/%
性别	男	230	34.5
	女	436	65.5
年级	大一	117	17.6
	大二	227	34.1
	大三	246	36.9
	大四	67	10.1
	硕士	8	1.2
	博士	1	0.2
月生活费	1000 元以下	235	35.3
	1001~2000 元	363	54.5
	2001~3000 元	48	7.2
	3001 元以上	20	3.0
学校	西南林业大学	227	34.1
	昆明学院	271	40.7
	云南大学	34	5.1
	云南师范大学	75	11.3
	云南师范大学文理学院	59	8.9

1.2 调查对象对国家公园的认知状况

曾经听说过国家公园的有 489 人,占调查对象的 73.4%,可见在云南省旅游专业的大学生群体中,国家公园的知名度较高;知道国家已经开始探索建立国家公园体制的有 214 人,占 32.1%;知道云南省是国家林业局批准的国家公园试点省的有 242 人,占 26.3%,可见对国家公园工作在国内和省内的的发展情况了解不足,对国家公园的发展理念和国家公园与其他保护地类型的差别认知情况均不理想(表 2)。

1.3 调查对象游览国家公园意愿

调查对象中,有 69.7%的人愿意游览国家公园,另有 30.3%的人不愿意游览国家公园(表 3)。

2 模型构建与变量设定

Logistic 模型主要用于因变量为“是”与“否”的概率解释,其自变量可以是二分类或是多分类变量。本研究的因变量“游览意愿”可用“是”与“否”回答,故采用二分类 Logistic 模型分析其影响因素。

Logistic 模型的常规表达式为:

表 2 调查对象对国家公园的认知情况

Tab. 2 Cognition of interviewees for national parks

认知内容	选项	样本数	百分比/%
是否曾经听说过国家公园	否	177	32.6
	是	489	67.4
是否知道国家已经开始探索国家公园体制	否	452	67.9
	是	214	32.1
是否知道云南省是国家林业局批准的国家公园试点省	否	424	63.7
	是	242	26.3
是否了解国家公园的发展理念	否	463	70.0
	是	203	30.0
是否了解国家公园与其他保护地类型的差别	否	385	57.8
	是	281	42.2

表 3 调查对象游览国家公园的意愿情况

Tab. 3 Travel intentions of interviewees for national parks

类型	选项	样本数	百分比
是否愿意游览国家公园	否	202	30.3
	是	464	69.7

$$Logit(p) = a + \sum \beta_i X_i + \mu$$

式中, p 代表游客愿意游览国家公园的概率, X_i 表示第 i 个影响因素, β_i 表示第 i 个影响因素的回归系数, a 为回归方程常数项, μ 为随机误差。

选取“是否曾经听说过国家公园(X_1)”、“是否知道国家已经开始探索国家公园体制(X_2)”、“是否知道云南省是国家林业局批准的国家公园试点省(X_3)”、“是否了解国家公园的发展理念(X_4)”、“是否了解国家公园与其他保护地类型的差别(X_5)”等 5 个认知指标为解释变量。其中,“是否曾经听说过国家公园”是对国家公园最基本的认知;“是否知道国家已经开始探索国家公园体制”和“是否知道云南省是国家林业局批准的国家公园试点省”是对国内、云南省内国家公园发展的基本认知;“是否了解国家公园的发展理念”和“是否了解国家公园与其他保护地类型的差别”则能说明被调查者对国家公园的认知程度。以上 5 个问题能够基本表明被调查者对国家公园的认知程度。

选取“性别(X_6)”、“年级(X_7)”、“月生活费(X_8)”、“过去一年外出旅行次数(X_9)”、“是否曾经去过国家公园(X_{10})”、“外出旅游最主要的动机(X_{11})”、“最喜欢什么样的旅游目的地(X_{12})”、“旅游中最关心的问题(X_{13})”等 8 个可能会对调查者

产生影响的变量为控制变量。变量的定义、均值、标准差见表 4。

表 4 变量定义及统计性描述

Tab. 4 Concepts of variables and statistical descriptions

分类	变量名称	变量定义	均值	标准差
被解释变量	是否愿意去国家公园旅游(Y)	是=1;否=0	0.89	0.313
解释变量	是否曾经听说过国家公园(X ₁)	是=1;否=0	0.73	0.442
	是否知道国家已经开始探索国家公园体制(X ₂)	是=1;否=0	0.32	0.471
	是否知道云南省是国家林业局批准的国家公园试点省(X ₃)	是=1;否=0	0.36	0.481
	是否了解国家公园的发展理念(X ₄)	是=1;否=0	0.31	0.461
	是否了解国家公园与其他保护地类型的差别(X ₅)	是=1;否=0	0.42	0.494
控制变量	性别(X ₆)	男=1,女=0	0.35	0.476
	年级(X ₇)	大一=1,大二=2,大三=3,大四=4,硕士=5,博士=6	2.44	0.943
	月生活费(X ₈)	1000元以下=1;1001~2000元=2;2001~3000=3;3001元以上=4	1.78	0.705
	过去一年外出旅行次数(X ₉)	没有旅行过=1,1次=2,2次=3,3次及以上=4	2.48	1.137
	是否曾经去过国家公园(X ₁₀)	是=1;否=0	0.32	0.467
	外出旅游最主要的动机(X ₁₁)	休闲放松=1,学习专业知识=2,人际交往=3	1.45	0.695
	最喜欢什么样的旅游目的地(X ₁₂)	都市景观=1,自然风光=2,历史遗迹=3,人工游乐场=4,民俗风情=5	2.55	1.194
	旅游中最关心的问题(X ₁₃)	费用=1,安全=2,旅游资源=3,便利性=4,旅游时间=5,住宿餐饮=6	2.51	1.441

3 结果与分析

本研究运用 STATA11.0 软件运算得到 Logistic 回归模型的结果。回归结果显示,模型自变量进入之前和之后 -2 ln(L) 之差为 51.5,自由度为 21,显著

性概率 Prob>chi² = 0.000 2,表明至少有一个自变量的偏回归系数不为 0,即所建立的模型是有效的。

在解释变量中,“是否曾经听说过国家公园(X₁)”、“是否了解国家公园的发展理念(X₄)”、“是否了解国家公园与其他保护地类型的差别(X₅)”通过了 10% 的显著水平检验(表 5)。

表 5 回归结果

Tab. 5 Regression result

分类	变量	Coef.	Std. Err.	z	P>z
解释变量	X ₁	0.5843099 ***	0.3060957	1.91	0.056
	X ₂	-0.0243201	0.3289341	-0.07	0.941
	X ₃	0.1910248	0.3250616	0.59	0.557
	X ₄	0.1326458 ***	0.2644881	0.50	0.066
	X ₅	0.1675938 ***	0.3057906	0.55	0.084
控制变量	X ₆	-0.6102386 **	0.2682473	-2.27	0.023
	X ₇	0.0854676	0.1484955	0.58	0.565
	X ₈	-0.3151642	0.2072655	-1.52	0.128
	X ₉	0.1330423	0.1298291	1.02	0.305
	X ₁₀	0.0366833	0.3072016	0.12	0.905
	X _{11,2}	-0.7451712 **	0.2975572	-2.50	0.012
	X _{11,3}	0.3753201	0.4821846	0.78	0.436
	X _{12,2}	-0.4247981	0.4541751	-0.94	0.350
	X _{12,3}	-0.4869331	0.5298599	-0.92	0.358
	X _{12,4}	-0.6067829	0.6420569	-0.95	0.345
	X _{12,5}	-0.3309395	0.5682511	-0.58	0.560
	X _{13,2}	-0.3567897	0.4090309	-0.87	0.383
	X _{13,3}	-0.4940442	0.409994	-1.21	0.228
X _{13,4}	-1.558293 *	0.4612168	-3.38	0.001	
X _{13,5}	-0.8759037	0.5942125	-1.47	0.140	
X _{13,6}	-1.171677 **	0.5397025	-2.17	0.030	
_cons	2.86579 *	0.8049712	3.56	0.0000	

Log likelihood = -204.48647
 LR chi²(21) 51.5
 Prob > chi² 0.0002
 Pseudo R² 0.1118

注:“*”、“**”、“***”、分别表示统计检验达到 1%、5%、10% 的显著水平

首先,国家公园虽然是国际上通行的保护地类型,但是由于我国并没有建立国家公园体系,因此听说过“国家公园”的人较少。在旅游专业的大学生群体中,听说过国家公园的比例较大,而是否听说过国家公园又比较显著地正向影响了大学生游览国家公园的意愿,说明当大学生们听说了国家公园之后,对这个新兴的保护地类型兴趣较大。是否了解国家

公园的发展理念也比较显著地正向影响了旅游专业大学生的游览意愿,说明当大学生们了解了国家公园的发展理念后,会有兴趣去国家公园游览。而是否了解国家公园与其它保护地类型的差别也比较显著地影响着旅游专业大学生的游览意愿,说明大学生群体比较容易接受新鲜事物,旅游专业的大学生已经开始接受理论学习,所以当他们的了解了国家公园与其它保护地类型的区别后,更容易激发他们的好奇心,进而产生游览的愿望。

4 结论与讨论

本研究通过描述统计和回归模型分析,得出旅游专业大学生是否听说过国家公园、是否知道国家公园的发展理念、是否知道国家公园与其它保护地类型的差别等认知情况会影响到他们游览国家公园的意愿。针对这个研究结果,可以提出国家公园在开发旅游市场时的建议。

4.1 国家公园的知名度不高,需要进一步加强宣传

在对旅游专业大学生群体的调查中,只有 67.4% 的同学听说过国家公园,可以想见,在普通大众人群中,听说过国家公园的比例会更低,这充分说明国家公园这一新生事物在国内的知名度不高。因此,为了将来更好地将潜在游客群体转化为游客,应加大对国家公园的宣传力度,让更多人知道、了解国家公园,进而产生游览意愿。

4.2 国家公园的辨识度不足,应进一步研究国家公园与我国现有的保护地类型的区别

在被调查的旅游专业大学生群体中,只有不足一半的学生了解国家公园的发展理念以及国家公园和其它保护地类型的区别,说明对国家公园的辨识度不足,需要在进行国家公园试点的同时深入研究国家公园在我国保护地体系中的地位,明确国家公园与现有保护地类型的区别,增强国家公园的辨识程度。

4.3 充分利用大学的专业优势,深入开展科学研究和专业实习

鉴于旅游专业大学生对国家公园的认知程度不高,国家公园应该创造更多的机会让大学生参与到国家公园的建设中来,鼓励其到国家公园实习,这样也可以提升其对国家公园的认知,进而起到提高游览意愿的作用。

参考文献:

[1] 贾建中,邓武功,束晨阳. 中国国家公园制度建设途径

研究[J]. 中国园林,2015(2):8-14.

- [2] 伍晓阳,何春好,庞明广.“国家公园”云南试点:保护与发展共赢[EB/OL]. http://www.360doc.com/content/15/0105/21/1302411_438461896.shtml,2016,2,21.
- [3] 吴晓松. 关于建立我国国家公园体制的思考[J]. 林业与生态,2014(17):38-42.
- [4] 吴承照,刘广宁. 中国建立国家公园的意义[J]. 旅游学刊,2015,30(6):14-16.
- [5] 赵树丛. 积极推动国家公园建设—云南省国家公园建设试点情况调研报告[EB/OL]. http://news.gmw.cn/2015-01/05/content_14391525.htm,2015,2,23.
- [6] 周珍,叶文,马有明. 基于供需视角的国家公园与生态旅游关系研究[J]. 旅游研究,2009,1(1):68-71,109.
- [7] 贾倩,郑月宁,张玉钧. 国家公园游憩管理机制研究[J]. 风景园林,2017(7):23-29.
- [8] 宋立中,卢雨,严国荣,等. 欧美国家公园游憩利用与生态保育协调机制研究及启示[J]. 福建论坛(人文社会科学版),2017(8):155-164.
- [9] 吴志军,田逢军. 城市滨水旅游意向及其对旅游者选择意愿的影响研究—以南京、武汉、上海滨水区为例[J]. 旅游学刊,2010,25(6):78-83.
- [10] DAVID W E, LISA J M. Importance of scenic byways in route choice:a survey of driving tourists in the United States [J]. Transportation Research,2002,36(2):95-106.
- [11] 李雪松,唐德荣. 主题公园旅游意愿及其影响因素研究—基于重庆市 645 位游客的调查数据[J]. 旅游论坛,2009,2(3):335-339.
- [12] 黄东政,黄福才. 台湾赴大陆团体旅游者意愿与动机实证研究[J]. 北京第二外国语学院学报,2009(3):15-23,43.
- [13] 郭艳芳,宋保平,卢璐,等. 基于离散选择模型的无景点旅游实证研究[J]. 旅游论坛,2011,4(3):26-30.
- [14] 汪清蓉,李飞. 公众对低碳旅游的认知、意愿及行为特征分析—以佛山市为例[J]. 热带地理,2011,31(5):489-495.
- [15] 刘亚萍,刘庆. 低碳旅游认知和意愿与行为差异分析—基于南宁市两组不同人群的实证分析[J]. 人文地理,2013(4):132-139.
- [16] 杨莉菲,温亚利. 森林景区低碳旅游参与意愿及影响因素[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2014,14(2):154-160.
- [17] 潘禹,刘啸,马嫣阳. 韩剧对中国公民赴韩旅游意愿的影响—以高校女大学生为例[J]. 浙江旅游职业学院学报,2016,12(1):28-36.
- [18] 胡锡凤. 居民对都市农业旅游的认知情况及消费意愿分析—基于中部大中型城市居民调查的实证研究[C]//. 循环农业与新农村建设—2006 年中国农学会学术年会论文集,2006.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.031

昆明捞渔河国家湿地公园规划构思

赵 荟 刘永杰 敖明舒 陈 颢 朱仕荣

(国家林业局昆明勘察设计院,云南 昆明 650216)

摘要:对云南昆明捞渔河湿地资源现状、区位交通、湿地文化及周边环境进行充分调查和深入分析,结合滇池生态系统修复及治理经验,以保护优先、科学修复、合理利用、持续发展为原则,将捞渔河湿地公园规划设计为集湿地保护与恢复、滇池治理示范、公众湿地生态体验及科普宣教于一体的城市近郊公益型国家湿地公园。根据区划原则,将公园划分为湿地保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区 5 个功能分区,并根据各功能区定位规划其建设目标及主要建设内容。

关键词:湿地资源;规划构思;功能分区;建设目标;建设内容;云南昆明捞渔河国家湿地公园

中图分类号:S759.91 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0139-06

Planning Concepts of Laoyu River National Wetland Park in Kunming

ZHAO Hui, LIU Yongjie, AO Mingshu, CHEN Xie, ZHU Shirong

(China Forest Exploration & Design Institute in Kunming, Kunming 650216, China)

Abstract: The resource status, location, traffic, wetland culture and surrounding environment of Laoyu River National Wetland Park in Kunming were investigated and analyzed with the experience of ecosystem restoration and management. Based on the principle of priority protection, scientific restoration, rational utilization and sustainable development, Laoyu River was developed as a nonprofit suburban national wetland park integrating multiple functions of wetland protection and restoration, Dianchi Lake governance, wetland ecosystem experience and science popularization and education. The park was divided into five functional areas of the wetland conservation, the restoration and reconstruction, the popularization exhibition, the reasonable utilization and the management service. The construction goal and the main construction contents of the five areas were illustrated respectively.

Key words: wetland resources; planning concepts; functional zoning; construction goal; construction contents; Laoyu River National Wetland Park in Kunming

湿地享有“地球之肾”之美誉,是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统。滇池位于云南省中部、昆明市西南角,为云贵高原第一大淡水湖泊,我国第六大淡水湖泊,素有高原明珠之称。现为我国“三河三湖”重点治理对象。作为 35 条主要入滇河流之一的捞渔河原称三板桥河,清代称叭蚩江,后因

兴隆营(下庄)以下每年雨季洪水期鱼虾甚多,适宜捕捞,又称捞渔河。云南昆明捞渔河国家湿地公园是以捞渔河临近滇池河道、入湖口湿地及河道两边湖滨带湿地共同构成的一个相对独立的湿地生态系统,是滇池当前重要的湖滨湿地资源,是入滇河流以及滇池近岸退化湿地恢复重建的典型代表。

收稿日期:2018-01-29;修回日期:2018-03-12.

作者简介:赵荟(1985-),女,甘肃陇南人,工程师.主要从事湿地保护和恢复研究以及国家湿地公园规划设计. Email: 271528951@qq.com

1 概况

云南昆明捞渔河国家湿地公园位于云南省昆明市滇池东岸,隶属于昆明滇池国家旅游度假区大渔片区,归昆明滇池国家旅游度假区管理委员会管理。地理坐标为东经 108°48'46"~108°52'09",北纬 22°

56'28"~23°0'49"。湿地公园总面积 734.31 hm²,其中,湿地面积 537.01hm²,湿地率为 72.74%。公园距离昆明市主城区 18 km,距昆明市行政中心 6 km,周边区域交通便利,是环滇池“生态圈、文化圈、旅游圈”建设的核心区域(图 1)。

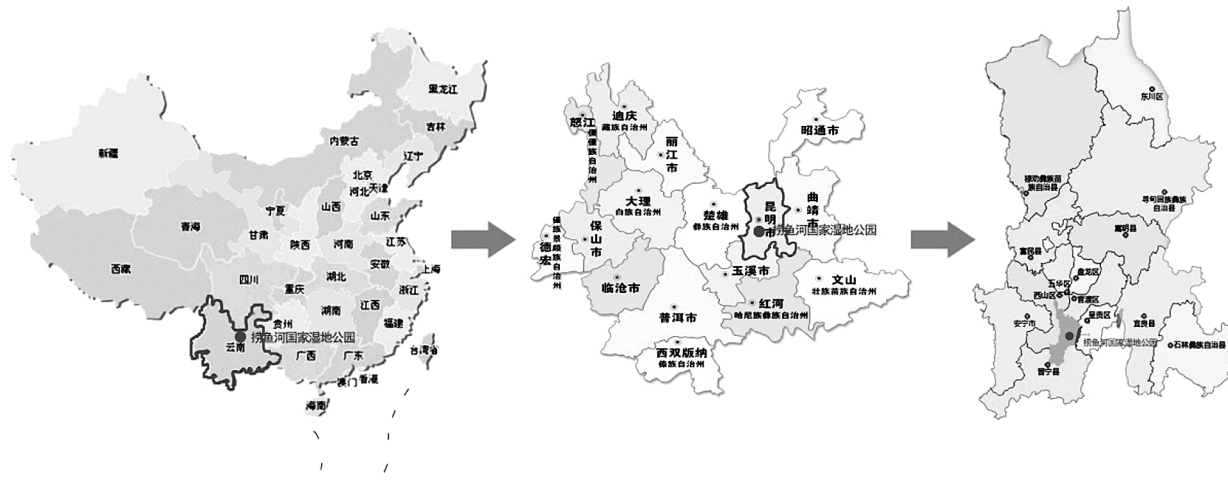


图 1 湿地公园区位

Fig. 1 Location of Wetland park

1.1 水文情况

云南昆明捞渔河国家湿地公园内有捞渔河和梁王河 2 条入滇河流。捞渔河位于呈贡中部,源于烟包山东侧响水管,全长 30.9 km,境内长 28.7 km,境内径流面积 121.23 km²,最大流量 10m³/s,平均比降为 4.93‰;梁王河源于梁王山麓,位于马金铺东北部,东西流向,全长 22.9 km,境内长 20.1 km,境内径流面积 55 km²,最大流量 20 m³/s。同时,规划区具有长达 10.65km 的滇池湖泊岸线。滇池当前日常运行水位为 1 887.5 m,最低工作水位 1 885.5 m,特枯水年水位 1 885.2 m,汛限制水位 1 887.2 m,20 年一遇最高洪水位 1 887.5 m。当前的水文条件有利于湿地公园建设需水量供应和水位控制。

1.2 湿地资源

根据《全国湿地资源调查技术规程(试行)》的分类系统,捞渔河国家湿地公园共有 4 个湿地类、6 个湿地型(表 1)。

1.3 动植物资源

据调查,公园当前有陆生自然植被 1 个植被型、1 个植被亚型、3 个群系;水生湖泊植被有 1 个植被型、4 植被亚型、17 个群系。维管束植物 143 科 358 属 596 种(包括部分人工栽培植物)。蕨类植物 15 科

20 属 24 种;裸子植物 3 科 6 属 6 种;被子植物 125

表 1 湿地公园湿地类型现状

Tab. 1 Status of wetland type in wetland park

代码	湿地类	代码	湿地型	面积/hm ²	占湿地总面积比例/%	占湿地公园总面积比例/%
II	湖泊湿地	III1	永久性淡水湖	470.19	87.49	63.65
III	河流湿地	III1	永久性河流	5.37	1.01	0.73
IV	沼泽湿地	IV2	草本沼泽	27.63	5.17	3.76
		IV4	森林沼泽	19.19	3.59	2.61
V	人工湿地	V1	库塘	10.61	1.99	1.44
		V4	输水河	4.02	0.75	0.55
合计				537.01		72.74

科 332 属 566 种。重点保护植物有野菱 *Trapa incisa* Sieb. et Zucc. var. *quadricaudata* Gluck、金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D. Don.) Hara 和喜树 *Camptotheca acuminata* Decne 3 种,均为国家二级重点保护野生植物。

湿地公园分布有动物 132 种,其中哺乳动物 11 种,隶属 5 目 7 科。鸟类 88 种,隶属 14 目 31 科,有

83种鸟类属于“国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物”,被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》的有4种,包括黑鸢 *Milvus korschum*、普通鵟 *Buteo buteo*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、红隼 *Falco tinnunculus*。两栖动物5种,隶属1目3科。爬行动物11种,隶属1目5科。鱼类17种,隶属7目10科。

1.4 湿地生态系统评价

捞渔河发源于滇池周边山脉,途经昆明市新建城区后汇入滇池,是典型的城市与河流交汇区,其保护与恢复工作对我国城市周边河流及湖泊的保护建设具有示范意义。滇池在长期的自然演化和人类利用过程中,形成了多种类型的岸线形态,捞渔河湿地公园在10.65 km的岸线上分布有滇池几乎所有的岸线形态,如岩岸、沙滩岸线、杨柳、加杨岸线、芦苇荡、民居防浪堤、入湖口冲积扇、湖滨半岛、残存的渔船码头,是滇池岸线形态的活标本。

捞渔河湿地是滇池东岸典型的入湖口湿地,具有较为广阔的生态恢复空间,是开展滇池入湖河流治理、湖滨带和入湖口湿地生态系统恢复的理想场所,通过恢复重建湖滨带,为滇池水生植被提供生存空间,提升环滇池湿地水质净化能力,促进滇池湿地生态系统良性循环,对滇池生态恢复具有重要作用。

1.5 公园面临的挑战

1.5.1 生态系统受损严重

1950—1970年代进行的围湖造田,使滇池很多重要的湖湾、沿岸“沟潭”被夷为平地。而这些湖湾、龙潭及之间的连接沟渠是水生植物分布的重要区域,也是鱼虾重要栖息和繁殖区域,尤其是一些土著物种的重要栖息地^[1]。但随着这些“沟潭”系统被改造成农田、鱼塘之后,区域水生植物群落遭受严重破坏,生物多样性急剧减少,生态系统稳定性下降,自净能力降低。其中也包括滇池东岸以农田岸线为主的捞渔河入湖口周边区域。

1.5.2 湿地公园面临的生态压力巨大

随着昆明城市建设重心的“南下”,呈贡新城建设进程日益加快,新城发展的南端已经临近捞渔河国家湿地公园,且捞渔河流经的呈贡新城段是大学城片区,整体水质受到沿途市民生产、生活的影响较大。从整个滇池岸线看,北岸自然岸线已经被围湖造地破坏,西岸为西山悬崖岸线,湖滨湿地面积一直很少,仅南岸、东岸存在一定的自然岸线,也是生态恢复的重点区域。东岸由于是滇池区域下风向和水流中上游区,对滇池湖体净化的作用极为重要。但

由于城市化进程的影响,其承受的生态压力巨大。

1.5.3 主体水质恢复难度大

湿地公园一部分水源来自于捞渔河及梁王河,另一部分水源为污水处理后的中水,但公园水体主要为滇池滨湖水域,其水质完全由滇池外海水质决定,短期内提升难度较大。由于滇池无大江大河良好水源的注入,自净能力十分有限,加之社会经济迅速发展,导致污染物持续超量流入,滇池生态系统迅速退化。70年代中后期滇池外海、草海水质为Ⅲ类,但至90年代,已全面恶化为劣Ⅴ类^[2],滇池也成为国内“三河三湖”中治理难度最大的湖泊。近十几年来,国家和地方对滇池治理投入甚巨,取得一定的成绩,滇池水环境恶化的趋势总体得到遏制,但要在短期内取得绝对性治理成效,任务极为艰巨。

2 总体思路

2.1 规划构思

认真贯彻落实《国务院办公厅关于加强湿地保护管理的通知》、《国家林业局关于做好湿地公园发展建设工作的通知》及国务院办公厅2016年12月印发的《湿地保护与修复制度方案》,遵循“保护优先、科学修复、合理利用、持续发展”的基本原则,以保护湿地公园范围内水系及湿地资源,修复捞渔河入湖口受损湿地生态系统及野生动植物栖息地、充分发挥湿地生态功能为出发点,注重挖掘和展示湿地的自然生态特征和地域文化景观特色,打造高原入湖口湿地保护与受损生态系统修复的典范,树立滇池流域生态环境治理样板。

湿地公园紧邻主城区,现为云南省科普教育基地和昆明市环境教育基地,宣教基础良好,交通条件便利,具有极高的科普宣教价值。通过为市民营造优美的湿地游憩环境,强调人与自然的和谐,让公众在领略湿地自然风光、认识湿地的同时,了解湿地文化及其在生态文明进程中的作用,提升人们保护湿地的自觉意识。通过湿地公园建设,充分发挥湿地的多种功能,实现湿地保护与发展的协调推进。

2.2 公园范围划定

基于区域生态系统典型性、系统相对完整性和管理的可行性,捞渔河国家湿地公园建设范围沿当前滇池湖岸线北起杜家村,南至大湾村度假区域界南侧,岸线全长10.65 km,西至管委会具体管辖行政边界。向湖岸线外围(东面)以滇池一级保护区为基线,根据地形地势、权属关系和生态系统保护的科学性,局部延伸到环湖东路。此外,捞渔河河道及

河道护岸林过环湖路向东延伸至昆玉高速公路西侧、捞渔河与梁王河交汇口一带,河道总长 3.8 km,河道宽 25 m,加上河道两侧各宽 50 m 的护岸林,共 125 m 宽(图 2)。



图 2 湿地公园范围

Fig. 2 Scope of wetland park

2.3 公园定位

2.3.1 性质定位

充分考虑捞渔河独特而重要的生态区位以及地理位置,结合其环境特征和资源禀赋,将其性质定位为:以入湖口及湖滨湿地生态保护与水质净化功能提升为基础,大力开展土著生物栖息地恢复重建,同时兼顾湿地景观及湿地文化科普宣教平台搭建,建设一个集生境保护与恢复、滇池治理示范、公众湿地生态体验及科普宣教于一体的城市近郊公益型国家湿地公园。

2.3.2 功能定位

▷高原入湖河口及湖滨带湿地生态系统保护及生境重建的典范;

▷滇中乡土湿地植物种质资源保存基地、湿地动物栖息家园;

▷大城市近郊人与湿地和谐共处、相互融合的

经典样板;

▷以滇池流域变迁及治理成果展示为主的湿地自然学校;

▷昆明市乃至云南省生态文明建设的重要抓手及昆明市的生态会客厅。

2.4 公园建设目标

1) 保护捞渔河入湖口及大渔片区湖滨带湿地生态系统;全面开展湿地公园管辖水域的封育保护;把湿地公园建设成为长江上游湿地保护网络的重要组成部分。

2) 修复动物栖息地,恢复自然岸线的湿地群落结构,提升其水质净化与水源涵养等功能;把湿地公园建设成为高原湖泊湖滨湿地系统保护与修复的样板和生物多样性保护与恢复的典范。

3) 提供一个可以供市民和游客亲近自然,体验高原湿地风情和生态文化的高品质秀丽生态空间;把湿地公园建设与城市人居环境质量优化相关联,打造昆明对外展示生态建设成果的窗口及昆明的生态会客厅。

4) 建设滇中地区乃至全国受损湿地保护和修复的科研实践及科普宣教基地,为滇池水环境改善以及我国高原湖泊湿地保护提供示范,从而提升其环境功能和社会功能。

3 功能分区及建设内容

根据湿地公园的资源特征和分布情况,以及后期治理措施及利用方式的差异,为实现规划建设目标,分区施策的保护、恢复及利用,将公园划分为既相对独立、又相互联系的不同功能区,明确各功能区的建设方向并采取相应的管理措施。

3.1 区划原则

1) 基于资源现状的分布情况,有利于保护生态系统的完整性;

2) 有利于规避主要外界胁迫因子的影响,妥善处理保护与利用的关系;

3) 各分区功能明确、相互协调,区划界线清晰、便于管理;

4) 规划分区尽量保持原有自然、人文等单元界限的完整性。

3.2 功能分区结果

根据区划原则,充分考虑捞渔河的实际情况,综合各方面因素,将湿地公园划分为湿地保育区、恢复

重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区 5 个功能区(图 3,图 4)。

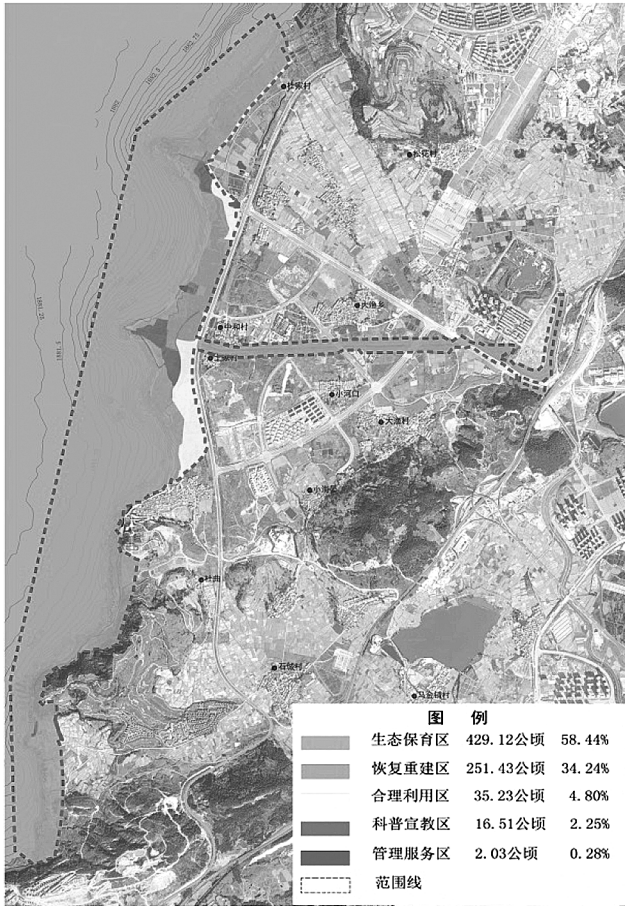


图 3 湿地公园功能分区

Fig. 3 Functional zoning of wetland park

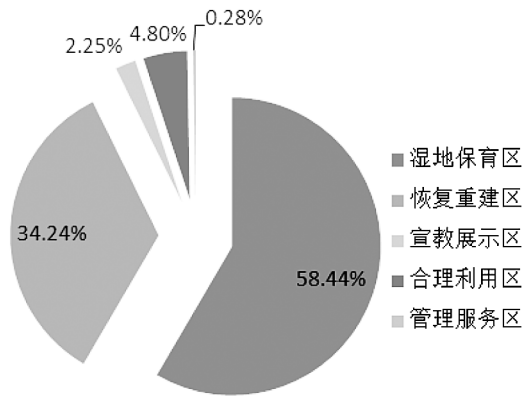


图 4 湿地公园各功能分区面积比例

Fig. 4 Area proportion of functional areas in wetland park

3.3 各功能区建设目标及内容

3.3.1 湿地保育区

依据湿地保护管理规定、验收办法和规划区现

状,将云南省滇池保护条例规定的一级保护区中部分栖息条件较好,不宜进行过多人工干预的区域划为湿地保育区。主要包括离湖岸 50 m 之外的湖面和部分近岸湖滨湿地。这一区域为水禽良好的栖息地,生物多样性较为丰富,以自然恢复和演替为主,尽量减少人工干预。

1) 建设目标

依据相关的法律、法规,对该区的湿地生态系统进行严格保护,为捞渔河国家湿地公园生态系统整体恢复提供空间,从而提升规划区的湿地生态功能,同时,作为其他区域生态修复的对比参照,后期可进行生态修复成效评估。

2) 主要建设内容

该区域主要建设内容包括污染物清理、湖岸保护、入侵物种清除与控制、非法渔具清除、建立科研监测点和植物调查样地、勘界标桩、设置警示标牌和动植物保护标识牌、四退工程(退塘、退田、退人、退房)、环湖截污工程、河道及水体日常清理和巡护管理等。

3.3.2 恢复重建区

该区域主要包括滇池一级保护区范围内除湿地保育区外的区域,以及部分一级保护区外适宜开展生态恢复的区域。通过调查和查阅相关文献资料,当前滇池东岸附近湖泊水体透明度为 80~100 cm,沉水植物最大生长水深不超过 2 m,挺水植物最大水深一般小于 1.5 m^[3-6]。因此,把滇池常水位(1 887.5 m)以下 2 m 作为人工促进恢复的有效深度,结合湖床岸线地形图分析,当前规划区内 2 m 水深湖床等高线(1 885.5 m)与离湖岸线 50 m 距离大多契合,为管理和分区识别的可行性和便利性考虑,以离湖岸线 50 m 作为恢复重建区水域界线。

1) 建设目标

通过营建各类乡土植物生境,实施各项生态恢复工程,拟实现以下目标:①使公园内水体环境得到根本改善,达到“水清”目标;②实现湿地公园内乡土典型植物群落(如海菜花等^[7])的有序恢复,达到“岸绿”目标;③在生态恢复过程中兼顾景观需求,实现景观与生态功能发挥的高度融合,达到“景美”目标;④实现生态系统承载能力的提升,湿地生态系统功能的全面发挥。

2) 主要建设内容

该区域主要建设内容包括拆除防浪堤、恢复自然岸线、修复捞渔河河道、恢复生态驳岸、公园清淤、建设水质净化示范区、设置蓝藻应急防治预案、建立科研监测点和植物调查样地、恢复近岸水生植被和

湖滨带植被、建设生境岛屿及生物廊道、恢复鱼类和水禽栖息地、近岸中山杉林的优化提升^[8]、乡土植物苗木繁育基地建设等。

3.3.3 宣教展示区

将可以综合展示湿地保育及修复成效、科学研究示范、近自然体验、生态互动宣教体验等区域,开展多形式、多层次的宣教活动,由于宣教形式的多样性,宣教区呈分散的点、线、面镶嵌在湿地保育区、恢复重建区及管理服务区中,主要为捞渔河临近入湖口一段两侧、规划区北部拟建高原湿地植物展示园以及大湾典型湖湾展示区域。

1) 建设目标

充分发挥湿地公园便利的交通条件以及良好的宣教基础,综合展示滇池生态系统的演变过程及治理成效,建设云南省首个以湿地生态为师、以志愿者为载体、面向大众的自然学校,向大众普及湿地科学知识、传播生态修复理念,推进生态文明建设。

2) 主要建设内容

该区域主要建设内容包括湿地宣教中心、科普展示长廊、观鸟设施、水生动物观察站、高原湿地植物园、生态技术展示园、湿地记忆文化长廊、科普服务中心、亲水文化乐园、湿地自然学校等。设置科学的解说体系,主要包括交通标识系统、服务标识系统、公园内部的游览道路、声像展示系统、导游图、导游画册以及培训导游员、解说员、咨询服务员等。

3.3.4 合理利用区

主要分布于环滇池一级保护区与环湖东路间具备生态游憩、展示利用功能的区域。主要为市民提供亲近湿地、享受自然美景的生态空间。

1) 建设目标

通过配套设施建设,协调湿地公园保护与为市民提供生态憩息空间的矛盾,满足人们对湿地美景感受与体验的需求,最终实现在保护中利用,在利用中保护,以小面积的合理利用实现湿地公园可持续发展。

2) 主要建设内容

该区域主要建设内容包括景区大门、游览栈道、休憩设施、观景平台、垃圾收集设施、环保厕所、游客服务商店等。

3.3.5 管理服务区

根据后期管护需要,划定 3 个小片区:北部管理点位于环湖东路与渔浦路交汇口西侧,是湿地公园未来重要的游客接待及科研交流服务区;中部管理点建于原滇池航运规划码头处,主要为后期水体巡

逻和漂浮物清理提供中转场地;南部管理点位于大湾一级保护区外,主要为南部区域管理提供巡防点。

1) 建设目标

管理服务区是为公园建立长效机制提供保障的重要支撑,通过管理用房等相关基础设施的建设,为公园生态恢复建设、日常巡护、游客疏导、科研监测、野生动物救护及科普宣教等提供支持,为公园良性运转提供坚实保障。

2) 主要建设内容

该区域主要建设内容包括游客服务中心、湿地管理中心、保护管理点建设用房、游客服务设施和部分科研监测站、湿地科研监测中心等。

4 结语

捞渔河湿地具有悠久的利用历史,其退化及治理过程均是科学规划构思的依据,因此,在湿地公园规划过程中首先通过查阅大量的文献资料,对历史资料深入挖掘整理,研究其生态退化过程,为科学恢复治理提供依据。其次,利用不同时期的遥感卫星影像资料进行纵向对比研究,追溯分析规划重点区域生态空间的演变历程。然后,将滇池最新的研究成果作为湿地公园规划的科学支撑。

总之,在捞渔河国家湿地公园的规划构思过程中,充分吸收了各方专家的智慧,在建设理念、规划布局、功能分区、建设内容等方面能够为国内同类湿地公园提供一定的借鉴。但由于该公园尚未建设完成,无法对该规划实施结果进行追踪评价与分析,因此,未来需要进一步对云南昆明捞渔河国家湿地公园的建设、实施情况及效果等进行追踪研究,以便为国内同类湿地公园的建设和管理提供更深入的借鉴经验。

参考文献:

- [1] 李根保,李林,潘珉,等. 滇池生态系统退化成因、格局特征与分区分步恢复策略[J]. 湖泊科学, 2014, 26(4):485-496.
- [2] 欧阳志宏,郭怀成,王婉晶,等. 1982—2012年滇池水质变化及社会经济发展对水质的影响[J]. 中国环境监测, 2015, 31(2):68-73.
- [3] 杨赵平,张雄,刘爱荣. 滇池水生植被调查[J]. 西南林学院学报, 2004, 24(1):27-30.
- [4] 赵晟,吴学灿,夏峰. 滇池水生植物研究概述[J]. 云南环境科学, 1999, 18(3):4-8.
- [5] 周虹霞,孔德平,范亦农,等. 滇池大型水生植物研究进

展[J]. 环境科学与技术, 2013, 36 (12M): 187-194.

(下转第 149 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.032

基于灰色关联度分析的广东省林业产业结构研究

钟海智 陈富强 陈哲华 刘旭 钟玉玲

(广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要: 基于 2008—2016 年广东省林业产业相关原始数据, 运用灰色关联度分析法, 计算 2008—2016 年间各时间段内广东省林业三次产业与总产值及三次产业内部各行业与三次产业产值之间的灰色关联度, 进而对林业产业结构进行灰色关联分析。结果表明, 在近 10 年的发展中, 广东省林业三次产业产值均对林业产业总产值增长产生积极作用, 第二产业产值与林业产业总产值增长的关联度最大, 第一产业次之, 第三产业最小。根据分析结果, 对广东省林业产业结构发展提出相关建议。

关键词: 林业产业结构; 总产值; 三次产业; 灰色关联度; 广东省

中图分类号: S75; F416.88 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)04-0145-05

Forestry Industrial Structure in Guangdong Province Based on Grey Relational Analysis

ZHONG Haizhi, CHEN Fuqiang, CHEN Zhehua, LIU Xu, ZHONG Yuling

(Guangdong Institute of Forest Inventory and Planning, Guangzhou 510520, China)

Abstract: Based on the original data of forestry industry in Guangdong province from 2008 to 2016, the grey relational analysis was used to calculate the grey correlation between the three industries output values and the total output value of forestry as well as the different industrial output values. The grey relational analysis of forestry industry structure showed that the structure of forestry industry was improved and the three industries output values had the positive effect on the growth of the total output value. The grey correlation with the total output value were the secondary industry, the primary industry and the tertiary industry in order. According to the analysis results, the countermeasures were put forward for the development of forestry industrial structure in Guangdong province.

Key words: forestry industrial structure; total output value; three industries; grey relational analysis; Guangdong Province

当前, 林业产业已由过去的单一林业转变为全方位发展的现代林业, 林业产业系统也转变为一个多层次、多因素, 具有明显模糊性、随机性和部分信息未知的典型复杂的灰色大系统^[1]。灰色关联度

的应用涉及社会科学和自然科学的各个领域, 尤其在社会经济领域, 如国民经济各部门投资收益、区域经济优势分析、产业结构调整等方面, 都取得较好的应用效果。将灰色系统理论引入林业产业, 采用灰

收稿日期: 2018-04-28.

作者简介: 钟海智(1981-), 男, 广东河源人, 工程师, 经济师。主要从事林业经济、林业调查规划工作。Email: hz163163@163.com

色关联分析林业产业结构,弥补了采用数理统计方法作系统分析存在的缺憾^[2]。运用灰色关联理论研究林业产业结构,可以较为系统地分析各亚产业对于三次产业及总产出的贡献度与关联关系,有利于明确重点产业,突出弱势产业,对于合理规划后续产业发展、完善相关政策等工作均具现实指导意义^[3]。

近 10 年间,广东省林业产业总产值持续平稳增长。2008 年受国际金融危机影响,林业产业产量、产值增速有所放缓;2009 年随着经济形势好转,扩大内需形成新的经济增长点,极大调动了各行业企业积极性,各类林产品销售价格大幅回升;2010 年积极调整林业产业结构,加快转变林业经济发展方式,步入良性发展轨道;2011 年以林业增效、林农增收、生态增优为目标,及林业产业发展转型升级,产业体系逐步完善,产业规模不断扩大,结构持续优化,林业经济功能不断拓展;2012—2014 年林业产业结构不断优化、传统产业规模化和专业化水平进一步提升,森林生态旅游等新兴林业产业快速壮大;2015 年全球经济低迷,国内经济艰难转型,林业产业平稳发展;2016 年在全国经济“降档提质”的背景下,林业产业产值稳步提高,产业结构不断优化,实现了生态建设与产业经济的协调发展^[6]。广东作为传统的林业产业大省,发展林业产业已成为发挥林业生态、经济、社会三大效益的重要基础保障。影响林业产业发展的因素很多,其中结构优化调整是林业产业发展的永恒课题,通过分析不同阶段广东省林业三次产业产值与林业产业总产值,以及三次产业内部各行业与所属产业产值之间的灰色关联度,可以有效把握产业发展的规律和重点,为林业产业结构规划提供参考依据。

1 研究方法

1.1 灰色关联度分析模型

关联度是表征两个事物的关联程度。关联度分析是灰色系统分析、评价和决策的基础。灰色关联度分析是多因素统计分析方法,用灰色关联度来描述因素间关系的强弱、大小和次序^[4]。灰色关联度分析的意义是在系统发展过程中,如果两个因素变化的态势是一致的,即同步变化程度较高,则可以认为两者关联较大;反之,则两者关联度较小。因此,灰色关联度分析对于一个系统发展变化态势提供了量化的度量,适合动态历程分析,步骤如下:

1) 确定参考序列。本文选取林业产业总产值

为参考数列,其他要素为比较数列。参考数列常记为 X_0 ,一般表示为:

$$X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)\} \quad (1)$$

比较数列常记为 X_i ,一般表示为:

$$X_i = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)\}, i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

2) 对于一个参考数列 X_0 和比较数列 X_i ,可用下述关系表示各比较曲线与参考曲线各点的差:

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (3)$$

式中, $\zeta_i(k)$ 为比较数列 X_i 对参考数列 X_0 在 k 时刻的关联系数,其中 $\rho \in [0, \infty)$ 为分辨系数,引入分辨系数的目的在于减少极值对计算的影响。一般 ρ 的取值区间为 $[0, 1]$,具体取值可视情况而定, ρ 越小,分辨力越大,本文取 $\rho = 0.5$ 。

3) 原始数据处理。各因素原始数据存在量纲和数量级的差距,通过无量纲化处理,便于不同要素序列的比较。

4) 关联度的计算和比较。因为关联系数是比较数列与参考数列在各个时刻(即曲线中的各点)的关联程度值,所以它的数不止一个,而信息过于分散不便于进行整体性比较。因此有必要将各个时刻(即曲线中的各点)的关联系数集中为一个值,即求其平均值,作为比较数列与参考数列间关联程度的数量表示:

$$\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k) \quad (4)$$

1.2 指标选取和数据说明

由于 2008 年以前的《广东省农村统计年鉴》对林业产业产值统计口径不同,基于数据的可获得性和完整性,选择 2008—2017 年的《广东省农村统计年鉴》^[6] 中“全部林业产业产值”的一、二级指标数据。

1) 统计口径说明。2013 年以前第一产业的“造林”和“林木的抚育和管理”2 项指标是设在二级指标“林木的培育和种植”下面的三级指标,从 2013 年起,改设成和“林木的培育和种植”并列的二级指标,并且“造林”更名为“造林和更新”,“林木的抚育和管理”更名为“森林经营和管护”。为了方便计算,把以上 3 项指标整合为表 2 中的“林木培育种植及森林经营管护”。2015 年以前第一产业和第三产业的二级指标最末项为“其他”,从 2015 年起分别更名为“林业系统非林产业”、“林业生产服务”。本

研究采用 2015 年后的指标名称,并将年鉴中第二产业的二级指标最末项更名为“其他林产品制造”。

2) 指标单位说明。原始指标数据的单位是万元,为了方便计算,全部换算为亿元。

2 结果与分析

2.1 广东省林业产业结构灰色关联度计算结果

基于 2008—2016 年广东省林业产业总产值、三次产业产值以及三次产业内各行业产业产值,根据模型计算不同时间段各个产业、行业间的关联系数和关联度,得到产业结构各层次灰色动态关联矩阵(表 1~表 4)。

表 1 广东省三次产业与林业产业总产值灰色动态关联矩阵

Tab. 1 GRA matrix between the three industries output values and the total output value of forestry

阶段(年)	第一产业	第二产业	第三产业
2008—2016	0.9526	0.9900	0.6764
2009—2016	0.9777	0.9850	0.6369
2010—2016	0.9889	0.9829	0.5848
2011—2016	0.9863	0.9769	0.5176
2012—2016	0.8607	0.8689	0.7507
2013—2016	0.8119	0.8816	0.6801
2014—2016	0.7829	0.8511	0.6271
2015—2016	0.9516	0.8121	0.6667

表 2 广东省林业产业第一产业各行业灰色动态关联矩阵

Tab. 2 GRA matrix of different industries in the primary industry

阶段(年)	林木培育种植及森林经营管护	木材和竹材的采运	经济林产品的种植与采集	花卉及其他观赏植物种植	陆生野生动物繁育与利用	林业系统非林产业
2008—2016	0.9558	0.9302	0.9808	0.9186	0.7964	0.6826
2009—2016	0.9770	0.9619	0.9817	0.9291	0.8535	0.6524
2010—2016	0.9909	0.9650	0.9896	0.9462	0.8863	0.5951
2011—2016	0.9799	0.9188	0.9778	0.8909	0.8757	0.5508
2012—2016	0.9581	0.8927	0.9479	0.7663	0.8235	0.9241
2013—2016	0.9410	0.9558	0.9925	0.9841	0.7472	0.8623
2014—2016	0.9606	0.9605	0.9828	0.9785	0.7465	0.9759
2015—2016	0.9778	0.9635	0.9697	0.9825	0.6667	0.9835

2.2 林业产业结构灰色关联分析

2.2.1 三次产业结构关联度分析

从表 1 可见,2008—2016 年广东省林业产业三次产业产值与总产值的关联度依次为 0.9526、

表 3 广东省林业产业第二产业各行业灰色动态关联矩阵

Tab. 3 GRA matrix of different industries in the primary industry

阶段(年)	木材加工及木、竹、藤、棕、苇制品制造	木、竹、藤家具制造	木、竹、藤浆造纸	其他林产品制造
2008—2016	0.8768	0.9262	0.9198	0.6751
2009—2016	0.9083	0.9244	0.9317	0.642
2010—2016	0.9852	0.9230	0.9271	0.5999
2011—2016	0.9743	0.9629	0.9320	0.5414
2012—2016	0.9014	0.7062	0.7185	0.5831
2013—2016	0.9427	0.8998	0.7760	0.5141
2014—2016	0.6045	0.6561	0.6296	0.7759
2015—2016	0.7225	0.7982	0.8811	0.6667

表 4 广东省林业产业第三产业各行业灰色动态关联矩阵

Tab. 4 GRA matrix of different industries in the tertiary industry

阶段(年)	林业旅游与休闲服务	林业生态服务	林业专业技术服务	林业公共管理及其他组织服务	林业生产服务
2008—2016	0.9931	0.7877	0.8804	0.8010	0.8774
2009—2016	0.9906	0.7769	0.9119	0.7258	0.9169
2010—2016	0.9937	0.8648	0.9356	0.684	0.9373
2011—2016	0.9838	0.8885	0.8784	0.6386	0.8183
2012—2016	0.9983	0.9472	0.9932	0.5605	0.8745
2013—2016	0.9512	0.6682	0.7247	0.6987	0.7247
2014—2016	0.9871	0.5615	0.7496	0.7548	0.6495
2015—2016	0.9755	0.7448	0.6699	0.7293	0.6667

0.9900、0.6764,林业产业第二产业产值与总产值的关联度最大,第一产业仅次之,第三产业最小。关联结果表明,广东省林业产业第一、二产业对林业经济的影响大,一、二产业产值和总产值的变化趋势具有一致性,同步变化程度较高。虽然林业第一产业产值较低,且对总产值贡献率较低,但与总产值关联度较大。主要原因是林业产业是以森林资源为基础的限制型产业,森林资源是保障林业产业发展的物质基础,因此,第一产业是林业产业的基础和前提。

2008—2016 年间的产业结构特征是第二产业所占比重一直最大,但呈逐渐减少趋势,第三产业比重逐步增大(图 1),与关联度的动态变化趋势(图 2)相一致。从动态发展的趋势看,第一产业关联度在 2011—2016 年至 2014—2016 年 4 个时段连续下降后又呈上升趋势;第二产业关联度呈下降趋势;第三产业关联度较小,且变化波动较大,以近两年的趋势看,发展潜力巨大。

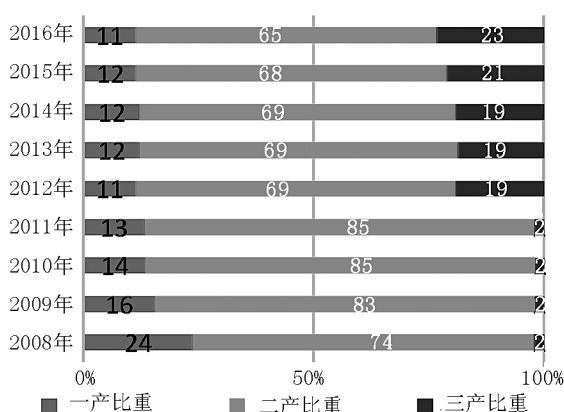


图 1 2008—2016 年广东省林业产业结构变化

Fig. 1 Structure variation of forestry industry from 2008 to 2016

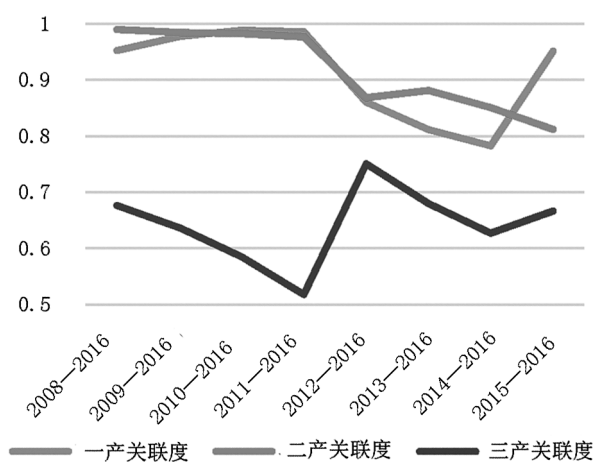


图 2 2008—2016 年广东省林业产业结构关联度变化

Fig. 2 Correlation variation of forestry industry structure from 2008 to 2016

2.2.2 三次产业内各行业灰色关联分析

1) 2008—2016 年第一产业内各行业灰色关联度从大到小依次是:经济林产品的种植与采集(0.9808),林木培育种植及森林经营管护(0.9558),木材和竹材的采运(0.9302),花卉及其

他观赏植物种植(0.9186),陆生野生动物繁育与利用(0.7964),林业系统非林产业(0.6826)。可见,经济林产品的种植和采集行业产值与第一产业产值关联度最大。综合各时间段关联度的变化情况可知,该行业已成为第一产业的支柱产业,同时林木培育种植及森林经营管护和木材、竹材采运的产值与第一产业产值的贡献也较大,反映了这 3 个主导行业之间的变化发展相辅相成。

2) 2008—2016 年第二产业内各行业灰色关联度从大到小依次是:木、竹、藤家具制造(0.9262),木、竹、藤浆造纸(0.9198),木材加工及木、竹、藤、棕、苇制品制造(0.8768),其他林产品制造(0.6751)。可见,木材加工、家具和造纸业是第二产业的支柱产业,该行业产值与第二产业产值关联度最大。第二产业内各行业的主要影响因素是市场因素和气候因素。比如人造板产量随着省内房地产业、家具行业迅速发展而持续增长。2011 年,人造板和木地板的产量有所下降,是由于外需走弱,规模企业数量减少导致的。此外,2008 年初受雨雪冰冻灾害影响,林产化工产品产量大幅下降,而接下来的 2009—2010 年受全球经济回暖影响,产量又得以回升。

3) 2008—2016 年第三产业内各行业灰色关联度从大到小依次是:林业旅游与休闲服务(0.9931),林业专业技术服务(0.8804),林业生产服务(0.8774),林业公共管理及其他组织服务(0.8010),林业生态服务(0.7877)。可见,林业旅游与休闲服务业产值与第三产业产值的关联度最大、贡献最大,与其他行业相比形成较大差距。主要原因是广东省一直是旅游大省,近年来游客对林业生态旅游的需求强劲。就行业发展历程看,从 2013 年开始,广东省林业产业新兴产业快速增长。2015 年,随着广东省生态工程建设的逐步推进,林业生态旅游资源的数量和品质都得到了提升,林业旅游与休闲产业发展良好。到 2016 年,在全国经济“降档提质”的背景下,以林业旅游和休闲服务为主体的第三产业在总体产值中的占比逐年提高,省内各具特色的森林公园和特色小镇蓬勃发展,林业生态旅游资源品质和数量持续提升。

3 结论和讨论

通过对广东省林业三次产业之间的灰色关联度分析得知:广东省林业产业在近 10 年的发展中,林业三次产业产值均对林业产业总产值增长产生积极

的作用,第二产业产值与林业产业总产值增长的关联度最大,第一产业仅次之,第三产业最小。

通过三次产业内部各行业灰色关联度的分析表明,作为主导产业的第二产业目前的发展依然依赖于传统的制造业;经济林产品的种植与采集、林木培育种植及森林经营管护这2个行业对第一产业贡献最大;林业旅游与休闲服务业产值与第三产业产值的关联度最大,与其他行业的贡献相比形成较大优势。

据此,对广东省林业产业结构发展提出以下建议:

1) 夯实第一产业基础地位。以提高森林资源质量为核心,优化以资源培育为基础的开放型、高效型、生态型的第一产业。首先,要着力森林资源的科学培育,提高现有的林分质量和单位面积收获量。对耗材型林产加工业的原料供应,近期利用现有资源要坚持用材林采伐量不大于生长量的原则,尽量提高木材综合利用率。此外,根据城镇环境建设和人民生产、生活的需要,发挥地缘优势,坚持适地种树,积极培育发展大径材商品林、珍贵树种、油茶、林下经济产品、林木种苗及花卉,为加工业提供充足的优质原材料。

2) 推动第二产业转型升级。以自主创新、提高产品科技含量和附加值为核心,全面提高木材加工业整体素质,推动第二产业转型升级。淘汰落后产能和加大兼并重组力度,鼓励林产企业引进、消化、吸收国外先进技术与设备,提高自主创新能力,培育一批有竞争力的龙头企业,打造一批新型绿色环保林业产业企业。充分发挥现有名牌产品、驰(著)名商标、绿色食品、地理标志、森林产品标志等林业品牌作用,鼓励地方政府和龙头企业争创驰(著)名商标、申请地理产品标志等。作为主导产业的木竹家具、人造板、木地板及造纸业,要提高自主创新能力,

提高产品准入门槛、检验标准,建立绿色产业联盟,进一步加大供给侧改革力度,推动传统产业向中高端绿色产业转型。

3) 深挖第三产业市场潜力。以合理利用森林景观资源为前提,大力发展森林生态旅游业,使以森林生态旅游为主的第三产业成为林业产业中最具活力的新的增长点。加大森林公园、自然保护区、湿地公园等自然保护地、生态体验地的基础设施和公共服务设施建设力度,有序推进智慧旅游发展,推动森林旅游业的提质升级。开发和提供优质的生态教育、游憩休闲、森林体验和森林养生等特色生态服务产品,以森林生态旅游业带动森林服务业的发展,使森林生态旅游业成为支柱产业。加快发展林业技术服务、林权流转交易、林产品交易等现代服务业,促进先进制造业与现代服务业有机融合、互动发展,推动第三产业的兴旺发展。

参考文献:

- [1] 顾寒琳,谷国锋,李岩,等. 基于灰色系统理论的吉林省林业产业结构分析[J]. 东北林业大学学报,2010,38(9):121-124.
- [2] 李少岩,魏佳. 灰色关联分析方法在黑龙江省林业产业结构规划调整中的应用[J]. 商业经济,2007(1):17-18.
- [3] 尚旭东,支玲,陈方. 基于灰色动态关联分析的云南省林业产业结构研究[J]. 广东农业科学,2011(9):172-175.
- [4] 杜栋,庞庆华,吴炎. 现代综合评价方法与案例精选(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社,2014:112-113.
- [5] 刘思峰,杨英杰,吴利丰,等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2014:140-146.
- [6] 广东农村统计年鉴编辑委员会. 广东农村统计年鉴2008-2016[M]. 北京:中国统计出版社,2009-2017.
- [7] 李恒. 云南高原湖泊水生植被的研究[J]. 云南植物研究,1980,2(2):113-141.
- [8] 舒树森,杨君兴,崔桂华,等. 滇池东岸回植海菜花技术初探[J]. 安徽农业科学,2007,35(29):9240-9241.
- [9] 陈静,孔德平,范亦农,等. 滇池湖滨带湿生乔木湿地构建技术研究[J]. 环境科学与技术,2012,35(12):100-103.

(上接第144页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.033

昌宁县核桃产业转型升级发展措施分析

王 鹏¹ 赵 军² 李梓勋²

(1. 保山市能源工作站, 云南 保山 678000; 2. 昌宁县林业局, 云南 保山 678100)

摘要:云南省昌宁县核桃种植有悠久的历史,种质资源丰富,有一定的技术积累,已具备一定的产业发展规模,且核桃仁内在品质优越。但当前存在着核桃生产标准化水平低下,产业链短,龙头带动力弱,产量低下,品牌打造乏力,销售渠道不畅等问题,必须进行转型发展。藉此,提出培育新型经营主体,健全产品可追溯制度,实施标准化、品牌化发展战略,加强种植管理,打造核桃园主体经济,拓宽产品销售渠道等发展措施。

关键词:核桃;产业转型升级;资源优势;提质增效;种植管理;销售渠道;昌宁县

中图分类号:S792.13;F416.88 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0150-04

Transformation and Development Measures of Walnut Industry in Changning County

WANG Peng, ZHAO Jun, LI Zixun

(1. Baoshan Energy Station, Baoshan, Yunnan 678000, China;
2. Changning Forestry Bureau, Baoshan, Yunnan 678100, China)

Abstract: The walnut industry had certain development scale in Changning County of Yunnan owing to the long cultivation history, the rich germplasm resources, the technical experiences and the superior quality of walnut kernel. The transformation of walnut industry should be carried out to solve the problems of low production standardization level, short industrial chain, weak effect of leading enterprises, low yield, lagged brand building and poor marketing channel. This paper put forward the development measures including supporting new operators, improving product traceability system, taking standardization and branding strategy, strengthening management, building walnut gardens, and broadening marketing channels.

Key words: walnut; industry transformation; resource superiority; improving quality and efficiency; cultivation management; marketing channels; Changning County

发展核桃产业能提升生态文明水平,提高山区群众收入,助力山区脱贫攻坚。昌宁县是核桃主产区,经几代人的艰苦努力,已具有一定的种植规模,但在发展中出现了单位面积效益低下等问题,亟待进行供给侧结构性改革。开展产业转型升级提升研究,

对制定昌宁县核桃产业政策,促进核桃产业发展具有积极的意义。

1 概况

昌宁县隶属保山市,位于云南省西南部,地处保

收稿日期:2017-11-29;修回日期:2018-02-13.

作者简介:王 鹏(1968-),男,云南保山人,工程师.主要从事林业及农村能源建设工作. Email:nyz119@163.com

山、大理、临沧3州市7县(区)结合部,县城距省会昆明市580 km,距州府保山市91 km。国土面积3 888 km²,辖9镇4乡79村,45个社区,2 004个村民小组,80 476户农户,总人口35.09万人,其中:农业人口29.32万人。

昌宁县最高海拔2 875.9 m,最低海拔608 m,属亚热带季风气候,随海拔的变化,有低热、温热、温凉、高寒4个气候带,在海拔1 400~2 200 m的广大山区,年均温16.9~11.9℃,年均降雨量1 133~1 600 mm,≥10℃活动积温5 300~3 600℃,无霜期271~233 d。该区土壤肥沃、疏松,雨量充沛,日照长,气候温和,是核桃生长的最佳区域。

2 核桃产业发展现状

昌宁县是全国第一批获得命名的名特优经济林“中国核桃之乡”^[1]。2016年底,昌宁县核桃种植面积达12万hm²,核桃干果产量达49 032 t,产值达12.5亿元。核桃已成为山区群众脱贫致富的主要产业之一。

3 核桃产业发展的资源优势

3.1 悠久的种植历史

据《蛮书校注》记载,“蔓胡桃出南昭,大如扁螺,两隔,味如胡桃,或言蛮中藤子也”。南诏国时昌宁县隶属永昌府,属南昭境;崇祯12年(公元1639年),《徐霞客游记》中亦记载:“郡境所食所燃皆核桃油,其核桃壳厚而肉嵌,一钱可数枚,捶碎蒸之,箍搞为油,胜芝麻菜子者多矣”。生长于柯街镇仙岳村和尚地的3棵细香核桃,被当地人尊称为“核桃三祖公”,经专家鉴定,已有500多年的历史。多种证据表明,昌宁县千年前已有核桃生产,历史悠久^[3]。

3.2 种质资源丰富

昌宁县拥有低热、温热、温凉、高寒4个气候带,在不同的气候类型中,进化出了许多不同的核桃品种,有适宜于温湿条件的细香核桃品种群^[3],有适宜于湿润条件生长的大泡核桃品种群,有适宜于高寒湿冷的大尖嘴核桃品种群,有直接食用口感极佳的香茶品种群,有脂肪含量高达77%的佳茶核桃品种群,有挂果特性好的聚合果核桃群,有果型特大的大铁核桃品种群。

3.3 内在品质优越

昌宁县出产的核桃品质优越:1)出仁率高。昌

宁县核桃壳厚度平均为0.65~1.15 mm,内褶壁退化,纸质,取仁易,分布于湾岗竹麻林的细香核桃最高出仁率达76.6%。2)种仁饱满匀称。3)口感醇香味美。据检测,昌宁县核桃的粗纤维和灰分含量分别为1.44%和1.88%,均优于其它地区同类产品。加之昌宁县核桃的单宁含量低于其它地区核桃产品,因此其涩味更轻、口感更好。4)营养丰富。经国家农业部昆明农产品检测中心检测,昌宁县核桃脂肪含量为62.0%~76.7%,多在70%左右,远高于国家核桃坚果质量分级标准中特级核桃脂肪含量≥65.0%的标准。昌宁县核桃脂肪酸中不饱和脂肪比例高达94.4%,核桃仁含粗蛋白最高达19.4%,还含有丰富的维生素和多种无机盐,营养价值很高。

在1983年的全国科技协作会上,昌宁县核桃被评为良种;1991年,昌宁细香核桃被国家外经贸部评为“全国出口创汇优质产品”;2009年,在全国第二届核桃大会上,昌宁细香核桃被评为金奖产品;2012年,“昌宁核桃”成功获得国家地理标志产品保护,注册国家地理标志证明商标,并作为云南名优产品参加2012中国(上海)国际食品安全博览会、第一届中国国际地理标志产品博览会,昌宁县核桃优质的理化特性得到了参会专家的认同。

3.4 有一定的技术积累

在长期的核桃生产中,昌宁县培养出了许多核桃生产土专家。先后选育出了昌宁细香核桃、昌宁大泡核桃、昌宁大尖嘴核桃等优良品种;总结出了立春前后20 d嫁接以及搭口接、破头接、高头换接等良种无性系推广繁育技术^[4];总结出了密长柴、疏长果等管理经验。近年,昌宁县又完成了无公害核桃生产综合标准的编制,已具备一定的生产技术积累。

3.5 已具备一定的产业规模

昌宁县历来重视核桃产业的发展,新中国成立前就有当地乡绅每嫁接成活泡核桃一株,奖励嫁接工银元壹枚的流传。1950年昌宁县解放后,核桃更是获得较大发展。1952年起,昌宁县大力实施“铁改泡”,1964年荣获云南省发展核桃生产先进单位称号,同年,昌宁县被列为全省核桃基地县。1979年,县革委会将34个大队列为核桃生产基地。1985年,昌宁核桃发展到0.84万hm²。1998年,昌宁县以原国家林业部将昌宁县列为“全国经济林名特优商品林基地县”为契机,转变传统核桃栽植发展方式,从“好田好地四边栽、房前屋后零星栽”转变为“好田好地中间栽、工程造林连片栽”。2006年,昌

宁县确定了“建设全国最大的泡核桃加工贸易集散地”的目标。2013 年底,昌宁县核桃种植总面积达 12 万 hm^2 ,居云南省第一位。核桃产业覆盖了全县 13 个乡镇、117 个村(社区)、1 644 个村(居)民小组,惠及 58 361 户农户、227 124 人。

每年的 7~8 月份,全国各地大批客商汇聚昌宁县,争相收购核桃,市场供不应求。2016 年,全县实现核桃干果总产量 4.9 万 t,产值 12.5 亿元。农民人均核桃收入 4 329 元,占农村常住居民人均可支配收入的 47%。核桃收入万元以上的农户近万户,核桃收入 5 万元以上的农户 475 户,10 万元以上的农户 23 户,核桃已成为产区的支柱产业。

4 制约核桃产业发展的薄弱环节

4.1 核桃生产标准化水平低下,产量和效益低

国家核桃丰产标准,树龄在 15 年以下的,丰产指标为 1 170 kg/hm^2 ;树龄在 16~20 年的,丰产指标为 2 580 kg/hm^2 ;树龄在 21~30 年的,丰产指标为 3 480 kg/hm^2 ;树龄在 31~40 年的,丰产指标为 3 885 kg/hm^2 。昌宁县核桃种植农户传统农耕种植观念较深,许多核桃缺乏有效的经营管理,核桃“重栽轻管”问题仍然存在,2016 年,平均产量仅 633 kg/hm^2 ,产值 16 035 元/ hm^2 ,与国家核桃丰产标准差距极大,单产效益偏低。

4.2 资金保障不足,基础设施薄弱

昌宁县核桃种植区分布在山区,地形起伏大,交通条件差,市、县级财政扶持资金有限,各乡镇也未探索出行之有效的产业扶持政策和办法,核桃种植户投入不足,水力、道路等基础设施十分薄弱,一些较为先进的生产技术、生产工具难以推广应用,极大地阻碍了核桃产量、质量和效益的提升。

4.3 产业链条短,龙头带动力弱

昌宁县现有摩尔农庄昌宁分部、昌宁笑果果食品有限公司、盛昌林产品公司、正强嘎薄泡核桃专业合作社等核桃加工企业、核桃专业合作社、个体户 239 户,但已投产企业多处于原料初级加工、分级包装阶段,规模小、规格低、实力弱,深加工不足,产品销售渠道单一,流通不畅,竞争力不强,价格不稳定,产业链短,产品附加值低。同时,昌宁县缺乏专业的核桃电子交易市场,核桃交易、流通还处于分散和自发状态,规模效应发挥不明显^[5]。

4.4 品牌打造乏力,销售渠道不畅

昌宁县核桃虽获得了地理标志产品保护,注册

了地理标志证明商标,培育了“兴胜”、“正强嘎薄”、“笑果果”等品牌,但产业服务体系不健全,宣传推介力度不足,品牌效应基本未能充分体现。核桃种植户、销售商各自为战,形不成合力,抵御市场风险能力低,易受核桃垄断商户的操控,最基础的种植农户的利益难以得到保护。

5 核桃产业转型的必要性分析

5.1 “生态昌宁”建设要求开展核桃良种选育和先进适用生产技术推广

核桃产业是一项集生态、经济、社会效益为一体的综合产业,发展核桃种植可以有效绿化荒山,保持水土,实现“产业发展生态化,生态建设产业化”,将生态文明建设与增加群众收入高度统一起来。同时,昌宁是传统的核桃生产县,山区群众来自核桃的收入在各项产业收入中占有重要地位,核桃树被群众亲切地称为“养老树”、“摇钱树”、“风景树”,在开展昌宁县生态文明建设、山区农民增收致富以及农业、农村发展等方面具有重要作用。只有强化核桃良种选育和先进适用核桃生产技术推广,实施核桃产业提质增效,才能建设高原特色的高效核桃产业,才能增加群众收入,加快脱贫致富,实现“生态、经济”双赢,巩固提升生态文明建设成果。

5.2 核桃产业转型是实现核桃产业可持续发展的客观要求

做大一产、做强二产、做活三产,是一个产业实现可持续发展的基本规律。近年来,昌宁县现有的核桃种植品种中出现了果形变小,品质下降,价格下跌等问题。如果不注重及时转型升级,提质增效,将会出现增产不增收甚至增产反而减收的悲剧。目前,云南省核桃种植面积已突破 267 万 hm^2 ,占全国种植总面积的 50%,漾濞、凤庆、云县、永平、隆阳、腾冲、大姚等县市区的核桃面积均超过了 6.67 万 hm^2 ,近年内挂果投产面积将以每年数十万公顷的速度增加,迫切需要昌宁县核桃产业提前转型,竭尽全力把一产做优、做特,把二产做大、做强,把三产做活、做新,实现品种良种化、种植标准化、加工生产规模化,产业化经营、集群化发展,不断延伸产业链,提升附加值,促进核桃产业可持续发展。

5.3 开展产业转型升级是提升昌宁县核桃产业竞争能力的重要手段

昌宁县具有发展核桃产业的资源、产业和技术

优势,但产量、产值、价格与云南省内一些县区相比并没有特别显著的优势。2014年统计显示,漾濞县核桃种植面积6.87万 hm^2 ,产量达3.4万t,产值达9.95亿元;永平县核桃种植面积10.45万 hm^2 ,产量达5.03万t,产值达17.27亿元;而昌宁县核桃种植面积12万 hm^2 ,产量只有2.9万t,产值8.7亿元,无论是核桃单产还是产值都是昌宁县最低。目前云南省最大的核桃交易市场在永平县,全省精深加工主要集中在楚雄,而昌宁县则出现面积大、单产低、加工率低的产业情况。因此,昌宁县核桃产业转型升级任务紧迫,必须通过加强抚育管理、发展精深加工、搞活流通服务,从而实现昌宁县由核桃资源大县向核桃经济强县转变。

6 核桃产业转型升级措施

6.1 培育新型经营主体,推动产业提质增效转型升级

要搭建创新平台,按照协调发展的要求和公益化、专业化、市场化有机结合的原则,创新龙头企业培育模式,积极支持引导核桃大户、家庭农场、庄园、专业合作社、加工流通企业等经营主体的发展。在现有的核桃加工企业中,培植或引进年产值亿元以上核桃精深加工龙头企业的同时,积极培植中小型核桃果、核桃仁加工营销组织及专业户,构建“覆盖全程、综合配套、便捷高效、农民满意”的新型农业社会化服务体系,提升核桃产业规模化、组织化水平,增强市场竞争力。加大科技推广力度,提高基地建设的质量和效益。

6.2 健全产品可追溯制度,实施标准化、品牌化发展战略

根据国家推行农林产品生产备案制的要求,建立核桃质量标准体系,成立核桃生产数据中心和监督执法体系。标准化生产,按照优质、安全、环保、高效的要求,坚持绿色发展理念,推行生产全过程的标准化生产。实现从核桃园到消费者的直接对接,透明生产,做强做优“昌宁核桃”品牌。

6.3 加强核桃种植管理

在昌宁县现有核桃种植面积中,幼树期面积为4.21万 hm^2 ,初果期面积为4.24万 hm^2 ,盛产期面积为3.22万 hm^2 ;衰产期面积为0.33万 hm^2 。幼树和初果核桃面积比重大,要实现核桃早产、丰产、

稳产,必须转变发展方式,以质为先,转变群众“重栽轻管”意识,改变被动管理习惯,树立向管理要质量、要效益的理念,充分发挥核桃种植户的主体作用。推广核桃无公害种植技术,科学施肥,推广优良品种,科学整形修剪和防治病虫害,实现昌宁县核桃种植管理向标准化转变^[6,7]。

6.4 打造核桃园立体经济,提升核桃生产效益

随着现有核桃幼树的不断成长,核桃林的郁闭度逐渐增加,与核桃同在一块土地上种植的粮食、烤烟等作物生长将会受到影响,粮食、烤烟等产业将会逐步退出。应积极开展核桃树下种植中药材、种草养畜等林下经济研究,制定和完善核桃林下经济扶持政策,转变单一的核桃生产模式,提高单位面积核桃林效益,促进核桃产业健康发展。

6.5 积极拓宽销售渠道

积极建设以核桃为主的林农产品专业交易市场,建立电子商务平台,开辟电子商务交易渠道,实现核桃交易升级。

昌宁县核桃产业的发展必须从传统农业向现代农业转变,必须抓住云南省加快推进以核桃为主的木本油料基地建设的良好机遇,按照“生态建设产业化、产业发展生态化”的发展思路,实现转型发展,将昌宁县核桃产业发展成为保山市桥头堡建设的重要成果。

参考文献:

- [1] 张志勇,丁春晓,田圆,等. 云南省细香核桃气候适应性研究[J]. 林业调查规划,2017,42(2):1-6.
- [2] 鲁定伟. 昌宁县核桃产业现状及发展对策[J]. 云南林业,2009,30(4):52-53.
- [3] 鲁定伟,于德强,李自兴,等. 核桃新品种‘昌宁细香核桃’的选育[J]. 中国果树,2016(6):81-83.
- [4] 鲁定伟. 核桃野外大砧嫁接技术研究[J]. 经济林研究,2013,31(1):134-138.
- [5] 杨波. 大理州高原特色产业发展对策[J]. 林业调查规划,2015,40(2):130-133.
- [6] 杨建荣,铁学江,唐永奉,等. 临沧市核桃抚育管理中存在的问题及对策措施[J]. 林业调查规划,2016,41(3):68-71.
- [7] 陆斌,宁德鲁. 美国核桃产业发展综述及借鉴[J]. 林业调查规划,2011,36(3):98-105.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.034

易门县野生食用菌产业发展现状与对策

李艳华 吕玉华

(易门县经果工作站,云南 易门 651100)

摘要:易门县野生食用菌资源丰富,生长分布广,已知种类已达 100 余种,有省级加工龙头企业 5 家,目前加工产品近 5 000 t,产值近 17 000 万元,野生食用菌产业进入良好快速发展阶段,文中总结了易门县采用抓龙头,强产业,促发展,重管理,创品牌,保安全,搞试点,探经验,促开发,积极争取项目资金,推动野生食用菌加工产业发展等野生食用菌产业发展经验与措施。针对存在的认识不足,无序和过度开发野生食用菌资源,加工产品科技含量低,龙头企业带动不明显,政策扶持力度不够等问题,提出加强组织领导,优化产业发展环境,扶持龙头加工企业,多方筹资,发展家庭林场、专业合作社等野生食用菌产业发展建议。

关键词:野生食用菌;产业发展;林下资源;加工产业;家庭林场;采收产业化;易门县

中图分类号:S759.81;F416.88;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2018)04-0154-03

Development Status and Countermeasures of Wild Edible Fungi Industry in Yimen County

LI Yanhua, LV Yuhua

(Yimen Station of Economic Fruits, Yimen, Yunnan 651100, China)

Abstract: The resources of wild edible fungi were abundant and wide distribution in Yimen County where 5 provincial leading enterprises processed products nearly 5, 000 t with the output value 170 million yuan. The industry of wild edible fungi developed favorably and rapidly. This paper summarized the development experiences of wild edible fungi industry, including concerning the leading enterprises, expanding the industry, stressing the management, creating the brand, ensuring the safety, making the pilot, exploring the experiences, facilitating the development and striving for project funding. For the existing problems of absent awareness, disorderly overexploitation of resources, low technology content of processing product, weak effect of leading enterprise and inadequate policy support, this paper suggested to strengthen organizational leadership, optimize the environment of industrial development, support the leading processing enterprises, raise funds by all possible means, and develop the family forest farm and the professional cooperatives

Key words: wild edible fungi; industry development; under-forest resources; processing enterprises; family forest farm; industrialized harvest; Yimen County

收稿日期:2018-01-11;修回日期:2018-02-02.

作者简介:李艳华(1966-),女,云南易门人,高级工程师.主要从事经济林产业规划、设计和森林资源培育工作.

通信作者:吕玉华(1960-),男,云南易门人,高级工程师.主要从事经济林产业规划、设计和森林资源培育工作. Email: ymxlyh@163.com

易门县林地面积 123 834.4 hm², 占全县国土总面积的 80.9%, 森林覆盖率 60.09%, 林地资源十分丰富, 生态环境好, 污染小、空气优、水质清, 区域性原生态农产品生产条件优越, 产业功能拓展性强, 具有野生食用菌生长得天独厚的自然条件。

1 野生食用菌产业发展现状

易门县野生食用菌资源丰富, 种类众多且质优味美, 产量高, 其生产加工和交易规模位居云南省首位。“中国·云南野生食用菌交易会”在易门县连续举办了 13 届, 知名度显著提高, 使易门野生食用菌闻名全国, 并享有“菌乡易门”之美誉。

易门县野生食用菌生长分布广, 品种多, 已知可食用的有 100 余种。其生长周期长, 盛产期为每年 6 月中旬至 11 月。野生食用菌种类主要有干巴菌、鸡枞、块菌、牛肝菌类(美味牛肝菌、华丽牛肝菌、双色牛肝菌等)、鸡油菌、乳菇类(谷熟菌、铜绿菌等)、梭柄乳头蘑(老人头)、红菇类(青头菌、大红菌)、松茸、灵芝、茯苓、鸡油菌、虎掌菌等。丰富的野生食用菌资源为易门县发展以野生食用菌为主的林下经济产业打下了坚实的基础。

截至 2016 年底, 全县有野生食用菌产业规模开发、利用、加工省级龙头企业 5 家, 拥有占地 8 hm² 的云南省野生食用菌交易中心市场一个, 初步形成了国内知名野生食用菌加工聚集地和市场中心。

2016 年, 易门县山区农民野生食用菌采收产量达 1 000 t 左右, 产值达 6 188.62 万元; 野生食用菌加工 4 986.72 t, 产值 16 691.6 万元, 增加了农民的经济收入。易门县野生食用菌产业进入良好快速发展阶段。

2 野生食用菌产业发展经验与措施

为实现野生食用菌资源采收的可持续利用, 易门县加大森林资源保护和培育力度, 保护好野生食用菌赖以生存的森林生态环境, 并积极探索以野生食用菌为主的林下资源保护性开发新模式, 宣传普及野生食用菌科学采集知识, 为实现可持续开发利用奠定基础。同时, 积极争取省、市项目资金, 推动易门县野生食用菌产业的发展。

2.1 积极扩大森林资源面积, 保护良好的生态环境

2013 年以来, 易门县相继组织实施了“国家退耕还林、中央财政造林补贴、巩固退耕还林成果、石漠化综合治理工程、防护林工程、陡坡地生态治理工

程、小流域生态治理和水源林造林”等国家、省、市林业重点生态工程项目, 新增封山育林 9 333.33 hm², 人工造林 9 277.47 hm², 实施森林抚育 16 666.67 hm²、低效林改造 2 000 hm²。截至 2016 年底, 易门县森林覆盖率由原来的 58.4% 提高到 60.09%, 森林资源总量持续增加, 林种结构不断改善, 林分质量进一步提高, 森林生态体系不断完善。

为保护野生菌赖以生存的环境, 易门县加大森林资源保护力度。1) 狠抓森林防火工作责任和措施落实, 2013 年以来无重特大森林火灾发生, 有效地保护森林资源安全。2017 年组织清除近 6 666.67 hm² 的林下可燃物, 既减少森林火灾隐患, 又更有利于野生食用菌生长。2) 依托全县 71 133.33 hm² 生态公益林森林生态效益补偿项目和 350 名专职巡山护林员, 使全县森林得以有效管护。3) 做好森林病虫害监测预报工作, 组织开展以云南松切梢小蠹虫为主的森林病虫害清理防治和清理采伐迹地补植补造工作, 努力维护有利于野生食用菌生长的林分结构。4) 持续加强林地使用和森林采伐管理, 严厉打击涉林违法犯罪行为, 减少林地和森林资源消耗, 保护好现有的森林资源。

2.2 抓龙头, 强产业, 促发展

1984 年, 易门县立足于地方特色资源, 结合市场需求, 投资兴建了易门首家专门生产食用菌的企业。经过多年发展, 企业几经扩建、技改, 规模日益扩大, 产品日渐丰富, 现已发展成为国内最大的野生食用菌生产企业——云南易门丛山食用菌有限责任公司。至 2016 年又相继发展了以野生食用菌生产加工为主的 4 家企业, 即益生、康源、山里香、恒源公司, 均被评定为“云南省林业产业省级龙头企业”, 从而带动了易门县野生食用菌产业的稳步发展。

2.3 重管理, 创品牌, 保安全

积极引导野生食用菌加工企业创建自己的品牌和商标, 为林下产品精深加工打牢基础, 为林下资源的开发利用创造良好条件。截至目前, 全县 5 家林业龙头企业均建立起了产品研发中心, 初步建立起了品牌建设体系。“丛山”、“云之南”、“山格拉”、“山里香”、“云易康源”等被评为云南省著名商标, 企业知名度显著提升, 产品市场占有率稳步提高。

易门县食用菌企业都严格要求: 1) 注重产品质量管理, 保证产品安全; 2) 引进先进的技术人才和加工生产技术, 强化产品研发, 提高产品档次和附加值; 3) 引进先进的管理理念、机制和手段, 提高企业管理水平; 4) 注重品牌创建, 提升行业档次; 5) 实行

生产原料当地化,既降低了生产成本,又带动了相关行业发展,促进农民增收。

2.4 搞试点,探经验,促开发

抓住集体林权制度改革的契机,按照“务林有其山,山林有其主,林主有其权”的政策,建立林下资源有偿转让、承包经营的机制,积极组织开展“包山拾菌”,鼓励和支持个人、社会团体通过承包经营集体山林来开发利用林下资源。通过人工促繁技术手段,保障野生菌有足够的生长时间,至菌体最大、品质最优时采摘上市,提高了野生菌的质量、产量和产值。通过“包山拾菌”和人工促繁技术两大措施的规范实施,有效促进了易门县保护性开发野生食用菌资源的发展,带动了周边群众开发林下资源的积极性。通过示范带动,全县“包山养菌”规模上百亩的林农已发展到 500 余户,成功带动了周边小面积的零星散户 1 000 余户,经营林地约 3 333 hm²,极大地提高了易门县林地资源的开发利用效率。

2.5 积极争取项目资金,推动野生食用菌加工产业发展

积极争取到国家、省、市“林业龙头企业发展扶持资金”、“林业贷款贴息项目资金”561.91 万元,专门用于扶持野生食用菌产业发展,龙头企业得到顺利发展。

3 野生食用菌产业发展存在的问题与困难

3.1 认识不足,重视不够

全县上下对野生菌产业发展认识不足,重视不够。截至目前,没有相应的产业扶持政策,没有专门的科技服务队伍,保护与开发机制缺失,导致产业发展不力,形成了“大资源、小产业、低效益”的状况。

3.2 无序和过度开发野生食用菌资源的现象严重

野生食用菌的“天生”特性导致其利用多保护少。虽然在保护利用方面已积累了较多的经验,但由于林地面积大、资源分散,还有较多的林地尚未实现管护采菌,野生食用菌的掠夺性采集现象仍比较严重。采集出来的部分野生菌个头小、质量低,难以达到商品化水平。随着食用菌产业的快速发展,资源保护与综合利用矛盾也日益激化。

3.3 加工产品科技含量低,龙头企业带动作用不明显

目前野生食用菌产品绝大部分以初级原料(原始子实体)销售为主,主要有速冻鲜品、干品、盐渍品、油炸品及清水软罐头等,加工方式普遍以初级产品原料为主,仅限于半成品的加工,产品附加值低,经济效益不明显。部分龙头企业对产品的研发定位不准,产品单一,对原料的组织缺乏有效的方法和策

略,整体对食用菌产业发展的带动作用不明显。

3.4 政策扶持力度不够

在政策、资金方面对野生食用菌产业支持不足,对农民技术帮助不够,用于扶持野生菌产业开发的资金少,一定程度上制约了食用野生菌产业的健康发展。

4 野生食用菌产业发展对策及建议

4.1 加强组织领导,优化野生食用菌产业发展环境

充分认识野生食用菌产业在全县经济发展中的重要作用,按照“野生食用菌稳产增效、加工业提质增效”的思路,将野生食用菌保育促繁、企业培育和市场提升等工作列入重要议事日程。切实加强组织领导,推动县、乡、村 3 级食用菌技术服务队伍建设,开展多层次的技术培训,加快人工保育促繁力度,大力推进野生食用菌保育促繁示范基地建设,实现野生食用菌产业的可持续发展。

4.2 坚持开发利用与保护相结合,禁止对林下野生食用菌资源的掠夺式开发

加强野生菌产区林地资源管理,保护和改善野生食用菌生长所必需的良好自然环境。在保持林地所有权性质、林地用途不变的前提下,鼓励林地使用权有序流转,通过承包、租赁等多种形式,积极推广“包山养菌”模式,承包经营出菌山林。切实加强野生食用菌资源的保护力度,推广抚育促繁措施,坚持开发利用与保护相结合,禁止破坏性、毁灭性采收,确保野生食用菌资源的可持续发展。

4.3 扶持和培育龙头加工企业,发挥龙头企业的带动作用

进一步加大对野生食用菌深加工的科技投入,加大对野生食用菌加工龙头的企业扶持力度,鼓励、支持有条件的龙头企业建立“专家工作站”或“院士工作站”,引进科研院所、高等院校的专家参与产品开发,开展关键技术攻关,研发高新技术产品,延长产业链,提高产品附加值,增强龙头企业的带动作用,实现农民增收、企业增效及促进地方经济的发展。

4.4 多方筹资,加快野生食用菌产业的发展步伐

积极做好向上级申报立项工作,以项目筹集产业发展资金;出台优惠政策措施,鼓励有实力的企业和个人投资兴办野生食用菌抚育促繁基地,吸纳社会资金投入产业建设中来。同时,建议政府把野生菌产业纳入财政扶持对象,加快野生食用菌产业的发展速度。

(下转第 181 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.035

保水剂对新疆克拉玛依砾漠区 5 种荒漠植物生长和成活率的影响研究

王 琴 张雪坤

(昌吉学院,新疆 昌吉 831100)

摘要:以新疆克拉玛依砾漠区 5 种荒漠植物为研究对象,采用原状土筛分回填的方式进行种植环境的改善,研究保水剂剂量对 5 种荒漠植物生长和成活率的影响。结果表明:铃铛刺、柠条锦鸡儿最适宜的保水剂剂量为 30 g;头状沙拐枣、刚毛怪柳、梭梭 3 种荒漠植物添加保水剂效果不显著;保水剂剂量为 30 g 时铃铛刺、柠条锦鸡儿成活率最高,分别为 95.6%、91.1%,不添加保水剂时头状沙拐枣、刚毛怪柳、梭梭成活率最高,分别为 95.6%、78.9%、93.3%。

关键词:保水剂;荒漠植物;生长特征;成活率;新疆克拉玛依

中图分类号:S718.43;S728;S482.99 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0157-03

Effect of Super Absorbent Polymers on Growth and Survival Rate of Eremophytes in Karamay Gravel Desert of Sinkiang

WANG Qin, ZHANG Xuekun

(Changji University, Changji, Sinkiang 831100, China)

Abstract: This paper studied the effect of super absorbent polymers on growth and survival rate of 5 eremophyte species in Karamay Gravel Desert of Sinkiang and improved the environment of roots by the way of undisturbed soil screening and backfill. The results showed that the optimal dosage of super absorbent polymers was 30 g for *Halimodendron halodendron*, *Caragana korshinskii* the survival rates of which were 95.6%、91.1% respectively while the effects of super absorbent polymers were not significant for *Calligonum caput-medusae*, *Tamarix hispida* and *Haloxylon ammodendron* the survival rates of which were 95.6%、78.9%、93.3% respectively without super absorbent polymers.

Key words: super absorbent polymers; eremophytes; growth characteristics; survival rates; Karamay of Sinkiang

荒漠生态系统中,水分是植物生长的主要限制因子^[1]。保水剂作为一种高分子化合物,能够吸收自身质量数百倍的水分,吸收水分的 78%~90%是植物可以利用的有效水^[2],并且可以改善土壤结构、减缓土壤水分蒸发、增加土壤入渗,调节土壤水、

肥、气、热状况,改善植物生长条件^[3-5],过量施加则会引起土壤通气不畅而导致植物根系腐烂^[6]。因此,在进行植被恢复过程中适量使用保水剂,可以缓解日益紧张的水资源供需矛盾和改善植物的生长条件。克拉玛依地形复杂,水分聚集效果存在差异,导

收稿日期:2018-03-19.

作者简介:王 琴(1989-),女,湖南利川人,硕士,教师.主要从事林业技术及园林规划研究. Email:1435769972@qq.com

致物种生存环境的异质性。本研究以 5 种荒漠植物为研究对象,通过研究保水剂对荒漠植物生长和成活率的影响,旨在为克拉玛依市荒漠植物选择、生态系统恢复与重建提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

新疆克拉玛依市地处准噶尔盆地西北边缘,属于典型的大陆性干旱气候,年降水量为 111 mm,蒸发量是同期降水量的 27.4 倍,年均大风日数高达 70 d 以上。研究区域位于克拉玛依 10 号廊道,地表植被稀疏,盖度约 5%~10%;野生群落类型为梭梭+麻黄、梭梭+假木贼、梭梭+蒿属半灌木和琵琶柴群落;群落组成为梭梭、麻黄、假木贼、碱蓬、白刺、琵琶柴、猪毛菜和盐生草等。地下水埋深大于 4 m;冬季积雪厚度为 10~12 cm。

1.2 供试植物

在研究区域选择抗旱性强的树种铃铛刺(*Halimodendron halodendron*)、柠条锦鸡儿(*Caragana korshinskii* Kom)、头状沙拐枣(*Calligonum caput-medusae* Schrenk)、刚毛怪柳(*Tamarix hispida* Willd)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*),2015 年 7 月中旬进行统一育苗。对每种植物,从所育的 2000 株植物中选择株高、冠幅没有差异的 270 株作为供试植物,2016 年 3 月进行植物移植。

1.3 试验设置

平行于等高线开挖 40 cm×40 cm×80 cm 的沟槽,将挖出的土进行现场筛分回填,筛选后的砾石堆置在定植沟的下方,改造地形形成集水种植沟。沟底开挖规格 30 cm×30 cm×50 cm 的定植穴,株行距为 1 m×3 m。每株分别施用 0 g、30 g、60 g 保水剂进行造林对比试验。铃铛刺、柠条锦鸡儿、头状沙拐枣、刚毛怪柳、梭梭,每个物种各处理植物 30 株,3 次重复。灌溉方式为滴灌,底水灌溉量为 30L/株,每年 4 月、5 月中旬各灌溉一次,每株每次灌溉 30 L。

1.4 测定项目

测量植株性状包括植株高度、南北冠幅、东西冠幅、基径、新枝长度,其中冠幅=(南北冠幅+东西冠幅)/2,测量工具为直尺和游标卡尺,测量时间在 2017 年 6 月底进行。

1.5 数据分析

应用 SPSS 15.0 软件进行统计分析,采用 Duncan's 法进行多重比较,用字母标记法进行标记(

相同字母差异不显著,不同字母差异显著),显著水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 不同保水剂剂量下铃铛刺生长特征

铃铛刺的株高、冠幅、基径、新枝长各项生长指标值均在保水剂剂量为 30 g 时达到最大值,分别为 35 cm、61.68 cm、0.88 cm、35.62 cm,当保水剂剂量增加到 60 g 时,各项生长指标值不仅没有增加,反而低于施加 30 g 保水剂和不添保水剂的值(表 1)。方差分析结果表明,株高保水剂剂量 0 g 与 30 g 差异不显著,但均与 60 g 差异显著;冠幅、基径、新枝长保水剂剂量 0 g、30 g、60 g 两两之间均达到显著水平,因此最适宜铃铛刺生长的保水剂剂量为 30 g。

表 1 不同保水剂剂量对铃铛刺生长的影响

保水剂剂量	株高	冠幅	基径	新枝长
0 g	33.42±3.16a	48.96±4.05b	0.76±0.05b	30.40±2.80b
30 g	35.00±3.55a	61.68±3.47a	0.88±0.08a	35.62±3.00a
60 g	25.93±3.37b	44.24±5.46b	0.64±0.067c	23.67±2.55c

2.2 不同保水剂剂量下柠条锦鸡儿生长特征

柠条锦鸡儿的株高、冠幅、基径、新枝长各项生长指标值均在保水剂剂量为 30 g 时达到最大值,分别为 36.5 cm、57.96 cm、0.71 cm、34 cm,其次是保水剂剂量为 60 g 时,不施加保水剂各项生长指标值最小(表 2)。方差分析结果表明,株高、冠幅、新枝长保水剂剂量 0 g 与 60 g 差异不显著,但均与 30 g 差异显著,基径保水剂剂量 0 g、30 g、60 g 两两之间均达到显著水平。由此可知,最适宜柠条锦鸡儿生长的保水剂剂量为 30 g。

表 2 不同保水剂剂量对柠条锦鸡儿生长的影响

保水剂剂量	株高	冠幅	基径	新枝长
0 g	30.00±1.86b	33.32±3.65b	0.42±0.050c	22.83±2.28b
30 g	36.50±3.35a	57.96±3.21a	0.71±0.034a	34.00±1.92a
60 g	31.33±3.43b	39.33±4.21b	0.56±0.025b	25.20±3.10b

2.3 不同保水剂剂量下头状沙拐枣生长特征

头状沙拐枣的株高、冠幅、基径、新枝长各项生长指标值均是在保水剂剂量为 0 g 条件下生长的最好(表 3)。方差分析结果表明,头状沙拐枣的株高、冠幅、基径在 30 g 和 60 g 的生长状况下差异不显著,但均与 0 g 差异显著,基径在保水剂 0 g 和 30 g 差异不显著,但均与 60 g 达到差异显著水平。因此,头状沙拐枣添加保水剂反而抑制其生长,在砾漠区头状沙拐枣生长的保水剂剂量为 0 g。

表 3 不同保水剂剂量对头状沙拐枣生长的影响
Tab.3 Effect of different super absorbent polymers on *Calligonum caput-medusae* cm

保水剂剂量	株高	冠幅	基径	新枝长
0 g	71.15±6.32a	95.12±7.01a	1.084±0.45a	61.69±6.36a
30 g	60.10±5.69b	80.08±6.68b	0.93±0.65a	47.1±5.56b
60 g	63.14±6.02b	78.39±6.02b	0.72±0.56b	47.86±5.68b

2.4 不同保水剂剂量下刚毛柽柳生长特征

刚毛柽柳的株高、冠幅、基径、新枝长各项生长指标值随着保水剂剂量的增加呈现减小的趋势,添加保水剂反而阻碍了刚毛柽柳的生长(表 4)。方差分析结果表明,株高、基径、新枝长保水剂剂量 0 g 与 30 g 差异不显著,30 g 与 60 g 差异不显著,但 0 g 与 60 g 差异显著,冠幅保水剂剂量 0 g 和 30 g 差异不显著,但均与 60 g 差异显著。由此可知,砾漠区最适宜刚毛柽柳生长的保水剂剂量为 0 g。

表 4 不同保水剂剂量对刚毛柽柳生长的影响
Tab.4 Effect of different super absorbent polymers on *Tamarix hispida* cm

保水剂剂量	株高	冠幅	基径	新枝长
0 g	63.69±3.35a	61.92±4.68a	1.1±0.068a	37.23±3.79a
30 g	62.33±3.36ab	58.87±4.35a	0.94±0.064ab	35.40±3.64ab
60 g	56.33±3.45b	52.36±3.89b	0.89±0.059b	32.27±2.98b

2.5 不同保水剂剂量下梭梭生长特征

梭梭的株高、冠幅在保水剂剂量为 30 g 时达到最大值,基径、新枝长在保水剂剂量为 0 g 时达到最大值,当保水剂剂量为 60 g 时,生长指标值均低于 0

g 和 30 g(表 5)。方差分析结果表明,株高、冠幅、基径、新枝长保水剂剂量 0 g 与 30 g 差异不显著,但均与 60 g 达到显著水平。由此可知,虽然梭梭生长指标在保水剂剂量 0 g 和 30 g 时差异均不显著,但结合人力、物力、财力等方面因素考虑,砾漠区最适宜梭梭生长的保水剂剂量为 0 g。

表 5 不同保水剂剂量对梭梭生长的影响
Tab.5 Effect of different super absorbent polymers on *Haloxylon ammodendron* cm

保水剂剂量	株高	冠幅	基径	新枝长
0 g	85.07±3.95a	99.87±4.35a	1.68±0.094a	66.27±2.95a
30 g	86.53±3.65a	102.82±4.52a	1.67±0.108a	66.00±3.64a
60 g	80.60±3.53b	94.62±3.89b	1.46±0.082b	64.80±3.00a

2.6 不同保水剂剂量下 5 种荒漠植物成活率分析

在保水剂剂量为 60 g 时,铃铛刺、柠条锦鸡儿、头状沙拐枣成活率均达到 80% 以上,梭梭成活率均达到 90% 以上,刚毛柽柳成活率较低但也在 70% 以上。铃铛刺、柠条锦鸡儿在保水剂剂量为 30 g 时成活率最高,分别为 95.6%、91.1%;头状沙拐枣、刚毛柽柳、梭梭在不添加保水剂的情况下成活率最高,分别为 95.6%、78.9%、93.3%(表 6)。

表 6 不同保水剂剂量对 5 种荒漠植物成活率的影响
Tab.6 Effect of different super absorbent polymers on survival rate of five eremophytes

保水剂剂量	铃铛刺	柠条锦鸡儿	头状沙拐枣	刚毛柽柳	梭梭
0 g	88.9	87.8	95.6	78.9	93.3
30 g	95.6	91.1	92.2	74.4	92.2
60 g	85.6	83.3	88.9	71.1	90.0

3 结论与讨论

1) 添加保水剂有利于铃铛刺、柠条锦鸡儿的生长和成活,这主要是因为干旱半干旱地区,水是影响植物生长的主要限制因子,而保水剂能吸收相当自身重量成百倍的水,并且可有效抑制水分蒸发,提高土壤饱和含水量,减缓土壤释放水的速度,减少土
(下转第 163 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.036

常绿荚蒾扦插生根试验初报

黄梓良 钱永平 林芳

(福建林业职业技术学院,福建 南平 353000)

摘要:2015 年 4 月至 6 月,采用单一变量 3 次重复进行常绿荚蒾不同插穗部位和不同扦插基质试验。结果表明,常绿荚蒾的不同部位插穗在相同基质(园土:泥炭土=1:1)中生根率存在显著差异,其中,中段插穗生根率最高(45.5%),生根最稳定,是插穗选取的理想部位。相同插穗(中段)在不同扦插基质中生根率存在极显著差异,其中,在园土:河沙:泥炭土=2:2:1 的基质中生根率最高(73.3%),是该植物适宜的扦插基质。

关键词:常绿荚蒾;扦插生根试验;插穗部位;扦插基质;生根率

中图分类号:S723.132.1;S793 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0160-04

Preliminary Study on Cutting Experiment of *Viburnum sempervirens*

HUANG Ziliang, QIAN Yongping, LIN Fang

(Fujian Forestry Vocational Technical College, Nanping, Fujian 353000, China)

Abstract: The cutting experiments of *Viburnum sempervirens* with different cutting parts and cutting matrix were carried out from April to June in 2015 based on the single variable repeated 3 times. The results showed that the rooting rates of different cutting parts in the same matrix (garden soil: peat soil matrix in 1:1) were significant differences, which was the highest (45.5%) and the most stable with the middle stem cuttings. The rooting rate of the same cuttings (middle stem) was significantly various in different cutting matrix, which was the highest (73.3%) with garden soil: river sand: peat soil cutting matrix in 2:2:1 considered as the suitable cutting substrate.

Key words: *Viburnum sempervirens*; cutting experiments; cutting parts; cutting matrix; rooting rate

随着经济社会的发展,人们对生活环境绿化的要求也不断提高,不仅追求绿化树种的多样化,还对植物叶、花、果、姿的美化效果提出了更高要求,使得叶色明亮、果色红艳、挂果期长的观赏植物倍受青睐,市场需求日益增加。常绿荚蒾正是市场热衷追求的观果类植物,但其资源开发尚属空白。因此,开展常绿荚蒾扦插繁殖,以期探索该植物扦插繁殖的生根特点,对繁育优质种源、丰富观赏花木种类具有现实意义。

1 常绿荚蒾概述

1.1 形态特征

常绿荚蒾(*Viburnum sempervirens* K. Koch)又称坚荚蒾,忍冬科荚蒾属常绿灌木,中国特有植物。高约 2~4 m,当年生枝四棱状,淡黄色,散生簇状短糙毛,2 年生枝圆柱状,灰褐色;叶革质,深绿色,有光泽,椭圆状倒卵形,全缘或中上部具少数浅齿,干后上面变黑色至黑褐色,羽状网脉,最下一对脉伸长而

收稿日期:2018-03-17.

基金项目:福建省林业厅科研项目(闽林科[2014]2号).

作者简介:黄梓良(1965-),男,福建尤溪人,副教授,硕士.从事植物分类及栽培应用的教学与研究工作. Email:1376770826@qq.com

呈离基三出脉状;复伞形式聚伞花序顶生,总花梗长0.7~1 cm;花冠白色,果实红色,卵圆形,长约8 mm。花期4—5月,果熟期9—12月。

1.2 生态特性

常绿荚蒾属温带、亚热带植物,喜光,喜温湿,也耐阴,耐寒,耐干旱瘠薄,萌蘖力强。种子有隔年发芽习性。分布于浙江南部、福建、江西南部、湖南、广东、海南、广西南部、云南、四川、贵州等地。生长于海拔100~1 800 m的溪涧旁、山谷密林、疏林及丘陵山地灌丛中。抗性强,生长适温20~28℃,喜疏松、排水良好的微酸性湿润壤土。

1.3 观赏价值

常绿荚蒾枝叶稠密,四季常青,叶面亮泽,树冠饱满;花小量多,花香宜人,排列整齐,花型奇特;果色红艳,光泽明亮,果相玲珑,经久不落。融株态、花相、果色之美为一体,给人带来心旷神怡的享受,是园林绿化观叶、赏花、观果的好资源,也是盆栽的好素材。

2 国内外同类研究概况

前人对荚蒾属植物进行了一定的研究,金飏等对琼花 *V. macrocephalum* 的扦插技术研究^[1]结果表明:琼花嫩枝扦插成活率极低,硬枝扦插成活率较高。林云跃的珊瑚树 *V. odoratissimum* 扦插繁殖研究^[2]结果表明:5—6月间,在沙壤土或砂土中,采用半木质化的嫩枝扦插,成活率高。颜卫东的珊瑚树扦插研究^[3]结果表明:6月中旬1~2年生枝条的叶芽扦插成活率高。王华玺等对香荚蒾 *V. farreri* 扦插研究^[4]结果表明:不论采用哪种生根剂、扦插时间,软枝扦插时,只要基质湿度保持在30%~50%,空气相对湿度保持在80%~95%,气温控制在18~28℃,适宜的光照下其生根率可达90%以上。

此外,周庆营^[5]、温谋德^[6]和王国芳^[7]等分别对天目琼花 *V. sargentii*、南方荚蒾 *V. fordiae*、欧洲荚蒾 *V. opulus* 的扦插繁殖技术也进行了探讨。这些研究表明,不同种类荚蒾的扦插生根特点不同,插穗部位、扦插季节、激素种类、激素浓度、处理时长等对生根都有一定影响,需要进行大量研究总结。

欧洲国家对荚蒾属种类的繁殖技术研究走在前列^[8]。McMillan-Browse等探讨了枇杷叶荚蒾 *V. rhytidophyllum*、齿叶荚蒾 *V. dentatum*、三裂叶荚蒾 *V. trilobum*、欧洲绣球 *V. opulus*、红蕾荚蒾 *V. carlesii* 等植物的扦插、嫁接、压条繁殖技术,为荚蒾属植物的开发利用奠定了基础。

3 研究方法

3.1 试验地概况

试验地设在福建林业职业技术学院江南校区苗木基地,地理坐标为118°24′54.19″E,26°58′53.78″N,属中亚热带季风气候,低山地貌,夏季虽热却无酷暑并雨量充沛,冬季虽寒冷却也光照充沛,年均温19.3℃,无霜期达250~300 d,年降雨量1 660 mm。

3.2 试验设计

采用单一变量3次重复进行试验,探索相同插穗(中段插穗)在4种不同扦插基质中生根情况及3种不同部位插穗在相同基质(园土:泥炭土=1:1)中生根情况。试验时间为2015年4—6月。

3.2.1 不同基质扦插床制备

按4种不同扦插基质对相同插穗生根影响的试验设计方案,制备4块不同扦插基质的扦插床。其中,基质1为园土:细沙=3:2;基质2为园土:细沙:泥炭土=2:2:1;基质3为河沙;基质4为园土。将扦插床按长100 cm、宽80 cm整理成块状,四周用砖块进行分隔。将扦插基质用800倍的多菌灵进行消毒,搅拌均匀后摊平。插床总高度约为20 cm。园土选用赤壤土,3 d后进行扦插试验。

3.2.2 不同部位插穗的制备

按3种不同部位插穗在相同基质的试验设计,选取1~2年生来源相同、生长健壮的枝条作为试验材料,将枝条分成基段、中段、梢段3种不同部位进行剪裁,制成长度约为5~8 cm的扦插穗。注意上切口要离芽0.7 cm左右平剪,下切口要在芽下0.3~0.5 cm处约成45°斜剪,每根插穗保留2~3个芽,剪后遮阳保湿。

3.3 扦插方法

采用斜插法扦插,株行距约为8 cm,扦插深度控制在穗条长度的1/3左右。扦插时注意下切口朝下,保护插穗,避免插穗裂皮。插后抹平基质,再用喷壶浇透水,使插穗与基质充分接触。

3.4 插后管理

扦插后,在扦插床上方设置50 cm高的支架,支架上覆盖塑料膜,将扦插床温度控制在20~25℃,空气湿度保持在80%。夏季高温时应在支架上方覆盖遮阳网,防止阳光直射导致温度过高,或在塑料膜外喷水降温。扦插基质水分不足时应及时喷雾保湿。扦插后每15 d喷洒一次浓度为0.1%多菌灵溶液除菌,定时除草,注意防控病虫害。

4 试验结果与分析

4.1 不同插穗部位对生根的影响

扦插 50 d 后,插穗生根达到比较稳定状态。观察记录插穗生根情况,并进行试验数据统计。不同插穗部位在相同扦插基质(园土:泥炭土=1:1)中的生根情况详见表 1。

表 1 不同部位插穗在相同基质中生根情况

Tab. 1 Rooting rate of different cutting parts in the same matrix %

插穗部位	试验 1	试验 2	试验 3	平均生根率
基段	26.6	30.0	23.3	26.6
中段	40.0	50.0	46.6	45.5
梢段	43.3	33.3	30.0	35.5

表 1 试验结果表明,常绿茛苳不同部位插穗生根率存在差异。中段插穗的生根率最高,平均生根率为 45.5%,最高可达 46.6%;基段插穗的生根率最低,平均生根率为 26.6%;梢段插穗的平均生根率为 35.5%,最高可达 43.3%。由此可见,相同基质下不同部位的插穗生根率不同。

将插穗不同部位对生根率影响进行方差分析(表 2)。

表 2 不同插穗部位生根差异方差分析

Tab. 2 Variance analysis for rooting rate of different cutting parts

变异来源	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F	临界 F 值
处理间	55.6	2	27.8	8.63*	$F_{0.01(2,6)} = 10.92$ $F_{0.05(2,6)} = 5.14$
误差	19.4	6	3.23		
总变异	75	8			

表 2 不同插穗部位生根差异方差分析结果显示, $F=8.63$, $F < F_{0.01(2,6)}$, $F > F_{0.05(2,6)}$, 表明相同基质下不同部位的插穗生根率存在显著差异。中段插穗生根率最高,生根最稳定,是该植物最理想的插穗部位。

4.2 不同基质对扦插生根的影响

对相同插穗部位(中段)在不同扦插基质中的生根情况进行观察统计,结果详见表 3。

表 3 相同插穗部位在不同基质中生根情况

Tab. 3 Rooting rate of the same cuttings (middle stem) in different cutting matrix %

基质	试验 1	试验 2	试验 3	平均生根率
园土+河沙(3:2)	53.3	56.6	40.0	49.97
园土+河沙+泥炭土(2:2:1)	70.0	73.3	76.6	73.30
河沙	40.0	43.3	33.3	38.87
园土	26.6	36.6	26.6	29.93

表 3 试验结果显示,相同插穗在不同基质中的生根情况不同。在园土+河沙+泥炭土(2:2:1)基质中扦插生根率最高,平均生根率为 73.3%,最高可达 76.6%;在园土基质中扦插生根率最低,平均生根率为 29.93%,最低仅达 26.6%;在园土+河沙(3:2)基质中平均生根率为 49.97%;在河沙基质中平均生根率为 38.87%。由此可见,不同扦插基质对插穗生根影响存在一定差异。

将不同扦插基质对生根率影响进行方差分析(表 4)。

表 4 不同扦插基质生根差异方差分析

Tab. 4 Variance analysis for rooting rate of different cutting matrix

变异来源	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F	临界 F 值
处理间	284.3	3	94.7	28.6**	$F_{0.01(3,8)} = 7.59$ $F_{0.05(3,8)} = 4.07$
误差	26.7	8	3.3		
总变异	311	11			

表 4 不同扦插基质生根差异方差分析结果显示, $F_{0.01(3,8)} = 7.59$, $F > F_{0.01(3,8)}$, $F > F_{0.05(3,8)}$, 表明相同部位的插穗在不同基质中生根率呈极显著差异。在园土+河沙+泥炭土(2:2:1)的基质中插穗生根率最高,是该植物最适宜的扦插基质。

5 结论与讨论

试验结果表明,常绿茛苳不同部位插穗(基段、中段和梢段)在相同基质(园土:泥炭土=1:1)中生根率存在显著差异。其中,中段插穗生根率最高(45.5%),生根最稳定,是该植物理想的插穗部位。相同部位插穗(中段)在不同基质中生根率存在极显著差异。常绿茛苳中段插穗在园土+河沙+泥炭土(2:2:1)的基质中生根率最高(73.3%),是该植

物适宜的扦插基质。

从不同部位插穗生根情况来看,不同部位插穗之间的差异主要是枝条木质化程度不同。梢段枝条的木质化程度较低,中段枝条为半木质化,基段枝条的木质化程度较高,这些可能是造成生根率差异的因素之一。另一方面,不同部位枝条内营养物质积累和细胞活性也存在差别。枝条基段插穗营养物质比较充足,但木质化程度较高,细胞活力相对较弱;枝条中段插穗半木质化,有着相对较好的营养物质积累,且生理功能较完备,也是生长旺盛部位,细胞活力强盛,作为插条生根的几率会比较大;枝条梢段组织幼嫩,生长旺盛,但生理功能不完全,虽然顶端优势明显,但营养物质积累比较少,且自身生长消耗的营养物质也比较多,不利于扦插生根。

从不同基质对生根的影响情况来看,主要是基质存在不同的保水性和通气性。河沙的保水性很差,但通气性很好;园土的保水性很好,但通气性很差;泥炭土的保水性较好,通气性也较好,但基质与插穗不易紧密结合,插穗容易干燥,不易生根。把不同基质按比例混合,发挥不同基质的特性,形成保湿、透气的环境。另外,疏松透气的基质容重较小,有利于插穗基部处于较高的温度环境里改善插穗生理活动,生根效果理想。

(上接第159页)

壤水分的渗透和流失^[7],达到保水的目的。保水剂也可刺激作物根系生长和发育,并改善土壤结构^[8],从而使铃铛刺和柠条锦鸡儿在干旱条件下保持较好的长势。

2)头状沙拐枣、刚毛怪柳、梭梭在砾漠区添加保水剂效果不显著,这可能是因为头状沙拐枣、刚毛怪柳、梭梭适宜生长的保水剂用量在0~30 g之间,而30 g、60 g保水剂的添加会导致保水剂过量而引起土壤通气不畅,植物根系腐烂,从而影响植物的生长和成活,但具体原因还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 李自珍,施维林,唐海萍,等. 干旱区植物水分生态位适宜度的数学模型及其过程数值模拟试验研究[J]. 中国沙漠,2001,21(3):281-285.
- [2] 黄占斌,张国桢,李秧秧,等. 保水剂特性测定及其在农业中的应用[J]. 农业工程学报,2002,18(1):22-26.

总之,不同植物的生根特性有所差异。影响常绿荚蒾扦插生根的因素很多,本试验仅设计了不同枝条部位、不同扦插基质进行单因素试验,后续将进行不同生根剂、生根剂不同浓度以及多因素试验,力求寻找适合扦插繁殖的最佳方案,为常绿荚蒾早日应用于园林绿化提供理论依据。

参考文献:

- [1] 金飏,周武忠,张洁,等. 琼花硬枝扦插技术研究[J]. 江苏林业科技,2004(2):53-55.
- [2] 林云跃. 珊瑚树嫩枝扦插技术研究[J]. 丽水师范专科学校学报,2003,25(5):59-62.
- [3] 颜卫东,江垒,张红云. 珊瑚树的叶芽扦插及园林价值[J]. 林业实用技术,2003(6):42-43.
- [4] 王华玺,李敏,郭志文,等. 香荚蒾扦插育苗技术[J]. 甘肃林业科技,2017,42(1):12-14.
- [5] 周庆营,周长虹,张汝莉. 天目琼花嫩枝扦插技术[J]. 河北林业科技,2004(1):44.
- [6] 温谋德. 南方荚蒾扦插繁殖试验[J]. 中国林副特产,2016(4):37-39.
- [7] 王国芳,阿宾,田国庆. 欧洲荚蒾园林价值及繁育技术[J]. 林业实用技术,2002(10):25-26.
- [8] 王恩伟,李根有. 荚蒾属植物研究进展[J]. 江苏林业科技,2009,36(1):50-54.

- [3] 白文波,宋吉青,李茂松,等. 保水剂对土壤水分垂直入渗特征的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(2):18-23.
- [4] ARBONA V, IGLESIAS D J, JACAS J, et al. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants[J]. Plant and Soil, 2005, 270(1):73-82.
- [5] BUSSCHER W J, BJOMEBERG D L, SOJKA R E. Field application of PAM as an amendment in deep-tilled US southeastern coastal plain soils[J]. Soil & Tillage Research, 2009, 104(2):215-220.
- [6] 刘金平. 保水剂在通道绿化中的应用[J]. 林业科技, 2014(5):31-32.
- [7] 冉艳玲,王益权,张润霞,等. 保水剂对土壤持水特性的作用机理研究[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(5):101-107.
- [8] 张翠翠,刘松涛,郭书荣. 保水剂对土壤和棉花根系生长发育的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(5):487-490.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.037

闽楠杉木异龄林构建与林木生长状况研究

茅隆森

(福建沙县林业采育总场,福建 沙县 365500)

摘要:为探索闽楠资源短缺和改造杉木纯林新途径,提升杉木纯林的林分质量,2008年在福建省沙县现有的杉木生境中进行栽植闽楠试验,对杉木林采取4个水平保留密度间伐,伐后栽植闽楠,构建以闽楠、杉木为主的异龄复层林,对林木生长状况进行调查分析。结果表明,与对照相比,闽楠平均树高增加8.17%以上、平均胸径增加6.13%以上;杉木胸径生长量提高10.68%以上,树高生长量提高17.37%以上。上层杉木林保留密度以750株/hm²较适宜。说明构建闽楠杉木异龄复层林可促进闽楠与杉木生长,是改造提升杉木纯林林分质量的有效途径。

关键词:杉木;闽楠;异龄复层林;栽植成活率;生长状况;林分质量

中图分类号:S718.542;S791.27;S792.24 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0164-05

Construction and Growth Status of Mixed Uneven-aged Plantation of *Phoebe bournei* and *Cunninghamia lanceolata*

MAO Longsen

(Shaxian Forest Harvesting and Silviculture Farm, Shaxian, Fujian 365500, China)

Abstract: In order to explore the new way to solve the shortage of *Phoebe bournei* resources and improve the quality of *Cunninghamia lanceolata* pure forest, the experiment of interplanting the *C. lanceolata* forest with *P. bournei* was carried out in Fujian in 2008. Four different thinning densities were adopted in the *C. lanceolata* forest where *P. bournei* was planted after thinning to construct the mixed uneven-aged plantation of *Phoebe bournei* and *Cunninghamia lanceolata*. The investigation for the growth status of the plantation showed that compared with the control group, the average height and the average DBH of *P. bournei* increased by 8.17% and 6.13% respectively while the DBH and the height growth of *C. lanceolata* increased by 10.68% and 17.37% respectively. The suitable reserved density of the upper *C. lanceolata* forest was 750/hm². The construction of mixed uneven-aged plantation which could promote the growth of *P. bournei* and *C. lanceolata* was an effective way to improve the quality of pure *C. lanceolata* forest.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; *Phoebe bournei*; mixed uneven-aged plantation; survival rate of plantation; growth status; stand quality

闽楠 *Phoebe bournei* (Hemsl. Yang) 俗称楠木, 属樟科楠属, 为常绿乔木, 是我国特有的珍稀濒危植

物, 是国家二级珍稀渐危树种, 木材材质优良, 干形通直, 纹理细密, 木质芳香且耐腐蚀, 用途广泛, 经济

收稿日期:2018-03-12;修回日期:2018-03-23.

作者简介:茅隆森(1973-),男,福建沙县人,工程师.研究方向:森林培育与环境研究. Email:mils65@126.com

价值巨大。其天然林资源受到严重破坏几近枯竭^[1],因此急待培育营建闽楠人工林。为探索解决闽楠资源短缺和改造杉木 *Cunninghamia lanceolata* Lamb 纯林新途径,提升杉木纯林的林分质量,2008年在福建省沙县开展在现有杉木林生境中栽植闽楠试验,建立以闽楠杉木为主要树种的异龄复层林,培育杉木大径材和闽楠人工林,提高林分的生态功能,以解决地力衰退、水土流失等问题。为提高闽楠杉木异龄复层林造林成效,了解异龄复层林中的闽楠与杉木的立木材积与生长量,探索影响闽楠、杉木生长的关键因子,笔者于2017年对闽楠与杉木的生长状况进行了系统调查和分析,旨在科学指导闽楠杉木异龄复层林营建,提升改造杉木纯林林分质量,培育杉木大径材,提升闽楠人工林造林成效。

1 杉木、闽楠异龄林构建

1.1 试验区概况

试验林位于福建省沙县林业采育总场(东经117°32'~118°6',北纬26°6'~26°46')的23林班6大班1、5小班和37林班3大班4、7小班,海拔为450~580 m,年均温19.1℃,无霜期306 d,年均降雨量1 870~1 790 mm,相对湿度为80.9%。林分为栽植10 a 闽楠、杉木为主的异龄复层林,面积为41.2 hm²。栽植前林分为17 a 生的杉木用材林。林下植被主要有狗脊蕨 *Woodwardia japonica*、乌蕨 *Stenoloma chusana*、地苧 *Melastoma dodecandrum*、紫萼 *Hosta ventricosa*、野桂花 *Osmanthus yunnanensis*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、地杨梅 *Luzula campestris*、阔叶箬竹 *Indocalamus latifolius* 等^[2]。

1.2 构建杉木、闽楠异龄林

2008年,于16年生的杉木用材林上建立试验林,对杉木林采用机械均匀方式并遵循砍小留大及砍劣留优原则进行间伐^[3],设4个水平林分保留密度,分别为600株/hm²、750株/hm²、900株/hm²和1 050株/hm²。伐后清理林地,将采伐剩余物集中堆放,选择杉木空隙地挖穴,规格为60 cm×40 cm×40 cm。于2009年春季,选用地径≥2.5 cm的3年生闽楠苗木栽植,造林栽植密度均为600株/hm²。建立起闽楠、杉木异龄复层林,其中杉木与闽楠的株数为600+600株/hm²、750+600株/hm²、900+600株/hm²、1 050+600株/hm²,用A、B、C、D分别表示。选择相似立地条件的造林地,栽植地径≥2.5 cm的3年生的闽楠苗木营造闽楠纯林作为对照,造林密

度为1 650株/hm²。

2 试验研究方法

2008年,于各闽楠、杉木异龄复层林中设立20 m×20 m标准地,间伐前后分别对标准地进行每木调查,详细调查杉木的树高、胸径、枝下高和冠幅等因子,重复3次。选择立地条件相同的杉木纯林作为对照,以ck表示,设立3个标准地,大小为20 m×20 m,调查其树高、胸径、枝下高和冠幅等因子。2009年底开展闽楠栽植成活率调查。

2017年分别调查栽植10年后标准地内闽楠与杉木的胸径、树高、枝下高和冠幅等因子及其生长状况。在10年生闽楠纯林对照林中设立3块20 m×20 m的标准地,以ck表示,详细调查闽楠的树高、胸径、枝下高和冠幅等因子。用阔叶树、杉木二元立木材积计算公式计算闽楠和杉木的立木材积与生长量^[5,6],公式为:

$$V_{\text{闽}} = 0.0000685634D^{1.933221} \times H^{0.867885} \quad (1)$$

$$V_{\text{杉}} = 0.00005878D^{1.9699831} \times H^{0.8964615} \quad (2)$$

于各标准地选取3株树高、胸径与林分平均值相近的标准木,误差为±5%以内,伐倒后,从其伐桩挖掘土壤,把整个根系挖起,将根系的横纵断面图绘制于方格纸上。用“土柱法”测定细根,土柱大小为50 cm×50 cm×80 cm,以10 cm为1层分层掘出,开展林木根系分析,按根径的大小分别测定侧根(1≤d<3 cm)、细根(d<1 cm)、粗根(d≥3 cm)的鲜重与干重^[7,8]。

3 结果与分析

3.1 闽楠栽植当年成活率

于闽楠栽植的当年开展闽楠成活率调查,结果见表1。

表1 闽楠栽植当年成活率状况调查

Tab. 1 Survival rate of *Phoebe bournei* in the year of planting

林分处理	A	B	C	D
闽楠当年栽植成活率/%	87.51±0.6	90.62±0.5	91.73±0.4	93.02±0.5

注:A、B、C、D表示4个不同水平的林分保留密度处理(下同)。

从表1可知,不同杉木保留密度异龄复层林中,闽楠栽植当年的成活率不同。方差分析结果表明,A、B、C、D各处理相互间差异均极显著。闽楠当年

栽植成活率与林分保留密度相关,成活率为 D>C>B>A,表明杉木保留密度对闽楠造林成活率的影响极其明显,闽楠属耐荫性树种,其幼龄时喜阴湿,这与闽楠的生物学特性相关。为培育闽楠人工林,可在杉木林下进行闽楠栽植,从而营建针阔异龄复层林,进而提高林分的树种多样性,这是人工培育闽楠及杉木大径材的有效途径。在杉木林现有的森林环境下栽植闽楠,以培育闽楠、杉木异龄复层林,是一项可行的更新造林措施。

3.2 杉木、闽楠异龄林林分状况

间伐栽植 10 年后,营建起以杉木、闽楠为主要树种的异龄复层林,其林木保存密度和林木生长状况见表 2。

表 2 杉木、闽楠异龄林和对照林概况

Tab.2 General situation of the mixed uneven-aged plantation of *C. lanceolata* and *P. bournei* and the control forest

处理林分	地点	林分面积/hm ²	树龄/a	林木保存密度/(株·hm ⁻²)	平均胸径/cm	平均树高/m	林分郁闭度
A	灵元木窠	10.6	10	1119	7.44	5.43	0.63
			26		19.81	16.25	
B	灵元木窠	9.2	10	1287	7.92	5.93	0.69
			26		21.23	16.87	
C	杉口后洋	11.8	10	1447	7.67	5.62	0.71
			26		20.75	16.43	
D	杉口后洋	9.6	10	1603	7.53	5.51	0.72
			26		20.16	16.12	
ck1	高砂玉口	6.8	10	1578	7.01	5.02	0.78
ck2	上坑角窠	14.2	26	2640	18.27	15.69	0.76

注:ck1 为闽楠纯林,ck2 为杉木纯林(下同)。

3.2.1 闽楠生长状况

表 3 是 4 种不同杉木保留密度异龄复层林中闽楠生长状况。

由表 2 可知,不同杉木保留密度的异龄复层林中闽楠生长状况均不同。表 4 的方差分析结果显示,异龄复层林中 10 年生闽楠平均树高增幅,各处理林分与 ck 呈极显著差异,且各处理林分间均呈极显著差异。与 ck 相比,平均树高增加 8.17% 以上。B 处理的平均树高增幅最大,分别比 A、C、D、ck 处理增加了 9.21%、5.52%、7.62%、18.13%。异龄复层林中 10 年生闽楠平均胸径生长量,各处理间呈极

显著差异,且与 ck 亦呈极显著差异。与 ck 相比,平均胸径增加 6.13% 以上,B 处理的平均胸径增幅最大,分别比 A、C、D、ck 处理增加了 6.45%、3.26%、5.18%、12.98%。异龄复层林中,10 年生闽楠平均立木材积增幅,各处理与 ck 呈极显著差异,且相互间亦呈极显著差异。与 ck 相比,平均立木材积增加 21.83% 以上,B 处理立木材积增幅最大,分别比 A、C、D、ck 处理增加了 10.42%、5.61%、9.35%、34.52%。

表 3 异龄复层林中闽楠生长状况(10 年生)

Tab.3 Growth status of *P. bournei* in mixed uneven-aged plantation (10 a)

林分处理	保存密度/(株·hm ⁻²)	保存率/%	胸径/cm	树高/m	林分材积/(m ³ ·hm ⁻²)	立木材积/(m ³ ·株 ⁻¹)
A	519	86.50±0.6	7.44±0.03	5.43±0.07	15.9162±0.1021	0.0307
B	537	89.50±0.5	7.92±0.04	5.93±0.09	18.2139±0.0869	0.0339
C	546	91.17±0.4	7.67±0.06	5.62±0.06	17.5192±0.1092	0.0321
D	553	92.17±0.5	7.53±0.03	5.51±0.07	17.1561±0.1029	0.0310
ck1	1578		7.01±0.05	5.02±0.08	39.7623±0.1103	0.0252

表 4 异龄复层林中闽楠生长状况及方差分析

Tab.4 Analysis for growth of *P. bournei* in mixed uneven-aged plantation

处理	胸径/cm	树高/m	林分材积/(m ³ ·hm ⁻²)	立木材积/(m ³ ·株 ⁻¹)
A	7.44bB	5.43bB	15.9162aA	0.0307bB
B	7.92eE	5.93eE	18.2139dD	0.0339eE
C	7.67dD	5.62dD	17.5192cC	0.0321dD
D	7.53cC	5.51cC	17.1561bB	0.0310cC
ck1	7.01aA	5.02aA	39.7623eE	0.0252aA

注:数据后同列具相同字母表示差异不显著,小写字母表示 P<0.05,大写字母表示 P<0.01(下同)。

3.2.2 杉木生长状况

1) 胸径生长量

异龄复层林中杉木的胸径生长状况见表 5。据方差分析(表 6)可知,各保留密度的异龄复层林中杉木胸径平均增长量与 ck 间差异极显著,A、B、C、D 各水平相互间均差异极显著。杉木胸径平均增长量为 B>C>D>A。B 水平保留密度下杉木胸径增长

量最大为 12.08 cm, A 水平增长量最小为 10.16 cm。与对照相比, 其杉木胸径生长量提高了 10.68% 以上, 以 B 处理水平胸径增长量最大, 提高了 31.59%。表明杉木的胸径生长与林分的保留密度有关, 杉木现有生长环境存在剧烈的种间竞争, 林

分间伐后可释放一定的生长空间及水肥空间, 并且在这生长空间内可栽培闽楠, 营造异龄复层林, 形成针阔混交林, 以改良土壤理化性质, 提高土壤养分含量, 促进林木的生长。

表 5 异龄复层林中杉木生长状况

Tab. 5 Growth status of *C. lanceolata* in mixed uneven-aged plantation

处理	间伐前				间伐后				间伐后 10 年			
	密度/ (株· hm ⁻²)	胸径/ cm	树高/ m	立木材积/ (m ³ · hm ⁻²)	密度/ (株· hm ⁻²)	胸径/ cm	树高/ m	立木材积/ (m ³ · hm ⁻²)	密度/ (株· hm ⁻²)	胸径/ cm	树高/ m	立木材积/ (m ³ · hm ⁻²)
A	2805	14.62 ±0.03	13.67 ±0.06	352.1725 ±1.0712	600	15.12 ±0.05	13.81 ±0.04	82.0177 ±1.0392	600	25.28 ±0.05	19.69 ±0.09	136.2683 ±1.0522
B	2880	15.27 ±0.04	14.32 ±0.07	397.3373 ±1.1076	750	15.81 ±0.04	14.71 ±0.06	112.5368 ±1.1016	750	27.89 ±0.06	20.78 ±0.06	201.2797 ±0.9626
C	2790	14.82 ±0.03	13.94 ±0.08	372.5891 ±1.0793	900	15.39 ±0.05	14.22 ±0.05	129.8561 ±1.1213	900	26.56 ±0.08	20.53 ±0.07	225.1062 ±1.0591
D	2910	15.39 ±0.03	14.56 ±0.05	406.1622 ±1.1225	1050	15.74 ±0.05	14.86 ±0.06	151.0696 ±1.1375	1050	26.07 ±0.05	21.33 ±0.05	252.2673 ±1.1029
ck2	2850	14.73 ±0.04	13.71 ±0.07	358.1827 ±1.1126	2850	14.71 ±0.04	13.71 ±0.07	362.1827 ±1.1022	2832	23.89 ±0.09	18.72 ±0.07	591.2083 ±1.1052

表 6 异龄复层林中杉木生长量及方差分析

Tab. 6 Analysis for growth of *C. lanceolata* in mixed uneven-aged plantation

处理	胸径/ cm	树高/ m	立木材积/ (m ³ · hm ⁻²)	年生长量/ (m ³ · 株 ⁻¹)
A	10.16bB± 0.07	5.88bB± 0.06	54.2506± 0.1225	0.0090bB± 0.0012
B	12.08eE± 0.09	6.07cC± 0.07	88.7429± 0.1132	0.0118eE± 0.0011
C	11.17dD± 0.08	6.31dD± 0.09	95.2501± 0.1337	0.0106dD± 0.0016
D	10.33cC± 0.09	6.47eE± 0.08	101.1977± 0.869	0.0096cC± 0.0015
ck2	9.18aA± 0.06	5.01aA± 0.07	229.0256± 1.175	0.0081aA± 0.0018

2) 树高生长量

各异龄复层林中杉木树高生长有变化(表 5)。据方差分析(表 6)结果, 异龄复层林中杉木树高平均增长量各水平间呈极显著差异, 且与 ck 间均呈极显著差异, 杉木树高平均增长量为 D>C>B>A。与对照相比, 其树高生长量提高 17.37% 以上, 以 D 水平的树高增长量最大, 提高 29.14%。这表明平均树高增长与林分的保留密度有关, 杉木保留密度大

时栽植同等数量的闽楠, 加剧了种内或种间竞争, 促进了保留木的高生长。

3) 材积增长量

各处理异龄复层林杉木立木材积增长状况见表 5。从表中可知, 异龄复层林杉木的立木材积增长量各不相同。方差分析(表 6)结果显示, 各处理林分杉木年均生长量各水平间呈极显著差异, 且与 ck 间亦呈极显著差异。杉木立木材积年均生长量从大到小依次为 B、C、D、A。B 水平立木材积年生长量最大, 为 0.0118 m³/株, A 水平最小为 0.0090 m³/株。与对照相比, 其立木年平均生长量增加 11.11% 以上, 以 B 水平的立木年生长量最好, 提高了 45.68%。表明杉木保留密度为 750 株/hm²(B 水平)时最佳。

3.2.3 林木根系生长及分布状况

异龄复层林的根系生长分布状况见表 7。由表中可知, 杉木根系总量为 6.38 kg/株, 根系总长为 4.82 m; 异龄复层林杉木根系总量为 6.82 kg/株, 根系总长为 5.17 m, 分别比杉木纯林增加 6.90% 和 7.26 倍, 这表明杉木林内栽植闽楠后能改善土壤的理化性质, 土壤 N、P、K 等养分含量增多, 促进了根系生长, 根系的总量和分布范围增大。

表 7 异龄复层林与杉木纯林的根系对比分析

Tab.7 Comparative analysis of roots between the mixed uneven-aged plantation and the *C. lanceolata* pure forest

林分	树种	土层/ cm	侧根/ (kg· 株 ⁻¹)	粗根/ (kg· 株 ⁻¹)	细根 (/kg· 株 ⁻¹)	根系 总量/ (kg· 株 ⁻¹)	根系 长度/ m	根幅/ m ²
纯林	杉木	0~20	0.59	0.71	0.23	1.53	1.02	15.21
		20~40	0.74	1.25	0.59	2.58	2.23	
		40~60	0.31	0.83	0.21	1.35	1.15	
		>60	0.12	0.26	0.06	0.87	0.42	
		小计	1.76	3.05	1.09	6.38	4.82	
异龄复层林	闽楠	0~20	0.05	0.13	0.12	0.30	0.58	8.21
		20~40	0.31	0.37	0.23	0.91	0.93	
		40~60	0.62	0.82	0.56	2.00	1.27	
		>60	0.17	0.25	0.08	0.50	0.71	
		小计	1.15	1.57	0.99	3.71	2.78	
	杉木	0~20	0.64	0.72	0.26	1.62	0.73	18.16
		20~40	0.85	1.36	0.63	2.84	2.48	
		40~60	0.42	0.92	0.29	1.63	1.29	
		>60	0.21	0.41	0.11	0.73	0.67	
		小计	2.12	3.41	1.29	6.82	5.17	

注:细根(d<1 cm),侧根(1≤d<3 cm),粗根(d≥3 cm)。

4 结论与讨论

研究表明,对现有杉木纯林间伐后栽植闽楠,营建闽楠、杉木异龄复层林,林中闽楠、杉木生长良好,各处理林分闽楠、杉木的年生长量均大于对照林。与对照相比,其杉木胸径生长量提高了 10.68%以上,树高生长量提高 17.37%以上,立木年均生长量增加 11.11%以上。以 B 处理水平胸径增长量最大,比对照提高 31.59%;以 D 水平的树高增长量最大,比对照提高 29.14%;以 B 水平的立木年生长量最好,比对照提高 45.68%。上层杉木林保留密度及闽楠栽植密度分别为 750 株/hm² 与 600 株/hm² 较适宜。

对现有杉木林采取适当的间伐措施后栽植闽楠,建立异龄复层林,林分结构发生变化,改变了土壤理化性质,改善了土壤肥力^[9-14],林木根系分布空间增大,总量增加,促进了闽楠与杉木的生长,林分的抗逆能力与涵养水源功能得到增强^[15-21],提升了林分质量,增加了经营效益,达到森林添绿、林农增收目的,为生态区位商品林林分质量修复与提升提供科学依据,对林业可持续经营具有重大的理论和现实意义^[22]。

参考文献:

- [1] 林笑雨,黄思猷,唐巧倩,等. 闽楠天然林林分结构规律的研究[J]. 武夷学院学报,2016,35(3):23-28.
- [2] 樊艳荣,陈双林,林华,等. 不同林下植被干扰措施对毛竹林下植物种群分布格局的影响[J]. 生物多样性,2013,21(6):709-714.
- [3] DB35/T76-2003//主要针叶造林树种抚育间伐技术规程[S]. 福州:福建省标准化研究院,2003.
- [5] 施恭明,江希钿,林力,等. 福建省阔叶树二元材积方程修订[J]. 武夷学院学报,2015,334(3):10-14.
- [6] 彭桂永. 利用树干削度方程和断面去皮最短径方程编制杉木二元出材率表的研究[J]. 林业勘察设计,2014,34(2):18-20.
- [7] 洪宜聪. 杉木闽粤栲混交林分特征与水土保持功能研究[J]. 江苏林业科技,2016,43(5):18-24.
- [8] 李鹏,李占斌,赵忠. 根系调查取点确定方法的研究[J]. 水土保持研究,2003,10(1):146-149.
- [9] PRESCOTT C E. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know[J]. Forest Ecology and Management, 2005, 220(1/3):66-74.
- [10] 曾锋,邱治军,许秀玉. 森林凋落物分解研究进展[J]. 生态环境学报,2010,19(1):239-243.
- [11] 祁金虎,杨会侠,丁国泉,等. 抚育间伐对辽东山区人工红松林土壤物理性质及持水特性的影响[J]. 东北林业大学学报,2016,44(5):48-51.
- [12] 洪宜聪,乐兴钊. 闽粤栲人促林的土壤肥力与涵养水源功能[J]. 福建林业科技,2017,44(2):51-57.
- [13] 乐兴钊. 闽粤栲人工促进天然更新林分特征及土壤肥力[J]. 林业勘察设计,2016,36(4):19-21.
- [14] 洪宜聪,乐兴钊,罗志梁. 闽粤栲人促林的土壤肥力与涵养水源功能[J]. 福建林业科技,2017,44(4):41-47.
- [15] 洪宜聪. 杉木闽粤栲异龄复层林的土壤肥力及其涵养水源功能[J]. 东北林业大学学报,2017,45(11):65-71.
- [16] 洪宜聪. 杉木林套种闽粤栲林分特性及其涵养水源功能[J]. 西北林学院学报,2017,32(3):71-77.
- [17] 洪宜聪. 马尾松闽粤栲异龄复层混交林的林分特征及涵养水源能力[J]. 东北林业大学学报,2017,45(4):54-59.
- [18] 乐兴钊. 杉木闽粤栲异龄复层林林木生长状况及土壤理化性质[J]. 林业勘察设计,2017,37(2):34-39.
- [19] 乐兴钊. 马尾松闽粤栲套种林的林木生长状况分析[J]. 林业调查规划,2017,42(3):108-112.
- [20] 樊后保,刘文飞,苏兵强. 马尾松林下栽植闽粤栲对生态系统养分循环的影响[J]. 应用与环境生物学报,2008,14(5):610-615.
- [21] 洪宜聪. 不同植物源杀虫剂对闽粤栲食叶害虫防治效果分析[J]. 西南林业大学学报,2015,35(5):71-76.
- [22] 周洋,郑小贤,王琦,等. 福建三明栲类次生林主要树种更新生态位研究[J]. 西北林学院学报,2015,30(4):84-88.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.038

野扇花大田扦插生产试验研究

彭丽芬 方晨臣 李新贵 丁章超 黎媛

(贵州省林业学校, 贵州 修文 550201)

摘要:按不同土壤、扦插深度、枝条软硬和是否采取生根药物处理对野扇花进行大田生产试验。研究表明:野扇花不经过任何处理成活率也较高;扦插的适宜土壤为黄壤与药渣土按 1:1 配比的混合土;硬枝、软枝均可用于扦插,软枝扦插成活率显著高于硬枝扦插;采用生根药物浸蘸处理可大大提高扦插成活率;扦插深度为插穗的 1/2~2/3,以插穗的 2/3 深度为好。土壤酸碱度和不同浓度生根药物处理对野扇花扦插苗成活率的影响有待进一步研究。

关键词:野扇花;大田生产试验;扦插成活率;土壤条件;扦插深度;生根药物处理;硬枝与软枝扦插试验

中图分类号:S723.132.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0169-03

Production Test on Field Cutting of *Sarcococca ruscifolia*

PENG Lifen, FANG Chenchen, LI Xingui, DING Zhangchao, LI Yuan

(Guizhou Forestry School, Xiuwen, Guizhou 550201, China)

Abstract: The production test on field cutting of *Sarcococca ruscifolia* were carried out in different soil conditions and cutting depth, with hardwood or greenwood and with or without rooting agent. The results showed that the survival rate of *S. ruscifolia* without any treatment was higher. The suitable soil for cutting was mixed soil of yellow soil and medicine residues in proportion 1:1. The survival rate of greenwood was significantly higher than that of hardwood. The survival rate of cuttings was improved greatly by using rooting agent. The cutting depth was 1/2~2/3 of the cuttings and 2/3 of the cuttings was preferred. The effects of soil pH and different concentration of rooting agent on the survival rate of *S. ruscifolia* cuttings remained to be further studied.

Key words: *Sarcococca ruscifolia*; production test on field; survival rate of cuttings; soil conditions; cutting depth; dealt with rooting agent; test of hardwood and greenwood cuttings

野扇花(*Sarcococca ruscifolia* Stapf)为黄杨科野扇花属植物,常绿灌木,高1~3 m,分枝密集,茎及小枝均绿色,分布于贵州、云南、四川、广西、湖南、陕西、甘肃等海拔400~2 300 m的石灰岩区的林缘、灌木丛、林下、路旁等地^[1]。据龙皎、袁春强、刘方农等人的研究,野扇花芳香味浓郁,果红色,果实多,

果期长,抗污染性强,耐阴性强,是一种很值得引种和推广的野生园林花卉。在前人研究的基础上,开展大田生产试验,对野扇花加以驯化和栽培,以期将野生资源开发成为室内新型观赏植物和绿篱地被等耐阴植物^[2-4]。

收稿日期:2018-02-05.

作者简介:彭丽芬(1975-),女,云南祥云人,高级讲师。从事园林技术教育与规划设计工作。

1 试验地概况

试验地为贵州省林业学校苗圃基地,位于贵州省修文县扎佐镇,海拔 1 300 m,年均温 16℃,年降雨量 1 293 mm,年日照时间 1 234.9 h,无霜期 270 d,属亚热带季风气候。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

2.1.1 扦插材料

2015—2017 年,分别从贵州省贵阳市花溪区、修文县、开阳县、赫章县等地引进大田生产试验的植株及枝条,采条时间为 4 月中旬。

表 1 野扇花种试验材料采集地点一览

Tab. 1 Collection sites of *Sarcococca ruscifolia* test seeds

编号	种源地	繁殖材料
YSH 001	赫章县野马川镇乌木村沙田组	穗条
YSH 002	赫章县兴发乡民族村大麦组	穗条
YSH 003	开阳县高寨乡平寨村熊寨组	植株、穗条
YSH 004	开阳县高寨乡平寨村上堡组	穗条
YSH 005	修文县城关镇沙溪村大沙溪组	植株、穗条
YSH 006	贵阳市花溪区黔陶乡黔陶村老榜河组	植株、穗条

注:将引进的穗条截成 15 cm 长的插穗,下端剪成楔形,剪口光滑平整,保留 2~3 片半叶。

2.1.2 生根药物

生根药物选择郑州市坪安园林植保技术研究所生产的“速生根”(超高效园林植物生根剂)坪安 16 号,药物 20 g 兑水 20~40 kg,浸蘸插穗基部 0.5~1 h;或药物 20 g 兑水 10~20 kg 速蘸 3~5 s。

2.2 试验方法

2.2.1 不同土壤条件扦插试验

通过试验,研究不同土壤条件下扦插成活率,探索适宜低成本大田培育野扇花的土壤条件。

1) 苗圃地扦插试验:土壤类型为黄壤,成土母质为第四纪红色粘土,质地为粘壤土,pH 值 5.8,肥力中等。扦插整地作床,剪好的插穗直接扦插在整好的苗床上(不同高度),插后浇透水,用小拱棚覆盖,以提高地温,保持温度和湿度。8 月份拆除小拱棚。

2) 药渣土扦插试验:以腐熟的中药渣为基质,质地疏松,pH 值 6.5~6.8,肥力优良,装成营养袋放

置于钢架温棚内。将剪好的插穗浸入生根药物水溶液中 5 min,每袋扦插 3~4 株,扦插后浇透水。

3) 混合土扦插试验:黄壤:药渣土=1:1,质地疏松,pH 值 6.5~6.8,肥力良好,装成营养袋放置于钢架温棚内。将剪好的插穗浸入生根药物水溶液中处理,处理时间为 5 min,每袋扦插 3~4 株,扦插后浇透水。

2.2.2 硬枝与软枝扦插试验

选取当年生嫩枝(软枝)与 1 年生以上完全木质化枝条进行对比试验,以期提高穗条利用率,提高产苗量。结合不同土壤条件扦插试验同时开展,插穗处理方法同上。

2.2.3 扦插深度对比试验

进行不同扦插深度对成活率的影响试验,扦插深度 I 为 5 cm,II 为 10 cm,确定野扇花最适扦插深度,结合不同土壤条件扦插试验同时开展,插穗处理方法同上。

2.3 试验设计

不同扦插处理分区分组设置与试验。不同土壤条件扦插试验、硬枝与软枝扦插试验、生根药物处理试验、扦插深度对比试验,共扦插 20 000 株。插后浇透水,平时正常水分管理,保持基质湿润,60 d 后统计成活率并进行分析。

3 结果与分析

3.1 不同土壤条件扦插试验结果

7 月初调查不同土壤条件扦插试验成活率(表 2)。

表 2 不同土壤条件扦插试验结果

Tab. 2 Test results of cuttage in different soil conditions

序号	土壤条件	扦插株数/株	成活株数/株	成活率/%
1	苗圃地	10000	7404	74.0
2	药渣土	4000	3289	82.3
3	混合土	6000	5466	91.1

从表 2 可以看出,在土壤质地较重的粘壤土进行直接扦插(未使用生根粉),成活率达 74.0%;药渣土疏松,保水能力较差,成活率达 82.3%;混合土的成活率最高,可达 91.1% 以上。由此可知,野扇花的扦插成活率较高,这一点与龙皎的研究成果相似^[2],但与张先的成果“野扇花不经过任何处理直接扦插不能生根”^[5]有很大差异;最适宜扦插的土

壤为混合土,其肥力良好,保水保肥能力强,质地疏松,利于野扇花扦插生根,提高成活率。

3.2 硬枝与软枝扦插试验结果

硬枝与软枝扦插试验成活率见表3。

表3 硬枝与软枝扦插试验结果

Tab.3 Test results of hardwood cuttings and greenwood cuttings

序号	插穗类型	扦插株数/株	成活株数/株	成活率/%
1	硬枝	8000	4997	62.5
2	软枝	12000	11162	93.0

从表3可以看出,硬枝扦插成活率为62.5%,软枝扦插成活率为93.0%,软枝扦插成活率明显优于硬枝;硬枝也可用于野扇花的扦插繁殖。龙皎的软枝扦插成活率在78%~93%之间^[2],与本生产试验接近,但未进行硬枝扦插试验。

3.3 生根药物处理试验

7月初调查生根药物扦插试验成活率,结果见表4。

表4 生根药物处理扦插试验结果

Tab.4 Test results of cuttage with rooting agent

序号	药物处理	扦插株数/株	成活株数/株	成活率/%
1	蘸水	10000	6810	68.1
2	速生根	10000	9349	93.5

从表4可以看出,速生根处理的扦插成活率比蘸水处理的成活率高25.4%,使用生根药物能够有效提高野扇花扦插成活率。这一点与龙皎的研究成果相似^[2]。

3.4 扦插深度对比试验结果

7月调查不同扦插深度扦插试验成活率,结果见表5。

表5 不同扦插深度试验结果

Tab.5 Test results of cuttage in different cutting depth

序号	扦插深度	扦插株数/株	成活株数/株	成活率/%
1	5 cm	10000	6723	67.2
2	10 cm	10000	9436	94.4

从表5可以看出,扦插深度为5 cm时的成活率为67.2%,扦插深度为10 cm时的成活率为94.4%,扦插深度为插穗2/3的成活率明显高于扦插深度为1/3的成活率,这与刘方农等人的研究结果接近^[4]。结合试验结果并借鉴前人研究,野扇花扦插的适宜深度为插穗的1/2~2/3,以插穗的2/3深度为好。

4 小结与讨论

4.1 小结

通过大田生产试验,野扇花扦插的适宜土壤为黄壤:药渣土=1:1的混合土,其质地疏松,肥力良好,保水保肥能力强;硬枝、软枝均可用于扦插,可提高植物材料的利用率,软枝扦插成活率高于硬枝扦插;野扇花不经过任何处理直接扦插仍有较高成活率;插穗应采用生根药物浸蘸处理,可大大提高扦插成活率;扦插深度为插穗的1/2~2/3,以插穗的2/3深度为好。

4.2 讨论

4.2.1 土壤酸碱度对扦插育苗的影响

大田扦插生产试验的土壤均为酸性土,2年生扦插苗平均高度仅为40 cm,7个分枝,叶片数量较少,生长相对缓慢。野外观察发现,野扇花主要生长于石灰岩山地,土壤多为黑色石灰土,pH值7.0~7.5,呈中性至微碱性,其植株生长量高于酸性土壤环境下的生长量,植株高度可达2.5 m,枝繁叶茂,长势良好。这一点在徐超的研究中得到印证:野扇花在中性至偏碱性的土壤中地上部分生物量积累优于酸性土壤;在酸性条件下,虽然生物积累量较中性至碱性土要差,但其仍可在强酸性环境中生长;野扇花可以改良土壤中大量元素的含量,对酸性土壤有提升其pH值的作用^[6]。建议今后在育苗中调整基质的pH值,促进野扇花的生长,缩短苗木培育时间。

4.2.2 生根药物的处理

大田生产试验证明,使用生根药物能有效提高野扇花扦插成活率。但大田扦插生产试验设计较为简单,没有运用正交试验方法,无法精确分析速生根的浓度对成活率的影响情况,无法确定最佳浓度和处理时间。今后应进一步开展生根药物处理对野扇花扦插成活率的影响研究。(下转第185页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.039

土壤水肥作用对胡杨幼苗生长特性的影响研究

吕 慧¹ 张 楠² 王健铭² 王文娟² 雷善清²

(1. 额济纳旗林场, 内蒙古 额济纳 735400; 2. 北京林业大学林学院, 北京 100083)

摘要:结合胡杨林更新制约因素水肥问题,采用控制实验的方法,分析水肥对胡杨幼苗生长特征的影响。研究表明:水肥均能对胡杨幼苗的生长起到非常重要的作用,且水肥交互作用使幼苗响应变得复杂;一定浓度的氮肥能提高胡杨的生产能力,但受到水分的制约,断续给水处理下,氮肥浓度的增加反而会导致比叶面积减少;断续给水模式更有利于幼苗生物量积累,能促进胡杨对地下生物量的投入,使其对水资源竞争力得到提高;根冠比随水分增加而减少,表明水分过高不利于胡杨幼苗的生长;综合来看,含水率为 15%~30%、含氮量为 2 g/L 施肥量的土壤比较适合胡杨幼苗生长。

关键词:土壤水肥作用;胡杨幼苗;生长特性;断续给水模式;根冠比;比叶面积

中图分类号:S792.11;S723.13;S714.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0172-07

Effect of Soil Water and Fertilizer on the Growth Characteristics of *Populus euphratica* Seedling

LV Hui¹, ZHANG Nan², WANG Jianming², WANG Wenjuan², LEI ShanQing²

(1. Ejina Forestry Farm, Ejina, Inner Mongolia 735400, China;

2. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The controlled experiment with soil water and fertilizer was conducted to explore the effect of water and fertilizer on the growth characteristics of *Populus euphratica* seedling. The results showed that both water and fertilizer had significant influence on the growth of *Populus euphratica* seedlings. The certain concentration of nitrogen fertilizer improved the productivity of *P. euphratica* but the effect was limited by water. The increase of nitrogen fertilizer concentration resulted in the decrease of specific leaf area with the intermittent water supply model which was promoted the accumulation of seedling biomass, the investment of underground biomass and the competitiveness for water resources. The root-crown ratio decreased with the increase of water, indicating that too much water was not conducive to the growth of seedlings. The soil with water content of 15%~30% and nitrogen content of 2 g/L was more suitable for the growth of *P. euphratica* seedlings.

Key words: effect of soil water and fertilizer; *Populus euphratica* seedlings; growth characteristics; intermittent water supply model; root-crown ratio; specific leaf area

植物在不同环境胁迫梯度下的生长、繁殖对策与资源利用改变等研究一直是生态学研究热点

(Koppel and Rietkerk, 2004)。极端环境下,植物面临环境胁迫时的生长与繁殖策略研究不仅可以丰富

收稿日期:2018-04-26.

基金项目:国家自然科学基金项目(31570610)和林业公益性科研专项(201404304-6)资助.

作者简介:吕 慧(1974-),男,内蒙古阿拉善盟额济纳旗人,工程师.从事森林经营与林业调查规划工作. Email: 40311750@qq.com

生态学相关理论,更可以为我国极端干旱区植物多样性的恢复与维持提供重要的实践依据。胡杨属落叶乔木,与其他的乔木相比,具有强大的忍受荒漠极端干旱和高盐环境的能力,对严寒也有较强的适应性。尽管开展了生态输水工程,但由于黑河中游农业灌溉的挤占,进入黑河下游额济纳的水量从20世纪60年代的年均10.5亿 m^3 减少到现在的3亿 m^3 左右,难以维系胡杨群落的生存,额济纳绿洲天然胡杨林已减少到2.67万 hm^2 (李俊清等,2002)。有研究表明,由于安全生境的缺乏,实生幼苗难以存活,导致胡杨通过种子的天然更新失败(张玉波等,2005a and 2005b)。

幼苗要比成年植株甚至比种子都要敏感脆弱。受到相同的环境胁迫时,虽然与成年植株和多年生幼苗表现出的响应方式相似,但由于植株体内养分储备有限,其适应能力较弱,导致存活率下降(Freas,1983)。胡杨的生长受水、光、盐、养分等环境因素在时空上的差异显著影响(张玉波等,2005b)。水资源可利用性被认为是西北干旱区生态系统多样性与功能维持的限制因子,是干旱区影响植物生长发育的关键因子(张玉波等,2005a)。有研究表明,胡杨幼苗以及幼龄林需要一个长期湿润的环境(华鹏,2003)。水分胁迫会抑制胡杨幼苗株高、基径、生物量的积累,也会导致分配策略发生变化,从而维持在干旱环境下的生存(李菊艳,2009)。胡杨幼苗在不同水肥条件作用下,其生长特性是如何响应的,研究这些问题,不仅可以解释胡杨在自然条件下更新困难的原因,也可为提高人工幼苗成活率与保存率提供理论依据。

1 研究地概况

研究地位于我国极端干旱的阿拉善盟额济纳,地处亚洲大陆腹地,西南、西、北三面都有山脉环绕,受高山高原阻隔,太平洋和印度洋暖湿气流很难到达本区,形成了这里极强的大陆性气候,具有大气干

燥、降水量小、冬季寒冷、夏季炎热、温差大、光照强、多风沙的气候特点。整体上,研究区年均温 $8.99^{\circ}C$,1月均温 $-11.5^{\circ}C$,7月均温 $27.1^{\circ}C$,极端高温 $42.2^{\circ}C$,极端低温 $-37.6^{\circ}C$,无霜期为145 d;年均降水量37.9 mm,蒸发量4 213 mm,是中国最干旱的地区之一。20世纪60年代以来,额济纳绿洲的地下水位逐年下降,水资源的枯竭使得额济纳绿洲大面积退化,胡杨林大面积枯萎,胡杨更新受到严重影响,最终引起区域生态环境严重恶化,沙尘暴肆虐,给西北地区乃至华北地区的生态环境带来极大威胁。

2 研究方法

2.1 幼苗控制试验

选择高12 cm,直径为10 cm的育苗钵作为幼苗生长的容器,播入适量的胡杨种子,待2 d后种子萌发完成,挑拣出不能萌发的种子,并进行间苗,筛去生长不佳的幼苗,每盆仅留下10株幼苗,且在育苗钵中呈均匀分布。由于胡杨幼苗在10 d之内死亡率较高,在较好的条件下(主要是水分充足)培养10 d之后再继续进行水肥控制试验。

控制实验包括水分和养分的正交试验。水分处理采取4个梯度、2种给水模式:一种为连续给水模式,即培养过程一直保持土壤的含水率为10%、15%、20%、30%;另一种是断续给水模式,即幼苗干旱到叶片失水萎缩时进行补水至相应的土壤含水率,含水率梯度和连续给水模式一致,表示为干旱10%、干旱15%、干旱20%、干旱30%(表1)。养分处理分为N肥(尿素,含氮量46%)和P肥(过磷酸钙,含磷量12.3%)2种处理,每个处理3个梯度,通过控制2种肥料的水溶液浓度来构造养分梯度。氮肥的水溶液梯度为:0(I)、2 g/L(II)、4 g/L(III);磷肥的水溶液梯度为:0(I)、8 g/L(II)、16 g/L(III)。2种肥料水溶液均在出苗11 d和21 d时分2次施入,每次40 mL。

表1 水肥正交试验设计

Tab. 1 rthogonal experiment design of water and fertilizer

10%	15%	20%	30%	干旱 10%	干旱 15%	干旱 20%	干旱 30%
N2 10%	N2 15%	N2 20%	N2 30%	N2 干旱 10%	N2 干旱 15%	N2 干旱 20%	N2 干旱 30%
N4 10%	N4 15%	N4 20%	N4 10%	N4 干旱 10%	N4 干旱 15%	N4 干旱 20%	N4 干旱 30%
P8 10%	P8 15%	P8 20%	P8 30%	P8 干旱 10%	P8 干旱 15%	P8 干旱 20%	P8 干旱 30%
P16 10%	P16 15%	P16 20%	P16 30%	P16 干旱 10%	P16 干旱 15%	P16 干旱 20%	P16 干旱 30%

2.2 数据处理

幼苗生长 45 d 后进行全株收苗,将幼苗连带土壤从育苗钵中取出,用水洗去根部的土壤,保留完整的根系,测量幼苗的株高、主根长、叶片数量、高度等指标,并计算比叶面积、根冠比等指标;然后从基径处将幼苗的地上和地下部分分开,分别放入纸袋中,在烘箱中 105℃ 下杀青 30 min,并在 80℃ 烘干至恒重,称取地上和地下生物量干重。根冠比能反映植物地上与地下的权衡关系及植物对环境变化的适应特征。当年生胡杨幼苗根系在垂直方向生长明显,因此用主根长/高度和根冠比表征胡杨实生幼苗地上和地下部分在不同环境因素下的生长权衡,其计算方式为:

$$\text{根冠比} = \text{根生物量} / \text{地上生物量};$$

采用 SPSS 22.0 对数据进行单因素方差分析,采用最小显著差数法(LSD)验证相应数据的差异显著性,检验的显著性水平为 0.05,使用 Origin 7.5 软件作图。

3 结果与分析

3.1 水肥对幼苗冠幅、叶片数、叶片面积的影响

相关性分析结果表明(表 2),氮肥和水分均是胡杨幼苗地上形态的重要影响因素。氮肥、水分及两者交互作用对胡杨幼苗的冠幅、叶片数及叶片面积的影响均达到了显著($P < 0.05$)水平。当氮肥和水分条件发生变化时,幼苗的地上形态能够对其起到很好的指示作用。在本试验中,磷肥对幼苗这几个地上指标的影响没有达到显著($P > 0.05$)水平,说明其不是胡杨幼苗生长的重要限制因子。

不同的水分和肥力处理对胡杨幼苗的叶片数和叶片面积的影响如图 1 所示。

由图 1 可知,幼苗叶片的生长受水肥浓度以及给水方式的影响,各指标的变化趋势较为复杂,总体上表现为低浓度的氮肥(2 g/L)和较高的水含量(15%~20%)适合幼苗叶片的生长。连续给水模式下,施肥处理组胡杨幼苗的叶片数随水分含量增

表 2 水肥对胡杨幼苗形态特征的影响

Tab. 2 Effect of water and fertilizer on morphological characteristics of *P. euphratica* seedling

变异来源	冠幅			叶片数			叶片面积		
	df	F	P	df	F	P	df	F	P
氮肥	2	14.157	< 0.001	15.975	2.973	< 0.05	0.005	0.112	0.894
水分	7	2.403	< 0.05	65.081	3.46	< 0.01	0.514	3.586	< 0.001
氮肥×水分	14	2.426	< 0.01	265.854	7.067	< 0.001	2.099	7.315	< 0.001
误差	205			550.817			4.201		
总变异	229			13702			28.133		

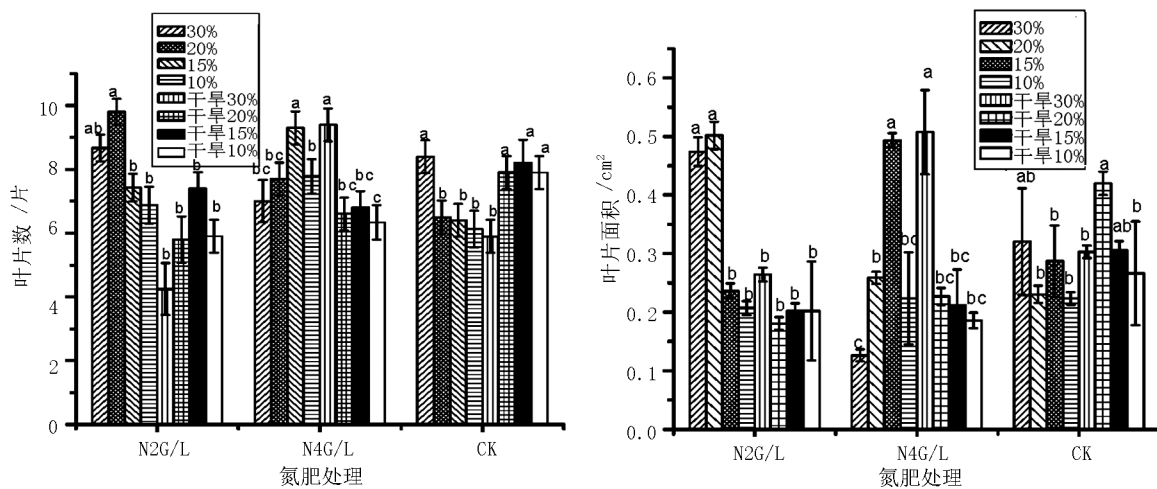


图 1 不同的水分和肥力处理对胡杨幼苗的叶片数和叶片面积的影响

Fig. 1 Effect of water and fertility on number and area of *P. euphratica* leaves

加呈现出先增加后减小的趋势,对照组胡杨幼苗的叶片数随水分含量增加而增加。在断续给水模式下,不施肥以及低浓度肥(2 g/L)处理组,胡杨幼苗的叶片数随水分含量增加呈现出先增加后减小的趋势,而氮肥浓度为 4 g/L 处理组,胡杨幼苗的叶片数随水分含量增加而增加。

与叶片数的变化趋势相似,连续给水模式下,施肥处理组胡杨幼苗的叶片面积随水分含量增加呈现出先增加后减小的趋势;不施肥对照组中,随水分含量增加,叶片面积大体上呈增大的趋势。断续给水模式下,施肥处理组胡杨幼苗的叶片面积随水分含量增加呈现出增加的趋势;而不施肥对照组中,随水分含量升高,胡杨幼苗的叶片面积先增加后减小。可见,在不同水肥条件下,胡杨幼苗的叶片在数量和面积上有所权衡。

3.2 水肥对胡杨幼苗比叶面积的影响

比叶面积是与植物生长和生存对策有紧密联系的植物功能性状指标,并能够反映植物获取资源能力,对环境条件变化敏感程度,因此选取其作为衡量水分、养分对胡杨幼苗叶片获取资源能力影响的指标。比叶面积(SLA)的计算方法为叶片面积与叶片干物质量的比值。水肥对胡杨幼苗比叶面积的显著性分析结果如表 3 所示。

表 3 分析结果显示,氮肥、水分以及氮肥和水分的交互作用对胡杨幼苗比叶面积的影响均达到显著 ($P < 0.05$) 水平,其中水分及其与氮肥的交互作用的影响达到极显著 ($P < 0.001$) 水平,表明胡杨幼苗的比叶面积对这几个因素的反应均比较敏感。

表 3 水肥对胡杨幼苗比叶面积的显著性分析

Tab. 3 Significance analysis on SLA of *P. euphratica* seedling

来源	处理方式	df	均值平方	F	显著性
Corrected Model	14219.063 (a)	23	618.22	3.91	<0.001
Intercept	351875.677	1	351875.677	2225.548	<0.001
氮肥	1115.159	2	557.58	3.527	<0.050
水分	5625.914	7	803.702	5.083	<0.001
氮肥×水分	8050.633	14	575.045	3.637	<0.001
Error	32095.805	203	158.107		
Total	435243.803	227			
Corrected Total	46314.868	226			

对此进一步分析,结果如图 2 所示。氮肥浓度相同时,连续给水处理的幼苗比叶面积大体上大于断续给水处理的比叶面积。不施肥对照组中,按水分含量从小到大,连续给水模式下幼苗的比叶面积依次是断续给水模式下的 117%、99%、155% 和 99%;当氮肥浓度为 2 g/L 时,按水分含量从小到大,连续给水模式下幼苗的比叶面积是断续给水模式下的 98%、91%、129% 和 116%;当氮肥浓度为 4 g/L 时,连续给水模式下的幼苗比叶面积是断续给水模式下的 136%、211%、122% 和 181%。这可能是由于断续给水模式对胡杨幼苗产生了一定的干旱刺激,导致幼苗叶片的资源获取能力受到负面影响。

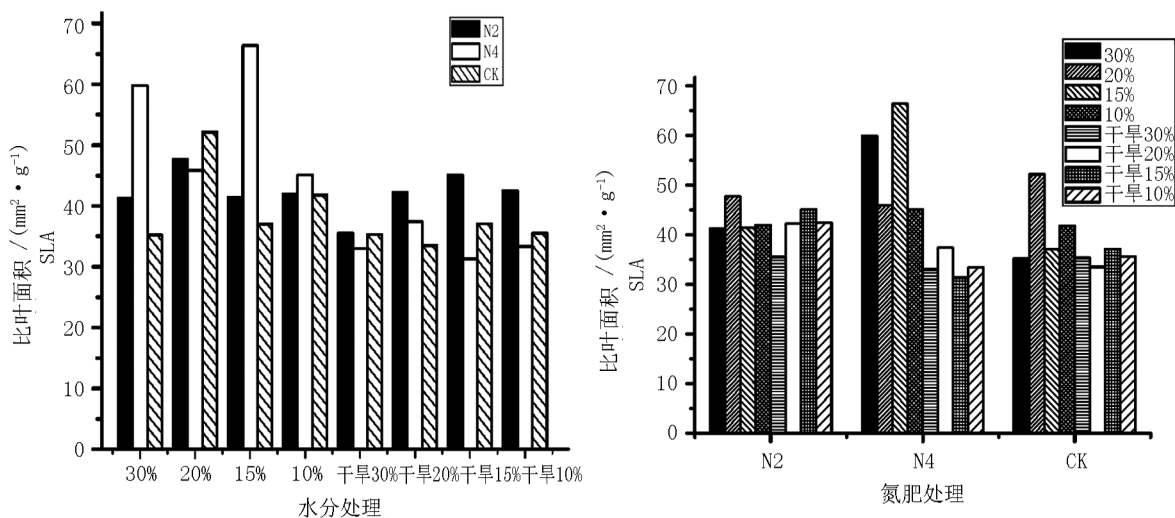


图 2 不同的水分和肥力条件对胡杨幼苗比叶面积的影响

Fig. 2 Effect of water and fertility on SLA of *P. euphratica* seedling

连续给水处理下,随水分含量升高,幼苗的比叶面积先增加后减小,其中对照组幼苗的比叶面积随着水分梯度的增加分别为 41.799 6、37.034 9、52.170 6、35.211 6 mm²/g;而断续给水处理组,随着水分梯度的增加,幼苗比叶面积没有明显变化,其比叶面积依次为 35.527 9、37.105 4、33.465 7 和 35.333 mm²/g。

在连续给水模式下,水分含量相同时,随着氮肥浓度的增加,幼苗比叶面积大体上呈上升的趋势,但是增加的程度有所不同。而断续给水处理组中,水分含量相同的情况下,低浓度的氮肥表现出能够提高幼苗比叶面积的趋势,而高浓度氮肥处理的幼苗比叶面积反而低于低浓度氮肥处理的值。说明胡杨

幼苗叶片在低浓度的氮肥(2 g/L)和较高的水含量(15%~30%)条件下,其资源获取能力最佳。

3.3 水肥对胡杨幼苗物质分配的影响

水肥与胡杨幼苗物质分配的相关性分析结果(表 4)显示,氮肥对胡杨幼苗茎的比例的影响达到了显著($P < 0.05$)水平,水分及其与氮肥的交互作用不仅对茎比例的影响极显著($P < 0.001$),且对根比例的影响也为极显著($P < 0.001$),而无论是水分、氮肥还是二者的交互作用,叶比例的响应均未达到显著($P > 0.05$)水平(表 4),表明水分、氮肥对胡杨幼苗地上和地下生物量分配的影响主要体现在根和茎上。

表 4 水肥对胡杨幼苗物质分配的影响

Tab. 4 Effect of water and fertility on the trade-off between biomass

变异来源	根比例			茎比例			叶比例		
	df	F	P	df	F	P	df	F	P
氮肥	2	2.755	0.066	2.000	6.167	< 0.01	2	0.176	0.839
水分	7	7.698	< 0.001	7.000	4.091	< 0.001	7	0.374	0.917
氮肥×水分	14	5.17	< 0.001	14.000	6.858	< 0.001	14	0.591	0.871
误差	205			205.000			205		
总变异	229			229			229		

图 3 为不同的水肥条件下胡杨幼苗生物量的变化特征。从图 3 可知,在相同的肥力处理下,2 种给水方式的幼苗总生物量随着水分的增加不断增加。连续给水模式下,氮肥浓度为 2 g/L,土壤含水率为 15%、20%和 30%时的幼苗总生物量依次是 10%时幼苗总生物量的 1.53、1.78 和 1.89 倍;氮肥浓度为 4 g/L,土壤含水率为 15%、20%和 30%时的幼苗总生物量依次是 10%时的 0.68、1.17、1.80 倍。

水肥的共同作用使总生物量积累的规律变得复杂,当不施加氮肥和施加 4 g/L 的氮肥时,断续给水处理组的值总体上要大于同等肥力水平的连续给水组的总生物量。以对照组为例,其连续给水处理组幼苗的总生物量是断续给水处理的 0.60、1.23、0.47、0.92 倍;而施加 2 g/L 的氮肥时,连续给水处理组幼苗的总生物量总体上大于断续给水处理组,按含水量从低到高,依次是断续给水处理的 0.823、1.57、1.40、1.29 倍。总的来说,采用断续给水模式,保持较高的水分(土壤含水率为 20%~30%)和较高浓度的氮肥(4 g/L)适合胡杨幼苗总生物量的

积累。

相同肥力处理下,连续给水模式根生物量表现出先增大后减小的趋势,说明水分含量过高不适合根生物量的积累。在养分对照组,与 10%含水率条件下的幼苗相比,15%、20%和 30%土壤含水率条件下的幼苗根生物量依次是 10%时的 1.53、0.76、1.26 倍;在氮肥施加量为 2 g/L 组,与 10%含水率条件下的幼苗相比,15%、20%和 30%土壤含水率条件下的幼苗根生物量依次是 10%时的 2.20、1.60、1.31 倍;在氮肥施加量为 4 g/L 组,与 10%含水率条件下的幼苗相比,15%、20%和 30%土壤含水量条件下的幼苗根生物量依次是 10%时的 1.70、1.00、0.65 倍。

断续给水模式下,随水分含量变化,根生物量的变化还与施肥的浓度相关,其中对照组的根生物量随水分含量提高变化不明显。对照组以及 4 g/L 氮肥组,断续给水模式下的根生长量明显大于连续给水模式下的根生物量。养分对照组,按土壤含水量从低到高的顺序,连续给水模式下幼苗的根系生物

量是断续给水模式下的给水处理的根系生物量是断

续给水处理的 0.53、1.08、0.50、0.13 倍。总体来看，

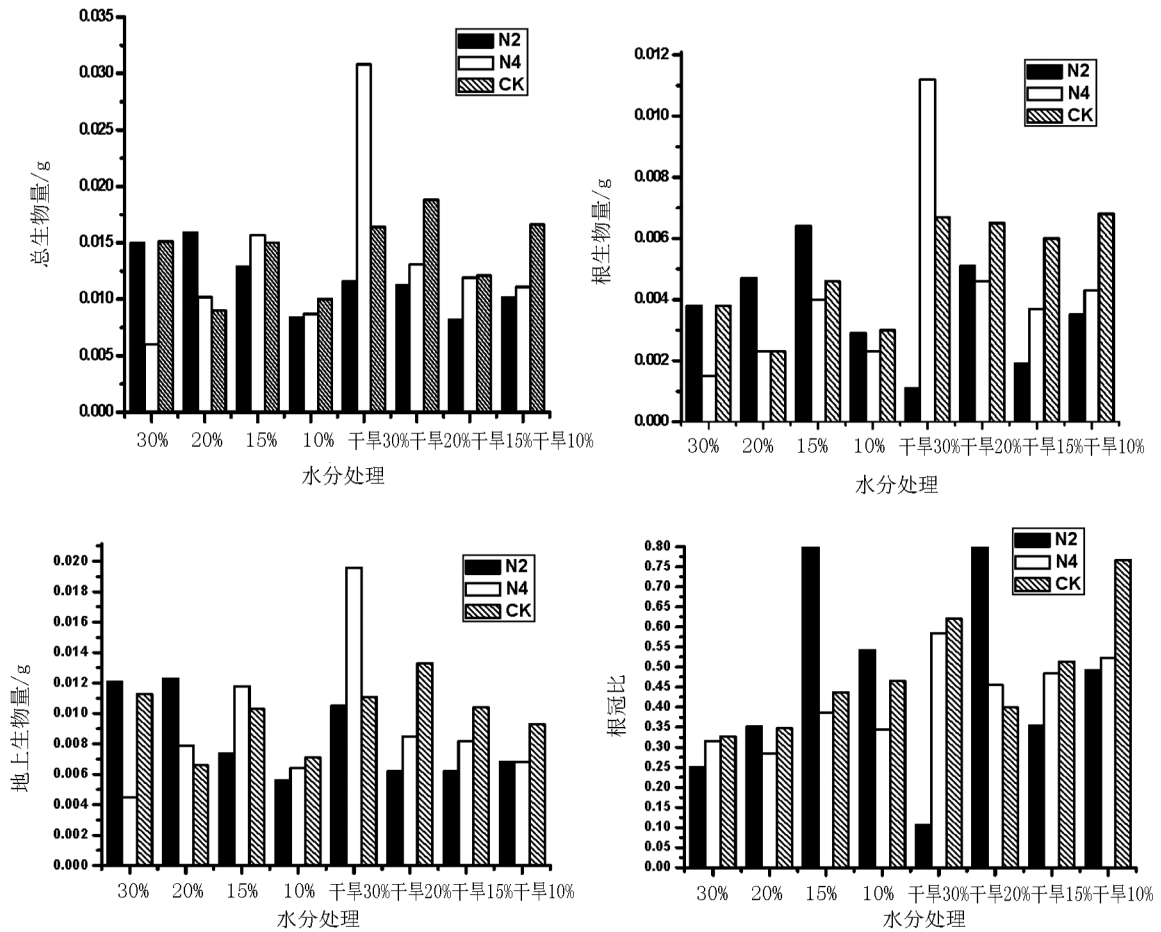


图 3 不同的水肥条件下胡杨幼苗生物量变化特征

Fig. 3 Effect of water and fertility on biomass of *P. euphratica* seedling

0.44、0.76、0.35、0.56 倍;4 g/L 处理下,连续采用断续给水模式更利于幼苗根生物量的积累。

幼苗的地上生物量随水肥、给水模式的变化趋势也比较复杂。在相同的肥力处理下,断续给水处理组的幼苗地上生物量随着水分的增加表现出增加的趋势。而连续给水处理组的幼苗地上生物量随水分增加,其变化的趋势与施肥有关。氮肥浓度为 2 g/L 时,幼苗地上生物量表现出先增大后趋于平稳,土壤含水率为 15%、20%和 30%的幼苗地上生物量依次是 10%土壤含水率下的 1.32、2.19、2.16 倍;氮肥浓度为 4 g/L 时,幼苗地上生物量表现出先增大后减小的趋势,土壤含水率为 15%、20%和 30%的幼苗地上生物量是 10%土壤含水量下的 1.84、1.23、0.70 倍。水分含量相同,不施肥以及施加 4 g/L 处理组,采用断续给水模式的幼苗地上生物量大于连续给水模式下的幼苗地上生物量。不施肥的对照组中,连续给水模式下的幼苗地上生物量是断续给水

模式下的 0.76、0.99、0.49、1.01 倍;氮肥浓度为 4 g/L 的处理组,连续给水模式下的幼苗地上生物量是断续给水模式下的 0.94、1.40、0.92、0.22 倍。总体来看,断续给水处理更利于幼苗地上生物量的积累,且高含水率(30%)和高浓度氮肥(4 g/L)条件下,幼苗的地上生物量达到最大值。

相同肥力处理下,连续给水组幼苗的根冠比随水分含量升高表现出下降的趋势。连续给水模式下的不施肥对照组,水分含量为 15%、20%和 30%时的幼苗根冠比是 10%时的 0.94、0.74、0.70 倍;而断续给水模式下,幼苗的根冠比随水分含量上升总体表现出先下降后上升。对于干旱区的植物,根冠比大的植物在水资源利用上有更强的竞争力,因此,试验的结果表明,水分含量过高(30%)对胡杨幼苗的生长未必有益,尽管高水分含量(30%)条件下,幼苗的总生物量和地上生物量都比较高。此外,从总体上看,断续给水处理的幼苗根冠比大于连续给水处

理的根冠比。在不施肥的对照组中,随水分含量的提高,连续给水模式下幼苗的根冠比依次是断续给水模式下的 0.61、0.85、0.86、0.52 倍。而在氮肥浓度为 2 g/L 的处理组,随水分含量的提高,连续给水模式下幼苗的根冠比依次是断续给水模式下的 1.10、1.58、0.45、2.36 倍,这可能是因为氮肥促进了地上部分的生长,导致根冠比有所下降。

4 结论与讨论

研究表明,水、肥都能对胡杨幼苗的生长产生非常重要的作用,且水和肥力的交互作用使得胡杨幼苗的响应变得复杂。

在相同土壤含水率的条件下,幼苗的比叶面积随氮肥浓度增加有不同程度增加的趋势,表现为土壤水分含量越大,随着浓度的增加,幼苗比叶面积的增加程度越大。比叶面积是表征植物营养性状的重要参数之一,与植物的生长和生存对策紧密,能够反映植物对环境的适应状况。比叶面积增大,表明一定浓度的氮肥能够提高胡杨幼苗的生产能力。但是,这种促进作用受到了水分的制约,土壤水分含量对胡杨幼苗构成干旱胁迫的条件下(断续给水处理),氮肥浓度的增加反而会导致比叶面积减小。

连续给水模式下,同水平施肥处理组的幼苗叶片数和叶面积随水分含量增加呈现出先增加后减小的趋势,而对照组的数值随水分含量增加而增加,说明过高土壤含水率和氮肥含量的环境对幼苗叶的生长不利。根冠比随水分增加表现出减小的趋势,而根冠比较高时幼苗的抗逆性较强,更利于胡杨幼苗在极端干旱区的生存,这也表明了虽然胡杨幼苗对水分的要求较高,但是水分过高对其生长也会产生不利的影响。

研究表明,不同的给水方式也会对胡杨幼苗的生长产生不同的影响。自然条件下,河道补水的方式是“洪水—干旱—洪水”模式,研究中采用的断续补水方式即是模仿这种自然状态。断续补水的模式下,相同肥力下的幼苗比叶面积虽然小于连续给水时的比叶面积,但是根系生物量大于连续给水时的值。根系是植物吸收水分和营养的器官,胡杨根系的构型、分布对环境的适应是其在干旱区生存的关键。断续补水的方式可能促进了胡杨幼苗对地下生物量的投入,使胡杨幼苗对水资源的竞争力得到提高。

综合总生物量、根生物量、地上生物量等多个指

标,胡杨幼苗比较适合含水率为 15%~30% 范围内以及氮含量相当于 2 g/L 左右施肥量的土壤中生长。在人工育苗过程中,选择合理的水肥管理模式对于培育出高品质幼苗非常关键。一定量的氮肥可以促进幼苗地上生物量的积累,提高其生产力;适度的干旱胁迫能够促进幼苗地下生物量的积累,提高根冠比,从而提高环境适应性。本研究中,采用断续补水方式,土壤含水率为 30%,氮肥浓度为 4 g/L 时,幼苗的总生物量最大,而根冠比则是在土壤含水率为 15%、氮肥浓度为 2 g/L 时最高。考虑到极端干旱区环境的特殊性,选择能够提高幼苗根冠比的水肥管理模式为首要。

参考文献:

- [1] 王世绩,陈炳浩,李护群. 胡杨林[M]. 北京:中国环境科学出版社,1995.
- [2] 李俊清,崔国发. 西北干旱半干旱地区天然林保护与退化生态系统恢复措施思考[J]. 北京林业大学学报,2000,22(4): 1-7.
- [3] 方创琳. 河西走廊绿洲生态系统的动态模拟研究[J]. 生态学报,1996,16(4): 389-398.
- [4] 高瑞如,黄培祐,赵瑞华. 胡杨种子萌发及幼苗生长适应机制研究[J]. 淮北煤炭师范学院学报,2004,25(2): 47-50.
- [5] 华鹏. 胡杨实生苗在河漫滩自然发生和初期生长的研究[J]. 新疆环境保护,2003,25(4): 14-17.
- [6] 李利,张希明,何兴元. 胡杨种子萌发和胚根生长对环境因子变化的响应[J]. 干旱区研究,2005,22(4): 520-525.
- [7] 张玉波,李景文,张昊,等. 胡杨种子散布的时空分布格局[J]. 生态学报,2005,25(8): 1994-2000.
- [8] 张玉波,李景文. 额济纳胡杨有性繁殖失败因素分析[J]. 科学技术与工程,2005,8(5): 467-472.
- [9] 闫巧玲,刘志民,骆永明. 科尔沁沙地 78 种植物繁殖体重量和形状比较[J]. 生态学报,2004,24(11): 2422-2429.
- [10] DAVID A, LYTLE N, LEROY P. Adaptation to natural flow regimes [J]. Ecology and Evolution,2004,19(2): 94-99.
- [11] FREAS K E, KEMP P R. Some relationships between environmental reliability and seed dormancy in desert annual plants[J]. Journal of Ecology,1983(71): 211-217.
- [12] KOPPEL J, RIDTKERK M. Spatial interaction and resilience in the arid ecosystems [J]. The American Naturalist,2004,163(1): 113-121.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.040

不同育苗基质对多依果苗木生长的影响研究

徐玉梅^{1,2} 唐红燕² 陈文解³ 刘际梅¹

(1. 云南省林业科学院热带林业研究所, 云南 普洱 666102; 2. 普洱市林业科学研究所, 云南 普洱 665000;
3. 普洱市思茅区万掌山林场, 云南 普洱 665000)

摘要:开展 6 种不同基质配方对多依果苗期生长量(苗高、地径)的影响研究,通过方差分析和多重比较,分析不同基质对多依果小苗的苗高和地径生长量的影响。结果表明:采用不同的基质对多依果(容器育苗阶段)小苗的苗高和地径生长量具有极显著差异($P < 0.01$),且苗高和地径对不同育苗基质的响应不一致。基质配方为草炭:腐殖土:珍珠岩=3:3:1 最适合苗木的苗高生长;基质配方为草炭:蛭石=3:1 最适合苗木地径的生长,基质配方为红土对苗木的苗高和地径生长均不适合,不建议使用,混合基质比单一基质更适宜多依果的根系发育和苗木生长。

关键词:多依果;基质配方;苗木培育;生长量

中图分类号:S792;S723.13 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0179-03

Effects of Different Substrates on the Growth of *Docynia delavayi* Seedlings

XU Yumei, TANG Hongyan, CHEN Wenjie, LIU Jimei

1. Institute of Tropical Forestry, Yunnan Academy of Forestry, Puwen, Yunnan 666102, China;
2. Pu'er Forestry Research Institute, Pu'er, Yunnan 665000, China;
3. Wanzhangshan Forest Farm of Simao District, Pu'er, Yunnan 665000, China;

Abstract: The variance analysis and multiple comparison for the effects of 6 different substrates on the growth of *Docynia delavayi* seedlings was carried out. The results showed that the effects of different substrates on the height and ground diameter of *Docynia delavayi* seedlings were significantly different ($P < 0.01$), and the responses of seedling height and ground diameter for different substrates were inconsistency. The substrate of peat soil: humus: perlite in 3:3:1 was most suitable for the growth of height while the substrate of peat soil: vermiculite in 3:1 was most suitable for the growth of ground diameter. The red soil which was not suitable for the growth of height and ground diameter was not recommended. The mixed substrate was more suitable than the single substrate for the height and ground diameter of *Docynia delavayi* seedlings.

Key words: *Docynia delavayi*; substrate formula; seedling cultivation; growth increment

多依果(*Docynia delavayi*),又名移依、酸苹果、酸木瓜、楂子,是蔷薇科移[木衣]属植物云南移的

果实,是一种药食兼用的经济植物。云南移在我国主要分布在云南、四川、贵州,台湾也有零星分布。

收稿日期:2017-01-03.

作者简介:徐玉梅(1975-),女,高级工程师.主要从事森林培育方面的研究.

通信作者:陈文解(1967-),男,工程师.主要从事森林培育方面的研究.

多依果富含单宁和粗纤维,野生的多依果果小、味酸难嚼,比较开胃,适合酿酒。目前云南澜沧等地已有嫁接栽培的多依果,果大味甜,被称为“甜多依”。多依果富含人体所需要的营养成分,经常食用对人体健康很有益处^[2]。多依果氨基酸组成中,脯氨酸、天冬氨酸的含量最高,而苹果、梨等普通水果中脯氨酸、天冬氨酸的含量不超过 4 g/kg^[1]。脯氨酸对人体具有健脑、增强细胞呼吸的作用,天门冬氨酸对人体具有良好的抗疲劳作用。云南移是从根到叶均可入药的食药两用植物,果实有舒筋活血、和脾燥湿、舒肝止痛、消暑消毒等功效^[3],可加工成果汁、果脯果醋、凉果等。多依果养分含量丰富,其生长环境为野生状态,几乎没有什么病虫害,无污染,加工制品属绿色食品。加工成的果汁、果脯酸甜可口、生津止渴;酿造成的果醋色泽金黄、香气诱人、风味独特,可增进食欲;制成的凉果生津回味、消暑健脾^[4]。

多依果对人体有多种好处,单凭野生种已供不上市场的需求,营建多依果人工林是目前缓解市场需求的有效途径。苗木培育是营建人工林的基础,只有优质壮苗才能实现人工林高产高效的目标^[5]。

基质是苗木生长的载体,其成分和配比直接影响苗木的生长情况。苗高和地径显示苗木长势的强弱,在一定程度上可反映出圃苗木的健壮程度,是评价出圃苗木的重要指标。

选择合适的育苗基质是培育优质苗木的关键,目前有关育苗基质对多依果苗木生长的影响研究未见报道,因此,开展不同育苗基质对多依果小苗生长的影响研究很有必要。

1 试验地概况

试验地位于云南省普洱市热带良种繁育基地苗圃内,地理坐标为 99°09'E,22°05'N,海拔 1 300 m,属亚热带季风气候,干湿季明显,11 月至次年 4 月为干季,5~10 月为雨季。2006 年年均温 19.6℃,最热月均温 23.3℃,最冷月均温 13.9℃,极端高温 33.0℃(4 月 12 日),极端低温 4.1℃(12 月 23 日)。气温年较差小,日较差大,冬春多辐射,年均雾日 138 d。年降水量 1 403.4 mm,年均蒸发量 1 036.7 mm,年均相对湿度 81%。土壤类型为红壤,呈酸性,pH 值 4.6~6.3。

2 材料与方法

2.1 供试种子

种子采自糯扎渡镇 10 年生的母树。

2.2 培育地点

在云南省普洱市良种繁育中心苗圃培育苗木。

2.3 育苗基质

育苗基质分别为草炭、珍珠岩、红土、蛭石和腐殖土

2.4 育苗方法

将种子播于小拱棚内河沙苗床上培育出小苗,待幼苗刚长出子叶时(2013 年 8 月),将其移栽至装有基质的无纺布袋内培育,按照常规苗木正常管理。育苗容器用 12 cm×15 cm 的无纺布袋。

2.5 试验设计

采用单因素随机区组设计,5 种基质共设 6 个处理,分别是处理 A:草炭:蛭石=3:1;处理 B:草炭:珍珠岩=3:1;处理 C:草炭:红土:珍珠岩=3:3:1;处理 D:草炭:腐殖土:珍珠岩=3:3:1;处理 E:腐殖土;处理 F:红土。6 个处理,每个处理 3 个重复,每个重复用苗 10 株,即每个处理观测 30 株苗(除去边缘效应)。

2.6 移栽后苗木生长情况观测

2014 年 5 月调查生长量(苗高、地径)。

2.7 数据处理

观测到的数据采用 EXCEL 进行统计,采用 DPS 7.05 软件进行分析处理。

3 结果与分析

出圃苗木的观测结果显示,试验采用的 6 种基质配方培育的多依果 10 月生苗,平均苗高为 40.8 cm,变幅为 30.8~46.5 cm。6 种基质对多依果苗高生长具有极显著影响($P<0.01$)。采用 LSD 法进行多重比较(表 1),处理 D 表现出最大的高生长,其次是处理 E,最差的是处理 F。处理 D、E、A 间差异不显著,结合苗木相对高度和变异程度(标准差)考虑,处理 D 稍优于处理 E、A。处理 B 与其它处理间差异显著,处理 C 与其它处理间差异显著,处理 F 与其它处理间差异显著。说明处理 D 草炭:腐殖土:珍珠岩=3:3:1 对苗木苗高生长效果最好。

6 种基质培育的多依果 10 月生苗的平均地径为 3.59 cm,变幅为 2.53~4.43 cm。6 种基质对多依果地径生长具有极显著影响($P<0.01$)。采

用LSD法进行多重比较,处理A表现出最大的地径生长,且与其它处理间差异显著,处理D次之,最差的是处理F。处理C与其它处理间差异显著,处理F与其它处理间差异显著,处理D、E、B间差异不显著。说明处理A草炭:蛭石=3:1对促进苗木地径生长效果最好。

表1 6种基质对多依果苗木的苗高和地径生长量的方差分析和多重比较

Tab.1 Variance analysis and multiple comparison for the effects of 6 different substrates on the height and ground diameter of *Docynia delavayi* seedlings

处理	苗高/cm	地径/mm
A	44.1±9.2abAB	4.43±1.08aA
B	40.3±8.9bcBC	3.66±0.81bBC
C	38.0±9.2cC	3.20±0.68cC
D	46.5±6.7aA	3.91±0.53bB
E	45.4±6.1aAB	3.79±0.60bB
F	30.8±6.6dD	2.53±0.62dD

注:表中数据为平均值±标准差;同一列中不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

4 结论与讨论

采用不同基质对多依果(容器育苗阶段)苗木的苗高和地径生长量影响具有极显著差异。从苗高生长量看,最适合的基质配方是草炭:腐殖土:珍珠岩=3:3:1,腐殖土次之,最不适合的基质配方是红

土。从地径生长量看,最适宜的基质配方是草炭:蛭石=3:1,其次是草炭:腐殖土:珍珠岩=3:3:1,最不适合的基质配方是红土。从基质配方看,混合基质能克服单种基质理化性状单一的不足,说明混合基质的肥力条件、保水力、吸收力、黏着力、透气性、排水性等条件均适宜多依果的根系发育和苗木生长,是高效、轻型的育苗基质。因此,配比得当的混合基质可弥补单一基质的不足,使基质育苗的优越性更加显著。

基质配方对苗木的苗高和地径生长影响存在差异,本试验仅进行了基质配方对多依果苗木的苗高和地径生长的影响研究。基质配方对苗木的其它生长量如地上部分生物量、地下部分生物量、全株生物量和根冠比等的影响有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 中国预防医学科学院. 食物成分表[M]. 北京:人民卫生出版社,2016:132-135.
- [2] 梅文泉,承尧,汪禄祥,等. 云南丽江移依果成分分析[J]. 中国野生植物资源,2002(5):55-56.
- [3] 鲍晓林. 风味移依的加工[J]. 云南农业科技,2001(5):46-47.
- [4] 袁唯,李文祥,林奇,等. 云南的移依资源及其利用[J]. 云南农业大学学报,1995(3):256-258.
- [5] 杨文忠,杨斌,王卫斌,等. 林木育苗产业化关键技术[J]. 世界林业研究,2009,22(1):28-33.

(上接第156页)

4.5 积极发展和扶持家庭林场、专业合作社等经营主体,促进野生食用菌采收产业化

积极发展家庭林场,培育野生食用菌示范家庭林场。引导农户按照产品和区域成立专业合作社,发展生产、加工、销售等农业合作组织和协会,搭建林下野生食用菌资源采收、加工、营销信息平台,发挥专业合作社在联系农户与市场、企业、技术等方面的桥梁和纽带作用,更好地促进农民增收致富。

参考文献:

- [1] 孙亚丽. 云南省易门县森林资源规划设计调查报告

[R]. 云南省林业科学院,2017.

- [2] 赖庆奎,陈云芳,武小花,等. 云南易门县野生食用菌资源的利用与管理调查研究[J]. 资源开发与市场,2009,25(4):421-424.
- [3] 赵永昌,袁媛,张小雷,等. 玉溪市易门县食用菌产业发展规划(2016—2025年)[Z]. 易门县人民政府,2016.
- [4] 李艳华,马绍华. 菌乡易门[M]. 2010.
- [5] 宁德鲁,陆斌,杜春花,等. 云南省油橄榄产业发展现状、问题及对策[J]. 经济林研究,2010,28(3):146-149.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.041

玉溪市“十二五”林业双增目标实现率分析及对策

陈桂芬

(玉溪市林业局,云南 玉溪 653100)

摘要:依据云南省林业厅 2011—2015 年对玉溪市林业双增目标考核结果数据,阐述玉溪市“十二五”林业双增目标责任制考核检查得分、全省排名、各分项得分以及新增造林面积和森林蓄积量完成情况。对存在的作业设计质量不高,导致面积核实率不高;造林树种选择不当,导致合格率不高;幼林管护措施不到位;基础数据统计不全等问题进行分析。提出加强组织领导,强化督查工作;摸清家底,积极做好项目申报;提高作业设计质量;加强自查,提高“两率”;重视营林工作,提高森林质量;规范数据统计,确保数据全面准确等实现玉溪市林业“十三五”双增目标的对策。

关键词:林业双增目标;实现率;检查考核;新增造林面积;新增森林蓄积量;玉溪市

中图分类号:S757.46 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0182-04

Achievements and Countermeasures of Double Increments in Forestry in the 12th Five-Year Plan of Yuxi

CHEN Guifen

(Yuxi Forestry Bureau, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: Based on the evaluation result for the goals of double increments in forestry in the 12th Five-Year Plan of Yuxi City, this paper illustrated the inspection score, provincial ranking, score of each sub-item, new afforestation area and forest volume, and analyzed the problems of poor operation design, low area verification rate and qualified rate, improper selection for afforestation species, inadequate management for young forests and incomplete basic data. Some suggestions were put forward to meet the double increments targets in the 13th five-year plan of Yuxi, including strengthening organizational leadership and supervision, taking resources investigation, actively completing the project application, improving the quality of operation design, strengthening self-inspection, increasing the “two rates”, attaching importance to forest management and forest quality, standardizing data statistics and ensuring the comprehensive and accurate data.

Key words: targets of double increments in forestry; achievements; inspection and evaluation; new afforestation area; new forest volume; Yuxi City

1 林业双增目标提出的背景

2009 年 9 月,在联合国气候变化峰会上,胡锦涛主席向世界庄严承诺:到 2020 年,我国森林面积

比 2005 年增加 4 000 万 hm^2 ,森林蓄积增加 13 亿 m^3 。为保证目标的实现,国务院与全国各省(直辖市、自治区)人民政府签订了林业双增目标责任书,下达了各省林业双增任务。为此,林业双增目标成

收稿日期:2017-12-14.

作者简介:陈桂芬(1965-),女,云南江川人,高级工程师.主要从事森林资源培育工作. Email:cgf65yx@126.com

为各级党委和政府到2020年考核的约束性指标。云南省委、省政府高度重视,将林业双增工作与云南省建设“森林云南”和桥头堡绿色生态安全屏障结合起来,提出了云南省“十二五”期间的林业双增目标:到2015年,全省新增造林面积216.67万 hm^2 ,净增森林蓄积量14600万 m^3 ,全省森林覆盖率达到55%,林业产值达到1000亿元以上,森林蓄积量达到17亿 m^3 以上。为确保林业双增目标的实现,云南省政府与16个州(市)人民政府签订了“十二五”林业双增目标责任状。

2 “十二五”林业检查考核基本情况

2.1 检查考核的目标和内容

2.1.1 检查考核的目标

根据云南省政府与各州(市)人民政府签订的《云南省2011—2015年林业双增目标责任状》,玉溪市林业“双增”考核目标为:新增造林面积8.67万 hm^2 ,新增森林蓄积量760万 m^3 ,义务植树1700万株,低效林改造6.67万 hm^2 ,发展木本油料3.33万 hm^2 ,森林覆盖率达57%,林业产值达30亿元。

2.1.2 检查考核的内容

林业“双增”年度检查考核内容包括:组织领导、资金投入、林木种苗、木本油料基地、其他营造林、义务植树、低效林改造、林业有害生物防治、森林防火、林业产值、林业宣传等11个方面。

2.2 2011—2015年抽查考核县(区)情况

全省对每年抽查的26个县(市、区)进行检查,玉溪市每年抽查2个县(区)。2011—2015年分别检查考核了易门县、华宁县、峨山县、元江县,江川区、澄江县、通海县、新平县、红塔区、易门县10个县(区)(其中易门县被抽查2次)。

3 2011—2015年度检查考核结果

根据云南省林业厅年度及期末林业双增目标责任状考核结果通报,玉溪市“十二五”期间双增考核情况如下:

3.1 考核检查得分及排名情况

2011年度:易门县得分93.34分,排第12名;华宁县得分91.49分,排第17名;玉溪市得分93.89分,在全省排第8名。

2012年度:峨山县得分92.58分,排第13名;元江县得分92.07分,排第15名;玉溪市得分92.95分,在全省排第10名。

2013年度:澄江县得分96.66分,排第15名,江川县得分85.89分,排第26名;玉溪市得分87.78分,在全省排第16名。

2014年度:通海县得分94.76分,排第17名;新平县得分96.04分,排第15名;玉溪市得分97.82分,在全省排第5名。

2015年度:易门县得分99.20分,排第4名;红塔区得分98.83分,排第7名;玉溪市得分99.56分,在全省排第1名。

5年中,玉溪市在州市及县(区)排名最好的年度均为2015年,在全省16个州市中排第1名;在全省抽查的26个县(区)中易门县排第4名。

3.2 考核检查分项得分情况

玉溪市2011—2015年林业双增目标责任考核结果5年分值计500分、考核得分472分,平均得分为94.4%。分项得分情况为:1)组织领导5年分值计25分,考核得分25分,得分率100%;2)资金投入5年分值计44分,考核得分35分,得分率79.8%;3)林木种苗5年分值计50分,考核得分49分,得分率98.5%;4)木本油料基地5年分值计65分,考核得分57分,得分率88.4%;5)其它营造林5年分值计99分,考核得分94分,得分率94.7%;6)义务植树5年分值计25分,考核得分25分,得分率100%;7)低效林改造5年分值计50分,考核得分49分,得分率97.4%;8)林业有害生物防治5年分值计44分,考核得分42分,得分率96.2%;9)森林防火5年分值计44分,考核得分41分,得分率94.3%;10)林业产值5年分值计35分,考核得分35分,得分率100%;11)林业宣传5年分值计19分,考核得分19分,得分率100%。

在5年11个方面的考核中,丢分率最高的是“资金投入”项,其次是“木本油料基地”项。

3.3 新增造林面积完成情况

玉溪市2011—2015年共完成新增造林面积10.76万 hm^2 ,新增造林目标任务完成率达124.18%,分年度完成情况为:2011年0.94万 hm^2 ,2012年1.26万 hm^2 ,2013年1.77万 hm^2 ,2014年1.33万 hm^2 ,2015年5.46万 hm^2 (含社会造林3.23万 hm^2)。

根据2011—2015年度林业“双增”目标考核结果,玉溪市分县(区)2011—2015年新增造林面积为:澄江县1.43万 hm^2 ,目标任务完成率为214.5%;红塔区0.51万 hm^2 ,完成率为153.8%;新平县1.85万 hm^2 ,完成率为138.8%;峨山县1.27

万 hm^2 , 完成率为 126.73%; 易门县 1.22 万 hm^2 , 完成率为 121.67%; 华宁县 1.20 万 hm^2 , 完成率为 120.07%; 元江县 1.47 万 hm^2 , 完成率为 110.4%; 通海县 0.99 万 hm^2 , 完成率为 98.73%; 江川区 0.82 万 hm^2 , 完成率为 82.53%。“十二五”期间, 仅江川区和通海县未能完成新增造林面积目标。

3.4 新增森林蓄积量完成情况

玉溪市在上一轮调查后, 间隔期内实行了较严格的林地保护和资源管理政策, 使森林得以休养生息, 林分单位蓄积增加。本次调查全市乔木林(纯林、混交林)活立木蓄积量为 $71.1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 与 2008 年仅 $61.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 相比, 8 年间林地每公顷蓄积量提高了 15.6%。根据本轮森林资源规划设计调查(以下简称“二调”)推算, 2010 年玉溪市森林蓄积量为 4 684 万 m^3 , 而本轮二调森林蓄积量与上一轮相比, 增长量为 922 万 m^3 , 因此, “十二五”期间增长量为 828 万 m^3 , 比新增森林蓄积目标 760 万 m^3 多 68 万 m^3 , 目标实现率为 108.95%。

4 存在的问题

4.1 作业设计质量不高, 导致面积核实率不高

由于部分县(区)申报项目不均, 有些年度造林任务过大过重, 造成任务量与适宜发展的地块不对应, 完成作业设计外业调查后未能及时检查设计质量, 导致部分县(区)造林作业设计质量不高。主要存在项目实施地块选择不当, 设计面积勾图不准确, 小班面积与小班经营面积未区分等, 导致部分年度面积核实率不高, 不能完成年度考核新增造林面积任务。“十二五”期间仅有 2013 年和 2015 年完成年均新增造林面积任务。

4.2 造林树种选择不当, 导致合格率不高

林业建设项目多, 虽然大多数项目均有管理和检查验收办法, 但项目管理及业务技术人员未能全面掌握要点, 对选择树种特性掌握不全, 导致项目实施未能全面做到适地适树, 特别是从“十一五”以来, 玉溪市委、市政府出台了核桃发展实施意见, 连续多年发展核桃, 不仅立地条件好的宜林地种植了核桃, 甚至在一些耕地上也都种植了核桃, 现存造林地块多为一些海拔偏低或偏高、土壤贫瘠的地块, 适宜产业发展的树种不多, 加之现行林业项目投资标准不足, 树种选择不当, 已造成部分造林面积合格率不高的情况。

4.3 幼林管护措施不到位

未能做到管护措施到位、管护人员到位、管护经

费到位、管护责任到位。对实施封山育林的林区, 未能严格实行封山育林制度, 未能禁止牛羊上山, 严厉打击毁林、开荒、滥采、放牧等行为。

4.4 基础数据统计不全

林业双增基础数据统计包括营造林项目年度计划与完成情况、人工造林和封山育林历年成效情况、年度城镇和农村义务植树情况、年度征占用林地异地造林完成情况、低效林改造、组织领导(责任状签订、主持会议情况)、资金投入和林业产值情况等多项指标内容。由于数据涉及部门较多, 上报要求和口径不一致, 再加上上报基础数据时沟通对接不够, 审核不严, 导致“十二五”期间县区部分指标上报不全, 影响部分年度市、县区考核结果。

5 林业双增工作对策

玉溪市“十二五”林业双增目标任务新增造林面积和新增森林蓄积量虽已超额完成, 云南省政府与玉溪市政府又新签订了“十三五”林业双增目标责任状。为确保玉溪“十三五”林业双增目标实现率在 100% 以上, 建议采取以下工作对策。

5.1 加强组织领导, 强化督查工作

林业双增工作涉及林业的方方面面, 有管理方面和技术方面指标。1) 要成立林业“双增”工作领导小组, 加强对林业“双增”工作的组织、指导和协调, 定期研究工作中存在的困难和问题。2) 加强督促检查, 职能部门要建立挂钩联系工作制度, 责任落实到人; 市、县(区)督查部门应将林业“双增”工作列入督查内容, 加强对林业双增相关工作的督查。

5.2 摸清家底, 积极做好项目申报

根据国家、省级林业项目每年申报的相关要求, 县(区)要认真研究, 结合县区林地情况及考核目标任务, 提前做好摸底调查和项目储备工作, 积极争取上报储备符合县(区)实际的营造林项目, 及时申报, 确保项目能落地实施。

5.3 加强培训, 提高作业设计质量

造林作业设计是工程造林的指导性文件, 作业设计对树种、造林地块、造林技术措施的选择及其在规划布局上的考虑, 将对最终的造林成效产生决定性的影响。因此, 设计人员要深入实地调查, 与具体实施单位多沟通, 并根据现地情况进行林种、树种、种苗、整地和栽植设计。特别是树种设计要根据造林作业区及附近林分、树木的生长情况确定。要根据《造林作业设计规程》及相关管理办法认真完成设计, 确保作业设计具可操作性, 不断提高造林作业

设计质量。

5.4 加强自查,提高“两率”

自查是对作业设计质量和造林质量进行客观全面的评价,每个小班填写一份客观全面的外业调查表,并附上自查验收图,在检查中发现问题要及时纠正,发现地块移位或树种变化等问题,应及时进行设计变更。由于受气候、立地等客观条件限制,工程区造林普遍难以一次成功。因此,要把补植补造工作当作营造林工作的一个重要环节,根据苗木成活情况适时进行。对母树不足的封育小班,要有针对性地进行目的树种的补植补播。抚育措施要有针对性,工程区大部分不需要除草、除灌,有些地方可以采取以补代抚等措施,最重要的是保证幼树成活和正常生长。对新增造林地要加强管护,做到管护措施到位、管护人员到位、管护经费到位、管护责任到位,确保造林保存率。封山育林区要严格实行封禁制度,禁止牛羊上山,严厉打击毁林、开荒、滥采、放牧等行为,全面落实“封、管、造”措施,确保封育效果。

5.5 高度重视森林经营工作,提升森林质量

加强森林经营,改善林分质量,是实现森林经营目标的有效途径。因此,在保护好现有植被的基础上,要对退化林地进行改造,营造水土保持、水源涵养性能好的乔木树种,调整优化森林结构,改善林分生长状况,提高林分质量,增加森林固碳、保水、保土能力,增强森林生态系统功能。围绕提高森林质量、林地生产力和产出率,高度重视和大力开展以中幼林抚育、低效林改造为主要建设内容的森林经营工作,将森林经营贯穿到林木种苗培育、造林育林、森林采伐全过程,大幅度提升各林种的功能,充分发挥各林种的潜力,逐步提高森林的质量和效益。

5.6 规范数据统计,确保数据全面准确

林业双增考核不仅涉及国家、省、市、县级及社会投资项目造林,同时,还涉及组织领导、资金投入、

林业产值等多项指标,因此,在上报基础数据时务必做到熟悉林业双增考核的相关指标,包括管理类和技术类指标,并做到项项有对接、项项有人审,方能确保上报基础数据不重不漏,全面反映市、县(区)实际情况。

6 结语

为确保完成玉溪市 2016—2020 年新增造林面积 4 万 hm^2 、净增森林蓄积量 370 万 m^3 及全市森林覆盖率达到 60% 的林业双增目标,必须确保每年至少新增造林面积 0.8 万 hm^2 ,应结合各县(区)实际,将目标任务分年度分解到辖区 7 县 2 区。部分县区由于地方实际条件限制,符合申报省级以上营造林项目面积不足,应考虑多争取市及县级、企业等投资,完成一定面积的社会造林,力求每县(区)均能完成年度造林任务,方能保证玉溪市“十三五”林业双增目标的实现率达到 100% 及以上。

参考文献:

- [1] 云南省林业调查规划院昆明分院. 玉溪市森林资源调查报告[R]. 2016.
- [2] 云南省林业厅. 2011 年度林业双增目标责任考核检查结果的通报[Z]. 2013.
- [3] 云南省林业厅. 2012 年度林业双增目标责任考核检查结果的通报[Z]. 2014.
- [4] 云南省林业厅. 2013 年度林业双增目标责任考核检查结果的通报[Z]. 2015.
- [5] 云南省林业厅. 2014 年度林业双增目标责任考核检查结果的通报[Z]. 2016.
- [6] 云南省林业厅. 2015 年度林业双增目标责任考核检查结果的通报[Z]. 2017.
- [7] 杨文化. 推动林业科学发展确保实现“双增”目标——东北林业大学帽儿山实验林场实现“双增”目标的探讨[J]. 国家林业局管理干部学院学报, 2012(2): 13-16.

(上接第 171 页)

参考文献:

- [1] 贵州植物志编辑委员会. 贵州植物志(第 4 卷)[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1986.
- [2] 龙皎, 姜义龙, 赵国辉, 等. 野扇花的引种栽培及其在城市景观中的应用[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(6): 46-47.
- [3] 袁春强, 杨远庆. 野扇花开发利用现状及发展前景[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(2): 567-577, 634.

- [4] 刘方农, 彭世逞, 刘联仁. 一种值得在园林中推广的野生芳香花卉——野扇花[J]. 生物学通报, 2009, 44(3): 19-22.
- [5] 张先. 野扇花组培快繁及扦插繁殖研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2007.
- [6] 徐超, 杨远庆. 野扇花在不同 pH 值土壤中的生长状态及对土壤的改良作用[J]. 山地农业生物学报, 2012, 31(2): 137-139.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.042

昭通市农村能源利用现状及消耗结构研究

白祖云

(昭通市林业局能源科技推广站,云南 昭通 657000)

摘要:为减少森林资源的消耗,保护生态环境,实现环境保护与社会经济的可持续发展,采用收集资料、抽样调查、召开座谈会、实地调查等方法,对昭通市社会经济、森林资源消耗、农村能源利用现状、群众意愿等情况进行调查。对农村能源中的生物质能源、沼气、电能以及汽油、柴油、煤等其它能源和太阳能等消耗结构进行分析,提出搞好农村能源发展规划,扩大新能源推广规模,创新能源建设新机制等新时代背景下昭通农村能源发展对策。

关键词:农村能源;消耗结构;对策措施;昭通市

中图分类号:S210.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0186-04

Utilization Status and Consumption Structure of Rural Energy in Zhaotong City

BAI Zuyun

(Energy Science and Technology Extension Station of Zhaotong City, Zhaotong, Yunnan 657000, China)

Abstract: The social economy, the consumption of forest resources, the utilization of rural energy and the will of the masses in Zhaotong were investigated based on collecting data, sampling survey, holding symposium and field investigation to reduce the consumption of forest resources, protect the ecological environment and achieve the sustainable development. This paper analyzed the consumption structure of biomass energy, biogas, electric energy, gasoline, diesel oil, coal, solar energy and other rural energy, and put forward the countermeasures for the development of rural energy in the new era, including developing the rural energy planning, expanding the scale of new energy promotion and innovating the construction mechanism.

Key words: rural energy; consumption structure; countermeasures; Zhaotong City.

1 区域概况

昭通市位于云南省东北部,地处东经 102°52'~105°19'、北纬 26°55'~28°36'。昭通市作为云南北上连接丝绸之路经济带、南下连接海上丝绸之路的重要节点,是云南融入长江经济带的重要门户。全市辖 10 县 1 区,共 99 个镇、40 个乡(其中民族乡 17

个)、7 个城区办事处,153 个居民委员会、1159 个村民委员会,土地总面积 2 245 231.0 hm²。2016 年末常住人口 547.5 万人,比上年末增加 4.5 万人。城镇化率 31.49%,比上年提高 2.3 个百分点。全市生产总值(GDP)768.23 亿元,按可比价格计算,比上年增长 8.6%。按常住人口计算,人均 GDP 为 14 090 元,增长 7.7%。全年实现农林牧渔服务业总

收稿日期:2018-02-16.

作者简介:白祖云(1968-),男,云南水富人,学士,高级工程师,昭通市林学会副理事长。主要从事森林资源管理与农村能源科技推广工作。Email:ztbzy666@126.com;365450070@qq.com

产值 235.9 亿元,比上年增长 5.8%。其中,农业产值 110.51 亿元,增长 6.4%;林业产值 7.57 亿元,增长 1.4%;畜牧业产值 109.32 亿元,增长 5.2%;渔业产值 4.94 亿元,增长 13.4%;服务业产值 3.56 亿元,增长 6.4%。全年肥猪出栏 545.86 万头,增长 1.7%;牛存栏 69.85 万头,增长 5.8%;羊出栏 50.41 万只,增长 2.9%;家禽出栏 1 262.46 万只,增长 3.9%。

昭通市全年财政总收入完成 135.05 亿元,下降 1.8%。地方公共财政预算收入完成 59.80 亿元,增长 8.2%。地方公共财政预算支出完成 410.06 亿元,增长 1.2%。单位 GDP 能耗下降 7.13%。能源消费总量为 513.16 万 t 标准煤(等价热值),比上年增长 0.86%。居民能源消费量为 92.89 万 t 标准煤,占总能源消费的 18.1%。全市自然保护区 12 个,其中国家级 3 个,市级 8 个,县级 1 个,面积 10.82 万 hm^2 ,占全市土地面积的 4.7%。全年共完成营造林工程项目 7.08 万 hm^2 ,其中人工造林 3.87 万 hm^2 ,封山育林 1.09 万 hm^2 ,森林抚育 1.08 万 hm^2 ,低效林改造 9 133 hm^2 。完成全民义务植树 1 180 万株。管护森林面积 112.73 万 hm^2 。全市森林覆盖率达 35%。全年城镇常住居民人均可支配收入 23 645 元,比上年增长 8.6%。农村常住居民人均可支配收入 7951 元,比上年增长 10.2%。全年实现 13 个贫困乡镇、231 个贫困村出列,24.02 万贫困人口脱贫。

全市林地面积 1 425 348.7 hm^2 ,活立木总蓄积量 47 178 840 m^3 ,森林覆盖率 35%,活立木年净生长量 2 602 658 m^3 ,年均森林资源总消耗量 763 011.9 m^3 。其中:烧柴总量为 277 671.1 m^3 ,占总消耗量的 36.39%,最主要是农民生活烧柴,为 254 378.1 m^3 ,占总消耗的 33.34%。

截至目前,全市已建农村沼气池 43.58 万户,节柴改灶 26.68 万户,实施农村太阳能 7.8 万户。2016 年节柴灶覆盖到建档立卡贫困户的不足 20%,其中威信县最高,达 41.5%。2017 年,建档立卡贫困户覆盖率大大提高,盐津县将节柴灶任务全部覆盖到建档立卡贫困户。

2 昭通市农村能源利用现状

2016 年昭通市社会用能 508.78 万 t 标准煤,其中,农村居民用能 56.65 万 t 标准煤,占社会用能的 11.13%(表 1)。

表 1 昭通市农村能源利用现状

Tab. 1 Utilization status of rural energy in Zhaotong

项目	合计	生物质能源	沼气	电能	太阳能	其它
消耗量/ 万 t 标准煤	56.65	19.7	11.7	11.18	2.93	11.14
占比/%	100	34.77	20.65	19.74	5.17	19.66

2.1 生物质能源

生物质能源包括薪柴、秸秆,通过直接燃烧用于生活能源。昭通市主要是薪柴的消耗,根据 2015 年森林资源消耗量调查,全市烧柴总量为 277 671.1 m^3 (胸径 5 cm 以上林木蓄积),其中农村生活烧柴 254 378.1 m^3 (25.44 万 t),占烧柴消耗总量的 91.61%,占全市森林资源总消耗量的 33.34%,占全市森林资源年生长量的 9.77%。消耗采伐剩余物等 9.03 万 t。生物质能源总消耗量 34.47 万 t,折合标准煤 19.7 万 t,占农村能源消耗的 34.77%。

2.2 沼气

截至 2016 年底,全市农村户用沼气池达 43.58 万户,实际利用 39.34 万户,年产气 16 441.28 万 m^3 ,折合标准煤 11.7 万 t,占农村能源消耗的 20.65%。

2.3 太阳能

利用方式主要是太阳能热水器。截至 2016 年底,全市太阳能热水器保有量 7.820 7 万台,实际用户 7.66 万户,折合标准煤 2.93 万 t,占农村能源消耗的 5.17%。

2.4 电能

2016 年农村居民用电 90 896 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$,折合 11.18 万 t 标准煤,占农村能源消耗的 19.74%。

2.5 其它能源

其它能源包括煤、汽油、柴油、天然气等,主要用于农用机械、农村加工机械,折合 11.14 万 t 标准煤,占农村能源消耗的 19.66%。

3 农村能源消耗结构分析

在昭通市农村能源利用中,生物质能源利用 19.7 万 t 标准煤,占农村能源消耗的 34.77%,位居第一;沼气能源利用折合标准煤 11.7 万 t,占农村能源消耗的 20.65%,位居第二;电能利用折合 11.18 万 t 标准煤,占农村能源消耗的 19.74%,位居第三;其它能源利用折合 11.14 万 t 标准煤,占农村能源消耗的 19.66%,位居第四;太阳能利用折合标准

煤 2.93 万 t, 占农村能源消耗的 5.17%, 位居第五 (图 1)。

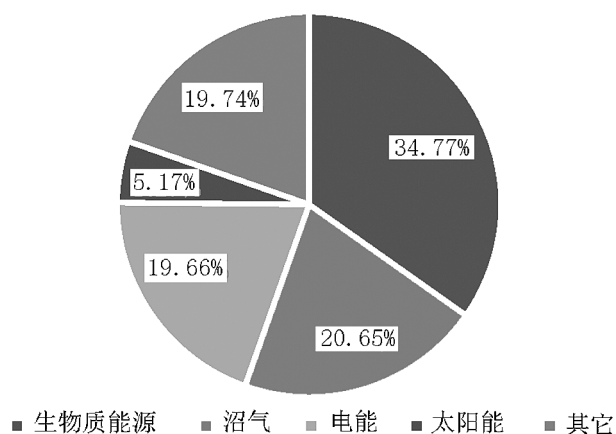


图 1 昭通市农村能源消耗结构

Fig. 1 Consumption structure of rural energy in Zhaotong

1) 生物质能源的利用位居第一, 这是由昭通市经济发展水平决定的。2016 年全市农村常住居民人均可支配收入 7 951 元, 比全省的 9 020 元低 11.85%; 只占全市城镇常住居民人均可支配收入 23 645 元的 33.63%。其次, 薪材的价格相对低廉。按每立方米木材 1 t 计算, 烧柴所使用的木材质量相对较低, 按 500 元/m³ 计算, 1 t 薪材的价格为 500 元。但 1 t 薪材相当于 0.41 t 标准煤, 3 333.3 kW·h 电, 按 0.39 元/kW·h 计算, 合 1 300 元。因此, 使用薪柴与用电相比, 用柴要廉价得多, 只相当于用电支出的 38.5%。如果是使用采伐剩余物, 其成本更低。

2) 沼气的利用位居第二, 与电能消耗基本持平。沼气的投入主要是一次性投入, 还有财政补助, 使用起来也比较方便卫生, 还解决了农村的人畜粪便处理问题, 如果开展综合利用, 还能解决一部分农业生产用肥问题。因此, 深受群众的欢迎。但受到一次性投入较大的制约, 普及面没有电能广。

3) 电能的利用位居第三, 仅略少于沼气利用。由于农村电网改造基本完成, 电能比较稳定, 使用方便卫生, 且照明以及电器必须用电。因此, 电能利用的面广, 量也比较大。但因电价相对于薪材价格、沼气生产成本而言价格较高, 而群众收入相对较低, 利用受到制约, 电能的利用量屈居第三位。

4) 汽油、柴油、煤其它能源位居第四。目前有相当一部分地区的群众使用煤作为生活能源, 随着经济发展、社会进步, 农用机械、农用和家用车辆普及率的提高, 对汽油、柴油使用量将会持续增长。

5) 太阳能位居末位, 主要是太阳能在农村推广使用的比例小。截至 2016 年底, 全市太阳能热水器农村保有量仅 7.820 7 万台, 实际用户 7.66 万户, 不足 10% 的农户使用太阳能热水器。

综上所述, 农村能源消耗结构不够合理, 主要表现在: 烧柴占农村能源消耗比重大, 占 34.77%。电能仅占农村能源消耗的 19.74%。烧柴消耗的比重过大, 不利于生态环境保护和林业产业发展。

4 对策措施

4.1 因地制宜, 搞好农村能源发展规划

充分利用调查成果、科技成果, 结合昭通实际, 搞好农村能源发展及能源科技推广规划。针对不同区域选择发展不同的农村能源组合模式。缺林少柴地区要大力推广以电代柴、以煤代柴、以气代柴的多能互补模式; 在生态保护的重点区域及森林资源丰富的区域, 要大力推广以节柴灶为主、其它能源为补充的多能互补模式; 在日照较好的地区要大力推广以太阳能利用为主的多能互补模式; 在年积温较高的地区要大力推广以沼气池为主, 其它能源综合发展的多能互补模式。

4.2 加大投入, 扩大新能源推广规模

农村能源推广规模严重不足。按照当前的速度, 每年发展太阳能热水器和节柴灶 (炉) 各 1000 台 (口), 20 年都无法实现全覆盖。当还没有实现全覆盖的情况下, 原来建设项目已经超过使用寿命。从长远来看, 推广的速度越快, 国家总体上的投入越少, 因为强大的示范效应会提高群众自身投入的积极性, 同时生态效益也更加明显。因此, 加大投入, 扩大推广规模是当务之急。

4.3 提高补助标准, 多能互补

当前的补助标准是: 太阳能热水器 1 000 元/台, 节柴灶 (炉) 300 元/台。多数群众接受 24 管以上太阳能热水器, 中标价格 2 500 元/台左右, 群众需要自筹 1 500 元左右。节柴灶 (炉) 的单价为 400 ~ 2 000 元不等, 以人工打造的节柴灶为例, 单价在 550 元左右 (根据原材料运输距离和原材料价格差异价格有所变动)。但农村大多需要 2 口人工灶, 把煮猪食和煮饭区分开来, 每户农户要自筹 500 元。如果在 1 户同时推广太阳能热水器和节柴灶, 每户需要自筹 2 000 元左右, 对于经济欠发达的地区而言, 是一笔不小的费用。在农村要实现多能互补, 充分发挥农村能源多能互补效能, 应进一步提高补助标准。

4.4 分类施策,提高贫困户新能源利用推广面

1) 应建立贫困户新能源利用全额补助制度。当前的补助标准,非贫困户难以承受,贫困户基本无法承受,在贫困户中推广难度非常大,多以推广自筹资金相对较少的节柴灶(炉)项目来覆盖贫困户。这只是暂时应付的办法,非长远之计,无法达到真正的扶贫效果。对贫困户利用节能炉灶、太阳能热水器等节能设施应实行全额补助。

2) 建立重点生态区域周边群众利用新能源的全额补助制度。重点保护生态区域大多经济比较落后,群众经济条件差,在利用新能源和利用节能设施方面应重点给予倾斜,实行全额补助。

3) 不管是贫困户,还是重点生态区域群众,在用电方面应实行电价优惠政策,促进其使用清洁能源和节能设施,减少森林资源消耗和环境污染,改善能源利用结构,保护好生态环境。

4.5 多方筹资,创新能源建设机制

长期以来,农村能源建设的模式有3种:1) 以国家补助为辅,群众自筹资金为主的建设模式,这是当前主要投入模式。2) 群众自筹资金的自建模式。3) 国家补助、群众自筹、社会捐助(包括行政、企业、事业单位、社会团体、个人捐助)的建设模式,这种模式还没有形成气候,是今后的努力方向。

农村能源建设不仅是直接受益者个人的问题,更是关系到生态环境问题,理应受到全社会的关注,国家应重点支持。但作为普通的直接使用者或受益者,也必须筹集部分资金,才能让使用者有责任感、使命感,自觉维护和利用好能源设备和设施,充分发挥其效益。尤其是要结合当前的挂钩扶贫、旅游小镇建设、异地搬迁安置、重点区域生态治理等项目,吸引资金加入农村能源建设,形成多方筹集农村能源发展资金的新机制。

4.6 加强宣传典型示范,全面推广农村能源新模式

1) 以典型示范为重点,加大农村能源的宣传力度。切实加强对农村的节能宣传,结合扶贫、异地搬迁、旅游小镇建设,打造农村能源推广示范点,以典型示范带动农村能源建设,增强社会各界对推广农村能源建设的认识,提高群众利用新能源、清洁能源的积极性、主动性,结合实际,大力推广农村能源多能互补的新模式。

2) 充分利用各种工具进行宣传,尤其是要利用手机在农村已经普及的优势,通过短信等方式扩大对农村能源政策的宣传面。

3) 要制订宣传信息责任制度,明确县级农村能源站农村能源建设宣传的责任。

4.7 强化管理,积极探索农村能源管理新措施

4.7.1 抓好实施方案的编制

编制实施方案,科学合理配置农村能源多能互补的模式;明确建设质量的基本要求,在达到这一基本要求的前提下,允许农户自行购买、安装的农村能源设备纳入农村能源项目直补范围;明确质量的相关技术指标,为制订招标文件、合同签订、检查验收提供依据。

4.7.2 抓好实施方案的审核审批

通过方案审核,认真把握项目布局、进度安排、模式配置的科学性、合理性;认真把握项目实施方式、资金筹措的可行性;认真把握纳入直补项目的范围。

4.7.3 抓好检查落实

要按照实施方案的进度抓好各阶段的落实,尤其是要把项目实施过程与抓质量紧密结合起来,实现进度与质量的统一。根据对项目实施过程的检查,不断完善检查验收办法。

4.7.4 要搞好绩效评估

对每年实施项目要进行绩效评估,判断是否达到预期目标,总结项目实施中好的做法和经验,汲取项目实施中的教训,探索完善项目管理的有效措施。

参考文献:

- [1] 习近平. 决胜全面建设小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[M]. 北京:人民出版社,2017.
- [2] 胡向军. 云南农村能源技术推广与实践[M]. 昆明:云南科技出版社,2008.
- [3] 马廷光,符长荣. 昭通市林业生态建设与产业发展研究[M]. 昆明:云南美术出版社,2005.
- [4] 田宜水. 2012年中国农村能源发展现状与未来趋势[J]. 中国能源,2013,35(3):11-15.
- [5] 云南昭通行署经济技术研究室. 昭通地区国土资源[Z]. 1992.
- [6] 昭通市统计局. 昭通统计年鉴[M]. 2016.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.043

基于硬质景观元素的现代观光农业园设计研究

高建学 李宏熙

(1. 中招国际招标有限公司, 北京 100081)

摘要: 基于硬质景观元素设计在现代观光农业园中的应用, 对地形、建筑和建筑小品、景观细部构造 3 类硬质景观元素的设计原理进行概述, 结合全国各地农业园的设计实例, 分别就 3 类硬质景观元素具体的设计内容进行论述, 提出硬质景观元素应注重同园区的整体景观设计相融合, 要在把握当地农业生产现状和民俗文化基础上, 因地制宜地将农耕野趣、休闲娱乐等内容巧妙地贯穿于设计中。

关键词: 现代观光农业园; 硬质景观元素; 地形设计; 建筑和建筑小品设计; 景观细部构造设计

中图分类号: S731.1; TU986.1; P901 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)04-0190-04

Design of Modern Sightseeing Agricultural Garden Based on Hard Landscape Elements

GAO Jianxue, LI Hongxi

(China CNTC International Tendering Corporation, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the application of hard landscape elements in modern sightseeing agricultural garden, the design principle of three hard landscape elements including the topography, the architecture and architecture articles and the landscape detail structure were illustrated. This paper analyzed the design examples of agricultural garden in different regions to discuss the design contents of three hard landscape elements and put forward suggestions which included integrating with the overall landscape design, skillfully applying rustic charm, leisure and entertainment into the design according to the local agricultural production and folk culture.

Key words: modern sightseeing agricultural garden; hard landscape elements; topography design; architecture and architecture articles design; design of landscape detail structure

现代观光农业园所含的景观元素种类繁多, 这些景观元素作为现代观光农业园的重要组成部分, 对于如何表达现代观光农业园区的实质与内涵具有十分重要的作用^[1]。构成现代观光农业园的硬质景观元素主要包括地形、建筑和建筑小品以及路面和广场铺装、台阶和挡土墙、凉亭和棚架等局部景观细节, 它们在现代观光农业园区的实际功能体现和

美学感官表现方面发挥着各自独有的功能^[2]。另一方面, 这些元素之间又相互影响相互作用, 共同构成了现代观光农业园区的总体特色。因此, 要想取得现代观光农业园的最佳规划设计, 必须在全面了解各类硬质景观元素的设计原理和方法的基础上, 从总体上进行把握, 才能最终得以实现^[3]。本文旨在逐一分析构成现代观光农业园的各类硬质景观元

收稿日期: 2018-03-04.

作者简介: 高建学(1985-), 男, 河南南阳人, 工程师。主要研究方向: 工程管理。Email: 1467858339@qq.com

素特点的基础上,进一步概述各类硬质景观元素的设计原理与方法,以期对国内现代观光农业园硬质景观元素的设计规划提供参考。

1 基于地形的设计分析

由于我国农业生产地区的地形特征极为复杂,因此现代观光农业园在实际设计过程中会遇到形式各异的地形地貌,需要设计者在进行规划设计之前对农业园所处的地形地貌进行充分踏查,并对地形地貌特征进行详细分析^[4]。只有这样,才能因地制宜地设计出具有地方特色的现代观光农业园。

1.1 地形设计原则

1) 应充分利用原有地形合理地进行规划布局,一方面可以避免处理复杂地形产生施工成本,从而节约建设资金、缩短建设时间,另一方面可以有效地减少必要的建设施工对园区整体生态环境产生的破坏,从而极大程度地保留特殊地形上的植被特色,丰富园区植物多样性。

2) 要充分考虑各类地形的视觉效果,合理利用各类实体景观元素引导游客的空间立体视觉。例如,需要凸显地形高度时,可以采用从上到下依次布局从高到低的实体景观元素方式,来烘托地形高度所产生的磅礴气势。再如,需要掩盖低凹地形的视觉缺陷时,可以采用密集种植植株较高的果林方式营造出视觉上的舒缓效果。

1.2 地形设计需要考虑的因素

1.2.1 灵活选择植物生长条件

无论是园区景观造型植物还是农业展示作物都需要依托相应的地形才能开展^[5]。要合理地利用地形来对植物生长条件进行改造:

1) 应对其地形的地质特征进行充分调查研究,分析出适合植物生长的基本土壤条件。

2) 尽可能地在场地原有地形特征的基础上,将植物生长所需的水分、光照、坡度等基本条件与地形地貌灵活结合,从而为需要不同生长条件要求的植物提供适宜的环境。

3) 可以通过提高植物群落整体多样性的方式,使现代观光农业园的各类植物十分融洽地融入到整体自然环境当中,创造别具风格的园区风貌。

1.2.2 塑造良好的地表排水系统

地形是维持和稳定现代观光农业园土壤结构的基础,利用地形特征塑造良好的自然排水系统,可以有效地控制雨水侵蚀所造成的水土流失现象。由于过于平坦和过于陡峭的地形条件都不利于雨水的疏

导和排放,在进行地表排水系统设计时:

1) 应在充分利用原有地形的基础上,对地形进行整体把控,适当地营造人工起伏的环境,形成坡度适宜、流速可控、流向可引的地表排水系统,从而节省因建设人工排水渠道而产生的费用。

2) 应在坡度为5%~10%、坡长适中的坡面上合理地分布分水线和汇水线,使地表排水系统更具合理性,避免因坡度和坡长不适宜而产生的地表径流滑坡现象。地表排水系统的设计与周边地形基本特征相适应,尽量使其布置具有美学效果,为现代观光农业园搭建具有可观赏性的骨架脉络。

1.2.3 营造多样化的地形空间特征

我国现代观光农业园的选址多具有地方地理特色,地形可以多种形态展示于游客面前,例如平原、河谷、山地、丘陵、洼地等。利用多样化的地形形态所产生的空间特征进行布景规划,可使置身其中的游客产生丰富的视觉或空间感受^[6]。丘陵由于其高度适中,可为游客提供全方位观赏整体园区的极佳位置,从而使游客产生宽广的视觉空间感,同时也有助于游客形成对现代观光农业园更为直观的总体印象;洼地由于其较为封闭的空间特征,可以带给游客环抱的空间感,同时洼地自身所形成的小气候环境也可使游客在园区体验多样的气候;河谷由于其狭长的空间特征,可使游客产生明显的方向指引性,从而激发游客的好奇心;山地多具有复杂的植物生态群落,因此可以成为游客欣赏植物多样性的自然展示平台;平原基于其视野开阔的特点,可以充分营造各种人工布景、场所和建筑供游客欣赏和体验。总体而言,基于地形特征的现代观光农业园的空间特征营造,可以充分地将园区所具有的整体空间进行分割和组织,使其形成多样化的欣赏功能,实现人工和自然的充分融合。

2 基于建筑和建筑小品的设计分析

硬质景观元素中的点状元素是现代观光农业园整体设计的关键所在,建筑和建筑小品属于典型的点状元素。一般而言,依托于道路和河流等线状元素连接起来的点状元素可以使整个园区的空间划分和布局更加灵活巧妙。根据现代观光农业园中建筑的功能,可以将其建筑划分为生产管理型建筑、游览服务型建筑和建筑小品三大类别^[7]。

2.1 建筑设计原则

现代观光农业园的建筑设计应在体现现代化农业特色和合理进行空间布局的基础上,进一步实现

资源的集约化利用和园区整体的绿色生态可持续发展^[8]。

1) 应从整体上对园区的结构进行把握,以展示现代化绿色农业为重点开展整体规划和细节的调控。一方面,要从地形、地貌以及整体生态环境对建筑设计的要求出发,形成建筑设计的宏观思路;另一方面,要充分考虑节能环保、大方美观、实用性强等细节内容,构成建筑设计的各个系统化的建设目标。

2) 在进行园内建筑设计时还应着重体现建筑与环境的同构关系,尽量选用本地材料,使建筑更具有本地自然特色,从而削弱建筑人工痕迹。

3) 园内建筑设计可以从图底设计关系入手,更加温和地使建筑与周围环境进行融合。一方面,可以通过淡化周围环境布景的方式凸显建筑的存在,使建筑为图,周边环境为底;另一方面,当建筑需要作为周边景观的附属,可以通过淡化建筑轮廓和形态的设计方式,使周边环境为图,建筑为底。

4) 园区内的主要建筑要从风格和样式上充分体现出地方民俗文化特色、观光园的农业生产本质等内容,并在造型上与农村的乡土氛围相融合,进一步展示现代观光农业园所应具有农业原始气息。

2.2 建筑设计方法

2.2.1 生产管理型建筑

现代观光农业园中的生产管理型建筑主要包括温室、家畜禽类养殖场、农业器械存放室以及仓库等,其中应用于展示的主要是大型温室。在大型温室外观设计方面,应充分吸取现代建筑的设计理念,尽可能地对其外观进行现代美学处理,通常采用玻璃和钢结构的简单重复设计,体现具有强烈时代感的高科技特征;在内部结构布局方面,应充分吸取中式园林的内涵,可适当地将景石、水池等建筑小品置于温室内部;在植物背景搭配方面,可采用造景植物和种植作物相互交融的方式,适当地将蔬菜瓜果等园艺景观布置于餐厅内,从而巧妙地凸显园区的农业生产功能。例如,在进行杭州金地生态农业观光园温室餐厅设计时,采用餐桌周边设置藤蔓瓜果等园艺作物的形式,成功地营造了室内绿色环境,使就餐的游客在品尝观光农业园美食的同时,又可欣赏浓郁的绿色美景。同时,大型温室建筑也可以结合当地历史文化特色,不拘一格地进行艺术创新。

2.2.2 游览服务型建筑

现代观光农业园中的游览服务型建筑主要包括接待室、茶室、休闲中心、展览馆等,其设计的关键在于建筑的定位和造型。一方面要突出园区的主题和

特色,另一方面又要注意建筑艺术风格和文化特征的统一。同时,游览服务型建筑应依据当地的传统文化特点,创造出具有本地特色的建筑形式。可以当地传统民居为蓝本,加强对游览服务型建筑的外观和内部设计。例如,无锡龙寺农业生态园的休闲茶社就以当地盛产的竹子为建筑材料,采用苏南传统建筑式样、结构在园区中设计了竹楼茶社。再如,在山西晋城市现代都市农业示范园的办公区规划设计中,选用了山西老宅院、地窖院等晋派建筑的设计形式。

2.2.3 建筑小品

现代观光农业园中的建筑小品主要包括亭、榭、雕塑、花架、桌、椅等。

1) 建筑小品的布局应以“点”或“线”的形式合理分布于园区的各个功能区域或区域连接位置,在进行具体设计时应充分体现本地园林建筑的美学特点,并与周围主要建筑在风格上保持一致^[9]。

2) 可根据农业园区的生产特色,以充分体现出农业传统习俗、生产历史、乡村民风等农业文化相关气质为目的,对部分建筑小品进行设计。例如,在杭州良渚野芦湾生态休闲农业园设计中,设计者巧妙地搭建了连接温室和办公区的趣味性丝瓜长廊,从而尽显当地农业果园的生产特色。

3) 现代观光农业园中的建筑小品在具体内容上也可突破传统思维的限制,采用布景具有传统农业生产特色的日晷、水车、古井、石磨等景观小品的方式,彰显现代观光农业园的农业生产背景。

3 基于景观细部构造的设计分析

景观细部构造的设计是现代观光农业园建设中极为重要的一个环节,主要包括路面和广场铺装、台阶和挡土墙、凉亭和棚架、围栏和篱笆、垃圾站和垃圾箱等内容的设计。一方面,景观细部构造的设计可以更为直观地反映出园区的农业生产文化氛围,另一方面,景观细部结构的设计承担着开展园区旅游观光活动的基础设施保障职能,关系到游客对园区的整体印象。因此,园区的景观细部构造设计必须精心组织,不仅要体现使用价值,更要注重美学和文化气息的反映,这样才能营造出现代观光农业园独特的农业生产文化氛围^[10]。

3.1 景观细部构造的设计原则

3.1.1 应把握“当细则细,收放自如”的原则来对待细节的设计

因为在景观设计中,细节只是一个相对概念,任

何一个细节下面还有更为细小的细节。这就要求设计者善于把握细节尺度,从总体功效出发,大胆进行设计内容的创新。

3.1.2 要做到主次分明

任何一个景观设计都是由局部设计构成的,局部设计只能为突出整体的功效而服务,不能为了突出局部的设计而使整体的功效产生偏废。

3.1.3 要注重设计与施工的结合

任何一项成功的景观细部构造设计都需要现实施工才能实现,一方面,并非任何创新型的设计都能有现实的施工技术予以支持,另一方面,过于精细化的设计往往也意味着高额的资金投入,不利于园区整体成本的控制。因此,设计者在设计之初就要对现有的施工技术和方法有所把握。

3.2 景观细部构造的设计方法

3.2.1 路面和广场铺装的设计方法

1)基于对提高园区绿化效果和展示乡村天然生态气息的考虑,园区路面和广场应以强化绿化为主,不适宜进行过度铺装。2)连接各功能区域的区间小路应设计成富有乡村特色的砂土路面、改良土路面等简易路面,一方面有助于节约建设成本,另一方面有助于路面积水的渗透排放。同时,“接地气”的道路样式反而更能吸引游客前来踏足体验。

3.2.2 台阶、挡土墙的设计方法

一般而言,台阶和挡土墙主要设计于园区内路面起伏较大的地形。台阶设计的关键在于其原料的选用,通常在不同的区域选用天然石、卵石、圆木桩等原料的一种来进行设计,从而体现园区台阶样式的多样化。外观形式,现代观光农业园适宜设计为直墙式和坡面式2种类型。同时,基于对细节构造的考虑,可以采用在墙面进行喷绘或设计浮雕的方式减少挡土墙背景的单调感。

3.2.3 凉亭和棚架的设计方法

凉亭和棚架作为农业园中最为常见的基础设施,其作用在于为园区内的观赏性或生产性蔓生植物提供庇荫支持。在对其位置进行布局时:1)要考虑的是攀缘植物的光照适宜类型,避免出现攀缘植物因光照不适宜而出现死亡或生长迟缓的现象。2)凉亭和棚架在设计 and 材料选用方面都必须考虑到自身和攀缘植物的重量,因为攀缘植物会以较快的速度缠裹凉亭和棚架。

3.2.4 围栏和竹篱的设计方法

围栏和竹篱在园区内主要起到安全防护和划分

区域的作用。同时,也可以作为攀缘植物的支撑设施。通常样式较为简单,便于进行就地取材,也很容易同周围的建筑和环境相融合。

4 结语

硬质景观元素设计作为现代观光农业园设计中的重要环节,对于体现园区的农业生产本质展示以及整体美学效果表达具有极其重要的意义。硬质景观元素设计在具体开展时,应注重同园区的整体景观设计相融合。1)要努力做到视觉欣赏与感觉体验相结合、设计创意与生态自然相协调、生产功能与展示功能相辅相成、技术运用与美学表现相融合。2)在元素主题设计方面,要在把握当地农业生产现状和民俗文化的基础上,因地制宜地将农耕野趣、休闲娱乐等内容巧妙地贯穿于设计中,从而使游客在领略淳朴自然的农业观光园区意境的同时,真切地感受到大自然的无限魅力。

随着硬质景观元素设计理论的不断进步与成熟,越来越多别具匠心的硬质景观表现形式将会出现在现代观光农业园中,这将为长期身处城市的游客提供更加有益于身心放松的旅游观光基地,我国的现代观光农业也将获得长足发展。

参考文献:

- [1] 刘俊,李敬川,王秀芬,等.我国都市观光农业发展概况[J].河北林业科技,2011(5):63-64.
- [2] 湛木兰.创意农业观光园景观规划设计研究[D].南京:南京林业大学,2012.
- [3] 王浩.农业观光园规划与经营[M].北京:中国林业出版社,2003.
- [4] 严力蛟,徐失,董萍.休闲观光农业与乡村旅游、生态旅游[J].当代旅游(学术版),2010(2):74-76.
- [5] 陈宇,姜卫兵.观光农业园区景观规划的探析[J].江苏农业科学,2010(6):297-298.
- [6] 刘海荣,王丽娟,张瑞英.休闲农业园景观规划设计[J].现代园林,2011(8):26-28.
- [7] 陈莹,王旭东,王鹏飞.关于中国乡村景观研究现状的分析与思考[J].中国农学通报,2011(7):39-40.
- [8] 潘贤丽.观光农业概论[M].北京:北京大学出版社,2009.
- [9] 苗永山.浅谈现代观光农业中的景观生态规划[J].黑龙江农业科学,2010(5):100-101.
- [10] 冯丽.北京市观光农园景观设计初探[D].北京:中国农业大学,2004:53-60.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.044

花海景观分类与植物种类选择

童爱明^{1,3} 黄进² 陈小涛^{1,3}

(1.长沙智博苗木基地有限公司,湖南长沙 410214; 2.湖南瑞臻生态农业股份有限公司,湖南长沙 410043;
3.长沙智博生物科技有限公司,湖南长沙 410214)

摘要:国内外著名的花海景观主要有荷兰阿姆斯特丹的库肯霍夫球根花卉公园,国内柳州市元宝山自然保护区、浏阳市大围山国家森林公园的千亩杜鹃花海,新疆伊犁的杏花沟以及霍城薰衣草花海等。按其人工化程度,花海景观可分为人工花海和自然花海两大类。我国花海景观常用植物种类主要有 1~2 年生花卉、宿根花卉、球根花卉、木本花卉等。在营造花海景观时,建议关注选址及场地造型,遵循适地适树与生物多样性原则,与农事生产相结合提高附加值,挖掘当地文化,将花卉融入文化创意元素。

关键词:花海景观;花卉种类;植物种类;生物多样性;文化创意元素

中图分类号:S718.521.2;P901 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0194-04

Classification of Flower Ocean Landscape and Selection of Plant Species

TONG Aiming^{1,3}, HUANG Jin², CHEN Xiaotao^{1,3}

(1. Changsha Zhibo Seedling Base CO. LTD., Changsha 410214, China; 2. Hunan Ruzhen Ecological Agriculture CO. LTD., Changsha 410043, China; 3. Changsha Zhibo Biotechnology CO. LTD., Changsha 410214, China)

Abstract: The Keukenhof Park in Amsterdam of Netherlands, the azalea flower ocean in Yuanbaoshan Nature Reserve of Liuzhou City and Daweishan National Forest Park of Liuyang City, the apricot flower valley in Ili of Xinjiang and the lavender flower ocean in Huocheng were famous flower ocean landscapes at home and abroad. According to the humanization degree, the flower ocean landscapes were divided into artificial flower ocean and natural flower ocean. The common plant species of flower ocean landscape in China were mainly 1-2 year-old flowers, perennial flowers, bulb flowers, and woody flowers. This paper put forward some suggestions for creating flower ocean landscape, including valuing site selection and modelling, matching species with the site, following the principle of biodiversity, combining agricultural production to improve the added value, developing local culture and applying creative culture elements.

Key words: flower ocean landscape; flower species; plant species; biodiversity; creative culture elements

国内的花海景观起源于国外的花卉旅游。国外最早的鲜花节起源于 1778 年的意大利真扎诺镇,教

堂前的花毯由当地特产的康乃馨(*Dianthus caryophyllus*)和雏菊(*Bellis perennis*)编织而成,吸引了数

收稿日期:2018-02-13.

作者简介:童爱明(1970-),男,湖南娄底人,园艺师.从事花卉栽培研究. Email:1161260844@qq.com

通信作者:陈小涛(1989-),男,湖南长沙人,工程师.从事植物造景研究. Email:415293325@qq.com

以万计的全球游客^[1]。花卉文化促进了花卉旅游的协同发展,法国普罗旺斯的薰衣草花海、荷兰阿姆斯特丹的郁金香花海、英国伍斯特郡的罂粟花海都是国外花卉产业带动旅游发展的典范。

国内学者周武忠则认为,花卉具有色、香、姿、韵的审美意义,是最具吸引力的旅游景观元素^[2]。花海是自然或人工的花卉在花期盛开时形成观赏效果强烈的大地景观,油菜花田便是花海景观最早的雏形。国内花海景观的理论和实践正处于模仿国外模式的初期阶段,相关的学术报道较少,仍有许多议题需要讨论。

1 国内外著名花海景观

荷兰阿姆斯特丹的库肯霍夫公园是全球最大的球根花卉公园,以郁金香(*Tulipa gesneriana*)为主,辅以水仙(*Narcissus tazetta*)、风信子(*Hyacinthus orientalis*)等,供应商免费提供全部种苗,自3月下旬开放至5月上旬,每年均布置不同创意的主题花展^[3]。日本的富田生态农场以薰衣草(*Lavandula angustifolia*)为主,辅以冰岛罂粟(*Papaver nudicaule* ‘Iceland Poppy Flower’)、姬金鱼草(*Linaria vulgaris*)、细香葱(*Allium schoenoprasum*)等植物编织成七色花田,寓意美丽的彩虹,自5月下旬开放至8月上旬。日本北海道的芝樱公园自4月开放至6月。芝樱的学名为丛生福禄考(*Phlox subulata*),设置了介入式的花园赛车和体验式的樱花祭,独特的花卉活动逐渐演变成了芝樱公园的民俗文化^[4]。美国的卡尔斯班花海以春天盛开的花毛茛(*Ranunculus asiaticus*)为主,分区排列了不同颜色的花朵,颇具匠心。总结国外花海景观,花期开放、主题突出、文化创意是成功案例的共性因素。

柳州市元宝山国家级自然保护区、浏阳市大围山国家森林公园均有千亩杜鹃花海,红色花的映山红(*Rhododendron simsii*),粉红或白色花的猴头杜鹃(*Rhododendron simiarum*),粉红色花的云锦杜鹃(*Rhododendron fortunei*),淡紫色花的红毛杜鹃(*Rhododendron rubropilosum* var. *rubropilosum*)于每年4—5月间怒放。新疆伊犁的杏花沟,南向的马蹄形山谷不仅遮挡了西北向的寒风,还吸收了东南向的阳光,形成了天然的小气候,春雨粉杏得以繁衍至今。江苏盐城大丰区新丰镇荷兰花海引种了数百个品种、数百万株的郁金香,通过花卉文化衍生了饮食文化、婚庆文化和民俗文化等,提升了旅游体验。浙江省缙云县新建镇笕川村引种硫磺菊(*Cosmos sulphu-*

reus)、百日草(*Zinnia elegans*)、柳叶马鞭草(*Verbena bonariensis*)等品种,打造了省内首列环花海小火车,布置了灯光秀,设立了婚纱摄影展。坐着小火车在花海中拍婚纱照的美好愿景吸引了无数青年男女^[5]。新疆霍城薰衣草花海策划了香草宴、露营大会、调香表演、艺术油画、赠书友会等文化创意活动,通过花卉与饮食、体育、民俗相结合,成为了新疆的魅力名片之一^[6]。广东石门国家森林公园天池花海以重大节庆为主题进行布展,为妇女节配置了油菜花(*Brassica campestris*),为劳动节配置了醉蝶花(*Tarenaya hassleriana*),为国庆节配置了一串红(*Salvia splendens*),为元旦节配置了红穗铁苋菜(*Acalypha hispida*)^[7]。总结国内的花海景观,或以独特的自然资源取胜,或与饮食、婚庆、节日、民俗等元素结合增加软文化的凝聚力。

2 花海景观的分类

通过文献查阅和实地走访,在总结国内外花海景观案例的基础上,对花海进行分类讨论如下:

按人工化程度,花海景观可划分为人工花海和自然花海两大类。人工花海通常规模较小,面积在几公顷到几百公顷之间,可以通过人为搭配早中晚花卉品种,延长整体的观赏花期,如沈阳万国玫瑰花海。自然花海通常规模较大,面积在几百到几万公顷之间,受人为因素干扰较少,通常为自然选择而形成的稳定群落结构,花期长短由植物本身的物候决定,如西藏林芝桃花沟。

地质地貌在历史和景观演变过程中逐渐呈现多样性和变化性^[8]。按地形地貌特点,花海景观可划分为高山草甸花海、丘陵山地花海和平原盆地花海三大类。高山草甸花海多分布在我国海拔3 000 m以上的西北和西南地区,代表植物为莎草属(*Cyperus*)、马先蒿属(*Pedicularis*)、银莲花属(*Anemone*)、毛茛属(*Ranunculus*)、黄芪属(*Astragalus*)等,如丽江玉龙雪山高山草甸花海。丘陵山地花海分布在起伏和缓的低矮山丘,海拔500 m左右,如四川江油辛夷花花海。平原盆地花海地势开阔,海拔较低,多为人工种植,如江苏省大丰市新丰镇荷兰花海。

功能性是景观的主要因素之一。按照功能特点,花海景观可划分为生产型花海和旅游型花海。生产型花海通常结合农事生产,花期聚集大量游客,作物成熟后能产生后期经济效益,以十字花科和蔷薇科植物为主,规模较大,面积在几千到几万公顷之间,如云南罗平油菜花海。旅游型花海注重短期的

轰动效果,常以菊科植物为主,如长沙望城的百日草花海。

3 花海植物的常用种类

植物是景观中具时空性和生命性的元素,展现着四季变化的活力。陈从周学者认为,园之佳者,如诗之绝句,词之小令,皆以少胜多^[9]。在大地景观的尺度下,花海宜综合考虑土壤、气候、文化、艺术、民俗等多方面的因素,选择有文化特色的花卉品种。我国花海景观常用的花卉种类总结如下:

1~2年生花卉:向日葵(*Helianthus annuus*)、波斯菊(*Cosmos bipinnata*)、矢车菊(*Centaurea cyanus*)、硫磺菊、百日草、雏菊、金盏菊(*Calendula officinalis*)、白晶菊(*Mauranthemum paludosum*)、大花金鸡菊(*Coreopsis grandiflora*)、蛇目菊(*Sanvitalia procumbens*)、堆心菊(*Helenium autumnale*)、一串红、三色堇(*Viola tricolor*)、鸡冠花(*Celosia cristata*)、凤仙花(*Impatiens balsamina*)、蓝花鼠尾草(*Salvia farinacea*)、油菜花、二月兰(*Orychophragmus violaceus*)、羽衣甘蓝(*Brassica oleracea var. acephala*)、羽扇豆(*Lupinus micranthus*)、紫云英(*Astragalus sinicus*)、虞美人(*Papaver rhoeas*)、花菱草(*Eschscholzia californica*)、东方罂粟(*Papaver orientale*)、冰岛罂粟、醉蝶花、千日红(*Gomphrena globosa*)、角堇(*Viola cornuta*)等。

宿根花卉:柳叶马鞭草、细叶美女樱(*Glandularia tenera*)、桂竹香(*Erysimum cheiri*)、薰衣草、天蓝鼠尾草(*Salvia uliginosa*)、丛生福禄考、金鱼草(*Antirrhinum majus*)、婆婆纳(*Veronica polita*)、紫菀(*Aster tataricus*)、月见草(*Oenothera biennis*)、千屈菜(*Lythrum salicaria*)、红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)、瓜叶菊(*Pericallis hybrida*)、大滨菊(*Leucanthemum maximum*)、金光菊(*Rudbeckia laciniata*)、松果菊(*Echinacea purpurea*)、石竹、天竺葵(*Pelargonium hortorum*)、毛地黄(*Digitalis purpurea*)、芍药(*Paeonia lactiflora*)、美人蕉(*Canna indica*)、长春花(*Catharanthus roseus*)、粉黛乱子草(*Muhlenbergia capillaris*)、香雪球(*Lobularia maritima*)等。

球根花卉:郁金香、百合(*Lilium brownii var. viridulum*)、石蒜(*Lycoris radiata*)、水仙、风信子、大丽花(*Dahlia pinnata*)、球根秋海棠(*Begonia × tuberhybrida*)、大花葱(*Allium giganteum*)等。

木本花卉:绣球花(*Hydrangea macrophylla*)、栀子(*Gardenia jasminoides*)、马樱丹(*Lantana cama-*

ra)、叶子花(*Bougainvillea spectabilis*)、牡丹(*Paeonia suffruticosa*)、映山红(*Rhododendron simsii*)、月季(*Rosa chinensis*)、玫瑰(*Rosa rugosa*)、紫薇(*Lagerstroemia indica*)、海棠花(*Malus spectabilis*)、日本晚樱(*Cerasus serrulata var. lannesiana*)、东京樱花(*Cerasus yedoensis*)、杏(*Armeniaca vulgaris*)、桃(*Amygdalus persica*)、梅(*Armeniaca mume*)、李(*Prunus salicina*)、沙梨(*Pyrus pyrifolia*)等。

1~2年生花卉的人工花海大多分布在东部地区,得益于当地优越的经济条件,如杭州太子湾公园郁金香花海。木本花卉的自然花海大多分布在西部地区,数量虽少却弥足珍贵,如香格里拉杜鹃花海。国内多数花海为了打造开园初期的震撼效果,大量选用了1~2年生花卉,但连年耕作和播种替换的成本高昂,难以长期维持。景观效果的营造宜同时把控即时效果和远期效果的平衡,减少使用1~2年生花卉,并逐年增加多年生花卉,如宿根花卉、球根花卉和木本花卉,以此来实现景观的持续发展。能够自播繁衍后代的花卉,才能形成稳定的植物群落^[10]。1~2年生花卉和多年生花卉的复合型配置模式,前5年景观效果尚可,但通常花海的景观层次单薄,管理比较粗放,部分花卉的性状容易出现退化,此时仍需更新换代以维持花海景观。

4 建议及展望

4.1 关注花海景观的选址相地及场地造型

客流量是花海兴衰的关键因素,省会城市、沿海城市和旅游城市的景区必经之路是花海的首要选址,而那些距离城市或交通主干道超过1h以上车程的地段则不建议营造花海。花海宜借力打力,如在青岛、厦门、三亚等旅游城市营造花海则更容易成功^[11]。花海的具体选址,则需综合考虑当地的投资环境、民俗文化、市场需求、交通条件、地形地貌、自然气候、土壤水质、劳动成本等因素,以利于花卉种植、景观成型、风险转移、成本控制。目前花海景观常选择地势平坦、地形开阔的平原盆地,较少选择起伏变化的丘陵台地。其实,动态变化的地形特征更能增加花海景观的层次感、多样化和艺术性。广阔平坦的地形可塑造宏伟壮观的花海,波澜起伏的地形塑造了错落有致花浪,而溪谷梯田的地形则塑造了乡土野趣的花田。同时,运用场地改造和空间划分的手段来营造竖向微地形,也能使花卉在布置上具有地形变化和空间序列。

4.2 遵循适地适树与生物多样性原则

1) 花海景观宜选择适合当地气候和土壤的植物种类, 以降低养护成本为目标。典型的反面教材有薰衣草花海热, 薰衣草原产地为地中海气候, 夏季炎热干燥, 冬季温和多雨, 只有我国的温带海洋性气候与之类似, 如辽宁、河北、天津和新疆等地才有可能种植成功, 但地处亚热带季风气候的湖南、江西等地, 夏季高温多雨, 冬季温和少雨, 种植薰衣草易导致失败。另外, 土壤的 pH 值也是植物生长的重要因素。南京溧水区在白马废弃矿场上播种了向日葵, 收获时花盘直径仅 10~15 cm, 远小于正常花盘直径 20~30 cm, 只因向日葵适宜 pH 值 6~8 的砂壤土, 而此处 pH 值为 4~5 的重黏土^[12]。

2) 随着景观自然性的诉求日益加强, 人们开始关注野花草甸的自然美感。在自然草甸群落中, 草本植物种类数量多达几十种, 远高于人工花海景观中的植物种类。这些植物种类有着不同的生态因子需求, 占据着不同的生态位, 共同演替和进化, 形成草甸植物群落。草花混播就是一种模拟自然混合播种后建立景观效果的形式, 生物多样性丰富, 群落稳定性高, 自我更替能力强, 养护成本低, 景观效果好^[13]。模拟自然草甸将是花海景观长远发展的正确选择。比如下层花卉种类选用白头翁 (*Pulsatilla chinensis*)、三色堇、冰岛罂粟、石竹 (*Dianthus chinensis*)、二月兰、月见草、蛇莓 (*Duchesnea indica*) 等, 中层花卉选用白晶菊、大滨菊、花菱草、耬斗菜 (*Aquilegia viridiflora*) 等, 上层花卉选用柳叶马鞭草、大花葱、矢车菊、萱草 (*Hemerocallis fulva*)、射干 (*Belamcanda chinensis*), 形成红白黄蓝 4 色交织的复合型草甸植物群落。

4.3 将花海景观与农事生产相结合, 提高附加值

国内花海大多是一次性的花卉展示, 以波斯菊、硫磺菊、醉蝶花、百日草、柳叶马鞭草为主, 撒种, 围篱, 圈门, 收费。这类花海缺乏特色、依赖门票收入, 没有结合农事生产, 不能实现自我造血功能。花海需要考虑多元化的盈利点, 又如结合苗木生产的花圃和苗圃, 即使在淡季也能通过植物的生长增值来盈利。花海宜选择同时具有观赏价值、食用价值和药用价值的花卉种类, 如向日葵、油菜花、荞麦 (*Fagopyrum esculentum*)、菊花 (*Chrysanthemum morifolium*)、莲 (*Nelumbo nucifera*)、芍药 (*Paeonia lactiflora*)、玫瑰、薰衣草等。园艺疗法就是用植物的生命影响人的生命, 使人亲近自然, 找回美好初心^[14]。植物散发的芳香气味能够杀菌, 同时增强机体

免疫力, 如梔子、月季、藿香 (*Agastache rugosa*)、迷迭香 (*Rosmarinus officinalis*)、鱼腥草 (*Houttuynia cordata*) 等。在农田闲置期间, 撒播紫云英 (*Astragalus sinicus*), 既肥土又赏花, 也是不错的选择。丽水遂昌三仁畲族乡的荞麦基地, 白色花的荞麦与水稻、油菜等农作物轮作, 不仅增肥改土, 还能磨面、制饼、酿酒, 增加了农民收入。台州仙居还引种了粉色花的荞麦新品种, 举办了荞麦花节, 加上该地特产的水蜜桃和黄梔子, 已形成了花海品牌效应^[15]。

4.4 挖掘当地文化, 将文化创意元素融入到花卉中

花海旅游有待形成地域景观, 在花海景观中融入文化创意元素, 能够提供长久、独特的吸引力。日本人崇拜樱花图腾, 将其视作春天的神灵。日本以樱花文化为底蕴, 以樱花资源为支撑, 形成了国际性的樱花花海旅游品牌^[16]。荷兰从 16 世纪开始引种和栽培郁金香, 至今已领航于全球花卉产业。荷兰的花卉文化是花卉产业的灵魂。比如英国水手误切郁金香球茎做沙拉的故事, 郊野古老的郁金香拍卖所, 郁金香花海中童话般的风车等都是其花卉文化的重要组成部分。

花卉销售、加工、旅游是国外花卉产业实现价值的三大途径, 比如荷兰的郁金香花海、法国普罗旺斯的薰衣草花田等, 已转型成为集生产、文化、旅游、加工为一体的综合型休闲农业产业。花海景观宜结合节庆会展、婚庆摄影、园艺培训、花卉饮食、亲子教育、民俗艺术品等特色旅游项目, 才能避免花海景观的同质化, 提升花海景观的软文化和生命力。又如让儿童亲手种植蔬菜和花卉, 如观赏南瓜 (*Cucurbita pepo*)、芝麻 (*Sesamum indicum*)、花生 (*Arachis hypogaea*)、紫茉莉 (*Mirabilis jalapa*)、凤仙花 (*Impatiens balsamina*) 等, 体验到植物从播种到收获的完整过程。比如福建省漳州为扩大漳州水仙的品牌影响力, 结合当地特色产业, 发展了水仙花主题公园特色旅游, 每年举办水仙花节, 开展了以水仙花为主题的书画、剪纸、漳绣等展览, 游人如织, 收益颇丰^[17]。

参考文献:

- [1] 桑丹, 蓝悦, 杨凡, 等. 国内花海景观分类研究[J]. 福建林业科技, 2017, 44(2): 129-134.
- [2] 向宏桥. 国内外花卉旅游发展模式研究[J]. 旅游论坛, 2014, 7(1): 27-31.
- [3] 孟萌. 荷兰库肯霍夫公园的景观设计理念[J]. 现代园艺, 2016(2): 75-76.
- [4] 陈东博. 浅析宿根草本芝樱引种云南高原坡地的生态学意义[J]. 绿色科技, 2014(10): 89-91.

(下转第 212 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.045

以重森三玲作品为例浅析日本园林设计的传承与融合

王 婷 张建林

(西南大学园艺园林学院,重庆 400715)

摘要:阐述日本重森三玲代表性园林设计作品的设计理念。艺术方面,重森三玲在保留原有传统材料的基础上,引入新的色彩与材料,运用色彩以及材料的对比,突出材料本身的质感,同时运用点、线、面、方形等几何形体作为构图元素,增添现代感。文化方面,重森三玲赋予竖向立石以孤傲的含义,与横向卧石形成对比,用和缓的岸线来诠释日本的国土环境,同时创造追逐石手法,并赋予深刻的文化内涵。提出对中国园林设计的借鉴。

关键词:日本园林设计;日式传统园林;现代景观设计;传承与融合;重森三玲;设计作品;中国园林

中图分类号:S733;TU986.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0198-04

Analysis for the Inheritance and Integration of Japanese Garden Design Based on the Works of Mirei Shigemori

WANG Ting, ZHANG Jianlin

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: This paper illustrated the design concept of representative garden design works of Mirei Shigemori. In terms of art, the traditional materials were reserved while new color and materials were introduced to highlight original texture of materials by the contrast of color and materials. The geometries of point, line, surface and square were used as composition elements to add the sense of modernity. In terms of culture, the vertical standing stones were given the meaning of aloofness to explain Japanese land environment with gentle coast in contrast to lateral stone. The technique of chasing stone was invented with the profound cultural connotations. The design of Mirei Shigemori used the experience of Chinese landscape design.

Key words: Japanese garden design; Japanese traditional garden; modern landscape design; inheritance and integration; Mirei Shigemori; design works; Chinese landscape design

传统园林作为历史和文化的一种载体,是园林景观设计的重要组成部分,对于园林的继承和发扬起着至关重要的作用。日本现代园林以传统园林为基础和根本,选择性地对西方景观和文化进行借鉴、采纳,一步步地从传统的古典日式园林转变为极具现代感的日本新景观。重森三玲(1896-1975)先生

作为新日式的开创者,不仅尊重传统,传承古典的日式文脉,又不断地进行突破、大胆创新,在持续的摸索与尝试中,探寻与现代景观相融合的设计思维与方法,创作了既具有日本传统文化内涵又富有现代感的新景观。本文尝试以重森三玲的园林景观作品为对象进行分析,探析传统园林与现代要素的融合,

收稿日期:2018-01-22.

作者简介:王 婷(1993-),女,四川广元人,硕士研究生。主要从事风景园林规划设计与理论研究。

通信作者:张建林(1965-),男,四川人,副教授,博士。主要从事风景园林规划设计与理论研究。

并通过对其作品的分析,思考我国新中式景观的发展之路^[1]。

1 日式传统园林

古代日本的文化受到中国文化的影响而逐步发展起来,因此日本的园林景观也具有中国园林的特征和意蕴。但日本在融合自己本土文化的过程中,逐步形成了具有自己特色的日式园林。其中枯山水庭院是日本最具代表性的园林形式,被称为日本传统园林中的经典,这种园林形式缘于中国,但在中国山水景观的基础上,融入了日式本土的忧患意识,以及对生命早逝的悲悯之情,从而形成了极具日本特色的枯山水景观^[2]。

传统的日本园林经历了多个发展阶段才逐步演变成今天的园林景观。在明治维新以前,日本的主要园林形式是庭院景观,有茶庭式、筑山式、平庭式3类,在设计手法上具有规定严谨的模式,与西方自由、随意的创作形式有较大的区别。但在明治时代以后,通过对西方文化、材料、形式的借鉴和参考,形成了现代的日式园林景观,其更加重视对意境的表达以及对大自然、人文的关怀^[3]。

2 现代景观设计

现代景观设计受到同时代的社会、经济、文化、政治等因素的影响,形成了艺术、建筑、景观等多方面的变革和发展。园林设计受到现代设计艺术和现代建筑运动的影响,将其设计理念和构图法则、形式美学等原则运用到园林设计中,从而产生了现代园林风格^[4]。现代园林设计在空间布局上追求自由变换和空间交叠穿插,注重色彩、形式、材料等方面的和谐统一。表现形式不拘一格,丰富多变。现代主义景观可以看作是艺术的凝练与总结,在平面上展现出符号化和形式化的特征,追求简约、合理,注重功能和需求,通过简约的设计要素、简洁的构图法则,追求平面构图的视觉效果^[5]。

现代景观设计的一个重要原则是简约,简约可以从2个层面来阐述。第一是设计本身的简洁,通过对现场的充分认知和理解,顺应地形、土壤、水文特征等条件,结合场地的历史文脉,减少人为干扰和破坏,最大化地利用原有场地和现有资源条件,以最少的改动得到最大的效果。第二是设计手法的简约,强调“少就是多”的应用,强调简洁明了,无论是构图、材料、还是色彩都要求通过最少的要素展现主

要特征。如在构成上,常使用点、线、面的组合构图,材料上常采用石材、竹子、木材、钢材等作为造景材料,结合景观小品、构筑物、简洁的绿化形式,形成丰富多变的空间^[6]。

3 传统的继承,现代的融合——重森三玲

3.1 传统与现代的融合

重森三玲被称为日本庭园的革新者,他将传统的园林形式、理念与现代设计手法、景观要素相结合,使得园林发展有了更大的突破与创新。他一生共完成了200多个园林作品,记录着他从传统园林向现代化设计转变的历程。重森三玲对于日式传统园林的继承主要体现在他对枯山水中石块、苔藓、波纹、白砂的运用,通过这些要素的运用表达了他心中的意念,更重要的是他在此基础上对现代设计的接纳与融合,对于现代的融合包含艺术与文化2个方面^[7]。

3.1.1 艺术的传承与融合

由于受到了受康定斯基等现代派绘画的影响,重森三玲在传统枯山水园林的形式中结合了现代景观中“点、线、面”的构图要素,引入曲线、直线、弧线以及方圆等几何形状进行平面上的构图。创造出了新的日式园林表现形式和内容,砂的色彩从传统的白色逐渐引入赤褐色、黑、蓝、黄等色,形成色彩上的对比,凸显材料自身的质地。在汀步石材的使用上,他创造的方石嵌草形式成为枯山水的一大经典和特色。

3.1.2 文化的传承与融合

在文化的传承与融合上,他保留了日本传统园林中的文化内涵,引入新的形式,赋予了新的内涵。立石能够展现出孤傲的特性,尤其是采用单点的形式。首先,他通过竖向的立石单点或者立石组合来展现孤傲的含义,与原来常用的横向置石相对立;其次,他用和缓的线条来表达日本的国土环境;此外,他把苔藓与石庭结合在一起,通过砂石来代替水,通过苔藓自然模拟,形成独特的园林景观。在组石上,他采用了左右手对称的追逐石手法。在清乐寺的七贤庭中更赋予石组以深刻的文化含义。

3.2 设计作品分析

3.2.1 东福寺方丈庭园

1939年他设计完成了第一项杰作—东福寺方丈庭园,在东福寺庭园的基础上融入现代艺术以及设计手法完成的一个新型枯山水庭院(图1)。东福寺分为东南西北4个庭院。南庭采用4个石组,形

成 4 个小岛,象征蓬莱、方丈、瀛洲、壶梁 4 个仙岛巨石,细砂勾勒出的波纹象征八海,这是对传统意境的表达(图 2)。在砂石之上,横向置石静卧,竖向的立石侧身斜靠,单点或组合的立石展现出孤傲的意境,与横向卧石相对立。横竖的矛盾与协调表达了一种新的意境。在布局上,以一条直线将苔地与砂地进行分割,使得青苔地占整个场地的 1/4 角,砂地与苔地交接处采用水滴状绿丘进行过渡,同时砂石表面采用直线与圆弧组合式构图。对点、线、面的组合运用不仅蕴含动态感,又极具现代构图感。西庭以井田大柿松为主景,用杜鹃花和白砂来组合方格纹样(图 3)。首先,白砂、杜鹃花、分隔条这 3 种材料自身的质感不同形成了对比;其次,3 种材料在色彩上组合配置,砂石浅灰色,分隔条采用银灰色,杜鹃花为绿色,3 种颜色组合协调统一;第三,是方形几何形体的运用,植物修剪成规则式方形,砂地也采用方形,两者间隔交错,营造简洁、高级之感。北庭以绿色的苔藓作为主景,在青苔之中嵌入简洁的方石,形成色彩、质感上的对比(图 4)。方石嵌苔与西庭做法相似,不同之处在于方石嵌苔由西至东侧逐渐渐变,方石逐渐弱化,最后消失,只剩青苔融于林地中。同时,方石与青苔并非单一间隔,局部位置 3~5 个青苔块或方石组合在一起形成大的方块,统一中又富有变化。这种做法除了几何形体的应用,同时也是一种点的构成,将方石和青苔都看作是一个个点,则是一幅简约的构成作品。东庭位于东廊的东侧,表现手法上相对传统,利用北斗七星作为主题进行构图。枯山水由青苔和白色细砂组成,在白砂上设 7 个立础石,周边勾勒圈圈波纹,表达北斗七星的抽象造型。



图 1 东福寺方丈庭园平面图

Fig. 1 Plan of abbot's courtyard in Tofukuji Temple



图 2 南庭

Fig. 2 Southern courtyard



图 3 西庭

Fig. 3 Western courtyard



图 4 北庭

Fig. 4 Northern courtyard

3.2.2 龙吟庵敬爱庭

龙吟庵敬爱庭是重森三玲于 1964 年设计的寺

院型园林,处于他转变的中期。这个作品很明显地体现了重森三玲对现代化设计的吸收与运用(图5)。它地处京都市东山区,面积60m²,是一个较为狭长的庭院,整个庭院全部采用赤色的细砂代替水,砂上共设置9块景石(图6)。位于场地中间的一块是中心石,南北两边各设置4块左右对称的追逐石。赤砂比喻人生之海,青色的置石比喻游龙浮潜,首尾呼应,意境极为传统,但手法却融入了现代风格。设计采用的材料是砂石,但是颜色却使用了赤褐色,与植物的绿色、置石的青色形成鲜明的对比。在平面构图上,采用了圆形、椭圆形以及宽度不等的直线构图,形成了明确的线条对比。在布局上,中心石两侧各4块置石,数量上对称,但摆放位置却有意错开,2组石头大小不一、形态不同,形成围绕中心的动势。另一种解释(或寓意)是展现飞龙从海面跃出飞入云中的过程——以中间的巨石暗指龙身,石块排列形成巨龙,细砂比喻层云,通过竹篱比喻闪电。意境表达较为传统,但材料上却使用了混凝土作为分割条,混凝土形成的几何曲线在图面上区分出青云与白水。同时竹篱是传统材料,但是闪电纹样是抽象提炼出来,通过“线”的构成来展现,构图较

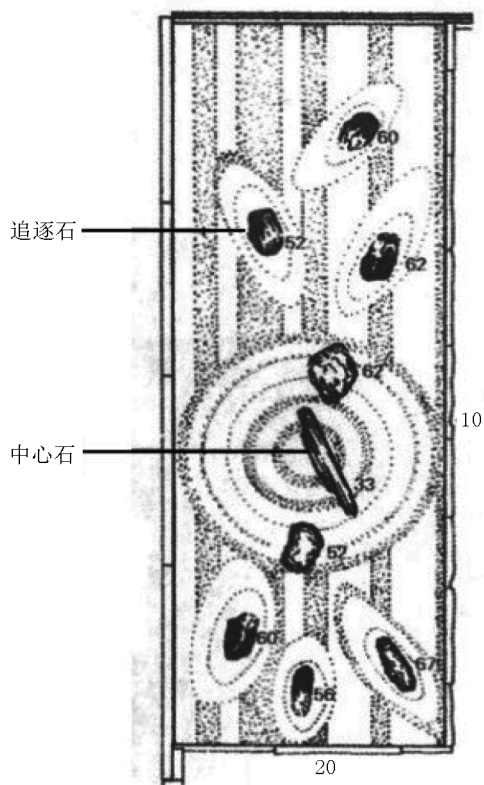


图5 龙吟庵敬爱庭平面图

Fig. 5 Plan of Love Courtyard in Dragon Temple

为现代。除此之外,还尝试通过其他要素进行表达,例如逐渐采用人工的石块、几何形体的石块来代替传统的自然置石,这就是在“点”这一要素上的一个新的尝试。这些尝试都体现了重森三玲对于现代要素融合的探究。



图6 龙吟庵敬爱庭

Fig. 6 Love Courtyard in Dragon Temple

重森三玲的设计作品与现代的结合主要体现在4个方面:①色彩上,引入新的色彩,运用色彩的对比达到现代的效果;②材料上,在保留原有石块、白砂、苔藓等传统材料的基础上,引入新的材料,同时运用材料的对比,突出材料本身的质感;③构图上,运用点、线、面、方形、圆形等几何形体作为构图元素,增添现代感;④寓意上,赋予作品很多新的内涵。如园林中的立石、北斗星以及嵌苔石等,都显示了重森三玲与众不同的造园风格,简洁而富有韵味。

4 思考与借鉴

传统园林是逐步沉淀的精华,代表着历史和文脉,传统园林应当传承,也应当与时代俱进,在时代的进程中融合发展。日本园林在经历了历史的传承和时代的洗礼之后,已成功地找到了对传统园林、文化继承和发展的方法和途径。在现代社会与民族文化艺术多元化发展的今天,中国园林所面临的是景观趋同化和文脉传承的问题。应该认清中国园林现状,一方面要学习国外园林景观的优秀设计,有选

(下转第206页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.046

舞钢市野生木本植物多样性调查分析

李伟¹ 王巧玲² 万少侠³ 葛岩红⁴ 李继东¹

(1. 河南农业大学林学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省林业调查规划院, 河南 郑州 450002;
3. 舞钢市林业局, 河南 舞钢 462500; 4. 舞钢市科协, 河南 舞钢 462500)

摘要:采用线路踏查和样方调查相结合的方法,初步掌握了舞钢市野生木本植物资源为 46 科 101 属 136 种,对其科、属、种的组成进行多样性分析,结果表明,含 10 种以上的较大科 1 个,含 2~9 种的中型科 29 个,单种科 16 个,优势科有蔷薇科等 11 个科,有 48 属 73 种;含 5~9 种的中型属 1 个,含 2~4 种的寡种属 25 个,单种属 75 个,优势属有栎属、桑属、松属和朴属等 4 个,共有 16 种,属的分类有明显的过渡性;在 136 种野生木本植物中,含乔木 76 种,灌木 47 种,藤本 11 种,竹类 2 种,珍稀濒危、重点保护和珍贵树种有水杉、榉树、天目木姜子、青檀和河南山胡椒等 5 种。

关键词:野生木本植物;多样性分析;区系分析;分布类型;生活型;珍稀保护植物;舞钢市

中图分类号:S718;S718.521.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0202-05

Biodiversity of Wild Woody Plants in Wugang City

LI Wei¹, WANG Qiaoling², WAN Shaoxia³, GE Yanhong⁴, LI Jidong¹

(1. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;
2. Henan Provincial Forestry Survey and Planning Institute, Zhengzhou 450002, China;
3. Wugang Forestry Bureau, Wugang, Henan 462500, China;
4. Wugang Science Association, Wugang, Henan 462500, China)

Abstract: Based on the route and sample plot field survey, 136 species of wild woody plants belonging to 101 genera and 46 families were found in Wugang city. The analysis of biodiversity showed that there were 1 less larger family with more than 10 species, 2~9 middle-size families and 16 single-species families. The 11 dominant families such as Rosaceae consisted of 48 genera and 73 species. There were 1 middle-size genera with 5~9 species, 25 depauperate genera with 2~4 species, and 75 single-species genera. The four dominant genera included *Quercus*, *Pinus*, *Morus* and *Celtis* and the 16 species had obvious transition characteristic. There were 76 arbor species, 47 shrub species, 11 vine species and 2 bamboo species in Wugang city, in which there were 5 key protected, rare and endangered, or precious species, such as *Metasequoia glyptostroboides*, *Zelkova serrata*, *Litsea auriculate*, *Pteroceltis tatarinowii* and *Lindera henanensis*.

Key words: wild woody plants; analysis of biodiversity; floristic analysis; distribution pattern; life form; rare and protected plants; Wugang city

收稿日期:2018-02-01;修回日期:2018-02-22.

基金项目:河南省林木种质资源清查专项(30601573).

作者简介:李伟(1992-),女,河南舞钢人,硕士研究生.从事森林资源经营管理研究.

通信作者:李继东(1976-),男,河南南是人,博士,副教授.从事林木遗传学和保护生物学教学与科研工作.

林木种质资源是物种多样性和生态系统多样性的重要基础,是维系生态安全和林业可持续发展的基础性、战略性资源。掌握一个区域内的植物多样性情况,对于开展珍稀濒危植物保护、良种选育和遗传改良,以及有针对性地进行树木引种,均十分重要的意义^[1]。本文研究了舞钢市野生木本植物的多样性,以期种质资源保护和利用以及良种引进等工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

舞钢市位于河南省中部,地理坐标为东经 113° 21'~113° 41',北纬 33° 08'~33° 25'。南北长 32.2 km,东西宽 30.1 km,总面积 645.67 km²,地处伏牛山余脉与黄淮平原交接地带,有山地、丘陵、岗地、平原 4 种地形地貌,最高峰五峰山海拔 872 m。舞钢市气候为季风型大陆性气候,由于地处暖温带向北亚热带过渡地带,具有明显的过渡性气候特征,年均温 14.6℃,受地形和植被的影响,降水较周边县市丰富,年均降水量 1 000 mm,风向以西南为多。主要有滚河、港河、韦河、甘江河等河流,均属淮河水系^[2]。

1.2 调查方法

2017 年 5—10 月,采用线路踏查和样方调查相结合的方法,调查范围包括鹁鸽楼、灯台架、二郎山、九头崖、支鼓山等山地,对木本植物进行实地调查、记录和拍照,对现地无法判明物种的植物,以采集标本并详细拍照的方法,咨询植物分类专家进行鉴定。参照《河南植物志》^[3]、《河南树木志》^[4]、《中国植物志》^[5]编写舞钢市木本植物名录,并对植物科属的区系特征进行统计分析。

2 结果与分析

通过对舞钢市野生木本植物进行实地调查,初步了解到现存的野生木本植物资源状况,根据吴征镒教授植物区系分类理论^[6-8],对该地区的木本植物区系组成进行统计分析,结果表明,舞钢市有野生木本植物 46 科 101 属 136 种。

2.1 野生木本植物科的多样性分析

2.1.1 科的组成分析

将舞钢市野生木本植物的 46 个科按照科所含物种种数的多少分为 3 个等级^[9],分别为较大科(含 10~19 种)、中型科(含 2~9 种)以及单种科(表

1)。

表 1 舞钢市野生木本植物科的组成

Tab. 1 Families composition of wild woody plants in Wugang

类型	科数	占比/ %	属数	占比/ %	种数	占比/ %
较大科 (10~19 种)	1	2.17	10	9.9	14	10.29
中型科 (2~9 种)	29	63.04	75	74.26	106	77.94
单种科	16	34.78	16	15.84	16	11.76
合计	46	100	101	100	136	100

由表 1 可知,舞钢市野生木本植物没有 20 种以上的大科,含有 10~19 种的较大科仅 1 个,占本区木本植物科数的 2.17%,所含的属数亦最少,仅有 10 属,占本区木本植物属数的 9.9%,所含种数占本区木本植物种数的 10.29%,共 14 种;含 2~9 种的中型科最多,有 29 科,占总科数的 63.04%,含 75 属,占总属数的 74.26%,种数占本区总种数的 77.94%,共 106 种;单种科为 16 科,占总科数的 34.78%,含 16 属,占总属数的 15.84%,种数占总种数的 11.76%,有 16 个种。可见,中型科所含的科、属、种数量均为 3 个等级最多,是本区野生木本植物的重要组成部分,单种科次之,与中型科一同构成了本区木本植物的主体部分。

2.1.2 优势科的组成分析

优势科的统计可直观地反映木本植物的常见树种,对 4 种及以上的科按照种数的多少进行排序,种数相同的,按照属数多寡依次排序,属、种相同时则按系统先后顺序排列。

舞钢市野生木本植物的优势科有蔷薇科 Rosaceae、豆科 Leguminosae、大戟科 Euphorbiaceae、榆科 Ulmaceae、桑科 Moraceae、壳斗科 Fagaceae、木犀科 Oleaceae、漆树科 Anacardiaceae、椴树科 Tiliaceae、马鞭草科 Verbenaceae、松科 Pinaceae,这 11 科含有 48 属 73 种(表 2)。

在舞钢市野生木本植物中,蔷薇科所含属、种数均最多,共有 10 属 14 种,优势很明显。种在 4 个及以上的有 11 科,含 48 属 73 种,占该地区野生木本植物种数的 53.7%,是本区系植物多样性的重要组成部分(表 3)。

表 2 舞钢市野生木本植物优势科

Tab. 2 Dominant families of wild woody plants in Wugang

序号	科	属	种
1	蔷薇科 Rosaceae	10	14
2	豆科 Leguminosae	6	9
3	大戟科 Euphorbiaceae	8	8
4	榆科 Ulmaceae	4	7
5	桑科 Moraceae	4	7
6	壳斗科 Fagaceae	2	7
7	木犀科 Oleaceae	5	5
8	漆树科 Anacardiaceae	4	4
9	椴树科 Tiliaceae	2	4
10	马鞭草科 Verbenaceae	2	4
11	松科 Pinaceae	1	4
	合计	48	73

表 3 优势科的科、属、种占舞钢市野生木本植物的百分比

Tab. 3 Percentage of species, genera and families of dominant families of wild woody plants in Wugang

类型	科数	属数	种数
优势科	11	48	73
所有科	46	101	136
百分比/%	23.9	47.5	53.7

2.2 野生木本植物属的多样性分析

2.2.1 属的组成分析

将舞钢野生木本植物按属中含有种数的多少分为中型属、寡种属和单种属 3 类(表 4)。结果显示,中型属(含 5~9 种)类型下仅有 1 属,占总属数的 0.99%,属下有 5 种,占总种数的 3.68%,比例均为最小。单种属的比例最大,有 75 个,占总属数的 74.26%,占总种数的 55.15%,是该区系木本植物多样性的重要组成部分。寡种属(含 2~4 种)有 25 属 56 种,占比均为第二位。可见,舞钢市野生木本植物属主要由单种属组成。

2.2.2 优势属的组成分析

由于舞钢市野生木本植物属的类型主要是寡种属,含种数较多的属相对较少(表 5),属下种类较多的属分别是栎属 *Quercus*、松属 *Pinus*、桑属 *Morus*、朴属 *Celtis*。栎属下含有 5 个种,为最多,松属和桑属各含 4 种,朴属含 3 种,4 个优势属共含 16 种(表 5)。

表 4 舞钢市野生木本植物属的组成

Tab. 4 Genera composition of wild woody plants in Wugang

类型	属数	占比/%	种数	占比/%
中型属(5~9 种)	1	0.99	5	3.68
寡种属(2~4 种)	25	24.75	56	41.18
单种属	75	74.26	75	55.15
合计	101	100	136	100

表 5 舞钢市野生木本植物优势属

Tab. 5 Dominant genera of wild woody plants in Wugang

序号	属	种数
1	栎属 <i>Quercus</i>	5
2	松属 <i>Pinus</i>	4
3	桑属 <i>Morus</i>	4
4	朴属 <i>Celtis</i>	3

2.2.3 属的区系分析

依据吴征镒教授对中国种子植物属的分布区类型研究,舞钢市野生木本植物可分为 12 个分布区类型和 7 个变型。主要的分布类型有泛热带分布、北温带分布、东亚和北美洲间断分布、旧世界热带分布和中国—日本(SJ)分布。其中北温带分布类型包含松属、柳属、杨属、栎属、榆属等 23 个属,占总属数的 22.77%,泛热带分布包括朴属、榕属、乌桕属、黄檀属等 15 个属,占总属数的 14.85%,东亚和北美洲间断分布类型包括胡枝子属、蛇葡萄属、木兰属等 11 个属,占总属数的 10.89%。另外,中国特有分布有水杉属、青檀属、牛蒡栓属、枳属、山拐枣属。有些分布类型下仅有 1~2 个属,如热带亚洲和热带美洲间断分布仅有木姜子属和无患子属,北温带和南温带(全温带)间断分布只有枸杞属,从属的区系类型来看,舞钢市野生木本植物既有温带分布类型,又有热带分布类型,有明显的过渡性(表 6)。

2.3 野生木本植物种的多样性分析

2.3.1 物种组成

经统计,舞钢市野生木本植物共有 46 科 101 属 136 种。其中,裸子植物 3 科 3 属 6 种;被子植物 43 科 98 属 130 种;被子植物下双子叶植物 42 科 97 属 128 种,单子叶植物 1 科 1 属 2 种(表 7)。构成了舞钢市野生木本植物的物种多样性。

2.3.2 生活型统计

舞钢市野生木本植物有乔木 76 种,占野生木本

表 6 舞钢市野生木本植物属分布类型

Tab. 6 Distribution type of genera of wild woody plants in Wugang

分布类型	属数	占比/%
1. 世界分布	3	2.97
2. 泛热带分布	15	14.85
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	2	1.98
4. 旧世界热带分布	6	5.94
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	4	3.96
6. 热带亚洲(印度-马来西亚)分布	4	3.96
6-1. 爪哇、喜马拉雅和海南、西南星散布	1	0.99
7. 北温带分布	23	22.77
7-1. 北温带和南温带(全温带)间断分布	1	0.99
8. 东亚和北美洲间断分布	11	10.89
8-1. 东亚和墨西哥间断分布	1	0.99
9. 旧世界温带分布	2	1.98
9-1. 地中海区、西亚和东亚间断分布	6	5.94
10. 温带亚洲分布	2	1.98
11-1. 地中海区至温带、热带亚洲,大洋洲和南美洲间断分布	1	0.99
12. 东亚(东喜马拉雅-日本)分布	5	4.95
12-1. 中国-喜马拉雅(SH)分布	2	1.98
12-2. 中国-日本(SJ)分布	7	6.93
13. 中国特有分布	5	4.95
合计	101	100

表 7 舞钢市野生木本植物物种组成

Tab. 7 Species composition of wild woody plants in Wugang

植物类群	科	属	种
裸子植物	3	3	6
被子植物	43	98	130
双子叶植物	42	97	128
单子叶植物	1	1	2
合计	46	101	136

表 8 舞钢市野生木本植物生活型

Tab. 8 Life form of wild woody plants in Wugang

项目	常绿乔木	落叶乔木	乔木类合计	常绿灌木	落叶灌木	灌木类合计	常绿藤本	落叶藤本	藤本类合计	竹类	合计
种数	7	69	76	5	42	47	1	10	11	2	136
占生活型的百分比/%	9.21	90.79	100	10.64	89.36	100	9.09	90.91	100	100	
占总数的百分比/%	5.15	50.74	55.88	3.68	30.88	34.56	0.74	7.35	8.09	1.47	100

植物总种数的 55.88%; 灌木 47 种, 占总种数的 34.56%; 藤本较少, 有 11 种, 占总种数的 8.09%; 竹类 2 种, 占总种数的 1.47%。常绿木本植物共 15 种, 其中: 乔木 7 种, 灌木 5 种, 藤本 1 种, 竹类 2 种; 落叶木本植物共计 121 种, 其中: 乔木 69 种, 灌木 42 种, 藤本 10 种。落叶乔木占比最多, 占总种数的 50.74%(表 8), 是构成舞钢市野生木本植物多样性的重要树种类型。

2.3.3 珍稀保护植物

根据 1984 年国家环保局公布的国家珍稀濒危保护植物名录、1999 年国务院公布的国家重点保护野生植物名录、1992 年国家林业部公布的国家珍贵树种名录和 2005 年河南省人民政府公布的河南省重点保护植物名录, 舞钢市共有珍稀濒危、重点保护和珍贵树种 5 种, 其中国家重点保护野生木本植物有水杉、榉树 2 种, 国家珍稀濒危保护木本植物有水杉、天目木姜子和青檀 3 种, 国家珍贵树种仅榉树 1 种, 河南省重点保护木本植物有青檀、天目木姜子和河南山胡椒 3 种(表 9)。

3 结论与讨论

1) 舞钢市分布有野生木本植物 46 科, 其中含 10 种以上的较大科 1 个, 含 2~9 种的中型科 29 个, 单种科 16 个, 优势科有蔷薇科等 11 个科, 共有 73 种。

2) 舞钢市有野生木本植物共 101 属, 其中含 5~9 种的中型属 1 个, 含 2~4 种的寡种属 25 个, 单种属 75 个, 优势属有栎属、桑属、松属和朴属 4 个, 共有 16 种, 属的分布类型有明显的过渡性。

3) 舞钢市分布的野生木本植物共 136 种, 其中乔木 76 种, 灌木 47 种, 藤本 11 种, 竹类 2 种, 有珍稀濒危、重点保护和珍贵树种水杉、榉树、天目木姜子、青檀和河南山胡椒 5 种。

舞钢市是国家级园林城市, 通过对野生木本植

表 9 珍稀保护木本植物

Tab. 9 Rare and protected woody plant species

等级 类别	I 级	II 级	III 级
国家重点保护野生植物	水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	榉树 <i>Zelkova schneideriana</i>	
国家珍稀濒危保护植物	水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>		天目木姜子 <i>Litsea auriculata</i> 、青檀 <i>Pteroceltis tatarinowii</i>
国家珍贵树种		榉树 <i>Zelkova schneideriana</i>	
河南省重点保护植物	青檀 <i>Pteroceltis tatarinowii</i> 、天目木姜子 <i>Litsea auriculata</i> 、河南山胡椒 <i>Lindera henanensis</i>		

物的调查,初步掌握了野生木本植物资源,特别是珍稀濒危、重点保护树种的分布情况,在今后开展退耕还林、生态公益林、森林公园、湿地公园等建设中,要采取具体有效的措施,加强对这些资源的原地保护。舞钢市较周边县市相比,降雨量较大,小气候特殊,植物资源具有一定的过渡性,可在适当的地点规划建设植物园、树木园等迁地保护场所,收集保存一批珍稀濒危树种,既可保护温带类型和热带类型植物资源,又可以成为人民群众休闲娱乐、共享林业生态建设成果的场所,为国家级园林城市增光添彩。

掌握野生木本植物资源的情况,可以为舞钢市及周边县市绿化树种选择、树木引种提供参考,丰富城乡绿化的树种资源。对野生植物资源的了解还可

以促进乡土树种的开发,野生乡土树种的开发利用不仅可以增加绿化树种的多样性,还可以对发现的一些优良珍稀树种进行栽培实验、变野生为家生,也能够扩大其群体数量,实现对珍稀濒危树种的保护^[10]。

参考文献:

- [1] 高夔. 牙山林木种质资源调查与现状分析[D]. 山东: 山东农业大学, 2015.
- [2] 舞钢市地方史志编纂委员会. 舞钢市志[M]. 郑州: 郑州古籍出版社, 1993.
- [3] 于宝章, 王遂义. 河南植物志[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1997.
- [4] 王遂义. 河南树木志[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1994.
- [5] 北京科学院. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [6] 吴征镒. 论中国植物区系的分区问题[J]. 云南植物研究, 1979, 1(1): 3-22.
- [7] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [8] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国种子植物区系地理[J]. 生物多样性, 2011, 20(1): 124-124.
- [9] 罗敏, 闫双喜, 郭凌. 洛阳野生木本植物物种多样性[J]. 河南农业大学学报, 2016(4): 544-549.
- [10] 王鹏飞, 刘艺平, 杨秋生. 河南野生木本植物多样性保护及园林应用[J]. 中国园林, 2014, 24(7): 16-20.

(上接第 201 页)

择、适当的借鉴新的园林思想,另一方面要汲取传统园林的精华,继承传统园林中的造园手法和意境文化,积极探寻具有本土特征的景观设计语言,与现代相融合,实现传统园林的继承与现代园林的融合,形成展现自己文化特色的中国园林。

参考文献:

- [1] 刘磊, 章俊华. 对日本现代园林设计风格的思考[J]. 中国园林, 2007(4): 81-84.
- [2] 王星航. 日本现代景观设计思潮及作品分析[D]. 天津: 天津大学, 2004.

- [3] 周向频, 郑春燕. 从传统中蜕变——日本现代园林的转型启示[J]. 国际城市规划, 2008, 23(6): 46-49.
- [4] 韦晋. 现代景观设计中的艺术表现形式研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2014.
- [5] 莘海莉. 中国现代园林设计之我见——从中日园林比较中看中国现代园林发展[J]. NORTHERN ART, 2009(3): 81.
- [6] 张云路, 李雄, 章俊华. 极简主义园林与日本传统园林融合的探索[J]. 中国园林, 2010, 26(8): 39-43.
- [7] 李大勋. 现代景观设计意境创造的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.04.047

西双版纳坝区独生古树附生兰科植物多样性研究

余东莉 杨正斌 宋志勇

(云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所,云南 景洪 666100)

摘要:基于实地调查和典范对应分析(CCA),分析西双版纳坝区独生古树上野生附生兰科植物多样性及其与环境关系。调查结果显示,西双版纳坝区独生古树上野生附生兰科植物共计 30 属 59 种,占研究区同海拔段(500~1 220 m)已知野生附生兰科植物种数(228 种)的 25.9%,其中 12 种(20.3%)属中国红色名录濒危等级。CCA 分析结果显示,7 个环境因子对坝区独生古树的附生兰物种组成的总效应和净效应均达到极显著水平($P < 0.01$),按照净效应从大到小排序,依次为:海拔、距居民区距离、年均降雨量、年均温、距天然林块距离、胸径、树高。

关键词:独生古树;附生兰科植物;物种多样性;典范对应分析(CCA);环境因子;西双版纳坝区

中图分类号:S718;S682.31 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)04-0207-06

Species Diversity of Epiphytic Orchids on the Isolated Ancient Trees in Lowland Areas of Xishuangbanna

YU Dongli, YANG Zhengbin, SONG Zhiyong

(Institute of Scientific Research of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract: Based on the field investigation and the canonical correspondence analysis (CCA), the species diversity of epiphytic orchid and its relationship with the environment were analyzed in lowland areas of Xishuangbanna. The results showed that the epiphytic orchids on the isolated ancient trees involved 59 species and 30 genera, accounting for 25.9% of the total epiphytic orchids (228 species) found in the same altitudinal range (500~1220m, asl) in Xishuangbanna, among which 20.3% (12 species) belonged to the endangered class (EN) of the China Biodiversity Red List. The CCA results indicated that both gross effect and net effect of the 7 variables, including height of tree (HOT), diameter at breast height (DBH), altitude (ALT), mean annual temperature (MAT), mean annual precipitation (MAP), distance to natural forest (DTF), and distance to human settlement (DTS) were extremely significant ($p < 0.01$), which ranked in descending order from ALT, DTS, MAP, MAT, DTF, DBH to HOT according to the net effect.

Key words: isolated ancient tree; epiphytic orchid; species diversity; canonical correspondence analysis; environmental factors; lowland areas of Xishuangbanna

兰科植物是全球性最为濒危的植物类群,现已成为植物保护中的“旗舰”类群^[1]。兰科植物具有

收稿日期:2018-03-25.

作者简介:余东莉(1971-),女,云南景洪人,高级工程师。研究方向:兰科植物种群动态。

通信作者:杨正斌(1967-),男,云南易门人,正高级工程师。研究方向:生物多样性监测。

复杂的生活史与独特的生态习性,在长期的生态适应过程中与其它生物形成了特殊的附生、共生甚至协同进化的关系,生境的退化和丧失将极大地影响这些生态进化关系的质量及其稳定性。兰科植物对传粉者有高度的专一性、依赖性,与真菌之间存在复杂的相互关系,使其对环境的变化极为敏感^[2-3]。热带地区的居民区内或周边田头地角常常散生有树体高大、树冠宽展、树龄 100 a 以上的大树,这些古树的存在造就了多样化的小环境,为多种小型野生动物和附生植物提供了栖身之所,其中附生兰科植物就是古树上较为常见的一个类群。因此,查明热带地区独生古树附生兰科植物的组成和多样性,对研究片断化生境条件下兰科植物多样性的维持机制,促进野生兰科植物的保护具有重要意义。

目前对于热带坝区独生古树环境条件下附生兰科植物多样性及其维系机制所知甚少。本文基于实地调查,探讨热带坝区独生古树生境条件下附生兰科植物物种组成及其与环境的关系,以期为该区域野生兰科植物的保护管理和相关研究提供参考。

1 材料及方法

1.1 项目区概况

西双版纳傣族自治州(简称西双版纳)位于云南省南部,辖景洪市、勐海县和勐腊县,总面积 19 112.5 km²。南与老挝、缅甸接壤,西、北、东三面与滇西南山原、山地相连,属于横断山系的余脉;区内山谷相间,纵横交错,最低海拔 462 m,最高海拔 2 437 m。受独特的地理位置和西南季风的强烈影响,该区呈现出明显的季节性气候,形成了干湿分明的旱季和雨季,雨季从 5 月份一直持续到 10 月份,其间降雨量占全年降雨量的 80% 以上。对应于这种独特的地理位置和气候特征,全区从南到北,植被由热带植被类型向南亚热带植被类型过渡,同时在垂直方向上,随海拔的升高,植被类型也同样呈现从热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶的变化。区内已知分布有野生兰科植物 115 属 428 种^[2],是中国野生兰科植物分布较为集中的区域之一。

1.2 野外调查

2016 年 10 月至 2017 年 3 月,在西双版纳州的 16 个平坝区(勐养、景讷、普文、勐旺、勐罕、勐龙、勐仑、勐腊、勐伴、尚勇、磨憨、勐捧、勐满、勐海、勐阿、勐混)随机抽取 290 棵独生(相距 30 m 或以上)古树(树龄 100 a 或以上),调查树上野生兰科植物的

发生情况。调查时,测定每株大树的地理坐标、种类、胸径、树高,野生兰科植物的种类及个体数量(株/丛数)。有痕迹证明属于人为附着于被调查古树上的种类和个体数量不在记数范围。对于成片或成簇的附生兰科植物,按是否具有明显边界来区分^[4],无明显边界的一片记为 1 个个体,相反记为另一株;对生长在一起的不同种则分别各记为 1 个个体。

1.3 数据处理

1.3.1 环境因子的测定

采用 GPS 实测位置坐标,在 GIS 软件支持下,从数字高程模型(DEM)和 Bioclims(<http://worldclim.org/bioclim>)栅格数据层,提取各株大树立地的海拔、年均温、年均降雨量、距最近天然林块(面积>10 hm²)的距离和距居民区的距离等信息。

1.3.2 古树种类及其附生兰科植物的丰富度、多度及频度分析

运用 Excel 2016 软件,统计古树的种类、数量,附生兰科植物发生的频率、物种丰度和多度等数量指标。

1.3.3 排序

运用 Conaco 4.5 典范对应分析(canonical correspondence analysis, CCA)探索环境因子对古树上附生兰科植物物种组成的影响^[5]。CCA 排序前,计算了环境因子的膨胀因子(inflation factors, IFs),结果显示,所有环境因子的 IFs 均小于 10,可以不考虑环境因子的共线性^[6]。排序的物种数据矩阵由 59 种野生兰科植物在 290 棵古树(样方)上的出现或不出现(0, 1)组成,环境数据矩阵由 290 棵古树及 7 个环境因子(胸径、树高、年均温、年均降雨量、海拔、距最近天然林块距离、距居民区距离)组成。

按照 Lososová 等^[7]的方法计算每一个环境因子对物种组成的总效应和净效应,以评估各个环境因子对物种组成影响的相对重要性。单个环境因子的总效应是指仅以 1 个环境因子为解释变量进行 CCA 排序时物种组成变异的解释量(即典范特征值与所有特征值之和的比值),而净效应是指以 1 个环境因子为解释变量,其它 6 个环境因子为协变量进行偏 CCA 排序时物种组成变异的解释量。所有排序的显著性均由 Monte Carlo 随机置换(9999 次)检验确定。

2 结果与分析

2.1 西双版纳坝区独生古树及其上附生兰的发生情况

据统计,此次抽查的 290 株古树,分属 21 科 32 属 42 种,立地海拔范围为 500~1 220 m,平均胸径 1.29 m,最大胸径 5.4 m(高榕);平均树高 22.2 m,最大树高 40 m(见血封喉、绒毛紫薇);胸径 1 m 及以上古树占 50.3%,高度 20 m 及以上的古树占 52.8%。其中,出现频率最高的 3 种古树依次为菩提树(31%)、高榕(11.9%)、林生芒果(11.7%)。

抽查的古树中,77.2%(224 株)附着有野生的兰科植物。附生兰发生频率在 90% 以上古树的共 23 种,占调查古树总种数(42 种)的 54.8%。高榕、波罗蜜的单株古树上附生兰科植物种数最多,达 12 种。表 1 列出了频数最高的 15 种古树及其上附着的野生兰科植物种数。

表 1 西双版纳平坝地区独生古树种类及附兰比例
Tab. 1 Species of isolated ancient tree and proportion of epiphytic orchids in lowland areas of Xishuangbanna

附主植物	频数	有兰比例/%	最高兰种数	平均兰种数
菩提树 <i>Ficus religiosa</i>	90	78.9	7	2
高榕 <i>Ficus altissima</i>	52	84.6	12	2.3
林生芒果 <i>Mangifera sylvatica</i>	34	88.2	8	2.3
酸角 <i>Tamarindus indica</i>	15	80	6	2.4
绒毛紫薇 <i>Lagerstroemia tomentosa</i>	12	91.7	6	2.2
聚果榕 <i>Ficus racemosa</i>	9	11.1	5	0.6
小果榕 <i>Ficus microcarpa</i>	8	50	2	0.6
四子柳 <i>Salix tetrasperma</i>	7	100	12	2.3
铁刀木 <i>Cassia siamea</i>	6	100	3	1.3
波罗蜜 <i>Artocarpus heterophyllus</i>	5	100	3	2
毛麻楝 <i>Chukrasia tabularis</i>	5	60	8	1.8
未知名一种(SP1)	4	100	5	4
见血封喉 <i>Antiaris toxicaria</i>	4	0	0	0
千果榄仁 <i>Terminalia myriocarpa</i>	3	100	4	2.3
重阳木 <i>Bischofia polycarpa</i>	3	100	8	4.3

2.2 独生古树的附生兰科植物的物种组成

调查共记录到附生兰科植物 30 属 59 种,分别占研究区已知兰科植物总属数(115)和总种数(428)的 26.1%和 13.8%。其中,种数超过 10 种的

仅 1 属(石斛属),占调查总数的 3.3%,2~4 种的有 10 个属,其余 19 个属仅有 1 种,占调查总数的 63.3%。坝区独生古树上记录到的附生兰科植物中,属中国生物多样性红色名录濒危等级^[8]的有 12 种(表 2)。

表 2 独生古树附生兰科植物及其频度、多度和濒危等级
Tab. 2 Frequency, abundance and endangerment status of epiphytic orchids on the isolated ancient trees

兰科植物种名	频率/%	多度/株(丛)	濒危状况
窄果脆兰 <i>Acampe ochracea</i>	3.8	33	近危(NT)
多花脆兰 <i>Acampe rigida</i>	9	99	无危(LC)
合萼兰 <i>Acriopsis indica</i>	0.3	1	濒危(EN)
扇唇指甲兰 <i>Aerides flabellata</i>	25.2	668	濒危(EN)
多花指甲兰 <i>Aerides rosea</i>	3.1	89	濒危(EN)
禾叶兰 <i>Agrostophyllum callosum</i>	0.3	4	近危(NT)
窄唇蜘蛛兰 <i>Arachnis labrosa</i>	0.3	2	无危(LC)
密花石豆兰 <i>Bulbophyllum odoratissimum</i>	5.2	67	无危(LC)
美柱兰 <i>Callostylis rigida</i>	0.7	4	无危(LC)
长叶隔距兰 <i>Cleisostoma fuerstenbergianum</i>	7.6	56	无危(LC)
大序隔距兰 <i>Cleisostoma paniculatum</i>	1.4	8	无危(LC)
毛柱隔距兰 <i>Cleisostoma simondii</i>	0.7	10	无危(LC)
白花贝母兰 <i>Coelogyne leucantha</i>	1.7	17	易危(VU)
疏茎贝母兰 <i>Coelogyne suaveolens</i>	1.7	8	濒危(EN)
纹瓣兰 <i>Cymbidium aloifolium</i>	0.3	4	近危(NT)
硬叶兰 <i>Cymbidium bicolor</i>	24.1	194	近危(NT)
冬凤兰 <i>Cymbidium dayanum</i>	0.7	4	易危(VU)
兜唇石斛 <i>Dendrobium aphyllum</i>	32.8	467	易危(VU)
矮石斛 <i>Dendrobium bellatulum</i>	0.3	10	濒危(EN)
鼓槌石斛 <i>Dendrobium chrysotoxum</i>	1	4	易危(VU)
晶帽石斛 <i>Dendrobium crystallinum</i>	1	5	濒危(EN)
反瓣石斛 <i>Dendrobium ellipsophyllum</i>	1.7	9	濒危(EN)
景洪石斛 <i>Dendrobium exile</i>	1.4	11	易危(VU)
流苏石斛 <i>Dendrobium fimbriatum</i>	0.3	7	易危(VU)
棒节石斛 <i>Dendrobium findlayanum</i>	1	4	濒危(EN)
杯鞘石斛 <i>Dendrobium gratiosissimum</i>	0.7	2	易危(VU)
小黄花石斛 <i>Dendrobium jenkinsii</i>	0.3	8	无危(LC)
金钗石斛 <i>Dendrobium nobile</i>	0.7	7	易危(VU)

续表 2

兰科植物种名	频率/ %	多度/ 株(丛)	濒危状况
剑叶石斛 <i>Dendrobium spatella</i>	0.3	1	易危(VU)
球花石斛 <i>Dendrobium thysiflorum</i>	1	4	近危(NT)
绒兰 <i>Dendrolirium tomentosum</i>	3.8	20	易危(VU)
滇金石斛 <i>Flickingeria albopurpurea</i>	2.4	32	无危(LC)
无茎盆距兰 <i>Gastrochilus obliquus</i>	0.3	1	易危(VU)
云南盆距兰 <i>Gastrochilus platycalcaratus</i>	0.3	1	易危(VU)
大根槽舌兰 <i>Holcoglossum amesianum</i>	0.7	2	易危(VU)
湿唇兰 <i>Hygrochilus parishii</i>	0.7	11	近危(NT)
长茎羊耳蒜 <i>Liparis viridiflora</i>	1.4	22	无危(LC)
小花钗子股 <i>Luisia brachystachys</i>	7.2	65	无危(LC)
大花钗子股 <i>Luisia magniflora</i>	1	9	近危(NT)
钗子股 <i>Luisia morsei</i>	4.5	60	无危(LC)
长叶钗子股 <i>Luisia zollingeri</i>	0.3	3	濒危(EN)
剑叶鸢尾兰 <i>Oberonia ensiformis</i>	1.7	7	无危(LC)
短耳鸢尾兰 <i>Oberonia falconeri</i>	0.3	6	无危(LC)
全唇鸢尾兰 <i>Oberonia integerrima</i>	0.7	3	近危(NT)
条裂鸢尾 <i>Oberonia jenkinsiana</i>	0.3	1	无危(LC)
凤蝶兰 <i>Papilionanthe teres</i>	10	100	易危(VU)
钻柱兰 <i>Pelatantheria rivesii</i>	4.8	38	易危(VU)
宿苞石仙桃 <i>Pholidota imbricata</i>	0.3	4	无危(LC)
粗脉石仙桃 <i>Pholidota pallida</i>	2.1	21	近危(NT)
多穗兰 <i>Polystachya concreta</i>	2.1	9	无危(LC)
钻喙兰 <i>Rhynchostylis retusa</i>	0.3	1	濒危(EN)
寄树兰 <i>Robiquetia succisa</i>	2.4	25	无危(LC)
大喙兰 <i>Sarcoglyphis smithianus</i>	0.7	5	易危(VU)
掌唇兰 <i>Staurochilus dawsonianus</i>	1	12	无危(LC)
矮柱兰 <i>Thelasis pygmaea</i>	0.3	4	无危(LC)
大花万代兰 <i>Vanda coerulea</i>	5.9	135	濒危(EN)
小蓝万代兰 <i>Vanda coeruleascens</i>	6.6	120	濒危(EN)
矮万代兰 <i>Vanda pumila</i>	8.6	177	易危(VU)
拟万带兰 <i>Vandopsis gigantea</i>	0.3	2	无危(LC)

2.3 独生古树附生兰科植物的丰度和多度

记录到有兰科植物附着的古树中,每株古树上生长的附生兰科植物种数 0~14 种不等,各古树的附生兰科植物种类丰度差异显著 (mean = 2, SD = 1.97)。记录到的附生兰科植物发生频率为 0.3~32.8% (mean = 3.646, SD = 6.58, skewness = 3.018, P < 0.05)。其中发生频率超过 20% 的兰科植物共计 3

种:兜唇石斛(32.8%)、扇唇指甲兰(25.2%)、硬叶兰(24.1%)。古树上记录到的附生兰科植物多度 1~668 株丛不等 (mean = 2, SD = 1.97),其中个体数量(株丛数)小于 9 株(丛)的有 33 种,10~50 株(丛)的有 13 种,50~100 株(丛)的有 7 种,大于 100 株(丛)的有 6 种,分别占总数的 55.9%、22%、11.9%、10.2%(表 2)。

2.4 古树的附生兰科植物组成与环境因子的关系

CCA 排序结果(图 1,表 2)反映了独生古树环境条件下附生兰科植物分布与环境因子的关系。图 1 中,箭头表示可连续度量的环境因子,箭头所处的象限表示环境因子与排序轴之间的正负相关性,箭头连线的长度代表着某个环境因子与研究对象分布相关程度的大小,连线越长,代表这个环境因子对研究对象的分布影响越大。箭头连线与排序轴的夹角代表该环境因子与排序轴的相关性大小,夹角越小,相关性越高。

根据典范对应分析(CCA)结果(图 1,表 2),树高(HOT)、胸径(DHB)、海拔(ALT)、年均温(MAT)、年均降雨量(MAP)、距天然林块距离(DTF)、距居民区距离(DTS)7 个环境因子对独生古树附生兰科植物物种组成的总效应和净效应均达到极显著水平(P < 0.01)(表 3),说明环境因子对独生古树附生兰科植物物种组成有重要影响。按影响的净效应从大到小排序,依次为海拔、距居民区距离、年均降雨量、年均温、距天然林块距离、胸径、树高。

表 3 环境因子对物种组成的总效应和净效应

Tab. 3 Gross and net effects of environmental variables on species composition

环境因子	总效应/ %	pseudo -F	P	净效应/ %	pseudo -F	P
海拔(ALT)	2.9	6.5	0.001	1.7	3.7	0.001
年均温(MAT)	2.5	5.8	0.001	1.2	2.7	0.001
树高(HOT)	1.4	3.2	0.001	0.9	2	0.008
胸径(DBH)	1.4	3.1	0.001	1.0	2.2	0.001
年均雨量(MAP)	1.3	3	0.001	1.4	3.2	0.001
距居民区距离(DTS)	1.2	2.7	0.007	1.5	3.2	0.001
距天然林块距离(DTF)	1	2.2	0.001	1.0	2.2	0.002
全部因子	9.9	3.4	0.013	8.7	3.4	0.013

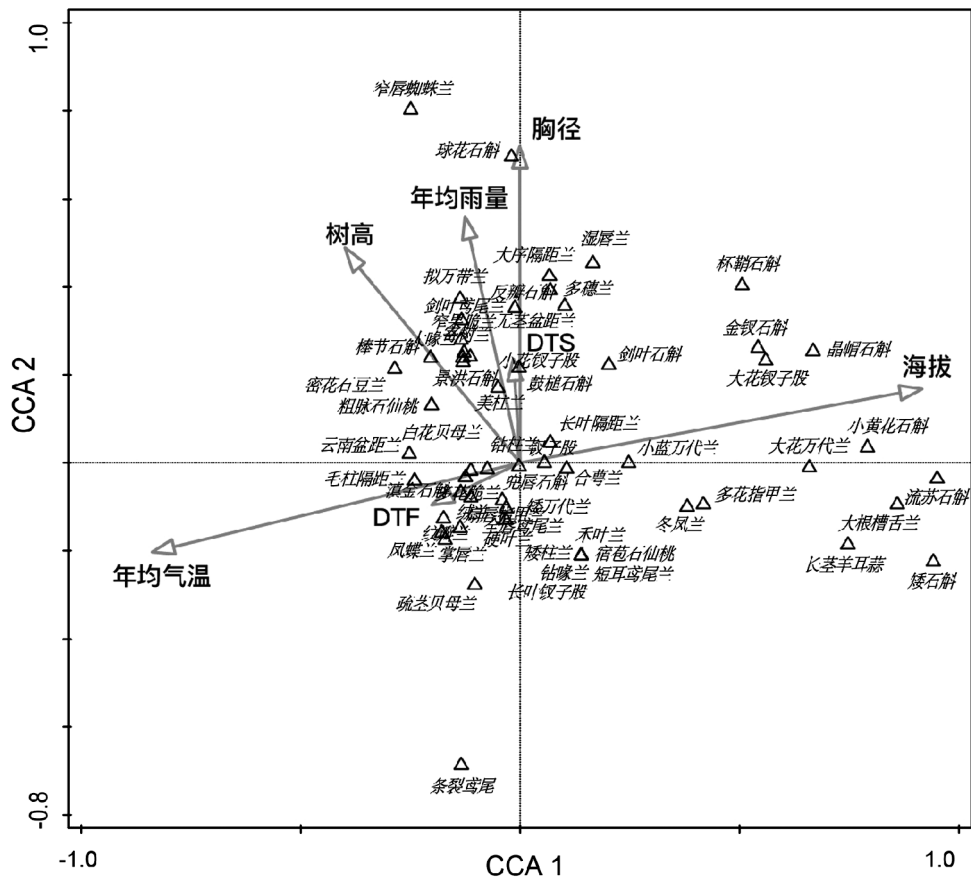


图 1 物种与环境因子的 CCA 双序图

Fig. 1 CCA ordination diagram of species composition and environmental variables

3 结论

基于实地调查和 CCA 分析,结果表明:1) 西双版纳坝区独生古树上自然生长的野生附生兰科植物种类丰富,对当地生物多样性保护具有重要价值;2) 附主的树高、胸径、距最近天然林块距离、距居民区距离,立地的海拔、年均温、年均降雨量对古树上附生兰物种组成有重要影响,其净效应从大到小依次为海拔、离居民区距离、年均降雨量、年均温、距天然林块距离、胸径、树高。

保护热带地区现存的名木古树,对探索当地野生附生兰科植物的濒危机制及合理的保护策略有重要意义。为此,提出以下建议:1) 尽快完善热带地区名木古树的编目;2) 落实具体名木古树的保护责任和技术标准;3) 定期开展名木古树管理成效评估监测。

4 讨论

4.1 热带地区古树的重要价值

西双版纳坝区古树名木分布普遍,种类丰富,古

树能得以留存与传统民族文化密切相关,土著民族的先民信奉原始多神教,常把榕树等大树当成“龙树”、“神树”进行膜拜,而产生敬畏^[9]。古树的种类丰富(21 科 32 属 42 种),其上附生兰种类也丰富(30 属 59 种),发生机率高(77%),占研究区已知兰科植物总属数(115)和总种数(428)的 26.1%和 13.8%,占研究区同海拔(500~1 220 m)段已知野生附生兰科植物种数(228 种,未发表资料)的 25.9%,其中 12 种(20.3%)属于中国生物多样性红色名录濒危等级。古树的存,为附生兰等多种野生动植物提供了丰富多样的栖息环境,对当地生物多样性保护有重要作用。同时,古树还是当地气候变迁、植被演化的历史鉴证,是祖先留下的珍贵绿色遗产,具有较高的生态、经济、文化、景观、科研价值^[10]。

4.2 独生古树附生兰科植物的主要环境因子

典范轴均具有显著的统计学意义($P < 0.01$),说明海拔、年均温、年均降雨量、树高、胸径、距天然林块距离、距居民区距离对独生古树上附生兰科植物

的分布格局有重要影响。沿 CCA1 轴从左到右,海拔逐渐增加,年均温逐渐降低,而随着距天然林块距离的增加,年均温也逐渐升高;沿 CCA2 轴由下至上,年均降雨量逐渐增加,而随着附主树高、胸径和距居民区距离的增加,空气湿度也呈现上升的趋势。这与植物生长主要受光、热、水、土及人为活动干扰综合影响的理论相一致。7 个环境因子对附生兰科植物组成的解释量仅为 9.9%,说明独生古树环境条件下野生附生兰发育的影响因子还有很多。现有研究也表明,兰科植物对生境的要求非常苛刻,其复杂的生活史、对传粉昆虫的专一性、共生菌的有无、附主植物种类的可用性和附生基质的成分等均会对附生兰科植物的发育和分布产生影响^[11-13]。

参考文献:

[1] 罗毅波,贾建生,王春玲. 中国兰科植物保育的现状和展望[J]. 生物多样性, 2003, 11(1): 70-77.
 [2] 高江云,刘强,余东莉. 西双版纳的兰科植物多样性和保护[M]. 北京:中国林业出版社,2014.
 [3] 郭顺星,徐锦堂. 真菌在兰科植物种子萌发生长中的作用及相互关系[J]. 植物学报, 1990, 7(1):13-17.
 [4] ZOTZ G. The population structure of the vascular epiphytes in a lowland forest in Panama correlates with species abundance [J]. J Trop Ecol, 2007,23(3):337-342.
 [5] 赖江山,米湘成. 基于 Vegan 软件包的生态学数据排序分析 [C]. 中国生物多样性保护与研究进展,2005:

332-343.
 [6] TER BRAAK C J F, SMILAUER P. CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4) [M]. Ithaca, New York: Microcomputer Power, 1998.
 [7] LOSOSVÁ Z, CHYTRÝ M, CIMALOVÁ S, et al. Weed vegetation of arable land in central europe: gradients of diversity and species composition [J]. Journal of Vegetation Science, 2004, 15(3): 415-422.
 [8] 环境保护部和中国科学院. 中国生物多样性红色名录高等植物卷[Z]. 内部资料,2013.
 [9] 许再富,刘宏茂,陈贵清,等. 西双版纳榕树的民族植物文化[J]. 植物资源与环境学报, 1996(4):48-52.
 [10] 徐炜. 古树名木价值评估标准的探讨[J]. 热带生物学报, 2005, 11(1):66-69.
 [11] SANDAMALI, P. M. H., SENANAYAKE, S. P., Benjamin, S. P., et al. Host Plant Preference of Genera Dendrobium and Bulbophyllum in Sri Lanka [M]. International Research Symposium on Pure and Applied Sciences, 2017 Faculty of Science, University of Kelaniya, Sri Lanka. 2017,65-72.
 [12] MIGENIS, L. E., and J. D. ACKERMAN. Orchid-phytorelationships in a forest watershed in Puerto Rico [J]. Journal of Tropical Ecology, 1993, 9:231-240.
 [13] CALLAWAY, R., K. REINHART, G. MOORE et al. Epiphyte host preferences and host traits: Mechanisms for species-specific interactions [J]. Oecologia 2002,32: 221-230.

(上接第 197 页)

[5] 张晨,姜卫兵,魏家星. 花卉产业集群发展模式的分析及提升建议——以盐城市大丰荷兰花海小镇为例[J]. 湖南农业科学,2016(11):82-86.
 [6] 张萍. 解忧公主薰衣草园:紫色花海浪漫胜地[J]. 中国花卉园艺,2015(17):23-25.
 [7] 张华,朱桥明,凌钧华. 石门国家森林公园天池花海和花境项目施工与养护技术[J]. 广东园林,2017(4):89-92.
 [8] 姚鹤鸣. 刍议庐山地质地貌景观多样性及其保护[J]. 环球人文地理,2016(24):16.
 [9] 翦秀,何珊. 方壶胜境——漫话中国园林[J]. 长江建设,1996(5):40-44.
 [10] 夏宜平,刘丹丹,张娇. 花海的科学性与可持续性景观探讨[J]. 园林,2016(2):16-21.
 [11] 钱秀苇. 花海旅游十问——访中国花海联盟会长潘春屏

[J]. 园林,2016(2):82-85.
 [12] 李静,刘显成. 城郊地区花海景观设计案例研究——以南充市凌云山花海为例[J]. 中外建筑,2017(8):150-153.
 [13] 陈小涛,童爱明,邓莉兰. 长沙市草本花卉植物园林应用及栽培技术探讨[J]. 南方农业,2018,12(1):106-111.
 [14] 章俊华,刘玮. 园艺疗法[J]. 中国园林,2009(7):19-23.
 [15] 张建国,张玺玲. 美丽经济之荞麦花海[J]. 园林,2016(2):38-42.
 [16] 李树华. 日本的赏梅、赏樱文化及其园林应用[J]. 北京林业大学学报,2007(S1):62-68.
 [17] 陈燕贤. 漳州将打造水仙花海七彩花田[J]. 中国花卉园艺,2017(15):51.

《林业调查规划》征稿简则

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行人。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖。

1 来稿要求

1.1 文章内容与字数: 要求文稿真实、准确地反映当前林业生产、科研的新成果,内容具有先进性、科学性、实用性。来稿字数以4 000~8 000字为宜(含图表)。如为基金项目,请注明论文的基金资助名称和项目编号。

1.2 文题: 文题要言简意赅,以不超过20字为宜。

1.3 署名: 作者署名不超过5人,第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

1.4 单位: 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

1.5 摘要和关键词: 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在200字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

1.6 正文: 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

1.7 图和表: 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算。机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

1.8 量、单位和符号: 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm²、m²、dm²、cm²;体积单位:m³、l、ml;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

1.9 数字的写法: 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

1.10 参考文献: 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]

作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[A]。编著者。论文集名[C]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。④电子文献:[序号]主要责任者。电子文献题名[电子文献及载体类型标识]。电子文献的出处或可获得地址,发表日期/引用日期(任选)。参考文献类型代码分别为:普通图书[M]、会议录[C]、汇编[G]、报纸[N]、期刊[J]、学位论文[D]、报告[R]、标准[S]、专利[P]、数据库[DB]、计算机程序[CP]、电子公告[EB]。电子文献载体类型标志如下:磁带[MT]、磁盘[DK]、光盘[CD]、联机网络[OL]。对于专著、论文集中析出的文献,其文献类型标识采用[A],对于其他未说明文献类型的标识采用[Z]。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。

作者对以上要求如有不明,可参考本刊近期文章或咨询编辑部。投稿前请对稿件认真逐项修改,补充有关内容。

2 投稿与稿件处理

1)投稿前,请登录本刊网站(<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>)认真阅读本刊征稿简则中的各项说明,投稿后请电话告知编辑部以便查对。

2)本刊实行严格的审稿制度,稿件送相关专家审阅,并由编委会讨论定稿。来稿请勿一稿多投。编辑部收稿后将在10日内通知作者审稿结果。

3)来稿一经刊用,将按规定收取专家审稿费,根据论文所占版面情况收取论文发表费,并付给作者稿酬。具体数额以本刊所发通知为准。另外,来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册。对具创新性、高质量稿件,优先安排发表,并根据创新性水平减、免审稿费和版面费,稿酬从优。

4)来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

5)为拓宽学术交流渠道,本刊已加入“中国期刊全文数据库”和“数字化期刊群”等期刊数据库,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

6)本刊编辑部保留对来稿进行必要的文字修改、删节的权利,如作者不允许修改,请在来稿中注明。

7)编辑部地址:650051,云南省昆明市盘龙区人民东路289号,云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部(电话:0871-63318347; Email: ynfp@vip.163.com; 传真:0871-63318347)。

2009年第三届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”

2012年第四届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”



凤凰山自然保护区自然生境



国内定价：20.00元（全年120.00元）
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168

