

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40卷 第4期
Vol.40 No.4

2015 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40卷

第四期

Vol.40 No.4

二〇一五年八月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第40卷 第4期 (总第202期) 2015年8月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 40 No. 4 (Sum No. 202) Aug. 2015

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

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

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

委 员 (按姓氏笔画排序)

王卫斌 司志超 艾建林 许易琦 吕树英
华朝朗 俞新华 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

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong,

Members:

WANG Weibin, SI Zhichao, AI Jianlin, XU Yiqi,
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 邓 砚 刘平书 许易琦
许春霞 罗娅妮 张瑞君

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

Editor: DENG Yan, LIU Pingshu, XU Yiqi,
XU Chunxia, LUO Yani, ZHANG Ruijun

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地 址 昆明市人民东路289号
云南省林业调查规划院

邮 编 650051

电 话 0871-63318347;63332538

传 真 0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

http://lydcgh.periodicals.net.cn/

印 刷 昆明锦润印刷有限公司

订 购 处 《林业调查规划》编辑部

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347;63332538

Fax: 86-0871-63318347

E-mail: ynfip@vip.163.com

http://lydcgh.periodicals.net.cn/

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Order place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

国际标准刊号 ISSN 1671-3168

国内统一刊号 CN 53-1172/S

广告经营许可证号 5300004000093

国内定价 20.00元

ISSN 1671-3168

CN 53-1172/S

Ad. Licence: 5300004000093

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

林业调查规划

第40卷 第4期

(总第202期)

2015年8月

目次

●森林经理

- 差分 GNSS 系统在大兴安岭地区森林资源调查中的精度分析 胡凯龙,刘清旺,穆喜云(1)
基于 ETM+热红外波段的寻甸地区热环境遥感研究 董安涛,苏旺德,杨帆,等(7)
基于 3S 技术的黔中马尾松蓄积量估测模型研究 蒋维成(13)

●研究与探索

- 厦门市中心区公园植被、水体和广场空气负离子浓度研究 张凤金(19)
青钱柳种子休眠解除方法实验研究 李柱存(23)
天然偃松土壤种子库空间分布研究 金屿淞,李慧仁,张培林(30)
园林植物花色苷研究进展 靳慧慧,岳胜钱,郭美丽,等(34)

●自然保护区

- 自然保护区生态旅游利益相关者分析 鲁小波,马斌斌,陈晓颖(40)
茂名林洲顶自然保护区森林群落多样性与聚类分析 陈纯秀,黄妃本,冯志坚,等(46)

●森林资源管理

- 河池市兰科植物资源调查分析 黄莹莹,覃文更,谢代祖,等(50)
墨江县发现野生铁竹群落 李恩良,周江,杜凡,等(55)
版纳甜龙竹产笋量的调查研究 谭宏超,黄文秀(57)

●产业开发

- 隆阳区高黎贡山糯橄榄产业发展思路 傅文华(61)
隆阳区观赏苗木产业现状及可持续发展对策 罕新艳(65)

●湿地研究

- 祁连山地湿地生态质量评价 张应丰(69)
丽江市湿地植被调查研究 杨忠兴,龙廷位,胡宗华,等(73)
河北省湿地生态系统服务功能价值评价 刘庆博,宋莎,赵丛娟(79)

●生态建设

- 我国矿山废弃地生态恢复限制因素及恢复策略 闫德民(83)
生态道路建设中绿化植物的功用及选择配置 李根,杨庆媛,何建,等(88)
云南省石漠化坡耕地综合治理模式探讨 刘丽芳(93)

●生态旅游

- 广东葵树博览园体验性旅游项目设计研究 隋春花,刘嘉欣(97)
中韩生态旅游发展的对比分析 马淑红,鲁小波(100)

●森林经营

- 麻核桃在云南省引种栽培的早期生长表现 贺娜,宁德鲁,徐田,等(106)
不同立地因子对中华楠生长的影响 林文欢,詹潮安,郑道序,等(110)

●论坛

- 千岛湖户外休闲运动总体规划探析 章德三,徐高福,彭方有,等(113)
广东省林业生态红线划定工作存在的问题与对策 区汉明(119)

●苗木培育

- 盐胁迫对 9 种植物发芽生长的影响 薛凤,魏天兴,葛根巴图(123)
景观绿化树种多花含笑育苗基质试验 李真子(129)
水肥调控对新银合欢苗木生物量及其分配的影响 李德华(133)

●园林

- 信南高速公路边坡乡土植物优选与配置模式优化研究 张国育,李鹏飞,雷亚凯,等(142)
梧州至柳州高速公路建设景观影响评价 梁维平,黄志平,刘频,等(148)
昆明市西山区经济适用房室外景观工程方案设计 徐玉琴(153)
梅的美学特征及其与园林水体的艺术营构 杨湘涛(158)

- 新疆喀纳斯湖 张子翼摄(封面)
脚印 许易琦摄(封底)

Contents

● Forest Management

- Differential GNSS Application on Location Precision Analysis of Forest Resource Investigation in Daxinganling Region HU Kailong, et al (1)
- Thermal Environment Remote Sensing of Xundian Region based on ETM+ Thermal Infrared Band DONG Antao, et al (7)
- Volume Estimating Model of *Pinus massioniana* Lamb in the Middle of Guizhou Based on 3S Technology JIANG Weicheng (13)

● Research and Exploration

- Negative Air Ion Concentration of Vegetation and Water-body in Centre Park of Xiamen City ZHANG Fengjin (19)
- Methods for Breaking the Dormancy of *Cyclocarya paliurus* seeds LI Zhucun (23)
- Soil Seed Bank Spatial Distribution of Natural *Pinus pumila* JIN Yusong, et al (30)
- Research Advances of Landscape Plant Anthocyanin JIN Huihui, et al (34)

● Nature Reserve

- Stakeholders Analysis of Nature Reserves Ecotourism LU Xiaobo, et al (40)
- Forest Community Diversity and Cluster Analysis of Linzhouding Nature Reserve in Maoming CHEN Chunxiu, et al (46)

● Forest Resource Management

- Orchids Resources Investigation in Hechi HUANG Yingying, et al (50)
- Discovery of Wild *Ferrocalamus strictus* Community in Mojiang County LI Enliang, et al (55)
- Preliminary Investigation of Bamboo Shoots Yield of *Dendrocalamus hamiltonii* Nees TAN Hongchao, et al (57)

● Industry Development

- Development Thoughts and Countermeasures on *Phyllanthus embica* in Gaoligong Area of Longyang District FU Wenhua (61)
- Status of Ornamental Nursery Stock Industry and Its Development Countermeasure in Longyang District HAN Xinyan (65)

● Wetland Research

- Evaluation on Wetland Eco-environmental Quality of Qilian Mountains, Qinghai Province ZHANG Yingfeng (69)
- Investigation on Wetland Vegetation in Lijang of Yunnan Province YANG Zhongxing, et al (73)
- Ecosystem Services Evaluation of Wetlands in Hebei Province LIU Qingbo, et al (79)

● Ecology Construction

- Limiting Factor and Restoration Strategy of Ecological Restoration in Abandoned Mine-area of China YAN Demin (83)
- Function and Select Configuration of Greening Plants in the Construction of Eco-road LI Gen, et al (88)
- Rocky Desertification Sloping Cropland Comprehensive Management Mode in Yunnan Province LIU Lifang (93)

● Eco-tourism

- Experiential Tourism Project Design of Palm Trees Expo Theme Park in Guangdong SUI Chunhua, et al (97)
- A Comparative Study of China and South Korea Ecotourism Development MA Shuhong, et al (100)

● Forest Management

- Early Growth Performance of Introduction and Cultivation of *Juglans hopeiensis* Hu in Yunnan Province HE Na, et al (106)
- Effect of Different Site Conditions on the Growth of *Machilus chinensis* LIN Wenhuan, et al (110)

● Forum

- Analysis of Overall Planning of Outdoor Leisure Sports in Thousand-island Lake ZHANG Desan, et al (113)
- Problems and Countermeasures within the Guangdong Province Forestry Redline Designation Project QU Hanming (119)

● Seedling Cultivation

- Effect of Salt Stress on Plant Germination and Growth of Nine Plants XUE Feng, et al (123)
- Landscape Greening Tree Species *Michelia floribunda* Seedling Substrate Test LI Zhenzi (129)
- Effects of Water and Fertilizer on Seeding Biomass and Its Distribution of *Leucaena leucephala* LI Dehua (133)

● Garden Landscape

- Selection and Optimized Configuration Model of Native Plant at Xinnan Highway Slope ZHANG Guoyu, et al (142)
- Landscape Impact Assessment on Expressway Construction between Wuzhou and Liuzhou LIANG Weiping, et al (148)
- Outdoor Landscape Project Design of Economically Affordable Housing in Xishan District, Kunming City XU Yuqin (153)
- Aesthetic Characteristics of Plum Blossom and Its Art Construction for Garden Water Body YANG Xiangtao (158)

- Xinjiang Kanas Lake Photographed by ZHANG Ziyi (Front cover)
- Footprint Photographed by XU Yiqi (Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.001

差分 GNSS 系统在大兴安岭地区森林资源调查中的精度分析

胡凯龙¹, 刘清旺², 穆喜云³

(1. 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083;

2. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091; 3. 内蒙古农业大学林学院, 内蒙古 呼和浩特 010081)

摘要:随着全球卫星导航系统的快速发展,高精度 GNSS 接收机已经能够支持多卫星系统。为了确定差分 GNSS 系统在森林资源调查中的精度,实验布设 2 种不同类型的森林样地。通过具有 H-Star 技术的 GNSS 接收机对样地进行精确定位,来分析差分 GNSS 系统的定位误差以及影响因素。结果表明:样地的定位误差与林分的郁闭度有较大关系,郁闭度越高,样地的定位精度越低;差分解的定位误差普遍在 1~2 m 范围内且小于单点解定位误差;由于 L8 样地的基准站观测数据存在多路径效应,所以其差分解误差要大于单点解误差;H-Star 技术对于样地定位精度影响较小。

关键词:全球卫星导航系统(GNSS);森林资源调查;样地定位;定位精度;郁闭度

中图分类号:S757.2;TP39 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0001-06

Differential GNSS Application on Location Precision Analysis of Forest Resource Investigation in Daxinganling Region

HU Kailong¹, LIU Qingwang², MU Xiyun²

(1. College of Geo-science and Surveying Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing100083, China;

2. Research Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Beijing100091, China;

3. Forestry College, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

Abstract: With the rapid development of global satellite navigation system, the high-precision GNSS receivers have been able to support multi-satellite system. In order to determine the location precision of differential GNSS system in forest resource investigation, the experiment set two different types of sample plots. Through sample plots location using GNSS receivers with the H-Star technology, the research analyzed the positioning error of differential GNSS system and the impact factors. Results show that sample positioning error had the larger relationship with crown density, and the higher crown density always comes with the lower positioning precision. The differential positioning errors were less than single points positioning errors and were common in the range of 1~2 m. Because of multipath effect from the L8 sample station observation data, the L8 sample plot differential positioning error was more than single points positioning error. The effect of H-Star technology on location precision was less

Key words: global navigation satellite system; forest resource investigation; sample plot positioning; positioning precision; canopy density

收稿日期:2015-07-03.

基金项目:国家科技支撑计划课题(2012BAH34B02);国家高技术研究发展计划(2013AA12A302).

作者简介:胡凯龙(1989-),男,博士研究生.主要从事数字林业方向的研究.

通信作者:刘清旺(1978-),男,助理研究员.主要从事林业激光雷达技术研究.

GNSS 的全称是全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System, GNSS), 泛指所有的卫星导航系统, 包括全球的、区域的和增强的, 如美国的 GPS、俄罗斯的 GLONASS、欧洲的 Galileo 以及中国的北斗卫星导航系统等^[1-4]。近年来随着卫星定位系统技术的快速发展, 差分 GNSS 接收机的定位精度已达到了很高的水平, 并广泛应用于国土资源调查, 环境评估, 地质勘探, 数字城市建设等方面^[5-6]。

在森林资源调查中, GNSS 接收机可以为调查人员快速找到样地位置提供导航服务, 并精确地定位样地的坐标^[7]。由于森林所特有的环境及地质因素直接制约着林区 GNSS 的定位精度^[8-9]。Christopher Deckert and Paul V. Bolstad 在美国东北部林区进行了差分 GPS 研究, 评价了林冠、地形、距离对 GPS 定位精度的影响, 所有测站的平均差分改正精度为 4.35 m, 并且随着测站的开阔程度增加, 精度也会随之增加^[10]。冯仲科对差分定位实验数据进行统计分析, 得到差分 GPS 在林分内外的定位精度及误差分布规律。在林分外定位的平均中误差为 0.243 m, 集中分布在 0~0.5 m 范围内, 频率为 92.1%; 在郁闭度小于 0.5 的林分中, 平均中误差为 0.502 m, 集中分布在 0~0.7 m 范围内, 频率为 82.8%^[11]。张慧春利用 AgGPS 132 信标差分试验系统, 对 x, y 坐标进行统计分析, 得出信标差分定位比单点定位精度高出 12%~47%, 符合精准度要求较高的精确林业的生产作业要求^[12]。黎曦和汤丽琼通过分析手持高精度 GPS 接收机在林业应用中出现的问题, 得出提高其精度的操作策略和技巧方法^[13]。刘清旺通过分析 eTrex GPS 接收机在样地定位中观测值的变化规律, 得出手持式 GPS 的定位精度基本上在 20 m 的范围以内, 稳定在 10~15 m 的范围内, 能够满足森林资源调查中样地的定位精度要求^[14]。

由于以前的研究大都针对美国的 GPS 定位系统, 本文针对 GNSS 系统对不同的林分郁闭条件下的森林样地进行定位精度分析, 得到了 GNSS 系统的样地平面定位精度与高程定位精度, 并且对影响定位精度的因素进行了进一步分析。

1 研究区概况与数据

研究区位于内蒙古呼伦贝尔根河市的大兴安岭森林生态系统国家野外科学观测研究站, 是我国寒温带针叶林区目前惟一国家级长期森林生态系统定位研究站。研究区覆盖范围为 121°30'~121°31'E,

50°49'~50°51'N, 属于高纬度、高寒冷地带。研究区面积约 11 000 hm², 森林覆盖率为 75%, 保存有兴安落叶松原始林约 3 200 hm², 树种以兴安落叶松为优势树种。研究区样地分布如图 1 所示。

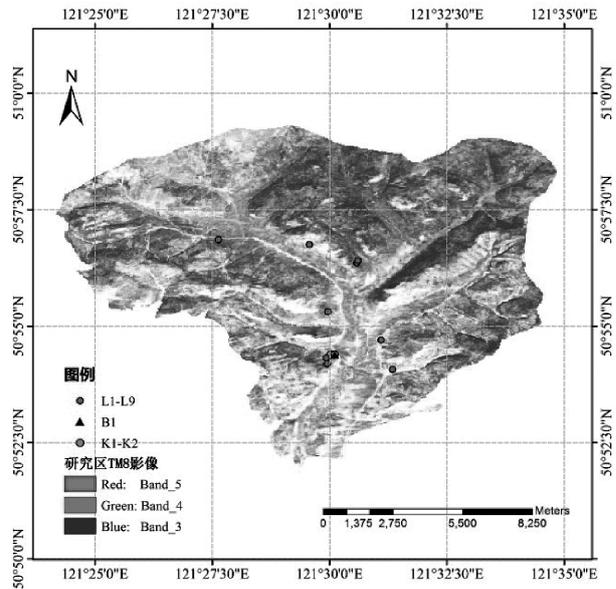


图 1 研究区域样地分布

Fig. 1 Sample plots distribution of study area

研究所采集的 GNSS 数据时间跨度是 2013 年 8 月 10 日至 18 日, 其中包括 3 个 GNSS 流动站数据和一个 GNSS 基准站数据。GNSS 流动站分别对 9 块森林样地 L1-L9, 2 块开阔地样方 K1-K2 和一个 GNSS 基站点 B1 进行 GNSS 定位观测。GNSS 基准站采集基站点 B1 的基准站数据。其中样地基本信息统计量包括: 郁闭度、灌木平均高度、坡度和胸径大于 5cm 的样地树木平均高(表 1)。

2 研究方法

2.1 GNSS 观测方法

研究采用 GNSS 设备均由美国 Trimble 公司生产, 其中流动站为 Geo XH 6000 与 Geo XT 6000, 基准站为 Pro XRT。流动站与基准站均能同时接收 GPS 与 GLONASS 卫星信号, 其中 GNSS 流动站所拥有的 Floodlight 技术能够极大地消除由树木和建筑产生的卫星阴影, 增加困难位置采集的卫星数目, 并且在那些只能获得低精度数据的位置得到高精度数据。H-Star 技术是一种综合了外业采集软件技术与复杂的数据记录技术的新技术。利用 H-Star 技

表 1 样地基本信息统计

Tab. 1 Sample plots basic statistical information

样地编号	郁闭度	灌木 平均高度/ m	坡度/ °	胸径>5 cm 树木平均高/ m
L1	0.57	1.0	6	4.9
L2	0.74	0.9	5	4.2
L3	0.70	0.9	6	3.5
L4	0.85	0.9	4	6.6
L5	0.65	0.9	2	4.8
L6	0.64	0.8	3	2.6
L7	0.40	0.6	3	4.3
L8	0.38	0.8	11	4.5
L9	0.67	0.6	2	4.4

术,在不超过 2 min 时间的连续数据观测中便可达

到亚米级的定位精度。具体技术指标见表 2 所示。

为了分析不同林分开阔条件下的 GNSS 定位精度,研究设置 2 种样地类型:其一为森林样地,其二为作为对比的开阔地样方。

1) 森林样地观测方案考虑到森林空间的结构特征,样地选择为 45 m×45 m 的方形样地。样地的总个数为 9 个,编号分别为 L1-L9,每个样地观测 4 个角点坐标,观测时间为 10 min。

2) 作为精度对比的开阔地观测,研究选择 2 个样方和 1 个样点,样方一个为 25 m×25 m 的气象站开阔地 K1,一个为 23 m×14 m 的生态站开阔地 K2。样点为架设基站的控制点 B1。分别对每个样方的 4 个角点和基站控制点进行 GNSS 观测,观测时间为 10 min。这 2 个样方和 1 个样点的地势平坦且周围没有树木或建筑物的遮挡,可以很好地接收卫星信号。

表 2 GNSS 型号及技术指标

Tab. 2 GNSS models and technical specifications

接收机类型	GNSS 信号	H-Star 技术	Floodlight 技术	处理精度
Geo XH 6000	GPS:L1 C/A, L2C, L2E GLONAS:L1 C/A, L1P, L2 C/A, L2P SBAS:WAAS/EGNOS/MSAS	支持	支持	实时:10cm+1ppm 后处理:1cm+1ppm
Geo XT 6000	GPS:L1 C/A GLONASS:L1C/A, L1P SBAS:WAAS/EGNOS/MSAS	不支持	支持	实时:75cm+1ppm 后处理:1cm+2ppm
Pro XRT	GPS:L1 C/A, L2C, L2E GLONAS:L1 C/A, L1P, L2 C/A, L2P, L2C SBAS:WAAS/EGNOS/MSAS	支持	不支持	实时:10 cm+1ppm

GNSS 基准站架设在生态站附近地势较高且空旷的地方,做好控制点标示,每天记录基准站的开关机时间与仪器高并保证每天至少 8 h 的观测时间。

2.2 GNSS 数据处理方法

数据处理分别采用单点解算与差分解算 2 种方法,单点解算就是没有接收到基站差分信号,手持 GNSS 接收机根据自己实时定位计算位置的平均值来得到最终位置结算方法^[15]。差分解算分为代码差分 and 载波相位差分,代码差分就是所说的伪距差分,在基准站上的接收机要求得到其至可见卫星的距离,并将此计算出的距离与含有误差的测量值加以比较,利用一个 α - β 滤波器将此差值滤波并求出其偏差,然后将所有卫星的测距误差传输给用户,用

户利用此测距误差来改正测量的伪距。最后,用户利用改正后的伪距来解算出本身的最终位置,此方法可消除公共误差,提高定位精度^[16]。载波相位差分需要由基准站观测载波观测量及站点坐标信息,用户站接收机观测的 GNSS 卫星的载波相位并与来自基准站的载波相位组成相位差分观测值进行差分处理^[17]。

3 结果与分析

3.1 平面误差分析

样地定位的平面误差直接关系到森林资源调查的精准度。对森林样地 L1-L9 的 4 个角点进行 3 台 GNSS 接收机的定位测量,并用开阔地点 K1, K2,

B1 作为对比,分别求得样地坐标的单点解和差分解。为了更好地分析平面误差的分布,采用平面误差定量标准由如下 4 个公式推导得出:

$$\Delta x_i = \frac{x_1+x_2+x_3}{3} - x_i, \Delta y_i = \frac{y_1+y_2+y_3}{3} - y_i$$

$$\Delta l_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}, \Delta l = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3}{3}$$

式中 x_1, x_2, x_3 分别表示 3 台 GNSS 接收机所观测样地角点的横坐标, y_1, y_2, y_3 表示 3 台接收机所观测样地角点的纵坐标,最后由 Δl 来代表样地的平面观测误差。

表 3 单点解与差分分解的平面误差分布

Tab. 3 Single points solution and differential level error distribution

样地号	单点解误差 平均值/ m	差分分解误差 平均值/ m
L1	2.31	1.77
L2	3.37	1.79
L3	2.14	1.64
L4	1.97	1.26
L5	2.23	0.97
L6	2.89	1.80
L7	1.33	1.07
L8	2.16	9.32
L9	2.23	1.46
K1	1.46	0.86
K2	0.81	0.26
B1	1.21	0.23

从表 3 中可以看出,由于没有利用基站信息进行差分处理,森林样地 L1-L9 中大部分单点解误差平均值都大于 2 m,其中 L2 样地平面误差平均值最大,为 3.37 m, L7 样地平面误差平均值最小,为 1.33 m。从表 1 可以看出, L2 的林分郁闭度为 0.74,为所有样地中最大, L7 样地的林分郁闭度相对较小,为 0.4。林分郁闭度高,会在一定程度上遮挡卫星信号,从而使定位精度下降。

作为观测条件相对较好的对比样地 K1、K2、B1 的平面误差平均值都小于 2 m,其中 K2 的误差平均值最小,为 0.81 m。

经过差分处理后,由于流动站数据经过基准站数据的差分改正,所以森林样地 L1~L9 的平均平面

误差好于其对应的单点解误差,其平面误差平均值大部分都在 1~2 m。但 L8 差分分解误差达到了 9.32 m,比单点解的误差要大,明显不符合常识,为了找到出现这种结果的具体原因,本文通过开源软件 TEQC (Translation, Editing and Quality Checking, TEQC)对 L8 的基站数据进行数据质量分析,统计结果见表 4 所示。

表 4 L8 基准站数据分析结果

Tab. 4 Analysis results of base station data

开始 历元时刻	结束 历元时刻	L1 多路径 误差	L2 多路径 误差	观测数据 与周跳比
13. 8. 11 1 :26	13. 8. 11 9 :20	0.7	0.82	8952

由 IGS(International GPS Service)的数据质量检测分析显示,超过半数的 IGS 站的 CSR (CSR = 1 000/(o/slps))年平均值小于 5,2/3 以上的 CSR 平均值是在 10 以下,其中 o/slps 为观测数据与周跳比。对于多路径效应而言,2/3 的 IGS 站 L1 多路径误差的平均值小于 0.5,而 2/3 的 L2 多路径误差平均值小于 0.75。根据分析可得以下参考指标: o/slps:200, L1 多路径误差:0.5, L2 多路径误差:0.75。其中 o/slps 越小说明出现周跳越严重,多路径误差越小说明抗多路径效应能力越强。

对比 L8 的观测数据, L1 与 L2 的多路径误差均大于参考值, o/slps 大于参考值,由此可以得出, L8 的基站观测数据精度较低,故出现差分后的误差大于单点解的误差。

3.2 高程误差分析

由于 GNSS 系统在进行高程测量时受到坐标系不一致、观测误差等方面的影响,其定位精度相对较低。为了更好地分析 GNSS 系统在样地定位中的高程精度,研究与水平方向上的误差统计方式不同,垂直方向上选择了以平均海平面作为起测平面的高程(mean sea level, MSL),其高程误差 Δh 定量标准由如下 2 个公式推导得出:

$$\Delta h_i = \left| \frac{h_1+h_2+h_3}{3} - h_i \right|, \Delta h = \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3}{3}$$

式中, h_1, h_2, h_3 表示 3 台 GNSS 接收机所测量的样地角点 MSL 高程, i 分别取值 1,2,3,表示样地角点的高程误差。

由图 2 可以看出,森林样地 L1~L9 垂直方向上的单点解平均误差普遍在 1~3 m,其中 L2 的高程

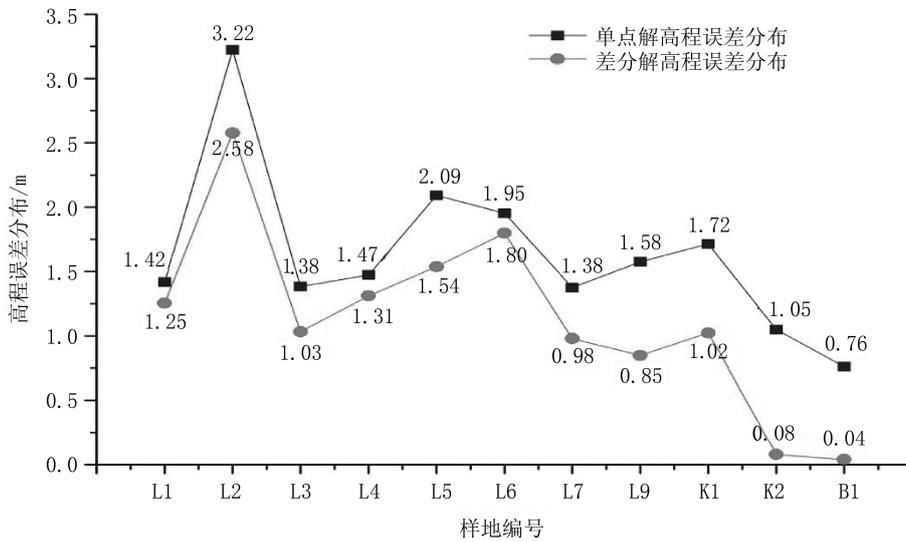


图 2 高程误差分布

Fig. 2 Elevation error distribution

平均误差比较大,超过了 3 m,达 3.22 m。此现象与平面误差类似,主要是由于 L2 样地的郁闭度较大,在一定程度上遮挡了卫星信号使得误差偏高。

观测条件相对较好的对比样地 K1、K2、B1 的高程误差相对于森林样地并没有减少,同样保持在 2 m 以下。

除去 L8 的差分误差异常,森林样地差分的高程误差相对来说有所减小且维持在 1 m 左右,最大高程误差为 2.58 m,最小高程误差为 0.85 m,作为对比的 K1、K2、B1 的高程误差均小于 1 m。

3.3 H-Star 技术对观测精度的影响

为了评价 H-Star 技术对观测精度的影响,研究选择了 2 台带有 H-Star 功能的接收机 G1 与 G2 和一台没有 H-Star 功能的接收机 G3,分别对样地的 4 个角点进行观测。因为 H-Star 功能主要是对单点解定位精度的提升,因此本文选择样地的单点解来进行精度对比。

为了更加准确地描述 H-Star 功能的引入对误差的影响,统计 3 台接收机观测点所组成的三角形的边长来描述误差水平,结果得到表 5:

其中 $G(1\sim 2)$ 表示接收机 G1 与 G2 观测样地角点所组成的边长,通过求取样地 4 个角点的边长平均值来作为 $G(1\sim 2)$ 的值,同理, $G(2\sim 3)$ 与 $G(3\sim 1)$ 也用相同的方法求得。

通过表 5 可以看出, $G(1\sim 2)$ 并没有因为 H-Star 功能的引入而提高定位精度,并且 $G(1\sim 2)$,

表 5 H-Star 技术对误差的影响

Tab. 5 Influence of H-Star technology on error

样地号	$G(1\sim 2)/m$	$G(2\sim 3)/m$	$G(3\sim 1)/m$
L1	3.23	3.66	2.54
L2	3.24	3.24	2.89
L3	2.51	3.06	2.92
L4	4.63	5.38	3.99
L5	1.84	1.91	1.16
L6	4.22	2.83	2.18
L7	1.18	1.82	1.18
L8	3.94	2.19	3.35
L9	1.67	3.07	2.28
K1	0.91	1.62	1.77
K2	0.17	0.61	0.53
B1	0.19	0.54	0.53

$G(2\sim 3)$ 与 $G(3\sim 1)$ 值分布比较离散,没有呈现规律性的变化,所以 H-Star 功能的引入对森林样地观测误差没有起到决定性的影响。

4 结论

通过分析发现,GNSS 系统应用在森林资源调查中的精度往往达不到仪器生产厂家所标称的精度,是由于森林所特有的环境及地质因素所引起。不同郁闭条件下的样地定位精度不同,相对较高的

郁闭度,由于树木遮挡卫星信号的传输,导致 GNSS 系统的定位精度下降。除了 L8 的基准站数据存在多路径效应外,其他森林样地的定位误差在经过差分处理后,相对有所减小。平面误差平均值大部分都在 1~2 m,精度提高约 1 m;高程误差分布在 1~2 m,精度提高约 0.5 m。H-Star 功能并没有对定位精度产生决定性影响。

参考文献:

- [1] 赵静,曹冲. GNSS 系统及其技术的发展研究[J]. 全球定位系统,2008,27(5):27-31.
- [2] 马艳丽. 基于互联网的 GPS 定位、跟踪、预警系统在森林管护系统中的应用[J]. 东北林业大学学报,2010,38(4):132-136.
- [3] BRACH, MICHAL. Accuracy analysis for determination of coordinates by the selected GNSS receivers in the forest environment [J]. SYLWAN,2012,156(1):47-56.
- [4] 李杰,张晋涛. 高精度 GNSS 基线向量网平差程序设计[J]. 测绘地理信息,2014,39(3):15-18.
- [5] 张婷,栗靖,魏钢. GNSS 电力线路巡检与现场故障诊断系统的设计[J]. 电子世界,2013(22):142-143.
- [6] 王浩然. GPS 在土地测量中的应用研究[J]. 现代农业科技,2012(2):397-398.
- [7] 武红敢,蒋丽雅. 提升 GPS 林业应用精度与水平的方法[J]. 林业资源管理,2006(2):46-50.
- [8] 雷凡. 基于遗传神经网络的 RTK-GPS 在林业测绘及样地定位中的应用[D]. 湖南:中南林业科技大学,2010.
- [9] GALAN, C O, P. J. R., Garcia Cortes. S. Analysis of the influence of forestry environments on the accuracy of GPS measurements by means of recurrent neural networks [J]. MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELLING, 2013,57(7-8):2016-2023.
- [10] CHRISTOPHER D, PAUL V B. Global Positioning System (GPS) Accuracies in Eastern U. S. Deciduous and Conifer Forests [J]. Southern Journal of Applied Forestry, 1996,20(1-2):81-84.
- [11] 冯仲科,游先祥. 普通手持式 GPS 接收机用于林区近实时差分定位的研究[J]. 林业科学,2000,36(6):116-118.
- [12] 张慧春,郑加强,周宏平. 精确林业 GPS 信标差分定位精度分析[J]. 农业工程学报,2011,27(7):210-214.
- [13] 黎曦,汤丽琼. 手持低精度及高精度 GPS 接收机在林业调查中的应用研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(23):11908-11910.
- [14] 刘清旺,武红敢. eTrex GPS 接收机在森林资源调查中的定位精度评估[J]. 林业资源管理,2006(2):79-82.
- [15] 徐爱功,韩晓东. 全球卫星导航定位系统原理与应用[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2009:24-25.
- [16] 朱秀杰. 基于 GPS 后处理差分的森林资源调查系统研究[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [17] REMONDI B W. Performing centimeters relative surveying in seconds using GPS carrier phase[J]. Journal of the Institute of Navigation, 1985, 32(4): 386-400.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.002

基于 ETM+热红外波段的寻甸地区热环境遥感研究

董安涛, 苏旺德, 杨帆, 夏磊

(云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500)

摘要:应用基于影像的反演算法对 2010 年 1 月 30 日和 2014 年 1 月 25 日的 Landsat 7 ETM+ 卫星资料, 反演昆明市寻甸县的地表温度, 分析寻甸县冬季地表热环境时空演变特征。结果表明: 空间上, 寻甸县冬季地表热环境具有明显差异性, 热岛区的分布从分散分布到集中分布, 并远离城区; 时间上, 2014 年较 2010 年主城区的热岛效应有所减弱, 但其它非城区部分热岛效应相对变强, 且相对集中于研究区以西地区。由于绿化力度不断增强以及温室气体的排放得到有效控制, 致使主城区平均温度较前几年明显降低。

关键词: ETM+热红外波段; 热环境; 亮温; 比辐射率; 温度反演; 热岛效应

中图分类号: S771.8; S718.512; TP39 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0007-06

Thermal Environment Remote Sensing of Xundian Region based on ETM+ Thermal Infrared Band

DONG Antao, SU Wangde, YANG Fan, XIA Lei

(College of Tourism & Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: The paper applied image-based inversion algorithm to the Landsat 7 ETM+ satellite data of January 30, 2010 and January 25, 2014 to calculate the LST of Xundian County, Kunming, and finally analyzed the temporal evolution characteristics of the earth surface thermal environment in winter in Xundian County. The result showed that from the perspective of space, the earth surface thermal environment in winter in Xundian County had obvious differences, and the distribution of heat island areas scattered from centralized to distributed and far away from the city area; from the perspective of time, the heat island effect of the main city of 2014 was weaken than that of 2010, but that of other non-urban parts was relatively strong and relatively concentrated in the west of the study area. Therefore, we can tell in urban construction plan, with the increasing efforts of the local urban living environment greening and the effective control of the greenhouse gas emission; the average temperature of the main city has obvious decrease than before.

Key words: ETM+ thermal infrared band; thermal environment; TBB; emissivity; temperature inversion; heat island effect

城市热环境是城市空间环境中热力场的综合表现, 由太阳辐射、气温、下垫面表面温度、相对湿度与

收稿日期: 2015-06-29.

基金项目: 云南省科技计划项目(2012CA024); (2012CA015).

作者简介: 董安涛(1989-), 男, 河南潢川人, 硕士研究生. 主要从事资源环境评价与规划研究. E-mail: dongantao2008@qq.com

气流速度等物理因素组成的作用于人、影响人的冷热感和健康的环境,通过加强对城市热环境的研究^[1],可以揭示城市热空间结构、城市格局、规模、城市生态系统健康等的发展变化^[2],城市热环境的形成往往是由于城市下垫面的性质发生变化,居民生产生活消费以及工业与民用废气排放所带来的热能。而且,随着社会的进步,人们生活水平的不断提高和环境意识的增强,使人们不再仅仅追求物质方面的满足,也越来越注重环境提供给人的舒适性享受。提高城市环境的舒适度、人居环境的生态化、城市热环境的适宜性、居住条件的舒适性等成为建设生态城市不可或缺的衡量因素^[3]。因此,提高人们对城市热环境的认识,掌握城市热环境表征因子和影响因子的时空分布,并定量研究各影响因子对城市热环境的影响是实现城市可持续发展的重要环节^[4],是建设生态城市的必要因素。随着城市人口增长、城市规模不断扩大,越来越多的热源集中于城区,而导致城市区域比郊区温度高,形成热岛效应。

热红外遥感是利用热红外波段研究地球物质特性的技术手段,在研究全球能量变换、地表温度反演、城市热岛效应以及在一些常规探测、检测领域都有着广泛的应用。城市热岛效应最早由英国学者 Howard^[5]发现并提出,随着全球性的气温升高,城市聚集了越来越多的常住人口,区域气候条件和城市热岛之间存在着协同关系,表明城市热岛效应将在潮湿气候条件下,温度影响加剧了高湿度,从而加剧热浪对人体健康的压力。同时也不利于现代城市人居环境的可持续发展及建设生态城市的目标。城市热岛效应形成的主要原因,包括对流效率和蒸发冷却的变化、地球表面反照率的变化、工业热能、城市硬地面和其他结构比植被和土壤储存更多热量。传统的城市热岛效应研究主要存在空间连续性差,空间尺度转换存在问题、空间离散点获取单一等问题,而遥感技术以其快捷、高效、测量尺度大、信息实时共享等特点成为研究城市热岛效应的主要途径^[6]。在城市热岛问题上,国内学者做了大量的研究,但主要集中在一线城市,而对于中小城市、高原城市的研究则较少^[7],在全国推进新型城镇化的浪潮中,加强对中小城市热岛效应的研究,是中小城市可持续发展、建设生态城市以及为决策部门在城市规划过程中提供科学依据的基础。寻甸县作为高原城市,发展相对滞后,在建设生态城市上存在着无限的发展空间,本研究通过多时相影像对昆明市寻甸地区进行地表温度反演,分析寻甸县冬季地表热环

境时空演变特征。

1 研究区概况

寻甸县地处滇东北高原,位于云南省昆明市的东北部,地理坐标为东经 102°41′~103°33′,北纬 25°20′~26°01′,最高海拔 3 294 m,最低海拔 1 480 m,总面积达 3 598 km²,属昆明市辖的一个回族彝族自治县。西南距昆明市区 90 km,东面距曲靖市区 80 km,金沙江和南盘江从县域穿过。全县具有低纬高原季风气候特点,冬无严寒,夏无酷暑,冬春日照充足,气候温暖,干旱少雨;夏秋多雨,凉爽潮湿。境内山脉起伏,沟壑纵横,坝子和河谷槽区的总面积约 1.33 万 hm²,占总耕地面积的 30%左右,是水稻、玉米的主要产区。县城仁德镇面积为 5 km²,人口 2.2 万人。年均降雨量为 1 045 mm,但年际间及年内各月降雨量分布不均。年日照时间 2 079.3 h,年均温 14.0~15.2℃,年无霜期 229 d。

2 数据来源与数据处理

2.1 数据来源

本研究所使用的数据源为 Landsat 7 卫星获取的 ETM+数据以及 DEM 数据,数据来源于美国地质调查局 USGS 网站和地理空间数据云,研究区影像所在轨道号为 129,行号为 42,选取来自 USGS 网站的 2010 年 1 月 30 日和 2014 年 1 月 25 日的 ETM+数据以及来源于地理空间数据云的 DEM 作为数据源。

2.2 数据处理

首先对遥感影像做条带修复、影像重采样、几何校正、辐射定标、裁剪、大气校正等处理。由于获取的 ETM+影像是 2003 年 5 月 30 日以后的,影像有条带,所以使用 ENVI 软件中 Gapfill 插件对获取的遥感影像做条带修复;重采样是为了在不改变电磁波信息的寄出上提高影像的空间分辨率;几何校正主要为了保证研究区的位置准确性以及消除几何畸变;辐射定标是为了将影像的 DN 值转换为辐射亮度值,以便在计算地表温度过程中得到必要的参数;裁剪影像是对研究区范围的确定;大气校正是为了消除由于地表大气引起的误差。以上过程均可以在 ENVI 中完成。

3 地表温度反演

陆地表面温度 (LandSurfaceTemperature) 是衡

量地球表面能量和温室效应的重要指标^[8],是地球和大气的中介,在地球表面和大气的能量交换中有重要的作用。地表温度反演主要应用于全球范围的气候变化、区域的生态环境监测、农作物的产量估算以及城市热岛效应研究。常用的地表温度反演主要有:辐射传导方程法、大气校正法、单窗算法^[9]、单通道算法等。而基于遥感影像的反演算法具有易操作,数据的可获取性,反演流程简便易于实现等特点,广泛应用于实际案例研究中,本研究基于遥感影像的反演算法应用 TM 6/ETM+6 数据对昆明寻甸地区进行地表温度反演。

3.1 地表亮度温度 (Trad) 计算

本研究采用的基于影像的反演算法^[10] (Image-based Method, 简称 IB 算法) 是将 ETM+热红外波段的 DN 值转换成辐射值,然后再将辐射值进一步反演成地表亮度温度即地表亮温的一种方法^[11]。其

中 IB 算法的计算过程如下:

对于 landsat 7 ETM+ 而言,其地表亮温为 Trad, 则

$$\text{Trad} = K2 / (\ln(K1/Lr + 1)) \quad (1)$$

$$Lr = \text{Gain} \times \text{DN} + \text{Offset} \quad (2)$$

$$Lr = \text{DN} \times (L_{\max} - L_{\min}) / 255 + L_{\min} \quad (3)$$

式(1)中: Lr 为谱段入瞳辐亮度,计算公式(2)或(3), K1、K2 为标定常数,根据 Landsat ETM+ 数据, K1、K2 分别取值为 666.09 和 1 282.71 K^[12]。Gain 为波段增益系数, Offset 为偏移系数,两者均可由影像头文件获得, DN 为第 6 波段的像元灰度值^[13]; L_{max}、L_{min} 分别为传感器可探测的最大和最小辐射亮度(单位: W · m⁻² · sr⁻¹ · μm⁻¹); 而相对于 Landsat 7 而言 L_{max} = 17.04 (W · m⁻² · sr⁻¹ · μm⁻¹), L_{min} = 0.0 (W · m⁻² · sr⁻¹ · μm⁻¹)。最终得到 2010 年和 2014 年地表亮温(图 1)。

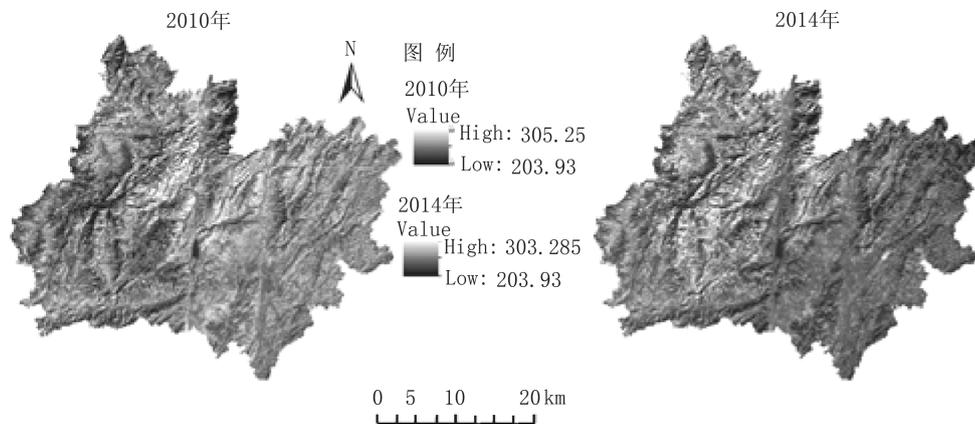


图 1 研究区地表亮温分布

Fig. 1 Surface brightness temperature distribution of study area

3.2 地表比辐射率 (ε) 的计算

物体的比辐射率是物体向外辐射电磁波能力的表征^[14],是地表温度反演过程中的一项重要参数。地表比辐射率计算公式为:

$$\epsilon = f\epsilon_v + (1-f)\epsilon_i + d\epsilon \quad [15]$$

式中: ε_v 为 TM 热红外波段范围内植被的比辐射率,取值为 0.985, ε_i 为裸露地表的比辐射率,取值为 0.960^[16]。f 为植被盖度, dε 为地表几何分布和内散射效应, d = 0.06 / f × (1 - f)^[13]。

植被覆盖度(f)计算公式为^[17]:

$$f = (\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\min}) / (\text{NDVI}_{\max} - \text{NDVI}_{\min}) \quad (4)$$

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (5)$$

式(4)中 NDVI 为单位像元归一化植被指数值, ND-

VI_{min}、NDVI_{max} 分别为最小、最大归一化植被指数值^[18]。NDVI 值的范围为 -1~1, 一般绿色植被区的范围是 0.2~0.8^[19]。NDVI_{max} 为全植被覆盖的单位像元的归一化植被指数值, NDVI_{min} 理论上则应该接近于 0, 但由于受地形、图像阴影等因素影响, NDVI_{min} 的变化范围为 -0.1~0.2^[20]。

置信度的取值主要由图像大小、图像清晰度等情况来决定^[21]。而根据实际情况所取的置信区间为累积频率, 分别为 5% 和 95%, 所对应的 NDVI 值作为 NDVI_{min} 和 NDVI_{max} 的值^[22]。通过计算得到的研究区植被覆盖度结果并在 ArcMap 中出图(图 2)。

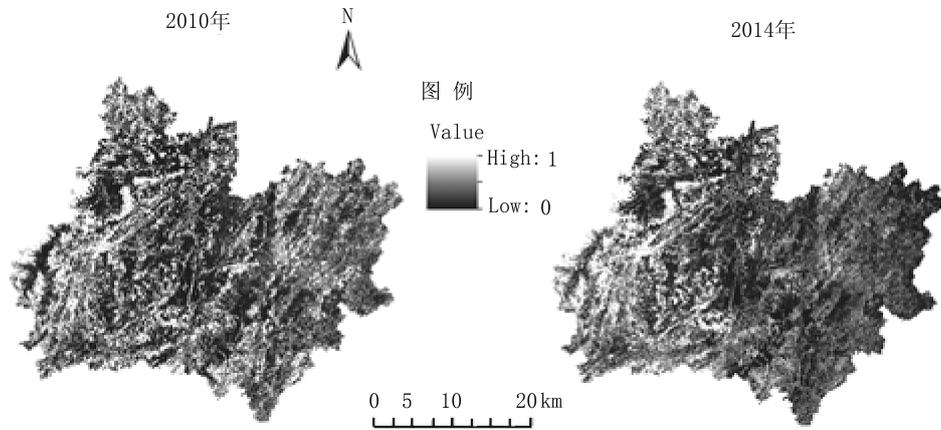


图 2 研究区植被覆盖度

Fig. 2 Vegetation coverage of study area

在 ENVI 中利用波段计算模块得到的 ETM+6 波段地表比辐射率在 ArcMap 中成图(图 3)。

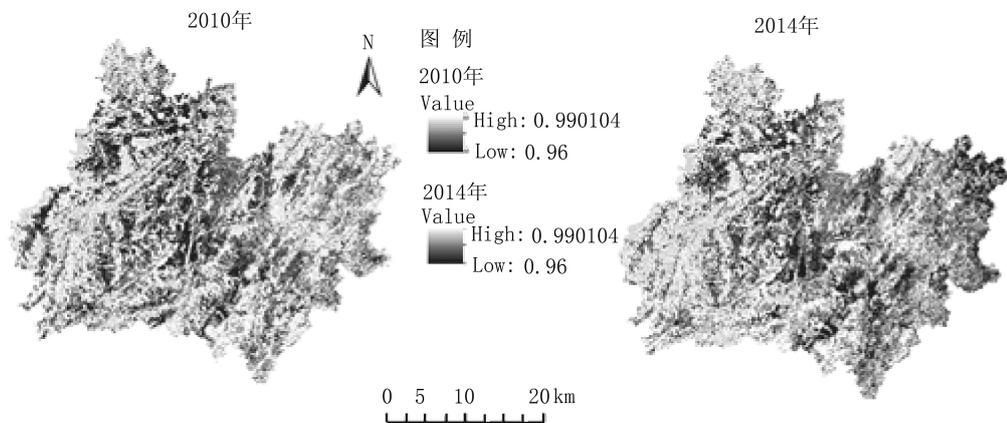


图 3 研究区地表比辐射率

Fig. 3 Surface emissivity of study area

3.3 地表真实温度 (Ts) 计算

由于辐射亮温值不能反映地表的真实温度,根据地物的比辐射率将亮度温度转化为地表真实温度^[12]。

地表真实温度 (Ts) 的计算公式为:

$$T_s = T_{rad} / ((1 + (\lambda_c \times T_{rad} / \rho)) \ln \epsilon) \quad (6)$$

$$\rho = h \times c / \sigma \quad (7)$$

公式(6)中 T_{rad} 为绝对亮度温度 (K), 热红外波段的中心波长 $\lambda_c = 11.335 \mu\text{m}$; 式(7)中 ρ 为 $(1.438 \times 10^{-2} \text{mK})$, 其中, 光速 $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$; 普朗克常数 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$; 波耳兹曼常数 $\sigma = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$; ϵ 为地表比辐射率^[11]。地表真实温度计算结果如图 4 所示。

4 城市热岛界定

由于直接将 2 幅存在成像时间差异的影像进行反演温度比较是不合理的^[23]。本文采用均值-标准差法^[24], 以 μ (均值)、 0.5std (std 为标准差)、 1std 为分割点将城市地表热场等级划分为 5 级^[25] (表 1)。

定义高温区和次高温区作为热岛区, 2010 年及 2014 年 μ 和 std 取值如表 2 所示。

将表 2 中 2010 年和 2014 年的 μ 和 std 取值代入表 1 中进行计算, 得到结果如图 5 所示。

对已定义的热岛区和非热岛区进行区域划分, 得到研究区热岛效应分布图(图 6)。

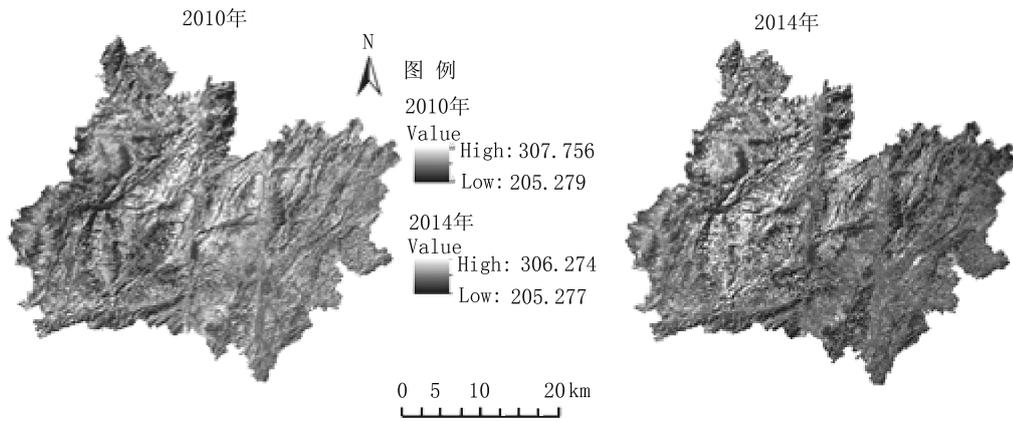


图 4 地表真实温度反演结果
Fig. 4 Land surface temperature retrieval inversion results

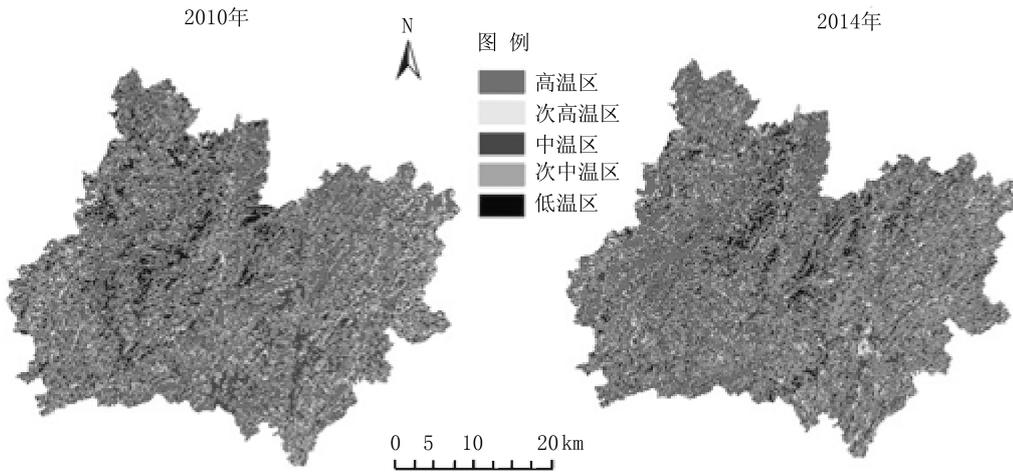


图 5 研究区地表温度等级划分
Fig. 5 Surface temperature classification of study area

表 1 均值-标准差法划分地表热场等级
Tab. 1 Mean - standard deviation method for surface thermal grade division

温度等级	热场划分区间
高温区	$T_s > \mu + \text{std}$
次高温区	$\mu + 0.5\text{std} < T_s \leq \mu + \text{std}$ ^[26]
中温区	$\mu - 0.5\text{std} \leq T_s \leq \mu + 0.5\text{std}$
次中温区	$\mu - \text{std} \leq T_s < \mu - 0.5\text{std}$
低温区	$T_s < \mu - \text{std}$

表 2 2010 年和 2014 年 μ 和 std 取值
Tab. 2 Value of μ and std in 2010 and 2014

年度	温度平均值 (μ)	标准差 (std)
2010	291.092397	4.335812
2014	288.258660	3.739498

5 结果与分析

运用 ArcGIS 工具对实验结果进行分析和整理,

计算出各温度等级所占比例及其变化情况,并提取出热岛区,计算热岛强度,为进一步分析研究区热环境时空变化特征提供依据。表 3 是对各温度等级所占研究区比例进行统计得到的结果。

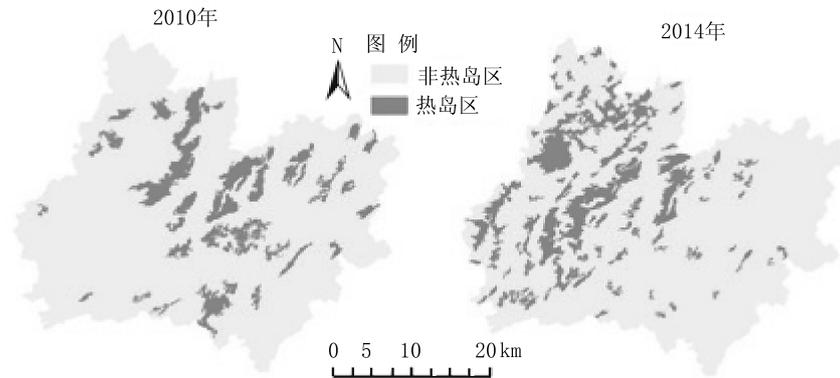


图 6 研究区热岛区域划分
Fig. 6 Heat island zoning of study area

表 3 研究区各等级温度所占比例

Tab. 3 Percentage of each grade temperature in study area

年度	占研究区面积百分比/%					热岛强度/ ℃	
	低温区	次中温区	中温区	次高温区	高温区		
2010	15.99	12.32	38.49	17.12	16.08	33.20	7.12
2014	17.21	14.69	36.52	15.32	16.27	31.58	7.24
变化率	1.22	2.36	-1.97	-1.80	0.19	-1.61	0.12

注:热岛强度为热岛区平均温度与非热岛区平均温度的差值

6 结论

1)研究区 2010~2014 年间,热岛强度增强,但主城区热岛效应明显减弱,并且热岛区域从 2010 年在研究区分散分布到 2014 年的热岛区主要分布在县城以西方向地貌复杂、不利于居民生活的高山地区。

2)研究区高温区从 2010~2014 年从辖区内分散分布到逐渐向远离主城区的西部、北部和西南部集中迁移。

3)热岛区面积从 2010 年的 420.23 km² 增加到 2014 年的 560.60 km²,增加区域面积占研究区总面积的 1.61%,高温区所占面积比例增加了 0.19%。

7 讨论

造成上述结论中现象的可能原因是:

1)政府对国土的统一规划使用,将污染严重的工厂、企业向远离城区的地方迁移,以保护城区居民居住环境的安全性,逐渐向绿色无污染城市演变。

2)城区居民使用新能源代替了煤炭等高热源物质,以及主城区绿化措施得当使得相当一部分温室气体被吸收。

参考文献:

[1] 王翠云,王乃昂. 基于遥感和 CFD 技术的城市热环境分析与模拟[D]. 兰州:兰州大学,2010.

[2] 陈云浩,史培军,李晓兵. 基于遥感和 GIS 的上海城市空间热环境研究[J]. 测绘学报,2002,31(2):139-144.

[3] 冯晓刚. 城市热岛效应演变与成因遥感研究-以西安市都市圈为例[M]. 陕西师范大学,2011(6):1-2.

[4] 韦婷婷,李锐,郑伯红. 基于 CFD 技术的城市气候模拟及气候适应性规划策略研究[D]. 长沙:中南大学. 2010.05

[5] HOWARD L. The climate of London, deduced from meteorological observations [M]. Harvey and Darton, 1833.

[6] 杨英宝,苏伟忠,江南基于遥感的城市热岛效应研究[J]. 地理与地理信息科学,2006,22(5):36-40.

[7] 陶菲,周侗,娄彩荣,等. 南通市热岛效应的遥感分析[J]. 测绘科学,2012,6(37):69-70.

[8] 李粉玲. 高山高原地区地表温度遥感反演研究[D]. 兰州:兰州大学,2006.

[9] 蒋世章. 基于 TM/ETM+数据的厦门市城市热岛动态监测研究[D]. 福州:福建师范大学,2010.

[10] 高琪清,赵小艳. 湖北省宜昌市城市热效应的遥感监测[C]//第 27 届中国气象学会年会城市气象,让生活更美好分会场论文集,2010.

[11] 丁凤,徐涵秋. 基于 Landsat TM 的 3 种地表温度反演算法比较分析[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,2008,24(1):91-96.

(下转第 29 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.003

基于 3S 技术的黔中马尾松蓄积量估测模型研究

蒋维成

(贵州林业勘察设计有限公司, 贵州 贵阳 550003)

摘要:以 landsat-8OLI 为遥感数据源,结合立地因子、林分因子,运用逐步回归方法建立黔中马尾松蓄积量预估模型,并对模型进行拟合优度检验、F 检验、t 检验、残差正态性、方差齐次性检验及精度验证。研究表明:基于 3S 技术建立的黔中马尾松蓄积量估测模型在数学上是可行的;利用 30 个实测样地对模型进行适度性检验和精度验证,其平均精度达 83.22%。并就模型的关联性以及马尾松郁闭度估测模型等问题进行了讨论。

关键词:3S 技术;蓄积量;估测模型;模型检验;精度验证;马尾松

中图分类号:S791.748;S758.51;S771;TP7;P208;P228.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0013-06

Volume Estimating Model of *Pinus massioniana* Lamb in the Middle of Guizhou Based on 3S Technology

JIANG Weicheng

(Guizhou Forestry Survey and Design Limited Company, Guiyang 550025, China)

Abstract: The paper took remote sensing data as the data source, combined with site factors and stands factors, and applied stepwise regression method to establish volume estimating model of *Pinus massioniana* Lamb in the middle of Guizhou. The model was taken into fit goodness test, F-test, t-test, residual normality test, homogeneity variance test and verification accuracy test, results showed that the volume estimating model of *Pinus massioniana* Lamb based on 3S Technology is feasible; By testing and verifying the accuracy in 30 sample plots, the average accuracy is up to 83.22%. The relevance of the model and canopy estimation model of *Pinus massioniana* Lamb also has been discussed.

Key words: 3S technology; volume; estimating model; model test; precision test; *Pinus massioniana* Lamb

森林蓄积量是反映一个国家或地区森林资源总规模的基本指标之一,及时、准确地掌握森林资源现状及动态变化信息对制定森林发展规划、森林保护实施计划等具有重要意义^[1]。而传统的森林资源调查存在周期长、劳动强度大、成本高等问题^[2]。随着 3S 技术在林业调查中的推广应用,使林业调查在成本、时效性及精度上都取得了巨大进步。Landsat8 卫星自发射升空以来,因其 OLI 传感器传回的

波段数目更精细、数据信噪比更高、图像质量更好^[3]而被广泛应用于植被信息提取中,刘杰、吴石磊、朱绪超等^[4-6]将其应用于植被信息提取中,取得了较好的效果。而在森林蓄积量估测上的应用却少见报道,马尾松作为贵州省的主要造林树种,在贵州林业生产建设中占有极其重要的地位^[7]。因此,及时准确地掌握其数量具有极其重要的现实意义。贵州因其地域上的立地差异,马尾松被划分为以黔东

收稿日期:2015-06-02.

作者简介:蒋维成(1988-),男,硕士。从事林业信息与 3S 技术的研究工作。E-mail:1924453908@qq.com

南地区为代表的 I 类产区、以黔中地区为代表的 II 类产区和以黔西北为代表的 III 类产区^[8]。在 I 类产区,蔡学成等^[9]利用中巴资源卫星构建了蓄积量估测模型,取得了较好的估测效果。可见在 II 类产区应用遥感进行森林蓄积量估测具有一定的适用性,而在 II 类产区中,遥感蓄积量估测模型的研究成果至今尚未见报道。本文以 landsat-8OLI 数据为遥感信息源,结合研究区立地因子及林分因子,建立以贵阳市为代表的黔中马尾松蓄积量估测模型,旨在为 landsat-8OLI 数据用于森林蓄积量估测中提供思路,为基于 landsat-8OLI 的黔中地区马尾松蓄积量估测提供模型参考,为区域林业经营活动提供理论依据。

1 研究区概况

本文以贵阳市为研究区。贵阳市位于贵州省中部,地处东经 106°07′~107°17′,北纬 26°11′~26°55′。总地势西南高、东北低,苗岭横延市境,岗阜起伏,剥蚀丘陵与盆地、谷地、洼地相间,植被种类丰富。据初步查明,贵阳有维管束植物 176 科 489 属 1 299 种,其中蕨类植物 29 科 61 属 145 种,被子植物 147 科 428 属 1 154 种。而马尾松因其适应能力强、生长速度快、造林容易,被黔中地区各国营林场及社队林场作为当家树种进行经营^[10]。

2 数据的获取

1) 遥感数据:本文使用的 landsat8 OLI 数据来源于美国卫星影像数据网站 <http://glovis.usgs.gov/>,OLI 是 Operational Land Image(陆地成像仪)的简称,包括 9 个波段,除全色波段空间分辨率为 15 m 外,其余 8 个波段的分辨率为 30 m,辐射分辨率均为 12 bit。其主要技术参数如表 1 所示。

本文选取(LC81270422013272LGN00)和(LC81270412013272LGN00)2 影像为遥感数据源,其成像时间为 2013 年 9 月。

2) 林分因子:来源于野外样地实测,主要为郁闭度、龄组、胸径、树高等,样地总数为 230 个。

3) 立地因子:主要为海拔、坡向、坡位和土层厚度,除土层厚度源于野外样地实测外,其余来源于(DEM)数字高程模型。

3 研究方法及技术路线

1) 样地数据的测定:为了让参与建模的样地

表 1 Landsat-8OLI 传感器技术参数

Tab. 1 Landsat-8 OLI sensor technical parameters

波段号	波段波长/ um	空间 分辨率/ m	辐射 分辨率/ bit	数据用途	
1	深蓝	0.433~0.453	30	12	海岸带气溶胶
2	蓝	0.450~0.515	30	12	基色/散射/海岸
3	绿	0.525~0.600	30	12	基色/海岸
4	红	0.630~0.680	30	12	基色/海岸
5	近红外	0.845~0.885	30	12	植被/海岸
6	短波红外	1.560~1.660	30	12	矿物/干草/无散射
7	短波红外	2.100~2.300	30	12	植被
8	全色	0.500~0.680	15	12	图像锐化
9	卷云	1.136~1.390	30	12	卷云测定

数据具有一定的代表性,本文采用型性样地调查法设置样地(样地大小为 13.82 m 的样圆,即 600 m²)进行样地数据的测定,测定方法包括:用围尺测定样地内每株马尾松实测胸径,用激光测高仪测定其高,通过查数轮生枝的方法确定树龄,用抬望眼法测算林分度,并利用黔中马尾松单株材积公式计算样地马尾松单株材积,累加得到样地蓄积。

2) 地形数据的处理:为获取模型所需的地形因子,本文以贵阳市 1:50 000 的地形图作为工作底图,利用 R2V 软件对其进行校正并矢量化,并在 ArcGIS 中进行坡度、坡向及海拔数据的提取。

3) 遥感数据的处理:为消除水汽、二氧化碳等对元数据造成的影响、校正影像本身存在的几何变形、消除噪声对影像的影响等,本文利用 ENVI 5.1 遥感图像处理软件对 landsat-8OLI 数据进行了辐射定标、大气校正、几何校正、增强处理、裁剪、镶嵌、波段分离及计算差值植被指数(DVI)、归一化植被指数(NDVI)和比值植被指数(RVI),得到研究区 B1~B7 波段灰度图及 3 个植被指数图,并以样地中心坐标点为基准,利用 ArcGIS 10.2 的空间分析功能提取样地对应的 B1~B7 波段灰度值及植被指数值。

4) 自变量因子的选择及类目划分:本研究结合马尾松林分生长的生态意义、林学特性、遥感理论基础及已有研究成果和规程规范,对自变量因子进行选择及类目划分,并应用数理统计的相关方法对类目划分的合理性进行论证。

5) 自变量因子的选择及处理:以收集到的材料为数据源,根据生态理论、地貌学原理、土壤学基础理论、林学概论以及遥感理论基础,将自变量因子划

分为林分因子、立地因子和遥感因子共 3 大类因子。为避免多重共线性对模型的拟合精度造成影响,故采用逐步回归方法对自变量因子进行筛选。

6) 模型的构建、检验及精度分析:利用 SPSS 21.0 的多元回归分析功能对模型进行求解,并利用该软件对模型进行拟合优度检验、线性显著性检验、参数显著性检验、残差正态性检验、等方差性检验及模型精度验证。

4.2 建模因子的选择

尽管各自变量因子都是在相关理论指导下进行选择,但自变量因子间可能存在一定信息的重叠,如果直接使用所有自变量因子进行建模的话,模型中可能会存在多重共线性现象,这将使得各自变量对因变量的影响很难鉴别,增大模型回归参数的方差以及增加或减少观测值时,对模型参数的估计量都会变得非常敏感等问题。故在模型构建之前对自变量因子进行共线诊断,其结果如表 2 所示。

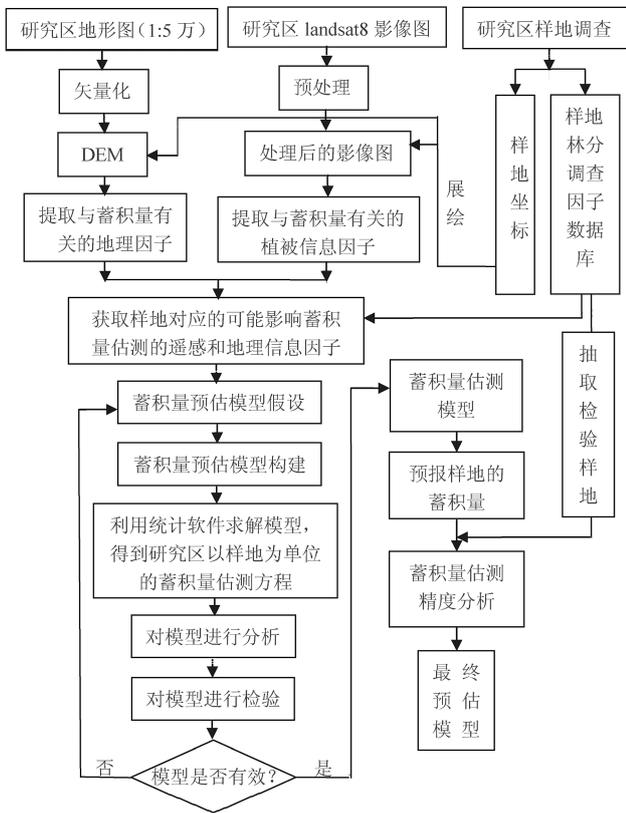


图 1 研究路线

Fig. 1 Research Road-map

4 模型的构建及检验

4.1 模型的假设

选用多元线性逐步回归分析法作为建模方法,多元线性回归分析法是要确定因变量与多个自变量之间的定量关系的数学分析方法。假设的基本数学模型为:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_m x_m + \varepsilon \quad (1)$$

式中, $\beta_0, \beta_1, \beta_m$ 为待定参数; ε 为随机变量,是除 x 以外其他随机因素对 y 影响的总和。其中,称 $E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_m x_m$ 为理论回归方程^[11]。

表 2 自变量方差扩大因子

Tab. 2 Argument variance inflation factor

变量名称	方差扩大因子 (VIF)	变量名称	方差扩大因子 (VIF)
X ₁	1.111	X ₉	15.117
X ₂	1.082	X ₁₀	17.506
X ₃	1.269	X ₁₁	3.813
X ₄	1.070	X ₁₂	4.602
X ₅	1.396	X ₁₃	2.750
X ₆	1.134	X ₁₄	2.022
X ₇	4.215	X ₁₅	4.053
X ₈	2.566	X ₁₆	6.443

注:方差扩大因子大于 2,说明可能存在共线性,方差扩大因子大于 10,说明存在较强的共线性,方差扩大因子大于 100,说明存在严重的共线性。表中 X₁(坡向)、X₂(坡位)、X₃(土层厚度)、X₄(海拔)、X₅(郁闭度)、X₆(龄组)、X₇(B1)、X₈(B2)、X₉(B3)、X₁₀(B4)、X₁₁(B5)、X₁₂(B6)、X₁₃(B7)、X₁₄(DVI)、X₁₅(NDVI)、X₁₆(RVI)。

由表 2 可以看出,遥感因子之间存在一定的多重共线性。而根据已有的研究文献,解决多重共线性的方法有岭回归、偏小二乘回归、主成分回归和逐步回归^[12]。鉴于岭回归在选择原则与方法上存在主观性,偏小二乘回归和主成分回归的随意性比较大等缺点^[13],本文采用逐步回归解决多重共线性的问题,通过逐步回归得到参与建模的最终自变量因子为:坡向、坡位、土层厚度、海拔、郁闭度、龄组、B2、B5、B6、B7、DVI 和 RVI 共 12 个自变量因子参与模型的构建。

4.3 模型的建立

本文 200 个样地对应逐步回归得到的林分因子、遥感因子、立地因子作为自变量,马尾松样地蓄积量作为因变量,采用多元线性回归方法,建立黔中马尾松蓄积量估测模型,对模型进行了拟合优度检验、t 检验、F 检验、残差正态性检验及等方差性检

表 3 模型汇总
Tab. 3 Model summary

模型	R	R ²	修正 R ²	标准估计误差	更改统计量				
					R ² 更改	F 更改	df1	df2	Sig. F 更改
1	0.847a	0.717	0.699	2.5829	0.717	39.713	12	188	0.000

验,得到的最优模型为:

$$V = 0.265 + 1.116X_1 + 1.485X_2 + 1.136X_3 - 1.203X_4 + 2.774X_5 + 0.932X_6 + 0.004X_7 + 0.002X_8 - 0.003X_9 - 0.003X_{10} - 0.001X_{11} - 0.406X_{12}$$

式中:Y(样地蓄积量), X₁(郁闭度), X₂(龄组), X₃(土层厚度), X₄(B3), X₅(B4), X₆(DVI)。

4.3.1 模型的拟合优度检验

由表 3 可以看出,黔中马尾松蓄积量估测模型的复相关系数为 0.847,拟合优度为 0.717,修正后的拟合优度为 0.699,说明该模型达到了较好的拟合效果。

4.3.2 模型的显著性检验(F 检验)

由 F 统计量的意义可知,F 值越大,说明自变量造成的因变量的变动远远大于随机因素对因变量造成的影响。由表 4 可知,F=39.713,显著性概率 P<0.05,F 达到极显著水平,由此可以看出,样地蓄积量与各自变量之间存在显著的线性关系。

4.3.3 模型残差正态性检验

从图 2 模型残差分布直方图可以看出,残差基

表 4 方差分析

Tab. 4 Variance analysis

模型	平方和	df	均方和	F	显著性概率
回归	3179.360	12	264.947	39.713	.000 ^b
残差	1254.257	188	6.672		
总计	4433.617	200			

本上呈正态分布;从图 3 残差的正态 P-P 概率图可以看出,所用点均大致分布在一条直线附近,残差基本成正态分布,因此认为该模型的残差正态性假设是成立的。

4.3.4 等方差性检验

在线性回归模型中,除了满足上述检验外,还必须满足 E(eY) = 0, Cov(eY) = I 的假设(Gauss-Markov 假设),即误差具有等方差性。

从图 4 可以看出,各散点在纵轴零点对应的直线附近上下基本均匀分布,因此可以认为线性假设成立;从图 5 也可以看出,图中各散点在纵轴零点对应的直线附近上下基本均匀分布,因此可以认为方

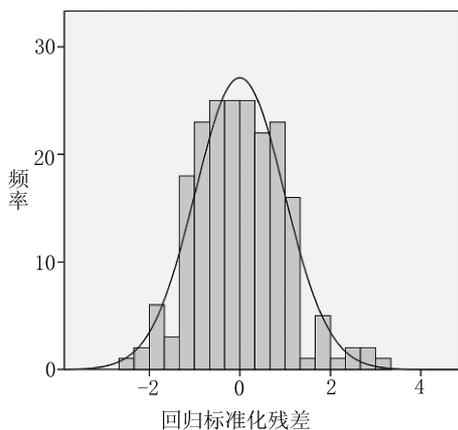


图 2 模型残差分布直方图

Fig. 2 Residual distribution histograms

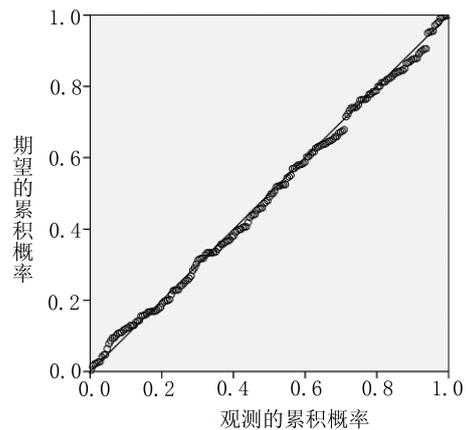


图 3 残差正态 P-P 概率

Fig. 3 Residual normality P-P probability

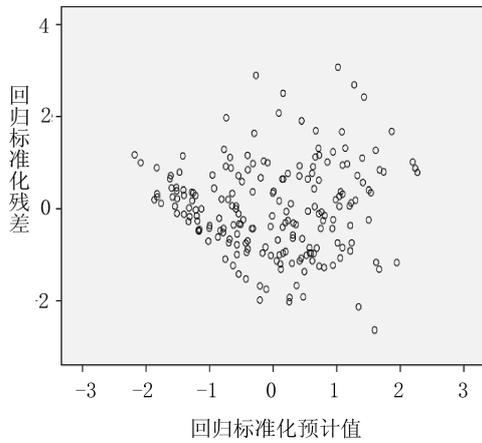


图 4 标准化残差 - 标准化预测值散点

Fig. 4 Scatter plot of standardized residual-standardizing predicted value

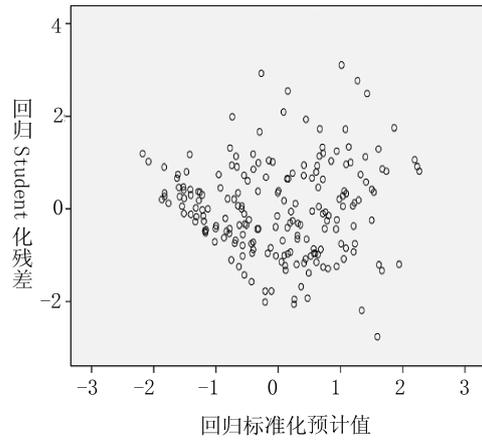


图 5 学生化残差 - 标准化预测值散点

Fig. 5 Scatter plot of SRESID-ZPRED

差齐性假设成立。综上所述,所建立的蓄积量估测模型是可行的。

5 模型的精度验证

从整理的黔中马尾松样地中随机抽取 30 个样地,将抽中样地的 12 个自变量因子带入黔中马尾松蓄积量估测模型,对模型进行精度验证。检验结果如表 5 所示。

由表 5 可知,检验结果的精度最低为 77.34%,最高为 89.38%,精度的平均水平为 83.22%,可为黔中马尾松蓄积量估测提供模型参考,为区域林业经营活动提供理论依据。

6 结论与讨论

6.1 结论

1)利用 3S 技术的黔中马尾松蓄积量估测模型为:

$$V = 0.265 + 1.116X_1 + 1.485X_2 + 1.136X_3 - 1.203X_4 + 2.774X_5 + 0.932X_6 + 0.004X_7 + 0.002X_8 - 0.003X_9 - 0.003X_{10} - 0.001X_{11} - 0.406X_{12}$$

该模型通过了拟合优度检验、F 检验、t 检验、残差正态性及方差齐次性检验,证明该模型在数学上是可行的。

2)利用 30 个实测样地对模型进行适度性检验及精度验证,估测精度的平均水平为 83.22%,可为中尺度马尾松林分蓄积量估测提供参考,为区域林业经营活动提供依据。

表 5 模型预测精度检验

Tab. 5 Accuracy testing and verifying of model prediction

编号	X 坐标	Y 坐标	实测蓄积量/ m ³	估测蓄积量/ m ³	偏差	精度/ %
2	665045	2934534	8.68	7.39	1.49	82.83
5	664222	2930382	20.90	17.26	4.14	80.19
9	676516	2936379	3.63	4.38	-0.75	79.34
28	676463	2936737	6.92	5.68	1.34	80.64
35	676813	2935777	2.02	1.65	0.27	86.63
46	676333	2936669	15.20	12.44	2.76	81.84
48	645975	2948538	4.71	3.94	0.77	83.65
52	673213	2943086	9.04	10.64	-1.60	82.30
66	686239	2943985	9.23	7.75	1.28	86.13
82	688722	2942731	15.88	13.64	2.94	81.49
88	662287	2949453	17.72	14.68	2.74	84.54
93	660096	2941754	16.71	14.03	2.38	85.76
99	660097	2941552	10.82	12.63	-1.61	85.12
101	659441	2942771	9.53	10.91	-1.28	86.57
112	688983	2943449	6.36	5.41	0.95	85.06
128	688958	2943143	5.41	6.34	-0.93	82.81
134	687939	2943261	5.54	4.68	0.86	84.48
136	687956	2943141	13.08	10.89	2.19	83.26
139	669858	2923093	12.56	10.04	2.32	81.53
155	668567	2947987	8.95	10.55	-1.70	81.01
163	667997	2945960	13.94	15.92	-1.48	89.38
167	668490	2947550	19.61	15.98	3.83	80.47

续表 5

编号	X 坐标	Y 坐标	实测蓄积量/ m ³	估测蓄积量/ m ³	偏差	精度/ %
171	670055	2947809	19.97	16.67	3.52	82.37
175	669902	2947331	8.86	7.47	1.41	84.09
177	676468	2932816	11.35	9.33	1.92	83.08
187	676486	2932688	7.19	6.17	1.02	85.81
195	676184	2932465	4.39	5.08	-0.69	84.28
201	677091	2932785	7.63	6.02	1.51	80.21
205	676803	2932283	8.92	7.49	1.40	84.30
224	679589	2933270	14.56	12.26	3.30	77.34

6.2 讨论

1) 本文所研究的模型只针对马尾松一个树种, 而黔中不仅仅只有马尾松一个树种, 故 landsat8 卫星影像数据应用于估测黔中其他树种的模型及其与黔中马尾松蓄积量预估模型的关联性有待研究。

2) 就本文选择的林分因子而言, 龄组可以通过室内查阅造林材料获取, 而郁闭度则需要实地测量, 而基于该数据的黔中马尾松郁闭度估测模型的研究还是空白。故基于 landsat-8OLI 的黔中马尾松郁闭度预估模型的构建及其应用于蓄积量预估模型中还有待研究。

参考文献:

[1] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.

[2] 刘惠明, 林中大. 3S 技术及其在林业上的应用[J]. 广东林业科技, 2002, 18(2): 44-47.

[3] MIKE T. Operational Land Imager (OLI) [EB/OL]. Retrieved from http://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/main/LDCM_OLI_intro.html.

[4] 刘杰, 刘振波, 刘吉凯, 等. 基于单时相 Landsat8_OLI 影像的棉花提取技术研究[J]. 科学与技术工程, 2014, 14(33): 28-33.

[5] 吴石磊. 基于 Landsat8 OLI 数据的森林郁闭度反演研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.

[6] 朱绪超, 袁国富, 易小波, 等. 基于 Landsat8 OLI 影像的塔里木河下游河岸林叶面积指数反演[J]. 干旱区地理, 2014, 37(6): 1248-1256.

[7] 周政贤, 朱守谦, 杨世逸. 马尾松系统研究综述[J]. 贵州农学院丛刊, 1984(4): 1-4.

[8] 贵州省林业勘察设计院. 贵州省森林经理资料汇编[Z]. 1987.

[9] 蔡学成, 杨政熙. 基于中巴资源卫星数据的森林蓄积量估测研究[J]. 农业与技术, 2013, 33(12): 86-88.

[10] 严世发, 杨世逸. 黔中马尾松(人工)立地指数表及数量化地位指数表的编制[J]. 贵州农学院学报, 1982, 8(1): 64-73.

[11] 何晓群, 刘文卿. 应用回归分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001.

[12] 高惠璇. 处理多元回归中自变量共性的几种方法[J]. 数理统计与管理, 2000, 20(5): 49-55.

[13] 于晓牧. logistic 回归多重共线性诊断方法的研究[D]. 大连: 大连医科大学, 2010.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.004

厦门市中心区公园植被、水体和广场空气负离子浓度研究

张凤金^{1,2}

(1. 厦门市园林植物园, 福建 厦门 361003; 2. 华中农业大学园艺林学学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:为了探讨城市公园内部不同用地类型 4 个季节空气负离子浓度, 选取厦门市 7 个公园为研究地, 根据用地类型将公园分成水体、广场、密林、疏林、草地 5 类样区(用地类型), 共选取 57 个观测点进行实地观测并分析。结果显示, 夏季各种用地类型空气负离子浓度都较其他季节高。公园内 5 种用地类型夏季空气负离子浓度值存在显著差异, 密林浓度最高, 疏林、草地、广场、水边依次更低。春、秋、冬季 5 种用地类型空气负离子浓度无显著差异。

关键词:空气负离子浓度; 用地类型; 公园; 厦门市

中图分类号: S759.91; Q948.115 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0019-04

Negative Air Ion Concentration of Vegetation and Water-body in Centre Park of Xiamen City

ZHANG Fengjin^{1,2}

(1. Xiamen Botanical Gardens, Xiamen 361003, China;

2. College of Horticulture and Forestry Science, Huazhong Agriculture University, Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to detect the negative air ions (NAI) concentration in different type of land use of urban parks in four seasons, seven urban parks were selected as study sites. According to type of land use, parks were divided into five sample sites of square zone, water-body zone, dense forest zone, sparse forest zone, lawn vegetation zone, and fifty-seven samples plots also were set by typical sampling method. The results showed that NAI concentrations of all land types were higher in summer than in other seasons, and there were significant difference among the NAI concentration in different land zones within the parks in summer, and the NAI concentration of dense forest was highest followed by sparse forest, lawn, exposed square, waterside. There was little difference among the NAI concentration in five type land use in spring, autumn and winter.

Key words: negative air ions concentration; type of land use; park; Xiamen City

空气负离子有清洁空气、调节小气候的作用, 具有重要的医疗保健功能, 也可作为评价环境质量的指标之一。通过园林绿化改善环境质量, 提高城市中空气负离子的水平, 对改善生活质量、建设低碳生

态型城市具有重要意义^[1]。

20 世纪 90 年代以来, 空气负离子的研究主要集中在森林、景区、疗养地区^[2-5]。近年也有部分关于城市绿地和特定植物群落空气负离子的研

收稿日期: 2015-06-19.

基金项目: 厦门市科技计划项目“优化厦门公园绿地生态保健功能的技术”(3502Z20134061)资助.

作者简介: 张凤金(1972-), 女, 福建闽侯人, 博士生, 高级工程师. 从事园林绿化与园林生态研究. E-mail: garden-xm@163.com

究^[6-10]。针对人们活动频繁的城市公园空气负离子的小尺度定量化研究开展比较少。厦门市位于南亚热带,截至 2013 年,厦门市人均公园绿地超过 11.5 m²,居全国前列。本研究对象是厦门市 7 个公园小尺度范围的空气负离子浓度,可避免因单个公园所在特殊位置的影响偏差。研究内容为:城市公园内部不同用地空气负离子浓度及其差异;一年四季不同用地空气负离子浓度的变化。研究结果可以为公园绿地规划和管理提供理论依据,对建设高生态质量的公园绿地有实际应用价值。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地概况

选择的研究地分别是中山公园、南湖公园、海湾公园、白鹭洲西公园、莲花公园、松柏公园、嘉禾园等 7 个公园,均位于厦门市中心区。厦门市地处福建南部,位于东经 118°04'04"、北纬 24°26'46",年均温 20.6℃,年均相对湿度 78%,属亚热带海洋性气候。

1.2 研究方法

1.2.1 样区选取

根据土地利用方式和植被特征,将公园用地分为 5 种景观要素,分别为密林(郁闭度>0.7)、疏林(0.2<郁闭度<0.7)、稀树草坪或草坪(郁闭度<0.2)、裸地(建筑用地和铺装地)和水体^[11]。采用典型取样法,结合实地调查选取水体、广场、密林、疏林、草地 5 类样区(用地类型),密林、疏林、草地属于植被的不同类型。依据公园大小和用地构成情况,布置样区 57 个(表 1)。为减小周边其他因素对观测结果的影响,每个样区面积至少为 20 m×20 m。建筑和道路因无法达到 20 m×20 m 的面积要求没有纳入样区选取。为便于操作,水体观测点选在水边 2 m 以内空旷处。

1.2.2 观测实验设计

仪器采用日本原产 KEC-990 空气负离子测试仪,测定范围 100~2 000 万个/cm³。测试高度距地面 1.5 m 处,与成人呼吸高度基本一致。每点测试 3 个方向,各停留 10 s 左右,取极值作为该点测试值。观测时间为 2012 年 7 月~2013 年 5 月,夏、秋、冬、春 4 个季节各选择晴好、气温类似、无风天气进行 3 次重复。夏季为 2012 年 7 月 9~14 日、8 月 11~12 日,秋季为 2012 年 10 月 16~19 日、22~24 日,冬季为 2013 年 1 月 14~19 日、21 日,春季为 2013 年 4 月 16~17 日、22~24 日、5 月 8 日、10 日、14 日。厦门濒临海边,为避免海风影响,选择风力

表 1 样区分布位置和数量

Tab. 1 Quantity and location of the samples

公园名称	面积/ hm ²	样区位置和数量				
		广场	水边	密林	疏林	草地
中山公园	13.80	1	1	5	3	1
南湖公园	16.35	1	2	3	2	2
海湾公园	19.58	2	2	2	3	2
白鹭洲西公园	13.80	2	1	2	3	1
莲花公园	2.16	0	1	2	2	1
松柏公园	6.43	1	1	1	3	1
嘉禾园	1.67	1	0	1	0	1
合计		8	8	16	16	9

较低的上 9:00~11:00 进行。同一个公园不同样区同步观测,不同公园采用流动观测。

1.3 数据处理

所有数据均采用 Microsoft Excel 和 SPSS 19.0 软件进行分析,采用单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差异法(LSD)比较不同用地空气负离子浓度的差异;显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同用地空气负离子浓度比较

夏季观测时间段公园内密林平均空气负离子浓度最高,达 353±190 个/cm³,水边平均空气负离子浓度最低,为 201±113 个/cm³。空气负离子浓度从高到低依次为密林>疏林>草地>广场>水边(图 1)。其中白鹭洲公园和南湖公园的密林平均空气负离子可达 550 个/cm³。密林、疏林、草地的空气负离子浓度高于无植被的广场和水边。郁闭度高的植被密林空气负离子浓度高于郁闭度低的植被疏林、草地。根据单因素方差分析,夏季公园内不同空气负离子浓度有显著差异(表 2)。经过 LSD 多重比较分析(表 3),密林的空气负离子浓度与广场、草地、水边均存在显著差异,疏林与水边存在显著差异,密林与疏林无显著差异。

秋季密林平均空气负离子浓度最高,为 218±126 个/cm³,水边最低为 160±73 个/cm³,从高到低依次为密林>疏林>草地>广场>水边。冬季草地平均空气负离子浓度最高,为 172±85 个/cm³,水边最低,为 137±52 个/cm³,从高到低依次为草地>疏林>密林>广场>水边。春季密林平均空气负离子

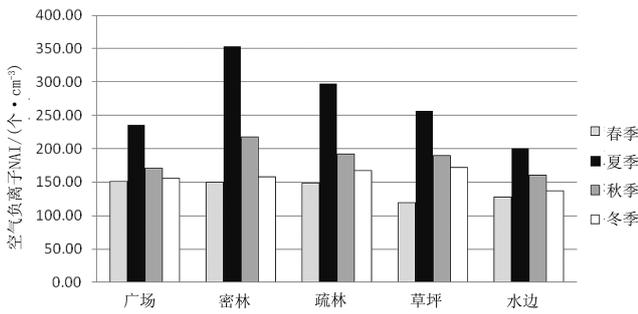


图 1 公园 5 种用地类型 4 个季节平均空气负离子浓度

Fig. 1 verage NAI of the five land types in four seasons

浓度最高,为 150 ± 66 个/ cm^3 ,草地最低为 120 ± 44 个/ cm^3 ,从高到低依次为密林>疏林>广场>水边>草地(图 1)。根据单因素方差分析,秋季、冬季和春季公园内不同用地空气负离子浓度无显著差异(表 2)。

表 2 空气负离子浓度方差分析

Tab. 2 ANOVA about NAI

季节	平方和	df	均方	F	显著性
组间	24940.573	4	6235.143	1.700	0.152
春季	组内 620003.893	169	3668.662		
	总数 644944.466	173			
组间	484087.813	4	121021.953	4.964	0.001
夏季	组内 4120003.889	169	24378.721		
	总数 4604091.701	173			
组间	67364.299	4	16841.075	1.148	0.336
秋季	组内 2478572.558	169	14666.110		
	总数 2545936.856	173			
组间	18890.461	4	4722.615	0.906	0.462
冬季	组内 880928.672	169	5212.596		
	总数 899819.132	173			

2.2 空气负离子浓度 4 个季节变化

5 种用地类型在 4 个季节空气负离子浓度大小变化规律基本一致,依次为夏季>秋季>冬季>春季(图 1)。夏季所有用地平均空气负离子浓度平均为 282 ± 163 个/ cm^3 ,秋季为 190 ± 117 个/ cm^3 ,冬季为 159 ± 72 个/ cm^3 ,春季为 139 ± 61 个/ cm^3 。

3 讨论

3.1 公园内空气负离子浓度分布规律

公园内密林、疏林、草地空气负离子浓度高于广

表 3 夏季空气负离子浓度多重比较

Tab. 3 Multiple comparison of NAI in summer

(I) 用地	(J) 用地	均值差 (I-J)	标准误	显著性	95% 置信区间	
					下限	上限
广场	密林	-116.43056*	39.46555	0.004	-194.3395	-38.5216
	疏林	-62.05147	38.64963	0.110	-138.3497	14.2468
	草地	-20.68981	43.80292	0.637	-107.1612	65.7815
	水边	35.56944	43.80292	0.418	-50.9019	122.0408
密林	广场	116.43056*	39.46555	0.004	38.5216	194.3395
	疏林	54.37908	31.93374	0.090	-8.6613	117.4195
	草地	95.74074*	38.00875	0.013	20.7077	170.7738
	水边	152.00000*	38.00875	0.000	76.9669	227.0331
疏林	广场	62.05147	38.64963	0.110	-14.2468	138.3497
	密林	-54.37908	31.93374	0.090	-117.4195	8.6613
	草地	41.36166	37.16086	0.267	-31.9976	114.7209
	水边	97.62092*	37.16086	0.009	24.2616	170.9802
草地	广场	20.68981	43.80292	0.637	-65.7815	107.1612
	密林	-95.74074*	38.00875	0.013	-170.7738	-20.7077
	疏林	-41.36166	37.16086	0.267	-114.7209	31.9976
	水边	56.25926	42.49507	0.187	-27.6303	140.1488
水边	广场	-35.56944	43.80292	0.418	-122.0408	50.9019
	密林	-152.00000*	38.00875	0.000	-227.0331	-76.9669
	疏林	-97.62092*	37.16086	0.009	-170.9802	-24.2616
	草地	-56.25926	42.49507	0.187	-140.1488	27.6303

场和水边。夏季密林的空气负离子浓度显著高于草地、广场、水边,与穆丹等^[10]的研究结果基本一致。表明公园植被及其密度对局部空气负离子的提升有重要作用。主要是由于植被覆盖率较高的地方枝叶尖端放电及光合作用的光电效应产生较多负离子。另外,由于植物对空气灰尘的吸附对周围空气有清洁作用,吴楚材等^[2]指出,离水体的距离越近,周边的空气负离子浓度越高,但本研究结果显示,水边的空气负离子浓度不仅低于植被,也低于广场。可能由于本研究尺度较小,水体对空气负离子浓度在小尺度的梯度作用不明显造成的。

空气负离子浓度大小依次为夏季>秋季>冬季>春季,除春季外,与史琰等^[3,12]研究结果的规律大致一致。根据同步温度和湿度观测值,春季观测时段温湿度均高于冬季观测时段,但空气负离子浓度低于冬季,与吴楚材等^[2,9,13,14]研究结果中关于空气负离子与温度和湿度相关性规律不符。这是由于空气负离子浓度分布原因比较复杂,温湿度的影响

在春季和冬季之间未起到主要作用。空气负离子的浓度与环境因子的关系不是与单一某个因子的关系,而是受各个因子的影响,如可吸入颗粒物含量、风速、植物的光合作用和呼吸作用等^[4]。

3.2 空气负离子浓度较低原因分析

由于观测仪器和具体观测方法的不同,目前关于空气负离子浓度的各种研究成果尚不统一。本研究结果与邵海荣等^[13]、Xuan Ling 等^[15]的研究结果比较接近,但显著低于潘剑彬等^[5,7]在国内其他城市绿地的测定结果。估计有以下几个原因:

1) 受样地所处地理环境的总体影响,空气负离子浓度由城市中心—郊区—乡村呈逐渐增大趋势^[16],而本研究所选的样地均位于城市中心区,靠近城市主干道,受周围交通和人流的干扰严重。

2) 样地公园面积都小于 20 hm²,均以人工管养为主,没有近自然园林和自然山地,公园内绿化多为人工植物群落且成熟林比例较低。根据蔡春菊等^[7]研究发现,短期绿化建设的人工“森林”在表观上绿化覆盖度较高,但空气负离子水平远不及近自然林。另外,本研究选点为公园主要用地类型点,未选取喷泉、瀑布等局部空气负离子高的特殊点。

3.3 提升公园空气负离子浓度的建议

公园绿地规划时应尽量保留较大较集中的公园绿地斑块,其中部分区域可保留近自然园林的管养模式。加大绿量,保证密林和疏林比例,对原有的成熟林、大树应尽量保留,营造空气负离子产生的环境并延长其保存时间。根据蒙晋佳等^[5,13,17]研究成果,溪流、喷泉、瀑布均可提高空气中负离子浓度。针对公园总体环境负离子浓度暂时较低的现状,可在公园设计和改造提升时,在公园人流密集的地方增加动态水体,提升公园局部微环境空气质量。

本研究重点侧重于探究公园不同用地类型空气负离子浓度的差异,未进行全天各时段的研究。也未细化到不同植物群落及植物配置模式对空气中负离子浓度的影响,这些工作在下一阶段的研究中有待进一步深入开展。

参考文献:

[1] 谭远军,王恩,张鹏翀,等. 空气负离子时空变化及保健功能研究进展[J]. 北方园艺, 2013(9):208-221.
[2] 吴楚材,郑群明,钟林生. 森林游憩区空气负离子水平

的研究[J]. 林业科学, 2001, 37(5):75-81.

- [3] 史琰,金荷仙,唐宇力. 杭州西湖山林与市区空气负离子浓度比较研究[J]. 中国园林, 2009(4):82-85.
[4] 曾曙才,苏志尧,陈北光,等. 我国森林空气负离子研究进展[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2006, 30(5):107-111.
[5] 蒙晋佳,张燕. 地面上的空气负离子主要来源于植物的尖端放电[J]. 环境科学与技术, 2005, 28(1):112-113.
[6] 潘剑彬,董丽,廖圣晓,等. 北京奥林匹克森林公园空气负离子浓度及其影响因素[J]. 北京林业大学学报, 2011, 33(2):59-64.
[7] 蔡春菊,王成,陶康华,等. 城市绿地对空气负离子水平的影响研究[J]. 浙江林业科技, 2007, 27(4):19-22.
[8] 余树全,冯洁. 夏季不同绿地类型温湿度及空气负离子浓度变化特征研究[J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(5):66-74.
[9] 郭圣茂,杜天真,赖胜男,等. 城市绿地对空气负离子的影响[J]. 河北师范大学学报:自然科学版, 2006, 30(4):478-482.
[10] 穆丹,梁英辉. 城市不同绿地结构对空气负离子水平的影响[J]. 生态学杂志, 2009, 28(5):988-991.
[11] 胡宏友,肖亮嫦,张万旗,等. 厦门城市公园景观格局与植物群落结构的相关性[J]. 生态学杂志, 2010, 29(11):2229-2234.
[12] 王晓磊,李传,许景伟,等. 济南市南部山区不同模式庭院林空气负离子浓度[J]. 应用生态学报, 2013, 24(2):373-378.
[13] 邵海荣,贺庆棠,阎海平,等. 北京地区空气负离子浓度时空变化特征的研究[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(3):35-39.
[14] 王继梅,冀志江,隋同波,等. 空气负离子与温湿度的关系[J]. 环境科学研究, 2004, 17(2):68-70.
[15] XUAN L, JAYARATNE R H, MORAWSKA L D. Air ion concentrations in various urban outdoor environments [J]. Atmospheric Environment, 2010 (44):2186-2193.
[16] 王薇,余庄. 中国城市环境中空气负离子研究进展[J]. 生态环境学报, 2013, 22(4):705-711.
[17] 王薇,余庄,郑非艺. 不同环境场所下空气负离子浓度分布特征及其与环境因子的关系[J]. 城市环境与城市生态, 2012, 25(2):38-40.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.005

青钱柳种子休眠解除方法实验研究

李柱存

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:青钱柳种子属于综合性深休眠类型,在自然条件下需要隔年甚至经过 2 年才能萌发。文章主要研究酸蚀时间、GA₃ 浸种浓度、GA₃ 拌沙浓度、层积温度 4 个因素对打破青钱柳种子休眠的影响。结果表明:青钱柳种子经过适当的酸蚀处理后,用适度的 GA₃ 浸种、适度的 GA₃ 拌沙后在先低温后暖温或昼夜变温下层积最有利于提高发芽率。酸蚀时间和层积温度对青钱柳种子的萌发起关键作用,GA₃ 浸种浓度和 GA₃ 拌沙浓度对青钱柳种子萌发的影响相对较小。不同的种源、品种,其最优的处理方案也不相同。云南种源的最高发芽率是 89.67%,庐山种源的最高发芽率是 87.11%。

关键词:青钱柳种子;休眠解除;综合处理;酸蚀处理;赤霉素浸种;层积温度;发芽率

中图分类号:S792.12;S722.14 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0023-07

Methods for Breaking the Dormancy of *Cyclocarya paliurus* seeds

LI Zhucun

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

Abstract: *Cyclocarya paliurus* seeds germinate in the second year or even the third year under natural conditions because of its comprehensive deep dormancy. The study mainly focused on the effects of acid etching times, soaking concentrations of GA₃, and temperatures of stratification on breaking dormancy of *Cyclocarya paliurus* seeds. The results showed: After the appropriate time soaking in sulphuric acid, and proper soaking GA₃ concentration, and proper concentrations of GA₃ mixed with sand followed by lower temperature first and higher temperature stratification or with variational temperature stratification day and night, the germination rate has been greatly increasing; Soaking time in sulphuric acid and temperature of stratification were vital to its germination, while the concentration of GA₃ in soaking seeds and mixing with sand had the minor impacts. In this study, the different provenances and varieties had the different optimal treatment schemes, the high-test generation rate was 89.67% in Yunnan Province, and the provenance of Lushan was 87.11%.

Key words: *Cyclocarya paliurus* seeds; breaking dormancy; comprehensive treatment; acid etching; gibberellin soaking seed; temperature of stratification; germinate rate

青钱柳 (*Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinskaja), 别名摇钱树、麻柳、青钱李等,属于双子叶植物纲 (Dicotyledoneae) 胡桃科 (Juglandaceae) 青钱柳属,是

我国特有的单种属植物,我国南方多省均有发现,多零星分布。乃冰川四纪幸存下来的珍稀树种,被誉为植物界的大熊猫。

收稿日期:2015-04-27.

作者简介:李柱存(1985-),女,云南沾益人,讲师。从事林业调查规划、资质管理工作。

青钱柳的研究始于 20 世纪 70 年代末,青钱柳的叶子泡出的水甘甜滋润,生津止渴。研究发现,青钱柳叶片中除含有人体所必需的钾、钙、镁、磷等大量元素外,还有对人体保健有重要作用的微量元素如锰、铁、铜、锌、硒、铬、砷、锗等^[1-3]。由于现有资源有限,主要是天然林,而且多零星分布在原始森林中。为了充分发挥青钱柳的价值,必须实行定向培育,但是青钱柳种子具有深休眠特性,一般播种后需隔年甚至 2 年后才萌发^[4]。

种子休眠是健全的具有生活力的种子在适宜条件下由于自身原因不能萌发的现象。引起种子休眠的原因主要有 3 个方面,分别为解剖结构上的,代谢方面的和胚本身的发育状况方面的。各种休眠的原因一般是相互联系、相互影响,而不是孤立地发生作用,从而使种子休眠问题的研究复杂化。现用的解除种子休眠的方法大体可以分为 3 类:物理、化学和生物方法。物理方法主要有打击法、磨擦法、层积处理、变温处理;化学方法主要有激素处理、酸类浸种、碱类浸种、盐类浸种、氧化剂处理;生物处理是用一些生物物质处理种子,如壳梭孢(菌)素、*Cotlyenol*、*Cotlyenin E*、独脚金醇等处理^[5]。

青钱柳的繁殖方式主要以播种方式为主,因此,找到更有效的打破休眠的综合处理方案,使之处理后能达到更高的发芽率、发芽势具有重要的实际意义。本实验通过对青钱柳种子酸蚀、GA₃ 浸种、GA₃ 溶液拌沙以及自然变温层积 4 个因素,分 3 个水平的正交实验研究,进一步探索可以有效催芽的综合处理方法,以了解不同处理对种子发芽的影响差异。

1 材料与方法

1.1 实验材料

选择 2 个地理种源的青钱柳种子为实验材料:云南种源千粒重为 108.45 g,饱满率为 63%,生活力为 43.4%;江西庐山种源千粒重为 139.93 g,饱满率为 40%,生活力为 28.7%。

1.2 实验方法

1.2.1 实验设计

云南种源和江西庐山种源都采用 L₉(3⁴) 正交实验设计,酸蚀时间、GA₃ 浸种浓度、GA₃ 拌沙浓度、层积温度 4 个因素对解除青钱柳种子休眠的影响进行研究,设 3 个水平,共 9 个处理,每个处理有 2 个重复。2 个种源在处理过程中只有酸蚀时间不同,其余 3 个因素均相同。处理方案见表 1、表 2。

表 1 云南种源综合处理因素水平

Tab. 1 Yunnan provenance integrated treatment factor level

因素水平	A (酸蚀/h)	B (GA ₃ 浸种 浓度/10 ⁻⁶)	C (GA ₃ 拌沙 浓度/10 ⁻⁶)	D (层积温度)
1	0	0	0	先低后暖(5℃.30 d/18℃.30 d)
2	3	300	300	先暖后低(18℃.30 d/5℃.30 d)
3	6	600	600	昼夜变温(昼 18℃.12 h/夜 5℃.12 h)

表 2 庐山种源综合处理因素水平

Tab. 2 Lushan provenance integrated treatment factors level

因素水平	a (酸蚀/h)	b (GA ₃ 浸种 浓度/10 ⁻⁶)	c (GA ₃ 拌沙 浓度/10 ⁻⁶)	d (层积温度)
1	0	0	0	先低后暖(5℃.30 d/18℃.30 d)
2	3	300	300	先暖后低(18℃.30 d/5℃.30 d)
3	6	600	600	昼夜变温(昼 18℃.12 h/夜 5℃.12 h)

注:表 1 和表 2 中 A(a)因素 1 水平为 0,是指不进行酸蚀;B(b)因素 1 水平为 0,是指用清水浸种 48 h;C(c)因素 1 水平为 0,是指用清水拌沙。

云南种源种子综合处理方案见表 3。

庐山种源种子综合处理方案见表 4。

1.2.2 发芽率测定

云南种源种子和庐山种源种子按照各处理方案分别酸蚀、GA₃ 处理,然后按层积方案进行变温处理,均为 60 d,层积结束后再进行 60 d 发芽实验(23℃),统计总的发芽数,计算各处理的发芽率。

发芽标准:种子的胚根长度为该种粒长度的 1/2 以上时计为正常发芽种子。

发芽率计算公式为:

$$\text{发芽率} = \frac{\text{给定时期内正常发芽种子总数}}{\text{具备发芽能力的种子总数}} \times 100\%$$

其中,具备发芽能力的种子包括已发芽的种子和未发芽的活种子。本文主要用不同的发芽率进行比较,以确定各处理对打破种子休眠的影响。

1.3 数据处理

数据用 Excel 软件输入,用 SPSS 软件进行方差

表 3 云南种源种子综合处理正交试验设计 $L_9(3^4)$
Tab. 3 Orthogonal design of Yunnan provenance seeds integrated treatment

因素处理号	A (酸蚀/h)	B (GA ₃ 浸种浓度/10 ⁻⁶)	C (GA ₃ 拌沙浓度/10 ⁻⁶)	D (层积温度)
1(A ₁ B ₁ C ₁ D ₁)	0	0	0	先低后暖
2(A ₁ B ₂ C ₂ D ₂)	0	300	300	先暖后低
3(A ₁ B ₃ C ₃ D ₃)	0	600	600	昼夜变温
4(A ₂ B ₁ C ₂ D ₃)	3	0	300	昼夜变温
5(A ₂ B ₂ C ₃ D ₁)	3	300	600	先低后暖
6(A ₂ B ₃ C ₁ D ₂)	3	600	0	先暖后低
7(A ₃ B ₁ C ₃ D ₂)	6	0	600	先暖后低
8(A ₃ B ₂ C ₁ D ₃)	6	300	0	昼夜变温
9(A ₃ B ₃ C ₂ D ₁)	6	600	300	先低后暖

表 4 庐山种源种子综合处理正交试验设计 $L_9(3^4)$ 及发芽率

Tab. 4 Orthogonal design of Yunnan provenance seeds integrated treatment and its germination rate

因素处理号	a (酸蚀/h)	b (GA ₃ 浸种浓度/10 ⁻⁶)	c (GA ₃ 拌沙浓度/10 ⁻⁶)	d (层积温度)
1(a ₁ b ₁ c ₁ d ₁)	0	0	0	先低后暖
2(a ₁ b ₂ c ₂ d ₂)	0	300	300	先暖后低
3(a ₁ b ₃ c ₃ d ₃)	0	600	600	昼夜变温
4(a ₂ b ₁ c ₂ d ₃)	3	0	300	昼夜变温
5(a ₂ b ₂ c ₃ d ₁)	3	300	600	先低后暖
6(a ₂ b ₃ c ₁ d ₂)	3	600	0	先暖后低
7(a ₃ b ₁ c ₃ d ₂)	6	0	600	先暖后低
8(a ₃ b ₂ c ₁ d ₃)	6	300	0	昼夜变温
9(a ₃ b ₃ c ₂ d ₁)	6	600	300	先低后暖

分析。

2 结果与分析

2.1 综合处理对青钱柳种子(云南种源)发芽率的影响

青钱柳种子经酸蚀、GA₃ 浸种、GA₃ 溶液拌沙以及层积温度 4 个因素的不同处理后,发芽率见表 5。

由表 5 可以看出,未经过酸蚀处理的种子均没有发芽,而经过酸蚀处理的种子除处理 4、6 在 60 d 时没发芽,其余都有或高或低的发芽率。各处理相

对应的观测期间段内,9 处理的发芽率均为最高,在 120 d 时达到 89.67%,各处理动态变化见图 1。

从图 1 可以看出,青钱柳种子的发芽率随着发芽时间的延长而增大,但是各处理增大的速度不相同(除 1、2、3 处理外)。到 110 d 后,发芽率的变化比较平缓。其中第 5 处理在 110 d 和 120d 时的发芽率相同,都为 44.16%,9 处理的发芽率 120 d 时比 110 d 上升了 0.19 个百分点,8 处理在 120 d 时比 110 d 上升了 0.19 个百分点,8 处理在 120 d 时

表 5 云南种源不同处理青钱柳种子发芽率

Tab. 5 Seed germination of *cyclocarya paliurus* of Yunnan provenances in different treatments

处理序号	60 d	70 d	80 d	90 d	100 d	110 d	120 d
1(A ₁ B ₁ C ₁ D ₁)	0	0	0	0	0	0	0A
2(A ₁ B ₂ C ₂ D ₂)	0	0	0	0	0	0	0A
3(A ₁ B ₃ C ₃ D ₃)	0	0	0	0	0	0	0A
4(A ₂ B ₁ C ₂ D ₃)	0.00	8.26	16.71	24.00	27.07	28.80	29.76B
5(A ₂ B ₂ C ₃ D ₁)	13.25	25.73	34.56	40.71	43.01	44.16	44.16C
6(A ₂ B ₃ C ₁ D ₂)	0.00	2.88	8.83	10.37	12.29	12.29	12.48D
7(A ₃ B ₁ C ₃ D ₂)	18.43	31.30	41.47	47.43	52.04	53.57	55.30E
8(A ₃ B ₂ C ₁ D ₃)	26.31	55.68	70.28	79.49	80.45	81.22	82.76F
9(A ₃ B ₃ C ₂ D ₁)	41.86	59.91	71.04	84.49	88.33	89.48	89.67G

注:此表中的发芽率是 2 个重复的平均值,相同字母代表处理间差异不显著,不同字母代表处理间差异显著。

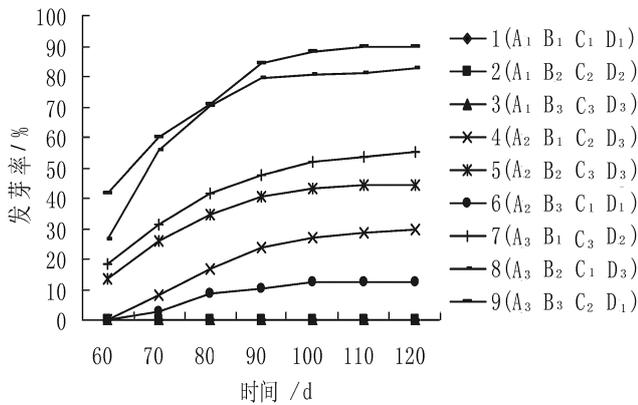


图 1 不同处理在不同发芽时间下的动态变化

Fig. 1 Dynamic changes of different treatments at different germination times

比 110 d 上升了 1.54 个百分点。经过不同的处理, 在 120 d 的发芽时间下, 各因素对青钱柳种子发芽率的影响见表 6。

表 6 各处理 120 d 时发芽率方差分析

Dependent Variable: 反正弦转换值

Tab. 6 Germination rate variance analysis of each processing at 120 d Dependent Variable: arcsine conversion value

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	Pr>F
酸蚀时间	11384.406	2	5692.203	6185.946 **	<.000
GA ₃ 浸种浓度	231.760	2	115.880	125.931 **	<.000
GA ₃ 拌沙浓度	123.000	2	61.500	66.835 **	<.000
层积温度	684.095	2	342.047	371.717 **	<.000
误差	7.361	8	0.920		
总计	12431.942	17			

a R Squared = 0.999 (Adjusted R Squared = 0.999)

注: P* < 0.05, P** < 0.01

由表 6 可以看出, 酸蚀时间、GA₃ 浸种、GA₃ 拌沙浓度、层积温度 4 因素在 120 d 时对青钱柳种子(云南种源)发芽率都有极显著影响。通过方差分析得出, 各因素对青钱柳种子发芽率影响的主次关系为: 酸蚀时间→层积温度→GA₃ 浸种浓度→GA₃ 溶液拌沙浓度。但是, 仍需进行多重对比才能找到最佳处理组合。各因素影响的多重比较结果分别见表 7~表 10。

由表 6 的方差分析及表 7~表 10 的多重比较

表 7 酸蚀时间对发芽率影响的多重比较

Tab. 7 Multiple comparisons of acid etching time on germination rate

酸蚀时间	平均值	0.01 水平	0.05 水平
3	61.5898	A	a
2	31.8560	B	b
1	0.0000	C	c

注: 同列字母相同为差异不显著, 同列字母不同为差异显著(下同)。

表 8 GA₃ 浸种浓度对发芽率影响的多重比较

Tab. 8 Multiple comparisons of GA₃ concentration soaking seeds on germination rate

GA ₃ 浸种浓度	平均值	0.01 水平	0.05 水平
2	35.7780	A	a
3	30.6339	B	b
1	27.0339	C	c

表 9 GA₃ 拌沙对发芽率影响的多重比较

Tab. 9 Multiple comparisons of GA₃ mixing sand on germination rate

GA ₃ 拌沙	平均值	0.01 水平	0.05 水平
2	34.7723	A	a
3	29.9704	B	b
1	28.7030	B	b

表 10 层积温度对发芽率影响的多重比较

Tab. 10 Multiple comparisons of layer temperature on germination rate

层积温度	平均值	0.01 水平	0.05 水平
1	37.7088	A	a
3	32.8415	B	b
2	22.8955	C	c

分析综合得出: 提高青钱柳种子(云南种源)发芽率的最优方案是酸蚀 6 h + 300 × 10⁻⁶ GA₃ 浸种 + 300 × 10⁻⁶ GA₃ 溶液拌沙 + 先低温后暖温 (A₃B₂C₂D₁)。本实验的处理中, 观测到发芽率最高的是 9 (A₃B₃C₂D₁) 处理, 在 120 d 时发芽率达 89.67%。因此采用 9 (A₃B₂C₂D₁) 方案发芽率可能会高于 89.67%, 但还需在实践中进一步探索。

2.2 综合处理对青钱柳种子(庐山种源)发芽率的影响

庐山种源青钱柳种子经酸蚀、GA₃ 浸种、GA₃ 溶

液拌沙以及层积温度 4 个因素的不同处理后,发芽率见表 11。

表 11 庐山种源不同处理青钱柳种子发芽率

Tab. 11 Seed germination of *cyclocarya paliurus* of Lusan provenances in different treatments

处理序号	60 d	70 d	80 d	90 d	100 d	110 d	120 d
1(a ₁ b ₁ c ₁ d ₁)	0	0	0	0	0	0	0A
2(a ₁ b ₂ c ₂ d ₂)	0	0	0	0	0	0	0A
3(a ₁ b ₃ c ₃ d ₃)	0	0	0	0	0	0	0A
4(a ₂ b ₁ c ₂ d ₃)	24.78	39.10	52.26	62.14	64.27	65.04	66.78B
5(a ₂ b ₂ c ₃ d ₁)	4.84	8.13	16.45	28.46	34.07	34.07	34.07C
6(a ₂ b ₃ c ₁ d ₂)	0.00	6.19	20.52	31.94	33.68	33.68	33.68C
7(a ₃ b ₁ c ₃ d ₂)	6.19	15.10	27.87	39.10	45.30	46.07	22.26D
8(a ₃ b ₂ c ₁ d ₃)	42.20	65.43	76.66	85.37	88.46	88.46	88.46E
9(a ₃ b ₃ c ₂ d ₁)	31.94	48.01	71.04	82.08	86.14	86.91	87.11E

由表 11 可以看出:8 处理的发芽率最高,9 处理的发芽率次之,1、2、3 处理同云南种源的一样仍没有发芽。各处理动态变化见图 2。

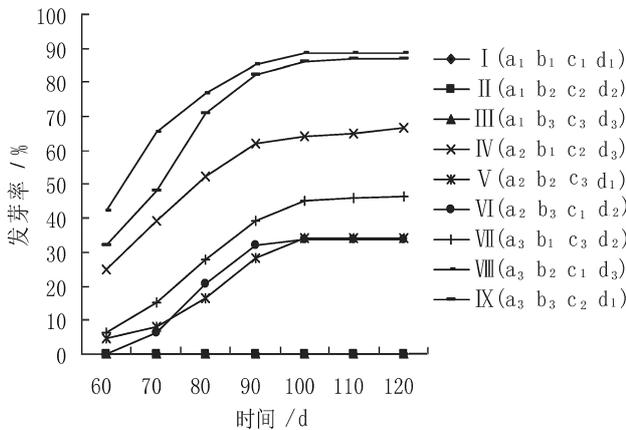


图 2 各个处理在不同发芽时间下的动态变化

Fig. 2 Dynamic changes of each treatments at different germination times

图 2 表明,青钱柳种子的发芽率随时间延长而增大,但增大的情况不相同(除 1、2、3 处理外),到后期发芽率基本上平稳,增长的幅度很小,这些与图 1 一样。8 处理的发芽率最高,9 处理到 120 d 时其发芽率很接近 8 处理。由于无法确定各因素对青

钱柳种子发芽率影响的具体情况,需要借助方差分析筛选最佳处理方案。发芽率方差分析见表 12。

从表 12 可以看出:酸蚀时间、层积温度、GA₃ 溶液拌沙对青钱柳种子(庐山种源)发芽率都有极显著影响,GA₃ 浸种浓度对青钱柳种子发芽率有显著影响。4 个因素对青钱柳种子(庐山种源)发芽率影响的主次关系是酸蚀时间→层积温度→GA₃ 拌沙浓度→GA₃ 浸种浓度。4 个因素对 2 个种源的发芽率影响的主次关系相同。各处理中发芽率的多重对比结果见表 13~表 16。

由表 12 的方差分析及表 13~表 16 的多重比较分析综合得出:对本实验设计中的 4 个因素,提高青钱柳种子(庐山种源)发芽率的最优方案是酸蚀 6 h +300×10⁻⁶ GA₃ 浸种+300×10⁻⁶ GA₃ 溶液拌沙+昼夜变温(a₃b₂c₂d₃)。在本实验的处理中,观测得到发芽率最高的是 8(a₃b₂c₁d₃) 处理,120 d 时发芽率达 88.46%,因此 a₃b₂c₂d₃ 处理的发芽率可能会高于 88.46%。

3 结论

3.1 浓硫酸酸蚀对青钱柳种子萌发的影响

浓硫酸酸蚀能够打破青钱柳种子的休眠,显著提高发芽率,缩短发芽时间。而且适当延长浓硫酸酸蚀的时间可以提高青钱柳种子的发芽率,但酸蚀

表 12 不同处理在 120 d 时发芽率方差分析 Dependent Variable: 反正弦转换值

Tab. 12 Germination rate variance analysis of different treatment at 120 d Dependent Variable: arcsine conversion value

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	Pr>F
酸蚀时间	11582.411	2	5791.206	3132.683**	<.000
GA ₃ 浸种浓度	25.446	2	12.723	6.882*	0.018
GA ₃ 拌沙浓度	690.690	2	345.345	186.810**	<.000
层积温度	729.857	2	364.929	197.404**	<.000
误差	14.789	8	1.849		
合计	13048.947	17			

a R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

注: P* < 0.05, P** < 0.01

表 13 酸蚀时间对发芽率影响的多重比较

Tab. 13 Multiple comparisons of acid etching time on germination rate

酸蚀时间	平均值	0.01 水平	0.05 水平
3	60.6607	A	a
2	41.9842	B	b
1	0.0000	C	c

表 14 GA₃ 浸种浓度对发芽率影响的多重比较Tab. 14 Multiple comparisons of GA₃ concentration soaking seeds on germination rate

GA ₃ 浸种浓度	平均值	0.01 水平	0.05 水平
2	35.2822	A	a
3	34.8067	A	a
1	32.5561	A	b

表 15 GA₃ 拌沙对发芽率影响的多重比较Tab. 15 Multiple comparisons of GA₃ mixing sand on germination rate

GA ₃ 拌沙	平均值	0.01 水平	0.05 水平
2	41.2634	A	a
1	35.1961	B	b
3	26.1855	C	c

时间过长,则容易使种胚受伤,影响发芽。

实验结果分析:云南种源和庐山种源的最佳酸蚀时间是 6 h,都是在实验中最长的酸蚀时间,与前人的研究结果相吻合。在 2 个种源中没经过酸蚀处

表 16 层积温度对发芽率影响的多重比较

Tab. 16 Multiple comparisons of layer temperature on germination rate

层积温度	平均值	0.01 水平	0.05 水平
3	41.6527	A	a
1	34.8928	B	b
2	26.0994	C	c

理的种子到 120 d 时都没发芽,说明在前 4 个月内要使青钱柳种子发芽,酸蚀是一个必要的条件,适当延长浓硫酸酸蚀的时间可以提高青钱柳种子的发芽率。在本实验设计中,酸蚀时间对青钱柳种子发芽率的提高起到最关键的作用。

3.2 赤霉素(GA₃)浸种对青钱柳种子萌发的影响

许多实验和生产实践结果证明,赤霉素能解除种子的休眠,促进萌发,本实验也证明了这一点。

本实验中,赤霉素(GA₃)浸种浓度在 300×10^{-6} 时 2 个种源都达到了最高发芽率,浓度在 600×10^{-6} 时发芽率次之,清水浸种的发芽率最小。说明适当浓度的赤霉素(GA₃)浸种有利于青钱柳种子萌发,但并非浓度越高发芽率越高。

3.3 赤霉素(GA₃)拌沙对青钱柳种子萌发的影响

2002 年史小华等在青钱柳种子休眠与萌发的研究中证明沙中拌赤霉素(GA₃)比不拌赤霉素(GA₃)的发芽率高。本实验中,2 个种源的发芽率在赤霉素(GA₃)拌沙浓度 300×10^{-6} 时达到最高,浓度 600×10^{-6} 为第二,没拌赤霉素(GA₃)时发芽率最低,进一步说明了要在适宜的浓度下发芽率才会最佳,并非浓度越高发芽率就越高。

3.4 层积温度对青钱柳种子萌发的影响

实验结果表明:2 个种源在先暖后低温的层

积处理下发芽率最低,云南种源在先低温后暖温层积处理下发芽率最高,庐山种源在昼夜变温层积处理下发芽率最高。这说明不同种源对层积温度的要求不同,在实际工作中要根据种源、品种选择层积温度。

3.5 综合处理对青钱柳种子萌发的影响

由前面的方差分析结果可知,酸蚀时间和层积温度对青钱柳种子的萌发起关键作用,GA₃ 浸种浓度和 GA₃ 拌沙浓度对青钱柳种子的萌发影响不大。GA₃ 浸种浓度和 GA₃ 拌沙浓度要适当为好,并非浓度越高越好;不同的种源、品种,其最优的处理方案也不相同。适当的酸蚀时间+适度的 GA₃ 浸种+适度的 GA₃ 拌沙+先低温后暖温或昼夜变温层积处理后的青钱柳种子有利于提高发芽率。

4 讨论

提高青钱柳种子发芽率的最优方案中,云南种源和庐山种源的酸蚀时间、GA₃ 浸种浓度、GA₃ 拌沙浓度 3 个因素都相同,仅层积温度不同。这种差别

可能是由于 2 个种源的生长环境不同造成的,在实际生产中要根据种源、品种选择不同的处理方案。

在确定打破青钱柳种子休眠的方法上,首先浓硫酸酸蚀种子,增加其透性,有利于水、气的交换;然后用赤霉素(GA₃)浸种使内部的激素达到平衡,最后用拌有赤霉素(GA₃)的湿沙变温层积,从而达到彻底解除休眠的效果。

参考文献:

- [1] 易醒,石建功,周光雄,等. 青钱柳化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2002, 27(1):43-44.
 - [2] 李磊. 青钱柳无机元素的初级形态分析[J]. 南昌大学学报:自然科学版,2000, 22(1):74-77.
 - [3] 舒任庚,徐昌瑞,刘庆华,等. 青钱柳化学成分研究[J]. 中国中药杂志,1995, 20(11):680-681.
 - [4] 国家林业局国有林场和林木种苗工作总站. 中国木本植物种子[M]. 北京:中国林业出版社,2001:503.
 - [5] Khan A A 编,王沙生译. 种子休眠和萌发的生理生化[M]. 北京:农业出版社,1989.
-
- (上接第 12 页)
- [12] 梁敏妍,赵小艳,林卓宏,等. 基于 Landsat ETM+/TM 遥感影像的江门市区地表热环境分析[J]. 热带气象学报,2011,27(2):244-250.
 - [13] 冯晓刚,石辉. 基于遥感的夏季西安城市公园“冷效应”研究[J]. 生态学报,2012,32(23):7355-7363.
 - [14] 覃志豪,李文娟,徐斌,等. 陆地卫星 TM6 波段范围内地表比辐射率的估计[J]. 国土资源遥感,2004, 61(3):8-32.
 - [15] ELLRIC V, VICENTE C. Mapping Land Surface Emissivity from NDVI: Application to European, African, and South America Areas [J]. Remote Sensing of Environment, 1996, 57(3):167-184.
 - [16] 吴骅,李彤. TM 热红外波段等效比辐射率估算[J]. 遥感信息,2006,3(85):26-28.
 - [17] 赵翠娥,丁文荣. 基于 ENVI 和 GIS 技术的龙川江流域植被覆盖度动态监测[J]. 2013,38(5):14-18.
 - [18] 马志勇,沈涛,张海军,等. 基于植被覆盖度的植被变化分析[J]. 测绘通报,2007(3):45-48.
 - [19] 邓书斌. ENVI 遥感图像处理方法[M]. 北京:科学出版社,2011:56-99,271-316.
 - [20] CARLSON T N, RIPLEY D A. On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index [J]. Remote Sensing of Environment, 1997, 62(3):241-252.
 - [21] 刘洪鹄,张平仓,刘宪春,等. 嘉陵江流域植被覆盖时空变化特征[J]. 长江流域资源与环境. 2011,20(1):112-113.
 - [22] 苏旺德,史正涛,沈盈佳,等. 城市水源植被覆盖度遥感估算与时空变化动态分析[J]. 中国农村水利水电,2014(4):29-539.
 - [23] 盛辉,万红,崔建勇,等. 基于 TM 影像的城市热岛效应监测与预测分析[J]. 遥感技术与应用,2010, 25(1):9-14.
 - [24] 王天星,陈松林,阎广建,等. 地表参数反演及城市热岛时空演变分析[J]. 地理科学,2009, 29(5):697-702.
 - [25] 陈松林,王天星. 等间距法和均值标准差法界定城市热岛的对比研究[J]. 地球信息科学学报,2009, 11(2):145-150.
 - [26] 王天星,陈松林,马娅,等. 亮温与地表温度表征的城市热岛尺度效应对比研究[J]. 地理与地理信息科学, 2007,23(6):73-77.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.006

天然偃松土壤种子库空间分布研究

金屿淞¹, 李慧仁², 张培林³

(1. 东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 黑龙江大兴安岭地区农业林业科学研究院, 黑龙江 加格达奇 165000;
3. 黑龙江大兴安岭地区营林技术推广站, 黑龙江 加格达奇 165000)

摘要: 设置样方进行野外调查, 对天然偃松土壤种子库空间分布进行研究。结果表明, 天然偃松土壤种子库水平分布与垂直分布均具有规律性。随着距母树距离的增加, 种子数量呈现减少趋势($p=0.097$)。4个方向上种子数量由多至少的次序为: 南>西>东>北($p=0.089$), 水平分布差异不显著。由枯落物层向土层深处方向种子数量逐渐减少($p<0.05$), 差异性十分显著, 枯落物层和0~5 cm土壤层中含有83%的种子。种子质量调查结果, 土壤种子库中63.2%为空粒种子, 25.1%为腐烂种子, 完整种子仅占11.7%。

关键词: 偃松; 土壤种子库; 空间分布; 种子质量

中图分类号: S791.24; S722.11 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0030-04

Soil Seed Bank Spatial Distribution of Natural *Pinus pumila*

JIN Yusong¹, LI Hui ren², ZHANG Pei lin³

(1. Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2. Forestry Agricultural Sciences Academy of Heilongjiang Daxing'anling, Jiagedaqi, Heilongjiang 165000, China; 3. Daxing'anling Forest Culture and Management Promotion Stations, Jiagedaqi. Heilongjiang 165000, China)

Abstract: By setting quadrat for field investigation, soil seed bank spatial distribution of natural *Pinus pumila* was studied in the paper. The results showed that horizontal distribution and vertical distribution of natural *Pinus pumila* had regularity. As the distance increases from the mother tree, the seed number showed a decreasing trend ($p=0.097$). Seeds number of the four directions followed decreasing order as South> West> East> North ($p=0.089$), the difference of horizontal distribution was not significant. The seeds number was drop off gradually from litter layer to the depths of the soil direction ($p<0.05$), the difference was significant, seeds number in litter layer and 0~5 cm soil layer was accounted for 83%. Seed quality survey results showed that 63.2% of the soil seed bank was empty seeds, 25.1% of rotting seeds, intact seed only accounted for 11.7% of total.

Key words: *Pinus pumila*; soil seed bank; spatial distribution; seed quality

土壤种子库是指存在于土壤表层凋落物和土壤中全部活性种子的总和^[1]。土壤中的活性种子是植物群落的一部分, 是新植株的来源。土壤种子库

可以分为瞬时土壤种子库和持久土壤种子库。随着群落生态学的发展, 土壤种子库的研究已经成为植物生态学重要的一部分^[2]。近几年来, 种子库的变

收稿日期: 2015-06-31.

作者简介: 金屿淞(1992-), 女, 福建厦门人, 硕士研究生. 研究方向: 森林植物资源.

化特征^[3]、空间异质性^[4]、生物多样性^[5]等研究方向成为种子库研究的新领域。

偃松(*Pinus pumila*)是分布于欧亚大陆东北部寒温带针叶林地区的一种灌木,是高纬度、高海拔的山地寒温带建群种。抗寒、抗旱、耐贫瘠,可在裸岩地生长,生态价值极高,常被作为边坡绿化和水土保持的先锋物种^[6]。也是珍贵毛皮动物紫貂、灰鼠等的栖息场所,并具有较高经济价值。在我国,偃松主要分布于大兴安岭林区,并以呼中林业局为集中分布区。偃松林所处地带受低温、严寒、强风、地形及永冻层影响,偃松只能形成斜升或匍匐状^[7],山峰顶部的偃松矮曲林是其主要分布林型。受灾害影响后(如火灾),生态环境遭到严重破坏,水土保持能力降低、偃松资源急剧减少、生物链的平衡被打破。偃松火烧区植被恢复非常困难,特别是偃松种子天然散布能力弱,自然演替难以恢复至顶级群落,研究偃松种子库,可以为偃松生态恢复提供理论基础和技术依据,通过人工手段合理有效地加快生态系统正向演替进程,尽早形成稳定的偃松林顶级群落,实现生态和经济效益的统一。

1 研究地概况

研究地点设在黑龙江省大兴安岭地区呼中林业局小白山天然偃松矮曲林(海拔900~1400 m)。该林业局位于大兴安岭伊勒呼里山北坡,呼玛河中上游地区,地理坐标为东经122°39'30"~124°21'00",北纬51°14'40"~52°25'00"。境内地势西南部多高山峻岭,东北部多丘陵河谷,形成由西南向东北海拔逐渐降低的地貌特征,最高的2座山峰大白山1528 m,小白山1404 m。属大陆性季风气候,四季分明,光照充足,雨量充沛,寒冷湿润。年均温-4.3℃,绝对最低温-47.4℃,绝对最高温32℃。年均降水量497.7 mm。土壤以棕色针叶林土为主。植被属寒温带针叶林区大兴安岭山地寒温带针叶林带。

2 研究方法

1)野外调查:参考以往文献研究,本次调查选取的偃松母树分布在小白山海拔为1000~1400 m区域,海拔每隔100 m,选取2株,共选取10株偃松,记录海拔、坡向、坡度、丛高、丛长、根径、每丛枝条数等生态因子。

2)样方设置:土壤种子库取样地点设在偃松母树林冠下,以母树为中心,分别沿东南西北4个方向

取样,每个方向上设置3个取样样方,间隔为50cm,样方面积50cm×50cm。距离母树由近到远分别记为1号、2号、3号样方(图1)。

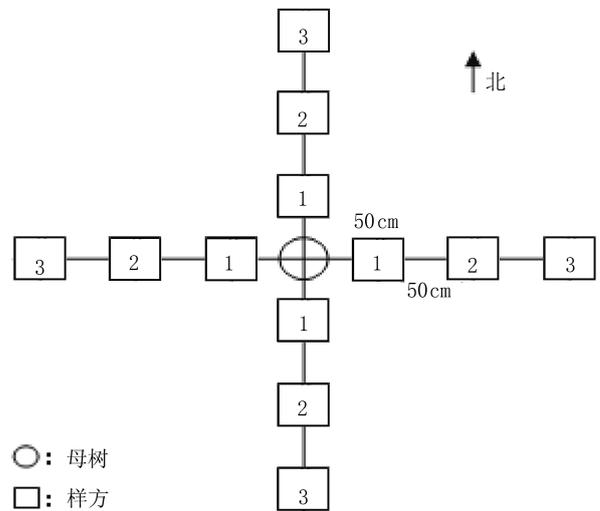


图1 偃松土壤种子库样方设置

Fig. 1 Quadrat setting of soil seed bank of *Pinus pumila*

3)取样层:取枯落物层0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm,土壤种子库样本共计480份。

4)实验室处理及分析:土样带回实验室风干,用筛网筛选出偃松种子。根据偃松种子外表完整情况,将种子分为完整、腐烂、空粒(动物啃咬及虫害破坏)。

用Excel和SPSS软件对偃松土壤种子库数量、质量、分布特征进行分析。

3 结果与分析

3.1 偃松母树调查情况

偃松土壤种子库调查共计调查偃松母树10株。分布海拔为1000~1400 m,分布最高处已接近小白山山顶,以阳坡为主,详细情况见表1。

3.2 偃松土壤种子库水平分布情况

对10株偃松母树东西南北4个方向上的样方土壤取样进行种子数量统计,统计结果见表2。

偃松种子水平分布差异性明显。按种子数量由高到低来看,距离母树1 m的1号样方所含种子数量最多,为356.8粒,占种子总数的40.9%。其次为距离母树1.5 m的2号样方,所含种子数量为291.9

表 1 10 株偃松母树基本情况

Tab. 1 Basic information of 10 mother tree of *Pinus pumila*

编号	海拔/ m	坡向	坡度/ °	丛高/ m	丛长/ m	根径/ cm	每丛枝条数/ 枝	东西冠幅/ m	南北冠幅/ m
1	1000	阳	19	3.2	2.7	6.5	10	4.0	3.5
2	1000	半阳	15	2.4	2.6	6.2	8	3.0	3.0
3	1100	阳	22	3.5	3.6	6.9	11	4.5	4.0
4	1100	半阳	17	2.5	3.5	6.3	11	3.5	3.5
5	1200	阳	16	2.2	3.7	7.5	12	5.0	4.5
6	1200	半阳	15	2.1	3.2	7.3	8	4.0	3.0
7	1300	阳	24	2.7	4.5	8.8	12	4.5	5.0
8	1300	阳	23	1.8	3.8	8.2	9	5.0	4.5
9	1400	阳	17	2.6	4.3	8.5	11	5.5	5.0
10	1400	阳	10	1.5	3.8	7.9	10	5.0	5.0

表 2 偃松土壤种子库水平分布情况

Tab. 2 Horizontal distribution of soil seed bank of *Pinus pumila*

样方	种子数量/粒				平均值/ 粒	总计/ 粒
	东	西	南	北		
1	78.6±6.5	82.2±7.6	127.3±7.6	68.7±5.5	89.2±6.6	356.8
2	69.2±5.3	73.8±8.1	92.1±6.2	56.8±2.3	73.0±4.8	291.9
3	52.5±3.5	49.7±5.5	76.8±4.6	44.3±5.6	55.8±3.9	223.3
平均值/粒	66.8±6.7	68.6±4.9	98.7±8.6	56.6±6.1		
总计/粒	200.3	205.7	296.2	169.8		872.0

粒,占种子总数的 33.5%。3 号样方距离母树 2.5 m,所含种子数量最少,为 223.3 粒,占种子总数的 25.6%。随着距母树距离的增加,种子数量呈现减少趋势,经差异性分析, $p=0.097$,差异不显著。

从种子库方位来看,母树朝南方向种子库含种子数量总计为 296.2 粒,占种子总数的 34%;朝西方向种子数量为 205.7 粒,占种子总数的 23.6%;朝东方向种子数量为 200.3 粒,占种子总数的 23%;朝北方向种子数量为 169.8 粒,占种子总数的 19.5%。4 个方向上种子库数量由多到少的次序为:南>西>东>北。经差异性分析, $p=0.089$,差异不显著。

3.3 偃松土壤种子库垂直分布情况

分别统计母树周围 12 个样方中各土层的种子数量,同一土层种子数量相加后得到表 3。

研究不同土层种子库数量可以发现,在枯落物层中的种子占种子总数的 59.1%;土壤 0~5 cm 层中的种子占 23.8%,两者共计占种子总数的 82.9%;5~10 cm 层中的种子占 12%;土壤 10~15 cm 层中种子数量很少,只占 5.1%。由枯落物层向

土层深处方向,偃松种子数量逐渐减少,经差异性分析, $p<0.05$,差异十分显著。

3.4 偃松种子质量调查

将土样带回实验室风干,用筛网筛选出偃松种子,并对种子质量进行统计,此次调查共得到偃松种子 3 064 粒。统计各土层完整种子、腐烂种子、空粒种子数量后得到表 4。

由表 4 可以看出,土壤种子库中完整种子只占总量的 11.7%,腐烂种子占 25.1%,空粒种子占 63.2%,说明偃松种子落地后大部分被动物啃咬或虫害破坏形成空粒种子。

完整的种子中,75.6%的种子存在于枯落物层,16.1%存在于 0~5 cm 土壤层中,这 2 层土壤中含有超过 90%的完整种子。5 cm 土壤以下完整种子含量不足 10%。枯落物层和 0~5 cm 土层中含有完整种子 330 粒,占种子库总量的 10.7%。这 2 层土层中的完整种子对偃松自然更新起到重要作用。

无活力的偃松种子占种子库总量的 88.3%,其

表3 偃松土壤种子库垂直分布情况

Tab. 3 Vertical distribution of soil seed bank of *Pinus pumila*

土层	10 棵母树种子数量/粒										总计/ 粒	占比/ %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
枯落物层	180	100	236	200	168	112	236	140	280	160	1812	59.1
0~5 cm	60	72	48	104	76	60	80	84	56	88	728	23.8
5~10 cm	40	20	28	72	44	40	28	48	20	28	368	12.0
10~15 cm	16	8	12	20	12	20	4	40	8	16	156	5.1
总计/粒	296	200	324	396	300	232	348	312	364	292	3064	100

表4 偃松种子质量调查情况

Tab. 4 Seed quality of *Pinus pumila*

土层	数量/ 粒	完整种子		腐烂种子		空粒种子	
		数量/ 粒	占比/ %	数量/ 粒	占比/ %	数量/ 粒	占比/ %
枯落物层	1812	272	15.0	417	23.0	1123	62.0
0~5 cm	728	58	8.0	226	31.0	444	61.0
5~10 cm	368	18	4.9	81	22.0	269	73.0
10~15 cm	156	12	7.7	45	28.8	99	63.5
合计	3064	360	11.7	769	25.1	1935	63.2

中空粒居多,其次为腐烂种子。枯落物层和0~5 cm 土层中含有这2种种子2210粒,占种子库总量的72.1%。

4 结论与讨论

天然偃松土壤种子库水平分布和垂直分布均具有规律性。从水平分布来看,随着距母树距离的增加,种子数量呈现减少趋势。从种子库方位来看,4个方向上种子库数量由多至少次序为:南>西>东>北。从垂直分布来看,由枯落物层向土层深处,种子数量逐渐减少。说明偃松球果的分布越靠近母树树干其数量越多,同时母树南方受太阳光照射充足,球果数量多于其他方位。种子成熟后与球果分离下落过程受外力作用较小也近似垂直掉落,这也与偃松种子质量有较大有关。水平分布虽有一定规律,但经过差异性分析,天然偃松林土壤种子库水平分布 $p=0.097$,按不同方位分析, $p=0.089$,说明差异不显著。

偃松种子落地后,主要存在于枯落物层和0~5 cm 土层中,近83%的种子存在于这2层中,由枯落物层向土层深处,偃松种子数量逐渐减少,经差异性分析, $p<0.05$,表明垂直分布差异性十分显著。

落地后的种子大部分被动物啃咬或虫害破坏形成空粒种子,这2部分种子占落地种子总量的88.3%,其中的72.1%存在于枯落物层和0~5 cm 土层中。完整种子只占总量的11.7%,其中75.6%的种子存在于枯落物层,16.1%存在于0~5 cm 层,这2层土壤中含有超过90%的完整种子。这一部分的完整种子对偃松自然更新起到重要作用。

本次调查为了偃松母树具有一定的统一性,母树多选择在阳坡,少量为半阳坡。阳面和半阳面枝条多于北面,土壤种子库也同步表现。但在阴面生长的偃松,枝条向北延生,母树北面枝条多于南面,理论上土壤中种子含量北面会多于南面,这一问题将在今后的调查中进一步研究。

笔者发现,调查时间虽为9月份,但山顶背阴处已有积雪。随着海拔增大,风力不断增强,偃松丛高降低,丛长和根径都有所增大。这一现象也是偃松矮曲林适应环境的一种表现。

参考文献:

- [1] 戈峰. 现代生态学[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [2] 张志权. 土壤种子库[J]. 生态学杂志,1996,15(6):36-42.
- [3] 马全林,卢琦,魏林源,等. 干旱荒漠白刺灌丛植被演替过程的土壤种子库变化特征[J]. 生态学报,2015(7):2285-2294.
- [4] 杜晶,赵成章,宋清华,等. 基于地统计学的退化草地狼毒种群土壤种子库空间异质性[J]. 生态学杂志,2015,34(1):94-99.
- [5] 王有兵,严毅,王亚婷,等. 紫茎泽兰入侵对林分土壤可萌发种子库特征及生物多样性的影响[J]. 东北林业大学学报,2015(2):42-46.
- [6] 徐家忠. 偃松资源合理开发利用价值分析[J]. 中国林业企业,2005(9):10-11.
- [7] 谢振东. 浅谈内蒙古大兴安岭偃松矮曲林的价值[J]. 内蒙古林业调查设计,1999(3):117-119.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.007

园林植物花色素苷研究进展

靳慧慧,岳胜钱,郭美丽,张开明
(河南农业大学林学院,河南 郑州 450000)

摘要:花色素苷是彩叶植物呈色的主要物质之一。文中阐述花色素苷对城市环境的影响及其合成途径。花色素苷对高光、氧化、旱、寒等逆境响应产生的不同保护机理和在此基础上外界环境因子光、温度、水分、糖、外源化学物质等对花色素苷色彩和稳定性的影响以及花色素苷的应用等多个角度对花色素苷进行了全面论述,分析归纳了该领域尚需解决的问题,并对今后的研究方向提出了展望。

关键词:花色素苷;园林植物;保护作用;环境因子;功能作用

中图分类号:S718.54;Q946.83 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0034-06

Research Advances of Landscape Plant Anthocyanin

JIN Huihui, YUE Shengqian, GUO Meili, ZHANG Kaiming
(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: Anthocyanins are one of the main coloring substances of colorful plants. This paper describes the effects of anthocyanins on urban environment and its synthetic route, anthocyanidin responses under different protection mechanisms in adversity such as highlights, oxidation, drought and low temperature stress, also have been analyzed. On the basis, the effects of external environmental factors e. g. light, temperature, water, sugar, exogenous chemicals etc on pigment-color and stability of anthocyanin, and anthocyanin applications have been elaborated comprehensively in this paper. Moreover, problems needing to settle in this area and the research direction in the future have been concluded and prospected.

Key words: anthocyanin; landscape plants; protective effect; environmental factors; functional action

1 花色素苷对城市环境的影响

自然界植物色彩缤纷,花朵的颜色更是千姿百态,姹紫嫣红。而城市生活中最为常见的植物大都为绿色,随着城乡发展和城市绿化多元化的需求,彩色植物在园林上的地位日益突显出来。彩叶植物的叶片在不同的生长季表现出异于绿色的色彩,使园林景观更趋于色彩感、层次感和艺术感。无论是金

叶女贞、紫叶小檗、花叶红瑞木、金叶连翘,还是金心黄杨、紫叶李、紫叶矮樱、紫叶锦带、紫叶碧桃、加拿大红樱,为了景观多元化,它们在景观色彩的搭配上越来越得到设计者和人们的青睐和钟爱。从季相上来讲,臭椿、石楠、山麻杆、石栎、朴树等春季萌发叶片不同于绿色。而秋色类植物由于叶绿色积累转化,如银杏、法桐、白蜡、黄山栎、无患子、盐肤木、榉树、乌桕、三角枫、五角枫、鸡爪槭、黄栌、南天竹、重

收稿日期:2015-05-15.

资助项目:2015年度河南省高等学校重点科研项目(15A220006)资助.

作者简介:靳慧慧(1989-),男,河南焦作人,硕士研究生.主要研究方向为植物生理.

通信作者:张开明(1978-),女,河南郑州人,副教授,博士.主要从事园林植物生长发育与调控研究.

阳木、枫香、黄连木等,还有如金叶红瑞木等春秋季节变色的植物,它们所特有的黄色、橙色和红色美化了山林和城市,使人们的生活环境不再单调而赋予美感。为未来种植绿化趋于多品种、多色彩提供了广阔的空间。更好地了解和研究他们,将有助于园林绿化迈向一个崭新的纪元。

2 植物叶片花色素苷的合成途径:

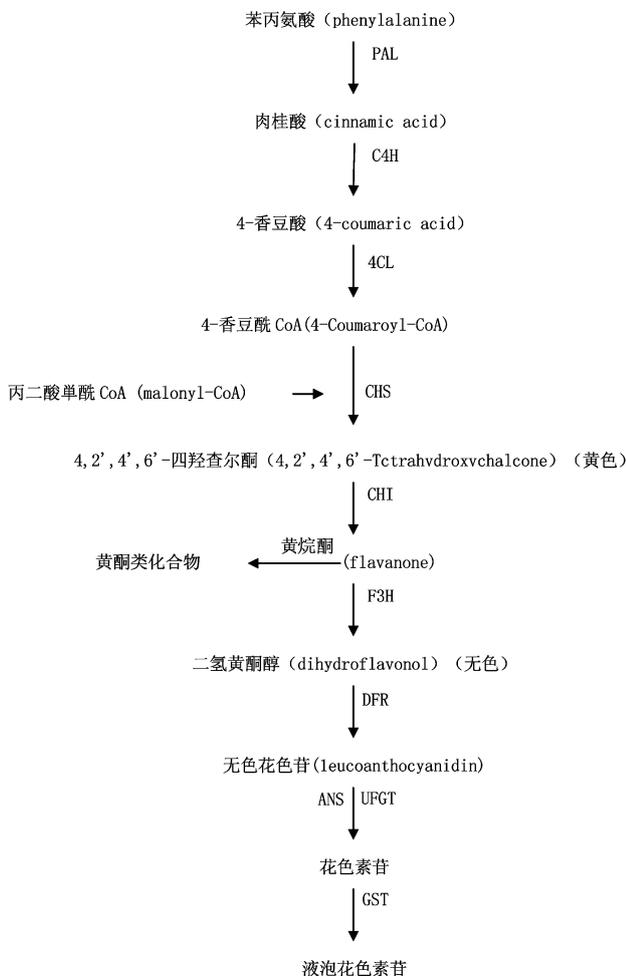


图1 花色素苷生物合成途径

Fig. 1 Biosynthetic pathway of anthocyanins

目前对于花色素苷的生物合成途径已经十分明确,花色素苷合成开始于类黄酮类物质合成途径中的苯丙烷代谢途径。肉桂酸(cinnamic acid)由苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine, PAL)催化苯丙氨酸转化而得,随后经肉桂酸4-氢化酶(Cinnamate 4-hydroxylase, C4H)和对香豆酰-CoA连接酶(4-coumarate: CoA ligase, 4CL)的作用下形成对香豆酰 CoA (4-

coumaroyl-CoA)。香豆酰可以进入木质素途径,也可与丙二酰单酰 CoA (malonyl-CoA)在查尔酮合成酶(Chalcone synthase, CHS)的催化下,形成黄色的4,2',4',6'-四羟查尔酮(4,2',4',6'-Tetrahydroxy chalcone),它可以缓慢自发地异构化,生成没有颜色的黄烷酮(flavanone),也可以在查尔酮-黄烷酮异构酶(chalcone-flavnone isomerase, CHI)的作用下加速完成。黄烷酮可以生成黄烷酮化合物,也可以在黄烷酮羟基化酶(flavnone-3-hydroxylase, F3H)的催化下生成的二氢黄酮醇(dihydroflavonol),无色的双氢黄酮醇(dihydroflaconol)通过双氢黄酮醇还原酶(dihydroflaconol 4-reductase, DFR)的催化,进一步还原成无色花色素苷(leucoanthocyanidin),再通过花色素苷合成酶(anthocyanidin synthase, ANS)及糖苷转移酶(UDP-glycose: falconoid-3-O-glycosyltransferase, UFGT)生成各种类型的花色素苷。花色素苷最终在谷胱甘安S-转移酶(Glutathione S-transferase)的作用下被运输到植物的液泡中。上述过程详^[1-2]见图1。

3 花色素苷对植物的作用

3.1 提高光保护能力

在19世纪80年代就有研究表明,花色素苷可以减轻光损伤的程度,对蓝紫光损伤发育中的原叶绿素的保护效果尤为显著。在许多植物中,花色素苷同样有保护作用。如常绿植物荚蒾属(*Viburnum*)、十大功劳属(*Mahonia*)、北美短叶松(*Pinus banksiana*)幼苗等。朱书香^[3]根据李属4种植物的研究发现,植物叶片在逐渐衰老的过程中,花色素含量较高的可以起到对叶片细胞和光合结构的保护作用,其主要原因是过多的花色素苷形成“光屏障”,减少对过剩光能的吸收,从而缓解外界对自身光合作用的影响。Gould等^[4]研究发现花色素苷覆盖于植物表层可以保护植物,对植物过剩光能进行吸收,以热耗散的形式传递给外界,从而缓解叶绿体被过剩光能的毒害作用,最终保护光合膜系统免受过多自由基作用而产生的损伤。谢智华^[5]在探讨园林植物中常用的紫(红)叶树种的特性中也证实了同样的观点,即红叶比绿叶树种有更强的抵御光破坏能力,在不利环境下花色素苷含量越高对外界的逆境的抵抗力和自身的适应性就越强。此外,张会慧等^[6]在研究丁香新生叶光合机构作用时,也证实了花色素苷对光合膜系统的保护作用。花色素苷对植

物的光合作用也有显著影响,薛占军等^[7]指出茄子叶片表皮里紫色花色素苷对光合器官的保护机制而采用的抵抗方式属于生物和物理水平抵御体系。同时证明得出,在绿光光谱下,茄子上表皮紫色花色素苷对破坏或者光抑制发挥出更明显的保护作用。其主要机理在花色素苷含量过高时形成的“光屏障”可以“阻拦”过滤掉部分绿光,从而减少了光抑制,增大光合作用。

3.2 提高抗氧化能力

近年来在关于花色素抗氧化能力的研究中,Wang 等^[8]指出高纯度的花色素苷可以直接用于清除自由基,其抗氧化能力显著超过维生素 C 和 α -生育酚。这与吕晓玲等^[9]、Ishii 等^[10]得出的结论相同。Neill 等^[11]发现 *Elatostema rugosum* 红叶抗氧化能力更强。但 Gould 等^[4]研究认为叶片花色素苷含量的多少与其抗氧化能力没有必然联系。

3.3 提高抗旱能力

花色素苷亲水性强且广泛存在于液泡中,逆境会对植物细胞产生渗透胁迫,而当植物叶片中花色素苷含量较高时,可以有效地降低细胞冰点,缓解细胞渗透势,防止细胞受冻害并抵御冰冻引发的脱水胁迫,进一步增强其抗旱能力^[12]。大量研究表明,苯丙氨酸解氨酶(PAL)在干旱处理条件下活性明显升高。Sherwin 等^[13]在研究杨属植物中发现,杨属植物枝条中花色素苷的形成和干旱胁迫有关;复苏植物的脱水器花色素苷含量是水分充足期的 3~4 倍,从而显示出强悍的耐脱水能力。也有一些植物新生叶如石楠、椿树呈现红色,而长大后叶片变为绿色,也是基于同样的原因,高浓度花色素苷有利于它们适应不利的外界环境。此外,还有报道说明,在含有较低花色素绿胡椒栽培品种不如含有较高花色素紫胡椒栽培品种耐水分胁迫^[14];南非特有的 2 种极度耐旱植物 *Xerophyta viscosa* 和 *Craterostigma willmsii* 的枝条中花色素苷在脱水期间快速积累,增强一些抗氧化酶的活性,从而显示出极强的耐脱水能力,这种应激性与其抗旱胁迫有很大关联^[13]。

3.4 提高抗冻能力

一些研究人员认为,低温环境可以诱导植物产生更多的花色素苷,从而形成某种保护机制。众所周知,许多木本植物如黄栌、银杏、四季秋海棠等在秋季产生花色素苷,从而引发抗寒性和休眠。这些抗寒组织中含有高浓度的花色素苷,这些色素一般在来年春季减少甚至消失。早在上世纪 60 年代就有文献证明:洋常春藤(*Hedera helix*)植株的耐寒能

力与叶片花色素苷含量呈正相关性^[15]。Howe 等^[16]通过对测序杨(*Populus trichocarpa*)的 2 种不同生态型研究发现,北方生态型较南方生态型更容易度过寒冬,其原因是它们在短日照条件下形成并积累更多地花色素苷。此外,Krol 等^[17]研究发现松苗叶肉细胞里花色素苷可以保护其自身免受低温的抑制。

4 环境因子及外源化学物质对植物花色素苷的影响

4.1 光照

花色素苷在外界因素的作用下极不稳定,影响花色素苷的外界环境因子主要包括光、温度和糖等^[18]。而光照尤为重要,它可以激活光敏色素,提高 PAL、CHI、DFR、UGFT 等酶活性,从而促进花色素苷的积累,也有助于积累更多的碳水化合物。许多研究表明,光照能够促进花色素苷的合成,且呈现正相关性。在研究草莓细胞花色素苷形成中发现,高强度光照可以使花色素苷合成的关键酶活性显著提高,反之,当草莓细胞处于弱光环境时,关键酶活性显著降低^[19-20]。Weiss 等^[21]研究发现光合作用可以影响合成花色素苷所需的一些底物:如吡哆醇、NADPH 等。此外,还有一些研究发现,光强还能间接决定花色素苷的合成种类。程龙军等^[22]研究也指出大多数植物中的花色素苷形成都需要有光诱导的参与,而且它也是诱导花发育的重要因素之一。

4.2 温度

许多研究表明,温度可以影响花色素苷的稳定性。目前,许多研究已经证明,植物在一定的低温条件下,更有助于自身合成花色素苷,如黄栌属(*Cotinus*)植物^[23]、拟南芥^[24]等。刘士哲等^[25]在对草莓的研究中发现,在 1 000℃ 条件下草莓在水中加热 1 h,其草莓花色素苷含量就降解一半;在 20℃ 条件下,花色素苷降解到一半需要 54 d;而在 0℃ 储存,11 个月才能使花色素苷降解一半。由此可得,植物处于高温环境下,花色素苷的降解速率增加,同时合成速率减慢,最终导致植物体内的花色素苷含量降低,低温下花色素苷的稳定性更好。Stiles 等^[26]在长叶车前(*Plantago lanceolata*)的实验中得出同样结论:低温条件下,花瓣即可累加更多花色素苷,而在高温条件下,花色素苷含量显著减少。Mori 等^[27]认为温度主要通过调节酶的稳定性来影响花色素苷的合成。Shaked - Sachray 等^[28]对紫菀(*Aster tataricus* ‘Sungal’)的研究也印证了此观点,紫菀在低温

17/9℃(白天/黑夜)条件下,其花瓣中花色素苷的含量是29/21℃条件下的一倍,其原因是在较高的温度下,花色素苷合成关键酶CHI和PAL的活力均下降,温度过高条件下,花色素苷会被迫分解从而转化成其它代谢物质。

4.3 水分

环境因素既要囊括光照、温度等因子的影响,又要考虑植物所处环境的水分含量。由实验可知,中度的干旱和水涝条件可以促使花色素苷大量生成。曹品等^[29]在夏秋季对红叶石楠插苗分别用干旱和水涝处理,证实其叶子花色素苷水平明显多于对照,且前者处理效果好于后者。王虹^[30]指出,在中度干旱条件下红叶碧桃叶片花色素苷含量明显增多,但随着胁迫程度的加深,胁迫时间的延展,花色素苷含量又显著减少。研究表明,花色素苷的含量和稳定性由温度因子和水分因子共同作用决定,而炎热潮湿的环境则会加快花色素苷的分解。

4.4 碳水化合物

目前许多研究认为,糖作为一种信号分子参与调控花色素苷的积累^[31],如苯丙胺解氨酶(PAL)、肉桂酸-4-氢化酶(C4H)、查尔酮合成酶(CHS)、差尔酮异构酶(CHI)、黄烷酮-3-羟化酶(F3H)、类黄酮-3'-羟化酶(F3'H)等大部分基因的表达都受到糖的调控^[32-33]。碳水化合物的糖类物质对花色素苷有显著影响,糖和花青素作为花色素苷的主要部分,前者不仅是形成花色素苷的必须成分^[29],一些研究表明,糖还可以与花色素苷作用生成相关酶参与编码基因表达调控分子类型。聂庆娟等^[34]关于红栎叶片的研究表明,可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、以及PAL活性均与花色素苷/叶绿素的比值呈显著正相关性。因此糖含量的多少是花色素苷合成的一个限制性条件。水果果皮可溶性糖的代谢、转化酶活性的变化、果皮转红在同一时期发生,可知可溶性糖和花色素苷合成密切相关。唐前瑞^[35]在红花檵木的研究中发现,当用“紫红”、“紫黑”类型与返青明显的“红赭”类型相比较时,发现“紫红”、“紫黑”类型叶片花色素苷含量的可溶性糖含量明显高于“红赭”类型,表明在红花檵木中可溶性糖含量对叶片花色素苷的累积有显著促进作用。一般情况下,花色素苷的含量和糖含量呈正相关性。总之,糖是合成花色素苷必不可少的物质之一,但是含糖量对花色素苷的影响还会受到其他因素的制约。

4.5 外源化学物质

外源ABA通过调节植物自身ABA与GA含量

及平衡的关系,使植物体内的花色素苷含量增加,而GA抑制了花色素苷的合成。脱落酸能够明显促进四季秋海棠、蓝莓果皮中花色素苷的合成。当前主要认为ABA首先刺激植物,诱导植物产生乙烯类物质,再由乙烯类物质作用植物合成花色素苷^[36]。郭磊等人研究表明,ABA处理在一定程度上加快了相关基因(如UFGT、LDOX和CHS)前期的表达和表达时期的前移^[37]。

吕长平等研究表明,外源赤霉素能促进花色素苷的积累,适宜浓度的赤霉素处理能促进可溶性糖的合成并增强PAL的活性^[38]。苯丙氨酸解氨酶是控制花色素苷合成的第一个酶,PAL是花色素苷合成的生物前体,其最终产物是花色素。在苹果^[39]、紫色甘薯^[40]和红花檵木^[41]的研究中表明,PAL活性与花色素苷含量成正比。

多效唑(Pacllobutrazol)和钨酸钠(Sodium Tungstate Dihydrate)分别作为GA和ABA的抑制剂,前者是一种植物生长调节剂。具有减慢植物生长,阻碍茎秆增长,缩小节间、增进植物分蘖、促进植物抗逆性能,提升产量等效果。郭楠等人研究表明,适宜浓度的多效唑可刺激SOD、POD、PAL的合成,并使其活性提高^[42]。孙敏红等认为,钨酸钠可以有效减缓外施ABA对植物花色素苷相关酶活性的影响,抑制其植株的显色作用^[43]。

4.6 其他

除了光、温度、糖、水分和激素外,氮或磷的含量以及金属离子等因子与植物花色素苷的诱导、积累和抑制也有关。例如N、P不足都能致使花色素苷的含量增加^[12]。

5 讨论与展望

在花色素苷的研究中,花色素苷还作为一种天然色素^[44]和食用色素^[45]渐渐走进人们的生活,然而天然色素不耐酸碱,对光照和环境也产生不稳定性,在食品储藏中漂白剂二氧化硫对其也有漂白作用。如何有效地保持花色素苷在不同的pH值、温度、热以及某些金属离子中保持其结构和稳定性,这是一个重要的研究方向,虽然有人将其与一些强基化合物(如乙醛)反应使其变得稳定,但对各种机理还没有太详细的研究,此项工作的进一步研究将是对食品加工制品的品质研究的一个新纪元。

此外,一些外源化学物质如ABA、GA等对花色素苷的信号传导作用研究尚少,具体的反应机理还需要学者们做更深入的实验和探讨,其合成机理以

及如何控制合成途径目前都没有很深入的研究报道,明白花色素苷自身代谢途径及外源化合物对其机理的作用有助于了解彩色叶植物变色的原因。挑选出稳定性强、污染性少且能显著提高或者改变花色素苷含量的外源化学物质,便于人为定向控制栽培,条件适宜的地方可以在四季景观上都运用到彩叶树种。让园林景观绿化更深入人心,真正走到人们生活中去。此外,温度对彩色叶树种范围分布的限制性影响也需要进一步探讨,明确植物体内不同花色素苷对不同温度影响差异及其原因,通过相关基因的筛选、表达以及转基因,改变或加强相关酶的活性,使其在地域范围内对限制性因素有一定的抗性,从而在地域分布上没有较大的分布差异。所以说,花色素苷的研究虽然有所进展,但还任重而道远。

参考文献:

- [1] MORIGUCHI T, KITA M, TOMONO Y, et al. Gene expression in flavonoid biosynthesis; Correlation with flavonoid accumulation in developing citrus fruit[J]. *Physiologia Plantarum*, 2001, 111(1):66-74.
- [2] HOLTON T A, CORNISH E C. Genetics and biochemistry of anthocyanin biosynthesis[J]. *The Plant Cell*, 1995, 7(7):1071.
- [3] 朱书香,杨建民,王中华,等. 4种李属彩叶植物色素含量与叶色参数的关系[J]. *西北植物学报*, 2009, 29(8):1663-1669.
- [4] GOULD K S, MCKELVIE J, MARKHAM K R. Do anthocyanins function as antioxidants in leaves. Imaging of H₂O₂ in red and green leaves after mechanical injury[J]. *Plant, Cell & Environment*, 2002, 25(10):1261-1269.
- [5] 谢智华,姜卫兵,韩键,等. 叶片花色素苷对植物光合作用影响的研究进展[J]. *植物生理学报*, 2011, 47(6):545-550.
- [6] 张会慧,张秀丽,李鑫,等. 花色素苷在丁香新生叶光合机构中的作用[J]. *中南林业科技大学学报*, 2012, 32(7):93-99.
- [7] 薛占军,高志奎,王梅,等. 茄子(*Solanum melongena* L.)叶上表皮紫色花色素苷对光合机构的保护效应[J]. *生态学报*, 2009, 29(3):1374-1381.
- [8] WANG H, CAO G, PRIOR R L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, 45(2):304-309.
- [9] 吕晓玲,孙晓侠,姚秀玲. 采用荧光化学发光法分析紫甘薯花色素苷产品的抗氧化作用[J]. *食品与发酵工业*, 2005, 31(9):53-55.
- [10] ISHII G, MORI M, UMEMURA Y. Antioxidative activity and food chemical properties of anthocyanin from the colored tuber flesh of potatoes. *J Jpn Soc Food Sci Technol*, 1990, 43:962-966.
- [11] NEILL S O, GOULD K S, KILMARTIN P A, et al. Antioxidant activities of red versus green leaves in *Elatostema rugosum*[J]. *Plant, Cell & Environment*, 2002, 25(4):539-547.
- [12] 孙明霞,王宝增,范海,等. 叶片中的花色素苷及其对植物适应环境的意义[J]. *植物生理学通讯*, 2003, 38(4):385-393.
- [13] SHERWIN H W, FARRANT J M. Protection mechanisms against excess light in the resurrection plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta ciscosa*[J]. *Plant Growth Reg*, 1998, 24:203-210.
- [14] BAHLER B D, STEFFEN K L, ORZOLEK M D. Morphological and biochemical comparison of a purple-leafed and a green-leafed pepper cultivar[J]. *HortScience*, 1991, 26(6):736-736.
- [15] PARKER J. Relationships among cold hardiness, water-soluble protein, anthocyanins, & free sugars in *Hedera helix* L[J]. *Plant Physiology*, 1962, 37(6):809.
- [16] HOWE G T, HACKETT W P, FURNIER G R, et al. Photoperiodic responses of a northern and southern ecotype of black cottonwood[J]. *Physiologia Plantarum*, 1995, 93(4):695-708.
- [17] KROL M, GRAY G R, HURRY V M et al. Low-temperature stress and photoperiod affect an increased tolerance to photoinhibition in *Pinus banksiana* seedlings[J]. *Can J Bot*, 1995, 73:1119-1127.
- [18] DAVID W. Regulation of flower pigmentation and growth: multiple signaling pathways control anthocyanin synthesis in expanding petals[J]. *Physiol Plant*, 2000, 110:152-157.
- [19] SATO K, NAKAYAMA M, SHIGETA J. Culturing conditions affecting the production of anthocyanin in suspended cell cultures of strawberry[J]. *Plant Science*, 1996, 113(1):91-98.
- [20] ZHANG W, SEKI M, FURUSAKI S, et al. Anthocyanin synthesis, growth and nutrient uptake in suspension cultures of strawberry cells[J]. *Journal of fermentation and bioengineering*, 1998, 86(1):72-78.
- [21] WEISS D, HALEVY A H. The role of light reactions in the regulation of anthocyanin synthesis in *Petunia* corollas[J]. *Physiologia Plantarum*, 1991, 81(1):127-133.
- [22] 程龙军,郭得平,张建华,等. 植物花生长和花色素苷生物合成的信号调控[J]. *植物生理学通讯*, 2002, 38(2):175-179.
- [23] ORENSHAMIR M, LEVINISSIM A. Temperature effect

- on the leaf pigmentation of *Cotinus coggygria* 'Royal Purple' [J]. *J Hort Sci*, 1997, 72:425-432.
- [24] GRAHAM T L. Flavonoid and flavonol glycoside metabolism in *Arabidopsis* [J]. *Plant Physiol Biochem*, 1998, 36:135-144.
- [25] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京:中国农业出版社, 2001:67-146.
- [26] STILES E A, CECH N B, DEE S M, et al. Temperature-sensitive anthocyanin production in flowers of *Plantago lanceolata* [J]. *Physiologia Plantarum*, 2007, 129(4):756-765.
- [27] MORI K, GOTO-YAMAMOTO N, KITAYAMA M, et al. Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2007, 58(8):1935-1945.
- [28] SHAKED-SACHRAY L, WEISS D, REUVENI M, et al. Increased anthocyanin accumulation in aster flowers at elevated temperatures due to magnesium treatment [J]. *Physiologia plantarum*, 2002, 114(4):559-565.
- [29] 曹晶,姜卫兵,翁忙玲,等. 夏秋季早涝胁迫对红叶石楠光合特性的影响[J]. *园艺学报*, 2007, 34(1):163-172.
- [30] 王虹. 夏秋季节干旱胁迫对红叶桃光合特性及相关生理指标的影响[D]. 南京:南京农业大学, 2008:23-24.
- [31] NETA S, SHOSEYOV O, WEISA D. Sugars enhance the expression of gibberellin induced chalcone synthase gene expression in *Petunia corollas* [J]. *Physiologia Plantarum*, 2000, 109:196-202.
- [32] SOLFANELLI C, POGGI A, LORETI E, et al. Sucrose-specific induction of the anthocyanin biosynthetic pathway in *Arabidopsis* [J]. *Plant Physiology*, 2006, 140:637-646.
- [33] TENG S, KEURENTJES J, BENTSINK L, et al. Sucrose-specific induction of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis* requires the MYB75/PAP1 gene [J]. *Plant Physiology*, 2005, 139:1840-1852.
- [34] 聂庆娟,史宝胜,孟朝,等. 不同叶色红栎叶片中色素含量、酶活性及内含物差异的研究[J]. *植物研究*, 2008, 28(5):600-602.
- [35] 唐前瑞,陈友云,周朴华. 红檵木花色素苷稳定性及叶片细胞液 PH 值变化的研究[J]. *湖南林业科技*, 2003, 30(4):24-25.
- [36] 尹金华,高飞飞,胡桂兵,等. ABA 和乙烯对荔枝果实成熟和着色的调控[J]. *周艺学报*, 2001, 28(1):65-67.
- [37] 郭磊,蔡志翔,张斌斌,等. 外源脱落酸对桃果实着色及相关基因表达的影响[J]. *西北植物学报*, 2013, 33(9):1750-1755.
- [38] 吕长平,陈海霞,陈建. 外源 GA3 对非洲菊舌状花着色的影响[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(22):212-215.
- [39] 周爱琴,祝军,生吉萍,等. 苹果花青素形成与 PAL 活性及蛋白质的关系[J]. *中国农业大学学报*, 1997, 2(3):97-99.
- [40] 明兴加,李坤培,叶小利,等. 紫色甘薯生长过程中花色素含量变化研究[J]. *西南师范大学学报*, 2006, 31(4):162-166.
- [41] 唐前瑞,陈德富,陈友,等. 红檵木叶色变化的生理生化研究[J]. *林业科学*, 2006, 42(2):111-115.
- [42] 郭楠,张颖颖,刘娜娜,等. 多效唑对青钱柳苗木生理特性的影响[J]. *东北林业大学学报*, 2014, 42(4):42-45.
- [43] 孙敏红,谢深喜,卢晓鹏,等. 钨酸钠处理对枳幼苗生长及植株硝态氮含量的影响[J]. *经济林研究*, 2013, 31(4):115-120.
- [44] 吴萍,李奕仁. 桑椹花青素的研究进展及其应用前景[J]. *中国蚕业*, 2005, 26(2):4-5.
- [45] 李娟娟. 花青素研究进展[J]. *中山大学研究生学刊:自然科学,医学版*, 2007, 28(2):1-4.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.008

自然保护区生态旅游利益相关者分析

——以辽宁省海棠山等 3 处国家级自然保护区为例

鲁小波, 马斌斌, 陈晓颖

(1. 渤海大学旅游学院, 辽宁 锦州 121013; 2. 渤海大学 旅游发展与规划研究中心, 辽宁 锦州 121013)

摘要:以辽宁省海棠山、医巫闾山和白石砬子 3 处国家级自然保护区为例, 系统地分析了自然保护区生态旅游利益相关者的基本内容。结果显示: 3 个自然保护区生态旅游的利益相关者包括 15 个群体, 可以分为核心、紧密和松散 3 个层次, 其中地方政府、保护区管理局、社区居民、生态旅游者、旅游企业为核心层, 尤其是保护区管理局、景区企业和当地政府是生态旅游发展的主要推动者和参与者。另外, 由于生态旅游发展的状态不同, 3 个自然保护区面临利益相关者之间的突出矛盾有所不同。

关键词:生态旅游; 利益相关者; 自然保护区; 辽宁省

中图分类号: S759.9; S788.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0040-06

Stakeholders Analysis of Nature Reserves Ecotourism

——A Case Study of Three National Nature Reserves in Liaoning

LU Xiaobo, MA Binbin, CHEN Xiaoying

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

2. Tourism Development and Planning Research Center, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China)

Abstract: This paper analyzed the basic content of nature reserve ecotourism stakeholders by taking Haitangshan, Yiwulvshan and Baishilazi national nature reserves in Liaoning province as an example. The results showed that there were 15 kinds of ecotourism stakeholders in three national nature reserves, which divided into three levels of core, tightness and loose level. The core layer of nature reserve ecotourism stakeholders include nature reserve administration, local government, local community and residents, eco-tourists, tourism enterprises, nature reserve administration, scenic spot enterprises and local government were the main drivers and participants of ecotourism development. Due to the ecotourism development status, abover three nature reserves face different prominent contradictions between ecotourism stakeholders.

Key words: ecotourism; stakeholder; Nature Reserve; Liaoning Province

利益相关者理论引入生态旅游的研究领域是在 20 世纪 60 年代, 当时人们的生态保护意识出现转

变, 传统的“保护思想”希望强迫性地将人和景区分离, 但这在实践中是行不通的, 因为: 只有让当地居

收稿日期: 2015-06-16.

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

作者简介: 鲁小波(1978-), 男, 甘肃景泰人, 副教授. 主要从事旅游地理与旅游规划方面的研究.

民从景区管理和旅游发展中受益,濒危物种、区域环境和生态系统才可以得到有效保护;只有当地社区在生态旅游中作为重要利益相关者的地位被合理定位,生态旅游发展与环境保护才能达到平衡状态。最早应用“利益相关者”理论处理中央政府、地方政府、自然保护区、地方社区等利益相关者之间的利益分配问题的国家是非洲的肯尼亚^[4]。20世纪80年代末,随着生态旅游在世界范围内的迅猛发展,东南非等各个地区充分运用了利益相关者理论,并将其它利益主体也纳入了生态旅游发展的体系中,取得了良好的效益^[5]。目前,利益相关者的概念已被大多数发展生态旅游的地区接受,并为生态旅游的健康发展发挥了越来越重要的作用。

1 生态旅游利益相关者分析的基本内容

搜集整理生态旅游利益相关者方面的研究成果。当前生态旅游利益相关者分析的基本内容包括6方面:①利益相关者的界定;②利益相关者的层次划分;③利益相关者的矩阵分析;④利益相关者之间的矛盾关系分析;⑤社区参与问题;⑥利益相关者的问题与对策研究。

2 研究对象概况

海棠山、医巫闾山和白石砬子3个国家级自然保护区分别分布于辽宁省西部的阜新、锦州和东部的丹东。

2.1 海棠山国家级自然保护区概况

海棠山自然保护区建立于1986年,2007年升级为国家级森林生态系统类自然保护区,总面积11 003 hm²,位于阜新蒙古族自治县南部,辽宁西部低山丘陵区,科尔沁沙地南缘,东经121°41′15″~121°52′30″,北纬41°47′30″~42°00′00″。地处医巫闾山北端,呈东北—西南走向。境内平均海拔500 m,最高峰青龙山736.7 m,海棠山715.4 m。本区属北温带大陆性半干旱季风大陆性气候,年降水量541.6 mm,年蒸发量1 942 mm,年均温7.6℃,无霜期156 d,土壤为山地棕色森林土^[6]。海棠山自然保护区内分布有267尊摩崖藏传佛教造像,最大的像高5 m,最小的只有30 cm,被誉为“东方藏传佛教的中心”。

2.2 医巫闾山国家级自然保护区概况

医巫闾山自然保护区建立于1981年,1986年升级为国家级天然林生态系统自然保护区,南北长

40 km,东西宽10 km,面积约为11 459 hm²,地处辽宁西部义县与北镇市两县(市)交界处,东经121°31′42″~121°46′49″,北纬41°26′40″~41°46′00″。湿润大陆性季风气候,春季少雨多风,夏季酷热多雨,秋季天气晴朗,冬季寒冷干燥。年均降水量600 mm左右,蒸发量1 965 mm以上,年均温8℃,无霜期160~180 d,冰冻期4~5个月^[7]。闾山拔地而起,峰峦秀丽,山间溪水潺潺,曲径幽深,峰峰成景,景景称奇,构成幅幅绚丽多姿的画面。历代王朝在此留下古迹较多,如辽代的望海寺、琉璃寺,金代的悬崖寺、览胜亭、玉泉寺,元代的耶律楚材读书堂,明代旷观亭、观世亭等。

2.3 白石砬子国家级自然保护区概况

白石砬子自然保护区建立于1981年,1988年晋升为国家级森林生态系统自然保护区,总面积7 467 hm²,东西长约20.0 km,南北宽约13.0 km,其中核心区2 252.10 m²,缓冲区903.4 m²,实验区4 312.3 m²,地处辽宁省东部宽甸满族自治县大川头镇东北部,东经124°44′07″~124°57′30″,北纬40°50′00″~40°57′12″。属温带季风气候,年均温5.3℃,年均降水量1 349 mm,无霜期平均为132 d^[8]。白石砬子自然保护区内1 000 m以上高峰有8座,最高峰1 270.5 m,山高林密,古树参天,怪石嵯峨。保护区内有良好的生态环境提供给野生动植物生存、繁殖,这里有国家重点保护的珍稀植物及动物,自然风光秀丽,景色怡人,为游客提供了无比优美的自然风光。

3 自然保护区生态旅游利益相关者的界定与层次划分

3.1 界定

根据利益相关者基本理论^[9],海棠山、医巫闾山和白石砬子自然保护区生态旅游利益相关者具体包括保护区管理局、各级政府、社区居民、邻近社区、旅游者、旅游企业、本地产业配套企业、周边景区、媒体、非政府组织、非人类物种及生态环境、学术界与专家、从业人员、社会大众以及投资者15个。

3.2 层次划分

根据各利益相关者与自然保护区生态旅游的关联度,将利益相关者分为核心层、紧密层、松散层^[10],并将处于核心层的地方政府、保护区管理局、社区居民、生态旅游者、旅游企业、非人类物种6个关键利益相关者及其利益协调关系作为影响生态旅

游健康发展的关键问题进行分析。自然保护区内的非人类物种不能自己参与到生态旅游利益相关者之间的协调,只能依托保护区管理局来维护它们的权

益,因此自然保护区核心的利益相关者主要有五大群体(表 1)。

表 1 海棠山、医巫闾山和白石砬子自然保护区生态旅游主要利益相关者层次划分

Tab. 1 Level classification of major ecotourism stakeholders of three nature reserves

层次	名称	海棠山		医巫闾山		白石砬子	
第一层	核心层	保护区	管理局	保护区	管理局	保护区	管理局
		当地旅游企业	海棠山景区	核心企业	森林公园	投资者	大阳物业(丹东)
		旅游者	游客	旅游者	游客	核心企业	天罡山
		当地社区	三塔沟等	当地社区	河洼等村	旅游者	游客
		当地政府	阜蒙县大板镇	当地政府	北镇、义县	当地社区	二道沟等
						当地政府	宽甸县大川头镇
第二层	紧密层	相关企业	吃住行等	相关企业	吃住行等	周边景区	天桥沟、青山沟
		周边景区	查海、瑞应寺	周边景区	青岩寺、奉国寺	学术界和专家	相关专家
		媒体	TV、报纸等	媒体	TV、报纸等	周边社区	新丰等村
		旅行社	相关旅行社	旅行社	相关旅行社	媒体	TV、报纸等
第三层	松散层	学术界和专家	相关专家	学术界和专家	相关专家	相关企业	吃住行等
		公众	社会大众	公众	社会大众	旅行社	相关旅行社
		非政府组织	公益组织	非政府组织	公益组织	公众	社会大众
		邻近社区	朝阳寺等村	邻近社区	高起堡村等	非政府组织	公益组织

资料来源:根据相关资料整理

在自然保护区生态旅游的发展过程中,除了 5 个核心利益相关者之外,吃、住、行等配套企业、周边景区以及宣传和营销生态旅游产品的媒体与旅行社对于自然保护区生态旅游的发展也十分重要,称为紧密层利益相关者。另外,相关专家与学术界,社会公众以及环境保护等各类非政府组织与邻近社区与自然保护区生态旅游发展也存在一定的关联性,将其划定为松散层利益相关者。

白石砬子自然保护区生态旅游正在开发之中,项目设计投资 8 000 万,预计 2014 年 10 月正式营业。投资者在项目的启动阶段是重要的推动者,因此投资者是白石砬子自然保护区生态旅游的核心利益相关者,不同于海棠山和医巫闾山。另外,由于白石砬子自然保护区生态旅游还未进入经营阶段,吃住行以及旅行社等相关企业的作用没有得到体现,而生态旅游项目的科学规划和严格论证以及在开发过程中道路、电力、通讯等配套设施的建设需要邻近社区的配合,因此,相关专家和周边社区处在紧密层,而旅行社与相关企业处于松散层,这与已经经营生态旅游的海棠山和医巫闾山自然保护区有所不同。

4 矩阵分析

利益相关者分析中常用的 2 个方法是权力-动

态矩阵和权力-利益矩阵。为了清晰对比海棠山、医巫闾山和白石砬子 3 个自然保护区利益相关者的权力-动态和权力-利益关系,将矩阵的每个象限分为 4 部分:左上-海棠山;右上-医巫闾山;左下-白石砬子;右下-象限名称与特征。通过权力-动态矩阵分析,根据 3 个自然保护区生态旅游利益相关者的权力与行为的可预测性特征,将利益相关者分为 4 类:A 类为权力低且行为稳定的群体,包括社区居民和生态旅游从业人员;B 类为权力低且行为难以预测的群体,包括学者、非政府组织、公众和游客;C 类为权力高且行为稳定的群体,包括生态旅游核心企业(景区)、当地政府和保护区管理局;D 类为权力高且行为预测难度大的群体,包括配套企业、周边景区和媒体(图 1)。

通过权力-利益矩阵分析,根据 3 个自然保护区生态旅游利益相关者的权力与利益水平高低,将利益相关者分为 4 类:A 类为权力低且利益水平也低的群体,包括当地与周边社区居民和学者;B 类为权力低但利益水平高的群体,包括游客和生态旅游从业者;C 类为权力高但利益水平低的群体,包括省级政府和中央政府;D 类为权力高且利益水平也高的群体,包括保护区、当地政府和核心企业(景区)(图 2)。

		行为可预测性	
		高	低
权力	低	三塔沟等村居民 生态旅游从业人员	河洼等村 生态旅游从业人员
		宗教、历史、林业专家 宗教组织、环境组织 公众、游客	历史、林业、旅游专家 环境组织、遗产组织 公众、游客
		二道沟等村 生态旅游从业人员	A 地位较低 却死心踏地
		海棠山景区 阜蒙县大板镇 保护区管理局	医巫闾山森林公园 义县、北镇市乡镇 保护区管理局
	天罡山景区 宽甸县大川头镇 保护区管理局	C 位高权重 立场坚定	吃住行等企业 查海、瑞应寺等周边景区 媒体
		吃住行等企业 天桥沟、青山沟等景区 媒体	D 位高权重 但容易动摇

图 1 海棠山、医巫闾山与白石砬子自然保护区生态旅游利益相关者权力-动态矩阵分析^[11]
 Fig. 1 Ecotourism stakeholders power-dynamic matrix analysis of three nature reserves in Liaoning

		利益水平	
		低	高
权力	低	三塔沟等村居民 朝阳寺等周边社区 学者	河洼等村 高起堡村等周边社区 学者
		游客 生态旅游从业者	游客 生态旅游从业者
		二道沟等村 新丰村等周边社区 学者	A 最小的努力
		省及中央政府	保护区 阜蒙县大板镇 海棠山景区
	省及中央政府	保护区 宽甸县大川头镇 天罡山景区	保护区 义县、北镇市 医巫闾山森林公园
		C 保持满意	D 主要参与者

图 2 海棠山、医巫闾山与白石砬子自然保护区生态旅游利益相关者权力-利益矩阵分析^[12]
 Fig. 2 Ecotourism stakeholders power-interest matrix analysis of three nature reserves in Liaoning

根据权力-动态矩阵和权力-利益矩阵的分析,在当前背景下,海棠山、医巫闾山和白石砬子自然保护区生态旅游的利益相关者中,保护区管理局、景区企业和当地政府是其坚定的支持者,他们位高权重、立场坚定,是保护区生态旅游的主要决策者,同时也是主要受益者,因此他们是生态旅游发展的主要推动者和参与者。另外 2 个对自然保护区生态旅游发

展具有积极作用的群体是当地社区居民和生态旅游的从业者。当地居民虽然不一定能从生态旅游发展中获得利益,但是他们别无选择,只能寄希望于生态旅游,所以,尽管地位较低,却也死心踏地。生态旅游从业者通过生态旅游发展获得就业机会与收入渠道,虽然没有太多决策权力,但是能获得收益,必然希望生态旅游能够健康发展。

5 关系分析

按照辩证唯物论的观点,矛盾存在于一切客观事物和主观思维的过程中,贯穿于一切过程的始终,这是矛盾的普遍性和绝对性。矛盾的普遍性包括 2 方面的含义:一是指矛盾存在于一切事物的发展过

程中,二是指每一事物的发展过程中存在着自始至终的矛盾运动。自然保护区生态旅游的发展过程中同样存在矛盾,这是矛盾的普遍性所决定的。发展生态旅游的自然保护区存在社区与保护区、游客与自然生态环境、社区与游客、经营者与生态环境、游客的需求与资源供给等一系列的矛盾(图 3)。

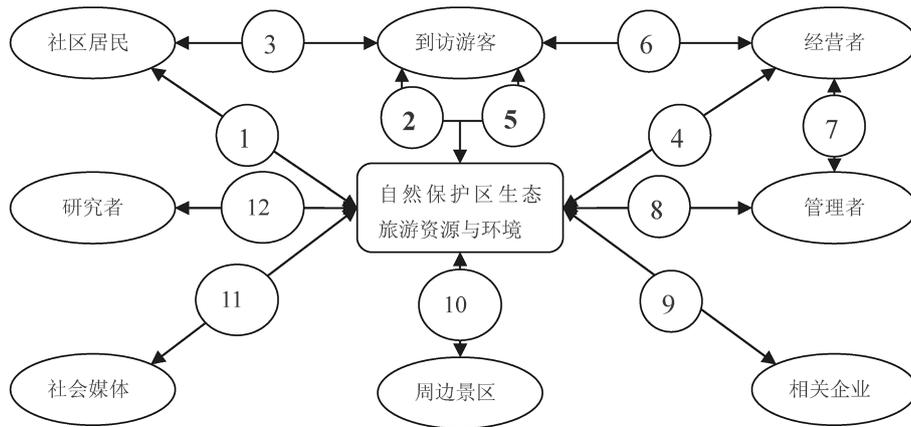


图 3 自然保护区生态旅游利益相关者及主要矛盾关系

Fig. 3 Contradictions of nature reserve ecotourism stakeholders

这些矛盾的对立方都是自然保护区生态旅游的利益相关者,主要包括:保护区的自然生态环境与资源、当地社区与居民、游客、当地政府、开发者、生态旅游经营者、生态旅游从业人员、周边其他景区、当地相关企业、投资者、社交媒体、研究者等。为了把握主要矛盾,总结出自然保护区生态旅游利益相关者 12 个方面的矛盾关系:①社区居民与自然保护区生态环境的矛盾;②游客活动与自然保护区生态环境的矛盾;③日益增长的到访游客与当地居民的矛盾;④生态旅游经营与自然保护区生态环境保护的矛盾;⑤无限增长的游客生态旅游需求与有限的自然生态环境的矛盾;⑥规范经营与游客活动的矛盾;⑦经营者的经济利益与管理者环境保护的矛盾;⑧管理者人力、物力投入与自然保护区经济回报率的矛盾;⑨自然保护区生态旅游发展规模与旅游相关企业不匹配的矛盾;⑩自然保护区与周边景区争夺客源的矛盾;⑪自然保护区生态环境保护高要求与社交媒体生态文明宣传低效率的矛盾;⑫自然保护区生态旅游实践与研究者理论的矛盾^[13-15]。

海棠山自然保护区生态旅游发展过程上述分析的利益相关者之间 12 个方面的矛盾普遍存在。海棠山比较突出的矛盾是①、②、④、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩。因为海棠山自然保护区位于辽宁省经济最落后的地

区,当地居民生产与保护区生态环境矛盾尖锐。海棠山地处一级生态脆弱带,所以游客活动、旅游经营与保护区环境矛盾也很突出。另外,海棠山最吸引游客的是摩崖造像和藏传佛教文化,游客对生态环境的重视不足,规范经营与游客活动的矛盾也十分突出。由于阜新旅游业发展滞后,旅游配套企业欠缺,没有建立旅游协调机制,所以旅游综合效益低,旅游景区恶性竞争激励,故矛盾⑧、⑨、⑩也很突出。

医巫闾山自然保护区生态旅游利益相关者之间也普遍存在上述 12 个方面的矛盾,但比较突出的为①、⑨、⑩、⑫。医巫闾山所在的辽西北地区是辽宁经济最落后地区,当地居民的经济生产与自然保护区生态环境的矛盾突出。另外,由于医巫闾山自然保护区地跨义县与北镇市 2 个行政区范围,旅游发展协调不力,周边景区恶性竞争现象严重,旅游配套企业发展滞后,矛盾⑨、⑩十分严重。另外,由于医巫闾山及其周边景区大都以人文遗迹和宗教旅游资源为主要吸引物,其旅游实践活动与生态旅游理论的矛盾也十分严重。

由于白石砬子自然保护区生态旅游于 2008 年才获得国家林业局批复,正在积极开发中,其利益相关者之间的矛盾主要包括上述①、⑤、⑦、⑧、⑩、⑪、⑫。另外,白石砬子所在的宽甸满族自治县有两大

特点,一是山地为主,二是森林茂密。长期以来当地居民靠山吃山的活动受到限制,导致当地居民与保护区的矛盾突出。由于生态旅游资源丰富,当地政府十分重视旅游发展,已成为辽宁省首个“绿色生态旅游实验区”,并正在努力打造辽宁省生态旅游第一县。但由于资源类同,与周边景区的竞争将十分激烈,所以,白石砬子比较突出的两大矛盾为①和⑩。

6 结论

通过对海棠山、医巫闾山和白石砬子自然保护区生态旅游利益相关者的分析,可以得出如下5方面的结论:

1)海棠山、医巫闾山和白石砬子自然保护区生态旅游的利益相关者具体包括保护区管理局、各级政府、社区居民、邻近社区、旅游者、旅游企业、本地产业配套企业、周边景区、媒体、非政府组织、非人类物种及生态环境、学术界与专家、从业人员、社会大众和投资者15个。

2)利益相关者可以划分为核心层、紧密层和松散层3个层次,其中地方政府、保护区管理局、社区居民、生态旅游者、旅游企业为对自然保护区生态旅游发展具有决定性作用的核心层。对于正在开发中的白石砬子自然保护区生态旅游,投资者也是核心层成员之一。

3)根据权力-动态矩阵、权力-利益矩阵的分析,在当前背景下,海棠山、医巫闾山和白石砬子自然保护区生态旅游的利益相关者中,保护区管理局、景区企业和当地政府的生态旅游发展的主要推动者和参与者。另外2个对于自然保护区生态旅游发展具有积极作用的群体是当地社区居民与生态旅游从业者。

4)海棠山、医巫闾山与白石砬子自然保护区生态旅游发展状态不同,因此利益相关者之间的矛盾关系也有所不同。海棠山与医巫闾山存在自然保护区生态旅游利益相关者之间12个方面的矛盾关系,而白石砬子少一些。

5)海棠山、医巫闾山与白石砬子自然保护区生

态旅游共同存在的突出矛盾为社区居民与自然保护区生态环境的矛盾和自然保护区与周边景区争夺客源的矛盾。其他方面的突出矛盾由于各方面因素,3个自然保护区有所不同。

参考文献:

- [1] 杨修发,许刚. 利益相关者理论及其治理机制[J]. 湖南商学院学报,2004(5):38-40.
- [2] FREEMAN R E. Strategic Management: A stakeholder Approach[M]. Boston: Pitman/Ballinger, 1984: 46.
- [3] 楚永生. 利益相关者理论最新发展理论综述[J]. 聊城大学学报:社会科学版,2004(2):33-37.
- [4] 李正欢,郑向敏. 国外旅游研究领域利益相关者的研究综述[J]. 旅游学刊,2006,21(10):85-91.
- [5] 宋瑞. 我国生态旅游发展:利益相关者视角分析[J]. 杭州师范学院学报:社会科学版,2004(5):74-80.
- [6] 吴艳梅,高桂珍,海涛,等. 海棠山自然保护区的效益评价[J]. 内蒙古林业调查设计,2006,29(5):15-20.
- [7] 刘平,温丙森,费立军,等. 医巫闾山保护区生态旅游资源开发现状和管理对策[J]. 辽宁林业科技,2008(6):52-54.
- [8] 姜玉乙,袁永孝,李军,等. 白石砬子自然保护区生物多样性研究[J]. 辽宁林业科技,2005(2):12-15.
- [9] 黄静波,肖海平,李纯,等. 湘粤赣边界禁止开发区域生态旅游协调发展机制——以世界自然遗产丹霞山为例[J]. 地理学报,2013,68(6):839-850.
- [10] 刘静艳. 从系统学角度透视生态旅游相关者结构关系[J]. 旅游学刊,2006,21(5):17-21.
- [11] 郭华. 乡村旅游社区利益相关者研究:基于制度变迁的视角[M]. 广州:暨南大学出版社,2010(1):78.
- [12] 谭红杨,朱永杰. 自然保护区生态旅游利益相关者结构分析[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2007,6(3):45-49.
- [13] 方怀龙,王宝,张东方,等. 林业自然保护区生态旅游利益相关者的利益矛盾起因及对策[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):252-257.
- [14] 张玉钧,曹韧,张英云. 自然保护区生态旅游利益主体研究——以北京松山自然保护区为例[J]. 中南林业科技大学学报:社会科学版,2012,6(3):6-11.
- [15] 李星群. 自然保护区生态旅游主要利益相关者利益诉求研究——以广西大明山国家级自然保护区为例[J]. 生态经济,2011(11):141-146,160.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.009

茂名林洲顶自然保护区森林群落多样性与聚类分析

陈纯秀¹, 黄妃本¹, 冯志坚², 李镇魁²

(1. 广东省岭南综合勘察设计院, 广东 广州 510663; 2. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642)

摘要:利用样方调查法,在粤西茂名林洲顶自然保护区内设置 32 个 20 m×20 m 的样方,建立以样方——种类(株树)组成的二维矩阵数据库,计测其生物多样性,并采用等级聚类对样方数据进行分析。植物物种多样性研究表明:天然次生林的物种多样性比人工林高;等级聚类将本地区森林群落分为 3 个生态群组:大多数天然次生林归为一组,人工林归为一组,山顶矮林归为一组。并就森林群落类型、生物多样性特点以及自然保护区建设等方面进行了讨论。

关键词:森林群落;物种多样性;聚类分析;茂名林洲顶自然保护区

中图分类号:S759.9;S718.54;O17 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0046-04

Forest Community Diversity and Cluster Analysis of Linzhouding Nature Reserve in Maoming

CHEN Chunxiu¹, HUANG Feiben¹, FENG Zhijian², LI Zhenkui²

(1. Lingnan Comprehensive Surveying and Designing Institute of Guangdong Province, Guangzhou 510663, China;

2. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Thirty-two 400m² (20m×20m) plots were set in west Guangdong of Maoming Linzhouding Nature Reserve by using sample plots investigation method, and a two-dimensional matrix database consisted of plots and species (number of plants) also was made, the biodiversity has been calculated by using clustering hierarchy analysis. Plant diversities research showed: nature secondary forest species diversity was higher than artificial forest. Hierarchy clustering analysis divided the forest communities to three ecological groups of nature secondary forest, artificial forest and montage elfin forest. Thus the paper discussed the forestry community type, biodiversity characteristic and Nature Reserve construction and so on.

Key words: forest community; species diversity; Hierarchy clustering analysis; Maoming Linzhouding Nature Reserve

物种多样性是表征生境中物种丰富度及分布均匀性的一个指标,体现了群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异,具有生态学意义和实践意义^[1]。林洲顶自然保护区植被丰富,保存着超保护区总面积一半以上的天然次生常绿阔叶

林,既是粤西地区重要生态屏障和水源涵养林区,也是西江流域重要水源涵养林区。更为重要的是,林洲顶有着目前全球最大的鳄蜥种群分布地,自 2007 年保护区成立以来,保护区内野生鳄蜥种群约有 1 000 多只,现已救护鳄蜥达 200 多只。对该保护区

收稿日期:2015-07-02.

作者简介:陈纯秀(1982-),女,湖北随州人,工程师。主要从事林业调查规划设计工作。

的森林群落多样性进行研究,对保护和恢复森林群落,保护鳄蜥的生存、繁殖环境,建立粤西生态屏障以及科研教育均具有重要意义。

1 研究地与研究方法

1.1 研究地概况

林洲顶自然保护区地处我国北回归线以南,位于广东省茂名市的东北部,地跨信宜县级市思贺、新宝2个镇,地理位置为北纬 $22^{\circ}20'50''\sim 22^{\circ}30'00''$,东经 $111^{\circ}29'10''\sim 111^{\circ}39'45''$ 。区内山体主要为中、低山,坡形以凸形坡为主。海拔南高北低,最高峰三甲顶海拔1211.7 m。

保护区地处南热带和南亚热带的过渡地带,属亚热带湿润季风气候。其特点是:光照充足,热量丰富,气候温暖,雨量充沛,水热同季。年降雨量2731.5 mm,年均温 20.5°C ,极端最高温 35.8°C ,极端低温 0.8°C 。相对湿度81.6%,年蒸发量1209.8 mm。成土母质以花岗岩风化的残积坡积物为主,石英砂岩、粉砂质页岩、片岩、泥质绢云母页岩、含卵砾砂夹黏土等次之。土壤以赤红壤和山地黄壤为主,同时有山地灌丛草甸土,并具有较明显的垂直分布规律。

1.2 群落调查方法

在线路调查的基础上进行样地调查,根据不同地形以及植物群落的外貌,有代表性地设置样地,在样地内进行样方调查,每个样地面积为 $20\text{ m}\times 20\text{ m}$,同一类型的群落不少于3个样地,并在样地的四角及中央设置5个 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 的小样方用于调查灌木和草本层。在样地中所进行的调查项目主要为每木调查:对胸径 $\geq 3\text{ cm}$ 的所有立木进行每木检尺,记录种名,测定胸径、树高、冠幅、枝下高等;在小样方中主要调查植物的种类、高度、多度、盖度等,并进行更新频度调查,即在样方中按主林层、演替层、更新层记录树种的出现。

1.3 数据库的建立

以 400 m^2 面积样方为基础(共32个样方),建立以样方——种类(株树)组成的二维矩阵数据库。

1.4 数据分析方法

1.4.1 群落的物种多样性计测方法

1) 物种丰富度(Abundance, S)等于该样方内的物种数。

2) Shannon-Wiener 指数(Shannon-Wiener Index, H)

$$H = -\sum P_i \times \ln P_i$$

式中: P_i 指第*i*种的相对多度。

3) Simpson 指数(Simpson Index, SP)

$$SP = \frac{N(N-1)}{\sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)}$$

式中: s 为种数, N 为个体数, n_i 为第*i*种的相对多度。

4) 均匀度指数(Evenness, E)

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

式中:H为Shannon指数, S 为物种数。

1.4.2 聚类方法

以二维矩阵数据库为研究对象,样本数(samples,即样方数)为32,变量数(variables,即种数)为150。应用PC-ORD(version 4.27;McCune and Melford,1999)软件进行聚类分析:首先将数据库的行(植物种类)与列(样方)进行行列转置(transpose);然后选择组-平均法(unweighted pair group method using arithmetic average,UPGMA)对转置后的二元数据矩阵中的各行(即各样方)进行聚类,距离测度采用欧氏距离法(Euclidean Method);输出结果为树状图(Dendrogram)。由于PC-ORD与其它许多统计软件一样只支持8个字符的字段名,故对样方号、群落内植物种名都以英文字母缩写进行了编码。

2 结果与分析

2.1 群落的物种多样性分析

在32个调查样方中,共录得150种树木(表1),不同类型的森林群落在相同单位面积中胸径面积、树木($\text{dbh} \geq 3\text{ cm}$)密度和多样性指数均有一定的差异。

从表1中可以看出,绝大多数天然次生林的多样性比人工林高,部分天然次生林因为自身的性质和人为干扰较为严重而导致多样性较低;人工林多样性相对较低,营造多年的人工林因乡土树种的定居使得多样性有所提高。多样性较高的几个样方依次为样方4、样方9、样方25、样方8、样方20、样方1、样方26和样方18,它们具有林相整齐、树冠茂密、物种相对丰富的特点,部分样方上生长着胸径较大的老树,是保存相对较为完整的次生林。

2.2 群落的聚类分析

在进行数据处理过程中,把样方内只有一个树

表 1 林洲顶不同森林群落的物种多样性
Tab. 1 Different species diversity of forest communities in Linzhouding

样方号	胸面积/ hm ²	株数/ (株·hm ⁻²)	物种 丰富度 (S)	Shannon 指数 (H)	Simpson 指数 (SP)	均匀度 (E)
1	66.9	1775	22	2.75	0.92	0.89
2	15.3	2600	13	1.93	0.79	0.75
3	17.0	2200	17	2.42	0.89	0.86
4	57.3	3125	38	3.22	0.94	0.88
5	43.9	3775	24	2.52	0.87	0.79
6	41.0	3775	21	2.30	0.85	0.76
7	23.2	4850	5	0.35	0.14	0.22
8	25.6	2400	22	2.90	0.93	0.94
9	56.6	3200	36	3.17	0.94	0.88
10	12.5	2325	12	2.18	0.85	0.88
11	192.2	5100	2	0.66	0.47	0.95
12	42.0	8200	6	1.23	0.60	0.68
13	38.3	2900	7	1.85	0.83	0.95
14	25.6	2850	19	2.49	0.89	0.85
15	15.2	1550	13	1.76	0.71	0.69
16	13.1	2025	17	2.17	0.84	0.76
17	20.0	2050	18	2.28	0.85	0.79
18	25.0	3125	22	2.66	0.91	0.86
19	13.1	2625	21	2.55	0.90	0.84
20	18.4	3325	28	2.82	0.92	0.85
21	16.1	3400	19	2.58	0.90	0.88
22	19.7	3200	9	1.85	0.81	0.84
23	27.7	4500	4	0.73	0.37	0.53
24	18.1	2500	14	2.36	0.87	0.89
25	18.4	2275	33	3.14	0.94	0.90
26	28.0	3825	33	2.68	0.87	0.77
27	14.0	1700	16	2.53	0.91	0.91
28	34.9	2775	17	2.03	0.78	0.72
29	544.3	4325	17	1.83	0.74	0.65
30	64.4	4000	1	0.00	1.00	0.00
31	19.0	2500	1	0.00	1.00	0.00
32	20.9	625	1	0.00	1.00	0.00

种的单种优势群落(样方 30,31,32)去除后再进行聚类分析(图 1)。

结果显示,29 个样方可以分为 3 个生态群组:人工林(样方 7 和 11)、天然次生林(样方 1~6、样方

8~10 和样方 13~29) 和山顶矮林(样方 12)。其中以野芭蕉为建群种的样方 23 被归为天然次生林群组中,以毛竹为建群种的样方 7 被归为人工林群组中。样方 12 为高海拔山顶矮林群落类型,其建群种为红花荷和黄樟,与其它样方的建群种差异很大,因此被单独列为一个群组。天然次生林群组中,样方 1 和 27 分别为村边低海拔风水林,其物种丰富度均高;样方 8 和 9 为海拔相差无几的亚热带常绿阔叶林;样方 3 和 4 为沟谷次生林;24 和 25 为水渠边的天然次生林;样方 10 的建群种主要为黄樟、岗松、香叶树和长叶木姜子;样方 13 主要建群种为华润楠、黄樟和日本杜英,植被保存均较为完整;上述样方 1、3、4、8、9、10、13、24、25、27 均为不同坡向的天然次生林,彼此间的相似性系数超过 90%,被归为同一个类群。样方 14~21 为同一地点长坑沿着海拔的升高而依次出现的不同植物群落类型;样方 2 为位于石埭河口的亚热带沟谷常绿阔叶林,其建群种主要为珊瑚树;样方 5 为以珊瑚树和野芭蕉为建群种的亚热带沟谷雨林群落;样方 6 主要以枫香、珊瑚树、二列叶柃和牛耳枫为建群种;样方 22 是以保护植物格木和珊瑚树为建群种的群落;样方 26 以鸭脚木、野芭蕉和黄果厚壳桂为主要建群种;样方 28 是以华润楠、中平树和赤木为建群种的亚热带常绿阔叶林;样方 29 以华润楠、山黄皮、鼈蒴、中平树为主要建群种。上述样方 14~21 和样方 2、5、6、22、26、28、29 均处于保护区核心区,为不同位置不同坡向的天然次生林,彼此间的相似性系数在 75% 以上,归为同一类群。

3 结论与讨论

3.1 森林群落类型

等级聚类分析结果显示,林洲顶自然保护区的陆生森林群落主要分为天然次生林和人工林,但因样方 12 的山顶矮林群落与其它群落有明显差异,被独立出来归为一类,因此整个森林群落被归为三大类。大多数天然次生林归为一组,人工林归为一组,山顶矮林归为一组。

天然次生林是原始森林经过多次不合理的采伐或者严重破坏以后自然形成的森林。与原始林一起同属天然林,但它是因不合理的采伐、樵采、火灾、垦殖和过度放牧后失去原始林的森林环境而为各种次生群落所代替。参与聚类分析的天然次生林中样方 1、样方 3、样方 4、样方 8、样方 9、样方 10、样方 24、

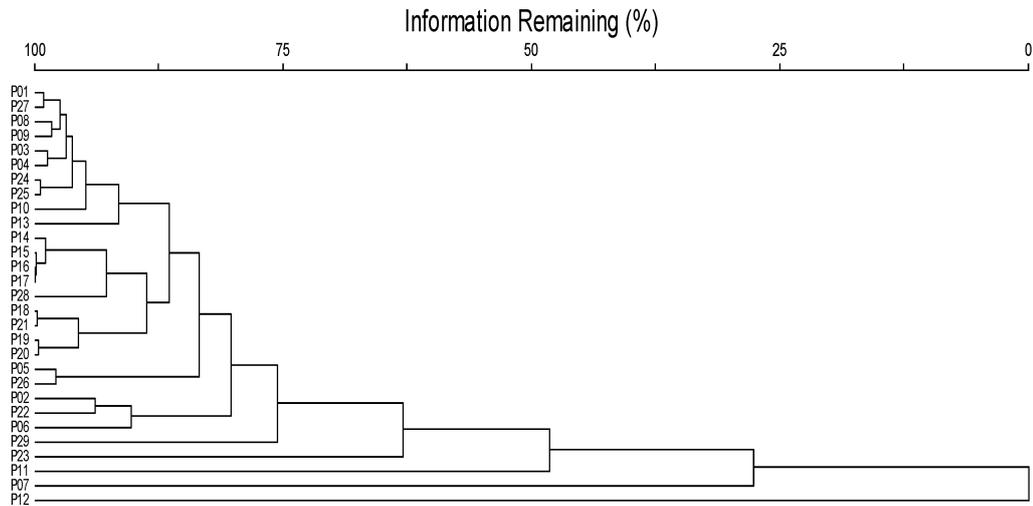


图 1 正向分析聚类树状

Fig. 1 Forward analysis dendrogram

样方 25 和样方 27 的海拔均集中在低海拔地段, 生境相似, 物种组成相似性程度较高, 相似性比例在 90%, 因此聚为一类是合理的。样方 14~21 为同一地点沿着海拔的升高出现的不同群落, 但是它们的物种变化呈现一定的规律性, 生境处于同一水平; 样方 2、样方 5、样方 6、样方 22、样方 26、样方 28 和样方 29 的建群种基本相似, 而且同处于自然保护区的核心区, 物种生存的外在环境条件差异性比较小, 所以将这些样方聚为一类是合理的, 与聚类树状图中它们的相似性系数达 75% 以上的结果是一致的。样方 7 和样方 11 的建群种都比较单一, 更新层和演替层的植物种很少, 林下物种多样性丰富度低, 因此具有相似的物种组成特征, 将其归为一类也是合理的。样方 12 的海拔高达 860m, 作为建群种的红花荷不曾出现在其他样方中出现, 生境和物种组成都具有其特殊性, 因此单独列出来归为山顶矮林群组, 具有其独特的生态学意思。

3.2 植物多样性的特点

天然次生林的物种多样性普遍比人工林高, 以 Shannon 指数为例, 天然次生林的值为 3.22~0.73, 人工林为 0.66~0.35, 这与华南部分地区的研究成果较为一致^[2,3]。与华南地区的大部分天然次生林相比, 林洲顶的森林群落物种多样性较低, 如: 鼎湖山为 3.00 左右^[4], 南澳县为 2.23~3.02^[5], 增城市为 2.45~3.34^[3]。植物多样性的研究内容丰富而复杂, 对它的阐述难以面面俱到, 而且多样性的测定指数也多种多样, 本研究主要从物种丰富度、Shannon 指数、Simpson 指数和均匀度等几个指标对物种丰富度进行了测度和记录。要充分了解一个地区的物

种多样性, 不仅需要进行长期的定点研究, 充分了解物种多样性变化规律, 而且物种多样性的变化会给群落的结构和功能带来一定的生态影响。物种多样性研究的最终目的, 是为了更好地保护和利用多样性资源, 因此, 对物种多样性进行深入研究具有深远的现实意义。人为干扰是物种多样性锐减的一个重要因子, 人为干扰对群落结构有显著的负效应。因此, 在自然保护区建设过程中, 要尽量减少人为因子的干扰, 使保护区植被沿着自然演替的方向进行。

3.3 加强自然保护区的保护与管理

遵循保护与利用并举的原则, 考虑长远与大局利益, 充分发挥森林的生态效益, 使其沿着森林可持续发展的方向进行。在自然保护区的逐步建设过程中, 用国家法律来保护该地茂密的次生阔叶林, 以涵养水源、防止水土流失、维护生态平衡, 同时保护该地现有的珍稀濒危植物, 使该地丰富而特有的树种得以充分合理地利用。

参考文献:

- [1] 莫罗坚, 朱剑云, 刘颂颂, 等. 东莞主要天然森林群落的物种多样性研究[J]. 广东林业科技, 2011, 27(2): 7-14.
- [2] 庄雪影, 雷海珠. 广东天井山森林与植物多样性研究[J]. 华南农业大学学报, 1997, 8(4): 69-75.
- [3] 庄雪影, 王通, 甄荣东, 等. 增城市主要森林群落植物多样性研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 182-189.
- [4] 黄忠良, 孔国辉, 何道泉. 鼎湖山植物群落多样性的研究[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 193-198.
- [5] 周厚诚, 任海, 彭少麟. 广东南澳岛次生林的群落结构分析[J]. 广西植物, 2001, 21(3): 209-214.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.010

河池市兰科植物资源调查分析

黄莹莹¹,覃文更¹,谢代祖²,韦林²,罗柳娟¹

(1.广西木论国家级自然保护区管理局,广西环江 547100; 2.河池市林业科学研究所,广西南丹 547206)

摘要:在河池市兰科植物调查的基础上,分析该地区兰科植物的种类特征、区系特点和濒危原因,提出保护对策。结果显示:①河池市野生兰科种类资源丰富,分布不均。调查有兰科植物62属183种,占广西兰科植物总属数(108属)和总种数(388种)的57.41%和47.16%,是广西兰科植物最丰富的区域之一。②地理成分复杂,热带性质明显。河池市兰科植物的属共有12个类型,3个变型,地理成分复杂多样,以热带成分占绝对优势,其属的R/T比值达3.54,其所含种的R/T比值达5.90,植物区系的热带性质十分明显。③多数种类主要分布于海拔100~1800m,垂直分布跨度大。④生活型齐全,以地生兰种类最多,有34属100种,占总种数的54.64%,其次是附生兰,有26属78种,占总种数的42.62%,再次是腐生兰,有5属5种,占总种数的2.73%。⑤导致河池市兰科植物濒危的因素有人类活动影响和物种生物学原因,人类活动的影响是其致濒的主要原因。提出加强就地保护、迁地保护等兰科植物保护对策。

关键词:兰科植物;资源调查;种类组成;生活型;区系特点;保护对策;河池市

中图分类号:S757.2;S718.54 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0050-05

Orchids Resources Investigation in Hechi

HUANG Yingying¹, QIN Wengeng¹, XIE Daizu², WEI Lin², LUO Liujuan¹

(1. Mulun Nature Reserve Management Bureau, Huanjiang, Guangxi 547100, China;
2. Hechi Institute of Forestry Science, Nandan, Guangxi 547206, China)

Abstract: Based on the investigation of orchid flora in Hechi city, the species feature, flora characteristic, endangering cause of wild orchid flora were analyzed, some protective countermeasures were proposed after that. The results were as follows: (1) Wild orchid species were abundant, uneven distribution. There were 62 genera, 183 species in Hechi from now on, made 57.41% and 47.16% of the total number of genera (108) and total species (388) in Guangxi. It was one of the most abundant regions of orchid in Guangxi. (2) The geography components were complex, the tropical character was obvious. There were 12 genus and 3 variants of orchid in Hechi. The geography components were complex and various. The advantage of Geography component was tropical character. The rate of tropical and temperate genera (R/T) was 3.54. The rate of tropical and temperate species (R/T) was 5.90. (3) Orchid's species mainly distributed between 100~1800 meters in Hechi. The distributions of orchids were extensive. (4) The life form of orchid was various in Hechi. There were 34 genera and 100 species (54.64%)

收稿日期:2015-05-05;修回日期:2015-06-24

基金项目:河池市科学研究与技术开发资助项目(河科能1047002-12).

作者简介:黄莹莹(1988-),女.主要从事植物生态学与自然保护区管理研究.E-mail:huangyy5120@163.com

通信作者:覃文更(1964-),高级工程师.主要从事植物生态学与自然保护区管理研究.E-mail:genwenqing@163.com

of terrestrial orchids, 26 genera and 78 species (42.62%) of epiphytic orchids, 5 genera and 5 species (2.73%) of saprophytic orchids. (5) Human activities and species biological characteristics led to the endangered species of orchid, especially human activities. On the results of the survey, some protective countermeasures were proposed for orchid of Hechi in the paper.

Key words: orchid; resource investigation; specific composition; life form; flora characteristic; protective countermeasures; Hechi City

兰科植物形态、习性多样,俗称兰花,是被子植物中进化程度最高的类群之一^[1-2]。目前地球上的兰科植物约有700属20000~35000种,主要分布于热带和亚热带地区^[2]。兰科植物多为珍稀濒危植物,《野生动植物濒危物种国际贸易公约》把全世界所有野生兰科植物均纳入保护范围,兰科植物占该公约应保护植物的90%以上^[3-4]。我国在《全国野生动植物保护及自然保护区建设规划》(2001~2030)中,把兰科植物列为15个大重点保护野生动植物之一,且是其中两大类重点保护野生植物之一(另一类是苏铁科植物)^[4]。根据《中国物种红色名录》的统计,我国很多物种的濒危率提高很快,其中我国物种受威胁率最高的是兰科植物,达到了78.26%,也说明了我国绝大部分兰科植物都受到不同程度的威胁^[1]。

河池市位于中亚热带气候区,水热丰富,很适合兰科植物的繁衍生长,兰科植物多样性丰富。随着兰花热的兴起,人工培育的兰花数量远远满足不了市场的需求,由于利益的驱动,促使一些不法分子掠夺性地采挖野生兰科植物资源,造成了生境的破坏和种类丧失,兰科植物的种群数量不断下降。由于各种原因,河池市的兰科植物保护仅在局部进行一些就地保护,全市兰科植物的本底资源、种群数量和分布状况的资料几乎是空白,这对本市兰科植物的保护和利用十分不利。本文在河池市的兰科植物资源调查的基础上,从植物区系的角度分析了河池市兰科植物的区系特征等,探索其分布与环境因子的关系,分析致濒因素,提出保护利用对策,为河池市兰科植物的保护和合理开发利用提供参考。

1 自然资源概况

河池市位于广西的西北部,地处云贵高原的东南麓余脉,地理坐标为东经106°34′08″~109°08′46″,北纬23°41′12″~25°36′35″。境内地形复杂多样,岩溶面积大,属中国西南喀斯特地区之一,地势西北高东南低,海拔200~1000 m,年降雨量1200~1800 mm,年均温17.0~23.3℃,相对湿度60%~

90%。形成冬无严寒,夏无酷暑,干湿季节分明的气候特点,属亚热带季风气候。土壤垂直带明显,以红壤、黄壤、石灰土为主,另有少部分紫色土和冲积土^[5]。高度异质的地形,湿热的气候,给兰科植物的繁衍提供了得天独厚的条件,兰科植物多样性丰富。

2 研究方法

在查阅资料的基础上,结合样带调查、线路调查、样方调查、标本采集、相片拍摄等方式,对河池市进行了较全面的兰科植物资源调查,记载其种类、种群数量、生活型、分布生境及制约因子,进而对兰科植物资源的现状进行评价,提出保护和可持续利用对策。

3 结果分析

3.1 野生兰科种类资源丰富,分布不均

河池市兰科植物分布有62属183种,以石斛属(*Dendrobium*)种类最多,有18种,其次是虾脊兰属(*Calanthe*)、羊耳蒜属(*Liparis*),各有13种,兰属(*ymbidium*)12种,1属8种的有3个属,1属6种的有2个属,1属5种的有3个属,1属4种的有2个属,1属3种的有7个属,1属2种的有6个属,仅1属1种的有35个属,单种属种占56.5%。分别占广西兰科植物总属数(108属)和总种数(388种)^[6]的57.41%和47.16%,占中国兰科植物属数(177属)和种数(1250种)^[4]的35.0%及14.6%,占世界兰科植物属数(735属)和种数(17000种)^[4]的8.4%及1.1%。由此可见,河池市兰科植物的物种多样性十分丰富。

河池市境内地形复杂多样,岩溶面积大,植被类型丰富,植物生境复杂多样,雨量充沛,为兰科植物提供了独特适宜的生境。调查统计结果显示,兰科种数分布最多的是环江,包含了48属128种,占河池总种数的69.95%,其次是罗城,包含了48属100种,占总种数的54.64%;天峨30属79种,占

43.17%;东兰 20 属 25 种,占 13.67%;凤山 16 属 22 种,占 12.02%;南丹 15 属 21 种,占 11.48%;都安 10 属 14 种,占 7.65%;金城江 9 属 14 种,占 7.65%;巴马 9 属 9 种,占 4.92%;宜州 6 属 6 种,占 3.28%;大化 4 属 4 种,占 2.19%。以上数据说明了河池市境内各县市区分布有丰富的兰科植物资源,但分布极为不均匀。

3.2 地理成分复杂多样,热带性质明显

根据吴征镒^[7]的中国种子植物属分布划分标准,河池市兰科植物属共有 12 个类型 3 个变型(表 1)。

由表 1 可见,河池市兰科植物以热带亚洲(印-

马)分布属(含变型,下同)的比例最大,达 23 属,占本区系兰科植物总属数的 37.1%,其次是热带亚洲至热带大洋洲分布属和东亚分布属各有 8 个,分别占总属数的 12.9%,而比例超过 5%的分布区类型依次还有旧世界热带分布(8.1%)、热带亚洲至热带非洲分布(8.1%)、泛热带分布(6.5%)等 3 个分布区类型。除去 2 个世界分布属和 1 个中国特有分布属,河池市兰科植物热带性质属(类型 2~类型 7)有 46 个,占总属数(62 属)的 74.19%;温带性质属(类型 8~类型 14)有 13 个,占总属数(62 属)的 20.97%,二者属数比值(即 R/T 比值)达 3.54。热带性质属所含种数有 141 种,占热带属和温带属二

表 1 河池市兰科植物分布区类型
Tab. 1 Orchidaceae distribution type in Hechi City

分布区类型 Distribution types	属数 Num. of genera	属的名称 Genus	占总属数/% Percentage	种数 Num. of species	占总种数/% Percentage
1. 世界分布 Cosmopolitan	2	羊耳蒜属、沼兰属	3.2	16	8.7
2. 泛热带分布 Pantropic	4	石豆兰属、虾脊兰属、美冠兰属、香荚兰属	6.5	23	12.6
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia&Trop. Amer. disjuncted	1	竹茎兰属	1.6	2	1.1
4. 旧世界热带分布 Old word Tropics	4	芋兰属、鸢尾兰属、鹤顶兰属、线柱兰属	6.5	9	4.9
4-1. 热带亚洲、非洲和大洋洲间断分布 Trop. Asia, Africa & Australasia disjuncted.	1	山珊瑚属	1.6	1	0.5
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	8	开唇兰属、隔距兰属、兰属、毛兰属、天麻属、阔蕊兰属、蝴蝶兰属、石仙桃属	12.9	40	21.9
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	5	脆兰属、包叶兰属、叠鞘兰属、叉柱兰属、苞舌兰属、	8.1	6	3.3
7. 热带亚洲(印度—马来西亚)分布 Trop. Asia(Indo-Malesia)	22	无叶兰属、牛齿兰属、竹叶兰属、黄兰属、异型兰属、贝母兰属、石斛属、蛇舌兰属、金石斛属、盆距兰属、斑叶兰属、血叶兰属、钗子股属、球柄兰属、云叶兰属、兜兰属、白蝶兰属、柄唇兰属、带唇兰属、叉喙兰属、万代兰属、拟万代兰属	35.5	58	31.7
7-2. 热带印度至华南分布 Trop. India to S. China.	1	独蒜兰属	1.6	2	1.1
8. 北温带分布 North Temperate	3	玉凤花属、舌唇兰属、绶草属	4.8	12	6.6
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amei. disjuncted	1	朱兰属	1.6	1	0.5
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	1	角盘兰属	1.6	1	0.5
14. 东亚分布 E. Asia	4	无柱兰属、白芨属、杜鹃兰属、山兰属	6.45	6	3.3
14(SH). 中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya(SH)	4	合柱兰属、舌喙兰属、羽唇兰属、曲唇兰属	6.45	4	2.2
15. 中国特有分布 Endemic China	1	吻兰属	1.6	2	1.1
合计 Total	62		100	183	100

者所含种数和(165种)的85.5%;温带性质属含24种,占热带属和温带属二者所含种数和(165种)的14.5%,两者种数的R/T比值则达5.90。结果表明,不管是属还是种,河池市兰科植物区系的热带性质均表现十分明显。

3.3 垂直分布跨度大

从垂直分布格局来看,河池市兰科植物分布海拔为100~1800m,绝大多数种类分布于海拔500~1000m,共有脆兰属 *Acampe*、开唇兰属 *Anoectochilus*、竹叶兰属 *Arundina*、石豆兰属 *Bulbophyllum*、虾脊兰属 *Calanthe*、叉柱兰属 *Cheirostylis*、异型兰属 *Chiloschista*、隔距兰属 *Cleisostoma*、杜鹃兰属 *Cremastra*、兰属 *Cymbidium*、石斛属 *Dendrobium*、合柱兰属 *Diplomeris*、蛇舌兰属 *Diploprora*、毛兰属 *Eria*、美冠兰属 *Eulophia*、金石斛属 *Flickingeria*、山珊瑚属 *Galeola*、盆距兰属 *Gastrochilus*、天麻属 *Gastrodia*、斑叶兰属 *Goodyera*、玉凤花属 *Habenaria*、舌喙兰属 *Hemipilia*、角盘兰属 *Herminium*、羊耳蒜属 *Liparis*、血叶兰属 *Ludisia*、钗子股属 *Luisia*、沼兰属 *Malaxis*、球柄兰属 *Mischobulbum*、云叶兰属 *Nephelaphyllum*、芋兰属 *Nervilia*、鸢尾兰属 *Oberonia*、山兰属 *Oreorchis*、羽唇兰属 *Ornithochilus*、曲唇兰属 *Panisea*、兜兰属 *Paphiopedilum* 等51属151种,分别占总属数的82.3%和总种数的82.5%。分布于海拔500m以下的有39属68种,分布于海拔1000~1500m的有15属26种,分布于海拔1500m以上的有2属2种。有些物种分布跨度较大,如多叶斑叶兰(300~1300m)、纹瓣兰(100~1100m)、台湾兜兰(400~1500m)、无柱兰(180~1500m)等海拔跨度都达1000m以上。

3.4 生态类型丰富

河池市兰科植物可分地生、附生、腐生三大生活型,生活型齐全,又以地生兰种类最多,有开唇兰属 *Anoectochilus*、白芨属 *Bletilla*、虾脊兰属 *Calanthe*、兰属 *Cymbidium* 等34属100种,分别占总属数的54.8%和总种数的54.64%,附生兰有石斛属 *Dendrobium*、毛兰属 *Eria*、钗子股属 *Luisia*、鸢尾兰属 *Oberonia* 等26属78种,分别占总属数的41.9%和总种数的42.62%,腐生兰仅有无叶兰 *Aphyllorchis montana*、齿爪叠鞘兰 *Chamaegastrodia poilanei*、无叶美冠兰 *Eulophia zollingeri*、毛萼山珊瑚 *Galeola lindleyana* 和天麻 *Gastrodia elata* 等5属5种。大多数兰科植物种类耐荫而喜散射光,但也有少数如带唇兰 *Tainia dunnii*、绶草 *Spiranthes sinensis* 等种类能够

耐一定的直射光;多数种类喜疏松肥沃、排水良好的腐殖土。地生兰主要生长于阴湿的阔叶林下、林下草丛、灌木林下和草坡,附生兰主要附生于林下树干和石头、石壁上,腐生兰生长于林下腐殖质丰富的地带。

4 濒危原因分析

4.1 人为破坏

目前,河池市在木论、三匹虎、龙滩等保护区范围内的兰科植物的栖息地得到了严格的保护与管理,其种群数量有所增长,在面上的保护工作主要由林业行政管理部门通过宣传和执法等手段加以保护。但是,由于野生兰花具有较高的观赏价值,其中不乏许多世界级的花卉名品,如独蒜兰属 *Pleione*、兜兰属 *Paphiopedilum*、石斛属 *Dendrobium* 和兰属 *Cymbidium* 等都具有较高的观赏价值,一些种类还具有很高的药用价值,如天麻 *Gastrodia elata*、铁皮石斛 *Dendrobium officinale* 和白芨 *Bletilla striata* 等是中药材的原材料。各地市场还不时发现有兰花草收购商在收购兰科植物,有的收购商甚至在市场上收购大量的野生兰草后,挑选出市场价格较高的植株,就把剩余的野生兰草销毁。在经济利益的驱使下,一些群众上山乱采滥挖野生兰科植物,这对野生兰科资源造成了极其严重的破坏。

林区公路、铁路修建,护林活动,水利工程建设等人类活动对野生兰科植物可造成不同程度的影响,这些活动均会对野生植物的生境造成不同程度的破坏,更有可能会使某些分布极为狭窄的兰科植物灭绝。

4.2 生物学特性影响

由于兰科植物特殊的生物学特性,造成其本身繁殖能力不高,是兰科植物濒危的原因之一。例如兜兰属植物,一般分布于环境脆弱的石灰岩山地的石壁缝穴或石缝之中,需要上层的森林环境来满足其繁殖的生境条件,对环境的依存度极高,种子繁殖成活率极低,扩大种群数量主要是通过分蘖繁殖来实现^[8];有些兰科植物对生境和寄主的选择要求很高,例如石斛属植物,影响其生长发育的关键是寄主,而森林的破坏和寄主缺失往往会导致其不能适应而逐渐枯竭;特异传粉昆虫也是制约兰科植物种群扩大的主要因素之一,森林环境的改变导致昆虫数量减少,严重影响到兰科植物的繁殖^[1,8-10]。

5 保护对策

5.1 加强就地保护

河池市地处云贵高原的东南麓余脉,属中国西南喀斯特地区之一,生态环境脆弱,其生境一旦受到破坏,恢复难度大,对其自然生存环境的保护工作就显得尤为重要。建议在兰科植物分布较集中的区域建立自然保护区或保护小区加以严格保护,对无法建立保护区的区域要结合当地生态公益林区的管理纳入其保护和考核范畴,以切实保护好野生兰科植物的生存环境,保存和扩大其野外种群数量和种质基因。

5.2 迁地保护

迁地保护可以将分散分布的野生植物集中到同一地点,同时保存大量的野生植物种质资源,可为其他研究和保护工作提供标本和样品,因此这也是一个保存植物种质资源的好办法。

5.3 合理开发利用

随着生活水平的提高,人们对兰科植物的需求量也越来越大,传统的采挖方式已对兰科植物的生存环境和种质资源造成了很大的破坏,有些物种亦因此而消失。加大对兰科植物人工繁殖技术的科技投入已迫在眉睫。通过对当地优质兰科植物的人工繁殖,建立兰科植物花卉产业基地,为社会提供兰科植物产品,满足人们日益增长的兰科植物资源需求,减轻野生种群资源的压力,从而达到保护野生种群资源的目的。

5.4 加强法制宣传

河池市兰科植物分布区域民众文化水平低,自然环境保护意识不强,必须加强公众环境瓮中捉鳖知识教育,可以采用当地喜闻乐见的娱乐形式如山歌、“排欠”等形式加强公众环境宣传教育,提高广大人民群众的自然保护意识,充分认识保护兰科植物的重要意义,使之自觉维护和参与兰科植物的保护。与此同时,加大对违法犯罪分子的打击和惩治力度,让人民群众了解违法犯罪后果的严重性,震慑那些胆大妄为的违法犯罪分子。

6 结论与讨论

通过对河池市兰科植物的种类组成、地理成分、区系特点进行较为系统地分析,得出如下结论:①河池市兰科植物种类多样,共计有 62 属 183 种,分别占广西兰科植物总属数(108 属)和总种数(388 种)

的 57.41%和 47.16%,是广西兰科植物种类最丰富的区域之一。②河池市的兰科植物区系组成比较复杂,其属的分布区类型有 12 个类型,3 个变型,除去 2 个世界分布属和 1 个中国特有分布属,热带性质属(类型 2~类型 7)有 46 个,占总属数(62 属)的 74.19%,温带性质属(类型 8~类型 14)有 13 个,占总属数(62 属)的 20.97%,两者属数比值(即 R/T 比值)达 3.54;热带性质属所含种数有 141 种,占热带属和温带属两者所含种数和(165 种)的 85.5%,温带性质属含 24 种,占热带属和温带属两者所含种数和(165 种)的 14.5%,两者种数的 R/T 比值则达 5.90。由此可见,不管是属还是种,河池市兰科植物区系的热带性质均表现十分明显。③河池市兰科植物生活型齐全。以地生兰种类最多,有 34 属 100 种,分别占总属数的 54.8%和总种数的 54.64%;附生兰有 26 属 78 种,分别占总属数的 41.9%和总种数的 42.62%;腐生兰仅有 5 属 5 种。④从垂直分布格局来看,河池市兰科植物分布海拔为 100~1 800 m,绝大多数种类分布于海拔 500~1 000 m,有 51 属 151 种,分别占总属数的 82.3%和总种数的 82.5%。分布于海拔 500 m 以下的有 39 属 68 种,分布于海拔 1 000~1 500 m 的有 15 属 26 种,分布于海拔 1 500 m 以上的有 2 属 2 种。有些物种分布跨度较大,如多叶斑叶兰(300~1 300 m)、纹瓣兰(100~1 100 m)、台湾兜兰(400~1 500 m)、无柱兰(180~1 500 m)等海拔跨度都达 1 000 m 以上。说明兰科植物的分布与土壤、地形、生态环境、温度、水分、湿度、植被类型、海拔高度等都有着密切的关系。⑤部分物种具有较高的观赏、药用和保护价值。如兜兰属、独蒜兰属、兰属和石斛属等都具有较高的观赏价值,铁皮石斛、白芨和天麻等具有较高的药用价值,白花兜兰、麻栗坡兜兰等兜兰属植物具有较高的保护价值。⑥掠夺性地采挖野生兰科植物资源造成其生境的破坏和丧失是河池市兰科植物目前面临的最大威胁因素。

随着兰花热的兴起,人工培育的兰花数量远远满足不了市场的需求,由于利益的驱动,促使一些不法分子掠夺性地采挖野生兰科植物资源,对野生兰科资源造成了及其严重的破坏。同时,生境的破坏和丧失,使得兰科植物的种群数量不断下降,因此必须采取强有力的措施加大对全市兰科植物的保护力度。

在此只是对河池市兰科植物的种群数量、分布、
(下转第 64 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.011

墨江县发现野生铁竹群落

李恩良¹,周江¹,杜凡²,侯昭强²

(1. 墨江县林业局,云南 墨江 654800;2. 西南林业大学,云南 昆明 650224)

摘要:铁竹(*Ferrocalamus strictus* Hsueh et Keng f.)是 1982 年耿伯介、薛纪如发现的一新属新种,因其个体数量极少,被列为云南省极小种群物种之一。2015 年 4 月,在墨江县北回归线野生植物调查中,发现墨江县有野生铁竹群落分布。墨江县野生铁竹林的发现不仅扩大了铁竹在云南的自然分布区域,还为今后铁竹的培育提供极为难得的优良种源。

关键词:野生铁竹群落;分布区域;极小种群物种;优良种源;近地保护;墨江县

中图分类号:S795;S718.54 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0055-02

Discovery of Wild *Ferrocalamus strictus* Community in Mojiang County

LI Enliang¹, ZHOU Jiang¹, DU Fan², HOU Zhaoqiang²

(1. Mojiang Forestry Bureau, Mojiang, Yunnan 654800, China;

2. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: *Ferrocalamus strictus* Hsueh et Keng f was discovered as new specie by Geng Bojie and Xue Jiru in 1982, and listed as one of the tiny population's species in Yunnan Province for its few number of individual. In April 2014, a wild plant survey was conducted at the tropic of cancer in Mojiang, and the community of wild *Ferrocalamus strictus* was found. This discovery of wild *Ferrocalamus strictus* forest in Mojiang County has extended the nature distribution area of *Ferrocalamus strictus* in Yunnan, and provided excellent provenances for cultivation of *Ferrocalamus strictus* in the future.

Key words: wild *Ferrocalamus strictus* community; distribution areas; tiny population species; excellent provenance; local protection; Mojiang County

铁竹 *Ferrocalamus strictus* Hsueh et Keng f. 属禾本科竹亚科 Bambusoideae 铁竹属 *Ferrocalamus* 之模式种,是 1982 年耿伯介、薛纪如发现的一新属,该属仅铁竹 1 种^[1]。因其个体数量极少及分布范围狭窄,2007 年被列为由云南省林业厅编制的云南省极小种群物种之一^[2]。

据《云南植物志》、《云南树木图志》、《flora of China》等记载,该种特产于云南省绿春县与金平县

勐拉(模式标本产地),生于海拔 900~1 200 m 的山坡上^[3-4]。此前,未见墨江有铁竹的分布记录。根据当地护林员介绍,该区域上方还有一片相应大小的野生铁竹群落。

2015 年 4 月,在墨江县北回归线野生植物调查中,发现墨江县有野生铁竹群落分布(图 1)。简报如下:

收稿日期:2015-05-18.

作者简介:李恩良(1978-),男,云南墨江人,工程师。从事林业科技推广工作。

通信作者:杜凡(1957-),男,教授,博士生导师。从事植物多样性研究。E-mail:Kmdufan@163.com



图 1 野生铁竹群落

Fig. 1 Wild *Ferrocalamus strictus* community

野生铁竹群落发现于墨江县联珠镇新发社区回冲水库上方杨仕林省级公益林内(东经 $101^{\circ}43'13.0''$; 北纬 $23^{\circ}27'14.6''$, 海拔 1 515 m), 面积 $21\text{ m} \times 17\text{ m}$ 。竹节长 0.5~1.1 m; 最大直径 5.2 cm; 叶长 20~60 cm, 宽 3~9 cm。主要繁殖方式为营养繁殖之竹鞭繁殖(图 2)。受人为影响严重, 主要破坏方式为砍伐, 挖笋等。



图 2 竹鞭更新幼苗

Fig. 2 Bamboo rhizome updating

野生铁竹生境为典型的季风常绿阔叶林, 但由于铁竹多生在沟箐旁, 环境较湿润, 周边物种有向山地雨林过度的趋势。根据典型选样法设置 400 m^2 样方, 样方位于北坡 (40°) 下部, 枯枝落叶层厚 8~12 cm, 腐质层厚 6~15 cm, 土壤厚度 45~65 cm。调查表明, 群落盖度为 80%, 其中乔木层盖度为 70%, 主要为四角蒲桃 *Syzygium tetragonum*、红木荷 *Schima wallichii*、重阳木 *Bischofia javanica*、云南叶轮木 *Ostodes katharinae*、穗序鹅掌柴 *Schefflera delavayi*、掌

裂柏那参 *Brassaiopsis hainla*、中平树 *Macaranga denticulata*、野柿 *Diospyros kaki var. sylvestris*、滇紫金牛 *Ardisia yunnanensis* 等; 灌木层盖度为 5%, 主要有滇南黄檀 *albergia kingiana*、大叶斑鸠菊 *Vernonia volkameriifloia*、野香橐花 *Capparis bodinieri*、五加 *Acanthopanax gracilistylus*、无柄纸叶榕 *Ficus chartacea var. torulosa*、美果九节 *Psychotria calocarpa*、云南瓦里棕 *Wallichia mooreana* 等; 草本层盖度仅为 20%, 主要为多序楼梯草 *Elatostema macintyreii*、掌叶秋海棠 *Begonia hemsleyana* 与粗齿鳞毛蕨 *Dryopteris juxtaposita*, 其它伴生的还有贯众 *Cyrtomium fortunei*、二型鳞毛蕨 *Dryopteris cochleata*、大叶仙茅 *Curculigo capitulata*、宽唇姜 *Alpinia platyphilus* 与尖羽贯众 *Cyrtomium hookerianum* 等; 层间植物相对丰富, 主要有菱叶崖爬藤 *Tetrastigma triphyllum*、柘藤 *Cudrania fruticosa*、厚果崖豆藤 *Millettia pachycarpa* 与多花素馨 *Jasminum polyanthum* 等。其中四角蒲桃、重阳木、云南叶轮木、云南瓦里棕与大叶仙茅等均为山地雨林的标志性物种。

因其竿极坚硬, 故称之为“铁竹”, 过去当地苦聪族群众用以制作狩猎的弩箭。目前也是做竹筏和毛线编织针棒的上乘材料。新笋棕褐色, 因质硬, 不堪食用。墨江县野生铁竹林的发现地点相较于之前报道的分布地点纬度偏北, 海拔更高, 生境气候更加温凉。这一发现不仅扩大了铁竹在云南的自然分布区域, 更为可贵的是将为今后铁竹的培育提供极为难得的优良种源。尽管该发现地点位于县级保护区省级公益林内, 但仍遭受人为影响, 建议对其近地保护^[5]。

参考文献:

- [1] 耿伯介, 薛纪如. 铁竹属—我国竹亚科一新属[J]. 竹子研究汇刊, 1982, 1(2): 1-5.
- [2] 郑进烜, 华朝朗, 陶晶, 等. 云南省极小种群野生植物拯救保护现状与对策研究[J]. 林业调查规划, 2013, 38(4): 61-66.
- [3] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志(第 9(1)卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [4] 西南林学院, 云南树木图志(下)[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1991: 1449.
- [5] 许再富, 郭辉军. 极小种群野生植物的近地保护[J]. 植物分类与资源学报, 2014(4): 533-536.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.012

版纳甜龙竹产笋量的调查研究

谭宏超, 黄文秀

(云南师范大学竹类研究所, 云南 昆明 650092)

摘要:对版纳甜龙竹在不同地区、坡向、坡位、坡形、海拔等立地因子以及立竹密度、季节的鲜笋产量进行实地调查。结果表明,各项因子对版纳甜龙竹鲜笋产量均有一定的影响。阳坡(光照多)、下坡(水分养分充足)、立竹密度适中有利于版纳甜龙竹的发笋,生长在海拔 1 100~1 500 m 的鲜笋产量较高。版纳甜龙竹鲜笋具有较高的经济价值和营养价值,通过调查较好地掌握了版纳甜龙竹发笋规律,对经营版纳甜龙竹竹林和鲜笋起到良好的指导作用^[1]。

关键词:版纳甜龙竹;鲜笋产量;立地因子;立竹密度;经济价值

中图分类号:S795;S757.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0057-04

Preliminary Investigation of Bamboo Shoots Yield of *Dendrocalamus hamiltonii* Nees

TAN Hongchao, HUANG Wenxiu

(Bamboo Research Institute, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

Abstract: According to a field survey for fresh bamboo shoots yield of *Dendrocalamus hamiltonii* in different area, slope, sloping, bamboo density, altitude and month. The results show that the above factors have certain effects on fresh bamboo shoots production. Sunny slope, enough water, downhill, and a moderate amount of bamboo density are good for the growth of *Dendrocalamus hamiltonii* at altitude of 1100m to 1500m. *Dendrocalamus hamiltonii* has higher economic and nutritional value, we hope to master the grow regularity of *Dendrocalamus hamiltonii* and better to guide the business for the bamboo forest and fresh bamboo shoots of *Dendrocalamus hamiltonii*.

Key words: *Dendrocalamus hamiltonii*; fresh bamboo shoot yeild; site factor; bamboo density; economic value

竹类植物是森林资源的重要组成部分,既是十分重要的生物资源,又是可再生的经济资源,也是底蕴厚重的文化资源。充分发挥竹类资源的生态功能、经济功能和文化功能,对改善生态环境、应对气候变化、促进经济发展、改善民生,弘扬生态文化,建设生态文明都具有重大意义。版纳甜龙竹是世界上有名的三大甜龙竹(云南甜龙竹、版纳甜龙竹和泰

国甜龙竹)之一,属于大型优良笋材两用的丛生竹,鲜笋鲜甜可口、品质优良,是云南省重点发展的笋用竹种^[2]。版纳甜龙竹原产于我国云南省西双版纳和普洱市,分布于印度、缅甸、老挝、泰国、尼泊尔等东南亚国家,是集笋用、材用、观赏于一身的极具开发利用价值的优良竹种。具有生长迅速、成林快、笋期长、产量高、营养丰富等优点,还具有涵养水源、保

收稿日期:2015-06-15.

作者简介:谭宏超(1963-),男,云南宣威人,硕士,教授,硕士生导师。长期从事竹类教学研究工作。E-mail:ynbamboo@126.com

持水土、美化环境等极好的生态效益。

竹笋堪称“菜中珍品”，而版纳甜龙竹竹笋又是竹笋中的一绝，肉质丰厚、鲜甜可口，蔬食颇佳。版纳甜龙竹鲜笋具有较高的营养价值，富含丰富的膳食纤维、蛋白质、维生素 E、维生素 C 以及钙、磷、钠、钾、铁等矿物质元素^[3]，堪称“一身全是宝”。版纳甜龙竹鲜笋食用方法很多：生吃鲜甜可口，凉拌、煎炒煲汤均鲜嫩清香。当地居民还把鲜笋切成片晒干成笋片或腌制成酸笋，这又别有一番风味，而且方便保存。版纳甜龙竹鲜笋具有较高的经济价值，鲜笋售价在旺季可达 10~50 元/kg，淡季可达 30~80 元/kg，每年亩产值可达 2 万元以上，是当地居民经济来源之一。

1 调查地点

调查地点分别是云南省西双版纳傣族自治州勐海县格朗和乡（有竹林 44.0 hm²）；景洪市嘎洒镇（有竹林 21.3 hm²）；临沧市双江县沙河乡（有竹林 28.0 hm²）；四川省成都市双流县彭镇（有竹林 18.0 hm²）；宜宾市江安县下长镇（有竹林 16.7 hm²）。各个地点的自然概况见表 1 所示。

表 1 不同地点的主要自然概况及竹林面积

Tab. 1 Bamboo forest area of natural conditions in different locations

地区	海拔/ m	气候带 名称	年均 温/ ℃	年均 降水量/ mm	竹林 面积/ hm ²
勐海县格朗和乡	1400~1650	南亚热带	18.6	1630.2	44.0
景洪市嘎洒镇	600~657	热带	23.2	1254.3	21.3
双江县沙河乡	1210~1350	南亚热带	19.3	1165.8	28.0
双流县彭镇	430~450	中亚热带	16.2	1023.7	18.0
江安县下长镇	312~365	南亚热带	18.1	1136.5	16.7

注：表格中部分数据由老师和同学提供。

2 调查方法

先进行全面踏查，对竹林生长状况进行全面了解，然后选样地进行详细调查，设置标准样地面积 20 m×20 m。对每个标准样地的坡向、坡位、坡形、海拔等立地因子以及立竹密度等情况进行调查。选取产笋最好最多的、中等的和最差的 3 种样地逐丛挖笋称重调查。选择固定样方，每个月定期在月末测定一次，以此推算竹林产量。最终调查得出 2014

年 4 月至 12 月每块标准地中鲜笋的最高产量、最低产量和平均产量。根据调查结果，分析版纳甜龙竹鲜笋产量的规律。

3 调查结果与分析

针对版纳甜龙竹在不同地区、坡向、坡位、坡形、立竹密度、海拔和月份的鲜笋产量进行实地调查分析。

3.1 不同地区对鲜笋产量的影响

不同地区，由于气候条件不同，版纳甜龙竹鲜笋产量差异较大。2014 年 9 月 2 日至 12 月 10 日分别在勐海、景洪、双江、双流和江安等县做实地调查。根据调查数据统计出不同地区版纳甜龙竹鲜笋的最高年产量、最低年产量和平均年产量（表 2）。

表 2 不同地区对鲜笋产量的影响

Tab. 2 Effects of different areas on fresh bamboo

产量	shoots production				
	t/(hm ² ·a)				
	勐海县	景洪市	双江县	双流县	江安县
最高产量	48.0	28.5	37.5	22.5	40.5
最低产量	19.5	12.0	13.5	9.0	16.5
平均产量	31.5	19.5	25.5	13.5	28.5

注：双江县、双流县和江安县的数据由其他同学提供。

由表 1 可知，2014 年 5 个调查点鲜笋产量的高低顺序为：勐海县>江安县>双江县>景洪市>双流县。原因是，勐海县为版纳甜龙竹的原产地，温度高、降水充足，最适合该竹种的生长；江安县虽然为引种地，但气温高、降水均匀，干湿季节不明显，出笋期比原产地长 1~2 个月，因此产量也较高。景洪市虽为原产地，但干湿季节十分明显且蒸发量较高，不利于该竹种生长，因此产量较低。而双流县气温较低，冬季低温带使版纳甜龙竹受冻，因此产量最低。双江县的气候条件也较适合该竹种生长^[4]。

3.2 不同坡向对鲜笋产量的影响

不同的坡向所接收到的光照不同，所以不同坡向会影响版纳甜龙竹鲜笋产量。为此，到西双版纳傣族自治州勐海县格朗和乡做了实地调查。根据国家林业局编写的《森林调查手册》，坡向分设 4 个不同水平，分别为：南坡、西南坡（阳坡）^[5]；东南坡、西坡（半阳坡）；东坡、西北坡（半阴坡）；北坡、东北坡（阴坡）。本文主要调查了阴坡、半阳坡和阳坡。调查结果列于表 3。

表 3 不同坡向对鲜笋产量的影响

Tab. 3 Effect of different slope on fresh bamboo shoots production $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mon}^{-1}$

产量	阴坡	半阳坡	阳坡
最高产量	9.2	18.8	6.8
最低产量	5.4	10.1	3.2
平均产量	7.2	14.4	5.6

注:调查时间为 2014 年 9 月 10 日。

根据调查可知,半阳坡产量最高,其次是阴坡和阳坡的。原生的版纳甜龙竹都生长于原始森林下,对光照的要求不是很高,它属于中性竹种。半阳坡具有适合其生长的光照和温度条件,因此产量较高。阳坡风大,日照长而强,竹叶失水严重,不利于竹笋的生长,因此产量较低。阴坡光照不足,气温较低,竹笋出土慢,竹笋产量也不高。

3.3 不同坡位对鲜笋产量的影响

分别对上坡、中坡和下坡不同坡位进行调查。各坡位对鲜笋产量的影响见表 4 所示。

表 4 不同坡位对鲜笋产量的影响

Tab. 4 Effect of different slope position on fresh bamboo shoots production $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mon}^{-1}$

产量	上坡	中坡	下坡
最高产量	5.9	10.1	10.7
最低产量	2.4	5.7	7.4
平均产量	3.6	8.7	9.3

注:调查于 2014 年 9 月 10 日勐海县格朗和乡。

由表 4 可以看出,下坡鲜笋产量高于中坡,中坡鲜笋产量高于上坡。由于地表径流的作用,上坡的水土逐渐向中坡、下坡流动,日积月累,下坡的土层厚,疏松湿润,适于竹笋生长;相反,上坡土层薄,干燥板结,不利于竹笋生长。

3.4 不同坡形和立竹密度对鲜笋产量的影响

不同的坡形和立竹密度均会影响版纳甜龙竹鲜笋产量,坡形可分为山脊的凸形坡和直线形坡。而立竹密度可分为 330 丛/hm²(丛间距为 5 m×6 m)和 450 丛/hm²(丛间距为 4.5 m×5 m)2 种类型。调查结果列于表 5。

调查结果表明,直线形斜坡的鲜笋产量明显高于凸形坡的,因为凸形坡的水土流失严重,风大、日照长而强,不利于竹林的生长。立竹密度直接影响到竹林的通风透光情况,通风透光良好有利于版纳甜龙竹发笋,所以 330 丛/hm² 的竹林鲜笋产量明显

高于 450 丛/hm² 的。在调查过程中发现,330 丛/hm² 的竹林里所产的鲜笋比 450 丛/hm² 的竹林里的鲜笋明显要粗壮很多,不但竹笋个头高,而且地径也要粗很多,所以平均产量也要多^[6]。

表 5 不同坡形密度对鲜笋产量的影响

Tab. 5 Effects of different loping and density on fresh bamboo shoots production $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mon}^{-1}$

产量	坡形		立竹密度	
	凸形	直线	330 丛 · hm ⁻²	450 丛 · hm ⁻²
最高产量	6.8	11.4	12.3	9.5
最低产量	2.0	3.8	5.6	3.6
平均产量	5.4	7.2	9.2	6.3

注:调查 2014 年 8 月 11 日至 9 月 10 日勐海县格朗和乡南糯山村。

3.5 不同海拔对鲜笋产量的影响

不同海拔对版纳甜龙竹鲜笋产量也有影响,在勐海县、景洪市和勐腊县等地海拔 680~1 900 m 范围内进行实地考察,调查了不同海拔的最高年产量、最低年产量和平均年产量。调查结果列于表 6。

表 6 不同海拔对鲜笋产量的影响

Tab. 6 Effects of different altitude on fresh bamboo shoots production $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$

产量	海拔/m						
	680	900	1100	1300	1500	1700	1900
最高产量	28.5	37.5	42.0	52.5	48.0	39.0	33.0
最低产量	12.0	16.5	22.5	24.0	19.5	19.5	16.5
平均产量	19.5	22.5	28.5	36.0	31.5	25.5	21.0

注:调查于 2014 年 12 月 1 日至 6 日勐海县、勐腊县和景洪市。

由表 6 可知,海拔范围在 1 100~1 500 m 的版纳甜龙竹竹林鲜笋产量明显高于 1 700 m 以上以及 900 m 以下的鲜笋产量。海拔是引起温度和湿度变化的主要因素之一,一般来说,海拔越高,温度和积温越低,湿度和降水量越高。海拔每上升 100 m,温度就会降低 0.6℃,积温减少 100~200℃。1 000~1 500 m 的海拔、温度、积温、湿度和降水量适合版纳甜龙竹的生长。海拔太高,温度太低,积温不够,竹笋生长所需要的时间过长,且易受冻害,故产量低。海拔太低,形成干热气候,也不利于竹笋的生长,且出现退笋和劣质笋^[7]。

3.6 不同月份对鲜笋产量比较

版纳甜龙竹笋期较长,2014 年在勐海县格朗和

乡进行实地调查,自 2014 年 4 月至 12 月中旬结束,时间长达 9 个月。分别调查了每月的最高产量、最

低产量和平均产量。调查结果列于表 7。

表 7 不同月份对鲜笋产量的影响

Tab. 7 Effect of different month on fresh bamboo shoots production

kg · hm⁻² · mon⁻¹

产量	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
最高产量	685.5	1128.0	3787.5	7476.5	6370.5	4297.5	1894.5	1267.5	868.5
最低产量	394.5	775.5	2148.0	3235.5	4687.5	2901.0	1308.0	814.5	385.5
平均产量	558.0	979.5	2941.5	5403.0	5917.5	3550.5	1479.0	1038.0	706.5

注:调查于 2014 年 4 月至 12 月勐海县格朗和乡。

调查结果显示,版纳甜龙竹笋期长达 9 个月,但 6~10 月的鲜笋产量明显高于其他月份,每年 8 月份鲜笋产量最高,6~10 月(夏秋季节)是版纳甜龙竹的鲜笋旺季。这与当地高温高湿季节相吻合^[8]。

4 结论

版纳甜龙竹鲜笋产量受不同地区、坡向、坡位、坡形、立竹密度、海拔和季节的影响。就几个不同调查地点来看,西双版纳勐海县的鲜笋年产量明显高于其他地区;不同坡向和坡位对版纳甜龙竹鲜笋产量的影响表现为:半阳坡光照多,下坡水肥条件好均有利于版纳甜龙竹的生长发育,蕴育出的竹笋数量较多,且个头较大,鲜笋产量较高;按坡向坡位结合起来看,半阳坡和下坡组合的鲜笋产量最高;从坡形密度上来看,直线型斜坡上立竹密度为 330 丛/hm² 的鲜笋产量最高。海拔在 1 100~1 500 m 的鲜笋产量相对较高。每年的夏秋季节是版纳甜龙竹的产笋旺季。

5 发展前景展望

版纳甜龙竹是集笋用、材用、观赏于一身的极具开发利用价值的优良竹种。加强造林技术措施的研究,对提高其造林质量和经济效益,保障该产业的健康持续发展是非常必要的。造林技术措施应该科学合理,经济有效,既能保证造林质量和提高经济效益,又必须节省成本^[9]。良好的立竹条件是保证鲜笋产量的基础。根据本项研究结果,不同地区、坡向、坡位、坡形、立竹密度、海拔和季节都会影响版纳甜龙竹鲜笋产量。鲜笋产量与竹林是密切相关的,所以在造林初期应加强除草、施肥管理。在有条件的地方,应定期地引水灌溉,提高造林成活率,促进胸径和株高的生长,进而提高地上、地下部分各器官的生物量,使其尽快成笋、成竹、成林,尽早发挥并提

高其经济效益^[10]。《云南省竹产业发展规划》(2014~2020 年)把版纳甜龙竹作为重点笋用竹发展,规划到 2020 年建设笋用竹林基地 11.3 万 hm²,笋用基地营造的竹种主要有云南甜龙竹、版纳甜龙竹和麻竹等。版纳甜龙竹鲜笋具有较高的经济价值,鲜笋售价 10~50 元/kg,每年产值达 30 万元/hm² 以上,是当地居民经济来源之一。春节前后的鲜笋价格是 8 月份鲜笋价格的 8~10 倍,此期间的出笋集成技术值得深入研究,以促成良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 李金泽. 西双版纳甜龙竹:托起绿色经济新希望[J]. 生态经济,2003(12):77-79.
- [2] 耿平介,王正平. 中国植物志(第九卷第一分册)[M]. 北京:科学出版社,1996.
- [3] 杨清,苏光荣,许丛恒,等. 版纳甜龙竹化学成分与制浆性能研究[J]. 中华纸业,2007,28(6):83-86.
- [4] 杜凡. 云南重要经济竹种特性及其生产中存在的问题[J]. 西南林学院学报,2003,23(2):26-30.
- [5] 国家林业局. 森林调查手册[M]. 北京:科学出版社,1974.
- [6] 兰冰. 竹类果实苗木图志[M]. 昆明:云南科技出版社,2010.
- [7] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志(第九卷种子植物)[M]. 北京:科技出版社,2003.
- [8] 易同培,史军义. 中国竹类图志[M]. 北京:科技出版社,2008.
- [9] ZHU S. L., MA N. X., FU M. Y., eds. A compendium of Chinese bamboo[J], China Forestry Publishing House, Beijing, China, 1994:110-117.
- [10] MANJU, SUNDRIYAL R. C. Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: Marketing Value addition and implications for management[J]. Economic Botany, 2004, 58(2):300-315.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.013

隆阳区高黎贡山糯橄榄产业发展思路

傅文华

(隆阳区林业局,云南 保山 678000)

摘要:高黎贡山糯橄榄是保山市隆阳区潞江镇农户用本地野生滇橄榄经多年驯化培养的优良品种,生态和经济效益俱佳,是干热河谷地区具有发展潜力的药食兼用水果。文章介绍隆阳区高黎贡山糯橄榄种植面积、良种认定、种苗供应等发展现状,产业发展具有起步早,有充足技术储备,品质优、市场竞争力强,栽培价值高,促农增收见效快等优势,同时存在领导重视不够,良种化程度不高,整体管理水平粗放,营销、保鲜贮藏和加工等研究工作滞后等问题。藉此提出了相应发展对策。

关键词:高黎贡山糯橄榄;产业发展;发展优势;品种改良;隆阳区

中图分类号:S667.5;F416.88 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2015)04-0061-03

Development Thoughts and Countermeasures on *Phyllanthus emblica* in Gaoligong Area of Longyang District

FU Wenhua

(Forestry Bureau of Baoshan Longyang District, Baoshan, Yunnan 67800, China)

Abstract: *Phyllanthus emblica* planted in the Gaoligong area is a fine variety improved from wild *Phyllanthus emblica* seedling by years of effort. It is the most potential resource of fruit and drug with economic efficiency and ecological benefit in the dry-hot valley Area. The paper describes present industrial situation of planting area, fine seedling certification, seedling supply and so on, analyzes the developing advantages of starting early, sufficient technical reserve, superior quality, strong market competitiveness, high value of cultivation, quick results of increasing income, etc. Based on the existing problems of lack of leader importance, lower improved varieties, extensive management level, marketing and retain freshness process lag behind, the corresponding development measures for *Phyllanthus emblica* are proposed.

Key words: *Phyllanthus emblica*; industrial development; developing advantages; variety improvement; Longyang District

高黎贡山糯橄榄 (*Phyllanthus emblica* Linn) 又名余甘子,为大戟科叶下珠属落叶乔木,是隆阳区潞江镇农户通过对本地野生滇橄榄多年驯化培养的滇橄榄优良品种,具有生命周期长,抗旱耐瘠薄、蓄水能力强,固土作用大,生长快、结果早,丰产稳产,萌发能力强,绿化效果好等优良性状,是干热河谷地区

造林生态效益和产业效益兼顾的最佳树种之一。它又是一种重要的药食两用植物资源,其果汁风味独特,营养丰富,可食率 84.1%,每克果肉含 VC 4.7 mg,总糖 5.07%,总酸 2.28%,水分 2.28%;含有氨基酸和微量元素,经加工后其 VC 的留存率高达 72%,远远高于其它果蔬。1990 年载入《中国药

收稿日期:2015-05-13;修回日期:2015-05-21.

作者简介:傅文华(1969-),女,云南保山人,工程师。主要从事林业调查规划设计及营林生产工作。

典》,果实入药,具有清热利咽、润肺化痰、健胃消食、收敛止泻、护肝解酒毒、抗衰老、抗菌消炎、降脂降肥、降血压及护扶养颜等功效。基于滇橄榄果实中丰富的营养成分和多方面的保健功能,联合国世界卫生组织指定其是在世界范围内推广种植的 3 种保健植物之一,1998 年被卫生部公布列入“既是食品又是药品”的名单,为药食兼用水果。发展高黎贡山糯橄榄产业,对建设“美丽隆阳”、“生态隆阳”,增加农民收入具有重要意义。

1 产业概况及发展优势

1.1 产业概况

1.1.1 面积及分布

隆阳区于 2012 年开始发展高黎贡山糯橄榄,至 2014 年,种植面积达 3 666.66 hm^2 ,分布于怒江流域、澜沧江流域的干热河谷地区。其中杨柳乡 1 029.8 hm^2 ,占总面积的 28.1%;潞江镇 827.53 hm^2 ,占 22.6%;芒宽乡 474.67 hm^2 ,占 12.9%;蒲缥镇 431.87 hm^2 ,占 11.8%;瓦房乡 333.33 hm^2 ,占 9.1%;瓦窑镇 213.33 hm^2 ,占 5.8%;丙麻乡 156.13 hm^2 ,占 4.3%;瓦马乡 133.33 hm^2 ,占 3.6%;水寨乡 66.67 hm^2 ,占 1.8%。其中挂果面积 8 hm^2 ,2014 年产量 20 t,产值 14 万元。

1.1.2 良种认定及种苗供应能力

高黎贡山糯橄榄于 2013 年经云南省林木良种委员会认定,命名为高黎贡山糯橄榄。隆阳区现有高黎贡山糯橄榄苗木生产企业 5 个,育苗面积 11.2 hm^2 ,主要分布在潞江镇、蒲缥镇和芒宽乡,年育苗能力 1 000 万株。2014 年培育苗木 980 万株,其中嫁接苗 550 万株,实生苗 400 万株,苗木价值 1 890 万元。

1.1.3 社会化服务发展体系建设情况

隆阳区发展高黎贡山糯橄榄产业以来,积极鼓励大户种植,注重合作社的发展。截至 2014 年底,大户种植面积 139.07 hm^2 ,占全区总面积的 3.8%。其中进入初果期面积 28.4 hm^2 ,占大户种植面积的 20.4%;进入盛果期面积 8 hm^2 ,占 5.8%。潞江镇芒柳村成立了隆阳区杨升糯橄榄合作社,开展高黎贡山糯橄榄产前、产中、产后服务。通过大户和合作社示范带动广大农户发展此项产业。

1.2 发展优势

1.2.1 起步早,有充足的技术储备

隆阳区是保山市乃至云南省最早发展种植高黎贡山糯橄榄的县(区),在其培育种植过程中,积累

了丰富的经验,培养了一批农民技术员和技术过硬的中高级林果科技人员,造就了一批“土专家”,产业发展具有充足的技术储备。

1.2.2 品质优,市场竞争力强

隆阳区种植的高黎贡山糯橄榄具有果大,平均单果重为本地野生滇橄榄的 4 倍左右,酸涩味轻,果肉粗纤维少,果汁多,肉质细嫩等特点,与目前畅销全国的广西余甘子良种及印度大果橄榄比较,具有早期丰产性能好,抗逆性更强,口感回味好、品质更优,成熟期较晚的特点。从目前隆阳区和德宏州市场的批发价格看,高黎贡山糯橄榄 6~11 元/kg、广西余甘子 5~7 元/kg。高黎贡山糯橄榄的市场竞争力明显优于广西余甘子,具有较强的市场竞争力。

1.2.3 栽培价值高,促农增收见效快

嫁接苗定植后 3 年开始结果,5 年进入丰产期,产量 15 t/ hm^2 以上,产值 9 万元/ hm^2 以上,促进增收见效快。

1.2.4 产品应用广泛,市场前景广阔

高黎贡山糯橄榄产品应用广泛,可开发药用产品,还可大量应用于蜜饯果脯、果酒、糖果、饮料等食品、保健食品的生产。据不完全统计,目前全国共有太极集团、云南白药集团等 11 家药品生产企业生产橄榄(余甘子)含片,20 个生产厂家从事滇橄榄制品的生产。目前全省仍未建设滇橄榄原料生产基地,产品原料供不应求,市场前景广阔。

1.2.5 有适宜的土地资源

隆阳区境内怒江和澜沧江流域海拔 800~1 500 m 的干热河谷地区是高黎贡山糯橄榄的适宜生长区域,该区域土地面积 34 133.3 hm^2 ,土地资源丰富。

1.2.6 政策环境良好

高黎贡山糯橄榄造林生态效益和经济效益俱佳,是干热河谷地区绿化荒山,治理陡坡耕地,发展地方特色林果产业的理想树种,近年来省、市、区高度重视,将其列入项目重点扶持范围。为促进此项产业的发展,隆阳区人民政府 2014 年出台了《关于高黎贡山糯橄榄产业建设的意见》,为产业发展提供了良好的政策环境。

2 存在问题

2.1 领导重视力度不够

全区至今未成立高黎贡山糯橄榄产业工作领导小组,缺乏有力的组织领导核心。多数乡(镇)领导对此项产业缺乏共识,未将其作为发展地方产业、增

加农民收入的重要工作来抓,未进行有效的引导和宣传,重视力度不够,产业意识淡薄,农户种植积极性不高。

2.2 良种化程度不高

由于前两年糯橄榄产业发展速度快,但嫁接苗稀缺,加之项目扶持资金有限,为降低生产成本,新植橄榄面积多为实生苗种植,嫁接苗比例不高。高黎贡山糯橄榄良种化程度不高,极大地影响了农户的种植积极性,一定程度上也影响了产业的发展。

2.3 生产扶持力度不够

近年来隆阳区主要依托巩固退耕还林、防护林、国家造林补贴、退耕还林配套荒山造林和产业扶贫等项目发展高黎贡山糯橄榄产业,项目单位补助标准较低,为1 800~4 500元/hm²不等,仅能满足当年苗木、栽植费用,而基肥、追肥、病虫害防治及后期抚育管理等资金缺乏,种植质量不高;产业发展未配套工作经费,乡镇领导不重视,工作推动不力,影响了产业质量。

2.4 整体管理水平粗放

多数农户科技意识淡薄,对新种植的高黎贡山糯橄榄管理粗放,后期嫁接、中耕、抚育、施肥、修剪整形等措施不到位,在一定程度上制约了产业的发展。

2.5 营销、保鲜贮藏和加工研究工作滞后

嫁接苗种植后3年挂果,5年进入丰产期,隆阳区有3 666.67 hm²高黎贡山糯橄榄,预计3年后产量达1.4万t。而目前尚未开展果品的贮藏保鲜、营销、加工等系列研究工作,3年后一旦大批量的鲜果上市,如还未找到适当的营销、加工渠道,就会导致果品过剩,农民收益将受损。

3 产业发展思路和目标

3.1 发展思路

认真贯彻落实党的十八大精神,以市场为导向,以效益为中心,以资源为依托,以科技为先导,以创新为动力,以建设生态文明和“美丽隆阳”为目标,合理进行热区产业结构调整,因地制宜,实施多层次、多元化开发,集约化生产,提高品质,转变经营机制,突出加工、强化营销,实现农工贸一体化的服务体系,推进产业化进程,提高竞争力,提高整体素质和效益。

3.2 发展目标

到2016年,建成8 000 hm²高黎贡山糯橄榄原

料基地,进入盛果期每年产鲜果24万t,实现农业产值6亿元。积极申报“高黎贡山糯橄榄”原产地地理标志认证,创建“高黎贡山糯橄榄”名优特色品牌,把隆阳区努力打造成为“中国高黎贡山糯橄榄之乡”。

4 产业发展对策

4.1 加强领导,做强做大高黎贡山糯橄榄产业

隆阳区高黎贡山糯橄榄产业在全省处于领先地位,是一个较有优势的产业,各乡(镇)政府要充分认识到发展高黎贡山糯橄榄产业的重要性,增强产业意识,把此项工作纳入议事日程,做好宣传和引导工作,提高农户种植积极性,使广大农户自觉自愿投入到产业建设中来。区政府成立高黎贡山糯橄榄产业工作领导小组,做好产业发展的领导和协调工作,进一步做强做大高黎贡山糯橄榄产业,使资源优势变为经济优势。

4.2 加快品种改良工作,提升产业质量

各乡(镇)要多方筹措资金,组织专业嫁接施工队对前两年种植的实生苗达到嫁接条件的开展嫁接工作,使该项产业真正成为老百姓“放心产业”、“增收产业”,区、乡林业部门负责做好技术服务、嫁接专业队信息收集工作。

4.3 增加投入,加大扶持力度

建立多元化的投资机制,区财政每年安排专项资金,用于扶持产业发展,并安排一定工作经费,用于政策宣传、规划设计、检查验收等工作,确保各级财政补助不低于9 000元/hm²。大力引导、鼓励工商资本、民间资本以及外资进入高黎贡山糯橄榄产业,对基地建设、种植大户及中介组织等要积极给予信贷支持。

4.4 合理规划,规模发展

必须坚持“因地制宜、适地适树”的原则,选择气候适宜的区域进行统一规划,连片种植,规模发展,推广良种壮苗,严格按技术要求种植,以达到集约化经营的目的。重点布局在潞江镇、芒宽乡和杨柳乡、瓦房乡、瓦马乡、瓦窑镇、水寨乡适度规模发展。

4.5 强化科技培训,提高种植水平

林业部门要加大培训力度,做好高黎贡山糯橄榄丰产栽培技术的推广普及、试验示范工作,指导农户搞好新植苗木嫁接、修剪、中耕抚育施肥等后续管理工作,提高广大农户种植管理水平。同时在种植区进一步建立和完善科技服务网络,成立高黎贡山

糯橄榄产业协会,加强市场信息和技术推广;选择条件好的地块,培植高黎贡山糯橄榄生产重点村和专业村。目前要重点抓好潞江镇丛岗村和芒柳村 2 个科技示范点,以此为典型示范,带动周边乡、村群众种好、管好高黎贡山糯橄榄。

4.6 积极筹备,逐步推进贮藏保鲜等硬件设施建设

隆阳区高黎贡山糯橄榄基地建设规模已初步形成,产业要做强做大,走向标准化、健康、持续、稳定的发展,必须建设果品预处理中心、保鲜库、冷藏库及考虑今后的深加工。“十三五”期间,财政支农资金要重点扶持 1~2 家龙头企业。由龙头企业重点做好高黎贡山糯橄榄产前、产中、产后服务,引进国内外先进的保鲜、加工设备和技术,有效为客户提供优质大宗鲜果,以调节产品淡、旺季市场供应,延长产业链,提高产品附加值,提升高黎贡山糯橄榄产品品质,增加种植户的收入和抗风险的能力。

4.7 建立精品名牌,拓宽市场

积极开展高黎贡山糯橄榄地理标志和原产地证

明商标申报认证工作,保护和加强高黎贡山糯橄榄品种资源,加强高黎贡山糯橄榄知识产权保护的力度。结合高黎贡山度假区旅游开发,充分挖掘高黎贡山糯橄榄生态文化资源,形成高黎贡山糯橄榄生态文化旅游品牌,拓宽市场,丰富高黎贡山旅游文化和旅游产业。

参考文献:

- [1] 隆阳区林业局. 隆阳区 12 万亩高黎贡山糯橄榄产业基地建设规划[Z]. 2014.
- [2] 隆阳区人民政府. 隆阳区人民政府关于高黎贡山糯橄榄产业建设的实施意见[Z]. 2014.
- [3] 保山市林业局,保山市林业技术推广总站. 滇橄榄早实丰产栽培技术[Z].
- [4] 铁筱睿,李迪. 海口林场油橄榄产业发展前景浅谈[J]. 林业调查规划,2014,39(6):84-86.
- [5] 马骏,杨志勇,王飞,等. 昆明特色经济林产业现状及发展对策[J]. 林业调查规划,2013,38(4):79-84.

(上接第 54 页)

生境等方面进行了调查研究,研究内容不足以支撑河池市野生兰科植物繁重的保护管理工作,还需要从兰科植物的资源监测、遗传多样性、保护生物学、保护与利用技术、数据库的建立与管理、种群“回归”以及社区共管等方面开展调查与研究,才能为河池市兰科植物的管理和保护工作提供足够的科技支撑。

参考文献:

- [1] 易思荣,黄娅,肖波,等. 金佛山自然保护区兰科植物多样性及保护对策研究[J]. 热带亚热带植物学报,2010,18(3):269-276.
- [2] 谭卫宁. 广西木论国家级自然保护区兰科植物资源状况及其特点[J]. 林业调查规划,2008,33(6):75-80.
- [3] 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.
- [4] 和太平,彭定人,邓荣艳,等. 广西雅长自然保护区兰科

植物区系分析[J]. 广西农业生物科学,2007,26(3):215-220.

- [5] 王佳玉. 河池市概况[M]. 南宁:广西民族出版社,2003:5-18.
- [6] 覃海宁,刘演. 广西植物名录[M]. 北京:科学出版社,2010:449-469.
- [7] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究,1991,13(增刊IV):1-139.
- [8] 覃文渊,覃文更,覃国乐,等. 河池市兜兰属植物资源及其保护利用初探[J]. 北方园艺,2012,270(15):103-106.
- [9] 谢代祖,覃文更,唐小平. 广西木论国家级自然保护区麻栗坡兜兰群落特征初步研究[J]. 北方园艺,2011(13):111-114.
- [10] 覃国乐,覃文更,谭卫宁,等. 广西木论自然保护区铁皮石斛种群资源调查[J]. 现代农业科技,2011(11):145-150.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.014

隆阳区观赏苗木产业现状及可持续发展对策

罕新艳

(隆阳区林业局林木种苗管理站,云南保山 678000)

摘要:分析隆阳区观赏苗木产业发展的背景、发展优势、前景和存在的问题,提出加大政策扶持,强化科技推广,完善服务体系,培育特色乡土树种,实施龙头带动等建议以促进观赏苗木产业持续健康发展。

关键词:观赏苗木;产业发展;产品结构;乡土树种;隆阳区

中图分类号:S68;S723.13;F416.88;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2015)04-0065-04

Status of Ornamental Nursery Stock Industry and Its Development Countermeasure in Longyang District

HAN Xinyan

(Forest Seedling Management Station of Longyang District Forestry Bureau, Longyang, Yunnan 678000, China)

Abstract: The paper analyzed the background, development advantages, prospect and existing issues of ornamental nursery stock industry of Longyang District, and put forward suggestions such as enhancing policy support, strengthening infrastructure construction, speeding up the popularization of science and technology, carrying out leading enterprise, pay attention to native plant cultivation, improving service system and so on, as to promote the sustained and healthy development of ornamental nursery stock industry in Longyang District.

Key words: ornamental nursery stock; industry development; product structure; native tree species; Longyang District.

观赏苗木泛指一切可供观赏的木本植物,包括各种乔木、灌木、木质藤本和竹类等。观赏苗木栽植于园林或庭院中,亦称之为园林树木或庭院树木。但观赏苗木不限栽植于庭院中,可用于城乡美化、绿化的多个方面,如公园和城市绿地造景树木、列植的行道树、高速路的隔离带、河湖岸堤的绿化带等。与一般树木相比,观赏苗木的作用主要在其观赏价值上,凡是冠形优美或奇异、枝干雄伟或秀丽、枝叶鲜艳或多彩、花朵色相丰富而馥郁、果色诱人而挂果持久者都属观赏苗木的范畴。观赏苗木产业是从单纯

的观赏栽培和花卉盆景文化发展过程中衍生出来的一种经济现象,是将苗木和花卉作为商品进行研发、生产、贮运、营销以及售后服务等一系列的活动。近年来,随着人们物质文化生活水平的不断提高,对生活环境质量及苗木花卉的观赏性、艺术性和文化性也有了更高的要求,这对发展观赏苗木产业既是机遇也是挑战。隆阳区观赏苗木产业还处于起步阶段,产业效益还不明显,本文旨在对隆阳区观赏苗木产业发展中的问题进行分析探讨,并提出一些促进产业健康持续发展的建议。

收稿日期:2015-04-10.

作者简介:罕新艳(1972-),女,云南保山人,工程师。从事林木种苗管理工作。

1 观赏苗木产业发展背景

1.1 云南省观赏苗木产业发展现状

观赏苗木产业是云南省林业产业的九大产业之一。云南省是生物多样性的宝库和面向西南开放的重要桥头堡,培植观赏苗木在全省有着得天独厚的资源优势、气候优势和区位优势,发展潜力巨大。近年来云南省委、省政府先后制定出台相关政策,扶持该产业发展。据不完全统计,云南省拥有观赏苗木基地 3 460 个,面积达 20 000 hm^2 ,培育各种规格的观赏苗木达 9 亿多株,年产值超过 50 亿元。云南省观赏苗木产业发展不平衡,主要集中在以昆明为主的滇中地区,基地经营规模在 33.3 hm^2 以下居多,经营面积 0.67~3.33 hm^2 的基地数量占全省 40%,个体育苗比重达到 80%,全省观赏苗木经营面积与省外先进省区差距较大,特色乡土树种资源优势没有转换为经济优势,基地规模小、分布散现状较为突出,还处于大资源、小产业的状况,资源与地域优势没有发挥出来。为缩小云南观赏苗木与省外的差距,学习省外的丰富经验。2014 年 8 月,云南省观赏苗木行业协会举办了一场“中苗会·论道云贵”园林企业家峰会,邀请了来自全国各地的近百家园林苗木企业的主要负责人到云南和贵州两地进行参观考察,分析、探讨云南观赏苗木的现状、行业趋势、发展方向、商业模式等业界共同关注的热点问题。不少业内人士认为,本次活动后云南的很多苗木企业转变了思维方式,改变了苗木种植、销售的传统观念和方式,这对推动云南观赏苗木产业向规模化、标准化、精品化方向发展起到了很大的提升作用。

1.2 保山市观赏苗木产业发展现状

保山是云南省乃至全国生物多样性较为丰富的地区之一,其中具有较高观赏价值的观赏苗木、花卉达 62 科 320 属 1 053 种。保山市观赏苗木产业基地主要集中在隆阳区。目前保山从事观赏苗木生产经营的单位和个人有 150 多户,从业人员 3 000 多人,经营面积达 357.1 hm^2 、育苗基地面积达 201.1 hm^2 ,观赏苗木年产值超过 2.5 亿元。由于保山观赏苗木产业起步较晚,其潜在的优势还未真正得到体现和发挥,进而还没引起地方政府的高度重视和支持。截至目前,保山市观赏苗木产业发展还没有形成大的合力,各生产经营企业在苗木生产、销售等主要经营环节中各自为政、自谋发展。与昆明宜良、呈贡、楚雄、大理等市、县比较,保山的观赏苗木产业发展还比较滞后,差距较大。

2 隆阳区观赏苗木产业发展现状

2.1 观赏苗木产业发展概况

2.1.1 隆阳区观赏苗木产业初具规模

据不完全统计,截至 2014 年 12 月,隆阳区共有林木生产经营单位和个人 220 户(其中林木种子生产单位 109 户,经营单位 111 户)。其中从事观赏苗木生产经营的单位共有 88 个,从业人数达 2 000 多人,生产经营面积达 411.9 hm^2 ,年产量达 60 000 万株,年产值达 20 741 万元。涉及云南山茶花、腾冲红花油茶、杜鹃、桂花、紫薇、榕树、清香木、黄连木、滇朴、香樟、天竺桂、樱花、石楠、女贞、连翘、报春、松柏类、木兰科植物及竹类等 700 多个树种,乔木、灌木、藤本等各种苗木类型规格均有。自 2011 年起,隆阳区在辛街乡协调规划了约 67 hm^2 土地,陆续将一些观赏苗木生产苗圃和经营单位搬迁到一块,逐渐形成一个比较集中和规范的观赏苗木交易市场。

2.1.2 观赏苗木生产经营企业各具特色

近年来涌现了一批具有区域特色的观赏苗木生产经营企业,例如:保山市隆阳区百泽园艺有限公司,主要以生产培育名贵茶花和兰花为主,其在隆阳区的山茶花种植基地约 2 hm^2 ,收集“雪娇”、“鹿城春”、“朱砂紫袍”、“紫宝”、“玛瑙”等云南山茶花品种和“贝拉大玫瑰”、“伊丽莎白之女”、“云斑大元帅”等国外茶花品种 200 多个,培植各种规格的茶花 20 余万株。隆阳区美世园艺场,占地 4 hm^2 多,主要经营茶花、月季花、桂花、杜鹃花等特色花卉,其中主推古树茶花和古桩月季,现种植小规格茶花 3 万多株、古树茶花 3 000 多株,共 60 多个品种,种植月季盆花 20 000 多株,古桩月季 4 000 多株,是云南省规模较大、数量较多、技术精湛的古树茶花和古桩月季生产基地,年销售收入 100 万元以上,今后将借助板桥镇打造旅游小镇之机,打造隆阳区第一家花卉庄园。保山林佳园林绿化有限公司和保山欣森园林有限公司不仅专业从事园林工程设计、施工及特色乡土树种苗木培育,还将其公司苗圃基地建设成较有特色的观光苗圃。

2.1.3 专业协会、农村经济合作组织情况

隆阳区到目前为止成立有 4 个观赏苗木协会:保山市花木盆景协会、保山市兰花协会、保山市茶花协会、隆阳区拓邦专业种植合作社。通过认定省级龙头企业 1 个:保山林佳园林绿化有限公司。但因缺乏资金和政策支持,社团自身建设不足,没有建立、健全行业规章制度,没有加强信息、技术交流,没

有积极开展省内外市场信息搜集、整理、分析工作,为会员提供信息、技术推广、咨询服务、经验交流平台,实现会员单位信息资源共享,因此未能真正体现社团的广泛性和代表性,社会影响力不足。

2.2 隆阳区观赏苗木产业发展优势

2.2.1 地理区位和自然资源优势

隆阳区位于云南省西部横断山脉南段,是保山市委、市政府所在地,与大理、怒江、临沧交界。区内最高海拔 3 655.9 m,最低海拔 648 m,面积 5 011 km²,属西南季风区亚热带高原气候类型,加之低纬度高海拔和海拔高程差异较大的复杂地形,使隆阳区形成“一山分四季,十里不同天”的立体气候,热、温、寒 3 种气候类型俱全。最冷月 1 月,均温 8.5℃;最热月 7 月,均温 20.7℃。年均温 15.5℃,全年无霜期 290 d 以上,年均降雨量 979.6 mm。气候温和,光照充足,冬无严寒,夏无酷热,四季如春,被称为“春城”中的“春城”。优越的立体气候造就了丰富多样的生物资源。位于隆阳区内的贡山国家级自然保护区享有“世界动物植物宝库”、“物种基因库”、“自然博物馆”之称,有种子植物 4 303 种,列为国家重点保护的珍稀植物 80 余种。著名的“云南八大名花”——兰花、杜鹃、木兰、山茶、龙胆、报春、百合、绿绒蒿在保山均有分布。其中,兰花(国兰)、茶花、杜鹃花,观赏盆景等是隆阳的特色花卉,资源丰富,市场发展前景广阔。

2.2.2 悠久的历史和文化

保山人爱花种花的历史悠久,文化源远流长,远可上溯汉晋,近至元明清,尤以明末清初为盛,栽花接木,培养苗木花卉,积累了丰富的苗木花卉种植技术和经验。每年的“端阳花市”是保山人民爱花、养花、赏花的集中展现,而花街作为一个市场,始于清咸丰年间,迄今 100 多年。如今端阳赶花街已成了保山人民的传统节日,每年都有上百个观赏苗木生产经营单位或苗农集中在端阳花市参加花卉苗木展览和销售,花卉苗木品种、类型越来越丰富多样,吸引了省内外许多游客和商家前来观赏和采购。

2.2.3 良好的发展机遇

近几年来,园林绿化作为城市环境建设的重要组成部分,有了新的发展机遇。随着城市绿化美化、建设绿色通道、城市面山治理等的快速推进,绿化苗木的需求量越来越大,许多观赏苗木价格持高不下,高品质苗木供不应求,许多企业及个人开始投资苗木业,许多地区也把苗木作为农业产业化调整的重要方向。观赏苗木产业是隆阳区的绿色朝阳产

业,方兴未艾,已逐渐成为农民增加收入,提高经济效益的重要渠道,也是实现人与自然和谐统一的高效产业,展现出十分广阔的发展前景。

3 隆阳区观赏苗木产业发展存在的问题

3.1 管理体制混乱,产业扶持跟不上

由于政府对观赏苗木产业发展缺乏重视,观赏苗木的管理体制不明确,农业、林业、城建、园林都在管,但管理和扶持均不到位,苗木产业协会及合作社等相关组织不完善,作用不能充分发挥,绿化苗木的栽培技术及信息交流极为有限。政府没有出台过观赏苗木产业发展的指导性文件和整体规划,在政策、资金和技术方面的扶持均较缺乏。

3.2 产业结构不合理,资源利用率低

3.2.1 产业化水平低

由于政府对观赏苗木产业发展重视不够,全靠企业自生自灭,不能形成产业规模。目前隆阳区观赏苗木生产多数采取“工程+基地”的模式进行经营,资金较雄厚的企业多采取到省外购买成品苗进行囤积以满足企业绿化工程建设需要,少数企业或农户则是购买半成品苗或利用本地植物资源自行开展小规模乡土观赏苗木生产。苗木基地分散,隆阳区 18 个乡镇均有分布,但规模化、专业化程度低,产品质量不高。企业、农户以自产自销为主,各吹各打,未能有效形成生产、销售和管理服务一体化的生产经营体系。

3.2.2 产品结构不合理

目前,隆阳区观赏苗木产业还是以效益较低的苗木生产为主,从生产经营品种来看,外来树种、品种占主导,约占市场的 80%,自主培育的乡土观赏苗木还处于起步阶段。苗木规格多以小苗为主,人工培育的大、中型苗木较少。现有的大中型苗木大多是采挖移植野生树木资源而来。近年来,许多苗木生产经营单位和苗木使用者为了让绿化效果快速见效,大量采挖移植野生高山榕、清香木、黄连木、滇朴、白花羊蹄甲、红花油茶和马樱花等大树树种,因移植技术跟不上,移植成活率较低,不仅对树木原生地造成生态破坏,也浪费了大量人力、物力和财力,得不偿失。从外省调入的苗木有的并未经过引种试验,其适应性存在隐患。而本地的许多优良乡土树种没有得到充分开发利用,例如红花油茶、长果大头茶、红花木莲、中缅木莲、多花含笑、南亚含笑、秃杉、普文楠、球花石楠、小果垂枝柏、桫欏、金竹以及大树杜鹃(马樱花)、香花白杜鹃、淡黄杜鹃等多种杜鹃

花,具有非常高的观赏价值,有些在绿化中已有少量运用,但还没有开发形成特色主打产品,资源优势还未转变为经济优势。

3.3 科研技术落后,产品市场竞争力低

目前隆阳区观赏苗木生产经营已初具规模,但科技支撑能力低,还未形成由研发、引种、培训、示范和推广相结合的体系,在育苗、技术、信息、流通等诸多环节上均跟不上产业发展需求,许多生产者还停留在小作坊式的小农经济生产管理水平上,对新技术新品种的引进、新的生产管理模式接受能力不强,大多观赏苗木都是农户按传统经验来种植和管理,生产技术比较落后,经营管理粗放,科技含量低。特别缺乏对本土观赏苗木深层次的应用研究和技术开发,对申报新品种观赏苗木自主知识产权的意识不强,产品市场竞争力低。

3.4 龙头企业少,示范带动作用不强

隆阳区观赏苗木生产经营企业整体规模不大,特别是集规划设计、绿化施工、养护管理一条龙服务的企业少,带动能力不强,辐射影响力较弱,从而制约了本区观赏苗木产业的发展壮大。

4 对策与建议

4.1 加强政府引导和政策扶持

政府从政策、资金、技术上给予扶持。通过政府搭台,企业唱戏,出台有利于观赏苗木产业发展的各项扶持政策,制定观赏苗木产业发展规划,确定重点发展的品种、规模。积极争取市、区两级政府财政支持,帮助完善苗木生产基地和苗木交易市场的基础设施建设,改善投资环境,增强招商引资吸引力,广泛动员和鼓励本地有实力、有志向的苗圃和苗木生产、营销大户加大投资,扩大规模,并努力做好宣传和引导工作,多渠道吸引非农资金、区外资金投入,实现优势互补,利益双赢。

4.2 强化科技推广,完善服务体系

1)坚持科技兴苗原则,引进先进技术,加强科技培训,不断提高苗木生产、种植和管护水平。充分利用乡土树种资源,大力鼓励开展观赏苗木、花卉繁育科研工作,做好申报观赏苗木新品种自主知识产权服务,逐步建立起比较完备的科技支撑体系。

2)加强信息服务工作,建立健全隆阳区林业综合信息发布平台和苗木飞信平台,定期收集和发布产品供求、价格行情、科技动态、政策法规等信息,为广大苗木生产者、使用者提供及时、准确、详细的市场信息。

4.3 培育特色乡土树种,充分发挥资源优势

根据市场需求重视产品多元化开发。

1)注重优良特色乡土树种苗木的培育,建立本地苗木特色品牌,绿化工程中鼓励推广使用本地乡土树种苗木。

2)可选择一些花、果、叶及树姿等具有较高观赏价值的经济林树种作为观赏苗木培育利用,既可丰富园林植物资源,还能在园林设计中建立景观多样性和提高园林生态系统的稳定性。

3)在苗木培育过程中严格按照标准化、科学化、专业化的操作规程,做好树冠整形和树姿塑形,增强苗木观赏价值,提高产品档次,从而大大提高苗木的商品附加值,以满足市场对观赏苗木高品质高特色的要求。

4.4 培育龙头企业,增强辐射带动作用

在现有的观赏苗木生产经营企业中,对发展势头好、带动力强、辐射面广、已成规模的企业进行重点扶持,在基础设施建设和项目贷款贴息方面给予资金扶持或政策优惠,给企业搭建发展平台,协助企业开拓市场,增强龙头企业的辐射带动作用。建立“龙头企业+基地+农户”的生产经营模式,引导农户以资金、土地、劳力等生产要素入股龙头企业,实现企业和农户互利双赢。深化与旅游业的合作,参照“观光农业”,发展隆阳区的“特色观光苗圃”,将休闲旅游业和林业观赏苗木行业有机结合起来,充分利用传统端阳花街和特色苗木花卉展等活动载体,开展休闲旅游线路,引导观赏苗木产业向规模化、品质化、标准化方向发展。

5 结语

观赏苗木是完善生态功能和美化人居环境的重要物质载体,观赏苗木产业是一项集社会、经济、生态效益于一体的绿色产业,不仅能够美化生态环境,改善人居环境,而且能够合理配置资源,拓宽农民就业渠道,创造林业新的经济增长点,产生良好的生态和经济效益。发展观赏苗木产业对推进隆阳区社会文明建设、调整农业产业结构、促进城乡共同发展、全面建造生态园林城市等都有重要的战略意义。通过政府引导并加大政策扶持力度、加强基础设施建设、加快科技推广、实施龙头带动、注重特色产品开发、健全服务体系等措施,促进观赏苗木产业持续健康发展,使观赏苗木产业真正成为特色经济支柱产业。

(下转第 72 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.015

祁连山地湿地生态质量评价

张应丰

(青海省林业咨询中心,青海 西宁 810008)

摘要:基于遥感监测、样地与样线调查以及定点观测,研究青海省祁连山地湿地资源现状。基于Delphi专家咨询法和AHP分析法,评价了青海省祁连山地湿地生态质量状况。结果表明:青海省祁连山地湿地资源面积为94 054.73 hm²,分为4类6型,99.65%为自然湿地。湿地面积按类型分:沼泽湿地>河流湿地>人工湿地>湖泊湿地,按县域分:祁连县>门源县;青海省祁连山地门源县和祁连县湿地生态质量均为一般,总体上祁连山地湿地生态质量为一般。

关键词:湿地资源;湿地类型;生态质量;评价;祁连山地

中图分类号:S718.557;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0069-04

Evaluation on Wetland Eco-environmental Quality of Qilian Mountains in Qinghai Province

ZHANG Yingfeng

(Qinghai Provincial Forest Engineering Consulting Centre, Xi'ning 810008, China)

Abstract: Based on the remote sensing satellite monitoring, line transect and ample investigation methods and spot observation method, wetland resource of Qilian Mountains, Qinghai Province was studied. Meanwhile, based on the Delphi method and AHP analysis method, eco-environmental quality of wetland at Qilian Mountains was assessed. The results indicate that the total area of wetlands at Qilian Mountains of Qinghai Province is about 94054.73 hm², divided into 4 classes, 6 types, 99.65 percent is nature-wetland. According to the classification, wetland area by type was followed decreasingly ranks as swamp wetland, river wetland, artificial wetland and lake wetland, wetland area by the county territory was followed decreasingly ranks as Qilian County, Menyuan County. The results also indicate that the eco-environmental quality of wetland at Menyuan County and Qilian County were average, to sum up, the eco-environmental quality of wetland at Qilian Mountains was normal.

Key words: wetland resource; wetland type; eco-environmental quality; evaluation; Qilian Mountains

湿地是陆地生态系统和海洋生态系统相互作用形成的独特生态系统,是人类重要的环境资本之一,也是自然界富有生物多样性和较高生产力的生态系统,与森林、海洋并称为全球三大生态系统^[1-2]。湿

地生态系统是国家或区域生态安全的支撑系统、社会经济可持续发展的战略资源和生态文明建设的重要基础,不仅为人类提供多种可直接利用的资源,而且具有强大的生态功能,被誉为地球之肾^[3-4]。青

收稿日期:2015-06-15.

资助项目:青海省林业厅资助(QHLY20130818).

作者简介:张应丰(1990-),男,青海民和人,助理工程师.主要从事林业调查规划设计与生态环境保护研究.E-mail:yangyangnwu@126.com

海省位于我国西北内陆腹地、青藏高原东北部,独特的地理位置使得湿地资源面积居全国首位^[5]。祁连山地位于黄土高原向青藏高原的过渡地带,是甘肃省和青海省天然分界线,是通西域之要道,丝绸之路南线经于此,故有青海北大门之称,是西北地区的高大山体,是伸向荒漠干旱区的绿岛,生态地位重要^[6-7]。因此,开展青海省祁连山地湿地资源调查和湿地生态质量评价,为湿地资源的保护、管理和合理利用提供统一完整、及时准确的基础资料和决策依据具有重要理论和现实意义。

1 研究区概况

研究区位于青海省海北州的祁连山地,地处青海省东北部、青藏高原边缘,地理位置为北纬 37°03′~39°12′,东经 96°46′~102°41′,海拔 2 388~5 254 m,下辖 2 县。气候属高原干旱半干旱大陆性气候,具有高、寒、旱特点,日照时间长,太阳辐射强,冬长夏短、干湿分明、雨热同季、日温差大,垂直变化明显;年均温-10.5~0.9℃,由东南向西北逐渐降低;年均降雨量 300~500 mm,降雨相对集中在 5~9 月,由东南向西北逐渐降低;日照时间与日照百分率由东南部向西北部随降水量和云量的减少而逐渐增加,年均日照时间为 2 500~3 000 h,日照百分率 55%~70%。祁连山地由内陆河祁连山水系和黄河区大通河流域组成,水资源总量分别为 34.6 和 25.6 亿 m³,境内冰川储量 355.0 亿 m³。祁连山由一些大致相互平行的西北—东南走向的山脉和山间谷地所组成,中段为山地与谷地,东段为平行岭谷。土壤垂直分布明显,由高向低依次分别为:高山寒漠土、高山草甸土、高山草原土、山地草甸土、灰褐土、黑钙土和山地森林土,以高山草甸土为主,沼泽化草甸土也较普遍,冻土层极为发育。植被类型水平和垂直方向带谱明显,自东向西依次为:山地森林、高寒灌丛草甸、高寒草甸、高寒草原、高寒荒漠,沼泽植被和垫状植被主要镶嵌于高寒草甸和高寒荒漠之间;高山草甸和高寒草原是祁连山地主要植被类型和天然草场,高山冰缘植被也有较大面积分布^[8-10]。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

在调查研究区内所有面积为 8.0 hm²(含 8.0 hm²)以上的湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地以及宽度 10.0 m 以上、长度 5 000.0 m 以上的河流湿地以

及其它具有特殊重要意义的湿地资源类型、分布范围等内容的基础上,开展湿地生态质量评价。

2.2 研究设计

湿地调查区划系统按照流域→湿地区→湿地斑块进行,调查区划应在丰水期进行或选择最为靠近丰水期的遥感影像资料。湿地区是指由多块湿地斑块组成的、具有一定的水文联系和生态功能的湿地复合体,区划时应考虑湿地生态系统的完整性和地貌单元的独立性。湿地斑块是湿地资源调查、统计的基本单位,区划时尽量以明显地形物界线为界,兼顾资源调查和保护管理的需要^[11-12]。

通过确定权重量化区域湿地等级指数、湿地资源单位指数、湿地监测站点质量系数及湿地生态质量评定指数等评价指标,开展湿地生态质量评价,根据湿地生态质量评定指数大小划分标准,0~29 为一般,30~59 为良,60~100 为优^[13-15]。

2.3 研究方法

以中巴卫星资源 CBERS-CCD 为主要数据源,中巴环境卫星影像为辅助数据源,获取时间为 2009 年 1 月 12 日至 2010 年 1 月 5 日,全省共涉及数据影像 86 景。采用以遥感(RS)为主、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)为辅的“3S”技术。即在 GIS 技术支持下对遥感影像数据进行解译,影像数据处理包括波段组合、几何精校正、图像增强和图像镶嵌处理 4 个步骤,以获取湿地面积、类型分布等信息^[16]。根据流域湿地资源分布情况,在 2011 年 3 月至 12 月,选取 3~5 条调查样线,通过遥感假彩色像片识别、GPS 定位等地面验证和辅助定位,建立起直观影像特征和地面实况的对应关系,再通过野外调查、定点观测、現地访问和收集最新资料获取相关数据,并建立图形库与属性库^[17]。

基于 Delphi 专家咨询法和 AHP 分析法确定湿地生态质量各评价指标权重及其指数,区域湿地等级指数计算见公式(1),湿地资源单位指数计算见公式(2),湿地生态质量评定指数计算见公式(3)^[18]。

$$P = (n_1 \times W_1 + n_2 \times W_2 + n_3 \times W_3 + \dots) / (n_1 + n_2 + n_3 + \dots) \quad (1)$$

式中: P 为湿地等级指数, n_i 为区域各湿地类型面积, W_i 为各评价因子权重。

$$Z = (x_1 + x_2 + x_3 \dots) / M \quad (2)$$

式中: Z 为湿地资源单位指数, x_i 为区域各湿地类型面积, M 为区域国土面积。

$$T = P \times Z \times T_i \quad (3)$$

式中: T 为湿地生态质量评定指数, P 为湿地等级指数, Z 为湿地资源单位指数, T_i 为湿地监测站点质量系数。

3 结果与分析

3.1 湿地类型与面积

祁连山地湿地面积为 94 054.73 hm², 分 4 类 6

型, 其中: 自然湿地面积为 93 725.62 hm², 占湿地总面积的 99.65%; 人工湿地面积为 329.11 hm², 占 0.35% (表 1)。按类型划分: 河流湿地占湿地总面积的 33.06%, 湖泊湿地占 0.30%, 沼泽湿地占 66.29%, 人工湿地占 0.35%, 以沼泽湿地为主。按区域划分: 门源县湿地占湿地总面积的 15.69%, 祁连县湿地占 84.31%。

表 1 祁连山地湿地类型与面积
Tab. 1 Wetlands type and area in Qilian Mountain

单位	合计	河流湿地				湖泊湿地	沼泽湿地	人工湿地
		永久性河流	季节性河流	洪泛平原	小计	永久性淡水湖	沼泽化草甸	人工库塘
合计	94054.73	24851.70	1547.90	4699.57	31099.17	281.80	62344.65	329.11
门源县	14754.01	8494.33	131.94	2115.87	10742.14	281.80	3400.96	329.11
祁连县	79300.72	16357.37	1415.96	2583.70	20357.03		58943.69	

祁连山地河流湿地面积为 31 099.17 hm², 分 1 类 3 型, 永久性河流湿地面积为 24 851.70 hm², 占河流湿地面积的 79.91%; 季节性河流湿地面积为 24 851.70 hm², 占 4.98%; 洪泛平原湿地面积为 4 699.57 hm², 占 15.11%; 以永久性河流湿地为主。门源县河流湿地面积为 10 742.14 hm², 占河流湿地面积的 34.54%; 祁连县河流湿地面积为 20 357.03 hm², 占 65.46%。

祁连山地湖泊湿地面积为 281.80 hm², 分 1 类 1 型, 全部为永久性淡水湖湿地, 而且全部分布在门源县。

祁连山地沼泽湿地面积为 62 344.65 hm², 分 1 类 1 型, 全部为沼泽化草甸湿地。门源县沼泽湿地面积为 3 400.96 hm², 占沼泽湿地面积的 5.46%; 祁连县沼泽湿地面积为 58 943.69 hm², 占 94.54%。

祁连山人工湿地面积为 329.11 hm², 分 1 类 1 型, 全部为人工库塘, 而且全部分布在门源县。

3.2 湿地生态质量评价

祁连山地湿地等级指数范围为 0.5183 ~ 0.7520, 平均为 0.5549, 区域湿地等级指数由大到小顺序为: 门源县 > 祁连县 (表 2)。

祁连山地湿地资源单位指数范围为 0.0206 ~ 0.0583, 平均为 0.0282, 区域湿地资源单位指数由大到小顺序为: 祁连县 > 门源县。

祁连山地湿地生态质量评定指数范围为 14.5138

表 2 祁连山地湿地生态质量评定指数

Tab. 2 Wetland ecological quality assessment index in Qilian Mountain

单位	湿地等级指数	湿地资源单位指数	湿地质量评定指数	湿地质量评定结果等级
平均	0.5549	0.0282	14.6724	一般
门源县	0.7520	0.0206	14.5138	一般
祁连县	0.5183	0.0583	28.3497	一般

~28.3497, 平均为 14.6724, 区域湿地生态质量评定指数由大到小顺序为: 祁连县 > 门源县。

根据评定指数值划分标准, 门源县、祁连县湿地生态质量均为一般, 总体来说, 祁连山地湿地生态质量为一般。

4 结论与建议

祁连山地湿地面积为 94 054.73 hm², 分 4 类 6 型, 99.65% 为自然湿地, 0.35% 为人工湿地。湿地面积按类型划分: 沼泽湿地 > 河流湿地 > 人工湿地 > 湖泊湿地, 沼泽湿地占 66.29%。按区域划分: 祁连县 > 门源县, 门源县占 15.69%、祁连县占 84.31%。祁连山地湿地生态质量评定指数范围为 14.5138 ~ 28.3497, 平均为 14.6724, 区域湿地生态质量评定指数由大到小顺序为: 祁连县 > 门源县, 门源县、祁连县湿地生态质量均为一般, 总体上祁连山地湿

地生态质量为一般。

在建立湿地保护与管理协调机制的基础上,划定并严守湿地生态红线,实施湿地严格保护与综合治理工程;健全湿地保护地方法规体系,科学合理利用湿地资源;健全湿地补偿机制,拓宽补偿资金来源渠道,实现补偿形式多元化;加强湿地保护宣传教育和业务培训,深入开展湿地资源及其功能价值监测、评估及预警工作^[19-20]。

参考文献:

- [1] 崔丽娟. 中国高原湿地[M]. 北京:中国林业出版社, 2008.
- [2] 王根绪. 近 40 年来青藏高原典型高寒湿地系统动态变化[J]. 地理学报, 2007, 62(5): 481-491.
- [3] 汪有奎, 贾文雄, 刘潮海, 等. 祁连山北坡的生态环境变化[J]. 林业科学, 2012, 48(4): 21-26.
- [4] 雷昆, 张明祥. 中国的湿地资源及其保护建议[J]. 湿地科学, 2005, 3(2): 81-86.
- [5] 青海省林业厅. 青海省第二次湿地资源调查报告[R]. 2014.
- [6] 青海省林业工程咨询中心. 青海祁连山自然保护区总体规划[Z]. 2011.
- [7] 刘建军, 赵鹏祥. 青海省湿地资源现状调查及评价研究[J]. 西北林学院学报, 2006(21): 77-80.
- [8] 柴永煜. 青海省门源县森林生态系统服务功能价值评

估[J]. 青海大学学报, 2015, 33(1): 101-106.

- [9] 青海省工程咨询中心. 祁连山生态环境保护和综合治理规划-青海分册[R]. 2013.
- [10] 柴永煜. 青海省门源县森林系统服务功能价值评估[J]. 青海大学学报:自然科学版, 2015, 33(1): 101-106.
- [11] 唐小平, 黄桂林. 中国湿地分类系统的研究[J]. 林业科学研究, 2003(16): 531-539.
- [12] 牛振国. 中国湿地初步遥感制图及相关地理特征[J]. 中国科学(D辑), 2009, 39(2): 188-203.
- [13] 陈展, 尚鹤, 姚斌. 美国湿地健康评价方法[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 5015-5022.
- [14] 翟媛. 河流健康指数公式及其对黄河下游健康诊断[D]. 北京:清华大学, 2007.
- [15] 刘小鹏. 西北典型湖泊湿地生态系统与综合评价[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2010.
- [16] 温兆飞, 张树清. 三江源区湖泊和沼泽遥感影像分类研究[J]. 湿地科学, 2010, 8(2): 132-138.
- [17] 都金康. SPOT 卫星影像的水体提取方法及分类研究[J]. 遥感学报, 2001, 5(3): 214-219.
- [18] 李恺. 层次分析法在生态环境综合评价中的应用[J]. 环境科学与技术, 2009, 32(2): 183-185.
- [19] 张怀清, 鞠洪波. 湿地资源监测技术[M]. 北京:中国林业出版社, 2012.
- [20] 国家林业局规划院, 青海林业局. 青海省湿地保护工程实施规划(2011~2015年)[Z]. 2010.

(上接第 68 页)

参考文献:

- [1] 王学花. 云南省观赏苗木产业发展现状及对策研究[J]. 林业调查规划, 2013(2): 94-96.
- [2] 隆阳区观赏苗木产业调研报告[R]. 2014.

- [3] 李春华. 云南花卉产业发展现状及对策研究[N]. 企业导报, 2010(1): 23-25.
- [4] 吴翕, 洪艺娜. 云南省观赏苗木产业发展中的问题和解决途径[J]. <http://www.xbmiaomu.com/miaomuhan-gyexinwen27631/>, 2012-09-06.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.016

丽江市湿地植被调查研究

杨忠兴,龙廷位,胡宗华,徐吉洪
(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:对湿地斑块采用“3S”技术结合实地调查,湿地植被采用典型样方法调查,设立了 680 个样地。根据样地资料分析整理,将丽江市湿地植被划分为 7 个植被型 68 个群系。阐述丽江市湿地植被类型、分布区域及其面积以及湿地植被特点。根据湿地受威胁状况,提出了相应保护管理建议。
关键词:湿地;植被类型;植物群系;结构特点;资源保护;丽江市

中图分类号:S718.54;S757.2;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0073-06

Investigation on Wetland Vegetation in Lijiang of Yunnan Province

YANG Zhongxing, LONG Tingwei, HU Zonghua, XU Jihong
(Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: By using field survey combined with “3S” technology for wetland patches, and typical sampling methods for wetland vegetation, 680 sample plots have been set and studied in the paper. According to data analysis, the Yukon county subalpine marsh wetlands vegetation is divided into 7 marsh vegetation and 68 formations. The study also comprehensively elaborates the subalpine wetland vegetation types, distribution region, distribution area and subalpine marsh vegetation characteristics in Lijiang city, moreover, the protection measures have been put forward according to threatened status of wetlands.

Key words: wetland; vegetation types; plant formation; structural features; resource protection; Lijiang City

湿地植物植被是湿地生态系统的重要组成部分,在湿地生态服务功能中发挥着不可替代的作用。为进一步查清丽江市湿地植被现状,丽江市湿地植被调查组于 2012 年 8~9 月对丽江市湿地植被进行了实地调查,以期对湿地保护管理、生态监测,湿地恢复、资源的合理利用提供科学依据。

1 研究区概况

丽江市位于云南省西北部,云贵高原与青藏高

原的连接部位,介于北纬 25°59′~27°56′,东经 99°23′~101°31′。全市地势西北高东南低,最高点玉龙雪山主峰海拔 5 596 m,最低点华坪县石龙坝乡塘坝河口海拔 1 015 m,最大高差 4 581 m。因海拔高差悬殊,气候的垂直差异明显,兼有亚热带、温带、寒带 3 种气候,年均温 12.6~19.9℃,全年无霜期为 191~310 d;年均降雨量 910~1 040 mm;年日照时间 2 321~2 554 h。总面积 2.06 万 km²,下辖 4 县 1 区共 69 个乡(镇),总人口 124.5 万。有纳西、藏、彝等 20 多个民族,少数民族人口占 57.7%^[1],是一

收稿日期:2015-03-09;修回日期:2015-04-13.

基金项目:“云南省第二次湿地调查项目”。

作者简介:杨忠兴(1972-),男,云南景谷人,高级工程师。从事林业调查规划和自然保护区研究监测工作。E-mail:yangzhongxin1109@163.com

通信作者:胡宗华(1967-),男,湖南双牌人,高级工程师。从事森林资源管理、研究监测等工作。E-mail:Huzonghua2005@sina.com

个集山区、少数民族、农业三位一体的落后地区。

2 调查方法

2.1 斑块调查方法

根据湿地斑块区划条件,利用遥感(RS)为主、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)为辅的“3S”技术手段^[2-3],获取湿地类、湿地型、湿地面积、分布、平均海拔、所属三级流域、植被类型及其面积等信息。

2.2 植物群系调查方法

采用典型样方法。在调查斑块内,结合自然性、典型性、可操作性等原则选取样方,每个植物群系调查样方 5~10 个。湿地乔木植物样方调查面积为 400 m²(20 m×20 m)、湿地灌木植物样方调查面积为 4 m²(2 m×2 m)、湿地草本植物样方调查面积为 1 m²(1 m×1 m)。主要调查内容为植物种类、生活型、平均盖度、平均高、生长环境、人为干扰等因子^[2-3]。湿地植物群系在垂直结构上出现乔木、灌木、草本 2 个或 2 个以上不同层次的,要进行分层调查,调查内容和方法同上。

2.3 湿地植被分类依据

湿地植被分类主要依据《中国湿地植被》^[7]和《云南植被》^[8]的植被分类原则、单位和系统进行分类和整理。

2.4 内业整理

依据《中国湿地植被》^[7]和《云南植被》^[8]进行分类和整理,根据拍摄的植物照片、采集的植物标本进行鉴定^[4-6],将鉴定植物标本名称填入相应样方调查表。将植物群系样方调查数据录入计算机,计算、统计各植物群系及其面积,分析每个植物群系的分布、组成和特征等^[2]。

3 结果与分析

3.1 湿地面积与分布

丽江市共有 4 个湿地类 10 个湿地型,湿地总面积共 36 211.62 hm²^[3]。其中河流湿地最多,占 40.71%,人工湿地最少,占 12.71%^[9]。丽江市湿地资源分布见图 1,湿地资源统计见表 1。

3.2 植被类型与分布

根据野外调查的 680 个样方资料鉴定、分析、整理,得出丽江市湿地植物共有 120 科 800 多种,划分为 2 个植被型组,7 个植被类型,68 个群系。各植被类型和分布见表 2。

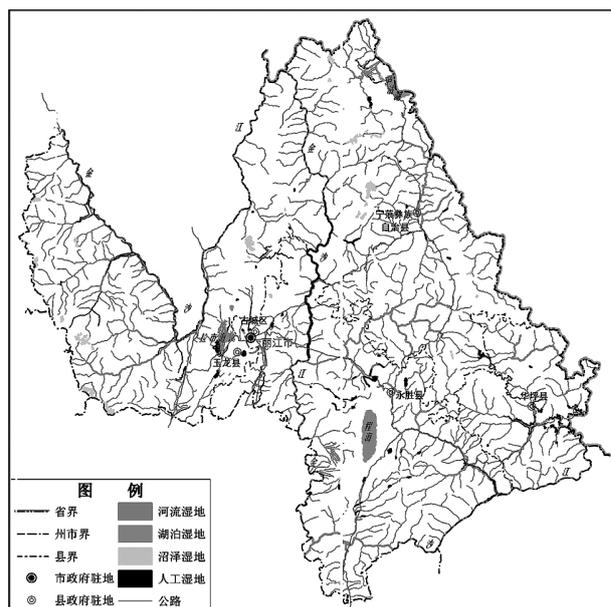


图 1 丽江市湿地资源分布

Fig. 1 Lijiang wetland resource distribution

表 1 丽江市湿地类型统计

Tab. 1 Lijiang wetland type statistics

湿地类	湿地型	面积/ hm ²	湿地型 比例/ %	湿地类 面积/ hm ²	湿地类 比例/ %
河流湿地	永久性 河流	13539.48	37.39	14742.32	40.71
	季节性河流	238.48	0.66		
	洪泛平原 湿地	964.36	2.66		
湖泊湿地	永久性淡 水湖	11532.52	31.85	11532.52	31.85
沼泽湿地	草本沼泽	631.48	1.74	5335.68	14.73
	灌丛沼泽	1618.57	4.47		
	森林沼泽	1538.07	4.25		
	沼泽化 草甸	1547.56	4.27		
人工湿地	库塘	4042.61	11.16	4601.10	12.71
	运河、输 水河	558.49	1.54		
合计		36211.62	100	36211.62	100

3.3 主要群系现状

根据样方调查资料,筛选植被面积较大、较典型的植物群系,从群系的分布、群系结构方面总结分析植物群系现状(表 3)。

表2 丽江市湿地植被类型及其分布
Tab. 2 Vegetation types and distribution of Lijiang wetland

植被型组	植被型	植被亚型	主要群系	群系分布	
沼泽型组	I 森林沼泽植被型	一、针叶沼泽林亚型	长苞冷杉群系 (Form. <i>Abies georgei</i>)	主要分布在海拔 3 000 m 以上的亚高山沼泽化草甸周边和低洼处	
		二、阔叶沼泽林亚型	四籽柳群系 (Form. <i>Salix tetrasperma</i>) 1 个群系	主要分布在金沙江边及河滩上	
	II 灌丛沼泽植被型	一、常绿阔叶灌丛沼泽亚型	密枝杜鹃群系 (Form. <i>Rhododendron fastigiatum</i>)、单色杜鹃群系 (Form. <i>Rhododendron fastigiatum</i>) 和水麻群系 (Form. <i>Debregeasia orientalis</i>)	主要分布在亚高山沼泽化草甸及其周边、冰融湖泊周边以及低洼处和金沙江边、沟边及潮湿处	
	III 草丛沼泽植被型	一、莎草沼泽亚型	华扁穗草群系 (Form. <i>Blysmus sinocompressus</i>)、球穗扁莎群系 (Form. <i>Pycnus globosus</i>) 等 5 群系	分布广, 群系物种组成丰富, 广泛分布于河流、库塘、湖泊周边和沼泽地	
			二、禾草沼泽亚型	李氏禾群系 (Form. <i>Leersia hexandra</i>)、双穗雀稗群系 (Form. <i>Paspalum distichum</i>)、狗牙根群系 (Form. <i>Cynodon dactylon</i>) 等 8 群系	分布广, 群系物种组成丰富, 广泛分布于河流、库塘、湖泊周边和草本沼泽
		三、杂类草沼泽亚型	灯心草群系 (Form. <i>Juncus effusus</i>)、辣蓼群系 (Form. <i>Polygonum hydropiper</i>)、白酒草群系 (Form. <i>Conyza japonica</i>)、矮地榆群系 (Form. <i>Sanguisorba filiformis</i>) 等 27 个群系	分布广, 群系物种组成丰富, 广泛分布于河流、库塘、湖泊周边和沼泽地	
	浅水植物湿地型组	I 挺水植物植被型		慈菇群系 (Form. <i>Sagittaria trifolia</i>)、香蒲群系 (Form. <i>Typha orientalis</i>) 等 4 个群系	主要分布在拉市海、泸沽湖等周边海湾、水域及其它河边、库塘
		II 漂浮植物植被型		满江红群系 (Form. <i>Azolla imbricata</i>)、浮萍 (Form. <i>Lemna minor</i>) 等 4 个群系	主要分布在湖湾、库塘、水沟
		III 浮叶植物植被型		鸭子草群系 (Form. <i>Potamogeton tepperi</i>)、蘋群系 (Form. <i>Marsilea quadrifolia</i>)、眼子菜群系 (Form. <i>Potamogeton distinctus</i>) 等 6 个群系	主要分布在泸沽湖、拉市海湿地周边浅水区及其它水田、水沟
IV 沉水植物植被型			海菜花群系 (Form. <i>Ottelia acuminata</i>)、波叶海菜花群系 (Form. <i>Ottelia acuminata</i> var. <i>crispa</i>)、穿叶眼子菜群系 (Form. <i>Potamogeton perfoliatus</i>) 等 9 个群系	主要分布在泸沽湖、程海、拉市海的部分水面及其它库塘	

3.4 植被特点

3.4.1 群系特点

1) 植被类型丰富多样。丽江市湿地面积为 36 211.62 hm², 分布有 7 个植被型 68 个群系, 湿地植被类型丰富, 复杂多样。

2) 草本沼泽植被型群系占优势。在植被群系中, 草本沼泽植被型群系共有 40 个群系, 占植被群系总数的 58.82%。而且季相变化明显, 每到夏季, 百花齐放, 华丽壮观, 如华扁穗草、西南鸢尾、葱状灯心草、马先蒿、矮地榆沼泽群系等。

3.4.2 分布特点

1) 垂直分布明显。长苞冷杉、单色杜鹃、密枝

杜鹃和华扁穗草、葱状灯心草、马先蒿、龙胆、西南鸢尾、报春花等群系, 主要分布在亚高山区域, 斑块平均海拔 2 800~4 200 m。水生植被主要分布在拉市海、泸沽湖、程海等高原湖泊和库塘中, 海拔 1 500~2 690 m。其它的草本沼泽植被型, 如水蓼、西南委陵菜、灯心草、狗牙根、菴草、李氏禾等群系, 广布于河流、水沟、库塘等周边, 海拔 1 041~3 200 m。

2) 水平分布不均。湿地植被与湿地分布相一致, 在全市分布不均匀。按行政区域分: 亚高山沼泽植被主要分布在玉龙县、宁蒗县, 水生植被主要分布在玉龙县的拉市海、宁蒗县的泸沽湖、永胜县的程海等, 其它杂草植被在全市各县区均有分布。

表 3 丽江市湿地主要植物群系现状

Tab. 3 Main plant formations status of sub-alpine marsh wetland in Lijiang

群系名称	群系分布			群系整体概况	群系结构		
	地点	分布海拔/ m	面积/ hm ²		乔木层	灌木层	草本层
长苞冷杉群系	玉龙县巨甸大草坝、大羊场及黑龙潭、金丝厂、姊妹湖等地的冰蚀湖周边	3098~4031	1186.32	滇西北具有代表性的湿地植被,群系总盖度多在 70%~100%,有乔、灌、草 3 层,积水较少	高 15~22 m,郁闭度 0.4~0.8,以长苞冷杉为优势,伴生种有喜马拉雅红豆杉(<i>Taxus wallichiana</i>)、云杉等	高 1.5~4 m,盖度 25%~45%,组成种类有锈叶杜鹃、银叶杜鹃、川滇小檗(<i>Berberis jamesiana</i>)、柃子等	高 25~70 cm,盖度 35%~70%,组成种类有高山苔草、报春花(<i>Primula malacoides</i>)、唐松草、网脉橐吾(<i>Ligularia dictyonera</i>)、悬钩子、葱状灯心草(<i>Juncus crassistylus</i>)、茜草等
密枝杜鹃灌丛群系	玉龙县金丝厂、九十九龙潭等地的冰蚀湖周边,鲁甸大羊场、五点石等地	3212~4233	1479.48	滇西北具有代表性的湿地植被,群系总盖度 60%~95%,有灌木、草本 2 层,4~6 月呈现紫色或鲜淡紫红色,连续如地毯,秀丽壮观		高 0.5~1.5 m,盖度 45%~85%,伴生植物有杜鹃(<i>Rhododendron</i> spp.)、拱枝绣线菊、川滇小檗等	草本植物发达,高 20~70 cm,盖度 60%~80%,种类组成较多,但优势种不明显,常见的高草、莎草、虎耳草、椭圆叶花锚、灯心草、柳叶菜、垂头菊、羊茅(<i>Festuca ovina</i>)等
华扁穗草群系	玉龙县牦牛坪、巨甸大羊场、梨地坪及宁蒗青龙海等地的沼泽化草甸及水边	2800~3800	647.08	群系外貌整齐秀丽,6~7 月间百花齐放,在绿色背景点缀着黄、紫红、白色花朵,秀丽悦目			总盖度 60%~90%,高 5~50 cm,伴生植物有深紫造苏(<i>Phlomis atropurpurea</i>)、葡茎小糠草、龙胆(<i>Gentiana</i> spp.)、报春(多种)、抽葶驴蹄草(<i>Caltha scaposa</i>)等
矮地榆群系	玉龙县老君山、牦牛坪、五点石、巨甸大草坝等地	3000~4000	100.00	滇西北亚高山地区比较典型的植被,群系外貌整齐,花期 7~8 月,一片绿色,矮地榆的白花与驴蹄草、马先蒿的黄花和深紫造苏的紫红色花形成群系的主要季相			总盖度 80%~100%,分 2 层。上层高 15~20 cm,盖度 10%~20%,种类有深紫造苏、驴蹄草和一些下层植物的花序;下层盖度达 90%以上,种类有矮地榆、灯心草、华扁穗草、华丽龙胆、虎耳草等
葱状灯心草	玉龙县的牦牛坪、云杉坪、巨甸大草坝、鲁甸大羊场等沼泽地	3000~4100	357.02	群系外貌整齐,7~9 月为葱状灯心草的白花季相均匀分布,偶见其它花色			总盖度 70%~100%,高 30~70 cm,伴生植物有马先蒿、橐吾、珠牙蓼、头花蓼、鸡眼梅花草(<i>Parnassia wightiana</i>)、柳叶菜等。
灯心草群系	河边、水边、洼地及玉龙县的牦牛坪、云杉坪、巨甸大草坝等地	2100~3603	339.94	群系外貌整齐,7~9 月灯心草、矮地榆的白花季相均匀分布,偶见黄、紫红等花色			总盖度 50%~100%,高 30~70 cm,伴生植物有鸡眼梅花草、莎草、柳叶菜、报春花、矮地榆、马先蒿、翠雀(<i>Delphinium alboceruleum</i>)等
水蓼群系	河流、水沟、库塘、湖泊周边、沼泽化草甸均有分布	1100~3300	452.69	群系外貌整齐,多生长在水中、水边,花期 7~9 月,呈淡绿色或淡红色			总盖度多在 50%~80%,高 25~80 cm,伴生种有李氏禾(<i>Leersia hexandra snartz</i>)、莎草、头花蓼、柳叶菜、匍匐风轮菜等

续表 3

群系名称	群系分布			群系整体概况	群系结构		
	地点	分布海拔/ m	面积/ hm ²		乔木层	灌木层	草本层
波叶海菜花群系	泸沽湖特有种, 分布于水深 1~5 m 的泸沽湖内。	2690	329.5	泸沽湖分布面积最大的沉水植物群系, 全湖四周连续带状出现, 5~9 月间, 波叶海菜花白色花朵如繁星密布			总盖度为 60%~90%, 伴生种有亮叶眼子菜 (<i>Potamogeton lucens</i>)、狐尾藻 (<i>Myriophyllum verticillatum</i>)、穿叶眼子菜 (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) 等
海菜花群系	拉市海东北部的美泉村入水口一带, 泸沽湖、黑龙潭等地	2000~2700	20.00	在水深 2~4 m 的湖湾, 5~10 月间, 海菜花白色花朵浮在水面上, 繁星点点。			总盖度为 20%~60%, 伴生种有黑藻 (<i>Hydrilla verticillata</i>)、穗状狐尾藻 (<i>Myriophyllum spicatum</i>)、金鱼藻 (<i>Ceratophyllum demersum</i>)、菹草 (<i>Potamogeton crispus</i>) 等
菹草群系	程海南端及海腰村、拉市海打渔村一带	1150~2700	758.94	春夏季群系外貌亮绿色, 支支粉红色花穗挺出水面, 给水景增彩添色			春夏季盖度为 60%~80%, 秋冬季盖度为 10%~20%, 伴生种有穗状狐尾藻 (<i>Myriophyllum spicatum</i>)、金鱼藻 (<i>Ceratophyllum demersum</i>)、狐尾藻 (<i>Myriophyllum verticillatum</i>)、眼子菜等

3) 环境分布不一。森林沼泽植被主要分布在玉龙县、宁蒗县的湖边、沼泽化草甸周边, 生境积水较少; 灌丛沼泽植被主要分布在玉龙县、宁蒗县的湖边、沼泽化草甸周边和较平缓处, 生境积水较多^[2]; 草本沼泽植被在全市各县区均分布, 主要分布于河流、库塘、湖泊周边和沼泽地。水生植被主要分布在拉市海、泸沽湖、程海等湖湾、浅水区大部分湖面及池塘、水沟、水田中。

3.4.3 结构特点

1) 森林沼泽植被型

森林沼泽植被型主要有长苞冷杉群系, 分布海拔 3 098~4 031 m, 分乔木、灌木、草本 3 层。乔木层高 20~35 m, 郁闭度 0.50~0.70, 优势种长苞冷杉, 伴生种有油麦吊云杉、西南桦等; 灌木层高 1~4m, 盖度 15%~45%, 主要组成种类为杜鹃花属植物; 草本层高 25~70 cm, 盖度 35%~65%, 主要由报春花、橐吾、马先蒿、灯心草等属的植物种类组成。该群系是滇西北典型的湿地植物群系。

2) 灌丛沼泽植被型

灌丛沼泽植被型有单色杜鹃、密枝杜鹃 2 个群系, 分布海拔 3 212~4 233 m, 分灌木、草本层。灌

木层以单色杜鹃、密枝杜鹃为优势种^[2], 高 0.5~1.5 m, 盖度 45%~85%, 伴生植物以杜鹃种类较多。草本层盖度 55%~75%, 种类组成复杂, 但优势成分不明显, 以禾草类、莎草类物种居多。单色杜鹃、密枝杜鹃群系是滇西北、滇东北地区最具代表性的湿地植物群系。

3) 草丛沼泽植被型

草丛沼泽植被型群系多, 分布范围广, 总盖度大于 50%, 高 5~70 cm。虽层次结构简单, 但植物物种组成复杂, 并以苔草属 (*Carex*)、地榆属 (*Sanguisorba*)、灯心草属 (*Juncus*) 甜茅草属 (*Glyceria*)^[2,6]、发草属 (*Deschampsia*)、报春花属 (*Primula*) 等种类为主。

4) 水生植被

水生植被盖度较大, 组成丰富, 分布较广, 但以泸沽湖、拉市海的波叶海菜花、海菜花群系为典型代表。海菜花群系是云贵高原湖泊最具代表性的湿地植物群系, 波叶海菜花群系是泸沽湖特有群系。

3.5 湿地及其植被受威胁因素

3.5.1 气候干旱

近几年来, 云南连续干旱导致地表和地下水位

下降,森林沼泽、灌丛沼泽硬化,沼泽化草甸变为草地或荒地,许多非保护地的沼泽已被开垦转为它用。连续干旱并叠加人为干扰致使沼泽湿地及其植被不断减少。

3.5.2 湿地资源的不合理利用

湿地资源的不合理利用主要表现在以下几方面:

1) 采挖沙石、采矿。在金沙江及其它河流采挖沙石的现象严重,迫使河流改道、湿地型改变,造成湿地植被破坏,影响水生动植物的繁殖交流;在五点石湿地周边有采矿区,渣土淹没了部分湿地。

2) 种植作物。在亚高山区域,居民种植洋芋、荞麦和珍贵药材玛卡等作物,侵占了部分沼泽湿地。

3) 旅游开发。拉市海、泸沽湖、玉龙雪山等湿地的公路、栈道、客栈、餐馆等旅游设施建设和游客、马匹的践踏以及生活污水、垃圾等污染,对湿地产生了一定影响和植被破坏。

4) 过度放牧。沼泽化草甸是当地居民的主要游牧地,牲畜的啃食和践踏使牧草矮化、退化,沼泽化草甸受到严重威胁。

4 保护管理建议

4.1 加大对湿地资源的保护力度

1) 针对各种破坏湿地及其植被的行为,要加大执法力度,查处违法占用湿地行为,取缔违法采挖河沙行为,制止盗伐滥伐活动^[2-3]。

2) 编制湿地保护发展规划,实现湿地保护管理与合理利用双赢局面。

3) 加大宣传教育和培训力度,落实生态公益林补偿、牧场补助、退耕还林(还草)等政策,采取禁牧、轮牧和圈养等方式发展畜牧业,固定耕地、合理种植、规范采集等措施^[2-3]。

4.2 建立湿地保护小区

由于丽江市湿地较分散,点多面广,管理难度大,建立湿地自然保护小区势在必行。如巨甸大草坝、五点石等沼泽湿地和老君山九十九龙潭、金丝厂七十二龙潭的冰蚀湖泊湿地,具有很高的生态保护

价值,其“水塔”的作用更加重要和明显,因分布海拔高,面积小而分散,生态较脆弱。建议建立湿地保护小区加强保护管理,让湿地发挥更好的生态服务功能^[2]。

4.3 完善湿地生态补偿机制

湿地生态补偿机制的建立和实施,是湿地保护事业健康发展的重要保证。因此,应积极开展湿地生态服务功能、湿地生态效益补偿、湿地资源有偿使用等相关研究,利用财政转移支付、政策补偿、实物补偿、教育和技术补偿等综合补偿途径^[3,10],落实相关政策,不断完善湿地生态补偿机制,促进湿地健康发展。

致谢:在调查过程中得到了丽江市、宁蒗县、玉龙县、古城區、永胜县、华坪县林业局的大力支持,特此感谢!

参考文献:

- [1] 云南省林业调查规划院. 玉龙纳西族自治县生物多样性保护规划纲要及保护行动计划(2010~2020年)[Z]. 2010.
- [2] 杨忠兴,华朝朗,余昌元,等. 玉龙县亚高山沼泽湿地植被研究[J]. 林业资源管理, 2014(1):131-139.
- [3] 杨忠兴. 云南省玉龙县湿地资源调查与保护管理对策[J]. 福建林业科技, 2014, 41(2):183-188.
- [4] 潘发生,彭建生. 横断山“三江并流”腹地野生观赏植物[M]. 北京:中国民族摄影艺术出版社, 2008.
- [5] 李强,徐晔春. 湿地植物[M]. 广州:南方日报出版社, 2009.
- [6] 吕正伟. 丽江地区高山园林与种子植物名录[M]. 昆明:云南民族出版社, 1999.
- [7] 郎惠卿. 中国湿地植被[M]. 北京:科学出版社, 1999.
- [8] 吴征镒,朱彦承. 云南植被[M]. 北京:科学出版社, 1987.
- [9] 云南省林业厅. 云南省湿地资源调查报告[R]. 2013.
- [10] 吴风志,王金亮,钟兴耀,等. 大山包黑颈鹤自然保护区湿地资源现状调查及保护对策[J]. 云南地理环境研究, 2012, 24(2):78-82.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.017

河北省湿地生态系统服务功能价值评价

刘庆博¹, 宋莎¹, 赵丛娟²

(1. 河北省林业调查规划设计院, 河北 石家庄 050051; 2. 沙河市林场, 河北 邢台 054100)

摘要:以 2012 年为基准年, 将河北省湿地生态系统服务功能划分为调节服务、提供产品服务、支持服务及文化服务四大类, 估算、评价了湿地生态系统所提供的 15 类生态系统服务。结果表明, 河北湿地生态系统服务的总价值为 $5\,115.95 \times 10^8$ 元, 单位面积的湿地生态系统提供的生态系统服务功能价值为 54.32×10^4 元/hm², 高于单位面积的 GDP 产值 (14.1×10^4 元/hm²)。文章就评价结果以及评价方法的合理性进行了讨论, 提出货币化评价的观点。

关键词:湿地; 生态系统; 服务功能; 价值评价

中图分类号: S718.557; Q178.5 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0079-04

Ecosystem Services Evaluation of Wetlands in Hebei Province

LIU Qingbo¹, SONG Sha¹, ZHAO Congjuan

(1. Forestry Survey, Planning and Design Institution of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China;
2. Forest Farm of Shahe City, Xingtai, Hebei 054100, China)

Abstract: Taking 2012 as reference year, the wetland ecosystem services of Hebei Province have been divided into four categories: regulating, provisioning, cultural and supporting services. 15 types of wetland ecosystem services in Hebei province also have been assessed and evaluated. The value of wetland ecosystem services was 5115.95×10^8 Yuan, the total wetland benefits of per hectare was 47.05×10^4 Yuan which higher than GDP value of per hectare (14.1×10^4 Yuan). The paper discussed the rationality of evaluation result and evaluation methods, and put forward viewpoint of monetization evaluation.

Key words: wetland; ecosystem; services function valuation estimation; evaluation

湿地生态系统服务是指人类从湿地生态系统中所获得的利益, 它不仅包括提供产品功能, 还包括调节功能、支持功能和文化服务功能。正确认识湿地生态系统服务功能, 科学系统地评价其生态系统服务功能价值, 可以增强人们对湿地的认识, 促进湿地资源的合理开发利用。2015 年中央 1 号文件中明确指出, 要实施湿地生态效益补偿和湿地保护奖励试点, 因此对湿地生态系统服务功能价值评价就显得尤为迫切。本文试图运用生态经济学研究方法,

以 2012 年为基准, 从调节服务、供给服务、文化服务和支持服务 4 个方面估算河北省湿地生态系统服务功能价值, 揭示其资源价值和开发利用潜力, 为河北省湿地可持续发展和补偿提供参考。

1 研究区域概况

河北省地处北纬 $36^{\circ}03' \sim 42^{\circ}40'$, 东经 $113^{\circ}27' \sim 119^{\circ}50'$, 全省土地总面积 18.77 万 km²。河北省属暖温带大陆性季风气候, 年均降水量为 503.5

收稿日期: 2015-06-03.

作者简介: 刘庆博(1983-), 男, 山东淄博人, 工程师。主要从事林业经济、森林资源资产评估等方面的研究工作。

mm, 年均水资源总量为 204.7 亿 m^3 。在气候变化和人类活动的双重作用下, 出现了地下水位下降、水污染和湿地退化等一系列生态环境问题。

2 湿地生态系统服务功能价值评价

2.1 湿地生态系统类型及面积

根据第二次全国湿地资源调查, 河北省湿地生态系统类型及相应面积见表 1。

表 1 河北省湿地类型及相应面积

Tab. 1 Wetlands type and corresponding area in Hebei

湿地类型	面积/ 万 hm^2	比例/ %
近海与海岸湿地	23.19	24.62
河流湿地	21.25	22.56
湖泊湿地	2.66	2.83
沼泽湿地	22.36	23.74
人工湿地	24.73	26.26
总计	94.19	100.00

2.2 评价指标体系

根据河北省湿地生态系统的结构、特征和生态过程, 参照“千年生态系统评估框架”, 将湿地生态系统服务功能分为调节服务、供给服务、文化服务和支撑服务 4 项服务功能, 共 15 项指标。其中, 调节服务主要包括气候调节、调控自然灾害、地表水蓄积、水质净化、固碳释氧 5 个指标; 供给服务主要包括供给水资源、水产品、原材料、原盐、稻谷和水电 6 个指标; 文化服务从休闲娱乐进行评价; 支撑服务包括栖息地避难所、养分循环和生物调节 3 个指标。

2.3 服务功能价值评价

2.3.1 调节服务

1) 气候调节。湿地有助于增加局部地区空气湿度、削弱风速、缩小昼夜温差等气候调节的作用。本部分主要以湿地蒸发的降温和加湿作用来估算湿地生态系统气候调节作用。河北省非滨海湿地主要分布于西北诸河区的内蒙古高原内陆河, 辽河区的西辽河和东北沿黄渤海诸河, 海河区的海河北系、海河南系和滦河及冀东沿海 6 个二级流域, 其湿地分布面积分别为 $16.36 \times 10^4 \text{ } hm^2$ 、 $0.62 \times 10^4 \text{ } hm^2$ 、 $0.04 \times 10^4 \text{ } hm^2$ 、 $6.57 \times 10^4 \text{ } hm^2$ 、 $24.58 \times 10^4 \text{ } hm^2$ 和 $18.49 \times 10^4 \text{ } hm^2$ 。根据《2013 年中国水利统计年鉴》, 这 6 个二级流域的多年平均蒸发量分别为 250 mm、408

mm、432 mm、427 mm、482 mm 和 455 mm。因此, 河北省湿地生态系统年蒸发损失量为 $27.4 \times 10^8 \text{ } m^3$ 。若将此蒸发量采用空凋制冷和加湿器加湿耗电能来估算, 取水在 $100^\circ C$, 1 标准大气压下的汽化热 2 260 kJ/kg, 空凋的能效比取 $3.0^{[1]}$, 电价取《2010 年中国水利年鉴》中河北省农村水电上网价格 0.4 元/kW·h; 家用加湿器功率 32W, 将 $1 \text{ } m^3$ 水转化为蒸汽耗电量约为 $125 \text{ } kW \cdot h^{[2]}$, 电价取 0.4 元/kW·h, 则河北省湿地生态系统每年的气候调节价值约为 $3\ 666.70 \times 10^8$ 元。

2) 调控自然灾害。湿地是蓄水防洪的天然“海绵”, 水库、湖泊、沼泽等有蓄积洪水水量、削减洪峰的作用, 海滩和三角洲等近海湿地也具有防止海水倒灌、消浪促淤护岸的作用。本部分分别估算了水库、湖泊、沼泽以及海岸调控自然灾害的能力。

将河北省大中小型水库的防洪库容作为水库调蓄洪水的的能力进行估算。根据 2013 年公布的《河北省第一次水利普查公报》, 河北省拥有大中小型水库 1 077 座(不含中央部门管理且跨省的岳城水库和官厅水库)。库容总量为 $151.5 \times 10^8 \text{ } m^3$ 。湖泊调蓄洪水能力参考我国东部主要湖泊调蓄洪水的的能力进行估算。我国东部平原地区 30 个面积大于 $100 \text{ } km^2$ 的湖泊面积为 $16\ 269.79 \text{ } km^2$, 其洪水调蓄能力为 $905.98 \times 10^8 \text{ } m^3^{[3]}$, 由此推算河北省湖泊调蓄洪水能力为 $14.8 \times 10^8 \text{ } m^3$ 。河北省沼泽湿地面积为 $22.36 \times 10^4 \text{ } hm^2$, 按照洪水期平均最大淹没水深为 0.5 m 计算, 沼泽湿地调蓄洪水的的能力为 $11.2 \times 10^8 \text{ } m^3$ 。即水库、湖泊和沼泽三类湿地调蓄洪水的的能力为 $177.5 \times 10^8 \text{ } m^3$ 。单位库容水库造价根据 1993~1999 年《中国水利年鉴》平均水库库容造价, 并以工业生产者购进价格指数处理得 2012 年单位库容水库造价为 3.72 元/ m^3 。由此得出, 水库、湖泊和沼泽三类湿地调蓄洪水的价值为 660.30×10^8 元。

根据 Robert Costanza 等人的研究^[4], 海岸调控自然灾害的服务价值为 567 美元/ hm^2 , 将此价值进行汇率换算, 并采用《2013 年中国统计年鉴》和《2013 年河北经济年鉴》居民消费价格指数的平均值进行处理(下文采用 Robert Costanza 等人的研究成果都进行了此处理), 得到海岸调控自然灾害的服务价值为 8 251.3 元/ hm^2 。河北省沙河海滩、淤泥质海滩和三角洲湿地面积共有 $2.07 \times 10^4 \text{ } hm^2$, 海岸调控自然灾害的服务价值为 1.71×10^8 元。河北省湿地生态系统调控自然灾害服务总价值为 662.01×10^8 元。

3) 地表水蓄积。湿地不仅能调蓄洪水,也能够将雨水蓄存起来,满足供水需求,减少旱季缺水所造成的灾害。本部分采用当年地表水资源量估算地表水调蓄的功能量。根据《2013年中国水利统计年鉴》,2012年河北省拥有地表水 $69.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,单位库容水库造价为 3.72 元/t,则 2012年河北省湿地生态系统地表水蓄积价值约为 259.65×10^8 元。

4) 水质净化。根据 Robert Costanza 等人的研究^[4],沼泽湿地、湖泊河流湿地等自然湿地在水质净化、废弃物处理方面的价值分别为 24 142.6 元/hm² 和 9 677.4 元/hm²,则河北省湿地生态系统每年水质净化方面的价值约为 77.13×10^8 元。

5) 固碳释氧。根据光合作用方程,植物每生产 1 kg 干物质,能固定 1.63 kg CO₂,并向空气中释放 1.2 kg O₂。根据《2011年中国造纸年鉴》河北省芦苇年蕴藏量为 8 万 t,年固碳能力为 $13.04 \times 10^4 \text{ t}$,释放氧气 $9.6 \times 10^4 \text{ t}$ 。根据我国东部平原地区湖泊湿地固碳速率为 $56.67 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$,沼泽固碳速率取 $41.21 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[5],河北省湖泊湿地和沼泽湿地年固碳能力为 $10.72 \times 10^4 \text{ t}$ 。河北省造林再造林固碳成本取 1 552.5 元/t^[6],氧气价格取工业制氧价格 410 元/t,则河北省湿地生态系统每年固碳释氧价值总共约为 4.08×10^8 元。

2.3.2 供给服务

1) 水资源供给。根据《2013年中国环境统计年鉴》,2012年河北省供水 195.3 亿 m³,其中农业用水 $142.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,工业用水 $25.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,生活用水 $23.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,生态环境补水 $3.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中,鉴于河北省常年为北京和天津输水的原因,工业和生活用水价格取自《2013年中国物价年鉴》中 36 大中城市用水平均价格,农业用水和生态补水价格根据《2012年全国水利发展统计公报》农业水价和国有水利工程水价。2012年,河北省湿地提供水资源价值为 171.01×10^8 元。

2) 提供水产品。湿地提供的水产品主要包括河流、湖泊、沼泽、水库、水产养殖场的一些动植物产品,包括鱼类、甲壳类、贝类、藻类等。此处仅以淡水动物水产品和滩涂养殖海水产品作为湿地生态系统提供的水产品服务价值。根据《2013年中国渔业统计年鉴》,2012年河北省出产鱼类、虾蟹类及贝类等淡水产品 $52.85 \times 10^4 \text{ t}$,价值 67.74×10^4 万元;根据不同海水养殖类型面积及价值,估算 2012年河北省滩涂养殖海水产品计 12.96×10^4 万元。2012年,河北省湿地提供动物水产品价值为 80.70×10^8 元。

3) 芦苇产品。根据《2011年中国造纸年鉴》,河北省芦苇年蕴藏量为 $8 \times 10^4 \text{ t}$,按照 600 元/t 市场均价估算,芦苇初级产品价值为 0.48×10^8 元。

4) 原盐生产。根据《2013年中国海洋统计年鉴》,2012年河北省产海盐 $334.69 \times 10^4 \text{ t}$ 。原盐价格按照当年原盐主流出厂均价 285 元/t,则海盐年生产价值为 9.54×10^8 元。

5) 稻谷产品。根据《2013年河北省农村统计年鉴》,2012年河北省稻谷播种面积为 $8.59 \times 10^4 \text{ hm}^2$,产稻谷 $49.82 \times 10^4 \text{ t}$,由粳稻每 50 kg 主产品平均售价得出粳稻平均销售价格为 3 093.2 元/t,则 2012年河北省生产稻谷价值为 15.41×10^8 元。

6) 水力发电。根据《2013年中国能源统计年鉴》,2012年河北省水利发电 $4.7 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,供电价格采用《2010年中国水利年鉴》中河北省农村水电上网价格 0.4 元/kW·h。则 2012年,河北省水利发电价值为 1.88×10^8 元。

2.3.3 文化服务

由于数据限制,本文仅对湿地休闲娱乐价值进行评价。根据《2013年中国旅游统计年鉴》和《2013年中国区域经济统计年鉴》,2012年河北省旅游外汇收入 $54 493.9 \times 10^4$ 美元,国内旅游收入 $1 554.0 \times 10^8$ 元。根据国内外游客对湿地旅游资源的偏好程度^[7]及《2013年旅游抽样调查资料》中入境过夜游客和国内游客的景区游览费用占其旅游费用的比例进行估算,得河北省年湿地资源旅游收入 27.44×10^8 元。

2.3.4 支持服务

湿地植被群落类型多样,为不同生态类型的野生动物提供了适宜的栖息环境,也是迁徙鸟类途中休息和补充食物能量的栖息地;近海及海岸湿地对生物种群的动态调节和养分形成也起到积极作用。参考 Robert Costanza 等人的研究成果^[4],河北省湿地生态系统每年还提供 14.56×10^8 元生物栖息场所方面的价值,近海及海岸湿地的养分循环和生物调节价值分别为 124.08×10^8 元和 1.28×10^8 元。

3 结果分析

根据上述评价结果,2012年河北省湿地生态系统服务功能价值为 $5 115.95 \times 10^8$ 元(表 2)。其中,调节服务价值为 $4 669.57 \times 10^8$ 元,占总服务价值的 91.27%;支持服务价值为 139.92×10^8 元,比例为 2.73%;供给服务价值为 279.02×10^8 元,比例为

5.45%;文化服务价值为 27.44×10^8 元,比例为 0.54%。从具体服务类型来看,2012 年河北省湿地生态系统中气候调节、调控自然灾害和地表水蓄积为主要服务功能,三者价值占总服务价值的 89.69%。评价的 15 项生态系统服务功能按价值大小排序,依次为气候调节 > 调控自然灾害 > 地表水蓄积 > 水资源供给 > 养分循环 > 提供水产品 > 水质净化 > 休闲娱乐 > 稻谷产品 > 生物避难所 > 原盐生产 > 固碳释氧 > 水利发电 > 生物调节 > 原材料。

表 2 河北省湿地生态系统服务功能价值评价结果

Tab. 2 Hebei wetland ecosystem services valuation results

服务功能	服务类型	价值/ 亿元	占总价值比例/ %
调节服务	气候调节	3666.7	71.67
	调控自然灾害	662.01	12.94
	地表水蓄积	259.65	5.08
	水质净化	77.13	1.51
	固碳释氧	4.08	0.08
供给服务	水资源供给	171.01	3.34
	提供水产品	80.7	1.58
	原材料	0.48	0.01
	原盐生产	9.54	0.19
	稻谷产品	15.41	0.30
	水力发电	1.88	0.04
文化服务	休闲娱乐	27.44	0.54
支持服务	生物避难所	14.56	0.28
	养分循环	124.08	2.43
	生物调节	1.28	0.03
合计	5115.95	100.00	

4 讨论

1) 据第二次湿地调查结果,河北省湿地率为 4.99% (不含稻田湿地面积),河北省湿地生态系统服务功能价值相当于国民生产总值的 19.25%,是湿地率的 3.86 倍。即使扣除气候调节最大一项价值,湿地生态服务价值相当于河北省国民生产总值的 5.45%,高于湿地率 0.46 个百分点。河北省湿地生态系统单位面积的服务功能价值为 $54.32 \times 10^4 / \text{hm}^2$,不含气候调节的湿地生态系统单位面积的服务功能价值为 $15.39 \times 10^4 / \text{hm}^2$,都大于单位国土面积国民生产总值 $14.1 \times 10^4 / \text{hm}^2$ 的水平。该计量结

果充分表明河北省湿地生态系统对社会财富的重要贡献及人类对湿地生态系统的依赖性,为湿地生态补偿标准的制定及管理提供了重要经济依据。

2) 本文采用影子价格、市场价值、单位面积和替代工程等方法对河北省湿地生态系统 15 项价值进行了评价,其中对某些服务价值的评价存在一定的粗糙性。如:湿地调控自然灾害功能只有在发生洪水等自然灾害的年份才显现出很大的效益,而一般年份几乎没有效益,年际变化较大;由于资料限制,对湿地净化水质等生态服务功能价值采用了 Robert Costanza 等人的研究成果,这也将对估算值产生一定的误差;对原材料价值和湿地高等植物固碳释氧价值仅估算了芦苇这一项价值,并未考虑草本沼泽和沼泽化草甸中杂草的价值,这将低估湿地提高原材料和固碳释氧价值;而娱乐休闲文化价值仅估算了湿地旅游收入,并未将湿地旅游所带动的住宿、餐饮、相关娱乐以及游客旅行的时间成本等价值计入其中,游客对湿地景观偏好程度也有一定偏差。此外,湿地非使用价值的支付意愿或补偿意愿一般采用条件价值法,鉴于其评价结果的有效性和可靠性会受诸多因素的影响^[8]及时间限制,本文并未采用。

3) 可以看出,湿地在给人类提供丰富的产品的同时,也有显著的生态调节服务价值,具有明显的外部性。虽然目前对湿地生态系统服务功能价值评价研究已经取得了很大进展,但其中很多价值并没有在市场上进行交换,也没有得到合理补偿。因此,对湿地生态系统服务功能价值进行货币化评价,可以为进一步探索建立相应的湿地资源补偿奠定基础。

参考文献:

- [1] 徐丽红. 要么达标要么淘汰[EB/OL]. 中国财经报. http://www.cfen.com.cn/web/meyw/2008-06/11/content_426744.htm.
- [2] 刘晓丽, 赵然杭, 曹升乐. 城市水系生态系统服务功能价值评估初探[C]//. 环境变化与水安全论文集. 北京: 中国水利水电出版社, 2008: 321-324.
- [3] 欧阳志云, 赵同谦, 王效科, 等. 水生态服务功能分析及其间接价值评价[J]. 生态学报, 2004, 24(10): 2091-2099.
- [4] COSTANZA R. The value of the world's ecosystem and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.

(下转第 118 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.018

我国矿山废弃地生态恢复限制因素及恢复策略

闫德民^{1,2}

(1. 南京森林警察学院 林火研究中心, 江苏 南京 210023; 2. 国家林业局森林防火工程技术研究中心, 江苏 南京 210023)

摘要: 矿山废弃地的生态恢复包括土壤恢复和植被恢复 2 个层面。文中分析矿山废弃地生态恢复存在着土壤因素、重金属含量、土壤生物肥力、土壤种子库等限制因素, 提出矿山废弃地的土壤改良、植被恢复的物种配置、工程技术在矿山废弃地的应用等矿山废弃地生态恢复主要策略, 进一步分析了采矿扰动下受损生态系统功能恢复存在的问题并进行了前景展望。

关键词: 矿山废弃地; 生态恢复; 限制因素; 土壤改良; 物种配置

中图分类号: X171.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0083-05

Limiting Factor and Restoration Strategy of Ecological Restoration in Abandoned Mine-area of China

YAN Demin^{1,2}

(1. Forest Fire Research Center, Nanjing Forest Police College, Nanjing 210023, China;

2. Engineering Research Center for Forest Fire Prevention, State Forestry Administration; Nanjing 210023, China)

Abstract: Ecological restoration of mining wasteland includes two levels of soil restoration and vegetation restoration. This paper analyzes the limiting factors of mining wasteland ecological restoration, such as soil factor, constraints of heavy metal, soil biological fertility, and soil seed bank. Thus, countermeasures for soil improvement, species configuration of vegetation restoration, engineering technology use in mining wasteland and so on have been put forward, and further analysis of ecosystem functions restoration problems on mining disturbances also been prospected.

Key words: mining wasteland; ecological restoration; limiting factor; soil improvement; species configuration

矿山废弃地是指矿山开采、矿石选取和矿石冶炼等生产过程中损毁和污染且不经治理就无法重新利用的土地^[1-2]。矿山废弃地是一种极端退化的生态系统, 矿山开采使得原覆盖自然植被被彻底损毁, 产生的尾矿砂和废弃矿石占压了大面积的森林或农田, 直接影响矿山周边居民的生产生活, 而且产生了

许多严重的生态环境问题, 如何对矿产开采后的矿山废弃地进行生态恢复已成为了严重制约区域经济发展的重要因素^[3-4]。我国矿山废弃地在 20 世纪末就已经达到了 $3.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 其中 80% 的矿业矿山废弃地未采取任何恢复措施^[5-6]。矿山废弃地生态恢复是改善和提高环境质量和实现生态系统

收稿日期: 2015-06-10.

项目名称: 江苏省自然科学基金(BK20141501); 中央高校基本科研业务费专项资金(LGZD201403); 南京森林警察学院森林保护青年团队带头人(xk201508); 中国博士后科学基金特别项目(201003060).

作者简介: 闫德民(1975-), 男, 山东定陶人, 博士, 讲师. 从事受损生态系统生态恢复方面研究. E-mail: yandemin2008@163.com

服务功能的首要问题, 矿山废弃地的生态恢复, 特别是针对大、中型城市周边矿山废弃地的生态恢复, 对于城市的环境质量和长远发展都具有重要的现实意义^[7-8]。

1 矿山废弃地的生态恢复

从恢复生态学的角度来看, 矿山废弃地生态恢复的目标是将扰动后的系统恢复到具有自我维持功能的状态, 主要包括土壤恢复和植被恢复 2 个层面: 矿区废弃地土壤恢复问题主要包括地表结构稳定性、养分缺失、极端酸碱度、重金属含量过高及有机污染物等方面, 恢复土壤生态系统功能主要是恢复土壤的承载能力; 植被恢复主要包括适应性物种的选择、固氮植物和高富集功能植物的选择及拟自然植物群落的物种配置等方面, 尽管恢复初期引种植物在演替后期最终会以本地物种所终结, 但目前大部分矿山植被生态恢复均通过引入外来种尽快实现植被覆盖, 达到控制水土流失和土壤侵蚀的目标, 一般认为这些强化的恢复措施会在中长期尺度上抑制生态系统功能的恢复^[7,9]。对采矿废弃地生态恢复科学客观的评价尚无普适的标准体系, 目前评价过程存在着在较短的时期就要判断恢复是否成功, 实践方常采用单纯的增加植被覆盖以减小侵蚀, 而不是恢复生物多样性和生态系统功能, 是一种急功近利的现象^[10]。植被生态恢复目标制定缺乏科学性和合理性^[4,11-12]。

2 矿山废弃地生态恢复主要限制因素

2.1 土壤因素

矿山废弃地的自然恢复过程中, 土壤是进行植被生物多样性和生态系统功能恢复的重要限制因子^[13]。露天开采坑和尾矿库等矿山废弃地地表土壤缺失, 土壤极端贫瘠、养分不平衡, 矿山废弃地的基质中一般都缺少 N、P、K 和有机质^[14]。张志权等^[15]对铅锌尾矿研究, 认为我国南方铅锌尾矿矿山废弃地的基质养分状况较差, 营养元素均低于植物正常生长所需量, 其中尤以有机质、N、P 最为缺乏, 仅占中国自然植被土壤平均背景值的 1/3~1/5。矿山废弃地土壤常具有异常的酸碱度, 如硫铁矿等矿山废弃地具有较高的 pH 值, 这种强酸性直接影响植物根系的生长; 而弱酸性的土壤通常通过阻碍植物对矿质营养的吸收使植物生长不良^[16-18]。

2.2 重金属含量

矿山废弃地基质中极高的重金属含量是限制植

物定居的主要因子, 例如铅锌尾矿中含有非常高的 Pb、Zn 和 Cd, 其中 Pb 约相当于我国土壤背景值的 34.2~780.6 倍, Zn (12.3~247.3 倍), Cd (68.9~810.8 倍), 而铜尾矿的 Cu 含量非常高 (32.1~126.2 倍), 每种尾矿中都含数种有毒重金属元素, 为耐性植物的筛选带来困难^[17,19-20]。

2.3 土壤生物肥力

土壤生物肥力 (Biological Fertility of Soil) 是土壤的重要特征, 主要指土壤微生物、土壤动物活性, 还包括植物根系分泌等生命过程^[21], 土壤生物对土壤基质的改良和土壤物质循环具有重要作用, 直接影响着土壤肥力的变化^[22]。土壤生物肥力水平是成功地进行矿山废弃地土壤恢复的关键因素之一, 也是评价矿山废弃地生态恢复和治理成功的重要指标^[23]。尽可能地保存原地表土壤是尽快恢复土壤生物肥力的前提, 在矿业开采中尽可能快地用原覆盖的表土对开采后的地表进行回填是矿山废弃地植被恢复的捷径^[21,24]。

2.4 土壤种子库

土壤种子库是加速矿山废弃地植被重建的重要因素, 已有研究证明, 人为引入适合的土壤种子库对铅锌尾矿植被的生态恢复非常有效, 而且能够有效地修复重金属对土壤的污染^[25-27]。由于采矿废弃地物理性质恶劣、土壤养分贫瘠, 缺少植物繁殖体定居的基本自然条件, 土壤种子库是制约采矿迹地植被生态恢复的关键限制因子^[28-29]。

3 矿山废弃地生态恢复主要策略

3.1 矿山废弃地的土壤改良

土壤理化性质和营养状况是影响植物定居成败的主要限制因素, 主要包括土壤物理结构、持水保肥能力、N、P、K 及有机质含量、重金属毒性、极端 pH 值 (强酸或强碱性)、干旱或盐分过高引起的生理干旱及表层不稳定性和表层温差变化^[25,30-31]。卞正富和张国良^[32]在开滦采矿迹地利用不同复土措施、时间、深度和土地利用形式对废弃地土壤养分和污染状况进行了采样分析, 发现回填复土可以较好地控制酸性污染且可以进行农作物种植。王宏镔等^[33]对铅锌矿废弃地进行先锋植物调查后, 提出种植先锋植物、添加有机肥、覆盖客土和改良剂等措施进行植被重建的构想。城市污泥及其堆肥是优良的土壤有机肥, 具有改善土壤理化性质, 提高土壤有机质和氮、磷等养分含量, 有效促进植被生长的功效, 在矿石废弃地使用污泥及其堆肥以避免污染物通过

食物链对人类的危害,具有广阔的应用空间^[34-36]。马志林^[37]利用BS活性土壤生态修复技术在铁山岭铁矿废弃地开展了系列研究,并对恢复后期植被、基质与矿渣结构和水土保持效果进行了调查与评价。在科罗拉多西南部的金矿矿山废弃地恢复研究中发现,添加有机质(污泥和蘑菇培养基底料)可以有效提高地上部分生物量,蘑菇培养基底料比污泥更有效,但对重金属的吸收影响不显著。同时还发现覆盖表土对地上生物量增加无影响,但是可以提高对重金属元素的吸收效率^[38],而对铜锌矿进行原位恢复时发现覆盖堆施肥(Compost)和碎木屑的混合物,能够有效修复重金属污染的土壤^[39]。

3.2 矿山废弃地植被恢复的物种配置

植物物种的选择配置研究是矿山废弃地植被恢复的一个热点^[40-43]。Grant等^[44]在澳洲矿石废弃地对13个本土植物进行了存活率和生长适宜性研究。Burton等^[45]研究了加拿大本土物种配置的最佳播种密度在退化生态系统恢复中的应用。杨修和高林^[46]在铜矿废弃地对13种先锋草种的优劣性进行比对发现,水蜡烛、假俭草等12种草本植物具有优良的适应性。郭道宇等^[47]研究发现,森林群落在安太堡矿山废弃地恢复效果优于灌丛群落和草地群落。赵方莹^[41]在北京首云铁矿矿山废弃地植被恢复中采用不同拟自然物种配置方式进行实验研究,结果表明,不同的拟自然配置方式不仅可以有效提高植被覆盖率,而且显著提高矿山废弃地土壤养分,增加恢复植被的生物多样性。任晓旭等^[42]以黑龙江省鸡西市采石场废弃地为研究对象,按照不同植被配置模式和整地方式进行土壤养分研究。结果表明,植被的恢复能增加采石场废弃地的养分含量,同种植被不同整地方式的土壤养分含量差异显著。孟广涛^[48]对晋宁磷矿矿山废弃地不同植被恢复措施对土壤养分及物种多样性的影响进行了研究,结果表明,不同植被恢复措施林地土壤养分存在一定的差异,植被恢复提高了矿山废弃地的群落物种多样性,旱冬瓜林、旱冬瓜+圣诞树林及圣诞树林的物种多样性较高。

3.3 工程技术在矿山废弃地的应用

美国、德国、英国和日本等国家较早地将工程技术用于矿山废弃地植被恢复,开发了不同的边坡绿化工程技术,包括种子喷播法、客土喷播法、纤维绿化法、钢筋水泥框格法、植生卷铺盖法等^[41,49]。我国近年来也开发了一系列植被恢复技术,其中广泛应用的有:厚层基材喷附技术、植被混凝土技术、裸

露边坡植被恢复技术、生态植被毯技术、PMS基材喷附技术等^[50]。

除工程技术外,生物技术及抚育措施也大量应用于矿山废弃地的植被恢复。Duquea等^[51]研究得出,种植固氮植物和禾本科植物,同时施入氮磷钾复合肥,可以实现采沙场迹地的快速植被覆盖。Lubke等^[52]研究认为,保留表土层有利于进行植被恢复。Rao等^[53]在进行采石场废弃地AM菌根植入后对植被生长和养分吸收效果研究时发现,AM菌根能够促进植物对养分吸收,同时还可以增强植物抗逆性。我国近年来也开展了相关方面的研究,铅锌矿废弃地通过覆盖8cm的丢荒土引入种子库可以实现植被恢复,而不加丢荒土的对照区没有幼苗存活^[25]。对北京首云铁矿不同立地类型矿山废弃地土壤种子库的种类和密度进行调查发现,尾矿库和排土场土壤种子库种类较少,均为草本,且地上植被与土壤种子库之间差异较大^[49]。

4 矿山废弃地生态恢复过程中存在的问题及前景展望

矿山废弃地生态恢复是一个长期的过程,虽然近年来矿山废弃地的植被恢复的理论和实践发展较快,但仍存在着许多亟待解决的问题。最核心的问题是在矿山废弃地生态恢复中如何实现眼前利益和长远利益的最佳结合。从矿山废弃地目前最急需解决的问题来看,对于尾矿库和排土场来说,是在保证地质稳定的前提下实现植被的快速覆盖;对于存在污染的矿山废弃地而言,是控制污染物的扩散,特别是控制对土壤、水源(地下水和地表水)的污染。从近几年恢复实践来看,控制水土流失多是通过引入外来种,种植草皮,一般当年就可以实现植被覆盖,但外来种引入等类似强化的恢复措施对长期生态系统恢复所起的作用,目前尚无定论^[4,7,9]。由于目前对矿山废弃地的植被恢复尚无长期和系统的定位观察研究,会臆断地制定出缺乏科学性和合理性的生态恢复目标。在实际恢复的操作中,常以园林园艺方法取代生态系统或景观方法,忽视对生态系统功能和结构的整体恢复^[54]。

普适的恢复评价标准缺失是矿山废弃地植被恢复的又一严重问题^[12,55-56]。由于生态恢复评价标准的不统一,加上利益的驱动,不仅国内,国外也存在着这种在较短时间内就要判断恢复是否成功的情况,无异于鼓励恢复执行方采取短期目标最大化的策略,如单纯增加植被覆盖率,忽略生物多样性和系

统功能的恢复^[10,57]。矿山废弃地经过前期的植被修复后,应根据植被恢复效果及生长状况进行适时的评估并提出对下一步重建方案的修整和完善^[4,54]。

我国矿山废弃地恢复中,常缺失矿山开采前各种立地类型、植被类型等基础资料的全面收集,对于群落组成及动态变化规律的基础性研究不足;恢复措施也仅限于引进技术的复制,常脱离恢复矿山的实际,没有因地制宜地按照生态经济的原则,根据具体矿山类型而采取对应的恢复策略开展生态恢复研究,导致恢复效果不明显甚至后期出现反弹现象,所以加大对矿山废弃地基础理论研究的投入,特别是针对铁矿土壤修复和植被恢复中乡土植物配置、土壤与植物对位研究及长期的植被动态研究亟待加强。

参考文献:

- [1] LI M S. Ecological restoration of mineland with particular reference to the metalliferous mine wasteland in China: A review of research and practice[J]. *Science of the Total Environment*, 2006, 357: 38-53.
- [2] 张成梁, LI B L. 美国煤矿废弃地的生态修复[J]. *生态学报*, 2011, 31(1): 276-285.
- [3] 夏汉平, 蔡锡安. 采矿地的生态恢复技术[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(11): 1471-1477.
- [4] 张鸿龄, 孙丽娜, 孙铁珩, 等. 矿山废弃地生态修复过程中基质改良与植被重建研究进展[J]. *生态学杂志*, 2012(2): 460-467.
- [5] 束文圣, 张志权, 蓝崇钰. 中国矿业废弃地的复垦对策研究[J]. *生态科学*, 2000, 19(2): 24-29.
- [6] LIN GCS, HO SPS. China's resources and land-use change: insights from the 1996 land survey[J]. *Land Use Policy*, 2003, 20: 87-107.
- [7] BRADSHAW A D. The use of natural processes in reclamation—advantages and difficulties[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 51: 89-100.
- [8] COOKE J A, JOHNSON M S. Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals: A review of theory and practice[J]. *Environmental Reviews*, 2002, 10: 41-71.
- [9] HODACOVÁ D, PRACH K. Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation[J]. *Restoration Ecology*, 2003, 11: 385-391.
- [10] HOLL K D. Long-term vegetation recovery on reclaimed coal surface mines in the eastern USA[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2002, 39(6): 960-970.
- [11] RUIZJAEN M C, AIDE T M. Restoration success: how is it being measured? [J]. *Restoration Ecology*, 2005, 13: 569-577.
- [12] NTSHOTSHO P, REVERS B, ESLER K J. Assessing the Evidence Base for Restoration in South Africa[J]. *Restoration Ecology*, 2011, 19: 578-586.
- [13] BRYAN L F, CHERYL A M, KANE R K, et al. Restoration of prairie community structure and ecosystem function in an abandoned hayfield: A sowing experiment [J]. *Restoration Ecology*, 2007, 15: 652-661.
- [14] 赵方莹. 铁矿废弃地植被恢复技术与效应研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [15] 张志权, 束文圣, 廖文波, 等. 豆科植物与矿业废弃地恢复[J]. *生态学杂志*, 2002, 21(2): 47-52.
- [16] 麦少芝, 徐颂军, 梁志娇. 矿业废弃地的特点和环境影响[J]. *云南地理环境*, 2005, 17(3): 23-26.
- [17] 杨胜香, 李明顺, 赖燕平, 等. 广西锰矿废弃地优势植物及其土壤重金属含量[J]. *广西师范大学学报: 自然科学版*, 2007(1): 108-112.
- [18] 唐文杰, 李明顺. 广西锰矿区废弃地优势植物重金属含量及富集特征[J]. *农业环境科学学报*, 2008, 27(5): 1757-1763.
- [19] SHU W S, YE Z H, LAN C Y, et al. Acidification of lead/zinc mine tailings and its effect on heavy metal mobility[J]. *Environment International*, 2001, 26: 389-394.
- [20] 李明顺, 唐绍清, 张杏辉, 等. 金属矿山废弃地的生态恢复实践与对策[J]. *矿业安全与环保*, 2005, 32(4): 16-18.
- [21] JASPER D A. Bioremediation of agricultural and forestry soils with symbiotic microorganisms[J]. *Australian journal of soil research*, 1994, 32: 1301-1319.
- [22] 殷士学. 土壤微生物量及其与养分循环关系的研究进展: 现状和展望[J]. *土壤学进展*, 1993, 21(4): 1-8.
- [23] 阳承胜, 蓝崇钰, 束文圣. 矿业废弃地生态恢复的土壤生物肥力[J]. *生态科学*, 2000, 19(3): 73-78.
- [24] 何振立. 土壤微生物量及其在养分循环和环境质量评价中的意义[J]. *土壤*, 1997, 29(2): 61-69.
- [25] 张志权, 束文圣, 蓝崇钰, 等. 引入土壤种子库对铅锌尾矿废弃地植被恢复的作用[J]. *植物生态学报*, 2000, 24(5): 601-607.
- [26] 张志权, 束文圣, 蓝崇钰, 等. 土壤种子库与矿业废弃地恢复研究: 定居植物对重金属的吸收和再分配[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(3): 306-311.
- [27] 束文圣, 蓝崇钰, 黄铭洪, 等. 采石场废弃地的早期植被与土壤种子库[J]. *生态学报*, 2003, 23(7): 1305-1312.
- [28] 梁耀元, 李洪远, 莫训强, 等. 表土在日本植被恢复中的应用[J]. *应用生态学报*, 2009(11): 2832-2838.

- [29] 闫德民,赵方莹,孙建新. 铁矿采迹地不同恢复年限的植被特征[J]. 生态学杂志,2013, 32(1): 1-6.
- [30] BRADSHAW A D. Restoration of mined lands—using natural processes[J]. Ecological Engineering, 1997, 8:255-269.
- [31] 黄铭洪,骆永明. 矿区土地修复与生态恢复[J]. 土壤学报,2003,40(2):161-169.
- [32] 卞正富,张国良. 矿山土复垦利用试验[J]. 中国环境科学,1999,19(1):81-84.
- [33] 王宏宾,文传浩,谭晓勇,等. 云南会泽铅锌矿矿渣废弃地植被重建初探[J]. 云南环境科学,1998,17(2):43-46.
- [34] 莫测辉,蔡全英,全江海. 城市污泥在矿山废弃地复垦的应用探讨[J]. 生态学杂志,2001,20(2):44-47.
- [35] 聂湘平,蓝崇钰,张志权. 铜对大叶相思-根瘤菌共生固氮体系的影响[J]. 应用生态学报,2002,13(2):137-140.
- [36] 卢振兰,刘锐敏,白莉萍,等. 施用城市污泥对土壤生态系统影响的研究进展[J]. 生态环境学报,2012(1):172-179.
- [37] 马志林. BS 活性土壤生态修复技术的研究与应用——以河南省鲁山县矿山废弃地为例[J]. 水土保持应用技术,2013(1):9-11.
- [38] SYDNOR M E, REDENTE E F. Reclamation of high-elevation, acidic mine waste with organic amendments and topsoil[J]. Journal of environmental quality,2002, 31:1528-1537.
- [39] KIIKKILA O, JONNA P. et al. In situ bioremediation through mulching of soil polluted by a copper-nickel smelter[J]. Journal of Environmental Quality, 2001, 1134-1144.
- [40] 刘国华,舒洪岚,张金池,等. 南京幕府山矿山废弃地恢复模式研究[J]. 水土保持研究,2005,12(1):141-144.
- [41] 赵方莹. 矿山废弃地拟自然植被恢复技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.
- [42] 任晓旭,蔡体久,王笑峰. 不同植被恢复模式对矿区废弃地土壤养分的影响[J]. 北京林业大学学报,2010,32(4):151-154.
- [43] YAN D M, ZHAO F Y, SUN O. Assessment of vegetation on tailing dam at an iron ore mining site of suburban Beijing, China, seven years after site treatments[J]. Environmental Management,2013,52(3):748-757.
- [44] GRANT C D, CAMPBELL C J, CHARNOCK N R. Selection of species suitable for derelict mine site rehabilitation in New South Wales, Australia[J]. Water, Air, & Soil Pollution,2002, 139:215-235.
- [45] BURTON C M, BURTON P J, HEBDA R, et al. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems[J]. Restoration Ecology,2006,14(3):379-390.
- [46] 杨修,高林. 德兴铜矿山废弃地恢复与重建研究[J]. 生态学报,2001,21(11):1932-1940.
- [47] 郭道宇,张金屯,宫辉力,等. 安太堡矿区植被恢复过程主要种生态位梯度变化研究[J]. 西北植物学报,2004,24(12):2329-2334.
- [48] 孟广涛,方向京,柴勇,等. 矿区植被恢复措施对土壤养分及物种多样性的影响[J]. 西北林学院学报,2011,26(3):12-16.
- [49] 陈法扬. 城市化过程中的废弃采石场治理技术探讨[J]. 中国水土保持,2002(5):39-40.
- [50] 赵方莹,蒋延玲. 矿山废弃地灌草植被不同层次的水土保持效应[J]. 水土保持通报,2010,30(4):56-59.
- [51] DUQUE J F, MATIN J, PEDRAZA A, et al. A geomorphological design for the rehabilitation of an abandoned sand quarry in central Spain[J]. Landscape and Urban Planning,1998,42:1-14.
- [52] LUBKE R A, AVIS A M. A review of the concepts and application of rehabilitation following heavy mineral dune mining[J]. Marine Pollution Bulletin, 1999,37(8):546-557.
- [53] RAO A V, TAK R. Growth of different tree species and their nutrient uptake in limestone mine spoil as influenced by arbuscular mycorrhizal (AM)-fungi in Indian arid zone[J]. Journal of Arid Environments,2002,51(1):113-119.
- [54] GUO H C, WU D R, ZHU H X. Land restoration in China[J]. Journal of Applied Ecology,1989,26:787-792.
- [55] JIAO J Y, ZHANG Z G, BAI W J, et al. Assessing the ecological success of restoration by afforestation on the Chinese Loess Plateau[J]. Restoration Ecology, 2012, 20:240-249.
- [56] PETURSDOTTIR T, ARADOTTIR A L, Benediktsson K. An evaluation of the short-term progress of restoration combining ecological assessment and public perception[J]. Restoration Ecology, 2013,21:75-85.
- [57] DAMIGOS D, KALIAMPAKOS D. Assessing the benefits of reclaiming urban quarries: a CVM analysis[J]. Landscape and Urban Planning,2003,64:249-258.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.019

生态道路建设中绿化植物的功用及选择配置

李 根, 杨庆媛, 何 建, 慕卫东

(西南大学地理科学学院, 重庆 北碚区 400715)

摘要:从道路的生态化建设角度出发, 对不同绿化植物在生态道路中对噪音、扬尘、汽车尾气等环境问题的消减与净化效果, 乔木、灌木、地被植物以及草本花卉的选择原则, 乔、灌、草的配置方式进行论述。

关键词:生态道路; 绿化植物; 植物功用; 植物选择; 植物配置

中图分类号: S731.8; S722.33 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0088-05

Function and Select Configuration of Greening Plants in the Construction of Eco-road

LI Gen, YANG Qingyuan, HE Jian, MU Weidong

(School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: This paper discusses the reduction and purifying effects of greening plants in ecological road on noise, raising dust, and automobile exhaust, selection principle of arbor, shrub, vegetation and herbage flower, and configuration methods of arbor, shrub and grass from the perspective of ecological construction road.

Key words: ecological road; greening plants; plant function; plant selection; plant configuration

随着国民经济的发展,我国城市化步伐逐渐加快,城镇化水平也稳定提高。“十一五”期间我国机动车保有量从 11 815.7 万辆增加到 19 006.2 万辆,年增长率达 10%,连续 3 年成为世界汽车产销第一大国^[1]。道路规模大力发展,导致环境污染、植被破坏等问题日趋严重。国外发达国家在道路建设中十分注重环保问题,早在 20 世纪 80 年代就已经着手建立公路环保法律体系和管理机构^[2]。由于传统观念、技术水平以及现实需要的限制,我国道路建设中对环境保护的意识还比较薄弱。随着城市的

发展,生活水平的不断提高,人们对生态环境保护意识不断加强,我国道路建设必须走资源节约与环境友好的发展道路,谋求与资源、环境的和谐统一,因此建设生态道路成为时代要求和社会发展的必然结果^[3]。

1 生态道路

20 世纪 80 年代末,中国公路进入了高速建设阶段。公路建设基本思想也从最初的开山辟地,架桥梁开隧道,发展到如今的生态道路。“生态道路”

收稿日期:2015-06-17.

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项经费项目“内陆开放区土地规划与监管技术研究与示范”(201311006-4).

作者简介:李根(1990-),男,重庆大足人,硕士研究生. 主要研究方向:土地利用与国土规划. E-mail:414351421@qq.com

通信作者:杨庆媛(1966-),女,云南腾冲人,教授,博士生导师. 主要研究方向:土地经济与政策及区域规划.

最近几年备受人们关注,它是生态学与道路建设相结合的产物。“生态”代表和谐、健康、环保和舒适,所以生态道路是建立在交通发展与环境相互协调的基础上,以生态系统的良性循环为基本原则,综合考虑决策、设计、施工、运营、管理的全过程,在一定区域范围内结合环境、经济和社会发展而建立起来的道路系统。植物是生态道路最基本、最重要的组成要素,利用其对道路进行绿化,可对道路周边水、土、气等环境有重大影响,合理的植物搭配也利于道路生态化的发展,还可以增添城市美意。因此,植物在生态道路建设中具有重要作用。本文对绿化植物在生态道路建设中的功用以及植物的选择及配置进行论述,旨在为生态道路建设提供理论依据。

2 生态道路绿化植物的功用

2.1 噪音消减

噪音被称为“看不见的暴力”,交通噪音是噪音的主要来源,影响人们的日常生活和工作。交通噪音的治理主要从声源防治、传播途径切断和受声点保护3个方面入手^[4],利用绿化带消减交通噪音是一种经济、有效和生态的降噪方法。汽车发动机噪音、轮胎与路面摩擦噪音和车体与空气摩擦产生的噪音是交通噪音的主要来源,绿化带植物形态特征、长度、高度、排列方式等都会影响其降噪效果。扈军等^[5]对杭州西湖景区5个代表性绿化带和1个空旷绿化带对噪音的消减进行研究,结果表明,绿化带能够使道路噪音消减3.3~13.4dB。不同类型的绿化带对噪音的消减效果不一样,孙伟等^[6]对北京国道和郊区23个林带对交通噪声消减进行测试,结果表明,刺槐纯林能减少实时交通噪声9.9dB,油松-刺柏混交林能减少9.8dB,旱柳纯林减少仅6.3dB;对模拟交通噪音减少最大的是刺柏-侧柏混交林,为14.3dB,最小的是加杨纯林,为9.7dB。郭小平等^[7]研究得出国槐纯林的降噪效果可达到15.38dB,而杨树、柳树纯林的降噪效果则较弱,分别为7.25dB和11.02dB。主要是由于国槐、刺槐等树种分枝低且多,叶片小而密集,而杨树等树种分枝较高,叶片对噪音的消减较少。所以选择分枝低且多,叶片密集的树种作为道路植物能够有效地消减道路噪音,但对于究竟是针叶树种还是阔叶树种消减噪音效果更好这个问题,很多研究的看法不同。有人认为针叶类树木对噪音的消减效果比阔叶类树木好^[8-9],有人却认为阔叶树木比针叶树木对噪音的消减更

好^[6,10-11]。这些不同看法造成的原因在于没有针对特定的噪音频率进行研究,通过对不同频率噪音进行研究表明,阔叶类树种对大于2000Hz高频噪音的消减效果较好,针叶类树种主要对500~2000Hz的中低频噪音的消减效果较好^[12-14]。所以在实际应用中以针、阔叶树木搭配使用能起到最佳的噪音消减效果^[15]。乔木与灌木和草本搭配能够最大限度地降低噪音,单一乔木或灌木类绿化带降噪效果次之,草坪对噪音的消减效果最差^[16]。因此,依据不同树种及配置方式对噪音的衰减效果,生态道路绿化带的设计与栽植应坚持“针阔叶树结合,阔叶树较多”的原则,尽量选择枝叶繁茂、分枝点低的乔、灌木树种隔行栽植^[17]。

2.2 滞尘

随着我国城市化和工业化进程加快,机动车保有量不断攀升,由尾气排放和汽车行驶过程中产生的扬尘造成大气悬浮物颗粒污染,是城市主要的环境问题之一。植物叶片能够截取和固定大气颗粒物,使颗粒物脱离大气环境,进而减少空气悬浮颗粒物达到净化空气的目的。植物叶片滞尘量越大,对大气的净化能力就越强,植物的滞尘能力主要与植物叶片表面特性相关,而滞尘量多少则与树冠总叶面积、枝干分枝角度、树冠形状等有关^[18-20],不同树种叶片滞尘量差异可达40倍以上^[21]。叶片表面平滑,细胞与气孔排列整齐的白皮松、华山松和油松滞尘量较小,叶片表面平滑度较差的红皮云杉、沙松冷杉、东北红豆杉滞尘量较大^[22],叶片表面布满沟状组织的杜鹃花、女贞树与叶表布满气孔且排列无序的桂花树滞尘能力较强,叶表密布极细沟状组织的红桧木与紫叶李滞尘能力较差^[23]。就年滞尘量而言,常绿植物滞尘量大于落叶植物滞尘量,乔木>灌木>草本,但灌木单位面积滞尘量大于乔木^[24],为达到最佳的滞尘效果,常采用乔、灌、草植物群落结构,这样就能有效地对不同高度的灰尘进行清除^[25]。如宜昌城区具有乔-灌-草立体结构的绿地类型滞尘效果最佳,而结构单一、立体绿量较少的草坪滞尘率较低^[26]。因此,在充分考虑道路所处地理位置、车流量大小等环境因素的前提下,生态道路绿化植物需根据植物叶片表面特性、配置方式等进行选择,达到滞尘的最佳效果,使道路生态化可持续。

2.3 净化空气

汽车尾气排放在我国许多城市已成为大气污染的第一排放源^[27],其中CO、NO_x和SO₂是主要的有害成分,不仅会对人类健康构成威胁,也会影响道路

两旁植物的生长发育。所以生态道路中的绿化植物不仅要对汽车尾气具有一定的抗性,而且还需具有吸收净化汽车尾气的能力,这样才能达到道路生态化的目的。通常情况下,植物对汽车尾气的抗性越强,其净化能力就越大。然而,不同植物种类在生态功能上的差异,使其对汽车尾气的抗性吸收净化能力显著不同。张玲玲等^[28]和李彦慧等^[29]对常见绿化树种进行汽车尾气熏气处理,利用模糊数学隶属度公式对其抗性能力进行综合评价,结果表明其抗性大小依次为:楸树>黄杨>七叶树>栾树;华山松>北美乔松>白皮松>油松。王冰冰等^[30]对3种丁香进行汽车尾气熏气处理的结果表明,其抗性能力大小为:小叶丁香>北京丁香>圆叶丁香。马树华等^[31-32]对北方4种阔叶树进行熏气处理,通过叶绿素荧光参数、膜质过氧化和保护酶活性评价其对汽车尾气的抗性能力,结果表明:茶条槭最强,五角槭和山梨次之,山荆子最弱。中国科学院华南植物研究所对广东125种绿化植物大气污染的反应进行研究,并将其划分为抗性强、抗性中等和抗性弱3个等级,其中抗性强的有35种,抗性中等的有41种,抗性弱的有49种(表1)。黄晓银等^[33]就不同绿化植物对SO₂的净化能力进行研究得出,苔藓植物>阔叶落叶乔木>草本植物>落叶灌木>常绿针叶乔木。如杨树、柳树、刺槐等绿化树种对大气SO₂有较强的吸收和同化能力^[34-37]。芒果、樟树等树种对CO有较强的吸收能力^[38]。

2.4 其他

汽车尾气除含有固定悬浮颗粒物、CO、氮氧化物等有害气体外,还含有大量的重金属,会对道路周边环境造成重金属污染。陆东辉和殷云龙^[43]对南京市交通繁忙路段城市干线中乔木香樟、灌木海桐、大叶黄杨、狗牙根和马尼拉草叶片中10种重金属元素进行测定,结果表明,香樟叶片中Mo含量较高,海桐叶片中Mn、Zn、Cd、Pb含量较高,狗牙根中Al、Fe、Cu、As、Cr含量较高。法国冬青、紫薇、木芙蓉、女贞和龙柏等植物种类富集重金属能力较强^[44],适合作为道路绿化植物。道路绿化植物可以在降雨时延缓雨水排泄时间,从而消减地表径流峰值,缓解城市雨水管网压力,节省相关市政设施资金投入^[45],还可以净化雨水,过滤污染物,减少对自然界各类水体的污染^[46]。道路绿化植物对交通具有辅助功能,避免夜间驾驶产生的炫光,减轻长时间驾驶人员的视觉疲劳,进而可以减少交通事故的发生^[47]。此

表1 不同绿化植物对大气污染的敏感度^[39-42]

Tab. 1 Atmospheric pollution sensitivity of different green plants^[39-42]

抗性等级	植物种类
强	高山榕、环榕、小叶榕、傅园榕、印度榕、菩提榕、黄榕、对叶榕、垂枝榕、五指毛桃、构树、茶花、红花油茶、石笔木、米碎花、毛黄肉楠、红花夹竹桃、黄花夹竹桃、竹节树、牛乳树、光叶山矾、银柴、鸭脚木、幌伞枫、鹅掌藤、桂花、扭肚藤、山指甲、扁桃、红车、山黄麻、朴树、桃花心木、海桐花、越南山龙眼
中等	大头茶、腊肠树、仪花、格木、海南红豆、亮叶猴耳环、白桂木、长柄银叶树、红桂木、红胶木、大叶紫薇、小叶胭脂、华润楠、假柿木姜子、铁冬青、灰莉、腺叶野樱、火焰木、复羽叶栾树、猫尾木、灰木莲、吊瓜树、密花树、荷花玉兰、九里香、降真香、三叉苦、珊瑚树、大叶榕、红锥、蒲桃、土密树、蝴蝶果、秋枫、樟树、潺槁树、阔叶合欢、木棉、多花山竹子、乐昌含笑、荷木
弱	马尾松、白兰、深山含笑、石楠、观光木、海南木莲、红花木莲、华杜英、山玉兰、醉香含笑、阴香、绒楠、柳叶楠、赤果鱼木、白木香、印度第伦桃、方枝蒲桃、肖蒲桃、窿缘桉、艳榄仁、水石榕、尖叶杜英、日本杜英、蝴蝶树、假苹婆、大红花、孔雀豆、凤凰木、粉花决明、铁刀木、台湾相思、软荚红豆、印度紫檀、阿丁枫、枫香、杨梅、苦楝、香椿、无患子、人面子、大果安息香、南酸枣、糖胶树、黄蝉、蓝花楹、铁力木、无忧树、刺果番荔枝、尾叶桉

外,道路绿化形成的道路景观还可以美化城市,为城市增添美意,有效衬托城市建筑另一番美景。

3 生态道路植物的选择

3.1 乔木

乔木在生态道路绿化中多作为行道树,行道树树种的合理选择是维系城市“绿色走廊”的关键,既有景观功能,又有生态功能,同时也能为行人、非机动车遮荫和美化街景。种植较多的有香樟、银杏、悬铃木、雪松、凤凰木、榕树、梧桐等。由于乔木树种种类丰富,各有特点,选择时应注意:

- 1) 株形整齐,具有较高的观赏价值(或花、叶、果实特别,或花期较长、颜色鲜艳),秋季叶变色为宜,冬季可以观树形、赏枝干;
- 2) 树冠十分整齐,主要枝干伸展后与地面形成角度大于30°,叶片密实,具有浓荫;
- 3) 有强健的生命力,病虫害较少,管理方便,花、果、枝、叶都没有不良气味;
- 4) 树木发芽早、落叶晚(落叶周期较短,便于集中清扫),适合本地生长;
- 5) 树种具有一定的耐污染、抗烟尘能力;
- 6) 树木生长速度较快,寿命较长;
- 7) 耐修剪、少有花絮纷飞;

8)在人流、车流较大的地区不应选择落果乔木,道路视线较好、对人车没有影响的位置可考虑种植。

3.2 灌木

灌木作为道路绿化的最基本、最重要的组成要素之一,具有色彩斑斓、品种丰富、耐修剪、造型多变等特点,灌木多种植于分车带、人行道绿带,可以遮挡强光、降低噪声、净化环境等。应用较多的有榆叶梅、小叶女贞、杜鹃、紫薇、丁香、小檗、大叶黄杨等。灌木选择时应注意:

1)株形优美,枝叶丰满,花期较长,花多且显露,萌蘖枝较短、较少,以免妨碍交通;

2)植株少刺或无刺,叶色之间有变化,有错落感与层次感,耐修剪,易于人为控制其树形与高度;

3)易繁殖,便管理,耐灰尘和抗路面辐射。

3.3 地被植物

地被植物的合理种植可防止水土流失、能吸附尘土、净化空气、调节温湿度,并且具有一定的经济和观赏价值,选择时应根据当地气候、湿度、温度及土壤等多种条件选择茎叶茂密、生长能力强、抗病虫害和管理粗放的植物,进而达到生态、美观、科学的目的。草坪地被植物应选择耐寒、萌蘖力强、耐修剪、耐践踏、株矮叶细、抗旱和绿色期较长的物种,例如马蔺、天堂草、狗牙根、富贵草等。

3.4 草本花卉

草本花卉具有很强的美化与装饰效果,可将其花期长、种类多样、成本低、色彩丰富、适应力强等特点合理地运用到生态化道路的建设当中。根据当地的生态小环境需选择不同的品种,例如喜热畏寒的波斯菊、万寿菊、一串红、百日草、彩叶草、芭蕉等;喜欢寒冷气候,耐寒能力强的紫罗兰、郁金香、虞美人、金盏菊、雏菊等;长期在阳光下长势较好的金鱼草、玫瑰、向日葵等;比较适合在水资源丰富地区生长的荷花、唐菖蒲、睡莲等;因此,正确地选择适合当地生长的品种,与乔、灌木巧妙搭配,合理配置,会使植物之间富有层次感、色彩感,从而达到防护与观赏的双重目的。

4 生态道路植物的配置

4.1 遵从植物的生态学及生物学特性

植物有其生长发育的自然规律,不同的环境生长着不同的植物种类,因地制宜,适地适树,多种植乡土树种,注意保护地方特色,不能盲目地引进外来物种。在进行道路绿化植物配置时,应模拟自然生

态环境,创造复层结构,使具有不同生物特性的植物各得其所。因此,需要根据生长环境、植物生物学特性等对生态道路绿化植物进行配置,不能盲目地将乔、灌、草植物进行搭配。如由于北方冬天温度低,以及北方的土壤碱性较强,一些南方树种到北方栽种后其存活率大大降低,如桂花、木棉等。此外,各个地方应根据城市特色大力种植乡土树种,如重庆市树黄桷树,南京市树雪松,北京市树国槐等都属于乡土树种,适应当地独特的气候与土壤。

4.2 科学利用植物的互惠共生关系

物种多样性是促进道路自然化的基础,但不同的物种间存在着竞争与共生关系。因此,生态道路绿化植物需要根据植物的互惠共生关系进行选择。如榆树与栎树、白桦为邻,栎树和白桦会发育不良,栎树、白桦林下会灌木、杂草生长不良。主要是由于这些植物分泌出某种气体或液体,如有机酸、挥发油等,会抑制其他植物的生长。

4.3 利用植物的抗性合理栽植

汽车尾气是道路大气污染的主要来源,含有多种有害成分,但植物往往对1种或几种有害成分有较高的抗性,对某些成分的抗性较弱或较敏感。因此,利用植物的抗性合理栽种景观植物是生态道路减少汽车尾气的主要手段之一。如加杨对 SO_2 具有较高的抗性,但却对 Cl_2 的抗性较弱,所以需要搭配合欢等对 Cl_2 抗性强的植物进行栽种,才能达到净化汽车尾气的最佳效果。此外,某些植物对汽车扬尘有较好的滞尘效果,但却对汽车噪音的消减效果较差,在选择时就需要进行合理的配置。

4.4 发挥植物创造观赏景观的特点

植物的观赏特性主要表现在形态、色彩、芳香、质地及感应等方面^[48]。观叶植物与观花植物搭配可以丰富道路的观赏景观。如银杏叶变黄,枫叶变红等都各有特色,在秋季会成为道路独特的景观,而与观花植物相结合则会延长道路景观的观赏周期。颜色对比度大的树种,如淡绿色的柳树、浅绿色的梧桐与深绿色的香樟等搭配,可以创造出独特的景观。而高低不同的大型叶棕榈与凤尾丝兰组合在一起,则给予人以热带风光的感觉。因此,生态道路绿化植物配置时注意发挥植物创造观赏景观的特点,会给城市道路带来独特的风景。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国环境保护部. 中国机动车污染防治年报[R]. 北京, 2011.

- [2] 郑晓光,徐健,姚长征.生态道路的建设理念及实施技术[J].筑路机械与施工机械化,2011,28(8):30-35.
- [3] 宗跃光,周尚意,彭萍,等.道路生态学研究进展[J].生态学报,2003,23(11):2396-2405.
- [4] 丁亚超,周敬宣,李恒,等.绿化带对公路交通噪声衰减的效果研究[J].公路,2004(12):204-208.
- [5] 扈军,葛坚,李东浩.绿化带对不同频率城市交通噪声的衰减作用[J].城市环境与城市生态,2014,27(5):16-20.
- [6] 孙伟,王玮璐,郭小平,等.不同类型绿化带对交通噪声的衰减效果比较[J].植物资源与环境学报,2014,23(2):87-93.
- [7] 郭小平,彭海燕,王亮.绿化林带对交通噪声的衰减效果[J].环境科学学报,2009,29(12):2567-2571.
- [8] 吴淑杰,韩喜林.林冠降噪机理的探讨[J].中国林业,2003(13):34-35.
- [9] 张明丽,胡永红,秦俊.城市植物群落的减噪效果分析[J].植物资源与环境学报,2006,15(2):25-28.
- [10] 姚成,许志鸿,王一如.沪杭高速公路上海段降噪绿化带的设计和应用[J].上海公路,1999(B11):25-28.
- [11] 明雷,郑洁,程浩,等.常青道路景观配置对交通噪声的衰减效果[J].环境污染与防治,2012,34(1):15-18.
- [12] 郑思俊,夏楠,张庆费.城市绿地群落降噪效应研究[J].上海建设科技,2006(4):33-34.
- [13] 刘佳妮.园林植物降噪功能研究[D].杭州:浙江大学,2007.
- [14] 袁玲.植物结构对交通噪声衰减频谱特性的影响[J].噪声与振动控制,2008,28(5):154-156.
- [15] 陈龙,谢高地,盖力强,等.道路绿地消减噪声服务功能研究-以北京市为例[J].自然资源学报,2011,26(9):1526-1534.
- [16] 陈雷,张丽微,杨善云,等.城市郊区公路绿化带的降噪效果研究[J].广西科学,2013,20(1):71-74.
- [17] 王玮璐,郭小平,汪明勇,等.绿化带对交通噪音衰减效果的研究进展[J].西北林学院学报,2013,28(1):240-244.
- [18] 李寒娥,王志云,谭家得,等.佛山市主要城市园林植物滞尘效益分析[J].生态科学,2006,25(5):395-399.
- [19] 邱媛,管东生,宋巍巍,等.惠州城市植被的滞尘效应[J].生态学报,2008,28(6):2455-2462.
- [20] 刘璐,管东生,陈永勤.广州市常见行道树种叶片表面形态与滞尘能力[J].生态学报,2013,33(8):2604-2614.
- [21] 王会霞,石辉,李秧秧.城市绿化植物叶片表面特征对滞尘能力的影响[J].应用生态学报,2010,21(12):3077-3082.
- [22] 陈玮,何兴元,张粤,等.东北地区城市针叶树冬季滞尘效应研究[J].应用生态学报,2003,14(12):2113-2116.
- [23] 贾彦,吴超,董春芳,等.7种绿化植物滞尘的微观测定[J].中南大学学报:自然科学版,2012,43(11):4547-4553.
- [24] 郭伟,申屠雅瑾,郑述强,等.城市绿地滞尘作用机理和规律的研究进展[J].生态环境,2010,26(6):1465-1470.
- [25] WILLIAM L B. A review of models of landscape change[J].Landscape Ecology,1989,2(2):111-133.
- [26] 刘学全,唐万鹏,周志翔,等.宜昌市城区不同绿地类型环境效应[J].东北林业大学学报,2004,32(5):53-54,83.
- [27] 李健,李小川,苏利亚.汽车排气污染防治现状及对策分析[J].内蒙古环境科学,2013(5):83-87.
- [28] 张玲玲,李彦慧,冯晨静,等.4种园林苗木对汽车尾气适应性能力的研究[J].河北农业大学学报,2006,29(5):47-51.
- [29] 李彦慧,聂庆娟,王君山,等.4种针叶树抗汽车尾气污染能力之比较[J].中国农学通报,2008,24(2):409-413.
- [30] 王冰冰,郭文体,董明亮,等.丁香对汽车尾气的抗性能力[J].东北林业大学学报,2011,39(4):78-82.
- [31] 马树华,王庆成,李亚藏.汽车尾气污染对四种北方阔叶树苗木膜脂过氧化和保护酶活性的影响[J].应用生态学报,2004,15(12):2330-2336.
- [32] 马树华,王庆成,李亚藏.汽车尾气对四种北方阔叶树叶绿素荧光特性的影响[J].生态学杂志,2005,24(1):15-20.
- [33] 黄银晓,林舜华,韩荣庄,等.北京主要绿化植物和土壤对大气中硫的积累特点及其指示、净化作用[J].Acta Botanica Sinica,1990,32(5):380-389.
- [34] 陈炳超,刘革宁,陈利芳.提高城市森林生态效益的有效途径[J].广西林业科学,1999,28(1):24-28.
- [35] 胡舒,肖昕,贾含帅.不同污染条件下绿化树种对大气二氧化硫吸收积累能力的研究[J].北方园艺,2012(11):69-72.
- [36] 鲁敏,李英杰,鲁金鹏.绿化树种对大气污染物吸收净化能力的研究[J].城市环境与城市生态,2002,15(2):7-9.
- [37] 孙向武,朱磊,王国锋,等.常见绿化树种对大气中二氧化硫的净化能力研究[J].湖北农业科学,2008,47(3):293-295.

(下转第96页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.020

云南省石漠化坡耕地综合治理模式探讨

刘丽芳

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南昆明 650200)

摘要:深入文山、红河、昆明、昭通等石漠化严重地区进行现地调查,对云南省石漠化坡耕地的面积、分布及石漠化程度、危害性、治理难度等进行分析,提出防护林混交林相结合、封山育林退耕还林、林粮结合、林药结合、治坡治窝、林草结合、林产业发展7个石漠化坡耕地综合治理模式。

关键词:石漠化坡耕地;综合治理模式;封山育林;林粮结合;林药结合;治坡治窝

中图分类号:S717.193;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0093-04

Rocky Desertification Sloping Cropland Comprehensive Management Mode in Yunnan Province

LIU Lifang

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

Abstract: The investigation on severe rocky desertification areas of Wenshan, Honghe, Kunming, Zhaotong has been conducted, and the rocky desertification slope cropland area, distribution and rocky desertification harmful degree, governance difficult, also been analyzed in the paper. Seven comprehensive management models of combination of shelterbelt forest with mixed forest, close hillsides to facilitate afforestation, return farmland to forest, forest crop combination, forest medicine combination, sloop and nest management and forestry industry and so on have been put forward.

Key words: rocky desertification sloping cropland; comprehensive management mode; close hillsides to facilitate afforestation; forest crop combination; forest medicine combination; sloop and nest management

云南省是我国岩溶分布最广的省区之一,岩溶面积居全国第二位,达11.1万 km^2 ,占全省国土总面积39.4万 km^2 的28.1%。石漠化是云南省最为严重的生态问题之一,威胁全省的生态安全,制约着区域社会经济发展。十八大报告提出“要实施重大生态修复工程,增强生态产品生产能力,推进荒漠化、石漠化、水土流失综合治理”,把石漠化治理列为生态文明建设的重要内容。云南省岩溶地区的石漠化坡耕地面积达78.5万 hm^2 ,石漠化坡耕地不仅加剧了区域水土流失,恶化生态环境,引发自然灾

害,而且也压缩了人类的生存与发展空间,对区域国土生态安全和生态文明建设构成了严重威胁。

1 石漠化坡耕地综合治理的必要性

1.1 危害性严重

“九分石头一分土,寸土如金水如油”,“有雨三日水成湖,无雨三日地生烟”是石漠化耕地的真实写照。石漠化坡耕地由于土肥逐年流失,导致水土流失不断加剧、生态系统日趋脆弱、自然灾害频发、

收稿日期:2015-06-24;修回日期:2015-07-31.

作者简介:刘丽芳(1971-),女,云南昆明人,工程师.从事林业调查规划及林业制图.

土地严重退化、缺水少土等问题直接威胁着人们的生产生活,导致贫困不断加剧,同时也严重危及着长江、珠江、澜沧江中下游地区的国土生态安全。由此可见,石漠化坡耕地的危害性十分严重。

岩溶地区耕地大多属于旱涝不保收的贫瘠山地,严重石漠化制约着经济社会的可持续发展,“山穷、水枯、林衰、土瘦”,导致“吃饭难、饮水难、烧柴难、建房难、行路难、上学难、照明难、看病难”,许多边远山区的农村劳动力都外出务工,致使许多石漠化坡耕地无人耕作,已经荒废多年。

1.2 治理难度大

云南岩溶石漠化地区生态环境脆弱,破坏易、恢复难的特点显著。从地形地貌来看,云南省岩溶石漠化地区位于长江、珠江、红河、澜沧江等江河上游或源头,该区域河谷纵深,岩石裸露率高,漏水性强,土壤分布不连续,土层浅薄,保水保肥力差,水分亏缺,水土流失严重,极易发生山洪,滑坡和泥石流等。同时,岩溶石漠化地区大多开发较早、人口密度大,地处贫穷落后的边疆和民族地区,在开展生态治理的同时,还面临着要帮助当地群众脱贫致富,发展经济、改变生活方式、转变观念等艰巨任务。可见云南岩溶石漠化坡耕地的治理难度大。

2 石漠化坡耕地现状

2.1 石漠化程度及面积

根据云南省岩溶地区第二次石漠化监测,65 个重点石漠化监测县石漠化面积达 2.8 万 km²,潜在石漠化土地为 1.8 万 km²,非石漠化土地 3.3 万 km²。石漠化土地中轻度石漠化面积为 1.4 万 km²,中度石漠化面积为 1.1 万 km²,重度石漠化面积为 0.3 万 km²,极重度石漠化面积为 0.1 万 km²。

在石漠化坡耕地中旱地 695 548.8 hm²,占石漠化坡耕地的 88.6%;梯土化旱地 89 635.1 hm²,占 11.4%。从程度看,轻度石漠化耕地占 12.8%,中度石漠化耕地占 64.0%,重度石漠化耕地占 11.2%,极重度石漠化耕地占 0.6%,潜在石漠化耕地占 11.4%(表 1)。

2.2 类型

根据实地调查,云南省石漠化坡耕地由难耕作地、丧失耕作地、可耕作地、不宜耕作地、废弃耕地、零星耕地 6 个类型组成。

1)历史上,石漠化地区由于人口增长,对粮食需求日益增大,将大量坡度较陡、离村寨远、交通不便且位于山体中上部土层较薄的土地开垦为难耕作

表 1 云南省坡耕地石漠化程度面积

Tab. 1 Slope farmland area of rocky desertification by degree in Yunnan Province

石漠化程度	小计		旱地		梯土化旱地	
	面积/ hm ²	占比/ %	面积/ hm ²	占比/ %	面积/ hm ²	占比/ %
合计	785183.9	100.0	695548.8	100.0	89635.1	100.0
轻度石漠化	100673.2	12.8	100673.2	14.5		
中度石漠化	502197.1	64.0	502197.1	72.2		
重度石漠化	87916.0	11.2	87916.0	12.6		
极重度石漠化	4762.5	0.6	4762.5	0.7		
潜在石漠化	89635.1	11.4			89635.1	100.0

地,目前该类耕地缺水缺土、耕作困难、粮食产量极低。

2)近年来,分布在边远石漠化山区的村寨由于严重缺水、缺土、缺粮,已丧失了生存条件,并经常发生山体滑坡、泥石流等自然灾害,部分村庄目前已整村搬迁,加之大部分年轻劳动力外出务工,导致该区域内的耕地由于长年无人耕作后,自然生长了乔木和灌木树种,地类已变为有林地或灌木林地,这类坡耕地已丧失了耕作条件。

3)随着城镇化建设和经济快速发展,部分农民已外出做生意、开办小企业、随子女外出定居,导致部分坡耕地虽然坡度小、土层厚、离村寨近、交通又方便,且位于山体下部的可耕作地却处于荒芜状况。

4)“五八”年大炼钢铁和文化大革命期间,远离村寨、地势平缓、水源条件优越的部分茂密森林植被遭到毁灭性破坏,随之开垦为耕地,导致大面积岩石裸露,这部分耕地石漠化十分严重、交通又不便,故不宜继续耕作。

5)石漠化分布的边境地区和贫困地区,村寨附近坡地、村中低窝地、公路两侧耕地目前大多处于荒芜状态,杂草丛生,属于废弃耕地。

6)滇西北、滇东北高海拔地区,气候温凉,在国家特别规定灌木林及以牧草地中零星分布的石漠化耕地,耕作条件差,适宜种植的作物品种少且粮食产量低。

3 综合治理模式

根据调查分析,石漠化坡耕地综合治理模式要结合一县一大产业、一乡一特色产业的发展理念,治理中贯穿山、水、林、田、路综合治理的思路。

3.1 防护林与混交林结合模式

为了控制石漠化土地的发展,使生态环境明显得到改善,对于坡度较陡、离村寨较远、交通不便且位于山体中上部的难耕作地综合治理中积极推广乔、灌、草结合,针阔混交、立体结构的防护林混交模式,如云南松+麻栎+苦刺、冲天柏(其它柏)+麻栎+车桑子、旱冬瓜+车桑子+葛藤等。为了保证成活率和保存率,种植前深翻土地,将农作物秸秆和杂草深埋到土里,并在种植塘中放入适量保水剂。由于石漠化坡耕地在全省石漠化地区均有分布,因此必须遵循适地适树原则,并结合经济效益好的树种设计综合治理模式。

3.2 封山育林退耕还林模式

无人耕作后自然生长了乔木和灌木树种的陡坡地已丧失了耕作条件。对于这部分陡坡耕地首先要进行封山育林,严禁人畜活动。其次,结合新一轮退耕还林(草)工程逐步实施退耕还林,改善区域小环境。同时,明确林地林木的所有权和使用权,做好耕地转变为林地的变更手续。

3.3 林粮结合模式

石漠化地区坡度较小、离村寨较近、交通方便、土层相对较厚且位于山体中下部的可耕作地,结合云南省政府提出的大力发展木本油料林建设,重点发展核桃、油茶、花椒等经济林,在林中套种小麦、玉米、洋芋、瓜类、豆类等粮食作物,以短养长,充分发挥土地的生产力。由于石漠化土地保水性差,经济林果和农作物需水量大,在治理区域内合理布置水窖和小水塘。

3.4 林药结合模式

对地势相对平缓、水源能保障且石漠化严重的坡耕地,大力实施坡改梯工程和陡坡地治理工程,种植桃子、李子、花椒、板栗等经济林果,林下种植金银花、前胡、独活、草乌、黄精、百合、当归等中药材。该类型耕地由于岩石裸露率高、土层薄、肥力差,治理中可就近取土进行客土,种植前施足基肥,并在沟箐上方修筑拦砂坝或谷坊,才能保证旱季用水。

3.5 治坡治窝模式

为改善石漠化地区人民生活条件,吸引年轻人回乡就业,在治理石漠化坡耕地的同时,结合扶贫开发和新农村建设,对其公路两侧和村寨附近坡地和低窝地进行绿化修复。重点改善村容村貌,采用经果树种(如佛手、梨、无花果、桃、李、石榴等)绿化进村道路和村庄周围废弃地。该类坡耕地土层相对较厚,土壤肥力足,但缺水,治理中应结合农村饮用水

和灌溉用水工程,布设部分支水管网用于旱季绿化用水。

3.6 林草结合模式

对分布海拔较高,气候温凉,主要生长国家特别规定灌木林及以牧草为主的石漠化地区,零星分布只能种植玉米、荞、洋芋等其产量低下的耕地,要开展退耕还草工程,大力发展畜牧业才能彻底脱贫。人工牧草地应选择优良草种,合理区划轮牧区。

3.7 林产业发展模式

每个石漠化综合治理县应根据其自然条件,结合农业综合整治工程,规模化发展1~2个具有地方特色的石漠化林产业,如花椒、红豆杉、枇杷、石榴、杉木、川滇桉木、蓝莓和金银花等产业。针对石漠化坡耕地漏水性强、土壤分布不连续、土层浅薄、保水保肥力差等特点,治理中要做好客土改良土壤工程,水保(引水)工程,合理使用保水剂,施足基肥等措施。

4 建议

为了有效地修复、改变石漠化坡耕地的生态环境,选择合适的治理模式并采取合理的治理措施,能为石漠化地区农村剩余劳动力提供就业机会,尤其是能增加农村妇女的就业机会,通过粮食单产提高,林地、林果园面积增加,以粮食为主的农业产业结构得到调整并趋于合理,农业生产水平得到进一步提高,生产生活条件得到一定改善,农民的生活质量才会有明显提高。为此,对石漠化坡耕地的综合治理提出如下措施。

1) 加强各级政府有关部门的领导,做好统一规划和协调工作,组织承办综合治理模式的技术培训和技术指导。

2) 综合治理模式的选择必须坚持因地制宜,各地政府和林业部门组织技术力量进行实地调查,具体落实治理模式。各类模式中涉及到的树种、草类、粮食类和药材类等植物应考虑其适生性和效益性,有利于生态环境的恢复和农民的实惠。

3) 各地政府有关部门应引导地方发展林业产业,产业的规划要科学化,整合各部门建设资金。真正按一村或一乡镇一产业的要求去发展,同时,应结合农民脱贫致富、新农村建设的目标开发特色林业产业。

4) 加快生态建设,改善村容村貌。结合石漠化坡耕地的治理,对村寨周边的废弃地进行治理,从而改善村寨周边生态环境,同时也美化村容村貌,提高

农民生活水平。

5) 加强封山育林、护林防火工作, 提高人们对石漠化坡耕地综合治理的意识。

5 结语

中央最近提出鼓励广大外出务工人员返乡创业。要使石漠化地区外出务工人员就地创业, 必须做好石漠化地区农村劳动力技术培训和剩余劳动力转移培训工作, 变庞大的人口压力为丰富的人力资源。为解决农民群众的温饱问题, 以坡耕地的综合整治为抓手, 加强农业基础设施建设, 实施坡改梯工程、配套小水池建设, 提高耕地质量, 实施高效农业, 提高粮食产量和经济收入。同时, 治理石漠化耕地还要在“种树”和“种草”上做文章, 多种“摇钱树”(经果林)、“救命草”(中草药)。

参考文献:

[1] 国家林业局防治荒漠化管理中心. 石漠化综合治理模

式[M]. 北京: 中国林业出版社, 2012.

- [2] 刘拓, 周光辉. 中国岩溶石漠化—现状、成因与防治[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [3] 赖兴会. 云南岩溶地区石漠化生态恢复的思路[J]. 中南林业调查规划, 2005(1): 12-15.
- [4] 赖兴会. 云南石漠化的生态特征及其危机表现[J]. 林业调查规划, 2004, 29(2): 80-82.
- [5] 赖兴会. 云南的石漠化土地及其治理策略[J]. 林业调查规划, 2002, 27(4): 49-51.
- [6] 温庆忠. 城市近郊岩溶石漠化土地植被恢复方法[J]. 林业实用技术, 2009(6): 57-59.
- [7] 张钦云. 云南省生态工程建设对石漠化演变的影响与评价[J]. 林业调查规划, 2013, 38(2): 125-129.
- [8] 赖兴会. 云南石漠化土地的分区及其绿化造林树(草)种选择[J]. 林业调查规划, 2002, 27(增): 109-112.
- [9] 云南省林业厅. 云南省岩溶地区第二次石漠化监测报告[R]. 2012.

(上接第 92 页)

- [38] 潘辉, 刘晓华, 黄石德, 等. 城市行道树对道路空间 CO 浓度的影响[J]. 福建林学院学报, 2008, 28(4): 356-360.
- [39] 彭长连, 温达志, 孙梓健, 等. 城市绿化植物对大气污染的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(4): 321-327.
- [40] 温达志, 陆耀东, 旷远文, 等. 39 种木本植物对大气污染的生理生态反应与敏感性[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(4): 341-347.
- [41] 温达志, 孔国辉, 张德强, 等. 30 种园林植物对短期大气污染的生理生态反应[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 311-317.
- [42] 孔国辉, 陈宏通, 刘世忠, 等. 广东园林绿化植物对大气污染的反应及污染物在叶片的积累[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(4): 297-315.
- [43] 陆东晖, 殷云龙. 城市道路绿化植物叶层对重金属元素和 N、S 的吸收与蓄积作用[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2008, 32(2): 51-55.
- [44] 杨学军, 唐东芹, 许东新, 等. 上海地区绿化树种重金属污染防治特性的研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 687-690.
- [45] 邹涛, 黄一翔, 周正楠, 等. 生态城市建设与城市森林的综合生态价值评估[J]. 建筑学报, 2009(2): 45-47.
- [46] 刘家琳. 基于雨洪管理的节约型园林绿地设计研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.
- [47] 杨冠军. 城市道路绿化的功能作用以及植物选择与景观设计[J]. 现代园艺, 2014(6): 152-153.
- [48] 卓丽环, 陈龙清. 园林树木学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.021

广东葵树博览园体验性旅游项目设计研究

隋春花,刘嘉欣

(韶关学院旅游与地理学院,广东 韶关 512005)

摘要:体验性项目设计是主题公园旅游规划的重要一环,结合实地考察,分析广东葵树博览园内旅游项目设计存在的重观赏性轻参与性、功能分区设计不合理和游览路线缺乏科学性等问题,提出完善园内旅游项目相关设计的辅助体验、设计参与性强的深度体验项目和重视葵文化纪念品的延伸体验设计等建议。

关键词:体验性旅游项目;葵文化;葵艺制品;功能分区;游览路线;体验项目;广东葵树博览园

中图分类号:S788.2;F592.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0097-03

Experiential Tourism Project Design of Palm Trees Expo Theme Park in Guangdong

SUI Chunhua, LIU Jiaxin

(Faculty of Tourism and Geography, Shaoguan University, Shaoguan, Guangdong 512005, China)

Abstract: Experiential project design is an important part of theme park planning, with the field survey; some problems in tourism project design of Palm Trees Expo Theme Park in Guangdong have analyzed, such as heavy ornamental and light participation, unreasonable design of function division and tour route lack of scientific. Suggestions to consummate the auxiliary experience of tourism projects design, to design greater participation tourism projects of depth experience and to attach great importance to extended experience about the palm cultural souvenir design also have been put forward.

Key words: experiential tourism projects; palm culture; palm product; function division; tour route; experiential projects; Palm Trees Expo Theme Park

随着时代的发展,一些非物质文化遗产(简称“非遗”)因后继无人而渐渐衰落,地方政府多通过招商引资以“非遗”作为主体建造主题公园,吸引游客体验当地的独特文化,从而促进当地“非遗”的保护与可持续发展。国内外相关的机构和学者认为主题公园可分为3种:第一种是乘骑设施、吸引物、表演和建筑围绕一个或一组主题而建的娱乐公园;第

二种为一个设施和场景都基于一个中心主题的游乐场;第三种是这样的主题公园,“它通常面积较大,拥有一个或多个主题区域,区域内设有表明主题的乘骑设施和吸引物”^[1]。广东葵树博览园正是以葵艺(国家级“非遗”)为主题开发的主题公园,通过对葵树博览园的体验旅游项目研究,可为非物质文化遗产旅游体验方面研究提供借鉴作用,进一步将体

收稿日期:2015-05-29.

基金项目:广东省本科高校教学质量与教改工程项目(201493)“旅游管理专业综合改革试点”;广东省哲学社会科学“十二五”规划学科共建项目(GD12XGL26)“粤北生态发展区特色林业文化及其旅游开发研究”阶段性成果。

作者简介:隋春花(1972-),女,山东平度人,硕士,副教授。从事生态旅游与旅游规划研究。E-mail:916942159@qq.com

验性旅游与非物质文化遗产的发展、传承紧密联系在一起。

1 研究对象

1.1 广东葵树博览园概况

广东葵树博览园位于江门市新会区圭峰路永镇,是新会圭峰山国家森林公园景区内中的一个景点,占地面积为 10 hm²,建于 2002 年,是世界上第一个以葵文化为主题的公园,是全国科普教育基地。园区中心景观是同心圆结构,座落在中心景观旁边的是园区的主体建筑工艺展览馆,展馆内右侧靠墙的一边设置有 5 尊用玻璃钢雕塑的人像,重现新会葵艺工人晒扇、剪扇、焙扇的场景,体现工人辛勤劳动的形象。位于雕像旁边的地方有 10 余个站台,展出精湛的葵类工艺品,这些工艺品包括葵扇、葵花篮、葵帽、葵席、葵盒、葵灯笼等。园内设有一片约 8 万 m² 的棕榈林,引进 20 多种适合本地气候的世界各地的蒲葵,种植着 10 000 多棵新会特色蒲葵。葵博园展示了新会葵艺悠久的历史,据史料载,新会自东晋时代起就大量种植葵树并进行葵艺加工,至今已有 1 600 多年历史。清末民初时期,新会的葵业尤其兴旺,当时葵园面积保持在 3 000 多 hm²,年产葵扇过亿柄。

1.2 广东葵树博览园的葵文化

所谓的葵文化包括广东新会所培植的蒲葵以及新会葵艺。由于葵农采用不同的种植和收割方法,改变了葵叶的性状,葵树博览园的蒲葵可分为三旗、长柄(二旗)、葵笔(玻璃葵)和篲扇 4 种,这是新会葵农通过劳动创造出的葵文化。新会葵艺是一种汉族的手工艺品,是指利用葵叶通过近 20 道工序加工而成的工艺品,有着 1 600 多年历史。1915 年,新会竹箨葵扇获得巴拿马博览会金牌奖。1988 年,著名葵艺师廖惠林在巴黎法共节的庆典现场公开表演葵艺。2006 年,新会葵艺被列入首批广东省级非物质文化遗产名录,并在 2008 年被列入国家级非物质文化遗产名录。2010 年,葵艺大师廖惠林被特邀参加上海世博会“广东活动周”作现场葵艺烙画演示,引起轰动^[2]。

1.3 广东葵树博览园的葵艺制品

新会葵艺制品最初是用于日常生活,后来发展成工艺品。至今,葵艺制品已达 600 多个品种,主要可分为葵扇、葵工艺品和葵副产品三大类。葵扇在众葵艺制品中可谓量多质好,包括普通葵扇、玻璃葵扇和葵织扇,其中,竹箨贴画扇和火画葵扇是当中的

突出代表。葵工艺品既是城乡居民居家用品,更是工艺欣赏品,如葵花篮、葵画帘、葵地毯等,造型简约质朴,图案别致逼真,体现了大众文化和葵艺师的艺术修为。葵副产品是最贴近生活的、最简单的葵制品,主要指利用裁剪葵叶后残余的葵树原料制成的葵类制品,如葵骨牙签、葵扫帚、葵篷等^[2]。新会的葵艺精巧,把编织、绣花、绘画和印花等工艺融为一体,是新会人民引以为荣的土特产。郭沫若曾亲笔题诗曰:“清凉世界,出自手中,精愈鬼斧,巧夺天工”。在漫长的自然经济社会中,新会的葵业工艺与新会人民的经济生活息息相关,葵业及其工艺制品对新会的经济发展作出过巨大贡献。

2 广东葵树博览园旅游项目设计存在的问题

2.1 重观赏性轻参与性

葵树博览园作为全国科普教育基地,园内绝大部分旅游项目侧重观赏性,如展馆内的各项目都具有审美体验的功能,但每项工艺品只标明名称与馆藏等级牌示,既没有详细说明,也没有参与体验设计,对葵艺毫无了解的游客而言,这些艺术品只是浅层欣赏。另外,园区入口的禾雀花长廊、园区中心景观也只具有游览观赏功能,棕榈科常见植物知识长廊和蒲葵林有一定的科普教育价值,缺乏真正的、全方位的参与体验。根据约瑟夫·派恩和詹姆斯·吉尔摩在《体验经济》中的观点,按照参与的主动性与投入程度,体验式旅游类型可分为娱乐体验、教育体验、逃避体验和审美体验^[3]。葵树博览园的旅游项目设计不能满足游客不同的旅游需求,难以让游客全方位感受主题公园的葵文化内涵和葵艺体验价值。

2.2 功能分区设计不合理

葵树博览园景区没有明确划分商业娱乐区和游客休憩区,园内商业娱乐项目位于工艺展馆内,主要为葵工艺品出售商铺和现场展示葵艺制作,没有与其他观赏性的旅游产品归类,功能分区不鲜明,缺乏合理性。园内各项目的分布交错或重叠不符合集中功能单元分区原则,最明显的是工艺展馆内铜像区域与工艺品区域交错重叠,工艺展品遮挡破坏了铜像区域所表现出来的场景的完整性,影响游客对整个铜像区域的系统观赏和完整了解葵艺制作过程。园区内没有设置游客休憩区,游客会随意选择在蒲葵林的草坪、路边等地方休憩或进行娱乐活动,对蒲葵林植被造成破坏和环境污染。

2.3 游览路线缺乏科学性

根据园区项目的设计,主要的游览路线为禾雀花长廊——工艺展馆——蒲葵林,而这条路线存在3方面不足。

1) 由于工艺展馆的入口设置不当,游客在游览参观的时候容易忽略中心景区,直接进入工艺展馆;

2) 禾雀花长廊与工艺展馆的距离比较远,游客从禾雀花长廊进入园区后,主要活动集中在展馆,容易忽略靠近长廊方向的景观;

3) 蒲葵林中的游览路径问题,蒲葵林中的步道设计为环形设计,路段两旁并没有蒲葵或其他相关植物、景致,加上蒲葵群在环形设计的中央,与步道的距离很远,导致草坪上被踩出好多小径,从而造成植被破坏。游览路线突出了主题,但缺乏合理搭配,游客在游览过程中的兴致尚未达到高潮就回落了,缩短了游客在景区逗留游玩的时间。

3 广东葵树博览园体验性旅游项目设计建议

3.1 辅助体验——完善园内旅游项目相关设计

3.1.1 完善园内功能分区

葵树博览园内功能分区既需要满足游客游览的需要,也要方便园区管理与生态环境保护。首先,根据旅游功能分区的各项原则,应将不同主题的项目进行明确分区,再把游客光顾次数较多的工艺展馆、教育体验区和游客休憩区等布局在园区中心,围绕中心景观合理布局,将一些与葵文化主题无关的项目淘汰,增设一些能够突出主题的体验项目取而代之。然后,协调各葵树博览园功能分区的联系,合理规划观赏区域。将展馆与铜像等观赏性项目集中布局,与体验和休憩区分开,营造出一种宁静的氛围让游客静心地了解葵艺发展史和观赏工艺品,体验工艺制造流程,使游客逐渐融入园区葵文化主题。最后,对蒲葵林进行细致功能分区,根据需要划分核心保护区、体验区和游览区,对游客开放的部分蒲葵林需要做好保护措施,只允许游客在园区所设步行径的区域内活动。

3.1.2 优化路线设计

路线设计涉及到的是旅游六大要素“吃住行游购娱”中的“行”,合理的路线设计是影响游客游兴的关键,关键在于其科学性和安全性,达到“曲径通幽”、“山穷水复疑无路,柳暗花明又一村”等效果。葵博园主要的旅游路线设计为禾雀花长廊——展馆——铜像——教育体验——蒲葵林,这一路线开头的禾雀花长廊让游客心情舒畅,进入展厅观赏便

拉开了园区主题的序幕,与铜像合照和参与体验让游览活动进入高潮,漫步蒲葵林就进入了游园的尾声。在高潮的时候,游客感到疲惫可以在休憩区休息,游憩区设有商店和桌椅,可供游客用餐。另外,游客可以随自身的喜好选择先漫步蒲葵林,再参与体验活动。

3.1.3 完善工艺展馆结构

完善工艺展馆内结构布局,方便游客游览,设计历史专题区和工艺品展区2个区域。首先,历史专题区可以选择设于展厅入口处,先通过历史图片向游客介绍葵文化及其历史,让游客纵向了解葵文化。同时,建议向当地相关行政部门申请历史档案,拍摄简短的历史专题片,时间约为5~10 min,主要内容应该包括葵艺的加工历史和现状,再现当地人民热爱家乡、建设家乡的情境,体现葵艺对于新会经济发展的重要贡献,起到激发人们荣誉感的作用。其次,工艺品展区中的所有园藏工艺品应该分类排列,设置包含种类、级别还有艺术表达内容的标签,方便游客观赏,使游客能够深入了解工艺品的制作过程及其表达的内涵。

3.2 深度体验——设计参与性强的体验项目

广东葵树博览园是以葵文化为主题公园及科普教育基地,因此要建设一些具有教育性的体验项目。结合新增的教育体验和游客休憩功能区,其中教育体验区为参与性体验项目的集中区域。区域内除了原有的工艺作坊外,可以仿照陶艺教室建设葵艺创意园,让游客可以有选择性地参与葵艺制作。所谓的“选择性”是指游客可以根据自身的需求参与到葵艺制作的某一个环节,也可以在葵艺师的指导下独立完成一个葵艺作品,使游客深刻地了解葵艺的精髓,达到文化传播与传承的目的。对于火画扇这类高技术含量的工艺品,可以将其简化,比如简化火画扇上的图案,可将原来复杂的风景画改成简单的一朵花,用现代常见的十字绣或丝带绣的绣法简化繁复的漂白绣花葵织扇的制作,让葵艺传统工艺更加容易为现代人所认知,增加游客对葵文化体验和学习的兴趣。

3.3 延伸体验——重视葵文化纪念品的设计

在体验经济时代,旅游纪念品越来越受到游客的青睐,具有延伸体验的作用。纪念品起到的作用不仅是纪念意义,还起到将游客自身在旅游中体验的一部分与他人分享的功能。葵博园内设有商店,出售当地的特产和葵工艺精品,但独特性和主题性

(下转第112页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.022

中韩生态旅游发展的对比分析

马淑红,鲁小波

(1. 渤海大学 旅游学院,辽宁 锦州 121013; 2. 渤海大学旅游发展与规划研究中心,辽宁 锦州 121013)

摘要:如今生态旅游已经成为世界各国发展旅游的新形势、新目标。作为亚洲旅游发展的大国,中韩两国都将生态旅游作为本国旅游发展的重要战略。虽然韩国生态旅游发展亦处于探索阶段,但其发展形式多样、经营理念完善、生态旅游效益巨大。文章着重分析韩国生态旅游的现状与发展代表模式,试探索分析其成功的经营理念,力图为中国生态旅游的进一步深入发展提供思路和启发。

关键词:生态旅游;发展模式;经营理念;中国;韩国

中图分类号:S788.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0100-06

A Comparative Study of China and South Korea Ecotourism Development

MA Shuhong, LU Xiaobo

(1. Tourism College of Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China;
2. Tourism Development and Planning Research Center of Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China)

Abstract: Nowadays eco-tourism has become the new situation and the new target of tourism development in world. As the big countries of tourism development in Asia, Both of China and South Korea considered eco-tourism as an important strategy for tourism development. While eco-tourism development in South Korea is still in exploration stage, but it has been developed in various forms with perfect philosophy and enormous benefits. The paper mainly analyzes the current situation and representative mode of eco-tourism in Korea, and tries to explore its successful business philosophy and accumulate experience for the ecotourism development of China

Key words: eco-tourism; development model; management idea; China; South Korea

生态旅游是被定义为适应市场机制、以自然为基础的旅游,是人类不断深化对社会与自然关系认识的结果,也体现了人与自然天人合一、相互依存、相互发展的内在联系。应该说生态旅游是经济发展、社会进步、保护和改善生态环境的综合体现。生态旅游已成为 21 世纪世界旅游的发展方向,2002 年世界旅游组织已明确指出其是旅游事业可持续发展的关键措施之一。国内外学者对生态旅游进行了

大量的研究,在生态旅游的对比研究中,刘宇(2008)、康凯,原文珍(2009)、赵爽等(2013)和薛妮(2015)对中外生态旅游发展和相关问题进行对比研究^[1-4],马有明等(2008)以美国黄石、新西兰峡湾及加拿大班夫国家公园为例对国家公园生态旅游发展进行了对比研究^[5],张燕、王友文(2014)对中哈两国哈萨克草原文化生态旅游发展做了比较研究^[6],时临云、张宏武(2008)和凌强(2010)在梳理

收稿日期:2015-06-04.

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

作者简介:马淑红(1976-),女,韩国济州大学在读博士,渤海大学旅游学院讲师.研究方向:旅游管理.

通信作者:鲁小波(1978-),男,博士,渤海大学旅游学院副教授.研究方向:生态旅游、旅游地理.

日本生态旅游发展经验的基础上分析其给中国生态旅游发展的启示^[7,8];陈莹(2002)总结了泰国生态旅游对于中国的发展启示^[9];郑晶(2007)对海峡两岸(中国大陆和台湾)生态旅游的比较分析与合作研究^[10];程辰(2013)将美国国家公园与我国生态旅游发展进行对比研究^[11]。而对于韩国生态旅游的关注较少,更没有将中国与韩国生态旅游进行对比的相关研究。韩国与我国在文化、气候、资源方面有很多类似之处,将中韩两国生态旅游进行对比有利于我国生态旅游和旅游业吸取经验。

1 关于生态旅游

从1983年国际自然保护联盟特别顾问 Ceballos-Lascurain, H. 第一次在文献中使用“生态旅游”一词以来,这一概念迅速风靡全球。我国亦在20世纪90年代中期引入了“生态旅游”的概念,众多的学者从多角度、多层次探讨了其涵义和特征等。

1.1 生态旅游的内涵

关于生态旅游的概念众说纷纭,但其内涵大体都包含以下几个方面:

- 1) 生态旅游的对象是自然区域,以及与当地自然环境相和谐的文化;
- 2) 旅游者的行为不对或尽量少对生态环境造成伤害;
- 3) 注重当地居民的参与性,尊重他们应有的权利,改善当地人民的生活水平;

4) 生态旅游应具有生态环境的教育功能,能提供甚至改变游客的环境观和生活方式^[12]。

我国学者首次对生态旅游给出的定义(1993年)^[13]是:倡导爱护环境的旅游,或者提供相应的设施及环境教育,以便旅游者在损害生态系统或地域文化的情况下访问、了解、鉴赏、享受自然及地域文化。从众多学者关于生态旅游的概念中可以看出,生态旅游在满足旅游者旅游愿望的同时,还必须体现以实际行动保护环境,维护生态平衡,并能使当地社区在经济上得到好处。

1.2 生态旅游的特征

通过对学者们的研究分析来看^[14],生态旅游的特征主要表现在以下3个方面:统一性、双重性和教育性。统一性包含了自然景观和人文精神的统一,经济效益和社会效益的统一,自然性与参与性的统一,保护性与生态性的统一,波动性与稳定性的统一以及安全性与风险性的统一;双重性指的是对生态环境的双重影响和对消费者及供给者的双向严格要求;教育性则重在强调发展生态旅游对人类关于生态环境的再认识和保护的教育意义。

1.3 生态旅游的模式

众多学者对国内外生态旅游的发展模式进行了调查总结,发现生态旅游的发展与该国的经济发展、技术水平等有密切的关联。如根据冷瑾(2010)^[15]的总结,生态旅游的发展模式如表1所示。

表1 世界各国生态旅游发展模式

Tab.1 Ecotourism development model of world

经济发达国家		经济欠发达国家	
生态旅游成熟型	生态旅游滞缓型	生态旅游新兴型	生态旅游超前型
以国家公园为主	以乡村旅游为主	以高山探险和生态旅游度假为主	以保护区和热带雨林为主
美国、加拿大、新西兰等	日本、匈牙利等	尼泊尔、印尼、东南亚等	肯尼亚、加勒比海国家等

2 关于韩国生态旅游

韩国导入发展生态旅游已有多多年,把发展生态旅游作为核心的发展策略。2011年韩国环境部参加了世界可持续旅游发展联盟(GPST)会议,并被选为该组织运营委员会的委员国,该年6月生态旅游产品认证制被韩国国会提到议程上。2012年3月GPST第二次大会在韩国成功召开,韩国被列为亚

太地区生态旅游、可持续旅游发展的中心国。^[16]韩国国土资源有限,截至2012年,仅国立公园生态旅游项目就达到97个。在立法保护、计划指导、环保宣传、利益协调、技术支撑等优势条件的影响下,韩国生态旅游发展取得了可喜的成果。

2.1 代表形式

韩国生态旅游经过多年的发展,积累了丰富的经验,形成了多样的、有吸引力的产品,如图1列举

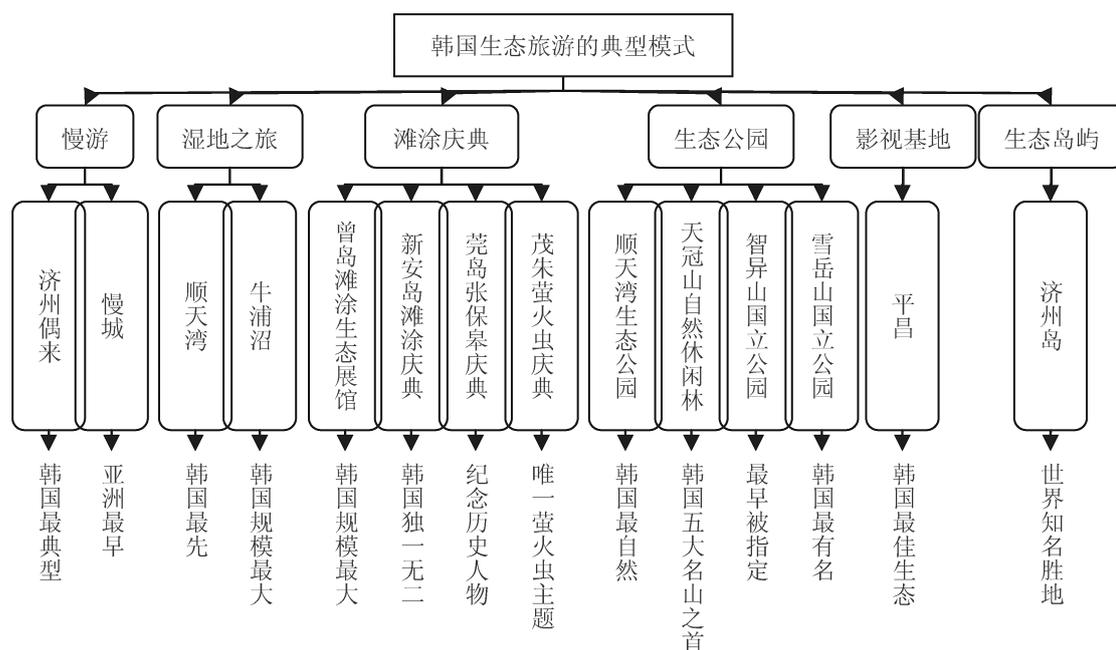


图 1 韩国生态旅游的典型模式^[17]

Fig. 1 Typical pattern of ecotourism in Korea

了对外国人比较有吸引力的产品形式。

其中最具独特性的形式是慢旅,它有 2 种主要的代表形式即“济州偶来”和“慢城”。“济州偶来”被誉为韩国最具代表性的徒步小道,被评为韩国人最想去的国内七大著名旅游景点之首。它始创于 2007 年,“偶来”是济州岛方言,指的是济州岛传统上乡村家家户户从自己家的门口到大路的小路。2010 年,它被韩国体育文化观光部和韩国观光公社授予为“韩国观光之星”的称呼,2011 年被联合国人居署授予亚洲都市景观奖。“济州偶来”2010 年产生的经济影响超过了 2 520 亿韩元,更成为了韩国生态旅游的代名词。“大岛小路”已成为世界生态旅游发展的典范。在位于意大利中北部的小城 (Greve in Chianti) 兴起的“慢城”运动,给每天 24 h 奔波忙碌的全世界都市人带来巨大反响。它不单纯是快节奏的反义词,而是一种尊重自然、时间和季节,放慢自己生活步伐的契机。世界“慢城”联盟的箴言是悠闲漫步、倾听、放松、做梦、等待、寻找心灵的故乡等。“慢城”是真正可以体味到韩国的味和美,体验韩国文化的城市,是为奔波忙碌与都市生活的人们提供真正的享受休息的地方。从 2008 年起韩国最早被指定为“慢城”的有 7 处地方,包括全罗南道新安曾岛、莞岛青山、全南长兴、庆南河东、潭阳昌平,忠清南道的礼山、京畿道南扬州岛。

另外,数量较多和发展较好的形式则是生态公园和影视基地。韩国国土面积仅 100 210 km²,但 2012 年国立生态公园项目就达到了 97 个,其中发展规模较大的有顺天湾、雪岳山、天冠山、智异山、汉拿山国立公园,泰安海边国立公园,边山半岛国立公园,德裕山国立公园,忠清北道俗离山国立公园,圣主峰自然修养林等。借“韩流”热潮,利用影视的宣传发展旅游是韩国生态旅游成功的重要策略之一。束草、顺天、济州、青山等众多影视剧的拍摄地被政府指定为‘韩国文化祭’外景拍摄地,经政府规划管理设计,开发了多样的、新颖的生态旅游产品^[18]。

2.2 生态旅游的理念

2.2.1 创意:让人放松心境,获得幸福

1) 最大限度地利用当地现有资源。在旅游创意中,不少地方往往走“无中生有”的路,总想用大智慧创造出惊人之举,但不少地方导致了事半功倍的窘境,花巨资造出来的东西得不到预想的赏识,或只是昙花一现。韩国生态旅游把最真实、最朴素、最完整的自然生态与社会生态结合,既欣赏风景,又体验生活^[19]。

2) 让人充分的享受自由。韩国很多生态旅游创意的核心就是“心态静、节奏慢、自由自在”。

3) 人性化的设计让人感到亲切。如“济州偶来”标识做得清楚温馨、易于辨认,代表大海的蓝色

和柑橘的黄色,又让人随时感受到济州的韵味、济州的本色。韩国生态旅游产品的小细节总让人随时感受到有人关怀的温暖。

4)时时处处突出人与自然和谐的理念。旅途中的每一点设计,都充分考虑了与自然环境的协调,就地取材不仅与整体环境相匹配,而且保证无污染。为了实现环境友好的理念,还开展了多样的清洁活动,参与体验者可领取垃圾袋,沿途顺便把见到的垃圾收入袋中,可获得清洁印章或获赠奖品,这既是一种纪念,也是一种奖励,还是一种荣誉与责任。

2.2.2 运营:社会的认可与支持

生态旅游是一个庞大的工程,靠个人或民间机构的力量和热情是难以完成的,它的实现必须靠社会的认可与支持。韩国典型的做法是成立相应的基金会,走依靠社会、大家事大家做的路子。这些基金会作为公益机构,不谋私利,多实行志愿者制,齐心协力开发经营,并多种形式积极争取社区的支持(如经费的来源、建筑的设计及维修等)。

韩国众多的生态旅游地积极创造与企业合作的机会,努力实现游客与当地居民共赢。让游客在旅行中可以亲身体验风景和民情,有机会品尝、购买当地特产,感受到如亲戚朋友一样的亲切与信赖,同时也使当地人受益,帮助了当地微小企业,惠及一些特殊群体(如海岛留守老人),促进了社会和谐发展。

2.2.3 理想:尽享平和与美丽

多样的生态旅游积极鼓励不同文化背景的新移民参与,增加了当地人与外人的接触,使外来人有了归属感,同时也使不同文化得到了很好的融合。多种合作使当地社区增加了就业,赢得了收入,促进了社会和谐,同时也使生态旅游的理念深入人心。韩国生态旅游的宗旨是创造世界最美丽的地方,其梦想就是世界能变成一个人与自然共生的真正的幸福之所。为此,他们所付出的努力,都是尽量让更多的人享受美丽的风景和美好的风情,他们所做的一切,都是为了让游客轻松、愉快,以最好的心境体验最美的环境。本着旅游是创造幸福的这一真谛,他们恪守并积极诠释了生态旅游的理念。

3 中国生态旅游

3.1 发展概况

从20世纪80年代引入生态旅游的概念开始,经过几十年的探索经营,中国的生态旅游也取得了长足发展。早在1982年,我国就将旅游开发与生态

环境保护有机结合,并且强调旅游开发必须以资源保护为前提,追求旅游资源永续利用,并建立了第一批44处国家级风景名胜区,建立了第一个国际森林公园—张家界森林公园。1995年在西双版纳召开了我国第一次生态旅游发展研讨会,形成了《发展我国生态旅游的倡议》文件,向社会大力推介生态旅游。1999推出了“生态环境旅游年”,正式拉开了中国生态旅游发展的序幕,也标志着我国生态旅游进入了一个全新的发展阶段。1999年初全国已有不同类型、不同层次的森林公园近900处,到2000年底,我国已建了各类自然保护区1276处。2008年6月,旅游发展大省四川成立了四川省生态旅游协会(SPEA),这是全国首家省级生态旅游协会,在此带动下,各省积极致力于生态旅游的发展。除了生态旅游的实践外,理论研究也亦步亦趋。据不完全统计,到1998年我国以生态旅游为题进行研究的文献有111篇,而至今为止相关研究文献已有136381篇,数量多、范围广、层次深,为我国生态旅游的发展提供了理论指导^[20-23]。

3.2 代表形式

我国国土面积广阔,生态旅游资源丰富,目前常见的代表形式和产品数量众多。早在1996年,学者马乃喜(1996)就对中国生态旅游的形式进行了深入的研究,将其归类分为以下几类:观赏型、科学型、探险型、保健型、狩猎型和民俗型,具体表现为森林生态旅游、自然保护区生态旅游、湿地生态旅游、自然风光旅游、海上旅游、国家风景名胜区、国家历史文化名城、国家重点文物保护单位、国家旅游度假区、动物园、植物园、野生动物繁殖中心、野生植物保存基地、生态研究站网体系^[24]。

4 中韩生态旅游之比较

中韩两国生态旅游发展经历的时间大体相同,都致力于在保护生态环境的基础上加快旅游发展的步伐。两国开发的生态旅游产品形式相似甚多,但亦各具特色。相比较而言,韩国无论政府、理论界还是普通民众对生态旅游的认识更深刻,如表2所示。

从类型上看,韩国代表形式的生态旅游中国亦有,且数量多、分布广,但相对来说,韩国生态旅游产品精品倍出,且对环境的保护意识要优于中国。

5 韩国发展生态旅游经验

关于如何发展生态旅游,我国学者已做了多角

表 2 中韩典型生态旅游模式的比较

Tab. 2 Comparison of Korea and Chinese typical ecotourism model

代表形式	韩国	特点	中国	特点
慢旅	济州偶来慢城	独特、悠闲、新颖	高淳桤溪慢城	悠闲、生态、起步晚
湿地	庆尚南道牛浦沼	保护力度强、悠久	西洞庭湖湿地	数量多、资源独特、品质高
生态公园	顺天湾自然生态公园	规模小、保护力度强	云溪生态公园	类型多、规模大、层次多
庆典	茂朱萤火虫庆典	多样、独特、持久	中国古羌城茂县阿坝生态美食盛典	类型多、但重复、不持久
影视基地	束草	规模小、精品多、环境优美	横店	规模大、精品少、环境破坏
海岛	济州岛、牛岛	产品精、宣传广	海南岛	地域广、产品多、但陈旧

度、多层次的探讨。如杨桂华(2004)提出应重视生态旅游的双向责任^[25];罗琳(2008)提出应加强生态意识宣传教育,重视做好规划并加强管理等^[26]。而无论是在立法保护还是在计划指导上,又或者在环保宣传、利益协调和技术支撑方面,韩国政府都做得面面俱到,在生态旅游的发展上积累了丰富的经验,取得了长足进步。其中最为重要的是开发了独具匠心的产品,并获得了民众的大力支持,这是韩国生态旅游得以持续发展的有利条件,也为我国深化发展生态旅游提供了经验。

5.1 独具匠心的产品开发

韩国立足于本国实际,充分利用资源环境,借助于先进的科技力量,开发了众多有吸引力的独特的生态旅游产品。如“大岛小路”主题的设计就非常新颖,既把济州美丽的乡村景色展示在民众面前,也为民众提供了充分休闲的契机,同时对保护环境的倡导充分带动了普通民众的环保积极性,此外还为当地创造了很多就业机会并带来了巨大的经济效益,可谓是发展生态旅游一举数得的典范。保护生态环境,可持续发展旅游是韩国 21 世纪的发展战略。

中国无论是在计划指导上,还是在立法保护上,又或者在技术支撑及环保宣传上,所下的力度并不亚于韩国。但通过调查发现,中国的生态旅游产品相对来说虽然在数量上占优势,但精品少,雷同开发普遍,产品的持续性不强。如与生态有关的庆典活动,中国多数地区开发了多样的庆典活动,但跟风现象明显,开发的产品相似性强,且后续不足,生命力不够持久,这可能会造成资金的浪费,导致游览者审美疲劳、兴致低落,甚至有些地区的生态环境亦遭到了不同程度的损害。旅游产品的开发原则是要体现最优、最绝、最特,这样才能有竞争力,才能持久。

5.2 民众的大力支持

如上所述,韩国生态旅游发展的理念在运营上依靠社会的认可和支持,力图通过生态旅游的发展,给民众创造放松的心境,让他们获得幸福,其理想就是一起共享平和与美丽。韩国生态旅游发展成功的最重要因素是获得了民众的大力支持。为了共创美好的生存环境,尽享平和,韩国民众积极响应政府号召,以身作则,在资金、技术、创意等方面不遗余力地贡献力量,为韩国生态环境的保护、生态旅游的发展添砖加瓦。

面对日益恶化的生态环境,我国国民亦认识到了自身的责任与义务。目前我国国民对生态旅游产品的关注也越来越热,但和韩国国民投入的关注与热情相比还有一定的差距。特别是个别游客的不良行为甚至不法行为,阻碍了中国生态旅游发展的步伐。如何进一步做好宣传教育,加深国民对生态环境重要性的认识,提高国民旅游素质,将会深刻影响中国生态旅游的发展。

6 结论

综上所述,中韩两国为了实现生态旅游的战略目标,都在付出持之以恒的努力。中国依赖丰富的旅游资源开发了大量的多层次的生态旅游产品,韩国则依赖民众开创了众多新颖而独特的生态旅游模式。相比较而言,中国生态旅游产品形式雷同较多,国民的生态旅游意识仍需加强,而韩国在依赖民众发展生态旅游方面则取得了优异的成果,为我国进一步开发生态旅游产品、保护环境、实现生态与人类和谐发展提供了经验及启示。

参考文献:

[1] 刘宇. 中西生态旅游差异化发展模式的比较研究[J].

- 江苏商论,2008(5):83-84.
- [2] 康凯,原文珍. 从中外对比看中国生态旅游发展存在的问题[J]. 资源开发与市场,2009,25(4):374-376.
- [3] 赵爽,董鑫,苏欣慰. 国内外生态旅游研究现状比较[J]. 资源开发与市场,2013,29(5):542-545.
- [4] 薛妮. 国内外生态旅游法制建设比较研究[J]. 湖北函授大学学报,2015,28(1):71-72.
- [5] 马有明,马雁,陈娟. 国外国家公园生态旅游开发比较研究[J]. 昆明大学学报,2008,19(2):46-49.
- [6] 张燕,王友文. 中哈两国哈萨克草原文化生态旅游发展比较研究[J]. 南昌师范学院学报:社会科学,2014,35(5):43-46.
- [7] 时临云,张宏武. 日本的生态旅游管理及其对我国的启示[J]. 科学·经济·社会[J]. 2008,26(4):78-83.
- [8] 凌强. 日本生态旅游发展的措施、问题与启示[J]. 日本问题研究,2010,24(1):45-49.
- [9] 陈莹. 泰国发展生态旅游及对我国的启示[J]. 东南亚,2002(2):22-25.
- [10] 郑晶. 海峡两岸生态旅游的比较分析与合作研究[J]. 福建农林大学学报:哲学社会科学版,2007,10(1):35-38.
- [11] 程辰. 美国国家公园与我国生态旅游发展的比较研究[J]. 广西经济干部管理学院学报,2013,25(4):56-62.
- [12] 于洪贤,李友华,柴方营. 大众旅游与生态旅游的比较研究[J]. 东北农业大学学报:社会科学版,2005(3):4-5.
- [13] 李金良,吴庆月. WTO规则与我国生态旅游业的发展[J]. 东北财经大学学报,2002(4):53-56.
- [14] 郭鲁芳. 发展生态旅游的思考[J]. 旅游论坛,1998(2):28-35.
- [15] 冷瑾. 世界生态旅游发展模式初探[J]. 大理学院学报,2010(7):40-43.
- [16] 崔熙善,金仙爱. 为了生态旅游的持续性扩大的制度引进以及国际协力方案:以韩、中、日生态旅游认证/指定制度为中心[J]. 韩国朝经杂志,2012,40(6):13-22.
- [17] 韩国旅游发展局网站[EB/OL]. [2015-04-15]. <http://kto.visitkorea.or.kr/kor/kto.kto>
- [18] 沈圭元,全宪娇,宋东株,等. 我们国家国立公园生态旅游现状以及关于对来访游客认识的研究[J]. 韩国山林修养学会杂志,2012,16(2):85-91.
- [19] 赵中贤,金龙根. 生态旅游的新解释和秘传[J]. 旅游研究期刊,2014,28(1):131-144.
- [20] 杨洋. 论我国生态旅游的现状、问题与对策[J]. 今日南国,2008(5):24.
- [21] 郑苗. 浅谈我国生态旅游发展的问题与对策[J]. 商品与质量,2011(6):71.
- [22] 褚士永,孙根年. 我国生态旅游发展的接待性特征研究[J]. Value Engineering,2009:317-318.
- [23] 林锦富,王林燕,韦龙明. 浅析我国生态旅游研究开发中的问题[J]. 环境经纬,2004(11):108-111.
- [24] 马乃喜. 我国生态旅游资源的评价问题[J]. 西北大学学报:自然科学版,1996(2):171-175.
- [25] 杨桂华. 论生态旅游的双向责任模式[J]. 旅游学刊,2004(4):53-56.
- [26] 罗琳. 关于我国发展生态旅游的思考[J]. 时代教育,2008(12):84.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.023

麻核桃在云南省引种栽培的早期生长表现

贺娜, 宁德鲁, 徐田, 马婷, 李勇杰
(云南省林业科学院, 云南 昆明 650201)

摘要:2012 年 11 月从河北省定州市引进 11 个麻核桃品种在云南省禄劝县茅山乡进行引种栽培试验, 对其成活率、生长量及感病指数运用 Excel 和 Spss 进行数据分析, 并采用模糊隶属函数进行早期生长表现评价。结果表明:11 个麻核桃品种的早期生长表现总体较好, 苗木成活率平均值达 94.25%, 苗高增长量和地径增长量分别为 32.00 cm 和 4.87 mm, 病情指数平均为 7.15%; 早期生长表现最好的是虎头, 其次是狮子头和白狮子头。

关键词:麻核桃; 引种栽培; 成活率; 生长量; 感病指数

中图分类号: S792.13; S723.13 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)04-0106-04

Early Growth Performance of Introduction and Cultivation of *Juglans hopeiensis* Hu in Yunnan Province

HE Na, NING Delu, XU Tian, MA Ting, LI Yongjie
(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China)

Abstract: Cultivation experiment on 11 varieties of *Juglans hopeiensis* Hu introduced from Dingzhou, Hebei Province in Nov 2012 has been conducted, and the survival rate, growing performance and disease index also been analyzed. The early growth performance of 11 varieties evaluated by vague membership function showed that 11 varieties had great performance in early growth, and the survival rate was up to 94.25%, seedling height and diameter values were 32.00 cm and 4.87 mm respectively, the average disease index was 7.15%. The best performance of early growth was Hutou, followed by Shizitou and Baishizitou.

Key words: *Juglans hopeiensis* Hu; introduction and cultivation; survival rate; amount of growth; disease rate

麻核桃(*Juglans hopeiensis* Hu)属胡桃科胡桃属落叶乔木,原产北京郊区南口和夏口、河北北部,是核胡桃(*J. regia* L)和胡桃楸(*J. mandshurica* Maxim)的杂交种^[1,2],又称文玩核桃、河北核桃、麻艺核桃、山核桃、耍核桃等,是中国特有种质资源^[3]。麻核桃坚果因食用价值不高、木材生长缓慢和种子繁殖

能力低,一直未受到重视。而近年来,随着人们生活水平的提高,麻核桃因其坚果个大,内果皮厚且表面纹理皱褶变化多样,适宜雕刻、观赏和把玩等,集健身收藏于一体而逐渐变得流行起来^[4]。目前对麻核桃的新品种选育^[2]、栽培品种特性^[5]等方面做了一些研究工作,但对麻核桃引种栽培试验还未见

收稿日期:2015-06-24.

基金项目:云南省省级林业技术推广项目“艺核 1 号等麻核桃新品种示范与推广”(2012TSYN10).

作者简介:贺娜(1982-),女,湖北京山人,助理研究员. 主要从事经济林栽培和良种选育等研究.

通信作者:宁德鲁(1974-),男,云南宣威人,研究员. 主要从事经济林良种选育、丰产栽培等方面的研究及推广工作.

报道。

本研究于2012年11月从河北德胜农林科技有限公司购入11个麻核桃品种,定植于云南省昆明市禄劝县茂山乡开展引种栽培试验,并于2013年6月对11个麻核桃品种进行成活率调查,2013年12月和2014年12月进行生长量调查,2014年7月进行感病率调查。用Excel和SPSS进行数据统计和分析,力求找出早期生长表现最好的麻核桃品种,为云南地区引进和栽培麻核桃提供一些理论依据。

1 引种地及试验地概况

引种地位于河北省德胜农林科技有限公司麻核桃基地,地处定州市小奇连村,太行山东麓的华北平原,年均海拔为43.6 m,年均降水量530.6 mm,冬季寒冷少雪。年均温12.4℃,极端最高温在35℃以上,最低气温-20.3℃,历年平均无霜期190 d。土壤类型以沙荒地为主,肥力一般。

试验地位于云南省昆明市禄劝县茅山乡麻核桃试验基地,北纬25°39',东经102°28',海拔1997 m,年降水量968.4 mm,年均温14.5℃,冬季最低温-4℃。属亚热带季风气候区,并呈现明显的立体气候特征。

2 材料与方法

2.1 苗木来源与苗木质量

供试的11个品种为艺核1号、细纹、公子帽、虎头、四座楼、官帽、白狮子头、满天星、苹果园、南疆石、狮子头,均为2 a生苗,苗木规格见表1。

表1 试验苗木质量
Tab.1 Seedling quality of test

品种	地径/ mm	苗高/ cm
艺核1号	13.03	48.80
细纹	16.44	58.10
公子帽	16.48	55.59
虎头	16.52	45.26
四座楼	16.40	54.25
官帽	16.41	58.17
白狮子头	16.99	62.13
满天星	16.31	64.76
苹果园	16.36	62.13
南疆石	17.32	59.61
狮子头	14.63	46.79

2.2 引种定植方法

于2012年11月进行林地清理、带状整地、挖定植穴等。按6 m×8 m的株行距,挖80 cm×80 cm×80 cm定植穴,每穴施入农家肥50~100 kg、普钙0.5 kg、复合肥0.2 kg,于2013年4月进行定植。定植后每年6~7月结合中耕除草追肥一次,11~12月结合全园深垦施基肥一次。

2.3 试验方法

2.3.1 成活率及生长情况

于2013年6月对基地所有栽植的麻核桃进行成活率调查,2013年12月和2014年12月进行年生长量调查,每个品种随机选20株作标记,调查内容包括地径和树高。

2.3.2 抗病性调查

于2014年7月对所作标记的种植株进行病害调查,每株植株均在东、西、南、北4个方向随机选取枝条共10个,分别记录感病叶片和总叶片数。

发病率计算公式:发病率=病叶总数/调查叶片总数×100%

病情指数计算公式:病情指数=Σ[(各级病叶片数(枝条数)×相应的级数)]/[调查总叶片数(枝条数)×最严重级数]×100%

病害分级标准见表2。

表2 病害分级标准

Tab.2 Disease classification standard

级数	代表值	特征
I	0	发病率<10%
II	1	10%≤发病率<30%
III	2	30%≤发病率<50%
IV	3	50%≤发病率<70%
V	4	发病率≥70%

2.3.3 早期生长评价

由于实测的生长因子间存在一定的相关关系,因此有可能用较少数的综合指标分别综合存在于各变量中的信息,而综合指标之间彼此不相关,即各指标代表的信息不重叠^[6],因此可以以苗木成活率、生长量和病情指数为生长因子,用各生长因子进行综合评价来对不同品种的早期生长表现进行评价。本文采用隶属函数的分析方法评价苗木生长表现的优劣情况,并进行排序比较。

当某一指标与生长表现成正相关时,采用公式 $U(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$; 当某一指标与生长表现成负相关时,采用公式 $U(X_i) = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$; 式中 $U(X_i)$ 为隶属函数值, X_i 为指标定值, X_{min} 、 X_{max} 为所有调查苗木某一指标的最大值和最小值^[7]。

3 结果分析

3.1 各品种苗木生长情况比较

11 个品种的成活情况和生长量的统计见表 3。

表 3 11 个麻核桃品种成活率与生长量比较

Tab. 3 Survival and Growth Comparison of 11 varieties of *Juglans hopeiensis* Hu

品种	成活率/ %	苗高增长/ cm	地径增长/ mm
艺核 1 号	96.3	33.60	6.08
细纹	91.2	36.85	6.97
公子帽	90.5	33.26	5.53
虎头	95.5	39.22	5.55
四座楼	92.3	24.79	4.25
官帽	90.6	21.07	3.11
白狮子头	98.4	28.52	5.08
满天星	94.8	26.32	3.91
苹果园	96.6	30.19	3.23
南疆石	98.1	36.23	3.38
狮子头	92.5	41.97	6.45

由表 3 可以看出,成活情况最好的为白狮子头,成活率达 98.4%; 苗木增高最多的是狮子头,为 41.97 cm; 地径增长最大的是细纹,为 6.97 mm。

各品种生长量方差分析见表 4。

从表 4 可知,地径增量和树高增量的 P 值分别为 0.000 和 0.002,均小于 0.05,可见,各品种间地径增量和树高增量具有显著差异。

3.2 各品种早期综合表现

以模糊隶属函数均值的分析方法来评价苗木早期生长表现的优劣情况,隶属函数均值越大,说明苗木早期生长表现越好(表 5)。

从表 5 可以看出,隶属值最大品种是虎头,为 0.781,排序第一,说明虎头早期生长状况最好。

3.3 早期生长状况分级

结合系统聚类法对各品种隶属函数均值进行聚

表 4 11 个麻核桃品种苗木生长量方差分析

Tab. 4 Variance analysis of seedling growth of 11 varieties of *Juglans hopeiensis* Hu

指标	差异源	离差平方和	自由度	均方差	F 值	p 值
地径增量	组间	345.657	10	34.566	3.541	.000
	组内	1854.445	190	9.760		
	总计	2200.102	200			
树高增量	组间	7115.147	10	711.515	2.866	.002
	组内	47169.421	190	248.260		
	总计	54284.567	200			

表 5 11 个麻核桃品种各项指标综合

Tab. 5 Comprehensive indicators of 11 varieties of *Juglans hopeiensis* Hu

品种	成活率/ %	苗高增长/ cm	地径增长/ mm	病情指数/ %	隶属函数值
艺核 1 号	96.3	33.60	6.08	7.05	0.708
细纹	91.2	36.85	6.97	10.91	0.594
公子帽	90.5	33.26	5.53	21.29	0.303
虎头	95.5	39.22	5.55	1.95	0.781
四座楼	92.3	24.79	4.25	8.89	0.334
官帽	90.6	21.07	3.11	5.63	0.204
白狮子头	98.4	28.52	5.08	1.76	0.717
满天星	94.8	26.32	3.91	6.32	0.442
苹果园	96.6	30.19	3.23	1.76	0.560
南疆石	98.1	36.23	3.38	7.27	0.619
狮子头	92.5	41.97	6.45	5.82	0.728

类分析,将 11 个麻核桃品种的早期生长表现分为较好和稍差 2 类,分别由数字 1、2 表示(表 6),各品种间亲疏关系见图 1。

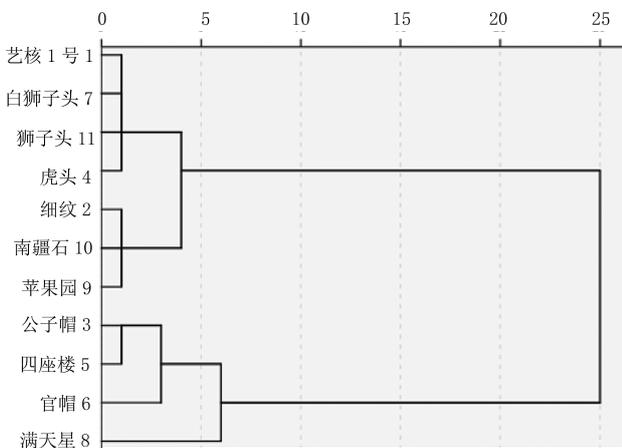
由表 6 可以看出,早期生长表现最好的是虎头,其次是狮子头和白狮子头,早期生长表现最差的是官帽。

4 结论与讨论

1) 通过对 11 个品种的麻核桃在云南禄劝的生长情况观察可知,11 个麻核桃品种的早期生长表现总体较好,苗木成活率平均值为 94.25%,苗高增长

表 6 11 个麻核桃品种适应性排序与分级
Tab. 6 Adaptability sorting and grading of 11 varieties of *Juglans hopeiensis* Hu

品种	隶属函数均值	排序	分类
艺核 1 号	0.708	4	1
细纹	0.594	6	1
公子帽	0.303	10	2
虎头	0.781	1	1
四座楼	0.334	9	1
官帽	0.204	11	2
白狮子头	0.717	3	1
满天星	0.442	8	2
苹果园	0.560	7	1
南疆石	0.619	5	2
狮子头	0.728	2	2



注:0-25 的标尺刻度表示类别之间的亲疏距离

图 1 11 个麻核桃品种模糊隶属函数值的系统聚类
Fig. 1 Vague membership function value system cluste of 11 varieties of *Juglans hopeiensis* Hu

值和地径增长值分别为 32.00 cm 和 4.87 mm,病情指数平均为 7.15 %。

2)综合各项生长因子,将 11 个麻核桃品种的早期生长表现分为较好和稍差 2 类,早期生长表现较好的有虎头、狮子头、白狮子头、艺核 1 号、南疆石、细纹和苹果园,表现稍差的有满天星、四座楼、公子帽和官帽。

3)大面积引种推广种植麻核桃,只有长势好、结果好、果实品质好的品种才能作为推广的重要参考,因此早期生长表现、结果量和果实特性均很重要,但在本研究中未能测定结果量和果实特性,下一步研究中将继续完善。

参考文献:

[1] 中国科学院植物研究所. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1997.

[2] 郝艳宾,吴春林,陈永浩,等. 麻核桃新品种——‘京艺 1 号’的选育[J]. 果树学报,2013,30(4):718-719.

[3] 郗荣庭,张志华. 中国麻核桃[M]. 北京:中国农业出版社,2013.

[4] 马燕,靳丽鑫,张雪梅,等. 不同麻核桃品种物候期观察和花粉特性研究[J]. 北方园艺,2014(15):17-21.

[5] 耿建民,陈利民,任玉江. 浅水麻核桃主要适栽品种与特点[J]. 河北果树,2013,30(4):718-719.

[6] 王俊峰,饶颂云,唐军荣,等. 膏桐不同种源在双江县的生长表现与评价[J]. 现代农业科技,2013(1):143-144.

[7] 陈倩倩,邱权,华月珊. 惠州市惠城区生态景观林带树种早期生长表现与评价[J]. 广东林业科技,2014,30(4):72-78.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.024

不同立地因子对中华楠生长的影响

林文欢,詹潮安,郑道序,李莉
(汕头市林业科学研究所,广东 汕头 515041)

摘要:对 5 a 生中华楠在不同坡位、不同坡向及不同坡形的生长情况进行调查分析。结果表明:不同坡位对中华楠生长有很大的影响,下坡位生长最好,中坡位次之,上坡位最差。不同坡向对中华楠生长的影响呈现出半阴半阳坡生长最好,阴坡次之,阳坡最差。不同坡形对中华楠生长的影响表现为凹形坡>斜形坡>凸形坡。早期中华楠最适宜生长的立地因子为下坡、半阴半阳坡和凹形坡。

关键词:中华楠;立地因子;林木生长;坡位;坡向;坡形

中图分类号:S792.24;S718.53 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0110-03

Effect of Different Site Conditions on the Growth of *Machilus chinensis*

LIN Wenhuan, ZHAN Chaoan, ZHENG Daoxu, LI Li
(Shantou Institute of Forestry Science, Shantou, Guangdong 515041, China)

Abstract: Growth of the 5-year-old *M. chinensis* plantations at different slope positions, aspects, and shapes were investigated. The results showed that slope position had large effect on the growth of *M. chinensis*. The growth of *M. chinensis* was the best in down slope, and then in mid slope, the worst was in up slope. Slope aspect had relatively large effect on the growth of *M. chinensis*. The growth of *M. chinensis* was the best in semi shady and semi sunny slope, followed by shady slope, sunny slope. Effect of slope shape on the growth of *M. chinensis* was followed as concave slope > inclined slope > convex slope. In the early stage, optimum site condition for the growth of *Machilus chinensis* determined as down slope, semi shady and semi sunny slope and spill slope.

Key words: *Machilus chinensis*; site conditions; forest growth; slope position; slope aspect; slope shape

中华楠(*Machilus chinensis* (Champ. ex Benth.) Hems.)又名华润楠,是珍贵的用材树种,也是优美的生态景观树种,有生长快、适应性强、材质优良、树干通直挺拔、树姿优美、花芽嫩叶艳丽多彩等特点,具有很高的经济价值、生态价值和观赏价值,是南亚热带植被演替中后期的优势树种^[1-2]。

目前对中华楠的研究主要集中在幼树生长与生物量^[1]、生理生态特性^[2]、C 贮量^[3]、群落特征^[4]以

及种群结构与动态特征^[5],对于中华楠定向培育技术的专题研究很少,对于中华楠不同立地因子进行造林试验研究则未见报道。林木生长与立地因子密切相关,适地适树是人工造林是否成功的关键^[6]。为探讨中华楠生长与立地的关系,选择适宜中华楠造林的立地条件,开展了中华楠不同立地因子的造林试验,以期中华楠营林技术的推广应用提供参考,为大面积发展中华楠人工造林提供科学依据和技术支撑。

收稿日期:2015-06-08.

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目([2012]GDTK-05号);广东省林业标准化示范区项目(2013-BS-01).

作者简介:林文欢(1985-),男,广东汕头人,硕士,工程师.主要从事森林培育研究. E-mail:linwenhuan@126.com

1 研究区概况

试验点设置在广东省南澳县,位于东经 116°56'19"~117°09'04",北纬 23°23'29"~23°29'20"。南澳县是广东省唯一的海岛县,属南亚热带海洋性气候,年均温 21.5℃,最高月(7月)均温 27.5℃;最低月(1月)均温 14.0℃,年均日照时间 2 291.3 h,年均降雨量 1 348.4 mm,主要集中在 4~9月,年蒸发量 2 069.8 mm。母岩为花岗岩,地带性土壤类型为赤红壤,呈酸性,土层 60~100 cm,粗砂粒含量较多,肥力较差。

2 研究方法

2.1 中华楠林营造及抚育

造林地采用明穴整地,深培表土,植穴的规格为 50 cm×50 cm×40 cm;每穴施 200 g 复合肥作基肥,株行距 4.0 m×3.5 m。造林苗木为 1 a 生无病虫害一级中华楠营养袋壮苗,高 40~60 cm。2009 年 4 月造林。造林地每年 12 月份进行抚育,同时施复合肥 250 g。除草松土以树干为中心,半径 0.5 m。此外,对栽植点以外杂灌滋生过快而影响树木生长的林地适当清除杂灌。

2.2 标准地的建立及基本情况调查

2014 年 3 月对造林地进行详细的踏查,在不同坡位、不同坡向及不同坡形的造林地上选择有代表性的地段建立标准地,每种类型设 3 个重复,标准地面积为 30 m×20 m。调查记录每个标准地的坡向、坡位、坡形、母岩、造林年份等。

2.3 林木生长调查及业内分析

2014 年 3 月,调查标准地内每株中华楠的树高、地径、冠幅等生长指标。统计各标准地的生长指标平均值,分析各标准地生长的差异显著性,应用 SAS 8.1 统计软件对各项数据指标进行多重比较(Duncan 法)^[7]。

3 结果与分析

3.1 不同坡位对中华楠生长的影响

不同坡位对中华楠的生长有很大的影响,平均树高、平均地径和平均冠幅都存在显著差异,下坡位的中华楠生长最好,中坡位次之,上坡位最差。下坡位的中华楠平均树高、平均地径和平均冠幅分别为上坡位的 1.49 倍、1.52 倍、1.66 倍(表 1)。

3.2 不同坡向对中华楠生长的影响

不同坡向对中华楠生长的影响较大,呈现出半

表 1 不同坡位对中华楠生长的影响

Tab. 1 Effect of different slope positions on

Machilus chinensis

坡位	平均树高/ cm	平均地径/ cm	平均冠幅/ cm
上坡	178.3±4.8 c	3.45±0.16 c	81.9±4.7 c
中坡	226.7±4.9 b	3.93±0.13 b	96.9±2.8 b
下坡	265.8±6.5 a	5.25±0.26 a	136.2±7.6 a

注:数据为平均值±标准误,字母是 0.05 的差异显著性,下同。

阳半阴坡最好,阴坡次之,阳坡最差。具体表现为:半阴半阳坡的中华楠平均树高和平均冠幅分别为 220.3 cm 和 95.0 cm,都显著大于其他坡向;半阴半阳坡的中华楠平均地径(3.67 cm)稍大于阴坡(3.61 cm),两者间差异不显著,而都显著大于阳坡。半阴半阳坡的中华楠平均树高、平均地径和平均冠幅分别为阳坡的 1.47 倍、1.20 倍和 1.31 倍(表 2)。

表 2 不同坡向对中华楠生长的影响

Tab. 2 Effect of different slope aspect on *Machilus chinensis*

坡向	平均树高/ cm	平均地径/ cm	平均冠幅/ cm
阳坡	150.3±7.7 c	3.06±0.16 b	72.5±4.3 c
半阴半阳坡	220.3±4.0 a	3.67±0.10 a	95.0±3.0 a
阴坡	184.0±6.1 b	3.61±0.21 a	79.8±5.1 b

3.3 不同坡形对中华楠生长的影响

坡形对中华楠平均树高、平均地径和平均冠幅的影响趋势是一致的,即凹形坡的中华楠生长最快,显著大于斜形坡和凸形坡;斜形坡次之,显著大于凸形坡;凸形坡最慢。凹形坡的中华楠平均树高、平均地径和平均冠幅分别为凸形坡的 1.81 倍、1.70 倍和 1.78 倍(表 3)。

表 3 不同坡形对中华楠生长的影响

Tab. 3 Effect of different sloe shape on *Machilus chinensis*

坡形	平均树高/ cm	平均地径/ cm	平均冠幅/ cm
斜形坡	220.0±4.1 b	3.86±0.17 b	90.2±2.9 b
凸形坡	147.4±5.5 c	3.12±0.08 c	73.7±2.2 c
凹形坡	267.3±6.8 a	5.29±0.16 a	131.3±5.6 a

4 结论与讨论

不同坡位对中华楠生长有很大的影响,表现为:下坡位生长最好,中坡位次之,上坡位最差;不同坡向对中华楠生长的影响也较大,呈现出半阴半阳坡生长最好,阴坡次之,阳坡的生长稍差;不同坡形对中华楠生长的影响表现为凹形坡>斜形坡>凸形坡。

本次中华楠造林试验表明,早期中华楠适宜生长的坡位、坡向和坡形因子为:下坡、半阴半阳坡和凹形坡。上坡位、阳坡和凸形坡不适宜早期中华楠的生长。中华楠人工林与水因子关系密切,早期中华楠喜阴湿,对水分要求很高,土壤水分是中华楠生长的主要限制因子。土层厚,土壤自然含水量高有利于中华楠的生长;土层薄,土壤含水量低不适宜中华楠的生长。

参考文献:

[1] 陈章和,邹佩贞,严东华. 白云山林区 4 种乔木幼苗生

长分析[J]. 生态科学,1992(1):45-51.

[2] 蔡锡安,彭少麟,夏汉平. 不同演替阶段树种的光合和生长对增强 UV-B 辐射的响应[J]. 中山大学学报:自然科学版,2007,46(2):72-76.

[3] 唐旭利,周国逸,温达志,等. 鼎湖山南亚热带季风常绿阔叶林 C 贮量分布[J]. 生态学报,2003,23(1):90-97.

[4] 彭剑华,肖泽鑫,詹潮安,等. 广东南澳岛中华楠群落结构及种间相关性分析[J]. 华南农业大学学报,2010,31(4):90-94.

[5] 谭一波,詹潮安,肖泽鑫,等. 广东南澳岛中华楠种群结构及动态特征[J]. 生态学杂志,2010,29(10):1901-1906.

[6] 陈淑容. 不同立地因子对楠木生长的影响[J]. 福建林学院学报,2010,30(2):157-160.

[7] 黄少伟,谢维辉. 实用 SAS 编程与林业试验数据分析[M]. 广州:华南理工大学出版社,2001.

(上接第 99 页)

不强,在当地其他景点都有类似的商品。纪念品应该具有文化含量高、工艺性强、有纪念意义、可收藏性、地方性、实用性等特点,针对游客的购买心理特征,建议园区设计小型的葵工艺品套装,包括原材料和制作指南,让游客带回家中与亲友一起制作。同时设计游客在教育体验区参与制作工艺品的体验环节,针对部分不喜欢购买纪念品的游客,可以把门票加工制作成一张明信片,每一张明信片的设计都有所不同,也就是说每一张门票的内容和纪念意义也

不一样,这样既让门票成为游客的纪念品,也可以吸引喜欢收藏明信片的游客再次光临。

参考文献:

[1] 张沛. 我国主题公园发展转换研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2007.

[2] 赵茂松. 清凉天地:新会葵艺[M]. 广州:广东教育出版社,2013:1-20,61-96.

[3] 黎莎. 主题公园体验性项目设计探析[D]. 重庆:西南大学,2010.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.025

千岛湖户外休闲运动总体规划探析

章德三,徐高福,彭方有,毛显锋

(千岛湖国家森林公园,浙江淳安 311700)

摘要:户外休闲运动是千岛湖观光、度假、乡村旅游有机结合的最好载体。浙江省淳安县千岛湖区域拥有一流的休闲度假资源和生态旅游资源,且具有一定的文化积淀,各类旅游资源分布相对密集,适宜组合性开发,具有开展户外休闲运动产业的良好条件。户外休闲运动空间布局思路可以概括为“一心、两环、六大区块”的格局,包括水上、陆路、高空运动项目产品体系,尤其是骑行、皮划艇、漂流、垂钓、游艇、水上飞机、露营、汽车障碍越野八大重点运动项目体现了资源禀赋与特色。千岛湖户外运动项目应采用与户外运动属性相匹配的品牌营销策略,加强组织与安全保障管理,建设运动产品丰富、产业链完整、基础设施齐全、配套服务完善、特色鲜明、国际知名的水、陆、空三维一体的户外休闲运动基地。

关键词:户外休闲运动;运动项目;总体规划;千岛湖

中图分类号:S788 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0113-06

Analysis of Overall Planning of Outdoor Leisure Sports in Thousand-island Lake

ZHANG Desan, XU Gaofu, PENG Fangyou, MAO Xianfeng

(Thousand-island Lake National Forest Park, Chun' an, Zhejiang 311700, China).

Abstract: Outdoor leisure sports in Thousand-island Lake is considered as the best carrier of organic combination of sightseeing, taking a vacation and rural tourism. Chun' an County, Zhejiang Province have classic leisure holiday resources and ecological tourism resources, and also has a certain cultural accumulation. The distribution of tourism resources is relatively concentrated, which suitable for combinational developing, and also good for outdoor leisure sports industry. The idea of outdoor recreational sports space layout can be summarized as “one center, two rings, six blocks” pattern, including water, land, sky sports products system, especially eight key projects such as cycling, canoeing, rafting, fishing, yacht, seaplanes, camping, auto obstacle cross-country, reflect resources endowment and characteristics. Suggestions on outdoor sports developing in Thousand-island Lake such as matching brand marketing strategy with the outdoor sports attributes, strengthening organization and security management, constructing outdoor leisure sports products and full industrial chain, completing infrastructure, perfecting support services, and constructing distinct international well-known land, water and air three-dimensional integrated outdoor leisure sports base.

Key words: outdoor leisure sports; sport event; tourism product; overall plan; Thousand-island Lake

收稿日期:2015-06-29;修回日期:2015-07-10.

作者简介:章德三(1973-),男,浙江淳安人,工程师。从事林业技术及管理工作。

通信作者:徐高福(1963-),男,浙江淳安人,教授级高级工程师。从事风景园林规划与森林经营工作。E-mail:caxajkfz@163.com

随着科技进步、社会经济发展,人们的闲暇时间不断增加,以旅游、娱乐和运动为主要基础的休闲产业蓬勃兴起。千岛湖所在的浙江省淳安县提出全域景区化战略^[1],旅游体系逐渐由单一的自然观光游览传统产品,转换为以观光旅游为基础,休闲度假为方向,运动康体为特色,乡村旅游为补充的多层次、多样化旅游新格局^[2-3]。

1 发展现状与条件

1.1 发展现状

当前,千岛湖已开展皮划艇、游艇、垂钓、漂流、户外拓展、房车露营等户外运动项目,金紫尖、三井尖、磨心尖、茶山古道、连岭(休龙)古道等山体也吸引了众多驴友前往登山、探险。环湖绿道的建设可谓国内首屈一指,环湖骑行已成为千岛湖户外运动的名片。

1.2 发展条件

淳安县坐拥千岛湖水,拥有一流的休闲度假资源和生态旅游资源,且具有一定的文化积淀,各类旅游资源分布相对密集,适宜组合性开发,具有开展户外休闲运动产业的良好条件。

1.2.1 优质的旅游资源为户外休闲运动提供天然场所

当下,淳安县共拥有3级以上旅游资源单体50个,其中5级2个,4级8个,3级40个。其中5级的千岛湖、水下古城,4级的龙川半岛、珍珠半岛、千亩田,3级的羡山度假村、金紫尖、三井尖、千岛湖森林氧吧等资源点都是开展户外休闲运动的天然优质场所。

1.2.2 庞大的旅游人数成为户外休闲运动的目标人群

近年来千岛湖游客接待量稳步增长。2014年共接待游客1 005.33万人,实现旅游经济总收入90.3亿元,分别比2013年增长10.6%和11.2%。众多游客不仅仅局限于湖区观光,也深入到乡村旅游,同时他们也将成为户外休闲运动项目的目标人群。2014年,仅骑行运动就接待游客达32万人次,近5年来,年均递增率在40%以上,且呈现加速增长势头。

1.2.3 高档酒店和大型综合体为户外休闲运动提供依托

绿城喜来登、万向洲际、龙庭开元、滨江希尔顿等多家高星级酒店以及温馨岛度假村、钱塘星岛度假村、润和度假村、凤凰岛度假村等多家度假休闲基

地相继开业,显著提升了旅游接待设施的品质与档次。此外,界首国家青少年小球培训基地、千岛湖国际商务度假中心、白象湾旅游综合体也为户外休闲运动项目的开展提供依托,游艇、帆船等高端项目纷纷在周边落户,吸引了大量游客前往体验。

1.2.4 俱乐部成为户外休闲运动的组织推广者

目前千岛湖已有洲际乡村俱乐部、湖人皮划艇俱乐部、乡村港湾皮划艇俱乐部、峰叶湾农庄皮划艇俱乐部、千岛湖帆船俱乐部、千岛湖自行车俱乐部、足迹户外俱乐部、景秀登山俱乐部等多家俱乐部,发展会员和组织活动对千岛湖户外休闲运动的品牌推广起到促进作用。

1.2.5 赛事活动的举办提升户外休闲运动品牌

近年来,淳安县着力打造以秀水节为品牌的系列节庆赛事活动。环湖骑游大会、房车露营大会、毅行徒步大会、国际游艇展、漂流节、哈雷戴维森全国车主(千岛湖)骑行活动、千岛湖国际泳渡节、山地自行车公开赛等一系列赛事与活动作为秀水节的子项目,获得了大批游客的青睐;自行车爬坡王挑战赛、“钓鱼岛杯”国际钓鱼比赛、国际铁人3项洲际杯赛等赛事也吸引了许多户外运动爱好者。大型赛事、活动的举办作为一种有效的营销手段,大大提升了千岛湖户外休闲运动品牌价值,提高了千岛湖作为户外休闲运动城市的知名度和美誉度。

1.3 客源市场分析

1.3.1 目标市场定位

1) 国内客源市场

千岛湖位处杭州市西南、浙江省西部和长三角经济区的沿杭州湾发展带,与长三角地区大中型城市的交通联系密切,区域可达性极佳。国内客源市场以长三角地区及邻近的赣皖客源市场为基础,以环渤海、珠三角两大都市圈的大中城市,以及福建、湖南、湖北、山东、河南的大中城市为开拓重点,以全国其他城市为补充。

2) 海外客源市场

港澳台胞市场是千岛湖应当不遗余力推动发展的核心海外客源市场。新加坡、马来西亚、印度尼西亚等东南亚国家和日韩游客市场是千岛湖中远期重点开拓的海外游客市场。伴随千岛湖旅游产业转型与升级,产品体系更加优化,旅游设施更加高端,服务质量更加完善,海外市场将得到逐步拓展。

1.3.2 目标人群定位

1) 户外休闲运动体验者

从消费阶层来看,主要为中等收入阶层、工薪阶

层中收入较高者。从年龄结构上来看,普遍为中青年游客以及老年游客。从出游方式上,一般为旅行社组团方式,以及部分周边省市的自驾游客。该类游客一般为旅行社组团方式出游,往往选择家庭及亲友结伴出游方式,对价格因素较为敏感。对于户外休闲运动体验者而言,寻求差异的景观环境、联络家人感情、通过各类娱乐活动放松身心是其出游的主要动机。因此对户外休闲运动体验者,可主打皮划艇(休闲艇)、公路骑行、登山、漂流、骑马、水上乐园等平价且有特色的项目。

2) 小众休闲运动爱好者

从消费阶层来看,这部分游客属于中高等收入者。从年龄来看,以青年为主,部分为中年游客市场。从出游方式上,大多为散客,其中部分为自驾游客,这部分游客通常对户外运动有着浓烈的兴趣,寻求欢乐的运动氛围和丰富的休闲体验是这部分游客出游的主要动机。这部分游客有着前沿、先锋的时尚消费理念,对新的娱乐方式有着极为敏感的触角,可主打山地自行车、动力伞、垂钓、潜水、汽车越野、滑雪等小众运动项目。

3) 高端游客

从消费阶层来看,主要为高收入阶层、白领精英阶层。从年龄结构上来看,普遍为以中年游客为主的中青年群体。从出游方式上,大多选择自驾游、自助游,较少依靠旅行社组团方式,部分为商务度假。高端游客对旅游目的地的酒店设施条件、项目休闲氛围、信息体系、服务质量等要素的要求程度很高,这一游客群体十分重视运动休闲体验质量和服务水平,对价格要求不敏感,寻求疏解巨大压力、彰显身份地位的运动方式。对于这类人群,可主打游艇、帆船等高端运动休闲项目。

2 目标体系

2.1 总体目标

以打造“国家户外休闲运动基地”、“国际户外休闲运动之城”为主题,深度开发并科学整合千岛湖户外休闲运动项目产品,落实户外休闲运动项目的空间布局,形成户外休闲运动精品线路,到2025年,将千岛湖建设成为户外休闲运动产品丰富、产业链完整、基础设施齐全、配套服务完善、特色鲜明的国家户外休闲运动基地,国际知名的水、陆、空三维一体的户外休闲运动城市。

2.2 市场目标

丰富千岛湖户外休闲运动产品体系,打造户外

休闲运动精品路线,以满足游客不断上升的户外休闲运动消费需求,将千岛湖建设成为一流的户外休闲运动基地;发挥户外休闲运动产业带动作用,融合千岛湖地区工、农、林、渔等特色产业资源,促进主导产业的集聚发展和相关产业的协调发展。

2.3 社会目标

以户外休闲运动项目为载体,优化千岛湖户外休闲运动产业与旅游产业的发展格局,促进当地社会经济均衡发展,提升千岛湖户外休闲运动的品牌与形象,进而提高整体知名度和美誉度。

2.4 生态目标

遵循可持续性生态性原则,保持和保育现有良好生态环境系统,将户外休闲运动项目与自然环境相结合,实现人与自然相互亲近与和谐发展。

2.5 传播形象定位

以千岛湖为引领,以千岛湖自然山水风光为特色,以户外休闲运动为载体,打造面向不同目标群体的户外山水运动休闲基地、中国水上运动之都、国际知名山水户外运动赛事中心。

主打宣传语:锦绣山水,户外天堂。

3 空间布局与产品体系

3.1 空间布局

千岛湖户外休闲运动空间布局思路可以概括为“一心、两环、六大区块”的格局。在空间布局方式上体现“点、线、面结合”的布局思路。

1) 一心

“一心”即千岛湖,为千岛湖水上休闲项目的载体。根据资源聚集密度和项目分布情况,将一心再细分为中心湖度假休闲区、东南湖运动休闲区、西南湖游乐休闲区3个水上户外运动精品区。

2) 两环

参照《浙江省淳安县绿道网专项规划(2013)》的千岛湖中心—西南滨湖旅游大环线、东南滨湖环线,沿线串联多个乡镇及核心旅游资源点,充分体现千岛湖独特的自然风光特色。两环以骑行、自驾车等运动项目为载体,将观光、休闲运动、农事体验等户外活动有机串联。

3) 六大区块

将全县分为六大区块,分别为户外探险区、峡湾探幽区、运动养生区、峡谷探秘区、山水体验区以及活力拓展区。

3.2 产品体系

包括水上、陆路、高空运动项目产品体系。

1) 水上运动项目产品

有皮划艇、游艇、垂钓、帆船俱乐部、室内室外水上乐园、人造沙滩、水上大世界、水上表演、潜水等。

2) 陆路运动项目产品

有公路自行车、山地自行车、自驾车、摩托车山地越野、汽车越野、骑马、漂流、网球、户外生存技能挑战、登山等。

3) 高空运动项目产品

有水上飞机、动力伞、直升飞机等。

4 重点运动项目

4.1 骑行——“绿道传骑 健康生活”

1) 资源禀赋

千岛湖被称为“绿道骑行天堂”，除拥有一条集山水和城镇、乡村、桥梁、隧道等景观于一体的环湖景观骑行主线路外，还有多条特色鲜明的骑行线路被广大骑行爱好者所热衷，绿道系统形成“环+放射”的网络状结构，沿途风光旖旎，犹如穿行在山水画境之中。2014年，“绿道传骑”成功入选千岛湖新十景，成为千岛湖旅游的一张新的金名片。“环千岛湖国际公路自行车赛”和“环千岛湖骑游大会”两大赛事活动，已成为提升千岛湖户外休闲运动品牌知名度和影响力的重要手段。

2) 项目特点

骑行作为一种健康、时尚、自由、环保的旅游运动方式，能充分享受旅行过程之美，一辆单车一套骑行装备即可出行，简单又环保。驶过颠簸的路途，超越黑暗的隧道，在不断而来的困难当中体验挑战，在遥远的他乡体验风情，在旅途的终点体验成功。当前，骑行受到国内户外运动爱好者的热烈追捧，国内骑行协会与骑行俱乐部更是遍地开花，骑行文化日益流行，成为一种健康自然的运动旅游方式。

4.2 皮划艇——“湖光山色 山水之爱”

1) 资源禀赋

千岛湖长约 150 km，最宽处约 10 km，湖区面积达 573 km²，湖中大小岛屿千余个，同时，千岛湖全境溪河纵横、流向复杂、水系呈羽状。得天独厚的水域资源为皮划艇运动休闲项目提供了理想的运动场所，无论是亲水休闲为主要特色的休闲艇运动还是以竞技挑战为主的竞赛艇项目，均可以在千岛湖广阔的水域寻找到理想的运动场所。

2) 项目特点

皮划艇项目是一项集安全、休闲、健康、自然、环保等特点的亲水户外运动休闲项目，具有活动开展

便利、活动趣味体验性高、活动参与类型丰富等特点，根据其用途通常分为休闲艇、竞赛艇 2 个基本类型，受到游客与运动爱好者的广泛青睐。

4.3 漂流——“品质升级 山谷激旋”

1) 资源禀赋

千岛湖位于浙江省西部山区，钱塘江上游，地形属浙西中低山丘陵，流域内上游山势陡峻，地形复杂，河床岩体裸露，水流湍急，河道曲折，落差较大，水力资源较为集中，中下游较为平坦，多粮田耕地。流域内山高林茂，属于山高、坡陡、沟深的典型山区，河床及河岸石多裸露，合理利用与开发较为适宜开展漂流运动项目。

2) 项目特点

漂流是一项将橡皮艇、皮划艇等船艇作为工具，在天然河流水域或人工河流水域开展的水上激流运动。漂流运动最早开展于 20 世纪 50 年代的欧美，在我国漂流运动的起步较晚。当前的水上漂流活动大多停留在小范围的对自然河段的改造与利用上，而真正开发出来的商业性河流资源还比较少。漂流运动是一项适宜大面积推广的运动，其投资成本较低，且回报较高，随着人们户外活动项目的不断拓展，漂流运动将给人们带来更多的刺激和欢乐。

4.4 垂钓——“悠闲生活 山水垂钓”

1) 资源禀赋

千岛湖自然鱼类达 110 多种^[4]，是天然的理想垂钓场所。随着千岛湖及其有机鱼知名度的提高，越来越多的国内外钓鱼爱好者前往千岛湖垂钓。

2) 项目特点

随着生活环境的安定和生活水平的提高，垂钓逐渐从生产活动中分离出来，成为一种充满趣味、充满智慧、充满活力、格调高雅、有益身心的文体活动。垂钓是一种以传统渔业为依托，以休闲娱乐为目的，利用固定休闲渔船和渔场体验渔业生产的运动形式。古往今来，人们都把钓鱼看作一项有益于身心健康的娱乐活动。古代很多名人、学者都喜爱钓鱼，虽然他们垂钓的目的不同，但培养高雅的情趣是完全一致的。

4.5 游艇——“魅力千岛湖 徜徉山水间”

1) 资源禀赋

千岛湖水域广阔、特色鲜明、空气清新、气候宜人，港湾、岛屿、湖泊等组成的立体生态资源优势明显，为发展游艇旅游提供了强大的区位条件和自然优势。

2) 项目特点

游艇是一项集航行、运动、娱乐、休闲等功能为一体的高级水上娱乐活动,时尚生活领域的新兴项目,成为高端人群追求休闲享受与时尚健康的标志。游艇活动在欧美等发达国家已经成为一项全民性的休闲活动,在我国尚处于起步阶段,但发展势头良好,未来必将成为提升我国旅游业、运动休闲业国际竞争力的重要产品之一。

4.6 水上飞机——“水空翱翔 空中观岛”

1) 资源禀赋

千岛湖,因湖内拥有星罗棋布的1078个岛屿而得名,与加拿大渥太华金斯顿千岛湖、湖北黄石阳新仙岛湖并称为“世界三大千岛湖”。千岛湖风景区群山绵延,绿视率高达100%,森林繁茂,湖水晶莹透澈,被誉为“天下第一秀水”。

千岛湖中大小岛屿形态各异,群岛分布有疏有密,罗列有致。群集处形成众岛似连非连,湖面被分隔得宽窄不同、曲折多变、方向难辨,形成湖上迷宫的特色景观,更有百湖岛、百岛湖、珍珠岛等千姿百态的群岛、列岛景观;岛屿稀疏处,湖面开阔、深远、浩渺,宛如海面;湖湾幽深多姿,景色绚丽多彩。

2) 项目特点

水上飞机运动休闲项目是以能在水面上起飞、降落和停泊的飞机作为载体开展的水空观光旅游的高端体验式休闲项目。当前,水上飞机越来越成为人们休闲娱乐的新兴选择,集航空、运动、娱乐、休闲等功能于一体,满足个人及家庭享受生活的需要。此外,水上飞机还可以用于航拍空中摄影,以及作为交通工具,成为岛屿间、高档酒店间的交通工具和手段。

4.7 露营——“美好恬静 湖畔小憩”

1) 资源禀赋

露营活动也逐渐被贴上时尚、生态的标签,风景优美的露营地成为人们度假休闲的好去处。千岛湖作为理想的露营场所,近年来吸引了越来越多的游客自发前往露营。千岛湖应当以“房车营地+帐篷营地”模式,打造长三角地区最大的露营地。借鉴国内外房车营地和汽车旅馆经验,选址发展较大规模的移动酒店,对房车使用者及其它各种类型的自驾车旅游者提供住宿、餐饮、房车驾驶培训、户外休闲娱乐活动、大型文化娱乐活动,以及信息发布、会议接待等系列服务。

2) 项目特点

露营是一种短时的户外生活方式,为了某种目

的特设临时的户外驻扎区,包括营帐、草棚、车房等简易形式的短时户外居住营所,旅游上多采用更方便小巧的户外装备,达到户外休闲娱乐的目的。可分为常规露营、常规汽车露营、房车露营、特殊露营等。

4.8 汽车障碍越野——“泥石翻滚 体验刺激”

1) 资源禀赋

从地理上,千岛湖区位于浙江西部,全境属浙西山地丘陵区,由中低山、丘陵、小型盆地、谷地和水库组成。东与建德、桐庐接壤,南连衢州、常山,西与徽州休宁县、歙县毗连,北接临安。千岛湖地势四面多山,中间为丘陵,略呈盆地状,主要山脉有白际山脉、千里岗山脉、昱岭山脉等。

千岛湖可谓溪谷峰岩交相辉映,地貌景观丰富,石灰岩、丹霞地貌、薄层灰岩、花岗岩组合变化,多姿多彩。由于地质构造运动,还形成了许多独具特色的山峰、峭壁、岩石、峡谷景观,有着“一城山色半城湖”的美誉。

2) 项目特点

汽车障碍越野项目主要是指在封闭的越野赛道内进行的特种汽车(越野车、改装车等)的计时或竞速比赛,充分考察驾驶者的胆量和驾驶技术,并且体验在接近自然环境下的驾驶乐趣与挑战。汽车障碍越野项目需在专门设计的场地赛道上进行,赛道长度一般在2 km以内,仿效大自然的真实路况,设置包含泥浆路、烂路、U形坑、深水坑、单边桥等各种障碍点,具有高度的刺激性和体验感。当前,汽车障碍越野项目已经在欧美等发达国家普遍开展,并且形成了集障碍越野锦标赛等职业汽车运动赛事与越野汽车大会、越野汽车摄影大赛、越野车露营等众多业余爱好者参与性活动相结合的热门运动休闲项目,并且引领了汽车装置制造、汽车露营等新兴产业的发展,推动了汽车越野文化与运动休闲文化的传播。

5 保障措施

千岛湖具有开展户外休闲运动产业的良好条件,资源禀赋与特色明显。在观光型旅游向追求体验、舒适、享乐的休闲度假型旅游转变的大背景下,千岛湖户外休闲运动发展迅猛,但在宣传促销、产业引导以及组织、管理系统方面相对滞后。因此,要通过千岛湖户外运动项目的有序开发,落实户外运动项目的空间布局,做好品牌,强化组织和管理保障,以实现千岛湖旅游业的健康、可持续发展。

5.1 品牌保障

千岛湖户外休闲运动项目的营销推广应采用与户外运动属性相匹配的品牌营销策略,树立千岛湖“国际户外休闲运动之城”的形象,并使之深入人心。因此,做好千岛湖户外运动项目营销,必须深化服务,提高游客休闲运动体验的满意度,让游客对千岛湖“国际户外休闲运动之城”有真切认知;在延伸目前开展良好的赛事和活动的基础之上,通过培养原创型品牌赛事,引进国内外知名赛事,开创丰富多彩独具特色的系列活动,扩大千岛湖休闲运动影响力和知名度;借助多种营销渠道,实现千岛湖“国际户外休闲运动之城”的品牌建设;加大监管力度,不断提升休闲运动体验质量,维护品牌形象,实现良性循环。

5.2 组织保障

户外休闲运动项目和相关产业有着有机联系,既有促进,也有制约。如千岛湖骑行存在路线尚未完善,骑行活动不够丰富,骑行产业链条薄弱等问题。垂钓项目一方面促进了第三产业尤其是旅游业和餐饮业的发展,另一方面也给千岛湖渔业、生态和社会管理带来了一定冲击。解决这些问题,需要政府部门做好组织协调工作,保障千岛湖户外休闲运动项目的有序开发、合理布局,与相关产业融合。另

外,户外运动的操作技术性强,类似体育运动,建议从事户外运动的旅游组织要在体育部门注册登记,从专业层面提升管理。

5.3 安全保障

参加户外休闲运动的动机是以锻炼身体、体验乐趣、寻找挑战、有所成就欲望为特征,存在一定的危险性,受到社会广泛关注。政府应提供必要的政策保障,积极引导健康出行、安全出行。要解决符合户外运动师资的培养问题,加强户外运动科学训练;认真准备户外运动的器械设施;强化安全意识,建立健全安全保障机制,把安全隐患消灭在萌芽状态,切实构筑户外休闲运动安全屏障。

参考文献:

- [1] 徐高福,严世峰,潘兰贵. 地域景区化旅游发展探究[J]. 林业调查规划,2012,37(4):73-76.
- [2] 方震凡,徐高福. 千岛湖区游憩资源的开发与利用[J]. 中国林业经济,2011(4):8-12.
- [3] 陶明星,徐高福. 户外运动基地与森林生态旅游探析[J]. 中国林业经济,2013(5):44-46,57.
- [4] 陈马康,何光喜,陈来生. 千岛湖主要支流生态与渔业功能[M]. 上海:上海科学技术出版社,2014.

(上接第 82 页)

- [5] 段晓男,王效科,逯非,等. 中国湿地生态系统固碳现状和潜力[J]. 生态学报,2008,28(2):463-469.
- [6] 仲伟周,邢治斌. 中国各省造林再造林工程的固碳成本收益分析[J]. 中国人口·资源与环境,2012(09):33-41.
- [7] 福建省旅游局. 2008年福建省国内旅游市场抽样调查

资料[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com>.

- [8] 许丽忠,吴春山,王菲凤,等. 条件价值法评估旅游资源非使用价值的可靠性检验[J]. 生态学报,2007,27(10):4301-4309.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.026

广东省林业生态红线划定工作存在的问题与对策

区汉明

(广东省森林资源管理总站,广东 广州 510173)

摘要:介绍广东省林业生态红线划定工作的背景、主要内容,对政府重视不够、部门之间缺乏沟通,人员安排不足,工作经费未落实到位,工作任务重叠、容易产生概念混淆等生态红线划定工作中存在的问题进行分析。提出加强组织领导和部门沟通,落实人员安排,落实工作经费,加强业务培训等对策。

关键词:林业生态红线;保护区域;“以库管线”;“以图管线”;广东省

中图分类号:S718.554 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2015)04-0119-04

Problems and Countermeasures within the Guangdong Province Forestry Redline Designation Project

QU Hanming

(Guangdong Province Forestry Resource Management Main Headquarters, Guangdong 510173, China)

Abstract: This article introduces the background and summary of the Guangdong Province Forestry Eco Redline Designation Project and analyzes problems that exists within the designating process such as inadequate government support, lack of communication between departments, insufficient personal, unimplemented funding, overlapping of tasks and easily confused terms. Accordingly, countermeasures such as enhancing government leadership and inter-department communication, implementing personal management and project funding, and strengthening working training.

Key words: forestry eco redline; protective area; “stock pipeline”; “map pipeline”; Guangdong Province

林业生态红线是保障和维护国土生态安全、人居环境安全、生物多样性安全的生态用地和物种数量底线,是各级林业部门必须坚守的“生命线”和“高压线”。划定广东省林业生态红线,是从制度层面上来强化森林资源、湿地资源和野生动植物资源保护管理,是推进全省生态文明建设、建设全国绿色生态第一省的重要保障。本文通过分析广东省林业生态红线划定工作中存在的问题,探讨妥善做好林业生态红线划定工作的措施与途径。

1 工作背景

1)党的十八大报告提出,要把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。十八大报告把生态文明建设纳入“五位一体”的中国特色社会主义事业总体布局,明确生态文明建设的战略地位。

2)十八届三中全会提出,建设生态文明,必须建立系统完整的生态文明制度体系,实行最严格的

收稿日期:2015-07-08.

作者简介:区汉明(1977-),男,广东新会人,高级工程师.主要从事森林资源管理工作.

源头保护制度、损害赔偿制度、责任追究制度,完善环境治理和生态修复制度,用制度保护生态环境,划定生态保护红线。

3)2013年9月,国家林业局印发《推进生态文明建设规划纲要(2013~2020年)》,提出划定林地和森林、湿地、沙区植被、物种等4条红线。

4)2013年8月,胡春华书记在全省新一轮绿化广东大行动工作会议上指出,要把林地保护放在更加突出的位置,划定林地生态红线,充分发挥林业在维护生态平衡、提高生态承载力中的决定性作用,夯实生态文明建设的生态基础。

5)2014年4月,朱小丹省长在新一轮绿化广东大行动推进会暨全省林业工作电视电话会议上强调,要认真开展林业生态红线划定工作,科学划定森林、林地、湿地、物种等生态红线,建立严格的生态保护责任终身追究制。

6)2014年1月,省政府印发的《2014年省政府重点工作实施方案》中明确要求,省林业厅负责科学划定林业生态红线,坚守生态底线。

2014年8月,省政府下发《广东省人民政府办公厅关于印发广东省林业生态红线划定工作方案的通知》,正式启动全省林业生态红线划定工作。

2 主要内容

划定林业生态红线,目的是构建生态基础稳固、生态内涵丰富、生态容量逐步提升的林业生态体系,充分发挥林业在维护生态平衡、维持生物多样性、提高生态承载力中的决定性作用,为全省生态文明建设提供安全保障。

2.1 控制目标

广东省林业生态红线由森林、林地、湿地、物种等4条红线组成,目标有效期是2020年。其中:森林红线是全省森林保有量不低于1 087.3万 hm^2 (含非林地中的森林),确保全省森林覆盖率不低于60%,森林蓄积量达到6.43亿 m^3 ,维护全省国土生态安全;林地红线是全省林地保有量不低于1 088.0万 hm^2 ,严格控制占用征收,确保林地利用有度、管控有效;湿地红线是全省湿地面积不低于175.3万 hm^2 ,保持现有湿地数量不减少,各级湿地自然保护区和湿地公园得到有效保护;物种红线是全省森林和野生动植物类型自然保护区面积占国土面积的比例不低于6.9%,严禁开发各类自然保护区的核心区和缓冲区,严格保护国家和省重点保护野生动植物,维护全省物种安全。

2.2 保护区域及管控措施

按照全面保护与突出重点相结合的原则,将全省林地、湿地划分为I、II、III、IV级共4个保护区域等级,并提出相应的管控措施。

I级保护区域是重要生态功能区内予以特殊保护和严格控制生产经营活动的区域,以保护生物多样性、特有自然景观为主要目的。包括:自然保护区的核心区和缓冲区、世界自然遗产地范围内的林地,国家一、二级保护动植物集中分布的原生地、重要水源涵养地、饮用水源地一、二级保护区范围内的林地,土壤侵蚀达到严重侵蚀程度的林地,森林分布上限与高山植被上限之间的林地,国际重要湿地和湿地公园。主要管控措施:实行全面封禁管护,禁止各种生产性经营活动,禁止猎捕野生动物和采挖国家保护野生植物,原则上禁止改变用途。

II级保护区域是重要生态调节功能区内予以保护和限制经营利用的区域,以生态修复、生态治理、构建生态屏障为主要目的。包括:除I级保护区域以外的一、二级国家级生态公益林林地;自然保护区实验区、国家级森林公园、严重石漠化地区、沙化土地封禁保护区和沿海防护基干林带、自然保护区范围内的林地;重要交通干线、重要河流两侧1 km范围内的林地;重要湖泊水库周边1 km范围内的林地;城市规划区内坡度 25° 以上区域的林地;天然湿地。主要管控措施:实施局部封禁管护,鼓励和引导抚育性管理,通过补植套种和低效林改造,改善林分质量和森林健康状况,严格控制商品性采伐,区域内的商品林地要逐步退出,并划入生态公益林管理范围。除国家和省、市重点建设项目占用征收外,不得以其他任何方式改变用途。湿地因国家和省、市重点建设项目征占用的,须按占补平衡原则,恢复同等面积的湿地。

III级保护区域是维护区域生态平衡和保障主要林产品生产基地建设的区域。包括:除I、II级保护区域以外的生态公益林地;未纳入I、II级保护区域的国有林场林地;省级以下森林公园、天然阔叶林以及国家、地方规划建设的优质用材林,木本粮油林地范围内的林地;人工湿地。主要管控措施:严格控制占用征收有林地,适度保障能源、交通、水利等基础设施和城乡建设用地,从严控制商业性经营设施建设用地,严格控制勘查、开采矿藏和其他项目用地。重点商品林地实行集约经营、定向培育。

IV级保护区域是需予以保护并引导合理、适度利用的区域。包括未纳入上述I、II、III级保护区域

的各类林地、湿地。主要管控措施:严格控制林地、湿地非法转用和逆转,控制采石取土等项目用地。推行集约经营、农林复合经营,在法律允许的范围内合理安排各类生产经营活动,最大限度地挖掘林地生产潜力。

2.3 划定成果

1)建立全省林业生态红线地理空间数据库。通过建立全省林业生态红线地理空间数据库,确定全省及市、县林业生态红线的数量,落实林地、湿地等地类的保护等级、界线范围、空间位置等各项因子,实现“以库管线”。

2)形成全省林业生态红线一张图。通过调查核实,将林业生态红线中的林地、湿地等落实到山头地块,结合林地年度变更调查技术手段,实行动态管理,确保林业生态红线的现势性、时效性和精准性,实现“以图管线”。

3 存在的问题

3.1 政府重视不够

省政府批复的工作方案明确要求,各地级以上市、县(市、区)人民政府要参照省的做法,完善工作机制,加强组织领导,明确部门职责,落实必要经费,加快推进林业生态红线划定工作。但是,一些地方政府主要领导或分管领导,或者认为林业地位相对次要、作用不显著;或者担心红线划定会成为限制地方使用林地的紧箍咒,制约地方经济发展。从思想上不重视、从行动上不落实林业生态红线划定工作,没有成立组织机构,没有制定工作方案,存在拖延、观望行为,严重影响了林业生态红线划定工作的推进。

3.2 部门之间缺乏沟通

林业生态红线划定工作责任主体由是政府、林业主管部门具体承担,有关部门积极配合。林业生态红线划定涉及国土、环保、住建、水利、海洋等部门的管理职能,政策性强、内容多、要求高,有些问题如国土部门认定的园地与林业部门认定的经济林地、林业部门管理的红树林与海洋部门管理的红树林等问题还存在交叉重叠,需要部门之间通力合作,共同配合衔接。但是,在实际工作中,一些地方部门之间缺乏沟通渠道,没有建立交流平台,没有提供必要的参考资料,在一定程度上影响了林业生态红线划定工作的顺利开展。

3.3 人员安排不足

受机构改革等各种因素影响,基层林业部门内

设机构越来越精简,人员配备相对不足,甚至一些林业站还划归乡镇管理,但林业部门的日常工作并未随之减少,反而有逐渐增多的趋势,林业部门的工作压力不断加大。一些地方林业主管部门受工作任务重和人员配置少的双重制约,没能尽快落实专职人员,没能及时推进、掌握工作进度,影响了工作顺利实施。

3.4 工作经费未落实到位

林业生态红线划定工作涉及外业调查及内业工作,包括核实林地、湿地现状,区划林地、湿地保护等级上图入库、建立地理空间数据库,形成林业生态红线“一张图”等,工作量大,需要充足的工作经费作保障。但是,一些地方,特别是经济相对落后的地方,没能尽快落实工作经费,没能购置能运行全县林地“一张图”的电脑,耽误了工作进度。

3.5 林业工作任务重叠,容易产生概念混淆问题

近年来,随着国家和省委省政府对林业的重视,林业工作不断增加。2010年以来,先后开展了林地保护利用规划编制、林地变更调查、林业生态红线划定、森林资源二类调查等系列工作。这些工作,从技术标准、工作内容、工作流程等方面看,既有相关,又不尽相同,有的工作还存在交叉重叠问题。受技术水平、设备配置等各种因素制约,基层林业部门技术人员容易出现概念混淆,难以切实把握工作重点和工作要领,影响了工作的顺利开展。

4 对策

4.1 加强组织领导,加快工作进度

各级市县地方政府要站在讲政治的高度,要从建设生态文明大局切实履行职责,充分发挥林业生态红线划定的主体责任,成立以政府主要领导或分管领导任组长,有关部门领导任成员的林业生态红线划定工作领导小组,加强组织领导,狠抓工作落实,采取有力措施,切实推进林业生态红线划定工作,确保按时完成工作任务。同时,林业主管部门要告知地方政府,划定林业生态红线不是为了制约地方政府使用林地,而是为了引导合理、科学使用林地,促进节约、集约使用林地,推动地方经济建设和生态文明建设双丰收,实现可持续发展。

4.2 加强部门沟通,形成工作合力

省政府批复的工作方案明确要求,林业生态红线划定工作由省政府统一部署,省林业厅具体组织实施。省发展改革、财政、国土资源、环境保护、住房建设、农业、交通运输、水利、海洋渔业、法制等有关

部门要各司其职,密切配合,共同完成,有关职能部门要切实履行职责,按照分工合作、共同完成的原则,建立信息互通机制,设立沟通交流平台,及时通报和交换信息,及时解决工作中遇到的各类问题,特别是涉及部门管理职能交叉重叠问题,推动工作的顺利开展,提高成果质量。

4.3 落实人员安排,明确职责分工

林业主管部门作为林业生态红线划定工作的牵头部门,负有组织开展、落实推进的首要责任。各级市县林业主管部门要充分调动林政、生态、林业站、林科所等有关部门的力量,切实采取有效措施,想方设法落实划定林业生态红线工作人员,明确职责分工,并指定一名人员作为联络员,负责加强与同级有关部门与上下级林业主管部门的沟通联系,及时通报和上报信息,妥善解决和处理工作中遇到的问题。

4.4 落实工作经费,购置必要设备

林业生态红线划定工作涉及面广,技术要求高,成果数据多,工作量大,需充足的经费作保障。省政府批复的工作方案也明确要求各地要落实必要经费。各级林业主管部门要积极向当地政府汇报,说明划定林业生态红线的必要性、重要性和紧迫性,争取地方政府解决所需经费。因特殊原因地方政府不能足额解决编制工作经费的,林业主管部门可按照财政部、国家林业局联合印发的《森林植被恢复费征收使用管理办法》(财综[2002]73号)和省财政厅、省林业局联合制定的《广东省森林植被恢复费使用管理办法》(粤财农[2006]308号)有关森林植被恢复费可用于调查规划设计、资源管护等开支的规定,在返还给县级的森林植被恢复费中补充支出。

4.5 加强业务培训,熟悉掌握工作内容

工欲善其事,必先利其器,掌握和领会林业生态红线划定工作的要点,是做好林业生态红线划定工作的基础。林地保护利用规划、林地变更调查、森林资源二类调查、林业生态红线划定四者之间既有联系,又有不同。林地保护利用规划是国务院部署、国家林业局组织实施的工作,目的是摸清林地现状,建立林地“一张图”;林地变更调查是国家林业局部署的工作,类似于广东省已实施多年的档案更新,是在

林地保护利用规划编制后,对林地范围和林地范围内地类变化开展调查,主要目的是更新林地“一张图”;二类调查是省林业厅组织开展的工作,每十年开展一次,与林地变更调查相比,二类调查增加了林分因子、森林生态状况、生态功能等级调查等内容,目的是摸清森林资源家底和生态功能现状;林业生态红线划定是省政府部署的工作,以林地保护利用规划和二类调查数据为基础,根据林地、湿地的自然禀赋、生态区位、生态功能等情况,将林地、湿地划分为4个保护等级,并制定相应的保护制度,实行差别化的管控措施,目的是加强林地、湿地的管理,科学保护利用林地、湿地。

5 结语

划定林业生态红线,全面贯彻落实党的十八大、十八届三中全会和广东省委十一届三次全会精神以及省委、省政府关于全面推进新一轮绿化广东大行动的决策部署,有利于统筹林地保护利用规划、湿地保护工程规划和自然保护区、自然保护小区、森林公园、生态公益林建设规划,构建生态基础稳固、生态内涵丰富、生态容量逐步提升的林业生态体系,充分发挥林业在维护生态平衡、维持生物多样性、提高生态承载力中的决定性作用,为全省生态文明建设提供安全保障。广东省林业生态红线管控有效期至2020年,有效期满后是否延期或者重新修编,值得继续关注。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 全国林地保护利用规划纲要(2010~2020年)[Z]. 2010.
- [2] 国家林业局. 推进生态文明建设规划纲要(2013~2020年)[Z]. 2013.
- [3] 广东省人民政府. 广东省林业生态红线划定工作方案[Z]. 2014.
- [4] 广东省林业厅. 广东省林地保护利用规划(2010~2020年)[Z]. 2013.
- [5] 广东省林业厅. 广东省林业生态红线划定工作操作细则[Z]. 2014.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.027

盐胁迫对9种植物发芽生长的影响

薛凤¹, 魏天兴¹, 葛根巴图²

(1. 北京林业大学, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 水土保持学院, 北京 100083;

2. 中国林业科学研究院沙漠林业实验中心, 内蒙古 磴口 015200)

摘要:研究了白蜡、刺槐、国槐、紫穗槐、臭椿、白榆、杜梨、锦鸡儿、侧柏等9种乔灌木种子和苗木在不同盐浓度(0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%)溶液处理下的植物种子发芽和幼苗生长情况,以无离子水溶液处理作对照(CK),确定影响植物发芽和幼苗成活、生长的关键盐浓度,并选出最优树种,为不同盐含量的滨海立地选择植物。结果表明:①9种植物种子发芽率和幼苗成活率均呈随盐浓度增加而减少的趋势。②0.3%盐浓度是影响9种树种发芽的关键浓度;0.2%盐浓度是影响9种树种生长的关键浓度。③就植物种子发芽情况,当盐浓度 $\leq 0.3\%$ 时,最优选择树种是刺槐、侧柏、紫穗槐。当盐浓度 $> 0.3\%$ 时,最优选择树种是刺槐、紫穗槐。就幼苗生长状况,当盐浓度 $\leq 0.2\%$ 时,最优选择树种是白蜡、侧柏、刺槐;当 $0.2\% < \text{盐浓度} \leq 0.3\%$ 时,优先选择树种是刺槐、侧柏。④综合植物种子发芽率和幼苗生长状况得知,盐浓度低于0.2%的盐碱地区,刺槐、侧柏是最优选择树种,盐浓度高于0.2%的盐碱地区优选树种为刺槐。

关键词:盐胁迫;种子发芽;幼苗生长;盐浓度;优选树种

中图分类号:S728.5;S722.33;Q944.46 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0123-06

Effect of Salt Stress on Plant Germination and Growth of Nine Plants

XUE Feng¹, WEI Tianxing¹, GEGEN Batu²

(1. Beijing Forestry University, Ministry Key Laboratory of Water and Soil Conservation and Desertification Control, Water and Soil Conservation Academy, Beijing 100083, China; 2. Desert Forestry Experimental Center of China Forest Science Research Institute, Dengkou, Inner Mongolia 015200, China)

Abstract: Nine plants included *Fraxinus chinensis* Roxb, *Robinia pseudoacacia* Linn, *Sophora japonica* Linn, *Amorpha fruticosa* Linn, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Ulmus pumila* Linn, *Pyrus betulae-folia* Bunge, *Caragana sinica* (Buchoz) Rehd, *Platycladus orientalis* (Linn.) Franco were chose to study their seed germination and seedling growth under different concentrations of NaCl (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%) solution, compared with seeds and plants treated with distilled water, justify the critical salt concentration and the suitable plants were chose for costal areas. The result showed that: (1) Seedling survival percentage and nine seedling germination rate, in comparison, were reduced

收稿日期:2015-07-21.

基金项目:国家科技支撑计划“防海岸带侵蚀沿海泥质海岸防护林体系研究与示范”(2009BADB2B0602).

作者简介:薛凤(1990-),女,山东济宁人,硕士研究生. 主要研究方向:水土保持与荒漠化防治. E-mail:930009698@qq.com

通信作者:魏天兴. E-mail:weix@bjfu.edu.cn

with the gradual strengthening of salt solution. (2) The salt concentration of 0.4% was the key point of restricting the nine species' germination, while, 0.2% was the key points of restricting the nine species' seedling survival. (3) According to different germination percentages, *Robinia pseudoacacia* Linn, *Platycladus orientalis* (Linn) Franco and *Amorpha fruticosa* Linn have better salt tolerance below 0.3% salt concentration, and *Robinia pseudoacacia* Linn, *Amorpha fruticosa* Linn were optimal plants when salt concentration above 0.3%. For seedling growth, the optimal plants were *Fraxinus chinensis* Roxb, *Robinia pseudoacacia* Linn, and *Platycladus orientalis* (Linn.) Franco when the salt concentration below 0.2%, but *Robinia pseudoacacia* L. and *Platycladus orientalis* (Linn.) Franco were chose as optimal plants when above 0.2% and below 0.3% of salt concentration. (4) Integrated these two indexes, *Robinia pseudoacacia* and *Platycladus orientalis* (Linn.) were better options for coastal area where the salt concentration lower than 0.2%, but *Platycladus orientalis* (Linn.) Franco was perfect choice for the coastal area where the salt concentration higher than 0.2%.

Key words: salt stress; seed germination; seedling growth; salting strength; optimal plant

盐渍土在我国广泛分布,我国盐渍土总面积约为 $3.47 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 占全国可利用土地的 4.88%^[1], 盐碱地土壤盐分过多会对植物产生胁迫作用,严重影响植物的生殖生长和营养生长。如何开发利用盐碱地已成为研究学者们关注的热点问题,就此,部分学者开展了通过改良盐碱土壤以提高植物成活率的实践研究,但是我国盐碱地分布类型多样,土壤含盐量不同,另外,这种改土适树的方式成本较高,维持时间有限且会产生次生破坏,不能被普遍应用。近年来,各地学者逐渐通过研究选育耐盐树种,来达到改变和利用盐渍土的目的,如汪贵斌^[2]等以叶片中 Na^+ 、 Na^+/K^+ 作为树木耐盐能力评价指标,认为刺槐 (*Robinia pseudoacacia* Linn.) 和侧柏 (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) 耐盐能力最强,能在含盐量 0.1%~0.5% 的土壤中生长。马超颖^[3]等在研究耐盐植物开发利用近况中指出臭椿 (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle)、刺槐、紫穗槐 (*Amorpha fruticosa* Linn.) 等具有良好耐盐性且还可以作为油料和蜜源植物加以利用。卢树昌、苏卫国^[4]以植物在复合盐、土壤浸出盐、试验田环境条件下的盐胁迫实验中筛选出白榆 (*Ulmus pumila* L.)、白蜡 (*Fraxinus chinensis* Roxb.)、臭椿、杜梨 (*Pyrus betulaefolia* Bunge)、紫穗槐等耐盐植物种,并且统计出试验地条件下树种的耐盐极限,白榆、臭椿为 0.2%~0.25%,杜梨、白蜡为 0.1%~0.15%,紫穗槐为 0.15%~0.2%。但植物是否在整个生长过程中即从种子发芽到幼苗生长均表现出较强的耐盐性并不清楚。因而本实验结合大量研究资料选出 9 种耐盐植物,对 9 种植物种从发芽到幼苗生长的整个生长过程的耐盐能力进行研究。用 NaCl 和无离子水混合

的方式配置成 6 种浓度梯度的盐溶液,分别在种子萌发期和幼苗生长期进行盐胁迫实验,通过种子萌发和幼苗生长阶段耐盐性测定,确定影响种子萌发和幼苗生长的关键盐浓度。选出对应盐浓度范围内的最优耐盐植物,为不同含盐量沿海地区的植被种植选择提供一些依据。

1 材料与方法

1.1 材料

选取白蜡、刺槐、国槐、紫穗槐、臭椿、白榆、杜梨 (*Pyrus betulifolia* Bunge)、锦鸡儿 (*Caragana sinica* (Buchoz) Rehd.)、侧柏共 9 种低温干藏一年的植物种子为实验材料,其中,白蜡、臭椿、锦鸡儿、侧柏在南北地区都有广泛分布,刺槐、臭椿在黄河流域、淮河流域多集中栽植,国槐、紫穗槐、白榆主要分布在东北、华北地区,南方地区也有分布。杜梨主要分布在北方地区。紫穗槐、刺槐、白榆具有较好的耐盐性,国槐、杜梨、侧柏、臭椿对土壤要求不严,白蜡、紫穗槐耐水湿,适于生长在滨海沿岸。

1.2 研究方法

1.2.1 盐溶液的配制

本实验采用 NaCl 与无离子水混合,配置成 6 种浓度梯度的盐溶液: 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6% 的盐溶液,并以无离子水做空白对照 CK。

1.2.2 种子萌发实验

参照文献资料^[5]以及《国际种子检验规程》^[6]选种并确定种子发芽温度 ($26 \pm 1^\circ\text{C}$), 以风选法选出 9 种树种的饱满无损种子,为打破种子休眠,对植物

种子进行催芽处理,白蜡、锦鸡儿、刺槐、紫穗槐、国槐种子坚硬,采用60~80℃热水烫种催芽,臭椿、侧柏种子置于40℃温水中催芽,用对应温度热水及温水浸泡种子并不断搅拌至水凉后再浸泡24 h。白榆无需特别催芽处理。然后按照所设定的浓度梯度将种子分成7组,每组用Φ90 mm培养皿盛放、编号,在培养皿里铺2张滤纸作纸床,用配好的7个等级的盐溶液滴入相应的培养皿中,至滤纸湿润,各培养皿放50粒种子,每个浓度的不同种子设3个重复。置于26℃恒温培养箱避光培养。从试验开始之日起为保持恒定的盐浓度每天称重补充盐溶液以保持滤纸湿润,发芽开始后,每天记载发芽粒数,以突破胚根长度达到种子长度一半为发芽标准,连续3 d发芽种子数无增长视为发芽完全,计算发芽率。

1.2.3 幼苗耐盐实验

在温室条件下将白蜡、刺槐、国槐、紫穗槐、臭椿、白榆、杜梨、锦鸡儿、侧柏共9种树木的幼苗栽植在花盆中,每种树种21盆,7个盐浓度各重复3次,共189盆。待幼苗生长30 d后,将无离子水和NaCl混合后配制成的6种不同浓度梯度的盐溶液分别装入吊瓶内编号,同时定量进行吊瓶滴灌,以无离子水吊瓶滴灌做空白对照(CK),形成植物生长的不同土壤盐环境,并以此保证研究期间所有花盆内维持恒定的土壤湿度和土壤盐浓度。30 d后观察不同土壤盐环境下幼苗成活和生长状况。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 种子发芽测定

以突破种皮的胚轴长度达到种子自身长度的一半为萌发标志^[7],种子发芽期按国际种子检验规程规定为10 d,所以在10 d以后每天定时记录种子萌发数。试验结束后计算发芽率、相对发芽率、发芽抑制率^[8-10]。

发芽率(%) = 规定时间内的种子发芽总数/供试种子数×100%; (1)

相对发芽率(%) = 不同处理种子发芽数/最高发芽数×100% (2)

发芽抑制率 = 1 - (对照组发芽率/处理组发芽率) (当处理组发芽率>对照组发芽率时)

或 = (处理组发芽率/对照组发芽率) - 1 (当对照组发芽率>处理组发芽率时) (3)

1.3.2 幼苗生长状况测定

观察叶片萎蔫情况,测量盐胁迫前后幼苗苗高,计算幼苗苗高生长抑制率、幼苗发芽率来说明盐胁迫下幼苗成活状况和生长状况。

1.4 数据处理

运用Excel统计制图,采用SPASS 19.0处理数据,用Duncan方法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对种子发芽率的影响

单因素方差分析结果表明,盐浓度对平均相对发芽率有显著影响($P < 0.05$),除侧柏在0.1%~0.2%的盐浓度下,其发芽率明显高于对照外,其他植物物种所有NaCl浓度下的发芽率均显著低于对照,这是因为低盐对植物种子萌发有增效效应、负效效应和完全抑制效应^[11]。在盐浓度0.1%~0.3%间9种树种的平均相对发芽率无显著差异。当盐浓度达0.4%时,9种树种的平均相对发芽率出现显著差异,此浓度梯度下的平均相对发芽率比对照降低了47%。随盐浓度继续升高,达到0.6%时,平均相对发芽率与盐浓度为0.3%时呈显著差异(表1),0.6%下平均相对发芽率已低于50%。说明0.3%盐浓度是影响植物种子发芽的关键浓度。由表1可知,树种对发芽率有显著影响($P < 0.05$),刺槐发芽率显著高于其他植物种,其次为锦鸡儿>紫穗槐>侧柏>国槐>杜梨>白榆>臭椿>白蜡,其中,前4种植物种发芽率均明显高于后4种植物。

计算植物种在各盐浓度梯度下种子发芽抑制率(图1)可知,除侧柏在盐浓度0.1%、0.2%下发芽受促进外,其他植物种发芽率均随盐浓度升高受到抑制,且浓度越大,发芽抑制率越大。方差分析后可以看出,在盐浓度为0.1%~0.3%时发芽抑制率无显著差异,当盐浓度达0.4%时,发芽抑制率出现显著差异($P < 0.05$)。此浓度下发芽抑制率较0.1%下增加了70%。随着盐浓度继续升高,当盐浓度在0.4%~0.6%时发芽抑制率无显著差异。盐浓度≤0.3%时,树种平均发芽抑制率大小为:白蜡>杜梨>臭椿>国槐>锦鸡儿>白榆>紫穗槐>刺槐>侧柏。平均发芽率大小为:刺槐>侧柏>锦鸡儿>国槐>紫穗槐>杜梨>白榆>臭椿>白蜡。当盐浓度>0.3%时,树种平均发芽抑制率大小为:杜梨>臭椿>白蜡>白榆>国槐>侧柏>锦鸡儿>紫穗槐>刺槐。平均发芽率大小为:刺槐>紫穗槐>锦鸡儿>侧柏>国槐>杜梨>白榆>臭椿>白蜡。

当树种盐浓度≤0.3%时,最优选择树种是刺槐、侧柏、紫穗槐。当盐浓度>0.3%时,最优选择树种是刺槐、紫穗槐。

表 1 盐浓度对植物种子发芽率的影响
Tab. 1 Effects of salinity on plant seed germination

树种	发芽率/%							
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	平均值
刺槐	86	64	75	74	75	60	56	70.0±10.4c
国槐	65	60	43	51	34	23	15	41.6±18.7b
紫穗槐	58	47	41	55	44	38	39	46.0±7.8b
侧柏	59	74	66	37	29	25	20	44.3±5.8b
锦鸡儿	67	59	52	49	44	32	22	46.4±15.4b
臭椿	26	20	16	22	13	7	0	14.9±21.7a
白蜡	20	15	12	12	5	7	4	10.7±9.6a
白榆	29	28	22	20	11	8	5	17.6±9.0a
杜梨	46	30	27	34	16	9	10	24.6±13.6a
平均相对发芽率	0.98±0.07a	0.81±0.09b	0.72±0.11b	0.74±0.14b	0.52±0.20c	0.4±0.17cd	0.3±0.2d	

注: P<0.05, 同行不同小写字母表示不同 NaCl 浓度间发芽率差异显著, 同列不同小写字母表示品种间发芽率差异显著。下同

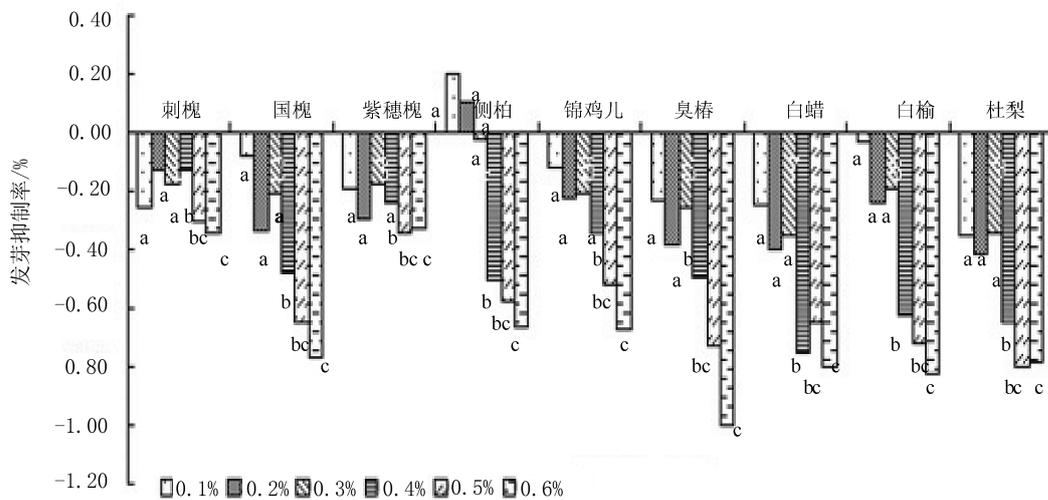


图 1 不同树种种子发芽抑制率

Fig. 1 Seed germination inhibition rate of different tree species

2.2 盐胁迫对幼苗生长的影响

单因素方差分析表明, 盐浓度对 9 种植物幼苗平均成活率有显著影响(P<0.05), 在 NaCl 处理下, 盐浓度为 0.1% 时, 幼苗平均成活率与对照间无差异, 盐浓度达 0.2% 时, 幼苗平均成活率与对照组间呈显著差异, 平均成活率在 50% 以上。随着盐浓度的升高, 盐浓度达 0.3% 时, 幼苗平均成活率为 37.8%, 小于 50%。另外, 盐浓度在 0.2%~0.4% 时幼苗的平均成活率呈显著差异, 继续升高, 盐浓度在 0.4%~0.6% 时幼苗的平均成活率无显著差异(表 2), 说明 0.2% 盐浓度是影响植物幼苗成活的关键盐浓度。以植物半数存活率可知植物耐盐极限,

当盐浓度为 0.0%~0.1% 时, 9 种植物成活率均达 50% 以上, 在 0.2% 盐浓度时, 存活率达 50% 的植物有白蜡、侧柏、刺槐、国槐、锦鸡儿、白榆、臭椿, 在 0.3% 盐浓度时, 存活率达 50% 的植物有白蜡、侧柏、刺槐, 在 0.4% 盐浓度时, 存活率达 50% 的植物只有白蜡、侧柏(表 2)。

计算植物种在不同盐浓度梯度下幼苗苗高生长抑制率(图 2), 得知不同植物幼苗苗高生长均随盐浓度升高受到抑制, 且浓度越大, 生长抑制率越大。方差分析可知, 当盐浓度在 0.1%~0.2% 时 9 种植物种平均苗高生长抑制率无显著差异, 当盐浓度达 0.3% 时, 平均苗高生长抑制率出现显著差异(P<

0.05)。此浓度下平均苗高生长抑制率较 0.1% 下增加了 50%。随盐浓度继续升高,盐浓度在 0.3%~0.5% 时苗高生长抑制率无显著差异,说明 0.2% 盐浓度是影响幼苗苗高生长的关键浓度。当盐浓度 ≤ 0.2% 时,苗高生长抑制率大小为:紫穗槐>杜梨>国槐>臭椿>锦鸡儿>白榆>白蜡>侧柏>刺槐。成活率大小为:白蜡=侧柏>国槐>臭椿=锦鸡儿=白榆=刺

槐>紫穗槐>杜梨。当 0.2% < 盐浓度 ≤ 0.3% 时,苗高生长抑制率大小为:国槐>臭椿>紫穗槐>白榆>白蜡>侧柏>刺槐。成活率大小为:白蜡=侧柏>刺槐>国槐>臭椿=白榆。结合植物成活率得知,当盐浓度 ≤ 0.2% 时,优先选择树种为白蜡、侧柏、刺槐。当 0.2% < 盐浓度 ≤ 0.3% 时,优先选择树种刺槐、侧柏,当盐浓度达 0.4% 时选择侧柏树种。

表 2 不同树种幼苗在不同盐浓度时的成活率

Tab. 2 Survival rate of different seedling species at different salt concentrations

树种	不同盐浓度下幼苗成活率/%							平均苗高
	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	
国槐	100	100	80	40	0	0	0	23.8±6.1cd
刺槐	100	100	60	60	0	0	0	20.3±4.6c
紫穗槐	100	100	40	0	0	0	0	39.8±4.1e
杜梨	100	100	0	0	0	0	0	25.0±3.7d
锦鸡儿	100	100	60	0	0	0	0	12.5±2.6b
白蜡	100	100	100	100	60	20	0	8.8±2.2ab
白榆	100	100	60	20	0	0	0	5.7±0.9a
臭椿	100	100	60	20	0	0	0	6.3±1.3a
侧柏	100	100	100	100	60	20	0	8.7±1.2ab
平均值	100±100a	100±100a	62.2±30.0b	37.8±40.6c	13.3±26.5d	4.4±8.8d	0±0d	

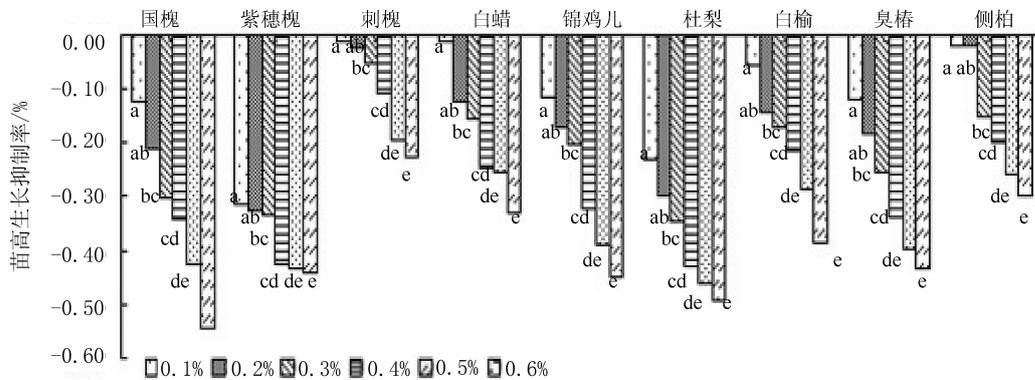


图 2 不同树种幼苗苗高生长抑制率

Fig. 2 Different seedling species height growth inhibition rate

3 讨论

植物萌发成苗阶段是种子植物生活史上最脆弱的阶段,与大多数研究结果一致,本研究发现,盐胁迫对种子萌发和幼苗生长都有显著的抑制作用^[11-14]。不同浓度盐溶液对种子发芽、幼苗生长均

有不同程度的抑制作用且浓度越高抑制作用越显著^[15]。

植物种子发芽率研究结果表明:侧柏在盐浓度 0.1%、0.2% 以下时发芽受促进,但其他植物种子发芽率均随盐浓度升高而受到抑制,说明盐分对种子发芽率影响因物种不同而存在差异。这与李海

燕^[16]研究盐胁迫对 3 种盐生禾草种子萌发及其胚生长的影响结果一致。盐浓度在 0.1%~0.3% 时, 树种平均相对发芽率间无显著差异, 发芽抑制率也无显著差异; 当盐浓度达 0.4% 时, 出现显著差异。说明 9 种植物均有一定的耐盐性, 0.3% 盐浓度是影响种子萌发的关键浓度。综合种子发芽率和发芽抑制率发现, 当盐浓度 \leq 0.3% 时, 刺槐、侧柏、紫穗槐发芽率最高, 而发芽抑制率最低; 当盐浓度 $>$ 0.3% 时, 刺槐、紫穗槐发芽率最高, 发芽抑制率最低。所以应该在相应浓度范围内优选树种。

幼苗生长状况研究结果表明: 首先, 在 NaCl 处理下, 当盐浓度为 0.1% 时, 幼苗的平均成活率与对照间无差异; 当盐浓度达 0.2% 时, 幼苗的平均成活率与对照组间呈显著差异; 随着盐浓度的升高, 当盐浓度在 0.2%~0.4% 间时, 幼苗的平均成活率呈显著差异; 继续升高, 当盐浓度在 0.4%~0.6% 时, 幼苗的平均成活率无显著差异; 当盐浓度为 0.0%~0.3% 时幼苗的平均成活率有显著差异。说明 0.2% 盐浓度是影响植物幼苗成活的关键盐浓度。另外, 9 个参试树种幼苗在不同浓度的盐胁迫条件下随着盐胁迫浓度的增加, 株高降低幅度增大, 分析原因, 盐碱地区盐分过多, 土壤水势低, 造成植物根系吸水困难, 植物生理干旱, 停止生长甚至干枯。这与张华新^[17]研究盐胁迫下树种幼苗生长及其耐盐性结果一致。当盐浓度为 0.1%~0.2% 时, 苗高生长抑制率无显著差异; 当盐浓度达 0.3% 时, 苗高生长抑制率出现显著差异 ($P<0.05$); 随盐浓度继续升高, 当盐浓度在 0.3%~0.5% 时, 苗高生长抑制率无显著差异, 说明 0.2% 盐浓度是影响幼苗苗高生长的关键浓度。综合幼苗成活率和苗木生长状况得知, 当盐浓度 \leq 0.2% 时, 优先选择树种为白蜡、侧柏、刺槐; 当 0.2% $<$ 盐浓度 \leq 0.3% 时, 优先选择树种为刺槐、侧柏; 盐浓度达 0.4% 时选择树种为侧柏。

4 结论

结合 6 种盐分梯度下的植物种子发芽率和幼苗生长状况, 从本研究中可以得出:

1) 各植物种种子的发芽率均有随含盐量增加而呈减少的趋势, 侧柏、紫穗槐发芽率随浓度升高呈现先增加后减少的趋势。盐浓度越大, 盐害越明显。

2) 0.3% 的盐浓度是制约 9 种树木种子发芽的

关键浓度, 0.2% 的盐浓度是影响植物幼苗生长的关键浓度。

3) 就植物种子发芽, 当盐浓度 \leq 0.3% 时, 最优选择树种是刺槐、侧柏、紫穗槐; 当盐浓度 $>$ 0.3% 时, 最优选择树种是刺槐、紫穗槐。就幼苗生长状况, 当盐浓度 \leq 0.2% 时, 优先选择树种为白蜡、侧柏、刺槐; 当 0.2% $<$ 盐浓度 \leq 0.3% 时, 优先选择树种为刺槐、侧柏; 当盐浓度达 0.4% 时选择侧柏树种。

4) 由植物半数存活率得知, 9 种植物幼苗耐盐极限为: 紫穗槐、杜梨为 0.1%, 国槐、锦鸡儿、白榆、臭椿为 0.2%, 刺槐为 0.3%, 白蜡、侧柏为 0.4%。

总体来看, 在盐碱地造林时, 在盐含量 \leq 0.2% 的盐碱地区可以通过直接播种进行造林, 盐含量 $>$ 0.2% 的盐碱地区因苗木生长过程受盐胁迫影响较大所以不能进行直接播种造林。在盐碱地选择防护林树种时, 需要综合考虑不同盐含量盐碱地对植物种子发芽、成活及生长 3 个指标的影响情况, 在盐浓度低于 0.2% 的盐碱地区刺槐、侧柏是最优选择树种, 在盐浓度高于 0.2% 的盐碱地区优选树种为刺槐。

参考文献:

- [1] 杨劲松. 中国盐渍土研究发展进程与展望[J]. 土壤学报, 2008(5): 837-839.
- [2] 汪贵斌, 曹福亮, 游庆方, 等. 盐胁迫对 4 树种叶片中 K⁺和 Na⁺的影响及其耐盐能力的评价[J]. 植物资源与环境学报, 2001(1): 30-34.
- [3] 马超颖, 李小六, 石洪凌, 等. 常见的耐盐植物及应用[J]. 北方园艺, 2010(3): 191-196.
- [4] 卢树昌, 苏卫国. 重盐碱区耐盐植物筛选试验研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科版, 2004, 32(增刊): 19-24.
- [5] 于雷, 张学培, 王娟娟, 等. 盐胁迫对锦鸡儿种子萌发的影响[J]. 防护林科技, 2011(3): 45-46, 123.
- [6] 国际种子检验学会(ISTA). 国际种子检验规程[S]. 北京: 技术标准出版社, 1980.
- [7] 李威, 张曦, 谭勇, 等. 干旱胁迫对 3 个品种红花种子萌发的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(34): 207-211.
- [8] 陈伟, 张苗苗, 宋阳阳. 重金属胁迫对四种草坪草种子萌发的影响[J]. 草地学报, 2013(3): 556-563.
- [9] 卫东, 王彦荣. 芨芨草种子发芽检验方法的研究[J]. 草业科学, 1998, 15(4): 30-33.

(下转第 132 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.028

景观绿化树种多花含笑育苗基质试验

李真子

(勐海县林业局,云南 勐海 666200)

摘要:开展5种配方基质对多花含笑苗木的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重生长的影响。结果表明,苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重生长表现较好的基质配方处理均是处理C,即2/4遮渣+1/4阔叶锯末+1/4牛粪。5种处理的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重各处理间均存在极显著差异。试验表明,配比得当的混合基质可弥补单一基质的不足,使容器育苗的优越性更加显著。

关键词:多花含笑;育苗基质;生长量;景观绿化树种

中图分类号:S68;S723.13 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0129-06

Landscape Greening Tree Species *Michelia floribunda* Seedling Substrate Test

LI Zhenzi

(Menghai Forestry Bureau of Xishuangbanna in Yunnan Province, Yunnan Menghai 666200)

Abstract: 5 formulas of matrix were used to determine the effect on seedling height, ground diameter, main root length, fresh weight of aerial part and underground part of *Michelia floribunda*. Results showed that the seedling height, ground diameter, main root length, fresh weight of aerial part and underground part performed better when formula C, consisting of 2/4 covering slag + 1/4 broadleaf sawdust + 1/4 cow dung, was used. Results of seedling height, ground diameter, main root length, fresh weight of aerial part and underground part of the 5 types of formula exhibited extremely significant differences. Tests also showed that the ratio of properly mixed matrix can make up the lack of a single matrix, making the advantages of container seedling more significant.

Key words: *Michelia floribunda*; seedling substrate; amount of growth; landscape greening tree species

多花含笑(*Michelia floribunda*),木兰科含笑属植物。主要分布于湖北、云南、四川、广西、湖南等地,散生于海拔500~1300m的阔叶林中。多花含笑为亚热带常绿林中的稀有树种,树姿优美,树冠紧凑,呈塔形,终年常绿清香,叶面深绿色,叶背苍白色,早春开花,花大而美丽,有芳香,为优良的园林绿化树种,可作行道树种植或盆栽观赏。材质优良,花

可提取芳香油。在园林绿化中种植具有很高的观赏价值。

随着我国城市化进程的快速发展和人们对城市景观要求的不断提高,景观绿化苗木需求十分旺盛,尤其是对特色景观绿化大苗的需求较大^[1]。云南素有植物王国之称,种质资源丰富,具有发展园林绿化苗木得天独厚的资源条件^[2]。选择合适的育苗

收稿日期:2015-07-02.

作者简介:李真子(1973-),女,云南勐海人,工程师.主要从事森林培育方面的研究工作.

基质是培育优质容器苗的关键。本文根据多花含笑前期的研究成果,为简便、经济、快速、最有效地培育大面积人工林,加速发展该绿化树种而开展了 5 种不同育苗基质对景观绿化苗木多花含笑小苗生长量影响的研究。

1 试验地概况

试验地位于西双版纳州勐海县勐海镇曼尾村委会曼满村民小组后山,海拔 1 200~1 300 m。该区气候属热带、亚热带西南季风气候类型,冬无严寒,夏无酷暑,年温差小,日温差大;年均温 18.8℃,≥10℃年积温 6 578℃,极端最高温 33.5℃,极端最低温 2.0℃;最热月(6月)均温 22.3℃;最冷月(1月)均温 18.8℃,年日照时间 2 088 h;年均降雨量 1 341.8 mm,年蒸发量为 1 862.7 mm,5~10月为雨季,降水量占全年的 85.8%。灾害性天气有春夏干旱、秋季低温阴雨和冬季低温霜冻。土壤为砖红壤性红壤(赤红壤),呈黄棕色至暗红色,土层深厚,达 1~2 m,有机质含量较多,酸性,缺磷。原生植被为零星南亚热带季风常绿阔叶树,零星南亚热带季风常绿松栎混交林和刀耕火种形成的冠草丛。

2 试验材料与试验设计

2.1 试验材料

试验材料有遮渣、鸡粪、牛粪、阔叶锯末、土和多花含笑幼苗(刚长出 2 片真叶)。所有基质材料均为充分腐熟过的。

2.2 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,共设 5 个处理,每个处理设 3 个重复。每个重复用苗 20 株,3 个重复用苗共计 60 株,分别是处理 A:2/3 的遮渣+1/3 的鸡粪;处理 B:3/4 的遮渣+1/4 的牛粪;处理 C:2/4 遮渣+1/4 阔叶锯末+1/4 牛粪;处理 D:2/3 的阔叶锯末+1/3 的鸡粪;处理 E:土。

2.3 试验时间和观测时间

试验于 2015 年 1 月移栽到事先准备好的基质中,2015 年 6 月 15 日观测数据。

2.4 数据处理

观测到的数据用 Excel 统计,用 DPS 7.05 软件处理分析数据。

3 结果与分析

3.1 5 个不同处理的苗木各部分生长量均值比较

5 个不同处理的苗高、地径、主根长、地上部分

鲜重和地下部分鲜重生长量如表 1 所示。

表 1 5 个不同处理的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重

Tab. 1 Effects of five different processing on seedling height, ground diameter, main root length, fresh weight of aboveground part and fresh weight of underground part

处理	苗高/ cm	地径/ cm	主根长/ cm	地上部分 鲜重/ g	地下部分 鲜重/ g
A	25.0	0.25	8.2	8.8091	4.4818
B	21.3	0.21	7.2	5.0455	3.7745
C	34.0	0.28	9.6	11.2636	4.9636
D	24.9	0.22	7.0	8.1818	3.2273
E	22.5	0.24	7.1	9.2455	4.3182

从表 1 看出,苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重生长较好的均为处理 C;苗高、地径、地上部分鲜重生长较差的均为处理 B;主根长和地下部分鲜重表现较差的是处理 D。

3.2 5 个不同处理的苗木各项生长量指标的方差分析

5 个不同处理的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重生长量的方差分析如表 2 所示。

从表 2 看出,5 个不同处理的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重、地下部分鲜重间均存在极显著差异,需进一步开展多重比较。

3.3 5 个不同处理的苗木生长量各项指标的多重比较分析

5 个不同处理的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重的多重比较如表 3 所示。从表 3 看出:

1) 苗木高生长:处理 A 与处理 D 在 0.05 水平和 0.01 水平差异不显著;处理 2 与处理 5 间在 0.05 水平和 0.01 水平间差异不显著;处理 3 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著。

2) 地径生长:处理 A 与处理 E 间在 0.05 水平和 0.01 水平差异不显著;处理 B 与处理 D 间在 0.05 水平差异显著,在 0.01 水平差异不显著;处理 C 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著。

3) 主根长:处理 A 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著;处理 C 在 0.05 水平和 0.01

表 2 5 个不同处理的苗木生长量各项指标的方差分析

Tab. 2 Seedling growth indicators variance analysis of five different processing

性状	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	F _{0.05}	F _{0.01}
苗高	区组间	1089.0667	59	18.4588	1.0330	2.42	3.41
	处理间	5958.5333	4	1489.6333	83.3250**		
	误差	4219.0667	236	17.8774			
	总变异	11266.6667	299				
地径	区组间	0.0517	59	0.0009	1.0080		
	处理间	0.1662	4	0.0416	47.8260**		
	误差	0.2050	236	0.0009			
	总变异	0.4229	299				
主根长	区组间	9.0658	10	0.9066	1.6020	2.61	3.83
	处理间	52.5880	4	13.1470	23.2320**		
	误差	22.6360	40	0.5659			
	总变异	84.2898	54				
地上部分鲜重	区组间	8.6055	10	0.8605	1.0930		
	处理间	223.5600	4	55.8900	71.0170		
	误差	31.4800	40	0.7870			
	总变异	263.6455	54				
地下部分鲜重	区组间	2.3823	10	0.2382	1.5170		
	处理间	19.7201	4	4.9300	31.3960**		
	误差	6.2810	40	0.1570			
	总变异	28.3834	54				

表 3 5 个不同处理的苗木生长量各项指标的多重比较

Tab. 3 Multiple comparison of seedling growth indicators under five different processing

性状	处理	均值	a=0.05	a=0.01
苗高	A	25.0	b	B
	B	21.3	c	C
	C	34.0	a	A
	D	24.9	b	B
	E	22.5	c	C
胸径	A	0.25	b	B
	B	0.21	d	C
	C	0.28	a	A
	D	0.22	c	C
	E	0.24	b	B
主根长	A	8.2	b	B
	B	7.2	c	C
	C	9.6	a	A
	D	7.0	c	C
	E	7.1	c	C

续表 3

性状	处理	均值	a=0.05	a=0.01
地上部分鲜重	A	8.8091	bc	BC
	B	5.0455	d	D
	C	11.2636	a	A
	D	8.1818	c	C
	E	9.2455	b	B
地下部分鲜重	A	4.4818	b	B
	B	3.7745	c	C
	C	4.9636	a	A
	D	3.2273	d	D
	E	4.3182	b	B

水平与其它处理间差异显著,处理 B、D、E 间差异不显著。

4) 地上部分鲜重:处理 C 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著;处理 A 与处理 E 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著,2 个

处理间差异不显著;处理 C 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著;处理 B 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著。

5) 地下部分鲜重:处理 A 与处理 E 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著,2 个处理间差异不显著;处理 C 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著;处理 B 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著;处理 E 在 0.05 水平和 0.01 水平与其它处理间差异显著。

4 结论与讨论

1) 5 种不同配方基质中苗木的苗高、地径、主根长、地上部分鲜重、地下部分鲜重各处理间均存在极显著差异,该差异可作为培育多花含笑小苗基质配方选择的基础。

2) 苗高、地径、主根长、地上部分鲜重和地下部分鲜重生长较好的处理均是处理 C,苗高、地径、地上部分鲜重生长较差的处理均是处理 B,主根长和地下部分鲜重表现较差的处理均是处理 D。处理 B 的苗高和地径生长较对照处理差。处理 D 的主根长生长量较对照处理差。处理 C 的地上部分鲜重较对照处理好,其它 3 个处理均较对照处理差。处理 D 和处理 B 的地下部分鲜重均较对照处理差。配方基质对多花含量的苗高、地径、地上部分鲜重和地下部分鲜重有的较对照处理好,有的较对照处理差,要看基质的原材料和基质配方。在此次试验中

苗木生长表现较好的处理是处理 C,即 2/4 遮渣+1/4 阔叶锯末+1/4 牛粪。

3) 混合基质能克服单种基质理化性状一致的不足。徐玉梅^[3-4]通过研究不同基质对南方红豆杉和云南红豆杉育苗的影响,淘汰了 V(草炭):V(蛭石) = 2:1 和 V(草炭):V(蛭石) = 3:1 配比的混合基质。本研究结果表明,V(红壤土):V(腐殖土) = 1:1 的配比比较合适,这种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于多花含笑苗木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,使容器育苗的优越性更加显著。

4) 基质类型及对比对苗木各部分生长的促进作用存在差异,如何评价不同育苗基质对多花含笑苗木生长的影响,进而选择最佳或较佳育苗基质,是推广和开展规模化基质育苗亟待解决的问题。

参考文献:

- [1] 徐玉梅,侯云萍,史富强,等. 33 个树种的景观绿化苗木的普洱山地培育试验初报[J]. 西部林业科学,2009,38(4):74-78.
- [2] 杨德军,邱琼,王卫斌,等. 思茅市园林绿化苗木山地培育试验初报[J]. 西南林学院学报,2007,27(3):33-36.
- [3] 徐玉梅,王卫斌,景跃波,等. 南方红豆杉育苗基质研究[J]. 西部林业科学,2007,36(2):50-55.
- [4] 徐玉梅,王卫斌,景跃波,等. 云南红豆杉育苗基质筛选试验[J]. 西南林学院学报,2009,29(1):45-48.
- (上接第 128 页)
- [10] WILLIAMSON G B, RICHARDSON D. Measuring treatment responses with independent controls. *Journal of Chemical Ecology* [J]. *Bioassays for allelopathy*, 1988, 14(1):181-187.
- [11] 王东明,贾媛,崔继哲. 盐胁迫对植物的影响及植物盐适应性研究进展[J]. 中国农学通报,2009,25(4):124-128.
- [12] 马红媛,梁正伟,王明明,等. NaCl 胁迫对四种禾本科牧草种子萌发的影响[J]. 生态学杂志,2009,28(7):1229-1233.
- [13] 李昀,沈禹颖,阎顺国. NaCl 胁迫下 5 种牧草种子萌发的比较研究[J]. 草业科学,1997,14(2):51-54.
- [14] 杜菲,陈新,杨春华,等. NaCl 胁迫对不同柳枝稷材料种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 草地学报,2011,19(6):1018-1024.
- [15] 闻杰,高志明. NaCl 胁迫对紫薇种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 北方园艺,2012(2):40-41.
- [16] 李海燕,丁雪梅,周婵,等. 盐胁迫对三种盐生禾草种子萌发及其胚生长的影响[J]. 草地学报,2004,12(1):45-50.
- [17] 张华新,刘正祥,刘秋芳. 盐胁迫下树种幼苗生长及其耐盐性[J]. 生态学报,2009,29(5):2263-2271.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.029

水肥调控对新银合欢苗木生物量及其分配的影响

李德华

(永仁县林业局营林工作站,云南 楚雄 651499)

摘要:为了使新银合欢苗木的生长性状适应干热河谷造林的要求,做到适地适苗,以新银合欢为试验对象,对水分调控、营养调控和植物激素种类及其浓度调控技术措施,采用正交组合,研究不同处理下苗木生长性状的差异及原因。结果表明:①不同处理对 1 a 生苗木总生物量、苗木地上部分干重、地下部分干重、主根长、主根粗、I 级侧根数的影响显著;②影响苗木总生物量的主导因素是施肥,其次是水分胁迫;③实验设计的 16 个育苗组合中,最佳的育苗组合为“9 d 浇水-平均施肥- ABT_3 - 5×10^{-6} ”,最差的是“9 d 浇水-指数施肥-多效唑- 1500×10^{-6} ”。

关键词:新银合欢;水肥调控;苗木生长性状;苗木生物量

中图分类号:S792;S718.556;S714.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0133-09

Effects of Water and Fertilizer on Seeding Biomass and Its Distribution of *Leucaena leucephala*

LI Dehua

(Forest Culture and Management Station of Yongren County Forestry Bureau, Yongren, Yunnan 651499, China)

Abstract: In order to meet the growth characteristics requirement of dry-hot valley forestation for *Leucaena leucephala* seedlings, and to select the proper seedlings, taking *Leucaena leucephala* as study object, and using orthogonal combination, the effects of water regulation, nutrition control, plant hormone type and concentration control on the difference and reasons of seedling growth of *Leucaena leucephala* has been carried out. Results showed that: (1) The effects of different treatment on one year seeding biomass, aboveground shoot dry weight, underground shoot dry weight, main root length, main root thick and I level lateral roots number, were significant; (2) The leading factors affected seedling biomass was fertilizer, followed by water stress; (3) Among 16 combination, the best combination of seeding cultural was “nine days watering with average fertilizing- ABT_3 -5ppm”, the worst was “nine days watering with index fertilizing of paclobutrazol-1500ppm”.

Key words: *Leucaena leucephala*; water and fertilizer regulation; seedling growth trait; seedling biomass

新银合欢(*Leucaena leucephala*),含羞草科多年生常绿乔木。速生,适应性强,主根发达,有根瘤菌,可以固氮和提高土壤肥力,可用作饲料、肥料、燃料、木料等,用途广泛且生物产量高,被联合国列为重点

推广的最佳树种。

国内外研究表明,苗木具有可塑性。大量的施肥实验证明,施肥能显著提高苗木生长量和造林成活率,增加叶绿素含量,促进蛋白质合成,并促进苗

收稿日期:2015-05-11.

作者简介:李德华(1986-),女,云南永仁人,硕士,助理工程师。从事营造林工作。

根发育等^[1]。苗木培育中研究和应用的激素物质主要是植物生长抑制剂和延缓剂,其在提高苗木抗旱性方面起作用,包括 ABA(脱落酸)、CCC(矮壮素)、比久(B9)、多效唑、整形素等。它们的功能主要是:①关闭气孔,减少蒸腾失水;②调节水分平衡以增强作物的抗旱性;③在干旱条件下,用它们处理苗木能限制植物高生长,促进径向生长,从而有利于稳定质膜透性和提高地上部分的持水能力^[2]。

1 试验地概况

试验在温室大棚里的苗床上进行,环境的最高温为 52℃,最低温为 18℃,均温为 28℃,最高相对湿度为 85%,最低相对湿度为 35%,平均相对湿度为 65%。试验周期为 7 个月。

2 材料与方

2.1 种子处理

材料为新银合欢种子,用 80℃ 热水浸泡 24 h, KMnO₄ 0.5 h,清水洗净后放入滤水容器内,用湿毛巾包盖,每日浇水保持充足的水分,待种子发芽长至 1 cm 长时开始播种,覆土厚度 1~1.5 cm 为宜。

2.2 试验材料

育苗基质:选择资源丰富、运输便利、加工容易、价格低廉的 3 种添加物作为育苗基质基本材料,对其进行适当的加工,以降低可溶物浓度:腐殖质:蛭石:红壤=1:1:3,按一定的体积比搅拌均匀。

药品和肥料:硫酸铵(含 N21%)、过磷酸钙(含 P₂O₅ 16%)、硫酸钾(含 K₂O 50%)。

生根粉(ABT₃)、多效唑(Paclobutrazol, PPP333)、矮壮素(CCC)、B₉。

2.3 试验方案

2.3.1 试验设计

共设定 16 个处理(表 1),每个处理对新银合欢幼苗选取 48 株(共 768 株)作 4 行整齐排列于苗床上,去除边缘效应,对 40 株幼苗进行试验,以单株为 1 个重复,共计 40 次重复。

试验设计选取四因素四水平的正交设计方案(表 2),四因素:A 即不同水分胁迫方式、B 不同施肥方法、C 不同激素种类、D 不同浓度。不同水分胁迫方式的四水平分别为 A1-3 d 浇一次透水、A2-5 d 浇一次透水、A3-7 d 浇一次透水、A4-9 d 浇一次透水;不同施肥方法的四水平分别为 B1-平均施肥方法、B2-直线施肥方法、B3-指数施肥方法、

表 1 因素水平

Tab. 1 Factor level

试验号	水平	浇水方式(A)	施肥方式(B)	激素种类(C)	激素浓度/ 10^{-6} (D)
1					0
2	1	3 d 浇水	平均施肥	矮壮素	25
3					50
4					100
5					0
6	2	5 d 浇水	直线施肥	多效唑	500
7					1000
8					1500
9					0
10	3	7 d 浇水	指数施肥	B9	1000
11					3000
12					5000
13					0
14	4	9 d 浇水	不施肥	ABT ₃	5
15					10
16					20

B4-对照(即 ck 不施肥);不同激素种类即 C1-矮壮素、C2-多效唑、C3-B9、C4-ABT₃ 生根粉;不同浓度 D:各激素的浓度由低到高依次编号为 1、2、3、4。即矮壮素— 0×10^{-6} 、 25×10^{-6} 、 50×10^{-6} 、 100×10^{-6} ,多效唑— 0×10^{-6} 、 500×10^{-6} 、 $1\ 000 \times 10^{-6}$ 、 $1\ 500 \times 10^{-6}$, B₉— 0×10^{-6} 、 $1\ 000 \times 10^{-6}$ 、 $3\ 000 \times 10^{-6}$ 、 $5\ 000 \times 10^{-6}$, ABT₃— 0×10^{-6} 、 5×10^{-6} 、 10×10^{-6} 、 20×10^{-6} 。根据上述四因素四水平(表 1),从而确定选用 L16(4⁴)正交组合表^[3](表 2)。

2.3.2 植物生长调节剂处理

植物生长调节剂有生根粉(ABT₃)、多效唑(Paclobutrazol, PPP333)、矮壮素(CCC)、B₉。用以上 4 种激素对新银合欢苗木进行叶面喷施,喷施时间为下午至傍晚,浓度如表 3 所示。

2.3.3 施肥方法及处理

由于苗木在各时期需肥量、利用率不一样,以及土壤中养分易发生流失,故不同施肥方法将对苗木的生长产生影响,从而影响到苗木的抗逆性^[4-6]。因此采取 4 种施肥方法。在平均施肥、直线施肥、指数施肥的方法中,各施氮、磷、钾肥的总量是相等的,施肥次数共 5 次。各种肥料的施肥总量以 N:P:K

表 2 正交试验设计
Tab. 2 Orthogonal test design

试验号	浇水方式 A	施肥方式 B	激素种类 C	激素浓度 D	组合内容	组合名称
1	1	1	1	1	A1B1C1D1	3 d 浇水-平均施肥-矮壮素- 0×10^{-6}
2	1	2	2	2	A1B2C2D2	3 d 浇水-直线施肥-多效唑- 500×10^{-6}
3	1	3	3	3	A1B3C3D3	3 d 浇水-指数施肥- B_9 - 3000×10^{-6}
4	1	4	4	4	A1B4C4D4	3 d 浇水-不施肥(CK)- ABT_3 - 20×10^{-6}
5	2	1	2	3	A2B1C2D3	5 d 浇水-平均施肥-多效唑- 1000×10^{-6}
6	2	2	1	4	A2B2C1D4	5 d 浇水-直线施肥-矮壮素- 100×10^{-6}
7	2	3	4	1	A2B3C4D1	5 d 浇水-指数施肥- ABT_3 - 0×10^{-6}
8	2	4	3	2	A2B4C3D2	5 d 浇水-不施肥(CK)- B_9 - 1000×10^{-6}
9	3	1	3	4	A3B1C3D4	7 d 浇水-平均施肥- B_9 - 5000×10^{-6}
10	3	2	4	3	A3B2C4D3	7 d 浇水-直线施肥- ABT_3 - 10×10^{-6}
11	3	3	1	2	A3B3C1D2	7 d 浇水-指数施肥-矮壮素- 25×10^{-6}
12	3	4	2	1	A3B4C2D1	7 d 浇水-不施肥(CK)-多效唑- 0×10^{-6}
13	4	1	4	2	A4B1C4D2	9 d 浇水-平均施肥- ABT_3 - 5×10^{-6}
14	4	2	3	1	A4B2C3D1	9 d 浇水-直线施肥- B_9 - 0×10^{-6}
15	4	3	2	4	A4B3C2D4	9 d 浇水-指数施肥-多效唑- 1500×10^{-6}
16	4	4	1	3	A4B4C1D3	9 d 浇水-不施肥(CK)-矮壮素- 50×10^{-6}

表 3 各激素的喷施浓度
Tab. 3 Spraying concentration of each hormone

处理程度	CCC	多效唑	B9	ABT_3
对照(CK)	0	0	0	0
低	25	500	1000	5
中	50	1000	3000	10
高	100	1500	5000	15

= 1.85 : 1 : 1 的比例换算出 N 为 50 g/千株、P 和 K 为 27 g/千株,根据本试验中各样本数量(40 株)予以换算出为 160 株/g。并根据公式^[7]换算出各次的施肥量(表 4)。

肥液的配制:以一个苗床为例,每次施肥时,按日期相对应的肥料名称,N 为硫酸铵,P 为过磷酸钙,K 为硫酸钾,分别称取表 4 中相对应的肥料的重量,全部倒在一只 2 000 ml 的烧杯里,先用 1 000 ml 水将其完全溶解后,再加水定容至 1 600 ml。然后用 10 ml 的注射器吸满溶液后轻而均匀地注射进相应的苗杯里。

2.3.4 水分调控处理

在施肥、激素处理结束后采用控水方法对新银合欢幼苗进行处理,采用划分水分梯度法:对照(3 d 浇水);轻度胁迫(5 d 浇水);中度胁迫(7 d 浇水);重度胁迫(9 d 浇水)。控水 2 个月左右(3 d 浇水——重复 19 次、5 d 浇水——重复 12 次、7 d 浇水——重复 8 次、9 d 浇水——重复 7 次)后取样,测定生长、生理生态指标。

2.4 苗木各指标的测定及方法

2.4.1 苗木生长测定

从处理开始之前测量苗高和地径,每隔 15 d 测定 1 次(共测 5 次),测定包括苗高(直尺定期测定)、地径(游标卡尺,精确度 0.02 mm)、冠幅、干物质量、根系长度及侧根数。根据地径和苗高选取 12 株作为固定观测植株,测定苗高、地径。根据平均苗高和地径,要求选取 6 株标准植株,测定土壤含水量,根、茎、叶生物量鲜重,然后将这些材料放入烘箱中,在 105℃ 下烘 30 min 后再放至 70~80℃ 的烘箱中烘至恒重,最后测定土壤、根、茎、叶的生物量干重。根系试验结束时,分别统计 ≥ 5 cm 的侧根数(一级侧根数、二级侧根数)根长、根粗。根冠比=地下部分生物量干重/地上部分生物量干重

2.4.2 数据处理与统计分析方法

运用 SPSS 11.5 和 Excel 2003 进行数据分析与绘图。苗木各指标的分析及评价采用方差分析、直观分析及加权平均进行分析。采用加权平均法对不同处理各干旱适应性指标进行综合评判。

3 结果与分析

3.1 不同处理对新银合欢苗木生长性状的影响

将不同处理组合对新银合欢苗木地上部分生长的影响差异显著性检验结果汇总后得出:方差分析,

表 4 不同处理方式的施肥量
Tab. 4 Fertilization (g / 160 strain) of different treatment methods (g/160 株)

次数	施肥时间	对照(CK)			平均施肥			直线施肥			指数施肥		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	4.26	0	0	0	7.616	5.408	1.728	2.544	1.803	0.576	1.320	0.872	0.278
2	5.10	0	0	0	7.616	5.408	1.728	5.088	3.606	1.152	2.464	1.744	0.557
3	5.24	0	0	0	7.616	5.408	1.728	7.632	5.410	1.728	4.928	3.488	1.113
4	6.70	0	0	0	7.616	5.408	1.728	10.176	7.213	2.304	9.856	6.976	2.227
5	6.21	0	0	0	7.616	5.408	1.728	12.720	9.016	2.880	19.710	13.950	4.454
合计		0	0	0	38.08	27.04	8.640	38.080	27.040	8.640	38.080	27.040	8.640

四因素对苗木存在影响,特别对苗高增量的影响较大。苗高生长增量在 16 个处理组间差异性显著,地径生长增量差异性不显著,高径比差异性显著。为确定主导因素,对苗高、地径、高径比进行分析。

直观分析是以正交实验设计中的极差 R 值分析为理论依据。R 值有大有小,其大小反映了因素变化时试验指标变化的幅度,因此,因素的全距越大,该因素对指标的影响也越大,就越有重要作用^[8]。为确定主导因素,对苗高、地径、高径比进行直观分析(表 5)。

3.1.1 不同处理措施对苗高增长量的影响

由表 5 可知,本试验的 16 个组合中苗高增长量最大的是 No. 1 (3 d 浇水-平均施肥-矮壮素- 0×10^{-6}),为 10.63 cm;其次是 No. 11;最小的是 No. 15。极差 R 值最大的是 C(激素种类),为 2.92,其次是 D 激素浓度,排序为 C>D>A>B。在浇水处理因素中,水平 1(3 d 浇水)是最佳浇水天数处理;在施肥方法中,水平 3(指数施肥)是最佳施肥处理;在激素种类中,水平 1(矮壮素)是最佳激素处理;在激素浓度中,水平 1(0 浓度)是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A1B3C1D1,即 3 天浇水-指数施肥-矮壮素- 0×10^{-6} ,但在此正交组合中没有该组合,从实验结果推荐最适组合为 A1B3C3D3,即 3 d 浇水-指数施肥-B9- $3\ 000 \times 10^{-6}$ 。

3.1.2 不同处理措施对地径增长量的影响

本试验 16 个组合中地径增长量最大的是 No. 9 (7 d 浇水-平均施肥-B₉- $5\ 000 \times 10^{-6}$),为 3.14 mm;其次是 No. 13;最小的是 No. 2 和 No. 15。极差 R 值最大的是 C,其次是 B,排序为 C>B>D>A。在浇水处理因素中,水平 2 是最佳浇水天数处理;在施肥方法中,水平 2 是最佳施肥处理;在激素种类中,水平

2 是最佳激素处理;在激素浓度中,水平 2 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A2B2C2D2,即 5 d 浇水-直线施肥-多效唑- 500×10^{-6} ,但在此正交组合中没有该组合,从实验结果推荐最适组合为 A1B2C2D2,即 3 d 浇水-直线施肥-多效唑- 500×10^{-6} 。

3.1.3 不同处理措施对高径比的影响

高径比反映了苗木的高度和粗度之间的平衡关系,是反映苗木抗性及造林成活率的较好指标,一般高径比越小,苗木则越粗,抗性大,造林成活率高。本试验的 16 个组合中高径比最高的是 No. 1(7 d 浇水-平均施肥-矮壮素- 0×10^{-6}),为 3.49;其次是 No. 7;最小的是 No. 15。极差 R 值最大的是 D,其次是 C,排序为 D>C>A>B。在浇水处理因素中,水平 4 是最佳浇水天数处理;在施肥方法中,水平 4 是最佳施肥处理;在激素种类中,水平 1 是最佳激素处理;在激素浓度中,水平 3 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A4B4C1D3,即 9 d 浇水-CK 不施肥-矮壮素- 50×10^{-6} 。

3.2 不同处理措施对主根长、主根粗和 I 级侧根数的影响

将不同处理组合对新银合欢苗木主根长、主根粗和 I 级侧根数的影响差异显著性检验结果汇总后得出:通过方差分析,四因素对苗木存在着影响,主根长差异性显著,主根粗和 I 级侧根数差异极显著。为确定主导因素,对主根长、主根粗和 I 级侧根数进行直观分析(表 6)。

3.2.1 不同处理措施对主根长的影响

根系是植物的重要器官,造林后苗木能否迅速生根是决定能否成活的关键^[9],I 级侧根数与侧根重量关系紧密,能较好地反映苗木根系状况和造林

表5 不同处理措施对新银合欢苗木苗高、地径、高径比的直观分析

Tab. 5 Visual analysis of different treatments on *Leucaena leucocephala* seedlings height, diameter, height to diameter ratio

试验号	浇水方式 A	施肥方式 B	激素种类 C	激素浓度 D	组合 名称	组合 内容	苗高/ cm	地径/ mm	高径比
1	1	1	1	1	A1B1C1D1	3平矮-0	10.63	3.11	3.49
2	1	2	2	2	A1B2C2D2	3直多-500	4.66	2.34	2.03
3	1	3	3	3	A1B3C3D3	3指B9-3000	6.55	2.84	2.43
4	1	4	4	4	A1B4C4D4	3CKABT ₃ -20	6.26	2.72	2.46
5	2	1	2	3	A2B1C2D3	5平多-1000	4.11	2.59	1.77
6	2	2	1	4	A2B2C1D4	5直矮-100	5.16	2.83	2.00
7	2	3	4	1	A2B3C4D1	5指ABT ₃ -0	9.83	2.76	3.46
8	2	4	3	2	A2B4C3D2	5CKB9-1000	4.99	2.61	2.10
9	3	1	3	4	A3B1C3D4	7平B9-5000	8.66	3.14	2.80
10	3	2	4	3	A3B2C4D3	7直ABT ₃ -10	9.72	3.03	3.17
11	3	3	1	2	A3B3C1D2	7指矮-25	10.04	2.99	3.21
12	3	4	2	1	A3B4C2D1	7CK多-0	7.42	2.70	2.89
13	4	1	4	2	A4B1C4D2	9平ABT ₃ -5	9.57	2.86	2.98
14	4	2	3	1	A4B2C3D1	9直B9-0	7.62	2.70	2.93
15	4	3	2	4	A4B3C2D4	9指多-1500	3.88	2.34	1.57
16	4	4	1	3	A4B4C1D3	9CK矮-50	5.92	2.66	1.95
苗高									
K1	28.10	24.04	31.75	35.50					
K2	24.09	27.16	20.07	29.26					
K3	35.84	30.30	27.82	26.30					
K4	26.99	29.43	23.60	23.96					
平均	7.03	6.01	7.94	8.87					
平均	6.02	6.79	5.02	7.32					
平均	8.87	7.58	6.96	6.58					
平均	6.75	7.36	5.90	5.99					
极差	2.82	1.57	2.92	2.88					
地径									
K1	11.01	10.79	11.86	10.56					
K2	11.70	10.90	10.93	10.69					
K3	11.59	9.97	11.29	11.37					
K4	11.27	10.80	11.12	11.03					
平均	2.75	2.70	3.00	2.64					
平均	2.93	2.73	2.73	2.67					
平均	2.90	2.49	2.82	2.84					
平均	2.82	2.70	2.78	2.76					
极差	0.18	0.24	0.27	0.20					
高径比									
K1	10.41	9.33	12.07	9.43					
K2	11.04	10.13	10.67	9.40					
K3	10.65	8.26	10.26	12.07					
K4	12.77	10.51	9.32	8.83					
平均	2.60	2.33	3.02	2.36					
平均	2.76	2.53	2.67	2.35					
平均	2.66	2.07	2.57	3.02					
平均	3.19	2.63	2.33	2.21					
极差	0.59	0.56	0.69	0.81					

表 6 不同处理措施对新银合欢苗木主根长、主根粗和 I 级侧根数的直观分析

Tab. 6 Visual analysis of different treatments on *Leucaena leucocephala* seedlings taproot long, taproot thick, I level lateral root number

试验号	浇水方式 A	施肥方式 B	激素种类 C	激素浓度 D	组合 名称	组合 内容	主根长/ cm	主根粗/ mm	I 级侧 根数
1	1	1	1	1	A1B1C1D1	3 平矮-0	31.72	4.00	1
2	1	2	2	2	A1B2C2D2	3 直多-500	39.42	3.19	6
3	1	3	3	3	A1B3C3D3	3 指 B9-3000	35.92	4.95	12
4	1	4	4	4	A1B4C4D4	3CKABT ₃ -20	38.85	3.64	10
5	2	1	2	3	A2B1C2D3	5 平多-1000	32.62	3.31	7
6	2	2	1	4	A2B2C1D4	5 直矮-100	43.84	3.92	9
7	2	3	4	1	A2B3C4D1	5 指 ABT ₃ -0	31.97	5.16	13
8	2	4	3	2	A2B4C3D2	5CKB9-1000	40.12	4.38	9
9	3	1	3	4	A3B1C3D4	7 平 B9-5000	18.05	3.31	10
10	3	2	4	3	A3B2C4D3	7 直 ABT ₃ -10	19.63	2.47	11
11	3	3	1	2	A3B3C1D2	7 指矮-25	30.72	3.85	10
12	3	4	2	1	A3B4C2D1	7CK 多-0	31.72	3.12	10
13	4	1	4	2	A4B1C4D2	9 平 ABT ₃ -5	22.90	3.94	28
14	4	2	3	1	A4B2C3D1	9 直 B9-0	35.08	4.24	13
15	4	3	2	4	A4B3C2D4	9 指多-1500	25.35	4.20	8
16	4	4	1	3	A4B4C1D3	9CK 矮-50	21.56	3.74	16
<hr/>									
主 根 长	K1	145.90	148.54	100.11	104.89				
	K2	105.28	137.97	123.95	132.25				
	K3	127.84	129.10	129.17	113.34				
	K4	130.48	133.16	109.72	126.09				
	平均	36.48	37.14	25.03	26.22				
	平均	26.32	34.49	30.99	33.06				
	平均	31.96	32.28	32.29	28.34				
	平均	32.62	33.29	27.43	31.52				
极差	10.16	4.86	7.26	6.84					
<hr/>									
主 根 粗	K1	14.78	16.76	12.74	16.13				
	K2	13.56	13.81	18.15	14.89				
	K3	14.51	13.81	16.88	15.21				
	K4	15.52	15.36	15.84	15.07				
	平均	3.69	4.19	3.19	4.03				
	平均	3.39	3.45	4.54	3.72				
	平均	3.63	3.45	4.22	3.80				
	平均	3.88	3.84	3.96	3.77				
极差	0.49	0.74	1.35	0.31					
<hr/>									
I 级 侧 根 数	K1	31.17	37.57	41.58	64.30				
	K2	47.93	38.97	42.41	45.30				
	K3	38.25	31.33	43.43	61.60				
	K4	39.17	52.61	46.37	36.47				
	平均	7.79	9.39	10.40	16.08				
	平均	11.98	9.74	10.60	11.33				
	平均	9.56	7.83	10.86	15.40				
	平均	9.79	13.15	11.59	9.12				
极差	4.19	5.32	1.20	6.96					

成活率^[10]。本试验中主根最长的是 No. 6(5 d 浇水-直线施肥-矮壮素- 100×10^{-6}), 为 43.84 cm。试验中极差最大的是 A, 其次是 C, 排序为 $A > C > D > B$, 表明影响主根长的主导因素是浇水方式。在浇水处理因素中, 水平 1 是最佳浇水天数处理; 在施肥方法中, 水平 1 是最佳施肥处理; 在激素种类中, 水平 3 是最佳激素处理; 在激素浓度中, 水平 2 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A1B1C3D2, 即 3 d 浇水-平均施肥-B₉- $1\ 000 \times 10^{-6}$, 但在此正交组合中没有该组合, 从实验结果推荐最适组合为 A1B1C1D1, 即 3 d 浇水-平均施肥-矮壮素- 0×10^{-6} 。

3.2.2 不同处理措施对主根粗的影响

在主根粗中, 是 No. 7(5 d 浇水-指数施肥-ABT₃- 0×10^{-6}) 主根粗最大, 为 5.16 mm; 最小的是 No. 10, 为 2.47 mm。试验中极差最大的是 C, 其次是 B, 排序为 $C > B > A > D$, 表明影响主根粗的主导因素是激素种类。在浇水处理因素中, 水平 4 是最佳浇水天数处理; 在施肥方法中, 水平 1 是最佳施肥处理; 在激素种类中, 水平 2 是最佳激素处理; 在激素浓度中, 水平 1 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A4B1C2D1, 即 9 d 浇水-平均施肥-多效唑- 0×10^{-6} , 但在此正交组合中没有该组合, 从实验结果推荐最适组合为 A4B1C4D2, 即 9 d 浇水-平均施肥-ABT₃- 5×10^{-6} 。

3.2.3 不同处理措施对 I 级侧根数的影响

在 I 级侧根数中, 是 No. 13(9 d 浇水-平均施肥-ABT₃- 5×10^{-6}) I 级侧根数最多, 为 28; 最少的是 No. 2, 为 6。试验中极差最大的是 D, 其次是 B, 排序为 $D > B > A > C$, 表明影响 I 级侧根数的主导因素是激素浓度。在浇水处理因素中, 水平 2 是最佳浇水天数处理; 在施肥方法中, 水平 4 是最佳施肥处理; 在激素种类中, 水平 4 是最佳激素处理; 在激素浓度中, 水平 1 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A2B4C4D1, 即 5 d 浇水-不施肥(CK)-ABT₃- 0×10^{-6} , 但在此正交组合中没有该组合, 从实验结果推荐最适组合为 A2B4C3D2, 即 5 d 浇水-不施肥(CK)-B₉- $1\ 000 \times 10^{-6}$ 。

3.3 不同处理措施对新银合欢苗木生物量的影响

苗木生长量的大小, 主要看其物质积累多少, 干重是反映物质积累状况最主要的指标, 因此也是指示苗木质量较好的指标。在所有形态指标中, 苗木的总生物量是反映苗木竞争能力的最好指标, 因为它一般能反映苗木的叶干重、根干重、茎干重, 综合体现了苗木的竞争能力^[11]。将不同处理组合对新

银合欢苗木总生物量、地上部分(包括叶和茎)干重、地下部分干重的影响差异显著性检验结果汇总后得出: 通过方差分析, 总生物量、地上部分干重、地下部分干重差异都较显著, 特别是总生物量差异性极显著。为确定主导因素, 对总生物量、地上部分干重、地下部分干重进行直观分析(表 7)。

3.3.1 不同处理措施对总生物量的影响

不同处理措施对新银合欢苗木生物量的积累有很大的影响, 生物量最高的是 No. 11(7 d 浇水-指数施肥-矮壮素- 25×10^{-6}), 为 3.34 g; 生物量最小的是 No. 15。试验中极差最大的是 C, 其次是 D, 排序为 $C > D > B > A$, 表明影响苗木总生物量的主导因素是激素种类。在浇水处理因素中, 水平 2 是最佳浇水天数处理; 在施肥方法中, 水平 4 是最佳施肥处理; 在激素种类中, 水平 1 是最佳激素处理; 在激素浓度中, 水平 3 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A2B4C1D3, 即 5 d 浇水-不施肥(CK)-矮壮素- 50×10^{-6} , 但在此正交组合中没有该组合, 从实验结果推荐最适组合为 A2B4C3D2, 即 5 d 浇水-不施肥(CK)-B₉- $1\ 000 \times 10^{-6}$ 。

3.3.2 不同处理措施对地上干重的影响

在同等条件的水肥调控下, 地下部分比地上部分占生物量更重, 通过单因素方差分析的结果, 水肥调控与生物量指标差异性很显著。通过比较, No. 2, No. 16, No. 4, No. 3 与其他组合显著次数最多, 说明这几个组合较利于苗木生长。

地上干重极差 R 值最大的是 A, 其次是 B, 排序为 $A > B > C > D$, 表明影响地上干重的主导因素是浇水方式。在浇水处理因素中, 水平 2 是最佳浇水天数处理; 在施肥方法中, 水平 1 是最佳施肥处理; 在激素种类中, 水平 1 是最佳激素处理; 在激素浓度中, 水平 4 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组合为 A2B1C1D4, 即 5 d 浇水-平均施肥-矮壮素- 100×10^{-6} , 但在此正交组合中没有该组合, 从实验结果推荐最适组合为 A2B4C3D2, 即 5 d 浇水-不施肥(CK)-B₉- $1\ 000 \times 10^{-6}$ 。

3.3.3 不同处理措施对地下干重的影响

地下干重极差 R 值最大的是 C, 其次是 A, 排序为 $C > A > D > B$, 表明影响地上干重的主导因素是激素种类。在浇水处理因素中, 水平 1 是最佳浇水天数处理; 在施肥方法中, 水平 3 是最佳施肥处理; 在激素种类中, 水平 3 是最佳激素处理; 在激素浓度中, 水平 2 是最佳激素浓度处理。从而确定最佳组

表 7 不同处理措施对新银合欢苗木总生物量、地上部分(包括叶和茎)干重、地下部分干重的直观分析

Tab. 7 Visual analysis of different treatments on *Leucaena leucocephala* seedlings total biomass, aboveground (including leaves and stems) dry weight, dry weight of underground

试验号	浇水方式 A	施肥方式 B	激素种类 C	激素浓度 D	组合 名称	组合 内容	总生物量/ g	地上干重 占比/ %	地下干重 占比/ %
No. 1	1	1	1	1	A1B1C1D1	3 平矮-0	1.77	44.3	55.7
No. 2	1	2	2	2	A1B2C2D2	3 直多-500	0.98	32.9	67.1
No. 3	1	3	3	3	A1B3C3D3	3 指 B9-3000	2.15	43.8	56.2
No. 4	1	4	4	4	A1B4C4D4	3CKABT ₃ -20	1.66	39.4	60.6
No. 5	2	1	2	3	A2B1C2D3	5 平多-1000	1.57	48.3	51.7
No. 6	2	2	1	4	A2B2C1D4	5 直矮-100	1.75	49.3	50.7
No. 7	2	3	4	1	A2B3C4D1	5 指 ABT ₃ -0	2.55	50.5	49.5
No. 8	2	4	3	2	A2B4C3D2	5CKB9-1000	1.57	48.3	51.7
No. 9	3	1	3	4	A3B1C3D4	7 平 B9-5000	3.14	51.6	48.4
No. 10	3	2	4	3	A3B2C4D3	7 直 ABT ₃ -10	2.97	54.8	45.2
No. 11	3	3	1	2	A3B3C1D2	7 指矮-25	3.34	52.8	47.2
No. 12	3	4	2	1	A3B4C2D1	7CK 多-0	2.36	45.0	55.0
No. 13	4	1	4	2	A4B1C4D2	9 平 ABT ₃ -5	1.87	50.8	49.2
No. 14	4	2	3	1	A4B2C3D1	9 直 B9-0	1.57	46.8	53.2
No. 15	4	3	2	4	A4B3C2D4	9 指多-1500	0.84	46.8	53.2
No. 16	4	4	1	3	A4B4C1D3	9CK 矮-50	1.12	38.5	61.5
总生物量	K1	6.56	7.44	11.81	5.40				
	K2	8.35	7.27	8.88	6.71				
	K3	7.98	5.75	8.43	9.05				
	K4	8.25	7.76	7.81	7.39				
	平均	1.64	1.86	2.95	1.35				
	平均	2.09	1.82	2.22	1.68				
	平均	2.00	1.44	2.11	2.26				
平均	2.06	1.94	1.95	1.85					
极差	0.45	0.50	1.00	0.91					
地上干重	K1	156.20	207.30	211.0	203.6				
	K2	225.00	186.70	198.20	211.10				
	K3	199.00	201.20	205.60	201.10				
	K4	186.60	206.00	195.40	225.50				
	平均	49.90	55.50	49.50	57.80				
	平均	50.06	53.20	48.80	52.30				
	平均	46.50	50.10	47.20	53.60				
平均	49.20	49.80	40.10	58.20					
极差	11.56	9.32	6.80	4.30					
地下干重	K1	239.60	203.60	195.80	215.30				
	K2	205.00	216.20	204.30	228.80				
	K3	215.10	225.20	209.50	204.50				
	K4	219.40	212.80	158.50	207.90				
	平均	59.90	50.90	48.95	53.83				
	平均	51.25	54.05	51.08	57.20				
	平均	52.78	56.30	52.38	51.13				
平均	54.85	53.20	39.63	51.98					
极差	8.65	5.40	12.75	6.08					

合为 A1B3C3D2, 即 3 d 浇水-指数施肥-B₀-3 000×10⁻⁶, 但在此正交组合中没有该组合, 从实验结果推荐最适组合为 A1B3C3D3, 即 3 d 浇水-指数施肥-B₀-3 000×10⁻⁶。分析表明, 使用植物激素种类和浓度是该苗木生物量积累的主导因素, 水肥管理有利于促进地上部分的生长, 植物激素种类是影响地下部分生物积累的主导因素。

3.4 新银合欢苗木最佳方案的综合评价

加权平均法, 就是在求平均数时根据观察期各资料重要性的不同, 分别给予不同的权数加以平均的方法, 特点是所求得平均数已包含了长期趋势变动, 是不同比重数据的平均数。

对 1 a 生新银合欢苗木的生长形态、生物量及分配指标进行相关分析。方差分析结果表明: 地径增长率显著性不明显, 苗高增长率、高径比、主根长、地上干重和地下干重差异显著; 主根粗、I 级侧根数、总生物量的差异性极显著。作为综合评价结果, 再排出不同水分条件下各施肥方法抗旱性强弱的位次。对不同水肥调控下新银合欢生物量及其分配的影响, 选取了苗高、地径、高径比、主根长、主根粗、I 级侧根数、总生物量、地上干重、地下干重作为综合评价指标, 由于 I 级侧根数与苗木生物量存在很大关联, 能够很好地反映苗木生长及生物量状况, 而且通过方差分析, 总生物量和 I 级侧根数差异极显著, 所以总生物量和 I 级侧根数权重系数各为 15%, 其余苗高、地径、高径比、主根长、主根粗、地上干重、地下干重各权重系数各为 10%。

进行苗木最佳方案的综合评价后, 各组合的加权平均值从高到低的顺序为 No. 13>No. 7>No. 14>No. 11>No. 3>No. 1>No. 6>No. 4>No. 12>No. 16>No. 8>No. 10>No. 2>No. 9>No. 5>No. 15。综合分析表明, 本试验的 16 个组合中, 最佳组合为 No. 13 (9 d 浇水-平均施肥-ABT₃-5×10⁻⁶), 其次是 No. 7 (5 d 浇水-指数施肥-ABT₃-0×10⁻⁶), 最差的是 No. 15 (9 d 浇水-指数施肥-多效唑-1 500×10⁻⁶)

4 结论与讨论

1) 对新银合欢 1 a 生苗木 16 个处理组合进行方差分析, 结果表明: 不同处理对苗木总生物量、地上部分干重、地下部分干重、苗木主根长、主根粗、I 级侧根数的影响显著。

2) 主、次因素分析结果表明: 影响苗木总生物量的主导因素是施肥, 其次是水分胁迫处理; 影响苗木地径、苗高生长量, 主根粗度和 ≥5 cm 的 I 级侧根数的主导因素是植物激素种类, 其次是浓度; 影响苗木主根长度和地上部分、地下部分生物量分配比例的主导因素是水分调控处理, 其次是施肥。

3) 以苗木的生长性状为依据, 用加权平均计算的方法进行综合分析的结果为: 16 个育苗组合中, 最佳的育苗组合为 No. 13 (9 d 浇水-平均施肥-ABT₃-5×10⁻⁶), 其次是 No. 7 (5 d 浇水-指数施肥-ABT₃-0×10⁻⁶), 最差的是 No. 15 (9 d 浇水-指数施肥-多效唑-1 500×10⁻⁶), 该组合生长缓慢, 生物量小, 不宜采用。

4) 由于大棚内的环境受到外界环境的影响, 因此很可能会影响到不同水分控制等级的稳定性而影响到试验结果, 为避免试验过程中大的误差, 采取浇水天数的水分调控措施, 也采取了多个重复试验的办法来减小误差的出现。

参考文献:

- [1] 刘勇. 苗木质量调控理论与技术[J]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [2] 乌丽雅斯, 刘勇. 造林树种苗木定向培育理论探讨[J]. 北京林业大学学报, 2004, 7, 26(4): 86-89.
- [3] 郭运瑞, 谭德俊. 概率论与数理统计(理工类)[M]. 北京: 人民出版社, 2006: 200-225.
- [4] 刘勇, 陆艳, 张志毅, 等. 不同施肥处理对三倍体毛白杨苗木生长及抗寒性的影响[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(1): 38-44.
- [5] 李贻铨. 林木施肥与营养诊断[J]. 林业科学, 1991, 27(4): 67-73.
- [6] 沈佐. 苗圃施肥研究综述[J]. 世界林业研究, 1992(3): 22-28.
- [7] 李素艳, 孙向阳, 刘凯英. 指数施肥技术在草坪培育中的应用[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(4): 44-48.
- [8] 吴贵生, 于治福, 于淑政, 等. 实验设计与数据处理[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1982: 46-67.
- [9] 沈国舫. 森林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [10] 曹翠玲, 胡潇, 宋红星, 等. B9 与多效唑提高早熟禾抗旱性生理机制的研究[J]. 草业科学, 2004, 21(10): 78-81.
- [11] 喻方圆, 徐锡增. 水分和热胁迫对 5 种苗木生长及生物量的影响[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, 27(4): 37-41.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.030

信南高速公路边坡乡土植物优选与配置模式优化研究

张国育¹, 李鹏飞², 雷亚凯², 田国行²

(1. 河南高速公路发展有限公司, 河南 郑州 450016; 2. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002)

摘要:采用实地调研法对信(阳)南(阳)高速公路乡土植物现状和生长过程进行了调查与研究,总结了52种乡土植物的种类及习性,针对不同植被类型、特点及边坡植被处理形式,经过分析总结,优选出35种乡土植物,提出11种优化的乡土植物配置模式,旨在为营造近自然植被群落的高效节约道路绿化景观奠定理论基础。

关键词:乡土植物;植物优选;配置模式;高速公路边坡

中图分类号:S731.8;S722.33 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0142-06

Selection and Optimized Configuration Model of Native Plant at Xinnan Highway Slope

ZHANG Guoyu¹, LI Pengfei², LEI Yakai², TIAN Guohang²

(1. Henan Highway Development Company, LTD, Zhengzhou 450016, China;

2. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The investigation and research on the status and growth process of native plants at Xin (yang) -Nan (yang) highway have been carried on by using the field investigation method. The kinds and habits of 52 native plants species were summed up in the paper. As to different vegetation types, characteristics and treatment of slope vegetation form, 35 kinds of native plants and 11 kinds of native vegetation configuration mode were selected and optimized, which aimed to lay a theoretical foundation for creating a nearly natural vegetation communities so as to make road greening landscape efficiently and economically.

Key words: native plant; optimized plant; configuration mode; Xinnan highway

高速公路边坡植被作为道路和周边农田或水域相连的景观界面,不仅将由于高速公路建设而产生的消极景观恢复为具有生命力的积极景观,同时又起着保持水土的作用。随着国家十二五计划的开展,高效节约型绿地已成为今后高速公路景观构建的大趋势,而乡土植物的选择和应用将成为提高边

坡植被恢复效率、养护管理效果以及节约恢复成本的有效途径,并将在高速公路低成本养护的大背景下发挥着越来越重要的作用。

乡土植物的应用已在世界范围内兴起,阿姆斯特德在纽约中央公园的建设中提出“利用本地乡土树种”,被称为阿姆斯特德原则^[1];英国学者 Brain

收稿日期:2015-06-17;修回日期:2015-07-20.

项目编码:2013J49,2014Z06.

作者简介:张国育(1970-),女,河南郑州人,高级工程师。主要从事高速公路植被恢复与养护管理研究。E-mail:1138560830@qq.com

通信作者:田国行(1964-),男,河南新乡人,教授,博士生导师。主要从事高速公路生态恢复及城乡绿地资源建设与管控。E-mail:tgh0810@163.com

Clouston 在其主编的《Landscape Design With Plants》一书中对“乡土植物在城区的运用”也进行了论述^[2]。喻自祥、陈仁忠等在新河高速公路建设中对滇桐、葛藤、黄金间碧竹等乡土植被进行了栽培和驯化研究^[3];崔莉、田国行等提出在公路绿化建设中要以生态平衡和注重生物多样性保护为基础,营造近自然的生态环境,创造一个发挥最大的生态效益和景观效益的绿色生物防护体系^[4],可见,乡土植物的选择与应用是未来景观绿化的必然趋势。

1 研究区概况

信南高速穿过河南省南阳市,属亚热带季风气候向暖温带大陆性气候过渡区,水热资源最丰富;丰水期(7~9月)和枯水期(12月至次年3月)明显,四季分明。冬干冷,少雨雪;夏炎热,雨量充沛。年均温 14.4~15.7℃,最热月均温 26.9~28.0℃,最冷月均温 0.5~2.4℃。年均降雨量 703.6~1 173.4 mm,主要集中于 6~9月,约占全年总降雨量的 60%~68%,沿线从东到西降雨量差异大。年日照时间 1 897.9~2 120.9 h,年无霜期 220~245 d。主要乡土树种有麻栎(*Quercus acutissima*)、栓皮栎(*Quercus variabilis*)、茅栗(*C. seguinii* Dode)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、槲栎(*Quercus aliena*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、化香(*Platycarya strobilacea* Sieb. Et Zucc)等。

2 研究方法

植物调查:采用实地调研法和归纳总结法,从 2014 年 6 月至 2015 年 4 月为时 1 年对 A、B、C、D 样地进行定期观察,同时采用践踏法对高速公路沿线路段抽样调研,抽查调研路段桩号为 K1071、K1081、K1121-1123、K1121-1122、K1273、K1265-1266、K1264-1265、K1248、K1024-1023、K1354-K1355、K1359+548 等,通过野外调查,记录路域植物品种、特征、群落结构、植物长势、景观效果等,并拍摄照片、标本采集、完整记录其生境、对不认识的植被进行细致鉴定,归纳总结出适合本段高速公路绿化的乡土植物,并根据恢复生态学的原理设计其应用方法。植被覆盖度(针刺法)、地上、地下生物量、植物高度等均参考《植物群落学实验手册》^[5],植被地上地下生物量、根系直径及抗拉强度数据均根据植被旺盛期(6月、7月、9月)数据进行分析总结得出。

根系抗拉强度测量:根系抗拉强度利用弹簧刻

度拉力计(50N 和 500N)进行测量,同时用游标卡尺对直径进行测量。用 Excel 对数据进行整理统计然后进行分析。

表 1 定点试验路段

Tab. 1 Designated test section

样点	边坡类型	位置	桩号	坡比
A 段	填砂路堤	南阳宛城区溧河镇	K1121	1:1.5
B 段	亚粘土路堑边坡	泌阳县陈庄	K1035	1:1.75
C 段	全风化岩	南阳黄岗乡	K1036	1:1.5
D 段	风化岩路堑边坡	南阳黄岗乡	K1010	1:1.5

3 高速公路边坡乡土植物的优选

通过调研总结,共调查了 52 种边坡(不含路肩)绿化乡土植物,主要是以豆科、禾本科、菊科为主。豆科 6 种,以紫花苜蓿、紫穗槐、白三叶为主;禾本科 11 种,以黑麦草、高羊茅、燕麦为主。菊科 8 种,以艾草、黄花蒿、苍耳为主。不常见的植被有茜草、荩草、猪殃殃、荠荠菜、狗娃花、老鹳草、泽漆、水稗草等。

以 8 种常见边坡绿化植物紫穗槐、荆条、小叶扶芳藤、高羊茅、蛇莓、艾草、紫花苜蓿、石竹为例,对植被的高度、地上地下生物量、植被的抗拉强度及根系直径等几个方面进行数据的分析和总结,为植物配置模式的优化提供基本数据基础。

表 2 2014~2015 年植被基本情况

Tab. 2 Vegetation basic information from 2014 to 2015

植被	恢复年限	拉力/N	直径/mm	根冠比	重要值	生长势	景观效果
紫穗槐	2005	480.00	8.50	1.46	0.75	优	优
荆条	2005	350.00	4.50	1.25	0.67	优	优
小叶扶芳藤	2007	20.00	0.20	2.51	0.80	良	良
高羊茅	2005	18.80	0.53	1.17	0.28	优	良
蛇莓	2007	9.89	0.92	2.14	0.32	优	良
艾草	2006	30.70	1.49	1.33	0.17	良	中
紫花苜蓿	2005	290.00	2.50	0.46	0.72	优	优
石竹	2007	35.00	1.80	2.35	0.26	良	优

植被高度、地上地下生物量、根系抗拉强度、植被根系直径变化见图 1~图 4 所示。

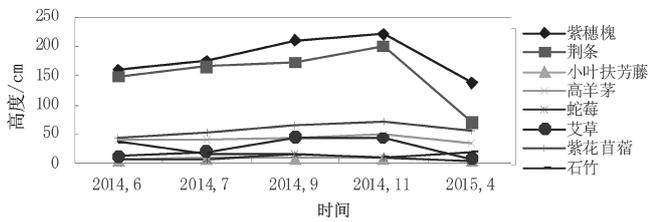


图 1 2014~2015 年植被高度变化

Fig. 1 Vegetation height change chart from 2014 to 2015

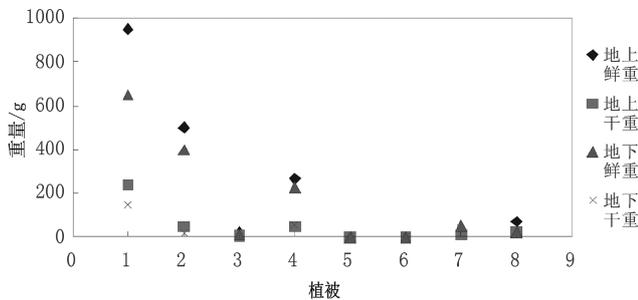


图 2 植被地上、地下生物量

Fig. 2 Aboveground and underground vegetation biomass

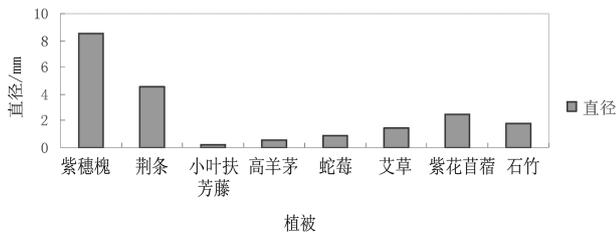
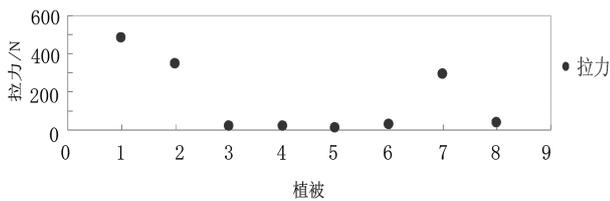


图 3 植被根系直径

Fig. 3 Vegetation root diameter



注:1. 紫穗槐 2. 荆条 3. 小叶扶芳藤 4. 高羊茅 5. 蛇莓 6. 艾草 7. 紫花苜蓿 8. 石竹

图 4 植被根系抗拉强度

Fig. 4 Vegetation root tensile strength

由图 1~图 4 可以看出,紫穗槐、荆条、紫花苜蓿在高度、地上生物量及其抗拉强度上均优于其他植被,草本中高羊茅、石竹优于艾草和蛇莓,蛇莓在景观效果上表现优越。以此为例对 52 种乡土植物进

行分析整理,优选出 35 种乡土植物(表 3)。

紫穗槐、紫花苜蓿、荆条、黑麦草、高羊茅是信南高速公路常见的边坡绿化植被,也是边坡绿化的优势种、建群种,具有覆盖面大,根系抗拉强度大、保持水土等优点;藤本的小叶扶芳藤群落适合在阴坡生长,生长势强,蔓延性广,可蔓延到路肩及其边坡附近,扶芳藤配合六角块栽植能够使植物覆盖不同的坡位,适合种植在高边坡的石质边坡上。

具有开发潜力的野生乡土草本植被有:野豌豆、蛇莓、夏枯草、紫堇、鸡屎藤、早熟禾、天蓝苜蓿、燕麦、狗牙根、艾草。野豌豆、夏枯草、紫堇是紫色花卉,天蓝苜蓿是黄色花卉,能形成独特景观带;夏枯草是黄冈乡广泛种植的药材植物,可以作为景观文化体系的代表;狗牙根根系盘根错节,生命力强,具有防止水土流失的作用。

4 高速公路边坡乡土植物配置模式的优化

4.1 边坡乡土植物配置模式

边坡植被配置模式尽量采用乡土植物搭配;适量引用外来植物,以构建自然植物群落这一目标为前提,先锋种、优势种、建群种与伴生种相结合的原则^[6],按照不同区域和立地条件来进行植被的选择与配置。选用的本地乡土植物有:野豌豆、紫穗槐、小叶榆、荆条、刺槐、香椿、鸡屎藤、小叶扶芳藤、紫堇、蛇莓、月季、苦苣菜、荠苎菜、问荆、天蓝苜蓿,选用的外来物种有:黑麦草、高羊茅、紫花苜蓿、波斯菊、石竹等。

4.1.1 配置模式一:单一模式

单一的植被群落配置一方面是因为群落具有单体美,可以形成良好的景观效果,例如夏枯草群落、紫花苜蓿群落等。另一方面由于有些植被群落生长具有排它性、缠绕性、郁闭度较高等特点,造成后期草本植被生长缺乏阳光和生长空间,从而形成单一的群落,例如紫穗槐群落、小叶扶芳藤群落等。以下是单一的群落模式:

1) 纯灌木:紫穗槐群落、荆条群落、刺槐群落、构树群落、火棘群落

此群落具有适应性强、覆盖度高、景观效果好等特点,火棘果实鲜艳艳丽,秋季营造景观效果佳,满树红果在一片绿景中尤为醒目,避免司机疲劳驾驶。

适应植物生长的条件:对土壤、气候、坡向、坡位等要求不严,适应性强。适应植物生长的主导因子:水分。适应边坡类型:路基边坡、路堑边坡、高边坡。

表3 信南高速公路边坡优选的乡土植物
Tab.3 Preferred native plants lat Xinnan highway slope

植物名	科	生长型	生长习性	繁殖	群落地位
1. 紫穗槐 <i>Amorpha fruticosa</i> L.	豆科	落叶灌木	喜光、耐寒,耐旱,耐湿,耐盐碱和抗风沙。	播种、扦插	优势种、先锋种
2. 构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	桑科	落叶乔木	喜光,耐旱,耐瘠薄。	播种、扦插	优势种
3. 香椿 <i>Toona sinensis</i>	楝科	落叶乔木	喜温、喜光,较耐湿、耐冻。	播种、分株	优势种
4. 荆条 <i>Vitex negundo</i> L.	马鞭草科	落叶灌木	喜光、耐寒、耐旱,耐瘠薄。	播种、扦插、压条	优势种、先锋种
5. 刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	豆科	落叶乔木	喜湿、喜光,不耐荫,较抗旱。	播种	优势种、先锋种
6. 火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	蔷薇科	常绿灌木	喜光,耐旱,较耐寒、耐修剪。	播种、扦插	优势种
7. 楝树 <i>Melia azedarach</i> L.	楝科	落叶灌木	喜光,耐旱,耐瘠薄,不耐庇荫,较耐寒。	播种、扦插	优势种
8. 榆树 <i>Ulmus pumila</i> L.	榆科	落叶灌木	喜光,耐旱,耐寒,耐瘠薄,不择土壤,适应性很强。	播种、扦插	优势种
9. 木香 <i>Rosa banksiae</i> Ait.	蔷薇科	攀援小灌木	喜光,耐半阴,较耐寒,不拘土壤,耐干旱,耐瘠薄	播种、扦插、压条	常见种
10. 紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	豆科	多年生草本	抗旱,耐寒,适应性强。	播种	优势种、先锋种
11. 高羊茅 <i>Festuca arundinacea</i>	禾本科	多年生草本	喜阳,耐干旱,耐潮湿。	播种	优势种、先锋种
12. 艾草 <i>Artemisia argyi</i> H.	菊科	多年生草本	耐旱,适应性强。	播种、分株	伴生种
13. 蛇莓 <i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke	蔷薇科	多年生草本	喜阴、耐寒、不耐旱。	播种、分株	优势种、伴生种
14. 白三叶 <i>Trifolium repens</i> L.	豆科	多年生草本	喜光,耐半阴,不耐高温、干旱。	播种	优势种、先锋种
15. 早熟禾 <i>Poa annua</i> L.	禾本科	一年生禾草	喜光,耐荫,耐旱、耐瘠薄。	播种	常见种
16. 茅草 <i>Imperata cylindrica</i>	禾本科	多年生草本	耐旱,耐瘠薄,适应性强。	播种、分株	优势种、先锋种
17. 狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i> Pers.	禾本科	多年生草本	耐热、抗旱,不抗寒,不耐荫。	分根	优势种
18. 石竹 <i>Dianthus chinensis</i> L.	石竹科	多年生草本	喜光,耐寒,耐干旱,不耐热。	播种、扦插、压条	常见种
19. 问荆 <i>Equisetum arvense</i> L.	木贼科	多年生草本	不拘土壤,喜湿润气候。	孢子、根茎	伴生种
20. 波斯菊 <i>Cosmos bipinnata</i> Cav.	菊科	1 a、多年生草本	喜光,耐贫瘠,不耐寒。	播种、扦插	优势种
21. 天蓝苜蓿 <i>Medicago lupulina</i> L.	豆科	1 a、2 a 生草本	耐寒、耐干旱、耐瘠薄。	播种	优势种
22. 黄花蒿 <i>Artemisia annua</i> Linn.	菊科	1 a 生草本	适应性强。	苗植	伴生种
23. 苍耳 <i>Siberia Cocklebur</i>	菊科	1 a 生草本	喜温暖,耐干旱,不拘土壤。	播种	伴生种
24. 小叶扶芳藤 <i>Euonymus fortunei</i>	卫矛科	常绿藤本	较耐寒,耐荫,喜湿润环境。	播种、压条	优势种
25. 紫藤 <i>Wisteria sinensis</i> Sweet	豆科	落叶藤本	喜光,较耐寒,耐水湿及瘠薄。	播种、扦插	优势种
26. 鸡屎藤 <i>Herba Paederiae</i>	茜草科	多年生藤本	喜温暖湿润,喜砂质壤土。	播种、扦插	优势种
27. 地锦 <i>Parthenocisus tricuspidata</i>	葡萄科	多年生落叶藤本	喜光,耐荫、耐暑,喜阴湿,不拘土壤,适应性强。	播种、扦插、压条	优势种、先锋种
28. 燕麦 <i>Avena sativa</i> L.	禾本科	1 a 生草本	喜凉爽,不耐寒,不适盐碱土。	播种	伴生种
29. 黄花蒿 <i>Artemisia annua</i> L.	菊科	1 a 生草本	耐旱,适应性强。	播种、苗植	伴生种
30. 野豌豆 <i>Vicia sepium</i> Linn.	豆科	多年生草本	耐阴,耐旱。	播种	先锋种,伴生种
31. 紫堇 <i>Corydalis edulis</i> Maxim.	罂粟科	1 a 生草本	喜光,耐荫。	播种	伴生种
32. 小飞蓬 <i>Conyza canadensis</i> (L.)	菊科	1 a 生草本	喜阳,耐寒,喜湿。	播种	常见种
33. 野胡萝卜 <i>Daucus carota</i> L.	伞形科	2 a 生草本	喜光,耐旱、耐荫,不拘土壤。	播种	伴生种
34. 夏枯草 <i>Prunella vulgaris</i> L.	唇形科	多年生草本	喜温暖,能耐寒,适应性强。	播种、分株	优势种
35. 虎尾草 <i>Chloris virgata</i> Swartz	禾本科	1 a 生草本	喜湿润,耐干旱,不耐淹。	播种、分株	常见种

2) 纯藤本:小叶扶芳藤群落、鸡屎藤群落、紫藤群落

小叶扶芳藤群落在阴坡适应性良好,品种繁多,具有匍匐茎和直立茎的优点使其覆盖度增大,景观效果佳;鸡屎藤虽然具有特殊气味,但是作为信南地区乡土植被具有较好的开发潜力;紫藤对土壤条件要求严格,适应性较差,但是景观效果好,可开发适应性强的品种。

适应植物生长的条件:阴坡。适应植物生长的主导因子:光照。适应边坡类型:路基边坡。

3) 纯草本:夏枯草群落、紫花苜蓿群落、天蓝苜蓿群落、蛇莓群落

夏枯草作为本地的中药材植被,虽无法进入食物链,但是可以形成景观带,构建地方具有特色的景观;天蓝苜蓿和蛇莓都是具有开发潜力的乡土植被,可应用到今后的植被重建中。

适应植物生长的条件:充足的水分,光照及肥沃的土壤。适应植物生长的主导因子:水分。适应边坡类型:路基及路堑边坡中下坡位及路肩。

4.1.2 配置模式二:复合模式

复合模式主要是运用小乔木、灌木或藤本、草本相结合的乔灌草模式,组建复层结构,增加物种多样性和丰富度。缀花草本与根系强大的护坡植物相结合,满足视觉美的同时,注重边坡的稳定性,防止水土流失。

1) 模式一:野豌豆+紫堇+高羊茅/黑麦草+紫穗槐/刺槐/荆条,配置比例 3:1:1:5

野豌豆和紫堇属于伴生种、先锋种,高羊茅、紫穗槐、刺槐、荆条是优势种,灌木层:紫穗槐,草本层:野豌豆+紫堇。群落适合种植在路堑边坡,中上坡位种植高羊茅、紫穗槐,路肩及坡下野豌豆和紫堇进行混植,营建紫色景观带。野豌豆和紫堇花期 4~5 月,具有野草之美,同时野豌豆缠绕茎可以依附在紫穗槐上,立体景观效果佳,高羊茅可在野豌豆和紫堇生命周期结束后增加草本层优势,同时中下层高羊茅大量的须根可以起到涵养水源,保持水土作用。

适应植物生长的条件:阴坡,充足的水分,湿润的气候,肥沃的土壤。适应植物生长的主导因子:水分。适应边坡类型:生土填筑的路堑边坡。

2) 模式二:石竹+波斯菊+高羊茅+紫穗槐/刺槐/荆条,配置比例 2:2:2:4

此模式同模式一基本相同,只是用石竹和波斯菊代替野豌豆和紫堇,营造的是粉色和黄色景观带,石竹不仅花色繁多,而且花朵大而密,4~5 月盛花

期,可吸引蜜蜂等动物,增加生物多样性,同时路肩至下坡位种植波斯菊可形成花带和花镜。

适应植物生长的条件:雨量充沛、光照充足。适应植物生长的主导因子:水分及光照。适应边坡类型:生土填筑的路堑边坡。

3) 模式三:黄花蒿+紫花苜蓿+高羊茅+黑麦草,配置比例 4:1:5

黄花蒿属于伴生种、先锋种,为黄色小野花;紫花苜蓿根系盘根错节,具有很好的防护作用,同时紫色花朵也起到点缀景观的作用,高羊茅和黑麦草都是须根类植被,可起到涵养水源,稳定边坡作用。

适应植物生长的条件:亚粘土及生土,坡度不宜过陡。适应植物生长的主导因子:土壤。适应边坡类型:路基边坡。

4) 模式四:蛇莓+问荆+高羊茅+木香,配置比例 3:1:6

主要利用信南地区常见的乡土植物蛇莓,蛇莓不仅在建群之初称为建群种,同时能够称为优势种,红果也起到点缀作用,与石竹应用到路基边坡的路肩形成优美的景观;问荆和蛇莓是伴生种,二者可以相辅生长,搭配高羊茅弥补蛇莓根系浅的缺点。

适应植物生长的条件:亚粘土、阳坡、水分。适应植物生长的主导因子:光照和水分。适应边坡类型:路基边坡。

5) 模式五:艾草+狗牙根+茅草+高羊茅+小叶榆群落,配置比例 1:5:1:1:2

狗牙根和茅草是生长力旺盛的植被,长势良好,容易成活,是建群种和优势种,结合小乔木小叶榆和高羊茅,增加物种多样性。

适应植物生长的条件:亚粘土及生土、阳光充足。适应植物生长的主导因子:光照与水分。适应边坡类型:路基边坡、路堑边坡。

6) 模式六:月季+地锦+小叶扶芳藤+苦苣菜+芥荠菜,配置比例 2:3:4:0.5:0.5

藤本月季和地锦的攀援性,增加坡面的覆盖度。同时月季是南阳的市花,常见于路肩种植,少见于边坡,如果能够培育适应性强的小叶月季或者藤本月季应用于边坡上,不仅能够体现南阳文化的地域性,而且能够成为一条靓丽风景线。

适应植物生长的条件:硬质边坡下的种植池、阴坡、肥厚的土壤。适应植物生长的主导因子:土壤、坡位、水分及植被自身的攀援性。适应边坡类型:路堑边坡的高硬质边坡或拱形架边坡及路肩。

7) 模式七:白三叶+茅草+燕麦+艾草群落,配置

比例 2 : 4 : 3 : 1

优点:体现线条美和野草之美,这种植物搭配主要体现竖向植物的立体美,茅草、燕麦都具有线条美。

适应植物生长的条件:水分和光照,适合 B、C 试验段。适应植物生长的主导因子:水分和光照。适应边坡类型:路堑边坡路肩地带。

8)模式八:天蓝苜蓿+黑麦草+白三叶群落,配置比例 2 : 6 : 2

黑麦草和白三叶二者之间可以形成良好的空间关系相伴生长,天蓝苜蓿黄色花朵也可以起到点缀作用。

适应植物生长的条件:肥厚的土壤、阴坡、一定的降水量。适应植物生长的主导因子:土壤。适应边坡类型:路基边坡。

4.2 优化乡土植物的途径

4.2.1 开展乡土植物选择、繁殖驯化,栽培新品种

前期对具有潜力的野生乡土植物种子进行野外收集,可以采用撒播表层土法来收集冬季乡土植物掉落在表土上的种子,然后撒播在边坡上,让其自然萌发。也可以培育驯化具有耐旱、耐寒、适应性强,根系相对发达、景观效果好等特性的植物新品种,能更大范围地应用于高速公路植被绿化建设中。发展苗圃地,形成苗木企业,完善苗木采种、育苗、销售、施工等配套体系。同时可以与当地农民结合,签订合同,促进乡土植物的采种、种植、培育^[9]。

4.2.2 工程技术与植被绿化相结合

工程前期可利用液压喷播的形式,采用厚基质与乡土植物种子混合技术,将野生花卉花籽和绿化常用花卉花籽与基质混播,例如可以将波斯菊、高羊茅、野豌豆等草本种子以及榆树等种子混合于绿化基质中,基质里的有机质、化肥、土壤条件较好,因此植物生长迅速,根系发育较好,有利于打造野花花镜或者野花点缀边坡,营造近自然的植被群落模式。同时可以利用植生袋技术将可扦插的植物例如紫穗槐、荆条等进行扦插繁殖,乔灌木结合,使边坡更加具有稳定性。

4.2.3 建立区域保护区

高速公路作为线性空间,植被种类和数量不同,为了便于保护,采用日本等级保护方法^[7],在此基础上进行改进,将高速公路划分以下区域进行保护:原始群落保护区、入侵植物保护区、基因保护区、半

人工化群落保护区。隔离入侵植物,保护具有基因遗传潜力的植物。

4.2.4 改善适合乡土植物生长的立地条件

高速公路边坡大多采用客土、石块、炉渣、建筑垃圾等回填,导致植被可生长的土层薄,有机质匮乏等特点,可以采用喷洒有机肥,更换表土的做法,改善乡土植物的生长环境。

5 结论与建议

乡土植物的选择和应用是高速公路绿化效果成败的关键,除了常见的高速公路边坡乡土植物高羊茅、紫穗槐、荆条、紫花苜蓿外,还应该优选更具适应性的本地乡土植物狗牙根、蛇莓、野豌豆、艾草等,选择最佳高速公路边坡植被配置模式,才能从景观上、生态上最大尺度地满足边坡绿化及其防护的需要。

信南高速公路边坡乡土植物资源丰富,但是利用乡土植物进行边坡的绿化恢复与构建是一个长期的过程,需要不断地探索与试验,因此在此过程中应该注意做到以下几点:前期多部门统一规划协作;注重野生植物基因库的保护,减少公路施工对野生植物群落生境和植被的破坏;推进乡土苗圃建设;同时要加强对政府的引导和扶持;完善市场体系及法规等。为乡土植物的推广与发展建立法规、市场体系的有效保护,打造近自然化的生态高速公路体系。

参考文献:

- [1] 李树华. 建造以乡土植物为主题的园林绿地[J]. 中国园林, 2005, 21(1): 47-49.
- [2] 郇芷若. 西方园林[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2002.
- [3] 喻自祥, 陈仁忠, 杨汉忠等. 新河高速公路乡土植物栽培与驯化研究[J]. 公路, 2008, 2(2): 98-100.
- [4] 崔莉, 田国行, 王凯. 高速公路绿化生物多样性途径探讨[J]. 中外公路, 2007, 4(27): 311-313.
- [5] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范[M]. 生物多样性, 2009, 17(6): 533-548.
- [6] 谢振华, 李红, 陈志阳. 京珠高速公路(衡阳段)乡土植物数量分类及其在生态绿化中的应用[J]. 中国农学通报, 2011, 27(31): 310-316.
- [7] 陈晓. 北京城市建成区乡土植物应用现状与发展对策[J]. 科学技术与工程, 2010, 4(11): 2604-2609.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.031

梧州至柳州高速公路建设景观影响评价

梁维平¹, 黄志平¹, 刘频¹, 钟耀才²

(1. 广西区林业勘测设计院, 广西南宁 530011; 2. 国有大桂山林场, 广西贺州 542899)

摘要:采用“景观生态学方法”中有关指数,分析梧州至柳州高速公路建设对公路沿线景观的影响,进行景观优势度与格局影响评价、项目建设对景观视觉的影响分析与评价以及旅游景观影响评价。为使公路建设尽量减少对沿线景观的影响,提出景观保护与缓解措施。

关键词:景观类型;景观指数;景观格局;景观影响评价;高速公路建设

中图分类号:S731.8;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0148-05

Landscape Impact Assessment on Expressway Construction between Wuzhou and Liuzhou

LIANG Weiping¹, HUANG Zhiping¹, LIU Pin¹, ZHONG Yaocai²

(1. Guangxi Forestry Survey and Design Institute, Nanning 530011, China;

2. State-owned Daguisan Forest Farm, Hezhou, Guangxi 542899, China)

Abstract: The planned expressway of Wuzhou and Liuzhou is a new cross-4 extension in “Guangxi highway network planning revision”. and play an important role in the coordinating development of regional economy. In order to minimize the impact of road construction along the landscape, the paper adopted related index of “landscape ecological method” to evaluate the scenery advantage and arrangement impact of expressway construction’s effect on scenery along the expressway as well as analyzing the impact of scenery construction project on the scenery’s visual qualities. Thus subsequent mitigation measures are proposed.

Key words: landscape type; landscape index; landscape pattern; impact assessment; expressway construction

1 梧州至柳州高速公路项目概况

1.1 梧州至柳州高速公路建设意义

拟建的梧州至柳州高速公路是《广西高速公路网规划修编》中新增的横4支线,项目建设不但缩短了柳州至梧州、广州的距离,对项目所在区域承接珠三角地区产业转移,促进泛珠三角经济一体化,加快区域经济的协调发展具有重要的推动作用。项目

的实施将极大地改善当地的交通状况和投资环境,对完善广西公路网结构,促进桂中和桂东地区旅游资源的开发整合,加快形成以柳州和梧州两大著名旅游城市为基地的黄金旅游新通道,推动沿线少数民族地区经济发展和促进各民族间融合,提升广西综合竞争力等具有重大意义。

1.2 梧州至柳州高速公路建设内容及目标

拟建公路起点位于梧州市长洲区,与桂梧高速

收稿日期:2015-03-30;修回日期:2015-06-01.

作者简介:梁维平(1969-),男,广西南宁人,高级工程师.主要从事林业调查规划、营造林工程规划等工作.

公路马江至梧州段相接,途经梧州市长洲区、苍梧、藤县、平南、桂平、金秀、象州、柳江、鹿寨、柳州市鱼峰区共10个县(市、区),终点在柳州东互通式立交桥。公路总里程314.5 km,其中主线全长214.3 km,连接线100.1 km。公路主线采用双向四车道标准修建,全立交、全控制出入,路面结构为沥青混凝土,设计速度为100 km/h,路基宽度26 m。平南东和象州连接线按新建二级公路标准设计,设计速度为80 km/h,路基宽度为15 m;东华、运江、江口连接线按新建二级公路标准设计,设计速度为60 km/h,路基宽度为10 m;国安至垌心连接线按新建二级公路标准设计,设计速度为40 km/h,路基宽度为8.5 m;大瑶山连接线按新建三级公路标准设计,设计速度为30 km/h,路基宽度为7.5 m。

1.3 公路沿线生态景观环境现状

1.3.1 沿线景观资源

1) 山水景观资源。公路沿线的山脉属五岭南支,广义称“岭南”。东段(起点)梧州,山峦起伏,沟壑纵横,中山、低山、丘陵、峡谷连绵蜿蜒;中段金秀大瑶山的主峰圣堂山为桂中第一高山,海拔2 000 m。远观山体,犹如金象奔腾,气势磅礴;西段(终点)柳州,为喀斯特地貌,沿途可见突兀蓝天的峰丛、峰林、孤峰、溶洞、漏斗、奇石,这些石山上都生长着树木,堪称“石上森林”。公路建设区的江水沿着地势从西向东流,均属珠江水系。东段河流有浔江、濛江、大鹏河;中段有罗秀河;西段是柳江以及跨越众多山涧的溪流、水库、涌泉等水体景观。

2) 生物景观资源。公路建设区最具特色的生物景观资源是大瑶山的原始森林和珍稀树木。南方铁杉林蓊郁如黛,林下杜鹃漫山遍野,野八角、木姜子、香樟树散发出阵阵幽香。公路沿线最具特色的珍稀植物是活化石——世界“银杉”王和国家一级保护珍稀动物“黑叶猴”。黑叶猴仅生活在广西和贵州的山区,2009年世界上首只人工繁殖的第六代黑叶猴在梧州降生。

3) 人文景观资源。东段(梧州、桂平):处桂东南,著名的人文景观有梧州骑楼城、李济深故居、金田村太平天国起义遗址、百里浔江画廊景区、石表山国家4A级风景区、桂平北回归线标志公园等。中段(金秀、象州):著名人文景观有金秀—“世界瑶都”、金秀瑶族博物馆、象州石巷迷宫、花池温泉、武宣莫氏土司衙门署、大瑶山国家森林公园、太平狮山国家森林公园等。西段(柳州):人文景观有鱼峰山、都乐岩风景区、龙潭公园、江滨公园、广西第一古

塔—东塔、柳江马坝人头骨化石遗址、甘前岩古人类遗址、“九厅十八井”古建筑群等。

1.3.2 景观类型

根据区域气候、地貌、植被及人类活动影响,将公路沿线划分为9个景观类型,即山岳与谷地景观、河流(包括湖泊、水库、塘)景观、亚热带针叶林景观、常绿阔叶林景观、常绿落叶阔混交林景观、灌丛景观、疏林与草地景观、果园景观、农田(包括村落、景区、古迹)和道路景观等。

2 公路建设景观影响评价

2.1 景观影响识别

2.1.1 公路建设直接涉及用地范围

项目区即为高速公路初步设计红线范围内的区域,包括长期用地和临时占地范围,涉及到梧州市的长洲区、苍梧、藤县、平南、桂平、金秀、象州、柳江、鹿寨、柳州市鱼峰区共10个县(市、区),以及国有三门江林场,土地总面积2 106.583 0 hm^2 (长期用地1 866.816 7 hm^2 、临时用地239.766 3 hm^2),其中拟使用林地1 091.098 8 hm^2 ,占用地总面积的51.8%。

2.1.2 公路景观敏感点段识别

景观敏感点是指能给人留下深刻印象,最受人们关注和直面大多数人的景观。对于梧州至柳州公路来说,公路沿线给人们印象影响最深的莫过于“大瑶山”的主峰圣堂山、原始森林、浔江、柳江、濛江以及风景名胜了,这些景观敏感点段是景观影响评价的重点点段。

2.1.3 公路重要景观资源识别

结合公路沿线经过的区域地段,涉及的重要景观资源较多,如桂平北回归线标志公园、太平天国起义遗址、广西第一古塔—东塔、柳江马坝人头骨化石遗址等以及涉及大平山自然保护区和国家重点保护野生动植物资源,这些资源是景观评价和景观保护的重要目标。随着公路修通,其保护和利用价值进一步显现。景观影响评价中一项重要的任务就是深入调查了解,以识别这类有重要价值的资源,提出保护与减少影响措施。

2.1.4 各种影响方式识别

公路建设对景观环境影响主要有:

1) 切割连续的自然景观,使其空间连续性和自然性被破坏。最常见的是切割山坡、森林、田野,在绿色的背景上划出一条明显的人工印迹。深挖路段之上的边坡,高填路段之下的边坡,采石场和弃土

场,此类影响尤为明显。

2) 占领和破坏重要的自然景观或人为景观,使区域景观资源受到损害。经常发生在山岳和沟谷地区,因地域狭小,公路无法通过替代选线来避开这类敏感区。

3) 公路景观障碍,使沿线居民视觉受到影响。高大的路堤阻挡沿线居民的视野,体量庞大的现代化桥梁使古代狭窄的木桥相形见绌,高大的立交桥占据整个视觉空间或景观节点,阻断景观廊道或遮挡城市及山峦空间轮廓线等,都造成景观影响(毛文永,2005)。

2.2 景观优势度与格局影响评价

2.2.1 景观优势度指数与景观格局影响指数

1) 景观优势度指数。公路修建对景观影响,首先是景观优势度指标变化。景观由斑块、本底和廊道组成,其中本底是景观的背景地块,是景观中一种可以控制环境质量的组分。因此,本底的判定是公路空间结构变化分析的重要内容。判定本底有 3 个

标准,即相对面积大、连通程度高、有动态控制功能。本底的判定多借用传统生态学中计算植被重要值的方法。决定某一斑块类型在景观中的优势,也称优势度值(Do)。优势度值由密度(Rd)、频率(Rf)和景观比例(Lp)3个参数计算得出(《环境影响评价技术导则 非污染生态影响 HJ/T19-1997》)。

2) 景观格局影响指数。公路修建对景观空间格局变化影响常用“景观多样性”表示,根据景观多样性的研究内容又分成 3 种类型,即斑块多样性、类型多样性和格局多样性。景观多样性的测定指标包括景观中的斑块数目、面积大小、形状、破碎度、分维数,类型的多样性指数、优势度、丰富度、聚集度、连接度、连通性、修改的分维数等(余新晓等 2006)。结合项目实际,主要计量“多样性指数(H)”、“景观破碎度(C)”、“分维数(P)”和“斑块形状指数(S)”,公路修建前后对比结果如表 1 所示。

表 1 修建公路前后沿线 2km 范围内主要景观类型的景观指数

Tab. 1 Landscape indices of landscape types within 2km range along the main road before and after construction

景观类型	面积/hm ²		频率(Rf)		景观比例(Lp)		景观优势度(Do)		多样性指数(H)		分维度指数(p)		形状指数(s)		破碎化指数(C)	
	前	后	前	后	前	后	前	后	前	后	前	后	前	后	前	后
山岳与谷地	55.6	40.6	15.5	10.2	15.5	15.5	15.3	15.4	2.863	2.860	1.234	1.220	1.452	1.372	0.57	0.68
河流	10.3	10.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.3	1.758	1.758	1.283	1.283	1.632	1.632	0.42	0.53
亚热带针叶林	588.3	126.3	23.2	8.1	23.2	7.2	23.1	10.5	2.842	2.463	1.269	1.251	1.583	1.428	0.32	0.57
常绿阔叶林	425.0	94.5	15.4	3.2	15.4	6.1	15.2	5.0	2.472	2.483	1.253	1.238	1.293	1.175	0.12	0.23
常绿落叶针阔混交林	425.0	104.5	10.7	4.2	10.7	5.3	10.5	4.2	2.364	2.356	1.228	1.217	2.213	2.105	0.33	0.45
果园	230.0	170.2	6.9	2.8	6.9	3.5	6.8	2.0	2.238	2.213	1.236	1.209	1.974	1.265	0.44	0.53
农田	530.0	445.1	20.2	14.4	20.2	5.3	21.7	5.6	1.563	1.563	1.220	1.212	2.309	2.296	0.37	0.48
道路	30.2	1091.1	2.8	51.8		51.8			1.756	1.703	1.653	1.601	15.334	24.563	0.22	0.31
合计	2106.6	2106.6														

2.2.2 公路建设对沿线主要景观类型格局影响分析

1) 山岳与谷地景观。从表 1 可以看出,公路修建,山体被采挖、切割,山体面积减少了 10 hm²,由于山体斑块被切割,斑块增加,因而斑块平均面积减少,景观出现的频率、形状指数、多样性指数、分维数下降,而破碎化指数由原来的 0.57 提高到 0.68。形状指数和分维数变化对生物的扩散和动物的觅食以及物质和能量的迁移具有重要影响。不同的斑块形状或分维数对径流的过程和营养物质的截留都有

不同程度的影响。公路修建,形状规整不利扩散和自由觅食以及天然下种,甚至改变了林下庇荫条件,改变森林种类组成。

2) 河流景观。河流景观受影响不大,由于河上架桥,从视觉上看,仿佛河流被截断,上下分割,呈现“破碎”,天然河流增添了人工成分。

3) 亚热带针叶林等景观。公路修建使亚热带针叶林减少了 462 hm²,景观出现的频率、景观比、景观优势度、多样性指数、形状指数等均减少或下

降,而破碎度增加。常绿阔叶林景观、常绿落叶针阔混交林景观、果园景观和农田景观受影响状况跟亚热带针叶林景观类似。

4)道路景观。由于公路修建,公路面积增加了 1 091.1 hm²,出现的频率由原来的 2.8% 增加到 51.8%,景观优势度由 2.0% 提高到 52.0%,而多样性指数、形状指数、分维数等均减少,破碎化增加。

2.2.3 公路建设对沿线不同范围内景观格局的影响分析

主要是“破碎化空间过程”对景观格局影响,它是长久的、不可再生复原。在自然干扰和人类活动的作用下,景观破碎化的空间过程一般要经历 5 个阶段,即“穿孔”、“分割”、“破碎化”、“收缩和磨蚀”(郭晋平 周志翔 2007,引自“forman,1995”)。在公路修建过程中,这 5 个阶段同时进行或同时发生,最强烈的“穿孔”是挖崛隧道和砍伐林木。整条公路共修建了 16 座隧道,涵洞 670 道,拟长期使用林地 987.55 hm²。道路修建,“分割”各种景观也是十分明显的,将原本大的斑块切割成小的斑块,降低了斑块物种多样性。“穿孔”、“分割”都是“破碎化”一种特殊的手段,是同时发生的。“收缩”主要是指原来景观斑块的减少、萎缩。公路修建,相应占用林地,设立服务区 6 处,养护站 5 处,林地自然减少。“磨蚀”是指景观斑块被重复破坏而消失的过程,最值得重视的是那些被分割成细碎的林地斑块,失去了生态功能,森林群落“生态位”被打破,存在的可能性便很小了。

2.3 项目建设对景观视觉的影响分析与评价

沿线主要景观类型脆弱度及景观阈值如表 2 所示。

公路建设,进行“削山”、“架桥”、“填、挖土石方”、“砌筑”、“铺路面”“分离”,形成大量的人工边坡、挡墙、排水沟,砍伐森林,在自然的山岭、河流上架起一座座桥梁,传统而古朴的村落旁竖起了现代的水泥建筑、路灯、广告牌、停车坪等,毫无疑问,这种映入眼帘的新构件是十分鲜明的。当然,随着公

路建成,将出现一道新的人工景观,“一桥飞越东西,天堑变通途”。

2.4 旅游景观影响评价

2.4.1 旅游景观资源价值评价

1)科学研究价值。公路沿线及周边具有较高科学研究价值的人文景观是“柳江马坝人头骨化石遗址”和动物景观——“国家一级保护动物——黑叶猴”。马坝人属于中国东南地区旧石器时代中期的人类化石,也是迄今为止岭南唯一的古人类。马坝人头盖骨的发现,是中国古人类化石重大发现之一。因此,公路沿线不仅是研究人类进化的天然博物馆,同时还是生物学、动物学和遗传学科基地。

2)美学价值。沿线不仅可以欣赏“五岭逶迤腾细浪”的雄姿,大瑶山高插云天的壮丽,还可亲临广西名水——柳江、浔江和濛江,领略它们的宽阔、静谧、温顺、平和、婉约、秀美。不仅可细细品味江水峰回路转、柳暗花明、炊烟袅袅,而且还可以聆听并参与刘三姐的山歌和对歌。传统民歌风与新世纪文化交融,原始古朴与现代缤纷相融合,具有较高的美学价值和观赏价值。

3)文化价值。在中国文学史上,“唐宋八大家”之一的柳宗元无疑是柳州人最为尊敬的人物之一。柳宗元在柳州 4 年期间,解放奴隶,兴办民教,开凿水井,广植树木,发展社会生产,一方“蛮夷之地”从此开始进入文明社会。为纪念柳宗元,被誉为“三绝碑”的荔子碑,集同属“唐宋八大家”的韩愈的文,苏东坡的书法,柳宗元的事迹于一碑,千古流传。

2.4.2 公路施工期间对旅游景观资源影响分析

施工期间对景观的影响具体落实到对上述景观各个方面。根据公路不同等级,经过的山地地段,分别将山体开出 26 m、15 m、10 m、8.5 m、7.5 m 宽度的缺口、隧道,这种影响是长久的,不可复原。占用并砍伐的 987.55 hm² 林地和林木无法恢复,影响是长久的。由于沿线 2 km 范围不涉及保护区,因此,对珍稀动物影响是微小的。

对水景观的影响是存在的。因为,在填方或挖

表 2 沿线主要景观类型脆弱度及景观阈值

Tab. 2 Vulnerability and landscape threshold value of landscape types along the main road

景观类型	山岳与谷地	河流	针叶林	阔叶林	混交林	疏林草地	灌丛	果园	农田	道路
脆弱度评价	极强度脆弱	强度脆弱	中度脆弱	中度脆弱	中度脆弱	轻度脆弱	轻度脆弱	轻度脆弱	轻度脆弱	轻度脆弱
景观阈值分级	I	I	II	II	II	III	III	III	III	III

方过程中产生的弃土、裸露挖方边坡和填方边坡若遇大雨冲刷,泥土随水流失,使沿线的河流、沟渠等水体的悬浮物增加,混浊时间延长,导致水生生物栖息环境的改变,影响水生植物光合作用的进行。同时对饮用水源也将有短期的不良影响。桥梁施工中围堰及清理围堰时,泥土散落,使桥址附近水中悬浮物增多甚至超标,对下游产生一定影响。另外,在桥梁建设过程中,施工机械废油或漏油若排入或渗入河中,将对水体产生一定程度的污染。

公路施工对人文景观没有造成负面影响,因为没有穿过村庄和名胜古迹,但它却为将来开展旅游及文化交流提供了便捷的通道。

2.4.3 公路营运期间对旅游景观的影响

为保证线路的畅通,并考虑到施工的难易程度,本项目位于大瑶山山脉路段的线位基本沿着双化河、门头河、王钳河等河谷地带布设。由于地势险恶,设计单位在此路段布设了数十座大桥与隧道。在施工过程中,河谷地带处于施工场地范围内的植被将被清除,影响施工的林木也需要砍伐,为便于大型施工设备进场,施工便道除了要清除地表植被外,还要对地形起伏较大的地段进行挖填,由此会造成一定程度的生态功能损失和水土流失。同时在施工过程中,由于大型机械的碾压、移动,尤其是桥梁施工中的钻孔,围堰浇筑以及隧道施工中的爆破等都会带来巨大的噪声和振动,会对于施工场地及附近的野生动物包括鸟类的生活环境造成较大的破坏和干扰,迫使这些野生动物逃离。路面沥青摊铺过程中产生的沥青烟会对施工场地附近的空气造成影响,进而影响到在该地区生活的动植物生存环境。

3 景观保护与缓解措施

3.1 预防措施

1) 科学选线,尽量减少对景观影响。林地是发展林业生产的重要基础条件。由于工程建设使用林地,改变了林地的现状和用途,致使林地和林木数量减少,对进一步发展和稳定森林景观资源带来不利影响。为减少影响,从可行性研究阶段到初步设计以至施工,公路设计单位对路线走向需进行多方案比较,根据地形地貌特征进行优化定线、细化研究,制定出对景观影响最小的方案。在考虑投资效益的同时,必须注意农、林建设和城市规划布局对景观的影响,并就线路走向征求项目县(区)人民政府和相关部门包括林业主管部门的意见和建议后,最终确

定公路线路方案,从工程建设用地角度看,做到尽量不占或少占用林地,以免影响景观。

2) 优化施工设计,防止水土流失,减少对景观的破坏。由于山区公路建设土石方数量大、结构物多、开挖范围广,容易造成植被景观破坏和水土流失。因此,本工程在方案中应设计较完善的水土保持措施。在施工中尽量减少开挖面积,以挖方作填方,减少弃土方量;开挖和施工尽可能做到同步进行,避免开挖线过长,造成大破坏;对暂时不能建设的裸地,应采取植物与工程措施相结合的方法进行防护,避免产生水土流失和对景观的破坏。

3.2 恢复措施

施工便道、取弃土场、砂石料场等场地必须及时清理,恢复植被,以跟周围环境相协调,减少或消除对景观的视觉污染。在林区,必须强调边坡修理,采取乔、灌、藤、草搭配,进行立体绿化、美化。路两侧绿化需要有一定宽度,形成“带状”绿化,实现相邻的孤立的绿色斑块、斑块与种源之间的联系,构成新的绿色网络,不仅形成一条美丽的绿色长廊,而且还是一道生态安全屏障,这是现代景观规划的重要任务之一。

鸣谢:本文在撰写过程中得到云南省林业调查规划院莫景林的悉心指导,深表感谢!

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局科技标准司. 环境影响评价标准汇编[S]. 北京:中国环境科学出版社,2004.
- [2] 史捍民. 区域开发活动环境影响评价技术指南[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [3] 徐新阳. 环境评价教程[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [4] 石强. 景区环境影响评价[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [5] 丁桑岚. 环境评价概论[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [6] 李尉卿. 环境评价[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [7] 陆书玉. 环境影响评价[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [8] 莫景林. 景观生态学在林业规划中实践与探索[M]. 昆明:云南科技出版社,2012.
- [9] 毛文永. 建设项目景观影响评价[M]. 北京:中国环境科学出版社,2005.
- [10] 沈渭寿. 青藏铁路生态影响预测与评价[M]. 北京:中国环境科学出版社,2004.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.032

昆明市西山区经济适用房室外景观工程方案设计

徐玉琴

(昆明市盘龙区绿化工程服务中心,云南昆明 650233)

摘要:以“接近自然,回归自然”为设计法则开展昆明市西山区经济适用房室外景观工程方案设计。简述项目区的设计原则、目标、总体构思及布局。项目设计总体形成2条主景观轴、6条次景观轴、1个核心景观区、3个主要景观节点、7个次要景观节点的景观结构。划分3个主要功能区,按照六大分区进行植物种植。并对交通系统、给水设计和照明设计进行阐述。

关键词:景观设计;景观结构;功能分区;植物种植;给水设计;照明设计;经济适用房

中图分类号:S731.5;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0153-05

Outdoor Landscape Project Design of Economically Affordable Housing in Xishan District, Kunming City

XU Yuqin

(Banlong Landscape Engineering Service Center of Kunming, Kunming 650233, China)

Abstract: Took ‘natural ecology’ as the design theme, used ‘approaching and back to nature’ as the design rule to develop the project design for outdoor landscape of economically affordable housing in Xishan district, Kunming city, the paper introduced design philosophy, goal, general plotting, and overall layout of the project. The project design composed with two main landscape axis, six sub landscape axis, one core landscape area, three main landscape nodes and seven sub landscape nodes. The outdoor landscape project also divided three main functional zones for plants cultivation, meanwhile, elaborated the overall design of transportation system, water supply and lighting system.

Key words: landscape design; landscape structure; function division; plant cultivation; water supply design; lighting design; economically affordable housing

经济适用房是我国现行住房保障体系的重要组成部分,伴随着我国城市化进程的加快发展,在解决城镇居民日益增长的居住需求与房价相对过高这个矛盾中发挥着重要作用^[1]。经济适用房是指由政府提供优惠政策,限定建设标准、供应对象和销售价格,具有保障性质的政策性商品住房^[2],其在户外景观空间中有着鲜明的特征。随着人们对生活环境质量要求的提高,居住小区景观的营造越来越受到

人们的重视^[3]。经济适用房居住区绿化资金有限,如何利用有限的资金创造优美的景观环境,是设计师面临的首要问题^[2]。

昆明市西山区经济适用房项目主要是向城镇中低收入家庭出售的住房,定位为:遵循现代、特色、大众、适用、经济原则,合理布局路网、水网等设施,做到景观格调高雅、方案优良、布局合理、功能完善、环境融洽、外观创新,结合传统文化、时代特征、地方

收稿日期:2015-07-09.

作者简介:徐玉琴(1969-),女,高级工程师。研究方向为景观规划设计、工程造价、施工管理。

文化特色和各项技术要求。

1 概况

昆明市地处中国西南,云贵高原中部,位于东经 102°10'~103°40',北纬 24°23'~26°22',东西最大横距 140 km,南北最大纵距 220 km。昆明为云南省省会,是国家级历史文化名城,云南省政治、经济、文化、科技、交通中心,我国重要的旅游、商贸城市,西部地区重要的中心城市,亦是滇中城市群的核心圈,还是中国面向东南亚、南亚开放的门户枢纽,是中国唯一面向东盟的大都市。

昆明市夏无酷暑、冬无严寒,温度、湿度适宜,日照长,霜期短,鲜花常年不谢,草木四季长青,具有典型的温带气候特点,城区气温 0~29℃,年均温 15℃

左右,年温差为全国最小,这使得昆明成为享誉中外的“春城”。

2 项目概况

西山区经济适用住房项目室外景观工程设计用地位于昆明市西山区马街街道办事处张峰社区张家五组,北临昆石铁路,东临云冶专线,南临昆州路(图 1)。规划总用地面积为 47 410 m²,场地平整,呈不规则性,昆州路从用地中穿过,将用地划分为南、北 2 个区域,北区用地较大,南区用地较小。场地竖向设计沿昆州路标高依据 K0+286.430 标高及 K0+598.089 标高等坡推算。整体竖向坡度较为平缓,总体北高南低,车行道和人行道采用缓坡处理,以减少土方工程量,其高差不大于 1.2 m。

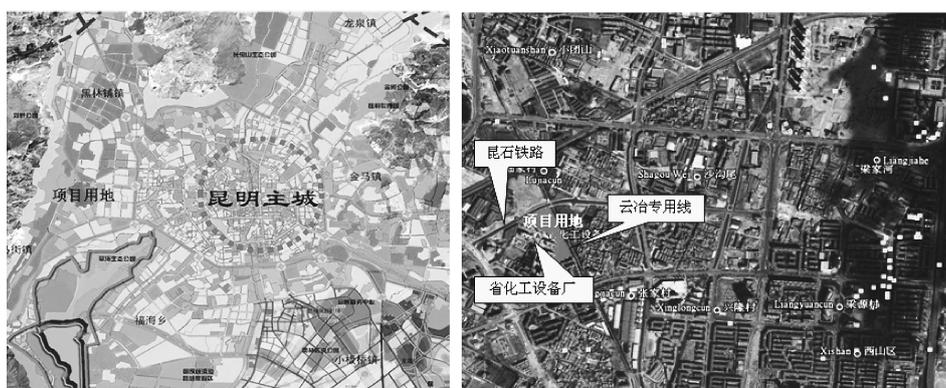


图 1 项目区位置
Fig. 1 Project area map

3 设计原则及目标

3.1 设计原则

3.1.1 整体性原则

运用统一的设计语言,统一的色彩体系,增强场地的完整性与整体性,强调不同层面、不同区域景观设计的统一性,将各种序列空间合理组织。

3.1.2 生态性原则

尊重、注重保护和利用现有自然景观资源,创造一个人工环境与自然环境和谐共存、相互补充,向可持续发展的自然生态的居住环境。

3.1.3 人性化原则

提高其整体环境的舒适度,尊重人的行为习惯,满足人的行为模式需要,为人群提供不同的体验环境,考虑不同文化层次和不同年龄人群活动的特点,

以满足不同人群的需要。

3.1.4 文化性原则

结合昆明市丰富的历史文化资源并在设计中有所展现,融入现代文化景观元素,将之打造成昆明市经济适用房独一无二的标志。

3.1.5 功能性原则

满足城市居住区各种功能需求,搭建开放式的功能架构,力求功能配套,为居民提供一个良好的日常休憩、游赏、休闲的居住环境。

3.1.6 经济性原则

设计以“简洁”“舒适”为出发点,针对年收入较低的家庭。

3.1.7 适用性原则

结合场地及建筑、景观空间结构、功能机制、植物景观的多样性,创造适合不同年龄阶段居民需求

的景观空间。

3.2 设计目标

总体设计目标为:建设具有地方特色、舒适宜人、经济适用的居住环境。

3.2.1 环境目标

利用生态建设手段,在节约能源和符合环保要求的前提下,创造宜人的室外环境。

3.2.2 人文目标

体现昆明地区文化特点,注重与昆明文化的衔接。

3.2.3 创新目标

立足科技创新,包括景观的创新、功能组合的创新、结构的创新、形象的创新。

3.2.4 兼容性目标

在保证各项公共配套设施的同时,考虑景观与建筑的兼容性。

4 总体构思及布局

4.1 总体构思

以自然生态为主题,创造舒适宜人的居住环境,体现自然与生态的和谐发展。设计以植物造景为主,硬质景观为辅。以“接近自然,回归自然”作为设计法则,贯穿于整个设计与建造中。在有限的生活空间里,利用自然、师法自然,寻求人与建筑小品、植物之间的和谐共处,以使环境有融于自然之感,最终实现人与自然的和谐。

4.2 总体布局

小区总体布局形成 3 个出入口、6 个小广场、11 个特色景观环境空间(图 2)。

5 景观结构

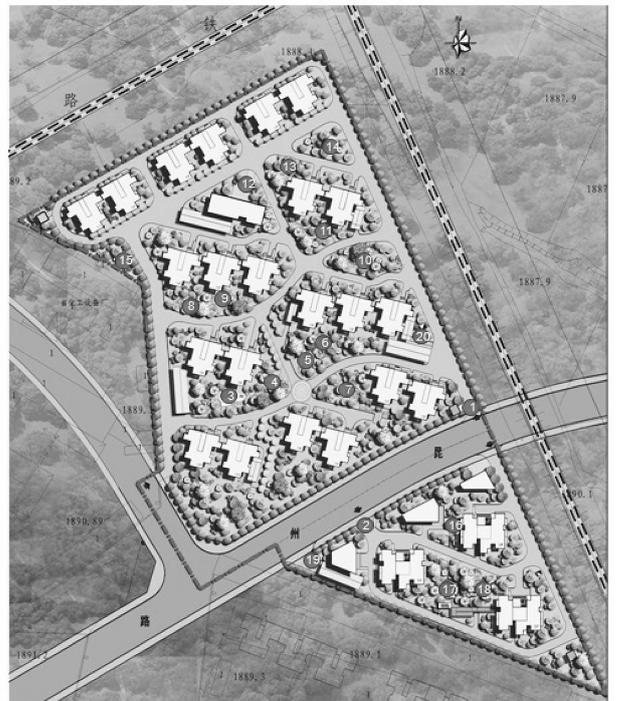
小区总体形成 2 条主景观轴、6 条次景观轴、1 个核心景观区、3 个主要景观节点、7 个次要景观节点的景观结构布局(图 3)。

6 功能分区

综合考虑不同功能需求及景观环境与建筑之间的协调,划分如下 3 个主要功能区(图 4)。

6.1 中心景观区

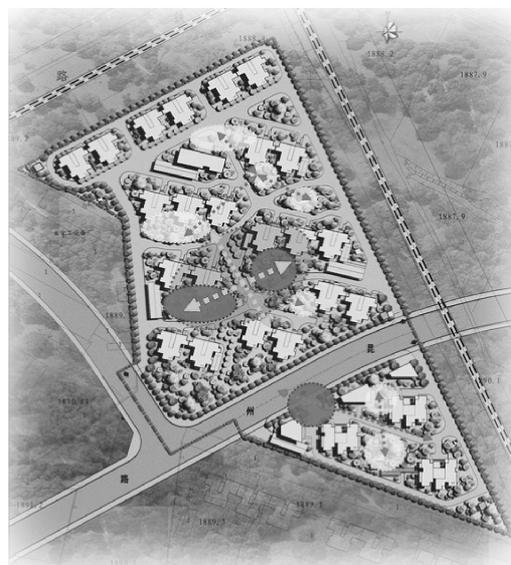
集中于场地的中心地带,通过层层绿化及各种休闲配套设施,为不同年龄阶段的居民提供不同的活动空间和休憩环境。搭配色彩丰富的植物群落,营造高低错落的植物空间,让居民与自然更为贴近。



- ① 北区主入口
- ② 南区主入口广场
- ③ 健身广场
- ④ 集散小广场
- ⑤ 儿童游乐园
- ⑥ 景观花架
- ⑦ 休闲小游园
- ⑧ 百花园
- ⑨ 花影亭
- ⑩ 山林休闲园
- ⑪ 芳香小庭院
- ⑫ 特色铺装广场
- ⑬ 休闲小广场
- ⑭ 特色种植园
- ⑮ 防护林带
- ⑯ 休闲小庭院
- ⑰ 特色小广场
- ⑱ 林荫步道
- ⑲ 地下车库出入口
- ⑳ 地下自行车出入口

图 2 项目区景观平面示意

Fig. 2 Landscape plan view of the project area



- 图例
- 主要景观主轴
 - - - - - 次要景观组带
 - 核心景观
 - 主要景观节点
 - 次要景观节点

图 3 景观结构

Fig. 3 Landscape structure diagram

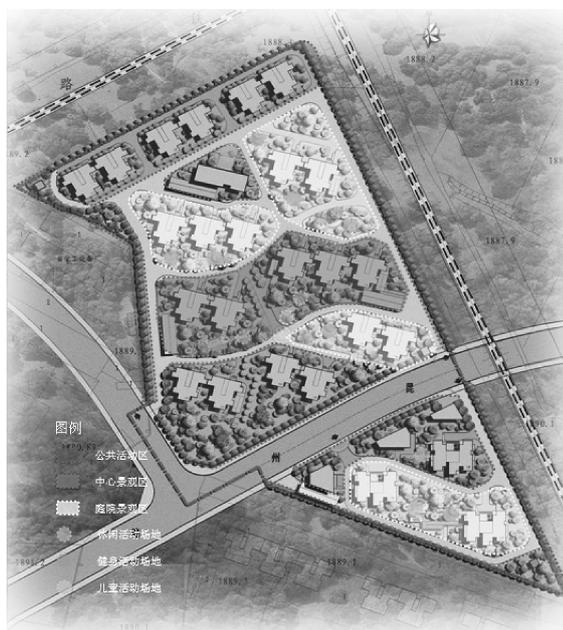


图 4 功能分区

Fig. 4 Function zoning map

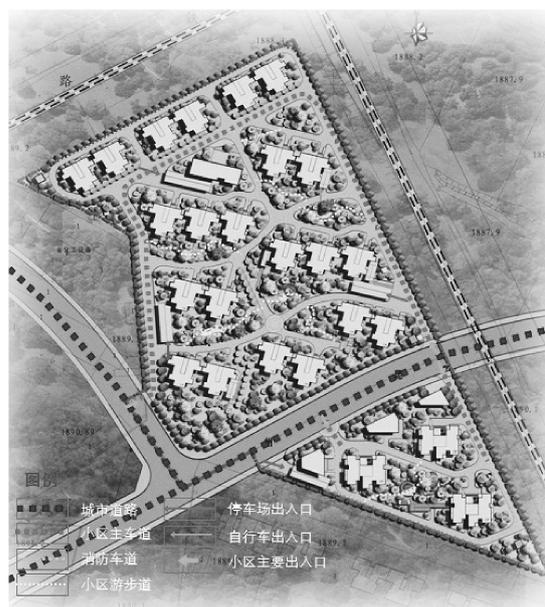


图 5 交通分析

Fig. 5 Traffic analysis chart

6.2 庭院景观区

分布于各组团之间。该区以微地形景观和较为密集的植物种植为主,自然式游览步道贯穿绿地,并设有少量小品及休憩设施,如坐凳、花坛树池等,是一个较为静谧优雅的休憩空间。

6.3 公共活动区

主要以树阵形式分布,于其中穿插布置多种露天健身器材和儿童游乐设施。

7 交通系统分析

7.1 车行交通

以“行人优先”为原则,使得步行空间最大化和最优化,小区内设有 4 个地下车库出入口,采用地下停车,以节约地上空间。

7.2 人行交通

在各个庭院中设计了园林步行道,组团具有相对独立的步行系统,尽量实现人车分流。

7.3 消防交通

在小区 4 个方向都设计了消防出入口,并通过主车道及庭院步道使小区内部消防流线形成连续性(图 5)。

8 植物种植分区

8.1 设计原则

8.1.1 生态性原则

考虑植物的生态习性,结合景观地形的塑造,注

意乔木、灌木、地被多层次的合理搭配。注重植物的管养,尽量选择易采苗、易维护的植物品种。

8.1.2 地方性原则

尽量采用乡土树种、适地适树,以凸显地方特色。

8.1.3 景观性原则

结合场地空间的变化,注重植物景观的观赏性,合理配置植物,展现植物四季景观,并达到“步移景异”的景观效果。

8.1.4 多样性原则

选择优良乡土树种为骨干树种,积极引入易于栽培的新品种,以丰富园林植物多样性,形成色彩丰富、形态多样的景观。

8.2 种植分区

主要按照芳香休憩景观区、色叶植物景观区、观花景观区、常绿植物种植景观区、特色种植景观区、防护林景观区 6 大分区进行种植(图 6)。

9 给水设计

依据建筑方案图纸、适用于本项目的国家标准和相关的专业设计规范及技术要求、本地区可供参考用的气象资料、相关专业条件等以及《昆明城市总体规划(2008~2020)》等规划引导文件,按生活给水及绿地浇灌用水的不同功能要求分质给水。

1) 景观区域内各景观建筑内的生活给水、消防

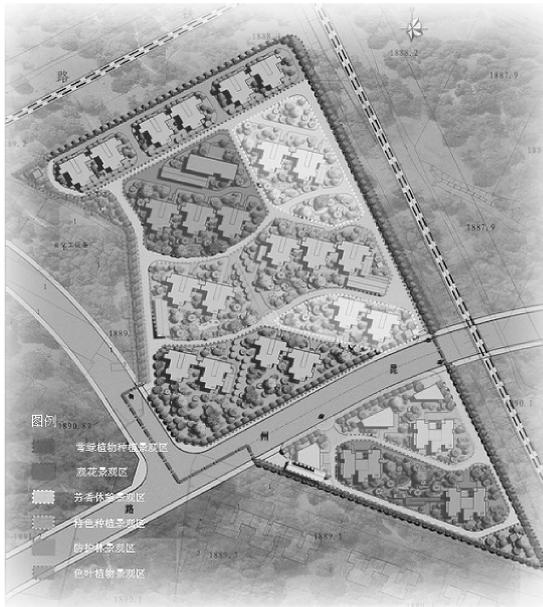


图6 植物分区

Fig. 6 Plant zoning map

给水接自市政给水管网。

2)绿化浇灌、场地冲洗、道路清扫用水采用中水,绿化浇灌则采用人工灌溉系统。

10 照明设计

依据城市电力规划规范、城市工程管线综合规划规范等,对室外绿化景观中的动力、照明及接地进行设计。

10.1 配电方案

本项目的用电特点为各景点用电量小,但占地

面积大且分散分布,为简化供电系统,节省投资费用,又保证用电的可靠性,按适当的供电半径划分地块。

10.2 景观照明

1)室外景观照明灯具全部采用高光效节能灯。灯具须防水、防尘、防腐。并采用可编程序控制器实现自动控制、手动两用,可分设半夜灯、全夜灯,另可按不同类型、不同季节,设置不同的开停时段。

2)道路照明采用庭院灯。

3)绿地采用草坪灯。

11 结语

本设计以“自然生态”为设计主题,坚持以植物造景为主,以“接近自然,回归自然”为设计法则,开展昆明市西山区经济适用房室外景观工程方案设计,围绕设计主题和功能需要安排总体布局及景点,指导植物种植分区,最终实现经济适用房小区的建设需求,为经济适用房小区的室外景观设计提供了有益的尝试。

参考文献:

- [1] 马涛,马军山. 小型经济适用房居住区的景观设计——以杭州临安“茗溪人家”居住区为例[J]. 中国园艺文摘, 2011(5):89-92.
- [2] 张果,曹宁,冯静,等. 经济适用房居住区景观设计初探——以杨凌永丰嘉苑小区景观设计为例[J]. 现代农业科技, 2009(12):73-74.
- [3] 王宇. 居住小区外部绿地景观设计探讨[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(3):1551-1553.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.04.033

梅的美学特征及其与园林水体的艺术营构

杨湘涛

(安康学院 艺术系, 陕西 安康 725000)

摘要:梅是中国原生态的最富于中国文化特色的植物,梅文化奠定了梅景营造的理论基础,是重要的造园植物之一,也是最能体现中国特色的园林造景要素。文中以大量的诗词歌赋阐述梅的自然生命美、神韵美、意境美等美学特征。梅与园林水体的结合应用,通过梅与静态水体、动态溪流、叠流瀑布的艺术营构,把梅文化内涵通过水体巧妙地应用于园林艺术中,创造出诗情画意的园林景观。

关键词:梅;美学特征;园林水体;艺术营构;园林景观

中图分类号:S662.4;B83;TU986.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)04-0158-03

Aesthetic Characteristics of Plum Blossom and Its Art Construction for Garden Water Body

YANG Xiangtao

(Arts Department, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000)

Abstract: Plum blossom is original ecological plant and typical carrier of Chinese cultural spirit with most Chinese cultural characteristics. The culture of plum blossom has laid the theoretical foundation for plum blossom landscape building, and is one of the important gardening plants, and also is gardening elements that can reflect Chinese features most. In this paper, plenty of poems and songs have been used for elaborating aesthetic characteristics of plum blossom. In gardening, application of combining plum blossom with garden water body such as static water body, dynamic stream, superimposed falls, creates idyllic landscape.

Key words: plum blossom; aesthetic characteristics; garden water body; art construction; garden landscape

在我国植物意象的“文化丛林”中,梅的文化象征意义无疑是最为深厚和崇高的。梅是中国原生态且最富于中国文化特色的植物,是华夏民族精神的典型载体,承载着历史性、普遍性、思想性、民族性等文化理念和思想价值^[1]。梅文化也奠定了梅景营造的理论基础,是重要的造园要素之一,也是最能体现中国特色的园林造景要素。在园林景观中,梅与

园林水体的结合应用,能使梅的风姿更加飘逸,水的意蕴更加悠长,二者相得益彰,展现出一幅自然洒脱的风景画,使园林景观效果更具诗意。

1 梅的美学特征

1.1 自然生命美

梅较之其它花木有许多独特之处,花期特早、花

收稿日期:2015-04-13.

基金项目:陕西省教育厅人文社科研究计划项目(12JK0329).

作者简介:杨湘涛(1968-),女,陕西临潼人,副教授.主要从事美术教学和园林艺术研究工作.

期甚长、不畏霜雪、傲寒盛开而成为植物界奇观。而且梅花是少数色、香、姿、韵俱居上乘的花木之一。梅花的自然生命美表现在:“竹外一枝斜更好”的清新鲜俏之美,“洗尽铅华见雪肌”的素雅自然之美,“孤瘦霜雪姿”的孤瘦冷峭、幽独高雅之美。梅花是春色第一花,在中国文化中,春天的来临是阴阳消长、否极泰来的象征,梅花这方面的寓意是最基本的,“腊月正月早惊春,众花未发梅花新”、“春从何处来,拂水复惊梅”等诗句的主题都是在歌颂梅花的报春迎瑞。梅花凝寒独放正是岁尾年头、霜雪映衬之时,“一气独先天地春,两三花占十分清,冰霜不隔阳和力,半点机缄妙化生”,“端如仁者心,撒落万物先,浑无一点累,表里俱彻然”^[1]等,古人的诗句在主观上表达了仁者乐物的情感,在客观上仍是表达梅花的傲霜斗雪,引领万物的博大生命力,并且把梅的自然生命之美上升到了理学道德的高度。

1.2 神韵美

梅的神韵美集中体现在“贞气”、“清气”2方面。梅的疏影横斜、老干虬枝的形姿以及凌寒独自开的自然特性,历来被视为具有凛然不屈的坚贞气节。在诗人、画家的笔下,梅花的形态总离不开“横、斜、疏、瘦”4个字,人们观赏梅韵的标准是贵稀不贵密,贵老不贵嫩,贵瘦不贵肥,贵含不贵开,谓之“梅韵四贵”。“最是爱他风骨峻,如何只喜玉姿颜”,“首阳清骨骼,姑射静风姿”等诗句^[1],便是通过对梅疏枝挺劲、老干屈曲、苔点斑驳的骨格老成的姿态描写,突出刻画其坚贞气节,体现梅高洁的贞气。梅花的幽香、素色之清以及先春独开之清,被人们作为“清”的典型矗立在中国文化名花行列之中。我国人民传统的赏花习俗,一向以花香为重,梅花的花香不同于兰花的幽香、荷花的清香、玫瑰的甜腻香,而是一种冷凝而清芬的暗香,在寒风中阵阵袭来,不媚俗、不轻佻,故梅之香有“一任群芳忌”,“孤压群芳顶”之美誉。梅花花香清、幽、寒、冷,漫步梅林,暗香浮动,更有“风递幽香出,禽窥素艳来”、“一种清香,占断百花香”之感慨^[2],正所谓“质淡全身白,香寒到骨髓”(张道洽《梅花》)。梅花的优雅、孤独、疏秀、野逸和幽香、素色等形象都充分、鲜明、典型地体现了“贞”和“清”的特征。梅之“贞”、“清”已上升到了品德、才性、文化意境等方面的境界,而“贞”、“清”的品格精神是从梅的枝干、花色、花香、神韵、耐寒等这些自然特征中得到体现,这些自然特征在这种精神内涵的影响下更加突出了梅的美感神韵。

1.3 意境美

梅具备不随流俗的品格和坚贞傲岸的精神,常被作为君子比德之意象,“冰雪林中着此身,不同桃李混芳尘”,这种傲霜立雪的风姿和高洁潇洒的品格使得梅成为文学、绘画、音乐作品中必选的题材。梅花高标隐逸的格调也最宜作为比德的特征,“澄鲜只供邻僧惜,冷落犹嫌俗客看”等诗句中的立场角度都打着隐士人格的鲜明烙印,这种通过梅花的品格、神韵的挖掘来寄托人格情趣之幽独超然的审美取向,使梅花最终走向社会群体的人格象征^[1]。文人通过对梅花的歌咏不只是表达幽隐娴静的意趣,淡泊自如的境界,同时还多寓了一份傲峭和不屑,一份睥睨和抗争在里面,如:“千年万年老梅树,三花五花无限春。不比寻常野桃李,只将颜色媚时人”。“不畏严寒不屈俗,世俗功名不可辱”,表达一种否定与对抗,一种严不可犯之气节,“疏影横斜水清浅,暗香浮动月黄昏”写梅之风韵,“雪满山中高士卧,月明林下美人来”之句,状梅之精神,“万花敢向雪中出,一树独先天下春”之句,道梅之气节^[1]。古人赏梅以幽静淡泊、傲峭、坚贞不屈,敢作敢为之气节意志为主,更因她是一种精神,一种象征,体现出一种风范,一种气节,是形式与神韵、外观与内涵的统一,使人欣赏和感受外形的同时,能领悟到深邃的内涵^[3],这也是咏梅最深刻、最普遍的立意,是对梅花意境美的强化。

2 梅与园林水体的艺术营构

梅经历了太多中国文化的浸润,在其文化的演绎和梅景的观赏上已形成了比较完善和固定的造景和观赏方式^[3],成为中国古典园林的造景植物之一。水是生命之源,水体作为园林造景要素之一,在园林中有着不可替代的作用,园因水得景,园得水而活。梅与水有着密切的自然生态联系,“梅要山傍水际栽”,因梅喜温暖而略潮湿的气候,阳光充足和通风良好的环境,但梅的根系不耐涝湿^[4],故宜种植在水岸的阳面且地势较高的坡地上。梅花开放也是近水花木“易为春”,因梅花对气温有较高的敏感性,而近水处局部气温较高,能促使近水梅花提早开放。园林中梅与水景的结合,既能体现出梅的美学特征,又能达到水因梅而活、梅因水而艳的景观效果。

2.1 梅与静态水体的艺术营构

静态水体能倒映出水边的植物、山石建筑、游人及蓝天白云等,形成极其生动的亦真亦假、意境悠远

的动人画面。水面宁静而温柔,使人的情绪得到安宁、轻松与平和^[5]。在净水岸边植梅,水面形成的开敞空间,使无论采用孤植还是群置手法,都可营造出简远、疏朗、雅致的园林意境,更有“池水倒窥疏影动”的韵味。梅影照水,别具雅致意韵,有效缓解了人的急躁烦恼情绪。梅花开时,在清亮明净的水的映照下,梅花更加俏丽突出,纤秀柔媚的梅花,妥帖地融入温情一般的水中,此时,梅的格高,水的清静,两两相对,一傲一清,无疑更为动人^[6]。花溪映照之景象,虚虚实实、若静若动,给人以花水相映的清雅明丽,无论远看近看,皆赋诗情画意。如果行列式种植,滨水空间就如同单侧廊一般,行走期间的游人视线所及必为梅覆下的水面,飘渺灵动的梅花为顶界线,清静的水面为底界面,断续的梅枝为垂直面。其通透、空灵、变换画意跃然^[3]。故梅与静水的结合,表达着一种恬静的意境,突出了高洁疏瘦的梅花与清清静水之间一致的审美意向——傲峭、幽静、淡泊、优雅。梅花弄影,水体增色,带给游人宁静舒心的审美感受。

2.2 梅与动态溪流的艺术营构

潺潺小溪,淙淙作响,窜绕石间,忽聚忽散,形成水体多变、水声悦耳的美妙境界。在溪流两边的阳坡地运用散植手法植梅,避免了溪水的单一暴露,同时起到分割空间、联系景物的作用。尤其是在溪涧曲水转弯处自然山石的岸边,零零散散种植几株树干苍老横斜的老梅,梅与溪水的一枯一润,一静一动形成强烈对比,枝干挺拔,疏影横斜的几枝梅在清澈溪水的衬托下显得越发精神,姿态更加飘逸别致。若是梅花开时,依稀数株,疏朗简洁,下有浅溪一泓,别有一种高士浪沧、佳人浣花之美。宋代诗人杨万里的一首咏梅诗作,其中“一路谁栽十里梅,下临溪水恰齐开;此行便是无官事,只为梅花也合来”^[4],写出了溪边壮观的梅花景象。沿着梅溪赏梅,小径曲折、忽隐忽现,水面缓急不定,观景听景,步移景异,花香幽暗,使人在观赏梅自身的形态美之外,更能通过梅的疏影横斜、老干虬枝的形态、以及凌寒独自开时的暗香浮动,体会出梅的神韵美,与溪流的结合更创造了幽寂空灵的园林意境,所谓临水之梅,复化身于清流,“只有横斜清浅口,澹然标格映须眉”^[4],可谓风光这里独好。

2.3 梅与叠流、瀑布的艺术营构

叠流、瀑布喷射变化的水花撞击跌落、湍流飞溅、色彩缤纷,生气勃勃,形成舒展壮观的景象。园林中的叠流、瀑布一部分为自然形成,经人工改造成

为园林一景,一部分是造园师师法自然的艺术创造,是一种源于自然再经过艺术概括和提炼的审美再创造,宛自天开地表现出真山真水的自然美,这其中必须要结合其它自然物进行加强和点缀,梅便是这些自然物之一。叠流、瀑布无论是自然形成还是人工再造,其与梅的结合,应是艺术美和自然美的融合和统一。梅树可孤植于叠流、瀑布落水面一测的坡面上,选用树形老朴、枝干苍劲的大梅树,即便树形欠佳,但只要配置适当,也可与水体相呼应,如斜栽水边,枝干斜伸水面之上,造成“半欹斜影入寒塘”的“傍水梅”景观效果。梅花开时,水珠、水花和波动涟漪的水面,使梅花外在的秀美风姿更加古雅风致,《青楼梦》第二十回中赞美过“傍水梅”：“一枝开傍水之涯,寂寞清溪避世哗。倒影川流空色相,侧身天地傲名花。横斜老干争凡卉,冷澹奇葩异绛霞。明月小桥人静后,暗香浮动到渔家”^[4]。这种景观也更能切合梅花内在的野逸之气,置身其中,不难感受到我国古代文人雅士高雅娴静、超凡脱俗的精神追求,梅花在此便被赋予了清雅超逸的精神意蕴^[1]。

3 结语

梅作为园林植物的景观之一,已超越了作为一种植物材料的意义,更重要的是表达一种意蕴,丰富着园林的旨趣。根据梅的特性及造景规律,在不同动态的水体旁以不同的种植手法进行梅树的种植,使梅与水体相互联系,情景交融,利用我国深厚的梅文化底蕴与水体相结合,因地制宜合理地加以运用,把梅文化内涵通过水体巧妙地运用于园林艺术中,创造出诗情画意的园林景观,提高园林审美情趣,带给游人愉悦的享受。

参考文献:

- [1] 程杰. 中国梅花审美文化研究[M]. 成都:四川出版集团巴蜀书社,2008:4,54,118,287,290,311.
- [2] 佚名. 梅花在园林造景中的应用综述[EB/OL]. (2013-04-21). <http://wenku.baidu.com/view/5c0a8d1acc7931b765ce157b.html>.
- [3] 杨和平. 论江南园林中的梅景[D]. 武汉:华中农业大学,2010.
- [4] 林雁. 论梅花与水体的配置[J]. 浙江林学院学报,2003,21(1):67-68.
- [5] 谢盛椿,刘建峰. 园林水体景观浅谈[J]. 绿化与生活,2005(3):15-17.
- [6] 薛芸,王树栋. 中国梅文化及梅花在园林造景中的应用[J]. 北京农学院学报,2009,24(1):69-72.

《林业调查规划》投稿指南

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖。

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>)认真阅读本刊投稿指南中的各项说明,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:ynfip@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”



脚 印



国内定价：20.00元（全年 120.00 元）
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316059