

中国科技核心期刊  
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168  
CN 53-1172/S

# 林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING

林业调查规划

第4卷

第五期

Vol.40 No.5

二〇一五年十月

第40卷 第5期  
Vol.40 No.5

2015 5

云南省林业调查规划院  
西南地区林业信息中心

# 林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第40卷 第5期 (总第203期) 2015年10月

# Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 40 No. 5 (Sum No. 203) Oct. 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  
张林艳

## 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  
ZHANG Linyan

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

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

## 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

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5期

(总第203期)

2015年10月

## 目次

### ●森林经理

- 基于极化目标分解地物类型识别方法研究 ..... 刘晓英,肖虹雁,岳彩荣(1)  
WorldView-2 遥感影像在广西第五次沙化监测中的应用 ..... 覃家科,莫奇京,莫剑锋(5)  
Google Earth 和 ArcGIS 软件在宾川县新一轮退耕还林工程中的应用 ..... 姚美玲,环正国(9)  
基于 CASA 模型的香格里拉碳储量估算 ..... 李富海,芦珊,栗业(15)

### ●研究与探索

- 6个油橄榄品种叶片解剖结构与抗旱性综合评价 ..... 贺娜,宁德鲁,徐田,等(20)  
天山北部地区植被覆盖的时空变化及趋势分析 ..... 杜娟(25)  
甘肃祁连山哈溪林区植被覆盖度变化监测研究 ..... 丁国民,裴雯,张天斌,等(31)  
黑河配水后额济纳绿洲核心区景观格局动态变化 ..... 包海梅,王健铭,赵红军,等(36)

### ●生物多样性保护

- 千岛湖生境片段化与生物多样性研究综述 ..... 徐高福,胡广,斯幸峰,等(42)  
论自然圣境在生物多样性保护中的作用 ..... 肖文武,王兰新(49)

### ●森林公园

- 城市森林公园生态环境变化及驱动因素时间序列分析 ..... 胡曼,李彤,刘任棋,等(53)  
贵定甘溪国家森林公园自然景观资源及科普价值 ..... 王倩,王平,胡发荣(58)  
长坡岭国家森林公园生态旅游现状与发展对策研究 ..... 房林娜,吴正星,蔡磊(63)

### ●林火研究

- 青岛市三标山林火迹地早期恢复植被特征研究 ..... 李士美,园兴建(67)  
百色市森林防火体系建设研究 ..... 黄锋,朱文诚(72)  
广东省惠汕片森林重点火险区综合治理对策研究 ..... 韩春伟(78)

### ●森林经营

- 极端干旱区胡杨叶与果实形态多样性研究 ..... 白海霞,尚红喜,石玉民,等(81)  
不同施肥对泰国甜角苗木生长的影响研究 ..... 袁莲珍,史富强,童清,等(85)  
造林密度对美洲黑杨幼林生长的影响 ..... 马骏,何承忠,谢虹,等(88)

### ●观光农业

- 现代观光农业与养老基地有机结合的研究 ..... 朱蓉蓉,周润,米文静,等(91)  
文化型农业庄园的规划探析 ..... 徐晶,关文灵(95)

### ●论坛

- 资源节约型高速公路互通区建设初探 ..... 张国育,吕若冰,雷雅凯,等(99)  
青海省国有林场改革思路探讨 ..... 刘义华,卜静,夏吾拉太(104)  
昆明城区竹子园林绿化美化的调查研究 ..... 谭宏超,范静宇(108)  
昆明市长期护林员现状分析及其队伍建设对策 ..... 徐学杰,黎玟恋,杨明(114)

### ●城市园林

- 安阳南海古寺引导部分空间解析 ..... 郭利凡,寇文瑞,杨芳绒(120)  
洛阳唐宋私家园林水景理水手法探究 ..... 寇文瑞,郭利凡,杨芳绒(124)  
全站仪在园林竣工图中的应用 ..... 刘思禹,周伟健,何笑然,等(128)  
泰州市海陵区主干道行道树应用现状及优化对策 ..... 吴红,张成霞,李霞,等(132)

### ●石漠化研究

- 西南喀斯特地区石漠化研究评述 ..... 万合锋,武玉祥,龙云川,等(137)  
文山州石漠化综合治理模式探讨 ..... 陈丽花(143)

### ●试验研究

- 普洱市辣木引种生境适应性初步研究 ..... 周利平,李永,姜绍红,等(147)  
3个彩叶桂花品种的扦插繁殖试验 ..... 马立辉,杨琼,谢英赞,等(153)  
丁座草寄生环境及寄生关系的初步研究 ..... 王有兵,罗燕彬,代万,等(157)

- 念青唐古拉山 ..... 张子翼摄(封面)  
雪域春天 ..... 许易琦摄(封底)

## Contents

### ● Forest Management

- Research on Ground Objects Types Recognition Method based on Polarization Target Decomposition ..... LIU Xiaoying, et al ( 1 )
- Application of WorldView-2 Remote Sensing Image in the Fifth Land Desertification Monitoring of Guangxi  
..... QIN Jiake, et al ( 5 )
- Application of Google Earth and ArcGIS Technology in the New Round of Grain for Green Project in Binchuan Province  
..... YAO Meilin, et al ( 9 )
- Carbon Storage Estimation of Shangri-La Based on CASA Model ..... LI Fuhai, et al ( 15 )

### ● Research and Exploration

- Comparative Study on Relationship between Leaf Anatomical Structure and Drought Resistance of 6 *Olive europaea* Varieties  
..... HE Na, et al, ( 20 )
- Temporal and Spatial Variation and Trend Analysis of Vegetation Coverage in Northern Tianshan Mountain Region  
..... DU Juan ( 25 )
- Vegetation Coverage Monitoring in Gansu Qilian Haxi Forest Region ..... DING Guomin, et al ( 31 )
- Landscape Pattern Dynamic Changes in the Core Area of Ejina Oasis after Heihe Water Allocation ..... BAO Haimei, et al ( 36 )

### ● Bio-diversity Protection

- Habitat Fragmentation and Biodiversity Research on Thousand Island Lake ..... XU Gaofu, et al ( 42 )
- Roles of Natural Holy Site in Biodiversity Protection ..... XIAO Wenwu, et al ( 49 )

### ● Forest Park

- Time Trajectory Analysis of Ecological Environment Changes and Divers in Urban Forest Park ..... HU Man, et al ( 53 )
- Natural Landscape Resources and Scientific Dissemination Value of Guiding Ganxi National Forest Park  
..... WANG Qian, et al ( 58 )
- Present Situation and Development Countermeasures on Ecological Tourism of Chang Poling National Forest Park  
..... FANG Linna, et al ( 63 )

### ● Forest Fire Research

- Vegetation Features of Early Recovery Stage at Burned Areas of Sanbiao Mountain in Qingdao City ..... LI Shimei, et al, ( 67 )
- Research on Forest Fire Prevention System Construction in Baise City ..... HUANG Feng, et al ( 72 )
- Comprehensive Control Countermeasures for Forest Fire Key Area of Huizhou, Guangdong Province ..... HAN Chunwei ( 78 )

### ● Forest Management

- Morphological Diversity of Leaf and Fruit of *Populus euphratica* in Extreme Arid Areas ..... BAI Haixia, et al ( 81 )
- Effect of Different Fertilization on Seedling Growth of *Tamarindus indica* ..... YUAN Lianzhen, et al ( 85 )
- Effects of Planting Density on the Growth of Introduced Young *Populus deltoides* ..... MA Jun, et al ( 88 )

### ● Sightseeing Agriculture

- Dynamic Integration of Modern Sightseeing Agriculture and Nursing Home ..... ZHU Rongrong, et al ( 91 )
- Explore and Analysis of Cultured Agricultural Manor Planning ..... XU Jing, et al ( 95 )

### ● Forum

- Research in Resource-saving Expressway Interchange Zone Construction ..... ZHANG Guoyu, et al ( 99 )
- Reform Ideas of Qinghai State-owned Forest Farm ..... LIU Yihua, et al ( 104 )
- Investigation on Greening and Beautification of Bamboo in Kunming City ..... TAN Hongchao, et al ( 108 )
- Situation Analysis and Team Construction Measures of Kunming Long Term Ranger ..... XU Xuejie, et al ( 114 )

### ● Garden Landscape

- Anyang South Sea Temple Guide Part Spatial Analysis ..... GUO Lifan, et al ( 120 )
- Research on Water Design of Luoyang Private Garden in Tang and Song Dynasties ..... KOU Wenrui, et al ( 124 )
- Application of Total Station Instrument in Garden Completion Drawing ..... LIU Siyu, et al ( 128 )
- Application Investigation of the Main Traffic Roadside Tree in Hailing District of Taizhou City ..... WU Hong, et al ( 132 )

### ● Rock Desertification

- Research on Rocky Desertification in Southwest Karst Region of China ..... WAN Hefeng, et al ( 137 )
- Rocky Desertification Comprehensive Governance Model for Wenshan Prefecture ..... CHEN Lihua ( 143 )

### ● Experiment and Research

- A Preliminary Study on the Eco-adaptability of the Introduction of *Moringa oleifera* in Pu'er City ..... ZHOU Liping, et al ( 147 )
- Cutting Propagation Experiment of Three Colorful Sweet-scented Osmanthus ..... MA Lihui, et al ( 153 )
- Preliminary Studies on Parasitic Relationship and Environment of *Boschniakia himalaica* ..... WANG Youbing, et al ( 157 )

- Sunrise of Nyenchen Tanglha Maoutains ..... Photographed by ZHANG Ziyi ( Front cover )
- Snow Region in Spring ..... Photographed by XU Yiqi ( Back cover )

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.001

## 基于极化目标分解地物类型识别方法研究

刘晓英,肖虹雁,岳彩荣

(西南林业大学林学院,云南 昆明 650224)

**摘要:**全极化 SAR 图像分辨率高,表达地物细节能力强,能够提供丰富的地物特征信息,从而能识别出不同地物类型。基于 Cloude-Pottier 目标分解方法,以 GAMMA 软件作为平台,对云南省宜良县北古城镇进行地物类型识别。结果表明:基于 Cloude-Pottier 目标分解以及 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类方法可以识别出建筑用地、农用地、水体以及林地等地物类型。

**关键词:**地物类型;识别方法;Cloude-Pottier 目标分解;GAMMA 软件;H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类

中图分类号:S771.54;TP391.41 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0001-04

## Research on Ground Objects Types Recognition Method based on Polarization Target Decomposition

LIU Xiaoying, XIAO Hongyan, YUE Cairong

(Forestry College, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Full-polarization SAR images have high resolution and strong ability to express the details of objections, which can provide abundant feature characteristic information of ground objects, so different ground objections types can be recognized. In this paper, based on Cloude-Pottier target decomposition and using GAMMA software as a processing platform, ground objects types of Beigu Downtown, Yiliang County, Yunnan Province are recognized. The results indicate that based on Cloude-Pottier target decomposition and H/A/ $\alpha$ /Wishart classification, construction land, farm land, water area and forest areas can be recognized.

**Key words:** ground objects types; recognition method; Cloude-Pottier target decomposition; GAMMA software; H/A/ $\alpha$ /Wishart classification

合成孔径雷达技术以其自身显著特点,从 1951 年 Wiley 提高雷达分辨率以来,SAR 技术获得飞跃式的发展,在世界范围内受到广泛关注<sup>[1]</sup>。随着 POLSAR 卫星的增多,基于极化目标分解参数,大大提高了 SAR 图像对于地物的识别能力<sup>[2]</sup>。1946 年美国俄亥俄州立大学 G Sinclair<sup>[3]</sup>提出表征雷达目

标的极化散射特性——“极化散射矩阵”,标志着雷达极化问题研究的开始。至今,已有大量高分辨率极化雷达系统的使用,以及对 POLSAR 的研究,众多学者结合卫星数据进行的高分辨率极化信息处理。但由于微波遥感独特的成像机理,散射机制复杂。而森林地区的散射机制就十分复杂,有表面散

收稿日期:2015-09-21.

基金项目:国家自然科学基金(31260156).

作者简介:刘晓英(1990-),女,云南丽江人,硕士研究生. 主要研究方向:资源与环境遥感. E-mail:liuxiaoying\_gis@sina.com

通信作者:岳彩荣(1964-),男,云南建水人,博士,教授,博士生导师. 从事遥感与 GIS 的教学研究. E-mail:cryue@163.com 或 cryue@126.com

射、二次散射和体散射,其中,Cloude-Pottier<sup>[4]</sup>目标分解在不同极化基的情况下能保证特征值不变,是一种有效的提取极化信息的方法。因此,本文针对星载 ALOS(advanced land observation satellite) PAL-SAR 数据,利用 Cloude-Pottier 目标分解对宜良县进行极化目标分解识别,从而验证此方法对目标识别是有效的。

### 1 Cloude-Pottier 目标分解

就遥感应用而言,假设有确定性的散射机制是不符合逻辑的,因为分辨率比波长大多得多。尤其是植被地区包含散射机理更为复杂。处理数据散射效应和延伸散射体的分析,Cloude 和 Pottier 目标分解理论是非常简单的,并且能够包含所有散射机制。它是基于相干矩阵  $T$  的特征向量分析,而相干矩阵  $T$  是 Hermitian 半正定矩阵。具体公式为:

$$T\omega = \lambda\omega \tag{1}$$

$$T = \sum_{n=1}^3 \lambda_n T_n = \lambda_1(\omega_1\omega_1^H) + \lambda_2(\omega_2\omega_2^H) + \lambda_3(\omega_3\omega_3^H) \tag{2}$$

式中, $\lambda_i$  是实特征值, $\omega_i$  是相应的特征矢量, $H$  是极化熵。

每种散射机制出现的概率为:

$$P_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^3 \lambda_j} \tag{3}$$

$$H = -\sum_{i=1}^3 P_i \log_3 P_i \tag{4}$$

式中, $H$  的取值范围是  $0 \leq H \leq 1$ ,如果  $H=0$ ,相关矩阵只有一个特征值,表示一个确定性的散射机制过程。如果  $H=1$ ,那么  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$ ,散射处于完全非极化状态。

$$A = \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3} \tag{5}$$

式中, $A$  表示目标散射的各向异性程度。当  $A$  较大时,表明第二种散射机制对散射结果有较明显的影响;当  $A$  较小时,表示第三种散射机制的影响也需考虑。

如果极化熵值高,那么各向异性没有什么额外信息,因为特征值几乎相等;如果极化熵值中等或是偏低,那么各向异性性能提供散射机制过程的信息。

从特征向量  $\omega$  中,通过散射角  $\alpha$  可以确定散射的类型。

$$\omega_i = \begin{bmatrix} \cos\alpha_i e^{i\phi_i} \\ \sin\alpha_i \cos\beta_i e^{i\delta_i} \\ \sin\alpha_i \cos\beta_i e^{i\gamma_i} \end{bmatrix} \tag{6}$$

式中,散射角  $\alpha$  的取值范围是  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ,目标方位  $\beta$  的取值范围是  $-180^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$ , $\phi, \delta, \gamma$  是目标相位角, $\alpha$  是一个平均值同时能代表平均散射机制,当  $\alpha=0^\circ$  时,散射机制类型为各向同性的表面散射;当  $\alpha=45^\circ$  时,散射机制类型为偶极子散射;当  $\alpha=90^\circ$  时,散射机制类型为各向同性的二面角散射。

### 2 实验结果与分析

#### 2.1 研究区与试验数据

ALOS PALSAR 是日本发射的高级陆地观测卫星中一个 L 波段合成孔径雷达遥感器。PALSAR L 波段 Level 1.1 为单视复数图像。本次研究所用的数据是 2009 年 4 月 23 日获取的 ALOS PALSAR L 波段的 PLR Level 1.1 四极化数据,包括 HH、HV、VH、VV 数据。图像中心点坐标:北纬  $24^\circ 53' 31''$ ,东经  $103^\circ 12' 43''$ ,其中方位向分辨率为 9.37 m,距离向分辨率为 3.56 m,像幅为  $18432 \times 1248$ 。本研究利用 Level 1.1 数据对宜良县北古城镇进行 Cloude-Pottier 目标分解来识别地物类型。研究区地处滇中腹地,是云南省昆明市宜良县的一个经济重镇,南昆铁路横贯东西,南盘江贯穿南北,与著名的世界文化遗产石林和国家级著名风景名胜区九乡溶洞接壤。具山地、谷地与坝子相间分布的地貌总特点,地势起伏较大,海拔为 1300~2800 m。

#### 2.2 数据预处理

本研究以 GAMMA 软件对 SAR 数据进行处理,步骤如下:

1) 分别读取 PLR Level 1.1 四极化数据,生成单视复数图 SLC(single look complex)。

2) 对 SLC 进行辐射校正以及多视处理。按方位向视数为 7,距离向视数为 1 进行多视处理,生成像元大小近 25 m 的多视图像(图 1)(局部)。

#### 2.3 Cloude-Pottier 目标分解

Cloude-Pottier 目标分解理论包含所有散射机制,在此基础上,利用 GAMMA 软件平台,通过 `lin_comb_cpx` 命令先得到 Pauli 分解的散射矩阵,进而利用 `halphentropy` 命令计算出极化熵  $H$ (图 2)、各向异性  $A$ (图 3)和散射角  $\alpha$ (图 4)。

利用 GAMMA 软件可以看出各种值的大小,通过试验数据可知:北古城镇对应极化熵值特别高的

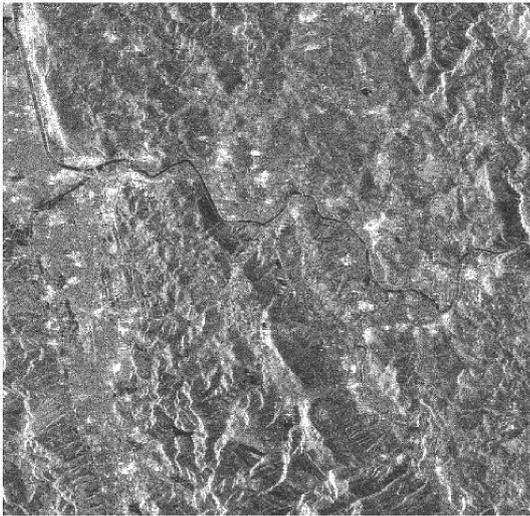


图 1 SAR 多视图像(局部)  
Fig. 1 SAR multi-look image(local)

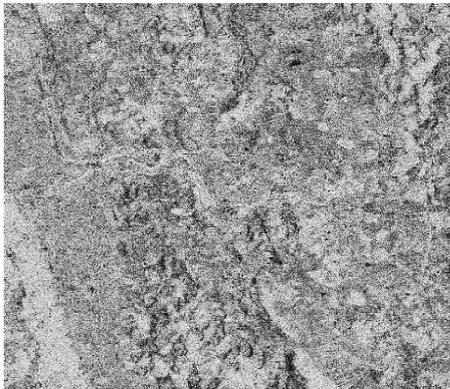


图 2 极化熵 H  
Fig. 2 Entropy H

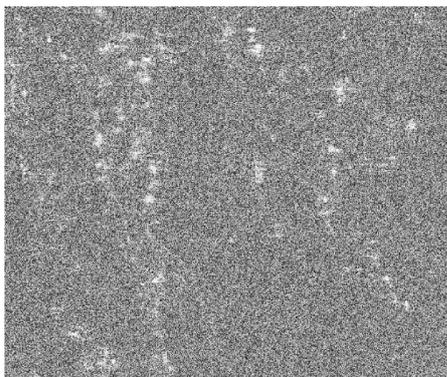


图 3 各向异性 A  
Fig. 3 Anisotropy A

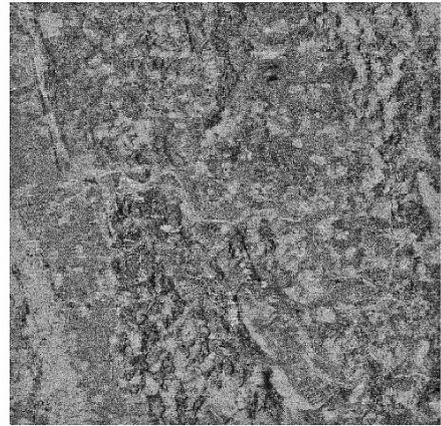


图 4 散射角  $\alpha$   
Fig. 4 Scattering angle  $\alpha$

是林地,而对应各向异性高的是建筑用地,对应散射角  $\alpha$  更大的是林地和建筑用地。因此,通过 Cloude-Pottier 目标分解可以对目标识别方面进行应用。

#### 2.4 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类

通过对 Cloude 极化分解数据分析可知:散射特性的极化熵 H 和平均散射角  $\alpha$  构建 H/ $\alpha$  平面,根据目标散射在 H/ $\alpha$  平面上的位置可以推断目标的散射类型<sup>[5]</sup>。不同地物类型散射机理不同,所占目标分解区域也各不相同。林地(紫色)极化熵 H 值高,说明林地散射效应较强,来自森林冠层散射比重较大,且植被表面各向异性较高;建筑用地(黄色)主要分布在极化熵值低且二次或二次散射区,该区域  $\alpha > 50^\circ$ ;农用地(绿色)所占区域主要是中熵表面散射,主要是由于地表粗糙程度的改变和冠层传播效应,  $\alpha < 50^\circ$ ,水体(红色)所占主要是中熵区域,通常水体随机散射效应比较强。因此,通过 Cloude-Pottier 目标分解可以对地物类型识别方面进行应用。图 5 给出了 4 种地物类型 Cloude-Pottier 目标分解获取的 H 和  $\alpha$  的空间分布情况。

实验中基于 Cloude 分解所得特征的 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类<sup>[6][7]</sup>,建筑用地、农用地、水体和林地能够较好地被区分,识别效果较好。图 6 为 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类结果。

对分类结果进行精度评价,得到分类结果混淆矩阵,结果如表 1 所示。

### 3 结论

本文重点研究了极化目标分解识别方法,得知

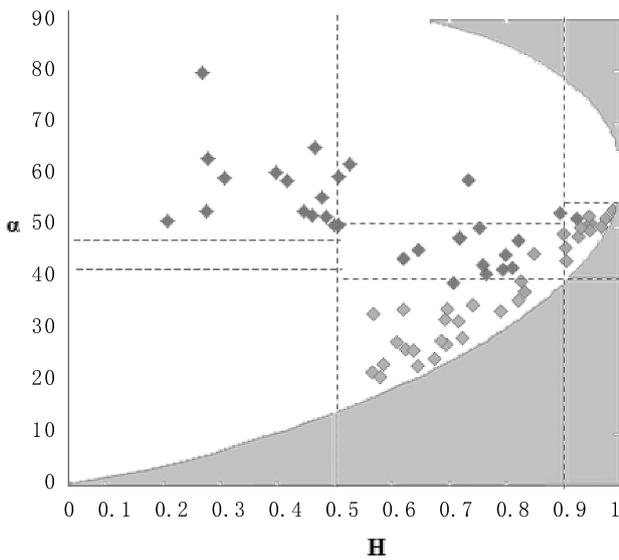


图 5 H 和  $\alpha$  的空间分布情况  
 Fig. 5 Alpha-Entropy classification scheme

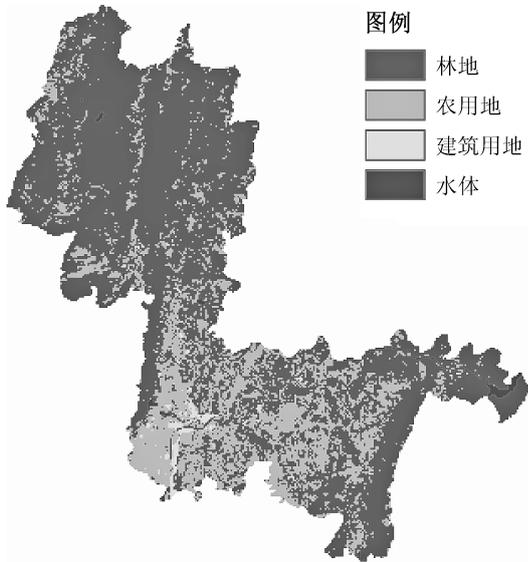


图 6 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类结果  
 Fig. 6 H/A/Alpha-Wishart classification result

极化 SAR 对目标散射信息获取的能力。利用云南省宜良县 ALOS PALSAR L 波段四极化数据进行了分析。结果表明:通过 Cloude-Pottier 目标分解得

表 1 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类混淆矩阵

Tab. 1 H/A/Alpha-Wishart classification confusion matrix

类别	农用地	林地	水体	人工用地	总计
农用地	159	3	4	0	166
林地	81	338	2	0	42
水体	0	0	8	0	8
人工用地	0	0	0	73	73
总计	240	341	14	73	668
总体精度为 86.5%		Kappa 系数为 0.77			

到宜良县北古城镇各地物区域的极化熵值、各向异性值以及散射角大小,可以根据这些值得到 H 和  $\alpha$  的空间分布情况,据此进行 H/A/ $\alpha$ /Wishart 分类;可以识别出城市地区建筑用地、农用地、水体和林地等地物类型。提取总体精度和 Kappa 系数大,表明分类精度较高。

参考文献:

[1] 徐牧. 基于散射机理分类与频谱相关性分析的极化 SAR 人造目标鉴别[J]. 信号处理, 2009(3): 412-417.  
 [2] 王超, 张红. 全极化合成孔径雷达图像处理[M]. 北京: 科学出版社, 2008.  
 [3] SINCLAIR G. The transmission and reception of elliptically polarized radar waves [J]. Proc. IRE - 38, Feb, 1950; 148-151.  
 [4] CLOUDE S, POTTIER E. A review of target decomposition theorems in radar polarimetry [J]. IEEE Trans Geosci Remote Sensing, 1996, 34 (2): 498-518.  
 [5] 袁磊. 极化 SAR 图像增强与提取技术研究[D]. 北京: 电子科技大学, 2007.  
 [6] LEE J S, GRUNES M R, AINSWORTH T L, et al. Cloude Unsupervised Classification using Polarimetric Decomposition and the Complex Wishart Distribution [J]. IEEE Transactions Geoscience and Remote Sensing, September, 1999, 37(5): 2249-2259.  
 [7] LEE J S, GRUNES M R, Classification of multi-look Polarimetric SAR imagery based on the Complex Wishart Distribution [J]. IEEE Transactions Geoscience and Remote Sensing, 1994, 15(11): 2299-2311.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.002

## WorldView-2 遥感影像在广西第五次沙化监测中的应用

覃家科,莫奇京,莫剑锋

(广西壮族自治区林业勘测设计院,广西 南宁 530011)

**摘要:**WorldView-2 遥感影像因具有多光谱波段和 0.46 m 空间分辨率,反映地物信息丰富、影像清晰等特点被各行业广泛使用。广西前期沙化监测采用的遥感影像均是空间分辨率为米级的影像,但监测工作效率与结果均不是很理想。文章对 WorldView-2 卫星遥感图像处理、遥感图像目视解译标志库建立、遥感图像判读及判读结果检验等方面进行阐述与分析。结果认为,采用该遥感影像进行沙化监测具有精度高、工作效率高的特点,可推广应用。

**关键词:**WorldView-2 遥感影像;图像处理;目视解译;判读;沙化监测;广西

中图分类号:S771.8;S717.193;S758.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0005-04

## Application of WorldView-2 Remote Sensing Image in the Fifth Land Desertification Monitoring of Guangxi

QIN Jiake, MO QiJing, MO Jianfeng

(Guangxi Institute of Forest Inventory and Planning, Nanning 530011, China)

**Abstract:** As for its multi-spectral and high spatial resolution (0.46 meters), coupling with its function of abundant information and clear images, the WorldView-2 state images has been quickly used in various industries since published. The previous results of the land desertification monitoring of Guangxi were not so good because of the low resolution of the Remote Sensing Image. Aiming to improve the efficiency and accuracy of the results for land desertification monitoring, the WorldView-2 Remote Sensing Images was used in the fifth land desertification monitoring of Guangxi Province. In this paper, the method of how to use the WorldView-2 Remote Sensing Images in desertification monitoring of Guangxi by clarify the processing of the remote sensing image, the building of the remote sensing image visual interpretation symbol library, the interpretation of the remote sensing image and the nuclear results etc., have been discussed. The results indicated that the application of WorldView-2 Remote Sensing Images in the fifth land desertification monitoring of Guangxi was feasible.

**Key words:** WorldView-2 Remote Sensing Image; interpretation of remote sensing; desertification monitoring; Guangxi Province

遥感与地理信息技术在沙化监测中已得到了广泛使用,提高了沙化监测效率。在亚米级高分辨率遥感影像未出现以前,米级高分辨率遥感影像如

SPOT 5 遥感影像倍受科技工作者的青睐,广西第四次沙化监测就是运用 SPOT 5 遥感影像进行遥感监测的。SPOT 5 卫星全色影像空间分辨率为 2.5 m、

收稿日期:2015-08-20;修回日期:2015-08-26.

基金项目:国家林业局第五次全国荒漠化和沙化监测广西专项(20130117).

作者简介:覃家科(1977-),男(壮族),广西柳州人,助理研究员.主要从事森林资源与环境监测工作. E-mail:55226355@qq.com

多光谱影像空间分辨率为 10 m,两者融合而成假彩色遥感影像空间分辨也仅达 2.5 m,用来做沙化监测虽然一定程度提高了沙化监测的工作效率,但是沙化监测结果的准确度与精度仍然不理想。

随着卫星技术发展,遥感图像空间分辨率大大提高,美国 WorldView-2 卫星于 2009 年 10 月 6 日发射升空,运行在 770 km 高的太阳同步轨道上,能够提供 0.5 m 全色图像和 1.8 m 分辨率的多光谱图像。WorldView-2 遥感影像具有高空间分辨、显示地物信息丰富的特点,迅速地被应用于国土资源调查、资源探测和生态环境监测等领域中<sup>[1-3]</sup>。广西第五次沙化监测首次采用 WorldView-2 遥感影像来进行,WorldView-2 遥感影像在沙化监测中应用的技术与方法为本文研究的内容。

### 1 研究区概况

研究区域位于广西北部湾地区,地处东经 107°53'~109°46',北纬 20°54'~21°55',东临广东省廉江市,西连越南广宁省芒街市,南濒北部湾,北靠钦州市钦北区,跨北海、防城港、钦州 3 个市。海岸线长 1 595 km,若以向内陆伸延 10 km 范围计算,则沿海内陆和滩涂面积总共为 42.95 万 hm<sup>2</sup>。其中:海岸带大陆部分 34.02 万 hm<sup>2</sup>,占总面积的 79.2%;潮间带滩涂 8.67 万 hm<sup>2</sup>,占 20.2%;岛屿 0.26 万 hm<sup>2</sup>,占 0.6%。

### 2 数据资料

研究区前期沙化监测数据(shape 格式矢量图)和地形图,遥感数据源为 2011 年和 2012 年 WorldView-2 遥感影像,遥感影像由供应商按《森林资源调查卫星遥感影像制作技术规程》(LY/T 1954-2011)的要求进行处理。其空间分辨率为 0.5 m 的全色波段(450~800 nm)和空间分辨 1.8 m 的多光谱数据。多光谱波段数据:蓝波段 450~510 nm,绿波段 510~580 nm,红波段 630~690 nm,近红外 1 波段 770~895 nm,海岸带波段 400~450 nm,黄光波段 400~450 nm,红边缘波段 705~745 nm,近红外 2 波段 860~1 040 nm<sup>[4]</sup>。

### 3 研究方法

#### 3.1 遥感图像处理

本研究采取如图 1 所示的技术流程进行研究。通过对 WorldView-2 遥感图像进行波段融合、几何

校正、假彩色合成、图像增强等处理后形成可以直接目视解译的遥感数据。在 ArcGIS 软件平台上,将 WorldView-2 遥感数据、1:10 000 地形图、前期沙化监测数据(shape 格式矢量图)叠加在一起形成遥感判读工作平台,并根据研究区的行政区划进行分幅裁切。

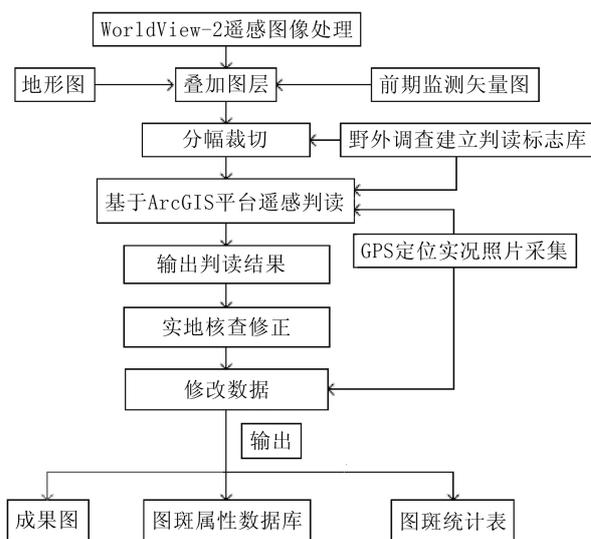


图 1 沙化遥感监测的技术流程

Fig. 1 Technical processes of desertification remote sensing

#### 3.2 建立研究区沙化土地分类系统

学者们对我国沙化成因、防治及沙化的概念和遥感监测指标体系已进行相关的研究<sup>[5]</sup>。国家林业局综合学者们的研究成果,制定了全国荒漠化和沙化监测技术标准,形成一套比较完整的沙化监测指标体系及其沙化土地类型分类系统。研究区沙化土地分类系统与全国荒漠化和沙化监测技术标准保持一致,把研究区沙化土地分为三大类型,即沙化土地、有明显沙化趋势的土地、非沙化土地。沙化土地分为 6 个一级地类,即流动沙地、半固定沙地、固定沙地、露沙地、沙化耕地、非生物治沙工程地;其中半固定沙地又分人工半固定沙地和天然半固定沙地 2 个二级地类;固定沙地又分为人工固定沙地和天然固定沙地 2 个二级地类。详细划分标准见国家林业局《全国荒漠化和沙化监测技术规定(2013 年修订)》。

#### 3.3 建立目视解译标志库

根据确定研究区的沙化土地类型种类,选取不同沙化土地类型,現地调查沙化土地有关因子信息(土地利用类型、沙化土地类型、土地沙化程度、土

壤、植被及地形地貌等),用带 GPS 功能的平板电脑拍摄沙化土地实况照片,建立沙化土地有关因子与遥感影像色调、纹理、形状、分布等特征的对应关系(建立遥感解译标志库)<sup>[6]</sup>(表 1)。

### 3.4 目视解译与实地修正

根据解译标志库遥感中影像对应沙化土地类型及其特征如亮度、色调、位置、纹理、阴影、结构等进行沙化遥感目视解译。目视解译图斑边界以前期图斑边界为基础,在前期沙化监测的图斑边界基础上进行编辑、修改、合并、删除或新建图斑。目视解译完成后对目视解译图斑进行拓扑检查,确保解译凸版边界不交叉、不重叠和存在缝隙。

目视解译完成后,将目视结果 WorldView-2 影像输出,制成外业调查图,并到实地核查,纠正和修改目视解译错误图斑,并补充完善其他相关调查因子。实地纠正和修改方法:首先核对判读图斑沙化土地类型是否正确,若判读图斑沙化土地类型与实地沙化土地类型不符,则纠正判读图斑沙化土地类型;然后,核对判读图斑边界勾绘是否准确,若判读图斑之间边界在判读过程中勾绘不准,则按对坡勾绘方法纠正判读图斑边界。

### 3.5 成果输出与统计

在 ArcGIS 软件平台上,对照实地调查结果,修改和纠正目视解译错误图斑,录入相关调查因子,做图斑拓扑空间检查和数据库逻辑属性检查,确保沙化遥感监测正确无误。最后输出研究区沙化监测成果图、图斑统计表和沙化监测数据库。

判读个数与精度分析

1)判读个数精度用  $P$  表示,计算公式<sup>[7]</sup>:

$$P = \frac{N_1}{N_2} \times 100\%$$

式中, $N_1$  为判读正确图斑个数,即经实地核对判读正确的图斑个数, $N_2$  判读图斑个数,人机交互判读图斑个数。

2)判读面积精度用实测面积与判读面积的相对误差表示,计算公式:

$$U = \frac{|X_1 \times X_2|}{X_1}$$

式中, $U$  为相对误差, $X_1$  为实测总面积,实地核对并修正判读错误图斑后图斑的总面积; $X_2$  为判读总面积,人机交互判读图斑的总面积。

## 4 结果与分析

1)研究区沙化土地类型图斑个数为 4 071 个,

表 1 监测区沙化土地类型遥感影像解译标志库  
Tab. 1 Remote sensing interpreting marks database of desertification land types in the monitored area

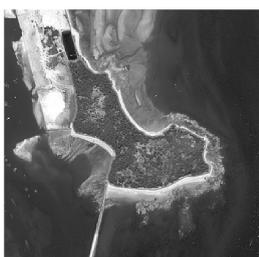
序号	沙化土地类型	影像特征	遥感影像
1	流动沙地	呈块状分布,分布在水域附近,颜色为灰白色,纹理光滑	
2	人工半固定沙地	呈块状分布,分布在水域附近,颜色为灰色与白色相间,暗灰色为人工栽培林木,白色为沙化土地。	
3	天然半固定沙地	多边形,呈块状分布,纹理光滑,颜色为灰白色。天然植被覆盖度少,沙化土地呈白色。	
4	人工固定沙地	呈块状分布,纹理粗糙,颜色为绿色,人工栽培林木株行距清晰可见,行距之间有白色条纹为沙地。	
5	天然固定沙地	呈块状分布,颜色为蓝色,蓝色为天然植被,白色亮点为植被未完全覆盖到的沙化土地。	
6	沙化耕地	呈片状分布,由方形、长方形、多边形小方块水田构成,颜色为灰绿色。	

表 2 沙化土地类型的遥感判读精度

Tab. 2 Accuracy of the remote sensing interpretation for land desertification

序号	沙区土地类型	实测斑块数 ( $N_1$ )/个	判读正确块数 ( $N_2$ )/个	判读个数精度 ( $P$ )/%	实测面积 ( $X_1$ )/ $\text{hm}^2$	判读面积 ( $X_2$ )/ $\text{hm}^2$	相对误差 ( $U$ )/%
1	流动沙地	15	15	100.0	104.43	104.33	0.10
2	人工半固定沙地	13	13	100.0	6.62	6.58	0.60
3	天然半固定沙地	50	48	96.9	42.66	42.28	0.89
4	人工固定沙地	2423	2405	99.3	25702.62	25558.00	0.56
5	天然固定沙地	80	78	97.0	286.02	284.59	0.50
6	沙化耕地	1490	1490	100.0	33318.28	33201.75	0.35

判读正确的图斑个数为 4 049 个,判读精度达 99.5%;其中流动沙地、人工半固定沙地、沙化耕地图斑判读个数精度达 100%,天然半固定沙地判读个数精度达 96.9%,人工固定沙地判读个数精度达 99.3%,天然固定沙地判读个数精度达 97.0%。WorldView-2 遥感影像空间分辨率为 0.5 m,影像清晰,沙化耕地在遥感影像中呈由多个长方形、方形等规则多边形相构成,整体呈块状分布形状,易于判读,图斑判读个数精度达 100%(表 2)。流动沙地和人工半固定沙地均分布在水域附近,流动沙地颜色为灰白色,块状结构;人工半固定沙地则呈暗灰色(人工栽培植物)与白色相间(沙化土地)结构,流动沙地、人工半固定沙地的分布方式及形态特征明显,易于判读,图斑判读个数精度高。人工固定沙地和天然固定沙地植被覆盖度相近,有个别图斑混淆,造成误判,判读精度相对低些。天然半固定沙地影像色彩呈白色,与沙化土地被人为破坏后的影像特征相似,导致有 2 个图斑误判,影响判读精度。

2)各沙化土地类型面积判读精度差异不大,相对误差均小于 1%。其中,沙化土地类型面积判读精度最高为流动沙地,相对误差最小(为 0.1%),其次是沙化耕地(为 0.35%),面积判读精度最低的是天然半固定沙地(为 0.89%)。天然半固定沙地面积判读精度最低,但其相对误差为(0.89%)<1%,说明 WorldView-2 遥感影像分辨率高,能清晰地显示地物信息,在 ArcGIS 软件平台上,人机交互目视解译沙化土地类型图斑及边界勾绘具有较高准确度。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

广西本次采用 WorldView-2 遥感影像进行沙化

监测,提高了沙化监测的精度。从监测结果可以看出,研究区沙化土地类型图斑个数总计为 4 071 个,通过目视解译判读正确的图斑个数为 4 049 个,图斑判读个数精度达 99.5%,判读精度高。通过 WorldView-2 遥感影像目视解译后,基本完成研究区整个沙化监测工作,仅有少数沙化图斑被误判,需现地核对纠正,减少了沙化外业调查传统工作对坡勾绘图斑的工作量,从而提高了沙化监测工作效率。

运用 WorldView-2 遥感影像进行沙化土地类型判读,各沙化土地类型面积判读精度差异不大,相对误差均小于 1%,面积判读精度高。WorldView-2 遥感影像具有高空间分辨率,不同沙化土地类型之间的边界在遥感影像中清晰显示,在目视解译判读过程中能准确勾绘图斑边界,仅有少数图斑边界勾绘不准,减少了沙化遥感监测工作过程中因图像分辨率不高、反映地物信息不清晰而需要做大量外业补充调查以及修改图斑边界的工作量。

### 5.2 讨论

米级高分辨率的遥感影像中,法国 SPOT 5 空间分辨率为 2.5 m,日本 Alos 空间分辨率为 2.5 m,德国 Rapid-Eye 空间分辨率为 5 m,以及中国资源 3 号卫星空间分辨率为 2.1 m 等。在亚米级高分辨率影像出现以前,米级高分辨率遥感影像广泛应用于国土资源调查、森林资源监测、农业调查等。但米级高分辨率影像相对于亚米级高分辨率遥感影像而言,分辨率仍然不高,反映的地物信息仍不够丰富,用其来做林业遥感调查时,林地地类前后变化图斑个数判读精度及图斑面积判读精度仍不够理想,面积判读精度差异大<sup>[7]</sup>。根据广西本次采用 WorldView-2 遥感影像进行沙化监测结果表明,WorldView-2 遥感影像具高空间分辨率和多光谱波段的特性,反映地物信息丰富、影像清晰,通过人机交互的目视解译,

(下转第 24 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.003

## Google Earth 和 ArcGIS 软件在宾川县新一轮 退耕还林工程中的应用

姚美玲, 环正国

(宾川县林业局, 云南 宾川 671600)

**摘要:**宾川县自 2014 年开始启动新一轮退耕还林工程,按照传统的工作方法,地块落实难度大。对 Google Earth 和 ArcGIS 软件进行研究分析,创造性地将二者结合起来用于退耕还林地落实、面积求算以及工程管理,极大地提高了内外业工作效率和工程管理质量。藉此阐述了应用 Google Earth 和 ArcGIS 进行小班区划、图形转换、编辑、面积求算、地块查询管理等方法及步骤。

**关键词:**Google Earth; ArcGIS; 退耕还林; 地块区划; 宾川县

中图分类号: F301.24; TP39; P208 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)05-0009-06

## Application of Google Earth and ArcGIS Technology in the New Round of Grain for Green Project in Binchuan Province

YAO Meilin, HUAN Zhengguo

(Binchuan Forestry Bureau, Binchuan, Yunnan 671600, China)

**Abstract:** The new round of Grain for Green Project in Binchuan County has been conducted since 2014. According to the traditional methods, the implementation of land zoning has been facing enormous difficulty. Based on the study of Google Earth and ArcGIS software, the application of combining the two in Grain for Green Project for forest land zoning, area calculating and project management has greatly improved the efficiency of internal and external business and project management quality. Thereby, the methods and procedures of Google Earth and ArcGIS in small class divisions, graphic conversion, editing, area calculating, land inquiry and management also have been described in this paper.

**Key words:** Google Earth; ArcGIS; Grain for Green; land zoning; Binchuan County

新一轮退耕还林还草工程的实施目的是实现 25°以上的陡坡耕地全面退耕,有效恢复植被并改善项目区生态环境,治理水土流失。2014 年工程全面启动,宾川县建设任务为 333.3 hm<sup>2</sup>,要求地块必须落实在第二次全国土地利用现状规划图 25°以上的陡坡耕地中,且地块涉及千家万户、零星分散,落实工作较为困难。通过对谷歌地球和 ArcGIS 10 软件

研究分析发现,将二者有机结合用于地块落实、面积求算以及工程管理,能极大地提高内外业工作效率和工程管理质量。

### 1 软件概况

#### 1.1 ArcGIS 10 软件与谷歌地球 (Google Earth)

ArcGIS 是美国环境系统研究所 (Environ-men-

收稿日期:2015-07-08;修回日期:2015-09-07.

作者简介:姚美玲(1982-),女,云南宾川人,工程师。从事林业调查规划及林业工程建设管理等工作。

通信作者:环正国(1978-),男,云南宾川人,高级工程师。从事林业调查规划及林业工程建设管理等工作。E-mail:35210160@qq.com

tal System Research Institute, ESRI) 开发的世界上应用最为广泛的软件之一, 简称 GIS (Geographic Information System) 即地理信息系统。ArcMap 是 ArcGIS Desktop 中的应用程序之一, 在地图出版、数据处理及建模分析等工作中广泛应用, 其核心是数据, 基础是坐标系。现阶段 ArcMap 制图及数据处理等功能在林业行业中作为专题制图工具应用较为广泛。

谷歌地球 (Google Earth) 是一款美国 Google 公司开发的虚拟地球仪软件, 它把卫星照片、航空照相和 GIS 布置在一个地球的三维模型上。Google Earth 的卫星影像并非单一数据来源, 而是卫星影像与航拍的数据整合。视角海拔高度可降低至 1.5 km 左右, 能清晰地显示出 0.5 m 以上的地埂。在新一轮退耕还林外业调查中辅助运用其进行地块勾绘, 比运用传统的地形图勾绘更直观、准确。

## 1.2 ArcGIS 10 软件与 Google Earth 之间的数据交互

通过多年的实践, ArcGIS 10 软件强大的数据处理功能已成熟地运用于林业专题制图中, 但地块数据的采集仍然只能使用地形图现地勾绘或借助 GPS 数据采集 2 种方法, 无法避免地形图勾绘时判图不准确及 GPS 采集工作量巨大的问题。而 Google Earth 能清晰地显示出 0.5 m 以上的地埂, 仿佛把地块清晰地放到每个人的桌面上, 让你坐在电脑前就可以在大山之间游走、俯瞰, 并且图像更新速度更快, 目前宾川县可浏览到的 Google Earth 图像均为 2014 年 1 月后拍摄, 部分区域为 2015 年拍摄, 地块影像与现实高度一致。因此, 以谷歌地球显示的位置为参照, 经过与实地比对, 使用添加路径 (点、线、面) 工具勾绘地块既直观又准确, 但普通版本却不具备计算面积、检索、查询、空间数据管理等功能, 输出图形也不符合作业设计技术要求。通过研究发现, 以 Google Earth 为位置参照可以描画地物 (点、线、面), 并存为 KML 或 KMZ 文件, 通过 GIS 转换工具可以转换为 GIS 中的 Shape 文件, 并进行图形编辑、面积求算等。同时也可以通过 GIS 转换工具将 Shape 图层文件转换为 KML 或 KMZ 文件, 在 Google Earth 上显示、定位和修改。将二者结合运用, 可对数据进行相互交换和无缝对接, 用于退耕还林地块落实、面积求算、图形输出以及工程管理。

## 2 在新一轮退耕还林中的应用

### 2.1 小班区划及转换

按照《国家新一轮退耕还林还草总体方案》要

求, 新一轮退耕还林还草的地块必须是最新的全国土地利用现状调查变更成果图上区划为 25° 以上陡坡耕地的非基本农田。因此, 必须以宾川县 2013 年全国土地利用现状调查变更成果图作为底图, 将国土部门提供的成果底图上规划为 25° 以上的非基本农田陡坡耕地中相对集中连片、群众退耕意愿强烈的区域地块区划为新一轮退耕还林的小班地块, 形成新的矢量图层, 标注小班号并计算出各小班的面积。通过输入坐标变换参数将坐标系变换为 WGS84 坐标系, 然后用 ArcMap 的转换工具将 Shape 文件转换为 KML 文件, 形成 Google Earth 可读的文件 (图 1)。

### 2.2 在 Google Earth 中添加图层

打开 Google Earth, 将转换好的新一轮退耕还林 (KML 文件) 图层添加到 Google Earth 上, 形成 Google Earth 小班层。同时, 以小班为单位建立图层包, 每个小班建立一个独立的图包, 选择图层属性, 设置共享样式为轮廓模式, 此时各小班边界、小班号、小班面积在 Google Earth 中得以完整呈现。

### 2.3 在 Google Earth 中添加地块及信息

由于区划小班中所涉及的地块是各家各户的, 为了能够准确地地区分各农户地块, 为下一步计算出各农户地块的面积、落实补助政策及造林任务做准备, 就要以小班图层为基础, 在农户指认地块的同时, 用添加多边形工具在其上绘制宗地边界并录入相应地块信息。

用添加多边形工具绘制各户地块边界, 调整好样式/颜色, 输入农户姓名或地块编号 (图 2)。

当整个小班的地块都添加结束后, 将文件另存到指定位置, 并选择保存为 KMZ 文件 (KMZ 是 Google Earth 默认的输出文件格式, 是经过 ZIP 格式压缩的 KML 文件)。

### 2.4 KMZ 文件转为 Shape 文件

由于在 Google Earth 中所绘制的各农户地块是 KMZ 文件, 要将其添加到 ArcGIS 中必须将其转化为 Shape 文件方可进行其他的分析或处理。

#### 2.4.1 图形文件转换

打开 ArcMap, 运用 ArcToolbox - 转换工具 - 由 KML 转出 - KML 转图层, 输入刚才保存的 KMZ 文件, 选择输出位置, 确定后形成 Geodatabase 数据格式文件 (图 3)。

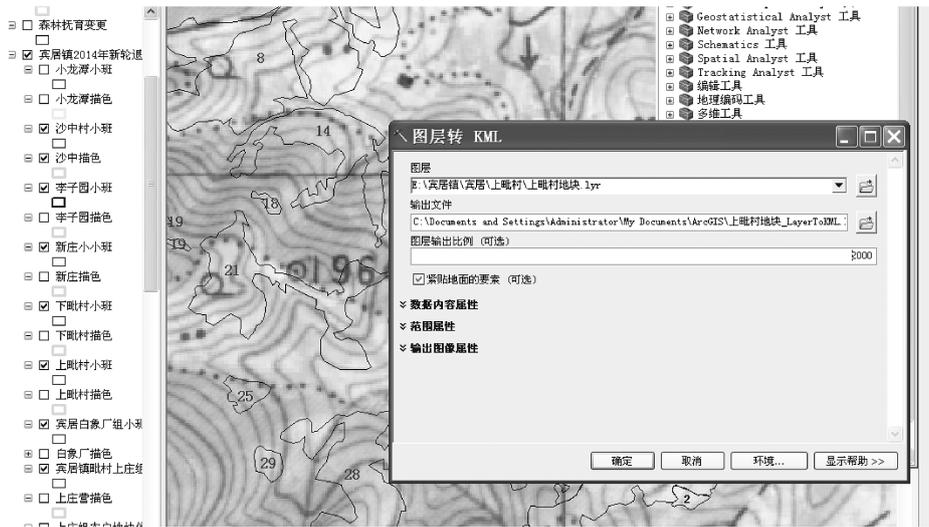


图 1 文件格式转换

Fig. 1 File format conversion

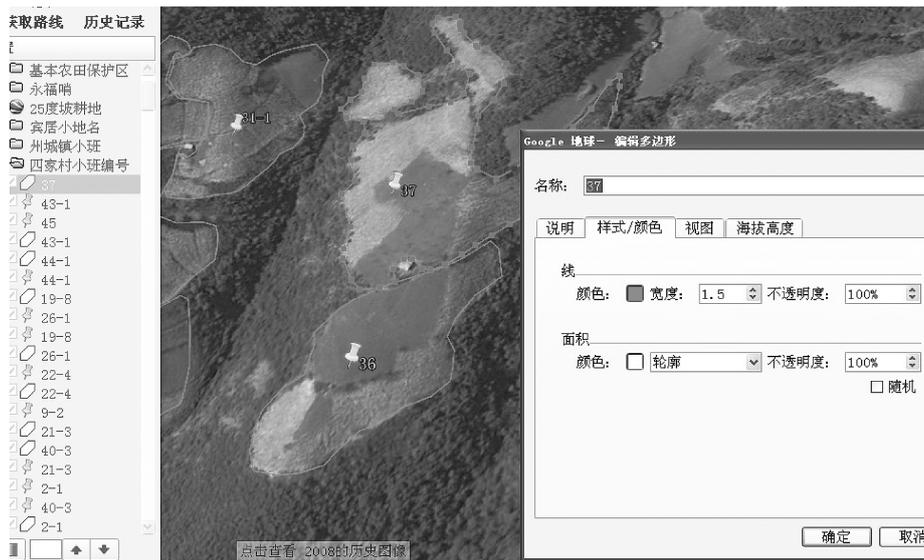


图 2 添加地块边界线及信息

Fig. 2 Accretion of parcel boundary lines and information

### 2. 4. 2 生成 Shape 文件

在 ArcMap 中添加转换好的 Geodatabase 数据格式图形文件后,选择图形文件,选择导出工具条,导出为要素数据集,便可生成 Shape 文件,在 ArcMap 中添加转换好的 Shape 文件,此时在 Google Earth 中输入的农户姓名或地块编号也会作为独立的字段被导入属性表(图 4)。添加变换好的 Shape 图层的同时进行坐标变换(图 5)。

### 2. 4. 3 要素几何修复

在 ArcMap 编辑状态下,点击地理处理菜单,选择 ArcToolbox-数据管理-要素-修复几何对话框,添加要修复的图层,完成几何修复(图 6)。

此时便可对图形进行编辑、计算、标注和导出图形。

### 2. 4. 4 图层的编辑计算

在 ArcMap 停止编辑状态下,选择已进行几何



图 3 图层转换

Fig. 3 Layer conversion

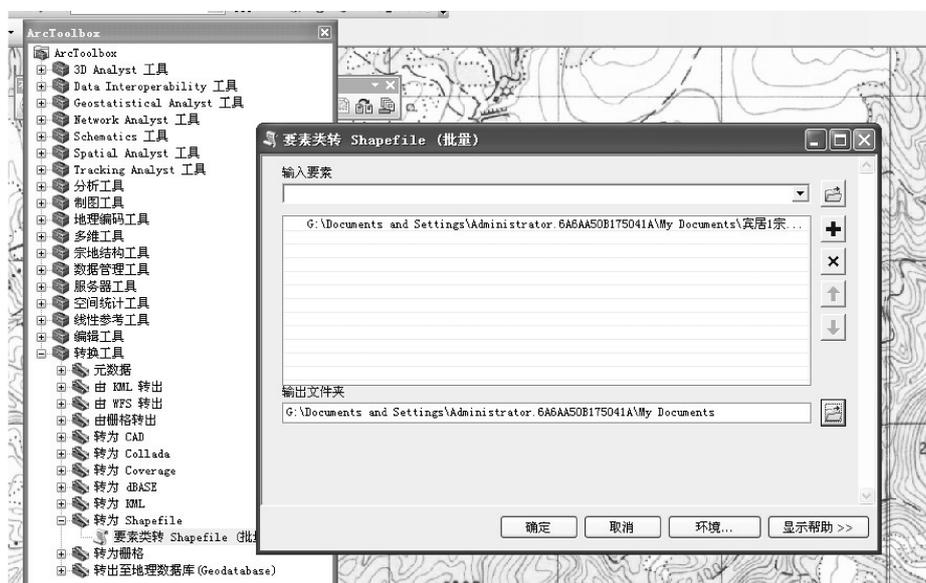


图 4 生成 Shape 文件

Fig. 4 Generate Shape file

修复的图层,打开属性表,添加乡镇、村、组、面积、所在小班等所需字段。在编辑状态下,输入地块属性值,对各农户地块面积进行计算,这样便形成了一个完整的小班农户地块信息。

#### 2.4.5 合并图层

由于处理地块信息是以小班为单元,各地块为因子进行编辑的,为了便于施工管理和统计,需对各村小组的所有小班图层信息进行拼接合并。

在 ArcMap 编辑状态,选择其中一个图层,将图层名改为所属村组名,运用编辑菜单下的复制、粘贴工具将其它各小班的的地块图形信息复制到该图层上,完成一个村组农户地块信息的合并。

#### 2.5 工程管理

在新一轮退耕还林工程管理中,会存在施工人员或检查人员拿着地形图到现场指地块的时候,由于识图水平不高,导致地块指认不准确的问题。为

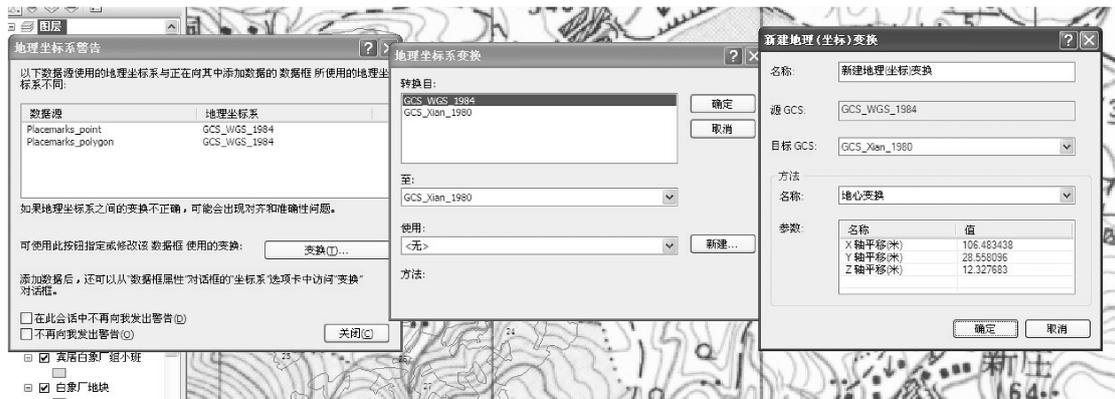


图 5 坐标转换

Fig. 5 Coordinate conversion

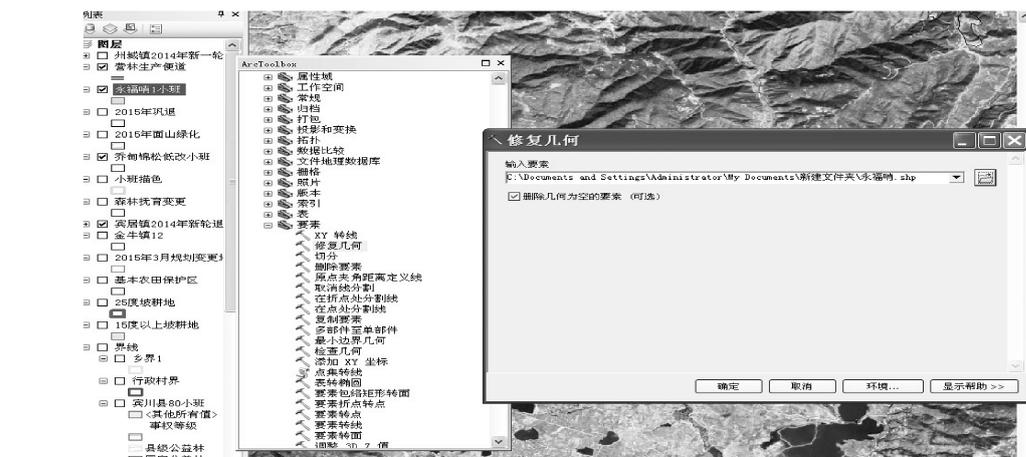


图 6 图层修复

Fig. 6 Layer restore

了准确掌握各农户地块信息,可将编辑好的各村组农户地块信息图层返回到 Google Earth 上进行显示、定位和编辑。

### 2.5.1 地块矢量图形的转换

与小班转换方法相同,将生成各村组农户地块信息的 Shape 文件,执行 ArcToolbox-转换工具-转为 KML-图层转 KML,设置好输出比例,确定后即生成 KMZ 文件(图 7)。

### 2.5.2 显示查寻

在 Google Earth 中打开转换好的小班及农户地块信息(KMZ 格式)文件,各地块及小班信息可在 Google Earth 中进行查寻显示,工程管理人员可对其在笔记本电脑上进行缓存,便可到现地对各农户地块或小班的实施情况进行准确地定位检查,能极大地提高项目管理的质量和效果(图 8)。

## 3 结论

新一轮退耕还林还草地块要求落实到第二次全国土地利用现状规划图上,且山高坡陡、地块众多、零星分散,落实难度较大。而大量的林业工作,如作业设计、施工管理、检查验收、林业案件的鉴定等工作同样都离不开对地块的勾绘、面积求算、地块的指认,这些工作都要借助地形图完成。按照第一轮退耕还林时用地形图勾绘图形、皮尺丈量地块、方格纸计算面积的方法,工作难度大、效率低、成本高、质量差,每一地块的落实都要跋山涉水,走到地块的每一个角落。在基层林业单位,尤其乡镇一级,一些林业工作者本身从事林业工作,但由于地形图识图水平低或没有任何地形图识图基础,在进行工程管理或其它林业工作中困难重重。

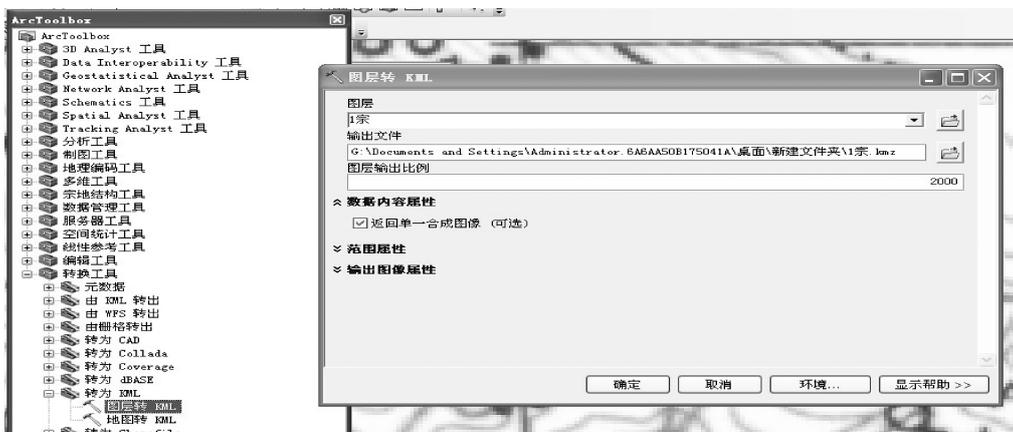


图 7 文件输出

Fig.7 File output



图 8 现地确认

Fig.8 Terrain confirmed

掌握 Google Earth 与 ArcGIS 的数据交换方法, 结合现地与谷歌地球 3D 立体旋转照片的识别, 让农户或熟悉地块的人在谷歌地球上指认地块, 然后对地块边界进行勾绘, 将 Google Earth 勾绘的图形导入 ArcGIS, 并转换成 Shape 文件, 进行面积计算、检索、查询、空间数据管理、成图、出图等, 可以解决传统工作方法中产生的困难和问题。在宾川县 2014 年 333.3 hm<sup>2</sup> 新一轮退耕还林工程地块落实过程中, 运用此技术极大地提高了工作效率和质量。经过与 2002、2003 年第一轮退耕还林地落实过程的对比, 工作效率可提高 10 倍以上, 相应的财力、物力消耗也随之下, 而准确度却得到极大提高。通过 ArcGIS 与 Google Earth 的数据交换, 将 Shape 文件转换成 KML 文件在 Google Earth 中显示, 能帮助

其快速、准确地找到地块位置, 为林业工程的建设与管理以及其它林业工作的开展开辟了一条方便快捷的绿色通道, 也为宾川县林业信息化建设开启了新的篇章。

### 参考文献:

- [1] 黄杏元. 地理信息概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [2] 牟乃夏, 刘文宝, 王海银, 等. ArcGIS 10 地理信息系统教程[M]. 北京: 测绘出版社, 2012.
- [3] 国家发展和改革委员会, 财政部, 国家林业局, 等. 新一轮退耕还林总体方案[Z]. 2014.
- [4] 宾川县林业局. 宾川县 2014 年度新一轮退耕还林作业设计 [Z]. 2015.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.004

## 基于 CASA 模型的香格里拉碳储量估算

李富海<sup>1</sup>, 芦珊<sup>1</sup>, 栗业<sup>2</sup>

(1. 河南省林业调查规划院, 河南 郑州 450000; 2. 河北省地质矿产局第二地质大队, 河北 唐山 063000)

**摘要:**随着全球环境问题的日益突出和人类环保观念的逐步普及,碳储量的研究已成为学术界研究的热点与前沿。文章以 TM 影像为信息源,在 GIS 软件、Matlab 软件和相关气象数据支持下,对香格里拉县 2010 年碳储量进行估算。结果表明,基于 CASA 模型的碳储量估算方便快捷,结果真实可靠。对研究区的碳储量空间分布进行分析,发现其在水平方向、垂直方向、坡向、行政区域等方面均存在一定的分布规律。

**关键词:**CASA 模型;碳储量;植被类型图;空间分布

中图分类号:S718.556;S711 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0015-05

## Carbon Storage Estimation of Shangri-La Based on CASA Model

LI Fuhai<sup>1</sup>, LU Shan<sup>1</sup>, LI Ye<sup>2</sup>

(1. Institute of Forest Inventory and Planning, Zhengzhou 450000, China;

2. No. 2 Geological Brigade of Hebei Geology and Minerals Bureau, Tangshan, Hebei 063000, China)

**Abstract:** As the global environment problem becomes increasingly prominent and environmental protection concepts gradually popularizing, the study on carbon storage have become the hot spot or leading edge in academia. Taking TM image as information source, supported by GIS software, Matlab and relevant meteorological data, the carbon storage of Shangri-La in 2010 has been estimated. The result showed that carbon storage estimating basing on CASA model was convenient and accurate. The analysis of carbon storage spatial distribution in Shangri-La concluded that the change of carbon storage in different directions has a certain rule.

**Key words:** CASA model; carbon storage estimation; vegetation type; spatial distribution

### 1 研究背景与意义

自 18 世纪后期开始,工业化、城市化迅猛发展,森林砍伐、植被退化、土地开垦、城市扩张等行为导致土地利用方式和土地覆盖发生巨大变化。与之相对应的是人们环保观念的提升,在创建“绿色地球”的时代背景下,对森林、草地等生态系统碳储量、碳循环等方面进行研究<sup>[1-3]</sup>。香格里拉县隶属云南省

迪庆藏族自治州,位于云南省的西北部、迪庆州东北部,地处青藏高原边缘,横断山脉腹地。境内雪山林立、江河纵横、草原遍布、湖泊众多<sup>[4]</sup>。地理位置和立地条件决定了其生态环境极其脆弱,一旦受到破坏恢复难度较大,且经济成本、时间成本难以估量。鉴于此,开展碳储量的估算对掌握植被生长、破坏情况,制定环境保护策略大有裨益。

收稿日期:2015-07-31.

作者简介:李富海(1969-),男,河南正阳人,高级工程师。研究方向:3S 技术在林业中的应用。E-mail:120395597@qq.com。

通信作者:芦珊(1990-),女,硕士研究生。研究方向:3S 技术在林业中的应用。E-mail:lushan0406@126.com。

## 2 CASA 模型概述

CASA 模型属于光能利用率模型,是以遥感数据和气象数据为基本数据源,以遥感(RS)和地理信息系统(GIS)为主要技术手段,同时考虑到土地利

用类型、地表植被、太阳辐射、温度、水文等驱动因子的影响,综合植被吸收的光合有效辐射和光能转化率这 2 个主要因子,通过遥感数据的反演对 NPP 进行估算。利用 CASA 模型估算 NPP 的基本框架如图 1 所示。

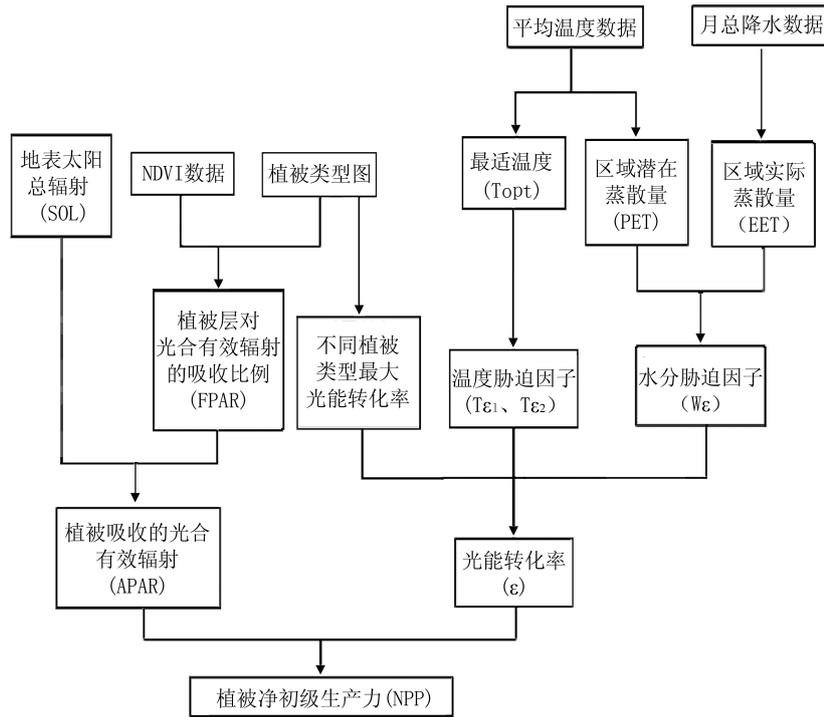


图 1 技术路线

Fig. 1 Technology route

CASA 模型中植被净初级生产力(NPP)的测算由植被吸收的光合有效辐射(APAR)与光能转化率(ε)这 2 个变量的乘积确定。计算公式如 1:

$$NPP(x,t) = APAR(x,t) \times \epsilon(x,t) \quad (1)$$

式中,NPP(x,t)表示像元 x 在 t 时间的植被净初级生产力(gC/m<sup>2</sup>·月),APAR(x,t)表示像元 x 在 t 时间吸收的光合有效辐射(MJ/m<sup>2</sup>·月),ε(x,t)表示像元 x 在 t 时间的实际光能利用率,ε 的值主要受温度和水分的影响。

### 2.1 光合有效辐射(APAR)的确定

植被所吸收的光合有效辐射与太阳总辐射量 SOL(x,t)、植被层对入射光和辐射的吸收比例 FPAR(x,t)相关,公式如下:

$$APAR(x,t) = SOL(x,t) \times FPAR(x,t) \times 0.5 \quad (2)$$

$$FPAR(x,t) = \frac{FPAR(x,t)_{NDVI} + FPAR(x,t)_{SR}}{2} \quad (3)$$

$$FPAR(x,t)_{NDVI} = \frac{(NDVI(x,t) - NDVI_{i,min}) \times (FPAR_{max} - FPAR_{min})}{(NDVI_{i,max} - NDVI_{i,min})} + FPAR_{min} \quad (4)$$

$$FPAR(x,t)_{SR} = \frac{(SR(x,t) - SR_{i,min}) \times (FPAR_{max} - FPAR_{min})}{(SR_{i,max} - SR_{i,min})} + FPAR_{min} \quad (5)$$

$$SR(x,t) = \frac{[1 + NDVI(x,t)]}{[1 - NDVI(x,t)]} \quad (6)$$

式中 FPAR(x,t)<sub>NDVI</sub>、FPAR(x,t)<sub>SR</sub> 分别为归一化植

被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)和简单比值植被指数(Simple Ratio Index, SR)求得

### 2.2 光能利用率(ε)的确定

光能利用率 ε 是指植被通过光合作用, 将所吸收的光合有效辐射 (PAR) 转化为有机碳的效率。在理想条件下, 某种植被的光能利用率可以达到最大值 ε<sub>max</sub>, 但实际情况是, 植被的光能利用率主要受到温度、水分胁迫因子的影响, 在大多数时候小于最大光能利用率。其计算公式如式 7 所示:

$$\epsilon = T_{\epsilon 1} \times T_{\epsilon 2} \times W_{\epsilon} \times \epsilon_{\max} \quad (7)$$

式中, T<sub>ε1</sub>、T<sub>ε2</sub> 为温度胁迫系数, 表示温度变化对 NPP 的影响, W<sub>ε</sub> 为水文胁迫系数, 代表水分对 NPP 的影响, ε<sub>max</sub> 为理想条件下光能利用率的极大值。

ε<sub>max</sub> 为理想条件下光能利用率的极大值, 通常认为全球的植被最大光能利用率为 0.389 gC/MJ, 不同植被类型的最大光能利用率不同。本研究直接利用朱文泉<sup>[4]</sup>《中国陆地植被净初级生产力遥感估算》中对 ε<sub>max</sub> 的研究成果(表 1)。

表 1 植被类型与最大光能利用率对应

Tab. 1 Land-cover type and its max efficiency for solar energy utilization

指标	常绿 针叶林	常绿 阔叶林	落叶 阔叶林	针阔 混交林	灌木	草地	河流	沼泽	农田
ε <sub>max</sub>	0.389	0.985	0.692	0.475	0.429	0.542	0.542	0.542	0.542

温度胁迫因子包括 T<sub>ε1</sub> 和 T<sub>ε2</sub>, T<sub>ε1</sub> 反映了在低温和高温时植物内在的生化作用对光合作用的限制而降低净初级生产力的趋势, T<sub>ε2</sub> 反映了当温度从最适宜温度 T<sub>opt</sub> 向高温或低温变化时植物的光能转化率逐渐下降的趋势。

$$T_{\epsilon 2} = \frac{1.1814}{\{1 + \exp[0.2(T_{opt} - 10 - T_a)]\} \times \{1 + \exp[0.3(-T_{opt} - 10 + T_a)]\}} \quad (9)$$

T<sub>a</sub> 为该像元在此月份的平均温度, 当 T<sub>a</sub> 比最适宜温度 T<sub>opt</sub> 高 10℃ 或低 13℃ 时, T<sub>ε2</sub> 为最适宜温度月份 T<sub>ε2</sub> 值的一半。

水分胁迫系数 W<sub>ε</sub> 反映了植被在一定水分条件下对光能转化率的影响, 随着植被可利用水分的增加, W<sub>ε</sub> 逐渐增大, 取值范围为 [0.5, 1]。在极端干旱的条件下 W<sub>ε</sub> 最小为 0.5, 在非常湿润的条件下 W<sub>ε</sub> 最大为 1.0。

$$W_{\epsilon} = 0.5 + 0.5 \times EET/PET \quad (10)$$

### 3 数据准备

本研究所需数据包括植被类型图、气象数据及验证数据 3 部分。

#### 3.1 植被类型图的获取

基于 2007 年 TM 影像, 依据香格里拉县二类调查成果, 采用监督分类的方法对研究区的植被类型进行分类, 结合谷歌影像人工目视解译对初次分类中出现偏差的部分进行纠正, 生成研究区的植被类型图。分类体系的制定结合研究区现状与国内外学者的研究, 如表 2 所示。

$$T_{\epsilon 1} = 0.8 + 0.02 \times T_{opt} - 0.0005 \times T_{opt}^2 \quad (8)$$

上式中 T<sub>opt</sub> 为最适宜温度, 是一年中 NDVI 达到极大值时该月份的平均温度。当某一月平均温度小于或等于 -10℃ 时, T<sub>ε1</sub> 取 0。

#### 3.2 气象数据

本研究所用到的气象数据主要有地表太阳总辐射、平均温度、月总降水数据, 来自香格里拉县人民政府网站 (<http://www.xgll.gov.cn>)、中国气象科学数据共享服务网 (<http://cdc.cma.gov.cn>) 和香格里拉县森林资源规划设计调查报告。

地表太阳总辐射使用中甸(区站号: 56543) 近 30 年的累年平均太阳总辐射值代替。温度数据依据覃志豪<sup>[5]</sup>等人提出的单窗算法模型, 由 TM 影像第六波段反演得到。降水数据基于中甸、德钦、丽江、维西 4 个气象站点的相关数据, 采用反距离权重插值方法得到。

#### 3.3 验证数据

为了确保研究结果的正确性、可靠性和适用性, 需要对估测结果进行验证和比较分析。在此利用 CASA 模型与植被枯损模型估测的香格里拉碳储量拟采用 2 种方法进行验证: 1) 基于 2007 年森林资源规划设计调查报告<sup>[6]</sup>数据的比对; 2) 与其他专家学者所做研究结果进行比对。

表 2 植被类型  
Tab.2 Vegetation type

一级	林地			非林地				
二级	乔木林	灌木林	农地	建筑用地	未利用地	水域	牧地	冰雪
三级	针叶林	阔叶林	混交林					
四级	常绿阔叶林	落叶阔叶林						

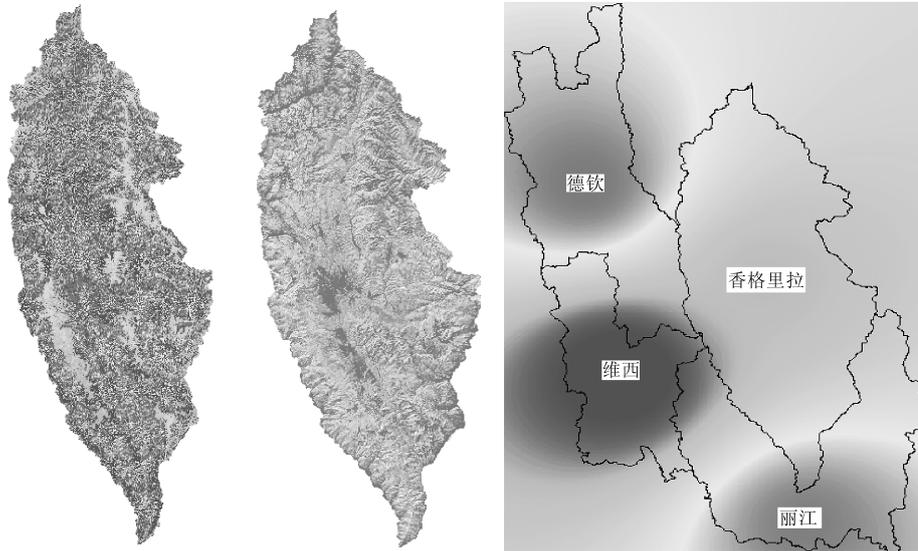


图 2 植被分类、温度、降水

Fig.2 Images of land-use type, temperature and precipitation

《云南省香格里拉县森林资源规划设计调查报告》<sup>[6]</sup>中提及香格里拉县各树种的蓄积量,需要经过一定的处理才能转换为碳储量。首先,选取与本研究区立地条件相似的,由黄从德<sup>[7]</sup>建立的蓄积量—生物量模型,将蓄积量转换为生物量。下一步,选取马晓娟<sup>[2]</sup>所采用重铬酸钾容量法对香格里拉县主要优势树种含碳率的测定结果,将生物量转换为碳储量,为 6 375.22 万 t。

针对香格里拉县森林碳储量,王金亮<sup>[8]</sup>、程鹏飞<sup>[9]</sup>等都做了一定的研究,他们均选取乔木林中的云冷杉、栎类、高山松、云南松作为研究对象。程鹏飞的研究结果表明,全县碳储量约为 6 872 万 t;王金亮在对生物量估算中得出全县生物量约为 1.14 亿 t,折合碳储量约为 5 700 万 t。

## 4 结果与分析

### 4.1 结果

基于 CASA 模型的碳储量估算在 Matlab 软件中

编程实现,最后香格里拉县 2010 年碳储量为 6 509.440 81 万 t,分布情况如图 3 所示。

由 2007 年香格里拉森林资源调查报告中相关数据得出全县碳储量约为 6 375.22 万 t。程鹏飞、王金亮等基于样地调查和遥感数据得出香格里拉碳储量分别为 6 872 t 和 5 700 t。将本文估算的 2007 年的碳储量与上述 3 组数据进行比对,误差均在 15% 以内。本文的碳储量包括各类林地、农地与草地,在研究对象上比程鹏飞等所做的研究更为广泛,碳储量高于其研究结果也在情理之中。总的来说,本文对碳储量的估算在可接受的范围内,研究结果是合理可靠的。

### 4.2 碳储量的空间分布

根据图 3 结合 DEM 数据可以得出香格里拉县碳储量的分布存在以下规律:

#### 4.2.1 从水平方向上看

总体上看,碳储量在全县的分布较为广泛,除建筑用地、未利用地、水域、冰雪覆盖区域无碳储量外,

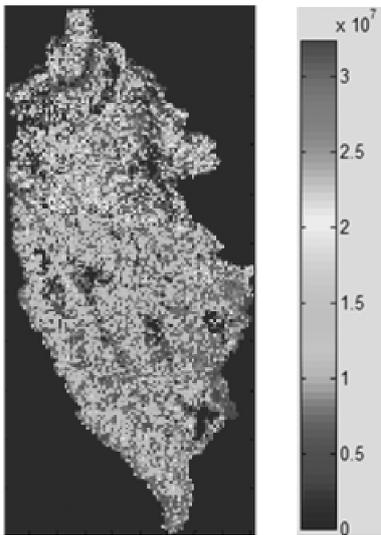


图 3 碳储量分布情况

Fig. 3 Distribution of carbon storage

全县 95% 的面积碳储量值均大于 0。碳储量较高的地区从方位上来看主要为县西北、西南、东北部、南部和县中部偏北。

4.2.2 从垂直方向上看

受研究区地形与植被垂直分布规律的影响,碳储量在垂直方向上也存在一定的规律。碳储量随海拔的增高呈现“低—高一低”的变化趋势。海拔较低的地区受植被类型与人为因素的双重影响,碳储量较低;中海拔地区植被长势稳定、物种丰富,受人为影响小,碳储量较高;高海拔地区生态环境脆弱,植被生长条件恶劣,碳储量较小。

4.2.3 从坡向上看

同一山脉的阴坡与阳坡碳储量存在较明显的差异,阳坡的碳储量较阴坡明显偏高,且全县碳储量最高的区域大多分布在阳坡上。

4.2.4 从行政区域上看

11 个乡镇中,金江镇的碳密度最大,为 124.34 t/hm<sup>2</sup>,但其总量仅为 407.799 万 t,仅占总碳储量的 6.27%。格咱乡碳密度为 69.242 t/hm<sup>2</sup>,碳密度仅为第四,但其碳储量为 1 920.606 万 t,是全县碳储量最高的乡镇,占全县碳储量的 29.5%;

从图 4 可以看出,香格里拉县各乡镇平均碳密度多集中在 32.799~78.569 5 t/hm<sup>2</sup>,包括东旺乡、格咱乡、尼西乡、建堂镇、洛吉乡、小中甸镇、三坝乡、虎跳峡镇这 8 个乡镇,面积约占全县的 90% 以上。五境乡、上江乡、金沙镇的碳密度相对较高,均在



图 4 香格里拉碳储量等级分布

Fig. 4 Carbon storage grade distribution in Shangri-La

78.569 5~124.34 t/hm<sup>2</sup>。最大值出现在金江镇,碳密度为 124.340 t/hm<sup>2</sup>;最小值出现在东旺乡,碳密度仅为 32.799 t/hm<sup>2</sup>。

5 讨论

本文基于 TM 影像,在 GIS 软件和 Matlab 软件的支持下,基于 CASA 模型估算了香格里拉 2010 年的碳储量,旨在为研究区的碳储量监测提供借鉴。相比于传统的碳储量测定方法,基于 CASA 模型的碳储量估算更加方便快捷,在已获取分辨率较高的遥感影像、气象数据等相关数据的前提下,可免除繁杂的外业调查和室内试验,基于地理信息系统平台就能实现碳储量的估算,且估算结果真实可信,有较大的借鉴意义。由于时间和数据的限制,研究中还存在若干问题有待进一步改进:

1) 植被类型图的精度有待提高。本研究采用的是监督分类的方式对遥感影像进行初步分类,又利用目视解译最大程度地纠正了分类的偏差,但一定程度的误差仍然无法避免。由于研究时间有限,未尝试其他的分类方法,如神经网络、支持向量机等分类方法,可能存在其他的分类方法能提高植被类型图的精度。

2) 气象数据有待完善。香格里拉县地处高寒山区,立体气候显著,如若能在处理气象数据时将海 (下转第 35 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.005

## 6 个油橄榄品种叶片解剖结构与抗旱性综合评价

贺娜, 宁德鲁, 徐田, 马婷  
(云南省林业科学院, 云南 昆明 650201)

**摘要:**为研究不同品种油橄榄叶片解剖结构的差异以及油橄榄叶片解剖结构与抗旱性的关系,以 6 个品种油橄榄的叶片为研究对象,根据不同品种叶片解剖结构特征及其栅海比、叶片紧密度等指标,观察研究了 6 个品种叶片的解剖结构,并采用模糊隶属函数和系统聚类法进行分析。结果表明:6 个油橄榄品种抗旱能力表现强弱顺序为柯基 > 金叶佛禅榄 > 鄂植 > 佛奥 > 科拉蒂 > 软阿斯。  
**关键词:**油橄榄;叶片;解剖结构;抗旱性

中图分类号:S565.7;S722.36 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0020-05

### Comparative Study on Relationship between Leaf Anatomical Structure and Drought Resistance of 6 *Olea europaea* Varieties

HE Na, NING Delu, XU Tian, MA Ting  
(Yunnan Forestry Academy of Sciences, Kunming 650201, China)

**Abstract:** To study the difference of the anatomical structure of different varieties of *Olea europaea* leaves, and the relationship between the anatomical structure and drought resistance, six varieties of *Olea europaea* were selected as the research objects. According to leaf anatomical structure characteristics and the rate of palisade tissue and spongy tissue of the different varieties, and the use of fuzzy membership function and the system clustering method, the leaves anatomical structure of six varieties were observed and analyzed. The results showed that the order of drought resistance ability of 6 *Olea europaea* varieties was followed as Koroneiki > Yunzai hao > Ezhi > Frantoio > Coratina > Ascolana tenera.

**Key words:** *Olea europaea*; leaf; anatomical structure; drought resistance

油橄榄(*Olea europaea* L.)属木犀科、木犀榄属的多年生常绿乔木,生长周期长<sup>[1]</sup>,是世界著名的速生、高产、果实含油率高的木本油料树种。原产于小亚细亚,后广栽于地中海地区<sup>[2]</sup>。云南省从 20 世纪 60 年代初期开始进行油橄榄引种试验,距今已有 50 多年种植历史。通过长期的引种观察和对各项生态指标的综合分析,认为云南省的油橄榄适生区

为年均温 14~18℃,年降雨量在 1 000 mm 以下的金沙江干暖河谷地区<sup>[3]</sup>。但由于该地区独特的气候特征,冬季干旱成为制约油橄榄产量及规模的因素之一。近年来,随着油橄榄种植热潮的不断高涨,筛选出抗旱性强的油橄榄品种对促进油橄榄产业快速发展将起到重要作用。

叶片是植物进化过程中对环境变化比较敏感且

收稿日期:2015-08-17.

基金项目:云南省应用基础研究计划项目“油橄榄花芽分化期及其叶片内含物变化规律研究”(2012FD080).

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. E-mail:370101725@qq.com

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.

可塑性较大的器官,在不同选择压力下已经形成各种适应类型<sup>[4]</sup>,其结构特征最能体现环境因子的影响或植物对环境的适应,了解叶片的解剖结构对环境的适应性及抗性有重要意义。本研究从形态解剖学角度研究了云南省 6 个主栽油橄榄品种叶器官的内部结构和表皮特征,其目的在于初步掌握这几个品种叶片的解剖结构,了解其叶片结构与抗旱适应性之间的关系,为油橄榄产业的进一步发展、利用和推广提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验基地位于云南省楚雄彝族自治州永仁县永定镇糯达。永仁县地处北纬 25°51'~26°31',东经 101°14'~101°49',位于金沙江上游,属金沙江干热河谷区,平均海拔 1 530~1 700 m,属亚热带季风气候,年均温 17.5℃,平均年温差 13.7℃,无霜期 267 d,年均降雨量 868.4 mm。该地区属于中国油橄榄种植区划中的一级适生区。

### 1.2 研究材料

叶片材料采自楚雄州永仁糯达油橄榄基地 10 年生 6 个油橄榄品种:软阿斯、佛奥、尖叶佛樾榄、鄂植、科拉蒂、柯基。

### 1.3 试验方法

剪取健康成熟叶片主脉及其两侧 1.0 cm×1.0 cm 的小块,用 FAA 固定,3 个重复。采用常规石蜡法制片,在 Leica 显微镜下观察和拍照,测量并记录叶片的各结构,所得数据为 10 个视野的平均值,同时计算:

叶片组织结构紧密度 CTR = 栅栏组织厚度/叶片厚度×100%

叶片组织结构疏松度 SR = 海绵组织厚度/叶片厚度×100%

### 1.4 分析方法

采用 Excel 及 SPSS 对数据进行统计分析。采用模糊隶属函数对油橄榄抗性进行综合评价。模糊隶属函数值的计算:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (1)$$

$$Z_{ij} = 1 - \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (2)$$

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (3)$$

式中, $Z_{ij}$  表示基因型  $j$  指标的隶属函数值, $X_{ij}$  表示  $i$  基因型  $j$  指标的测定比值, $X_{j\max}$ 、 $X_{j\min}$  分别表示各基因型指标的最大和最小测定值, $\bar{X}_i$  为  $i$  基因型的隶属函数均值, $n$  为指标数。

根据各基因型指标均值即  $\bar{X}_i$  确定抗旱性强弱。如果指标与抗旱性呈正相关,采用公式(1)计算隶属函数值;如果指标与抗旱性呈负相关,采用公式(2)计算隶属函数值。研究发现叶片厚度、表皮厚度、栅栏组织厚度、栅栏组织与海绵组织的比值及 CTR 呈正相关,用公式(1)计算隶属函数值,海绵组织、ST 与抗旱性呈负相关<sup>[7-12]</sup>,用公式(2)计算,最后用公式(3)计算隶属函数均值。对模糊隶属函数均值进行综合分析评价,并结合系统聚类法区分各个品种的抗旱级别,最终确定各品种的抗旱能力,选出抗旱性最强的宜栽品种。

## 2 结果与分析

一般认为叶片小而厚是植物抗旱的特征,细小的叶型可以减少水分蒸发的面积,叶片越厚,储水能力相对越强<sup>[13]</sup>。油橄榄叶为异面叶,在横切面上主要观测了叶片厚度、表皮、叶肉等指标。表皮组织包括上表皮和下表皮,上、下表皮外侧均由一层细胞组成,排列紧密,整齐。上表皮较厚,平均厚度为 18.168 9  $\mu\text{m}$ ,下表皮略薄,平均厚度为 14.607 7  $\mu\text{m}$ ,上下表皮均有明显的角质层。

### 2.1 叶片厚度

在云南主栽的 6 个油橄榄品种中,鄂植叶片厚最大,达 455.919 1  $\mu\text{m}$ ,厚度最小的为柯基,厚度仅为 363.752 5  $\mu\text{m}$ ,在本次供试品种中,除软阿斯与佛奥、鄂植与科拉蒂间不存在显著差异( $P < 0.05$ )外,其他均存在显著差异( $P < 0.05$ ),所有达到显著差异的品种均达到了极显著差异( $P < 0.01$ ),如表 1 所示。

表 1 6 个油橄榄品种叶片厚度比较

Tab. 1 Blade thickness comparison of 6 olive varieties

品种	叶片厚度/ $\mu\text{m}$
软阿斯	424.9726±8.9701 abAB
佛奥	431.7845±7.5830 abAB
金叶佛樾榄	390.6362±14.0079 cC
鄂植	455.9191±12.9687 deDE
科拉蒂	455.8271±24.8488 deDE
柯基	363.7525±6.2156 fF

注:数据后不同的小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),不同大写字母表示显著极差异( $P < 0.01$ ),下同。

## 2.2 表皮

品种鄂植的上表皮最厚,达  $19.614\ 2\ \mu\text{m}$ ,金叶佛樺榄上表皮最薄,仅为  $12.542\ 7\ \mu\text{m}$ (表 2)在本次供试品种中,除软阿斯与金叶佛樺榄,佛奥与鄂植、科拉蒂、柯基,鄂植与科拉蒂、柯基之间不存在显

著差异( $P < 0.05$ )外,其他品种相互间均存在极显著差异( $P < 0.05$ );存在显著差异的品种除软阿斯与佛奥,其他均存在极显著差异( $P < 0.01$ )。

下表皮最厚的是鄂植,达  $17.810\ 0\ \mu\text{m}$ ,最薄的是金叶佛樺榄,为  $13.332\ 6\ \mu\text{m}$ 。在供试品种中,仅鄂植与软阿斯、佛奥、金叶佛樺榄存在显著差异( $P < 0.05$ ),并存在极显著差异( $P < 0.01$ )。

表 2 6 个油橄榄品种上下表皮厚度比较

Tab. 2 Comparison of upper and lower epidermis thickness of 6 olive varieties

品种	上表皮厚度/ $\mu\text{m}$	下表皮厚度/ $\mu\text{m}$
软阿斯	$15.0234 \pm 1.5621$ adeABCF	$13.5637 \pm 3.0232$ abcefABCFE
佛奥	$18.0846 \pm 2.7382$ bdefABDEF	$14.1817 \pm 1.6250$ abcefABCFE
金叶佛樺榄	$12.5427 \pm 3.5870$ acAC	$13.3326 \pm 3.4548$ abcefABCFE
鄂植	$19.6142 \pm 2.7046$ bdefBDEF	$17.8100 \pm 2.9633$ defDEF
科拉蒂	$18.6415 \pm 3.4953$ bdefBDEF	$15.4256 \pm 2.5500$ abcdefABCDEF
柯基	$17.2083 \pm 2.4666$ abdefABDEF	$15.5878 \pm 3.2692$ abcdefABCDEF

## 2.3 叶肉

叶肉分为栅栏组织和海绵组织。油橄榄栅栏组织由 2~3 层柱状细胞构成,细胞较长,排列整齐紧密。海绵组织由多层细胞构成,细胞形状不规则且排列疏松,细胞间间隙较大。

栅栏组织厚度最大的是鄂植,达  $183.585\ 3\ \mu\text{m}$ ,最小的是软阿斯,为  $154.246\ 6\ \mu\text{m}$ (表 3)。各供试品种栅栏组织厚度仅软阿斯与佛奥、金叶佛樺榄、鄂植、科拉蒂、柯基存在显著差异( $P < 0.05$ ),同时存在极显著差异( $P < 0.01$ )。

表 3 6 个油橄榄品种叶肉厚度比较

Tab. 3 Comparison of mesophyll thickness of 6 olive varieties

品种	栅栏组织厚度/ $\mu\text{m}$	海绵组织厚度/ $\mu\text{m}$
软阿斯	$154.2466 \pm 4.3839$ aA	$242.1389 \pm 7.5529$ aeADE
佛奥	$175.7449 \pm 7.5155$ bcdefBCDEF	$223.7732 \pm 7.8198$ bB
金叶佛樺榄	$182.3369 \pm 12.5363$ bcdefBCDEF	$182.4241 \pm 6.5610$ cC
鄂植	$183.5853 \pm 13.6433$ bcdefBCDEF	$234.9096 \pm 10.2138$ dADE
科拉蒂	$179.3296 \pm 20.4584$ bcdefBCDEF	$242.4305 \pm 9.4898$ aeADE
柯基	$173.1008 \pm 7.4400$ bcdefBCDEF	$157.8556 \pm 5.1533$ fF

海绵组织厚度最大的是科拉蒂,厚度为  $242.430\ 5\ \mu\text{m}$ ,最小的是柯基,厚度为  $157.855\ 6\ \mu\text{m}$ ,除软阿斯与科拉蒂不存在显著差异外( $P < 0.05$ ),其他品种间均存在显著差异( $P < 0.05$ )。另外,除软阿斯与鄂植外其他品种间均存在极显著差异( $P < 0.01$ )。

## 2.4 栅海比

栅海比最大的是柯基,为  $1.098\ 3$ ,最小的是软阿斯,为  $0.637\ 6$ 。除佛奥与鄂植、科拉蒂,鄂植与

科拉蒂不存在显著差异外,其他所有品种间均存在显著差异( $P < 0.05$ )。另外,存在显著差异的品种均存在极显著差异( $P < 0.01$ )(表 4)。

## 2.5 叶片栅栏组织紧密度(CTR)、叶片海绵组织紧密度(ST)

CTR 最大的是金叶佛樺榄,达  $46.64\%$ ;ST 最大的是软阿斯,为  $46.64\%$ (表 5,图 1),在各供试品种中,除佛奥、鄂植、科拉蒂间不存在显著差异,其他品种间的 CTR 与 ST 均存在显著差异( $P < 0.05$ )。

表 4 6 个油橄榄品种栅海比  
Tab. 4 Hybi of 6 olive varieties

品种	栅海比
软阿斯	0.6376±0.0262 Aa
佛奥	0.7869±0.0552 bdeBDE
金叶佛樺榄	1.0007±0.0787 cC
鄂植	0.7842±0.0851 bdeBDE
科拉蒂	0.7402±0.0847 bdeBDE
柯基	1.0983±0.0719 fF

表 5 6 个油橄榄品种 CTR、ST 比较  
Tab. 5 CTR, ST comparison of 6 olive varieties

品种	CTR/%	ST/%
软阿斯	36.30±0.81 aA	56.98±1.20 aA
佛奥	40.70±1.62 bdeBDE	51.82±1.59 bdeBDE
金叶佛樺榄	46.64±2.03 cC	46.74±1.94 cC
鄂植	40.24±2.24 bdeBDE	51.56±2.66 bdeBDE
科拉蒂	39.25±2.48 bdeBDE	53.27±2.52 bdeBDE
柯基	47.58±1.72 fF	43.40±1.38 fF

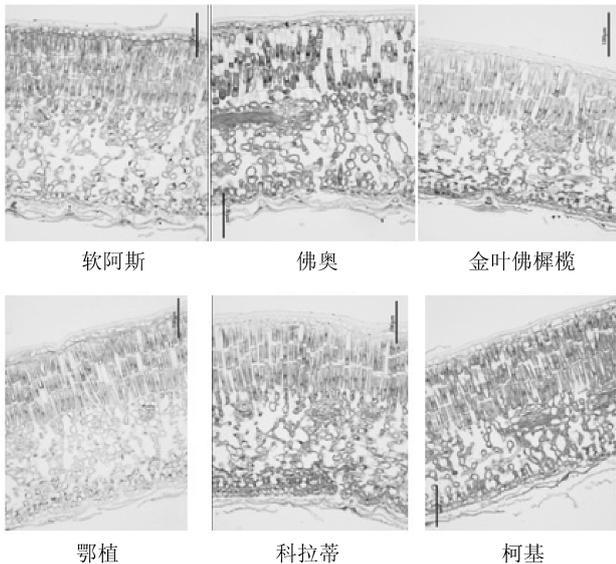


图 1 6 个油橄榄品种叶片的形态结构  
Fig. 1 Leaf morphology of 6 olive varieties

另外,存在显著差异的品种之间也极显著差异( $P < 0.01$ )。

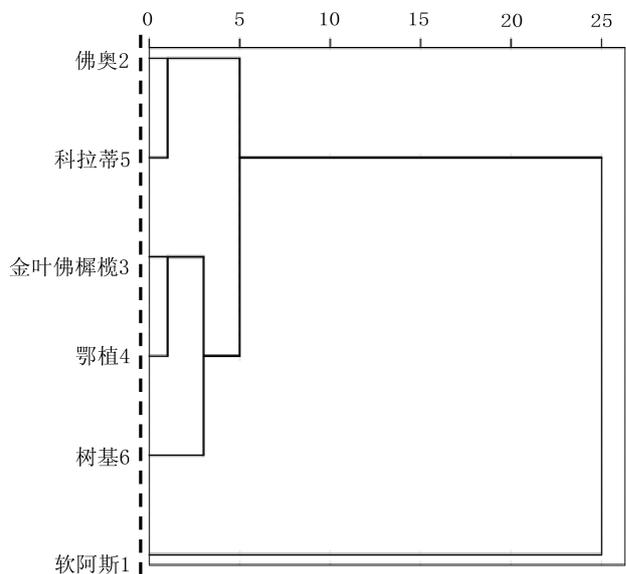
2.6 油橄榄叶片解剖结构的聚类分析

用系统聚类的方法,结合各品种油橄榄叶片解

剖指标,求出隶属函数平均值(表 6),并对各参试品种隶属函数平均值进行样品聚类,将参试品种的抗旱性分为弱、中、强 3 类。抗旱性强的品种有柯基、金叶佛樺榄和鄂植,抗旱性中的品种有佛奥和科拉蒂,抗旱性弱的品种是软阿斯(图 2)。

表 6 各品种的函数隶属平均值  
Tab. 7 Function average of all varieties

品种	函数平均值	排序
软阿斯	0.1503	6
佛奥	0.5564	4
金叶佛樺榄	0.7363	2
鄂植	0.6925	3
科拉蒂	0.5532	5
柯基	0.8737	1



(0~25 的标尺刻度表示类别之间的亲疏距离)

图 2 参试油橄榄品种模糊隶属函数值的系统聚类  
Fig. 2 System clustering of fuzzy membership function of tested olive varieties

3 结论与讨论

1)大量研究表明,叶片的解剖结构与果树的抗旱性以及光合特性等存在一定的相关性<sup>[8,14]</sup>。在供试品种中,叶片厚度,上、下表皮厚度以及栅栏组织厚最大的均为鄂植,海绵组织最大的为科拉蒂,栅海比最大的为柯基,CTR 最大的为金叶佛樺榄,ST 最大的为软阿斯。综合各项指标,抗旱性能最好的品种

为柯基。

2) 油橄榄叶片上表皮细胞排列整齐紧密, 平均厚度为  $18.1689\ \mu\text{m}$ , 下表皮上薄细胞较多, 叶肉由栅栏组织和海绵组织构成, 栅栏组织细胞由 2~3 层柱状细胞构成, 细胞较长, 排列整齐紧密, 可在干旱时阻止水分蒸发, 在水分适宜时增加植物的蒸腾效率<sup>[15]</sup>。海绵组织由多层细胞构成, 细胞形状不规则且排列疏松, 细胞间间隙较大。

3) 参试油橄榄品种叶片解剖结构与抗旱性相关的指标没有明显的一致性, 单一指标很难全面准确地反映各品种的抗旱性, 因此, 通过利用隶属函数均值法进行综合评价, 以消除单一指标带来的单位度量上的偏差。6 个油橄榄品种抗旱能力表现强弱顺序为柯基 > 金叶佛樺榄 > 鄂植 > 佛奥 > 科拉蒂 > 软阿斯。本试验在选择与植物抗旱性相关的叶片指标方面借鉴了前人的相关研究报道<sup>[7-15]</sup>, 筛选了与植物抗旱性关系比较密切的叶片形态解剖指标, 能够客观地反映供试材料的抗旱能力。

### 参考文献:

- [1] 宁德鲁, 杨卫明. 油橄榄良种选育与栽培[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2013.
- [2] 中国科学院植物研究所. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 123.
- [3] 陆斌, 杨卫明, 张植中, 等. 云南油橄榄引种四十年[J]. 西部林业科学, 2005, 34(1): 62-65.

- [4] 王勋陵, 王静. 植物的形态结构与环境[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1989: 105-138.
- [5] 施宗明, 孙卫邦, 祁治林, 等. 中国油橄榄适生区研究[J]. 植物分类与资源学报, 2011, 33(5): 571-579.
- [6] 邓明全, 俞宁. 油橄榄引种栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [7] 闫娟娟, 秦伟, 肖运强, 等. 新疆野苹果 28 个种下类型叶片解剖结构对比研究[J]. 新疆农业大学学报, 2014, 37(4): 298-305.
- [8] 孟庆杰, 王光全. 桃叶片组织结构与其抗旱性关系的研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 65-67.
- [9] 寇云玲, 罗青红. 新疆杂交榛叶片解剖结构研究[J]. 果树学报, 2012, 29(1): 1063-1068.
- [10] 史晓霞, 张国芳, 孟林, 等. 马蒿叶片解剖结构特征与其抗旱性关系研究[J]. 植物研究, 2008, 28(5): 584-588.
- [11] 杜华栋, 徐翠红, 刘萍, 等. 陕北黄土高原优势植物叶片解剖结构的生态适应性[J]. 西北植物学报, 2010, 30(2): 293-300.
- [12] 肖芳, 冯天杰, 吴娜. 野芙蓉叶片解剖结构与其抗旱性关系的研究[J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(3): 33-35.
- [13] 倪郁, 李唯. 作物抗旱机制及其指标的研究进展与现状[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(1): 14-22.
- [14] 李晓燕, 李连国. 葡萄叶片组织结构与抗旱性关系的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1994, 15(3): 30-32.
- [15] 李正理. 旱生植物的形态和结构[J]. 生物学通报, 1981(4): 9-12.

(上接第 8 页)

再辅以少量外业调查工作, 就可以实现沙化监测工作, 提高了沙化监测遥感监测判读精度和沙化监测工作效率。因此, 建议今后在林业资源专项调查如沙化监测、湿地专项调查、红树林资源调查、自然保护区专项调查中采用 WorldView-2 遥感影像进行调查, 以提高调查精度和工作效率。

### 参考文献:

- [1] 陈庆华, 乔国军. 基于 WorldView-2 遥感影像的湿地资源调查[J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 增刊(35): 68-70.
- [2] 陈建明, 孙卫东, 于浩, 等. WorldView-2 数据在西昆仑

库斯拉甫含煤盆地的应用与研究[J]. 新疆地质, 2011, 29(3): 356-358.

- [3] 王震. WorldView 卫星影像在宁夏地理国情普查中的应用[J]. 测绘技术装备, 2014(1): 41-42.
- [4] 高国龙. 美国 WorldView-2 八波段高分辨率商用卫星发回清晰图片[J]. 红外, 2010, 31(2): 47-48.
- [5] 高尚武, 王葆芳, 朱灵益, 等. 中国沙质荒漠化土地监测评价指标体系[J]. 林业科学, 1998, 34(2): 1-10.
- [6] 庄晨辉, 陈铭潮, 李峥. 遥感技术在土地沙化监测中的应用[J]. 福建林学院学报, 2006, 26(4): 324-327.
- [7] 李涛, 谭伟, 王六平, 等. 遥感影像判读地类在贵州省林地变更调查中的应用[J]. 贵州农业科学, 2013, 41(9): 172-175.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.006

## 天山北部地区植被覆盖的时空变化及趋势分析

杜娟

(陕西师范大学 西北历史环境与经济社会发展研究院, 陕西 西安 710062)

**摘要:**根据 1982—2006 年 GIMMS-NDVI 数据,采用线性趋势法和 Hurst 指数法,对天山北部植被覆盖状况的时空变化、发展趋势进行分析。结果表明:天山北部地区整体植被覆盖度不高,山麓地带、河湖沿岸的绿洲农业区植被覆盖较好。研究时段内的植被覆盖有退化的趋势,且退化区域以绿洲边缘区及中低山区为主,主要农耕区在灌溉措施保障下,植被覆盖有改善的趋势。天山北部的植被覆盖变化具有持续性特点,持续增大会主要分布在绿洲农业区;持续减小区主要分布在中低山区;沙漠戈壁区无显著变化特征。

**关键词:**植被覆盖;时空变化;NDVI;持续性;天山北部地区

中图分类号:S718.547 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0025-06

## Temporal and Spatial Variation and Trend Analysis of Vegetation Coverage in Northern Tianshan Mountain Region

DU Juan

(Northwest China Historical Environment and Socio-Economic Development Center, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** Adopting the linear regression method and Hurst index, the 1982–2006 GIMMS NDVI data was used to study temporal and spatial variation and trend of vegetation coverage in northern Tianshan Mountain. The results showed that the overall vegetation coverage in northern Tianshan Mountain, was not high, but in oasis agricultural region along piedmont belt or the banks of rivers were better. Vegetation coverage in the study area had a trend of degradation, and the degradation was mainly distributed in oasis fringes and low mountains area. The vegetation coverage in farming area ensured water conservancy irrigation also had an increasing tendency. Vegetation coverage change shows the continuity characteristics, the vegetation of oasis farming area was continually rising but it was decreasing in low mountain area, and the characteristics of continuous change was not obvious in the Gobi desert area.

**Key words:** vegetation coverage; temporal and spatial variation; NDVI; continuity; Northern Tianshan Mountain Region

植被是陆地生态系统的重要组成部分,它将大气圈、土壤圈和水圈紧密联系在一起,对防止水土流失、减少温室气体、调节生态系统稳定等方面具有十

分重要的作用<sup>[1]</sup>。植被的年际覆盖变化与气候变化、人类活动以及大气中 CO<sub>2</sub> 的施肥效应有密切关系,因此它在区域及全球环境变化研究中具有敏感

收稿日期:2015-08-27.

基金项目:国家自然科学基金项目(41271159)。

作者简介:杜娟(1978-),女,陕西西安人,助理研究员。研究方向:环境变迁。E-mail:dujuan@snnu.edu.cn

的指示作用<sup>[2,3]</sup>。NDVI(Normalized Difference Vegetation Index, 归一化植被指数)数据能较为准确地反映地表植被状况,已被广泛应用于地表覆被与生态环境变化诸研究领域<sup>[4-7]</sup>。学者们利用 NDVI 进行过不同区域的植被覆盖变化研究<sup>[8-14]</sup>,新疆地区也有相关研究成果<sup>[15-17]</sup>,但已有的研究对新疆平原绿洲农业区的植被变化方面仍未涉及。新疆地处亚欧大陆腹地,气候干旱,水资源贫乏,植被覆盖度低是影响该区域生态环境与经济发 展的限制性因素,而天山北部平原区水资源条件相对较好,绿洲农业发达,农业生产又会对地表植被覆盖产生显著影响。本文利用线性趋势法、Hurst 指数法对新疆北部平原区植被覆盖状况进行时空变化特征、趋势及影响因素进行分析,对进一步研究该区域的气候与环境变化,农牧业合理开发具有一定的理论及现实意义。

## 1 区域概况

天山以北地区是由山地森林、草原、农业绿洲、荒漠等组成的复杂生态系统,其中天山北坡,额尔齐斯河流域以及塔城盆地、伊犁河谷地区受高山阻挡,气候冬春多雪、夏秋多雨,湿润度相对较高,植被覆盖度也较高,而准噶尔盆地内部干旱少雨,多为荒漠景观。受冰川融雪的补给,平原区内河流湖泊发育,玛纳斯河、额尔齐斯河、乌伦古河、奎屯河及玛纳斯湖、艾比湖、赛里木湖、吉力湖、乌伦古湖和巴里坤湖等众多水系是形成平原区绿洲农业的主要水源,同时也是影响区域内植被覆盖变化的重要因素(图 1)。

## 2 数据及方法

研究中所采用的资料主要包括天山北部地区的行政区划图、地貌图、1982—2006 年逐年半月 GIMMS(Global Inventor Modeling and Mapping Studies)-NDVI 数据,研究区的 DEM 以及全国 1:100 万水系图等资料。GIMMS-NDVI 数据来自美国国家航空航天局的最新全球植被指数变化数据,格式为 ENVI 标准格式,投影为 ALBERS,其时间分辨率为 15 d,空间分辨率为 8 km。线性趋势线是适用于简单线性数据集的最佳拟合直线。本研究采用线性趋势线分析天山北部平原区 1982—2006 年的 NDVI 变化趋势。以时间为自变量,NDVI 为因变量,构建一元回归方程。

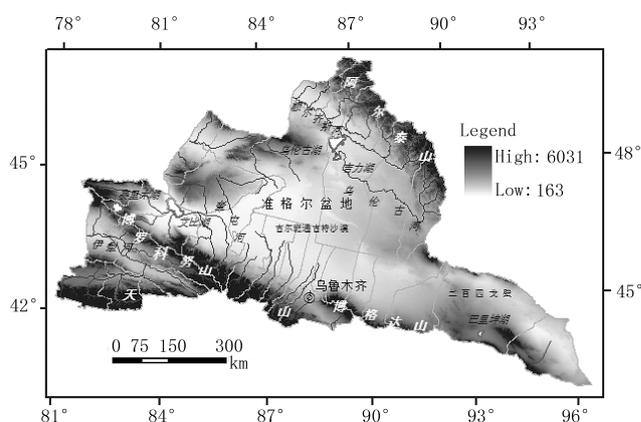


图 1 天山北部区域示意

Fig. 1 Northern Tianshan region diagram

$$y'(t) = b_0 + b_1 t \quad (1)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \quad (2)$$

式中, $y$  为某时刻的 NDVI 平均值, $t$  为对应时间。 $b_1 < 0$  表示研究时段 NDVI 呈下降趋势, $b_1 > 0$  表示呈增长趋势。 $b_1$  绝对值的大小反映 NDVI 上升、下降趋势的程度。

Hurst 指数是基于重标极差(R/S)分析方法,可用于研究序列的自相似性和序列发展的相关强度,目前在水文、气候、地球化学、地质等领域中广泛应用<sup>[18-20]</sup>。对应于不同的 Hurst 指数  $H(0 < H < 1)$ ,取值存在 3 种情况: $0.5 < H < 1$ ,则该序列为持续性序列,有长期相关的特征; $H = 0.5$ ,序列为随机序列,相互独立、方差有限,不具有长期相关性特征; $0 < H < 0.5$ ,序列数据具有反持续性,即未来与过去呈负相关,序列有突变跳跃逆转性。 $H$  值越接近于 0,反持续性越强;越接近 1,则持续性越强。

## 3 结果与分析

### 3.1 天山北部地区基于 NDVI 的植被空间格局与趋势分析

对研究区内 1982—2006 年 NDVI 均值进行分析可得,区域内 NDVI 整体较低,最大值为 0.55,最小值为 0。研究区的西部、北部及南部边缘区植被覆盖相对较好,尤其西南部科古琴山、博罗科努山南麓、天山北麓等山地地带及伊犁河流域植被覆盖度最高。天山以北的中东部平原盆地区植被覆盖整体较差,极低值区主要位于准噶尔盆地内的古尔班通古特沙漠、霍景涅里辛沙漠、二百四戈壁等荒漠地带。平原区内植被覆盖相对较好的区域集中在艾比

湖、赛里木湖、乌伦古湖、吉力湖周边及玛纳斯河、额尔齐斯河、额敏河、乌伦古河流域等。此外,在巴里坤湖周边小范围内的 NDVI 值也相对较高(图 2a)。

NDVI 趋势值可以反映一定时段内区域的植被覆盖变化趋势,NDVI 趋势值大于 0,表示 NDVI 值增加,即植被覆盖呈增长趋势;趋势值小于 0,表示 NDVI 值减小,即植被覆盖有退化趋势;趋势值介于正负 1 之间,数值越大,指示植被覆盖增长速度越快;数值越小,指示植被覆盖退化速度越快;为 0 则表明没有明显变化。天山北部地区的 NDVI 趋势值最大为 0.24,说明该区域内 NDVI 的整体变化速度

相对缓慢。同时,研究区内 1982—2006 年 NDVI 的年际变化也表现出明显的空间差异性。研究时段内年际 NDVI 增加幅度相对较大的区域主要分布于天山北麓的河谷平原区。在天山北麓、玛纳斯河、伊犁河流域及艾比湖、赛里木湖、乌伦古湖、吉力湖等主要河流沿岸和湖区植被覆盖呈缓慢增长趋势。NDVI 为负值的区域,即植被年际变化呈减小趋势的区域分散于整个研究区,其中又以分布在天山及博罗科努山的高海拔区、巴里坤山北部戈壁区、准噶尔盆地西部边缘区的克拉玛依及周边地区、阿尔泰山南麓最为集中,存在着植被覆盖退化的趋势(图 2b)。

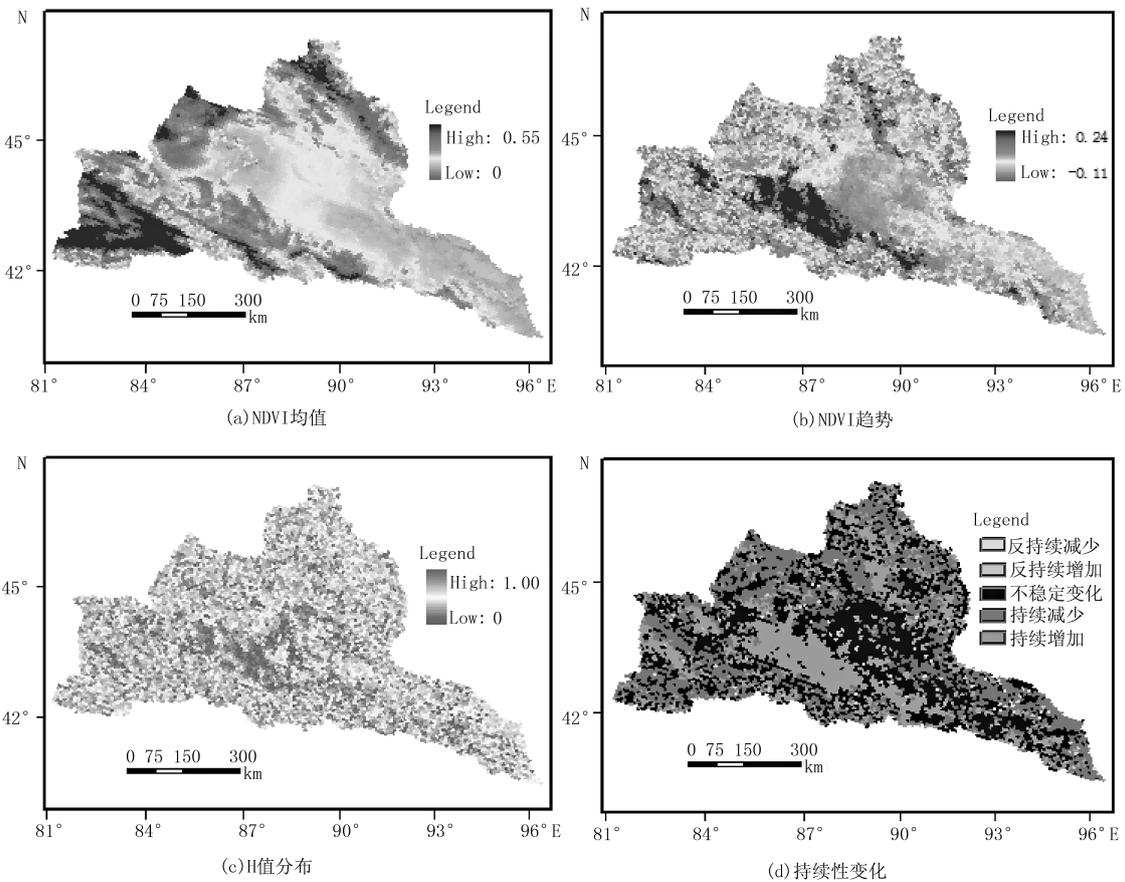


图 2 天山北部地区 NDVI 空间分布及变化

Fig. 2 NDVI spatial distribution and change of northern Tianshan region

### 3.2 天山北部地区植被覆盖变化的持续性与稳定性

由 1982—2006 年的 NDVI 值可以获得天山北部平原区植被覆盖变化的 H 值分布变化。研究区 H 值呈现持续性、反持续性和不稳定性变化区域的相间分布。研究区地处大陆腹地,由于气候干旱导致植被生长较差,大面积连片植被覆盖区域相对较少。整个研究区 H 值多在 0.6 以上,反映出研究区

NDVI 变化持续性相对较强;其中 H 值大于 0.8 的在全区均有分布,但集中分布于天山北麓平原区,该地区在人为因素影响下,植被变化的持续性最强。H 值分布在 0.5 附近的区域相对较多,分散于整个研究区,较为集中在准噶尔盆地中的沙漠地带和东部戈壁区。H 值较小的区域相对较少,且分布分散(图 2c)。

根据研究区的 H 值和 NDVI 年际变化规律可进一步分析研究区 NDVI 变化的稳定性。一般可将其分为持续增加型、持续减小型、不稳定变化型、反持续减小型和反持续增加型 5 种类型。研究得出,研究区内 NDVI 变化类型主要为持续增加型、持续减小型和不稳定变化型 3 种,而其它 2 种类型分布范围相对较小,说明研究区内的 NDVI 变化具有持续性和不稳定性特点,反持续性规律则不明显。持续增加型主要分布在天山北麓平原地带,以乌鲁木齐及其西北部的玛纳斯河流域、艾比湖区的绿洲农业区为主,表明该区域在 1982—2006 年植被覆盖呈现出持续增加的趋势。持续减小型在研究区分布范围最广,主要集中在天山、博罗科努山、西北部的巴尔努克山、萨吾尔山、阿尔泰山南部的山地地带及平原区内的沙漠戈壁周围地区,这些区域都存在着 NDVI 持续减小的趋势。不稳定变化区主要分布在准噶尔盆地沙漠戈壁地带,这些区域 NDVI 变化不稳定,且对将来 NDVI 变化趋势不具有指导作用。反持续增加和反持续减小区在研究区范围内分布极小(图 2d)。

### 3.3 天山北部地区植被覆盖变化趋势的空间差异

将反映研究区内植被覆盖变化的各指标值进行分类及栅格统计,按照 NDVI 均值比例,以 0.1、0.3 和 0.5 为分界点对其进行分类。均值  $\leq 0.1$  表明植被覆盖度差,主要分布于沙漠戈壁区,研究区共有 2 058 个栅格属于几乎无地表植被覆盖;均值在 0.1

~0.3,表示地表植被覆盖状况较差,区域内一半以上的地区属于此种类型,共计 4 123 个栅格;均值在 0.3~0.5,表示地表植被覆盖状况较好,均值  $\geq 0.5$ ,说明植被覆盖良好,但后两者在研究区分布非常有限,仅在山麓河湖沿岸及周边的绿洲农业区小范围分布(表 1)。结合研究区内的 DEM(数字高程模型)数据,NDVI 偏低的区域主要位于 DEM 小于 1 km 以下,即天山北部的准噶尔盆地沙漠戈壁区。

从 NDVI 变化趋势值的分布来看,NDVI 趋势值小于 0 的栅格数最多,全区共 3 916 个栅格,即研究区大部分区域植被覆盖呈减小趋势;趋势值介于 0~0.1 的栅格数次之,说明 NDVI 呈微小增长趋势; $> 0.1$  的 NDVI 较快增长状况在研究区分布很少。这也说明研究区植被覆盖主要以退化和微弱增长 2 种趋势为主。从指示植被覆盖变化趋势的持续性特点来看,H 值  $< 0.4$  的栅格数量仅有 147 个,所占比例很小,即研究区植被变化呈反持续特征的很少;H 值  $> 0.6$  的栅格共有 5 065 个,占研究区的绝大部分,即研究区绝大部分区域植被覆盖变化具有持续性的特点,其中持续性最强的约有 1/3;H 值处于 0.5 附近的栅格有 1 801 个,说明区域植被覆盖受自然和人为因素影响,具有不稳定性变化的特点。植被变化呈现出稳定性的分布区域最广;持续减小和持续增大的植被变化情况也占较大比重;反持续减小和增大的相对较少。

表 1 植被覆盖变化各指标值分类

Tab. 1 Vegetation cover changes classification of indicated value

NDVI 均值	栅格数	趋势值	栅格数	H 值	栅格数	持续性	栅格数
$\leq 0.1$	2058	$\leq 0$	3916	0~0.2	77	持续增加	1780
0.1~0.3	4123	0~0.1	2924	0.2~0.4	70	持续减小	2330
0.3~0.5	820	$> 0.1$	173	0.4~0.6	1801	不稳定	2809
$> 0.5$	12			0.6~0.8	3700	反持续增加	38
				0.8~1.0	1365	反持续减小	56

随着地形与地势的变化,研究区内植被覆盖的空间变化也表现出较强的规律性。根据 DEM 每 1 km 的分区,对其植被变化与海拔的相关关系进行分析。结果表明:1) 研究区以海拔较低的山间盆地为主,海拔低于 1 000 m 的区域面积最大,栅格数最多。2) 不同海拔 NDVI 均值差异很大,即植被覆盖状况与海拔密切相关。从 NDVI 最小值及均值来

看,DEM  $\leq 1$  km 的区域 NDVI 值最小,2~3 km 范围内 NDVI 值最大; $\leq 1$  km 以下的标准差最小,即该区域 NDVI 普遍偏低,且差异较小;1~2 km 标准差最大,即该区域 NDVI 之间的差异性较大。3) NDVI 趋势值在不同海拔间的差异较小,最小值均为负值,且差异不显著;低海拔处最大值相对较大,即变化幅度较大;DEM 介于 1~3 km 的区域,随海拔升高,最大

值在减小,即海拔越高,植被覆盖度增长的最大幅度越小;DEM $\geq 3$  km 的最大值略有升高;均值中除 $\leq 1$  km 区域为正的变化趋势,即植被覆盖状况有所改善外,其它均为负值,指示其植被退化的趋势;不

同高程趋势值的标准差差异不大。4) H 值随海拔变化的垂直向差异较小,最小值、最大值、均值和标注差均变化不明显,即 H 值与海拔的相关程度较低(表 2)。

表 2 研究区植被覆盖变化与 DEM 差异

Tab. 2 Difference of study area vegetation cover change and DEM

DEM	栅格数	NDVI 平均值				趋势值				H 值			
		min	max	mean	std	min	max	mean	std	min	max	mean	std
$\leq 1$ km	3606	0.00	0.48	0.14	0.08	-0.08	0.24	0.01	0.04	0.00	1.00	0.68	0.16
1~2 km	2129	0.03	0.55	0.20	0.12	-0.11	0.11	-0.01	0.02	0.00	1.00	0.67	0.14
2~3 km	874	0.05	0.53	0.23	0.10	-0.10	0.08	-0.01	0.02	0.00	0.96	0.68	0.13
$> 3$ km	404	0.03	0.38	0.15	0.07	-0.09	0.12	-0.00	0.03	0.00	0.98	0.67	0.14

#### 4 结论

1) 天山北部地区植被覆盖程度整体较低,且空间差异性明显。天山北麓沿河流分布区域及湖泊周边植被覆盖状况较好;中东部平原盆地植被覆盖状况较差,盆地腹地的沙漠戈壁区植被覆盖极低。

2) 1982—2006 年间,天山北部地区植被覆盖较好的河湖地带及绿洲农业区,植被动态变化的持续性相对较好,未来植被覆盖变化发展的稳定性也较高。沙漠戈壁区植被覆盖变化的持续性差,对植被覆盖未来变化的预测性也较差。

3) 天山北部植被覆盖的空间差异性主要受自然和人为因素的双重作用。冰雪融水为天山北麓、河湖沿岸提供了大量的水源补给,也是这一地带植被生长良好的基础保障。该区域还是绿洲农业广泛分布的区域,引水灌溉可以人为改善植被覆盖状况。植被覆盖相对较好的中低山区植被有退化趋势。准噶尔盆地的沙漠戈壁区,植被覆盖处于极低的水平,表现出 NDVI 年际变化极不显著。

4) 天山北部河湖地带及绿洲农业区在研究时段内植被覆盖呈稳定性增长,表现出持续增加的趋势;绿洲边缘区及中低山区植被覆盖相对较好,但研究时段内植被覆盖有退化的趋势,且减小的趋势具有较强的持续性;盆地内部沙漠戈壁区植被覆盖差,且变化具有不稳定性特点,对未来植被覆盖变化的指示意义并不明显。

#### 参考文献:

[1] 孙红雨,王长耀,牛铮,等. 中国地表植被覆盖变化及其

与气候因子关系——基于 NOAA 时间序列数据[J]. 遥感学报, 1998, 2(3): 204-210. [SUN Hongyu, WANG Changyao, NIU Zheng, et al. Analysis of the vegetation cover change and the relationship between NDVI and environmental factors by using NOAA time series data[J]. Journal of Remote Sensing, 1998, 2(3): 204-210.]

[2] 毕晓丽,王辉,葛剑平. 植被归一化指数(NDVI)及气候因子相关起伏型时间序列变化分析[J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 284-288. [BI Xiaoli, WANG Hui, GE Jianping. Wave-type time series variation of the correlation between NDVI and climatic factors[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(2): 284-288.]

[3] 王晶晶,白雪,邓晓曲,等. 基于 NDVI 的三峡大坝岸边植被时空特征分析[J]. 地球信息科学, 2008, 10(6): 808-815. [WANG Jingjing, BAI Xue, DENG Xiaoku, et al. Research on spatial and temporal changes of riparian vegetation cover in the Three Gorges Dan area based on NDVI[J]. Geo-information Science, 2008, 10(6): 808-815.]

[4] 李本纲,陶澍. AVHRR NDVI 与气候因子的相关分析[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 898-902. [LI Bengang, TAO Shu. Correlation between AVHRR NDVI and climate factors[J]. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(5): 898-902.]

[5] 顾娟,李新,黄春林. NDVI 时间序列数据集重建方法述评[J]. 遥感技术与应用, 2006, 21(4): 391-395. [GU Juan, LI Xin, HUANG Chunlin. Research on the reconstructing of time-series NDVI data[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2006, 21(4): 391-395.]

[6] 王正兴,刘闯, HUETE Alfredo. 植被指数研究进展:从 ABHRR-NDVI 到 MODIS-ENV[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 979-987. [WANG Zhengxing, LIU Chuang, HUETE

- Alfredo. From ABHRR-NDVI to MODIS-ENV: advances in vegetation index research[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(5): 979-987. ]
- [7] 陈朝晖, 朱江, 徐兴奎. 利用归一化植被指数研究植被分类、面积估算和不确定性分析的进展[J]. *气候与环境研究*, 2004, 9(4): 687-695. [ CHEN Zhaohui, ZHU Jiang, XU Xingkuai. Recent research progress in Uncertainties of the normalized difference vegetation index, land cover classification and vegetation fraction estimation[J]. *Climatic and Environmental Research*, 2004, 9(4): 687-695. ]
- [8] 戴声佩, 张勃, 王海军. 中国西北地区植被 NDVI 的时空变化及其影响因子分析[J]. *地球信息科学学报*, 2010, 12(3): 315-321. [ DA I Shengpei, ZHANG Bo, WANG Haijun, Spatio-temporal change of vegetation index NDVI in Northwest China and its influencing factors[J]. *Journal of Geo-information Science*, 2010, 12(3): 315-321. ]
- [9] 李杨, 刘艳, 张璞, 等. 古尔班通古特沙漠 NDVI 时空变化特征[J]. *干旱区研究*, 2009, 26(5): 686-693. [ LI Yang, LIU Yan, ZHANG Pu, et al. Research on the spatio-temporal change of NDVI in the Gurban tonggut desert [J]. 2009, 26(5): 686-693. ]
- [10] 张月丛, 赵志强, 李双成, 等. 基于 SPOT NDVI 的华北北部地表植被覆盖变化趋势[J]. *地理研究*, 2008, 27(4): 745-754. [ ZHANG Yuecong, ZHAO Zhiqiang, LI Shuangcheng, et al. Indicating variation of surface vegetation cover using SPOT NDVI in the northern part of North China[J]. *Geographical Research*, 2008, 27(4): 745-754. ]
- [11] 毛德华, 王宗明, 宋开山, 等. 东北多年冻土区植被 NDVI 变化及其对气候变化和土地覆被变化的响应[J]. *中国环境科学*, 2011, 31(2): 283-292. [ MAO Dehua, WANG Zongming, SONG Kaishan, et al. The vegetation NDVI variation and its responses to climate change and LUCC from 1982-2006 year in northeast permafrost region[J]. *China Environmental Science*, 2011, 31(2): 283-292. ]
- [12] 郭妮, 朱燕君, 王介民, 等. 近 22 年来西北不同类型植被 NDVI 变化与气候因子的关系[J]. *植物生态学报*, 2008, 32(2): 319-327. [ GUO Ni, ZHU Yanjun, WANG Jiemin, et al. The relationship between NDVI and climate elements for 22 years in different vegetation areas of northwest China[J]. *Journal of Plant Ecology*, 2008, 32(2): 319-327. ]
- [13] 李春晖, 杨志峰. 黄河流域 NDVI 时空变化及其与降水/径流关系[J]. *地理研究*, 2004, 23(6): 753-759. [ LI Chunhui, YANG Zhifeng. Spatio-temporal changes of NDVI and their relations with precipitation and runoff in the Yellow River basin [J]. *Geographical Research*, 2004, 23(6): 753-759. ]
- [14] 柴成武, 徐先英, 王芳琳. 石羊河下游民勤绿洲荒漠化影响因素趋势预测[J]. *中国水土保持科学*, 2007, 5(4): 34-38. [ CHAI Chengwu, XU Xianying, WANG Fanglin. Forecast of influencing factors of desertification in Minqin oasis of lower reaches of Shiyang river [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2007, 5(4): 34-38. ]
- [15] 赵霞, 谭琨, 方精云. 1982-2006 年新疆植被活动的年际变化及其季节差异[J]. *干旱区研究*, 2011, 28(1): 10-16. [ ZHAO Xia, TAN Kun, FANG Jingyun. NDVI-based interannual and seasonal variations of vegetation activity in Xinjiang During the period of 1982-2006[J]. *Arid Zone Research*, 2011, 28(1): 10-16. ]
- [16] 朱文斌, 吕爱锋, 贾绍凤. 基于 NDVI 的柴达木盆地植被空间分异规律及影响因素[J]. *干旱区研究*, 2010, 27(5): 691-698. [ ZHU Wenbin, LV Aifeng, JIA Shaofeng. Study on spatial distribution of vegetation coverage and its affecting factors in the Qaidam basin based on NDVI[J]. *Arid Zone Research*, 2010, 27(5): 691-698. ]
- [17] 闫俊杰, 乔木, 周宏飞, 等. 基于 MODIS/NDVI 的新疆伊犁河谷植被变化[J]. *干旱区地理*, 2013, 36(3): 512-519. [ YAN Junjie, QIAO Mu, ZHOU Hongfei, et al. Vegetation dynamics in Ili river valley of Xinjiang based on MODIS/NDVI [J]. *Arid Land Geography*, 2013, 36(3): 512-519. ]
- [18] 冯新灵, 冯自立, 罗隆诚, 等. 青藏高原冷暖气候变化趋势的 R/S 分析及 Hurst 指数试验研究[J]. *干旱区地理*, 2008, 31(2): 175-181. [ FENG Xinling, FENG Zili, LUO Longcheng. Fractal analysis of climate change and Hurst index experiment in Tibetan Plateau in future [J]. *Arid Land Geography*, 2008, 31(2): 175-181. ]
- [19] 江田汉, 邓蓬堂. Hurst 指数估计中存在的若干问题——以在气候变化研究中的应用为例[J]. *地理科学*, 2004, 24(2): 177-182. [ JIANG Tianhan, DENG Liantang. Some problems in estimating a Hurst exponent—a case study of applicatings to climatic change[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2004, 24(2), 177-182. ]
- [20] 谢平, 陈广才, 雷红富. 基于 Hurst 系数的水文变异分析方法[J]. *应用基础与工程科学学报*, 2009, 17(1): 32-39. [ XIE Ping, CHEN Guangcai, LEI Hongfu. Hydrological alteration analysis method based on Hurst Coefficient[J]. *Journal of Basic Science and Engineering*, 2009, 17(1): 32-39. ]

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.007

## 甘肃祁连山哈溪林区植被覆盖度变化监测研究

丁国民<sup>1</sup>, 裴雯<sup>1</sup>, 张天斌<sup>2</sup>, 王明海<sup>1</sup>, 贾德成<sup>1</sup>

(1. 甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 甘肃 张掖 734000;

2. 甘肃祁连山国家级自然保护区马蹄自然保护区, 甘肃 张掖 734000)

**摘要:**以甘肃祁连山哈溪保护站为主要研究区,选择 1995 年、2011 年 Landsat TM 全波段遥感影像数据,以保护站 1:5 万数字地形图及矢量化的林相图作为基本信息源,对遥感数据进行辐射定标、大气校正、图像裁剪处理,计算出 2 期影像的归一化植被指数(NDVI),采用像元二分模型对植被覆盖度进行估算。结果表明,祁连山哈溪林区植被覆盖度整体上呈增长趋势,植被覆盖度 60% 以上的高植被覆盖区域面积明显增加,植被覆盖度 60% 以下的低植被覆盖或无植被覆盖区域面积明显减少,研究区植被覆盖度呈逐步增长的趋势。

**关键词:**植被覆盖度;NDVI;遥感数据;监测;祁连山哈溪林区

中图分类号:S758.4;S718.542 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0031-05

## Vegetation Coverage Monitoring in Gansu Qilian Haxi Forest Region

DING Guomin<sup>1</sup>, PEI Wen<sup>1</sup>, ZHANG Tianbin<sup>2</sup>, WANG Minghai<sup>1</sup>, JIA Decheng<sup>1</sup>

(1. Gansu Qilian Mountain National Nature Reserve Administration, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. Gansu Qilian Mountain National Nature Reserve Mati Station, Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** Taking Haxi Protection Station, Qilian Mountain, Gansu Province as study area, and selecting 1:50 000 digital topographic map and vector forest map of LANDSAT TM full-band remote sensing data of 1995 and 2011 as basic information source, the vegetation index (NDVI) of two stage images have been calculated on the base of radiometric calibration, atmospheric correction and image trimming. Thus, vegetation coverage was estimated by using pixel two-division model. The results showed an increasing trend of vegetation coverage in Qilian Mountain was apparent, the area of vegetation coverage more than 60% was increasing significantly, the vegetation coverage lower than 60% or non-coverage was reducing significantly. Vegetation coverage in the study area showed a gradual growth trend.

**Key words:** vegetation coverage; NDVI; remote sensing data; monitoring; Qilian Haxi Forest region

植被覆盖度是指植被在地面垂直投影面积占统计区总面积的百分比,它反映了植被在水平方向上的密度情况。作为重要的生态气候因子,众多生态、水文、气候模型都把植被覆盖度作为一个重要的研究参数<sup>[1,2]</sup>。由于植被覆盖度具有显著的时空分宜

特点,依靠传统的地面样方实测方法来估算植被覆盖度是一项费时、费力且精度不高的工作。随着“3S”技术与计算机技术在生态监测中的应用,将植被覆盖度监测水平提升到一个新高度,采用遥感影像数据估算大面积植被覆盖率及其变化趋势,已成

收稿日期:2015-07-03.

作者简介:丁国民(1966-),男,高级工程师。从事自然保护区研究工作。

为当前发展趋势。

遥感信息动态监测是指在不同时间或不同条件下,识别和量化同一地区遥感图像中的地表类型变化、空间分布状况和变化量化的过程。

植被覆盖度的动态监测需建立遥感数据与植被覆盖度之间的关系来实现。通常利用近红外波段与红波段不同形式的组合来得到不同的植被指数。在各种植被指数中,归一化植被指数 NDVI 可以较好地反映植被信息,与植被覆盖度关系更为密切,因此本文引用 NDVI 指数进行研究区植被覆盖度监测研究。

## 1 研究区概况

研究区哈溪林区位于祁连山保护区东段的冷龙岭,属石羊河流域上游,地处西北干旱、半干旱区,属典型的生态脆弱区,极易受到气候变动等自然干扰和放牧等人为干扰而造成退化。研究区地理坐标为东经 102°01′~102°51′、北纬 37°16′~37°45′。海拔 2 400~5 300 m,一般山前低山属荒漠气候,中山下部属半干旱草原气候,中山上部为半湿润森林草原气候、亚高山和高山属寒冷湿润气候。年降水量 150~450 mm。主要的生态系统类型有冰川、裸岩、寒漠、高寒草甸、亚高山灌丛、森林、草原、荒漠等生态系统构成复合生态系统,在涵养水源、维护区域生态平衡方面具有十分重要的地位。本文采用遥感监测与实地调查验证相结合的方法,以 TM 为数据源,研究石羊河流域上游哈溪林区植被覆盖度变化情况,为石羊河流域上游植被恢复提供理论支撑。

## 2 数据源与处理方法

### 2.1 数据源选择

应用遥感影像开展植被监测,遥感影像的选择至关重要,选择遥感影像要注意以下 6 种因素的影响:传感器,不同波段对遥感数据的影响;采集日期和时间的差异,季节变化会引起地表植被变化的影响;太阳高度角和方位角不同对遥感数据的影响;图像像元单位的差异、像素分辨率的不同的影响;大气条件的不同的影响;图像配准的精度影响<sup>[3]</sup>。

通过对比和选择条件的要求选择的 TM 影像为 Landsat 全波段遥感数据,从多幅影像中选择 2 景影像,其空间分辨率为 30 m,轨道号同为 132、034,时间分别为 1995-06-11 02:56 和 2011-06-07 03:39,平均云量为 0.0% 和 5.5%。2 景影像一致性较

好,符合检测的要求,并对有云彩的部分选取和裁剪相同时像的其他影像对云彩进行替换。其它地理信息数据有 1:5 万哈溪林区全要素数字地图和矢量化的林相图。地面调查资料用于植被分类和精度检验。应用 ENVI 4.8 和 ArcGIS 10.0 完成影像数据的处理。

### 2.2 数据预处理

#### 2.2.1 辐射定标

卫星传感器输出的数据是电信号数值,为了便于对不同的传感器、不同时间获得的数据进行定量比较分析,需要将传感器输出的数据转换为其所对应的目标像元的绝对物理量——辐射亮度或反射率。主要包括 2 步:用定标系数将原始的 DN 值转换为大气层顶太阳辐射亮度 L,再由大气层顶太阳辐射亮度 L 转换为反射率<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.2 大气校正

大气对光学传感器的影响很复杂,学者们尝试提出了不同的大气纠正模型来模拟大气对辐射的影响,但对于任何一幅影像,由于对应的大气数据几乎永远是变化的,且难以得到,因而应用完整的模型去纠正每一个像元是不可能的。通常可行的方法是以影像本身来估计大气参数,然后以一些实测数据反复运用大气模拟模型来修正这些参数,实现对图像数据的校正<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.3 研究区影像裁剪

影像裁剪可采用规则分幅裁剪、不规则分幅裁剪(ROI/矢量文件裁剪)。本文选择哈溪林区有代表性的区域,在 ENVI 中用规则裁剪的方法裁剪部分影像用于本文研究。用不规则裁剪的方法裁剪和替换云彩覆盖区地物影像。

## 3 NDVI 提取及植被覆盖度的估算

### 3.1 NDVI 提取

归一化植被指数(NDVI)是反映地表植被特征的遥感参数。在遥感图像上,植被信息主要通过绿色叶子光谱特征的差异及动态变化来反映。植被指数是由多光谱数据经线性或非线性的组合构成的对植被有一定指示意义的指标,通常利用植物光谱中的近红外与可见光 2 个最典型的波段来估算植被指数,NDVI 反映了植被空间分布密度,与植物分布密度线性相关<sup>[3,4]</sup>。

$$\text{其定义为: } \text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (1)$$

### 3.2 植被覆盖度的估算程序

植被覆盖度指植被层的垂直投影面积与土地面

积之比,即植土比,计算公式<sup>[4,5,6]</sup>为:

$$FC = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (2)$$

式中,NDVI 为所求像元的植被指数,NDVI<sub>max</sub> 和 NDVI<sub>min</sub> 分别为纯植被和纯土壤的植被指数。

### 3.2.1 生成 NDVI 等级划分和生成掩膜文件<sup>[3]</sup>

由于各种植被类型 NDVI 值不同,且有较大的差别,故采用决策树分类,根据 NDVI 值大小将研究区植被类型分别为生成 6 个等级(图 1,图 2),各等级分布面积见表 1 所示,并生成掩膜文件,用于植被覆盖度的计算。

表 1 1995 年和 2011 年 NDVI 分级比较

Tab. 1 1995 ~ 2011 NDVI grading comparison

覆盖度等级	2011 年			1995 年			面积增减/ km <sup>2</sup>	增减百分比/ %
	像元数	百分比/ %	面积/ km <sup>2</sup>	像元数	百分比/ %	面积/ km <sup>2</sup>		
0.8~1.0	125637	12.92	113.0733	3,265	0.34	2.9385	110.1348	12.58
0.6~0.8	407191	41.86	366.4719	181,272	18.64	163.1448	203.3271	23.22
0.4~0.6	204566	21.03	184.1094	405,251	41.66	364.7259	-180.6170	-20.63
0.2~0.4	157104	16.15	141.3936	234,533	24.11	211.0797	-69.6861	-7.96
0~0.2	74555	7.66	67.0995	148,314	15.25	133.4826	-66.3831	-7.58
-1.0~0.0	3688	0.38	3.3192	115	0.01	0.1035	3.2157	0.37

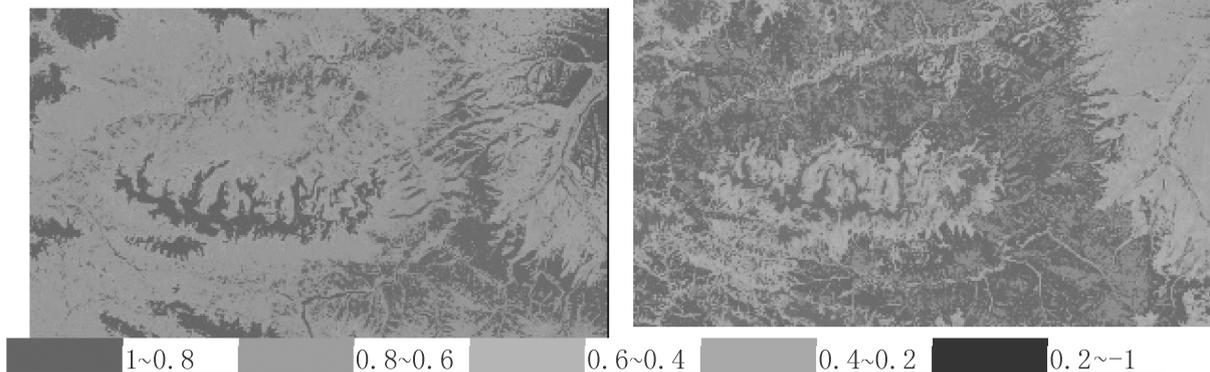


图 1 1995 年植被 NDVI 分布

Fig. 1 Distribution of NDVI in 1995

图 2 2011 年植被 NDVI 分布

Fig. 2 Distribution of Vegetation NDVI in 2011

### 3.2.2 获取 NDVI 阈值

获取 NDVI 阈值就是求解 NDVI<sub>max</sub> 和 NDVI<sub>min</sub>, 使用上一步获取的掩膜文件分别对 NDVI 图像文件进行统计,在一定置信度范围内获取每个掩膜文件对应的最大和最小 NDVI 值。

### 3.2.3 生成 NDVI<sub>soil</sub> 和 NDVI<sub>veg</sub> 参数文件

根据 NDVI 阈值分别生成 NDVI<sub>soil</sub> 和 NDVI<sub>veg</sub> 2 个参数文件,用于植被覆盖度的估算。

### 3.3 植被覆盖度估算<sup>[3,5]</sup>

将 NDVI<sub>soil</sub> 和 NDVI<sub>veg</sub> 分别作为 NDVI<sub>min</sub> 和

NDVI<sub>max</sub> 带入公式(2)计算研究区的植被覆盖度。

## 4 结果分析

研究区 2 期植被覆盖度计算结果图像的值为 0 ~ 1 之间的连续实数。从图中可以快速、直观地观察到 1995~2011 年研究区植被盖度发生了明显变化,研究区植被覆盖度呈明显的增长趋势。植被覆盖度经常用 5 级表示法表示,即 0~20%、20%~40%、40%~60%、60%~80%、80%~100%。为直观的观察研究区覆盖度变化情况,按 5 级表示法作出

了研究区植被覆盖度分级显示图(图 3,图 4),同时分别作出了 2 期植被覆盖度各级面积统计(表 2),以及各级面积变化转化矩阵(表 3),从分级图和统

计表可以更明显地看出研究区各分级覆盖度增长趋势和转化特点。

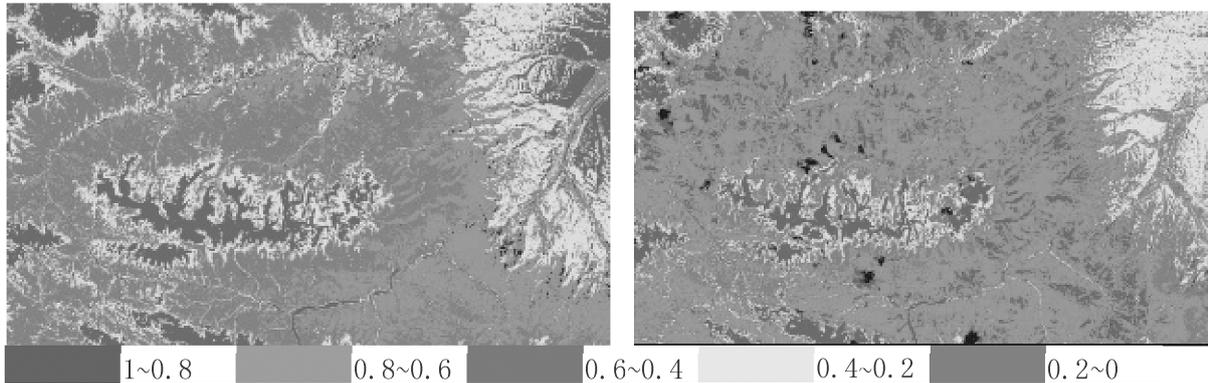


图 3 1995 年植被覆盖度分级

图 4 2011 年植被覆盖度分级

Fig. 3 Classification of vegetation coverage in 1995

Fig. 4 Classification of vegetation coverage in 2011

表 2 1995 年和 2011 年覆盖度各等级变化

Tab. 2 Each grade change of 2011 and 1995 coverage

覆盖度等级	2011 年		1995 年		面积 增减/ km <sup>2</sup>	面积增减 百分比/ %
	像元数	面积/ km <sup>2</sup>	像元数	面积/ km <sup>2</sup>		
0.8~1.0	125,200	112.6800	9	0.0081	112.6719	12.87007
0.6~0.8	406,995	366.2955	180,925	162.8325	203.4630	23.24078
0.4~0.6	204,463	184.0167	405,083	364.5747	-180.5580	-20.62440
0.2~0.4	157,021	141.3189	234,319	210.8871	-69.5682	-7.94650
0.0~0.2	72,293	65.0637	148,336	133.5024	-68.4387	-7.81748
其他	6,778	6.1002	4,078	3.6702	2.4300	0.277569

表 3 1995~2011 年研究区各地类植被覆盖度各等级变化转化矩阵

Tab. 3 Vegetation coverage change into a matrix from 1995 to 2011 of each land type

2011 年各地类植被覆盖面积/km <sup>2</sup>							
等级	森林、密灌 0.8~1.0	灌木、高覆盖草地 0.6~0.8	低覆盖草地 0.4~0.6	荒漠草地 0.2~0.4	难利用地 0.0~0.2	其他	Class Total
1995 年 各地类 植被覆 盖面积/ km <sup>2</sup>	0.8~1.0	56.7612	51.6627	2.6406	0.3717	1.2420	6.1002
	0.6~0.8	96.2568	233.6742	33.3702	1.4112	1.5804	112.6800
	0.4~0.6	8.3403	68.8833	97.6590	8.5572	0.5760	366.2955
	0.2~0.4	0	6.5700	70.6266	63.1746	0.1656	65.0637
	0.0~0.2	0	0.7983	5.1732	58.9842	0.0234	184.0167
	其他	0.6075	2.9862	1.4175	1.0035	0.0828	141.3189
	Class Total	162.8325	364.5747	210.8871	133.5024	3.6702	0
	Class Changes	66.5757	295.6914	140.2605	74.5182	3.5874	0
	Image Difference	112.6719	203.4630	-180.5580	-69.5682	-68.4387	0



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.008

## 黑河配水后额济纳绿洲核心区景观格局动态变化

包海梅<sup>1</sup>, 王健铭<sup>2</sup>, 赵红军<sup>1</sup>, 阿木古朗<sup>1</sup>

(1. 额济纳林业局, 内蒙古 额济纳 735400; 2. 北京林业大学林学院, 北京 100083)

**摘要:**基于额济纳绿洲 2000、2007、2014 年 TM 遥感影像, 利用 ArcGIS 10.2 与 FRAGSTATS 4.2 等软件对影像进行解译及分析, 对黑河配水后额济纳绿洲核心区景观格局变化进行分析。结果显示: 15 年间额济纳绿洲景观格局变化明显, 黑河配水实施后增加了东居延海湿地水域景观, 土地利用丰富度增加; 景观斑块数量大幅度减少, 植被、水域面积不断增加, 荒漠景观类型的面积有所减少, 景观破碎化得到有效缓解与控制, 对水资源具有明显的依赖性; 该区耕地、城镇、道路等建设不断增加, 对绿洲的保护与维持产生了新的威胁, 景观破碎化现象依然严重。建议长期持续地实施配水方案, 并控制人口增加, 科学规划城镇化建设及农牧活动, 以维持绿洲生态系统的稳定。

**关键词:**额济纳绿洲; 黑河配水; 景观格局; 景观破碎化; 动态变化

中图分类号: S731; Q149 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)05-0036-06

## Landscape Pattern Dynamic Changes in the Core Area of Ejina Oasis after Heihe Water Allocation

BAO Haimei<sup>1</sup>, WANG Jianming<sup>2</sup>, ZHAO Hongjun<sup>1</sup>, Amugulang<sup>1</sup>

(1. Ejina Forestry Bureau, Ejina, Inner Mongolia 735400, China;

2. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Based on the TM remote sensing images of Ejina oasis in 2000, 2007 and 2014, and using ArcGIS 10.2, FRAGSTATS 4.2 and other software, the images and the landscape pattern changes in the core area of Ejina Oasis after Heihe water allocation were interpreted and analyzed. The results showed that: within 15 years, the landscape pattern of Ejina Oasis has changed significantly. After Heihe water allocation, East Juyanhai wetland water landscape was made, land use abundance and water area were increased. Meanwhile, the area of desert landscape was decreased; the number of landscape patches reduced significantly, and landscape fragmentation which apparently relied on water resources was effectively mitigated and controlled. Arable land, towns, roads and other constructions in this area were increasing, which made new threats to the protection and maintenance of the oasis. Landscape fragmentation phenomenon was still serious. According to the analysis of the results and in order to maintain the stability of the oasis ecosystem, it was recommended to implement long-term and sustained water distribution program, control population growth, conduct scientific planning of urbanization construction and farming activities.

**Key words:** Ejina oasis; Heihe water allocation; landscape; landscape fragmentation; dynamic change

收稿日期: 2015-08-29.

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201404304-6)与国家自然科学基金项目(31057533)资助.

作者简介: 包海梅(1978-), 女, 工程师. 从事森林经营与林业调查规划工作. E-mail: ejnqbhm@163.com

干旱区荒漠绿洲指荒漠中有水源、可供人类生存并从事各种社会经济活动的区域<sup>[1]</sup>。绿洲内部的生态系统作为荒漠生态系统的重要组成部分,对荒漠生态系统的结构与功能有着重要的影响,也是荒漠生态系统中对外界变化最为敏感的部分<sup>[2]</sup>,外界诸如水土资源开发等活动对干旱区绿洲景观格局变化的影响非常显著<sup>[3-5]</sup>。

额济纳绿洲是我国西北地区最为典型的干旱区绿洲之一。额济纳绿洲连绵 800 km 的胡杨、梭梭林带和贺兰山次生水源涵养林,构成了阿拉善地区独特的生态系统。建国以后,由于黑河上游地区人口急剧增加,黑河中上游水资源利用方式改变,引起绿洲核心区景观格局发生剧烈变化,景观破碎化日益严重,引起了严重的生态问题。

2000 年由国务院出面,统一规划,进行水资源宏观调控,落实黑河配水方案,保证额济纳河每年 7 亿  $\text{m}^3$  的下泄水量。配水方案实施十几年来对额济纳绿洲核心区植被恢复有着显著作用。近些年来,张丽、年雁云等<sup>[6-8]</sup>先后在黑河下游及额济纳三角区进行关于土地利用格局的研究,这些研究有着重要的意义;但关于黑河配水对额济纳绿洲核心区景观格局变化的研究关注较少,因此,本研究将基于该区生态保护理论需要,结合现有技术手段,从景观要素组成变化及景观破碎化的角度探讨黑河配水方案实施后额济纳绿洲核心区景观格局发生的动态变化,讨论水资源配给方案、人为活动对土地利用景观格局驱动作用,对干旱区绿洲土地及水资源利用方式进行指导,为绿洲的开发与保护提供科学决策依据。

## 1 研究地概况

额济纳绿洲核心区 ( $\text{E}100^{\circ}55' \sim 101^{\circ}20'$ ,  $\text{N}41^{\circ}47' \sim 42^{\circ}24'$ ) 位于我国极端干旱的阿拉善盟额济纳旗境内,深居内陆,气候极端干旱,降水稀少,蒸发强烈,风大沙多,日照时间长,冬季寒冷,夏季炎热。据额济纳旗气象站 1957~2003 年的资料,年均温  $7.8 \sim 8.6^{\circ}\text{C}$ ,多年平均降水量为 42 mm,年均最大降水量为 103 mm,最小降水量为 7 mm;多年平均蒸发量为 3 755 mm,最高达 4 035 mm,是中国最干旱的地区之一。20 世纪 60 年代以来,进入额济纳绿洲的水量开始逐年减少,最后直至东西居延海彻底枯竭。额济纳河等水域的枯竭使得额济纳绿洲遭到大面积的破坏,大量胡杨林及怪柳林死亡,额济纳生态环境不断恶化,沙尘暴肆虐,给西北地区乃至华北地

区的生态环境带来极大威胁。国务院于 2000 年作出黑河跨省际分水的重大决策,并由黄河水利委员会负责实施,开始对额济纳绿洲进行生态配水,有效地缓解了生态环境的恶化,绿洲植被得到有效恢复与保护。

## 2 研究方法

以中科院地理空间数据云 (<http://www.gscloud.cn/>) 2000、2007、2014 年 3 个时期的 Landsat 卫星遥感影像作为源数据。解译辅助材料包括额济纳地区地形图、行政区划图以及林业调查数据。基于 ENVI 和 ArcGIS 软件对原始影像进行波段合成、投影变换、几何校正、直方图匹配、增强、裁剪等预处理之后,对景观类型信息进行解译。采用非监督分类的方法,将土地利用/覆盖类型分为耕地、水域、戈壁+裸地、植被、沙地、沙地+裸地、戈壁道路、城镇、建筑用地、水域等类型。得到初步分类结果后,结合林业调查数据、野外调查记录进行类别定义、合并子类等人机交互分类。使用 ENVI 进行分类结果叠加评价,Confusion Matrix 模块的总体分类精度统计分别为 78.82%、81.23%、84.33%。

对分类数据进行矢量化,合并单元斑块后,转化为栅格图,使用景观分析软件 Fragstats 计算景观格局指数,计算斑块类型面积 CA、斑块类型所占比例 PLAND、斑块类型个数 NP、斑块密度 PD、边缘密度 ED、斑块平均大小 ( $\text{MpS}$ )、面积加权的平均形状因子 ( $\text{AWMSI}$ )、面积加权的平均斑块分形指数 ( $\text{AWMPFD}$ )、景观水平上选择香浓多样性指数 ( $\text{SHDI}$ )、香浓均匀度指数 ( $\text{SHEI}$ )、聚集度指数 ( $\text{AI}$ )、积加权的平均形状因子 ( $\text{AWMSI}$ )、面积加权的平均斑块分形指数 ( $\text{AWMPFD}$ )、景观破碎度指数<sup>[9]</sup> ( $\text{FN}$ ) 等指标。

## 3 结果与分析

### 3.1 景观要素组成结构变化分析

景观要素是景观格局最基础的组成部分。根据现有的数据以及卫片的分辨率,将额济纳绿洲核心区的土地利用分为居延海水域、植被、戈壁、沙地、戈壁-裸地、沙地-裸地等 10 种类型(图 1)。结合景观分析结果可知,2002、2007、2014 年戈壁及沙地总面积分别占研究总面积的 91.86%、88.73%、85.99%,对景观整体结构、功能及过程起着主导作用;总体而言,3 个时期不同景观类型的斑块面积、

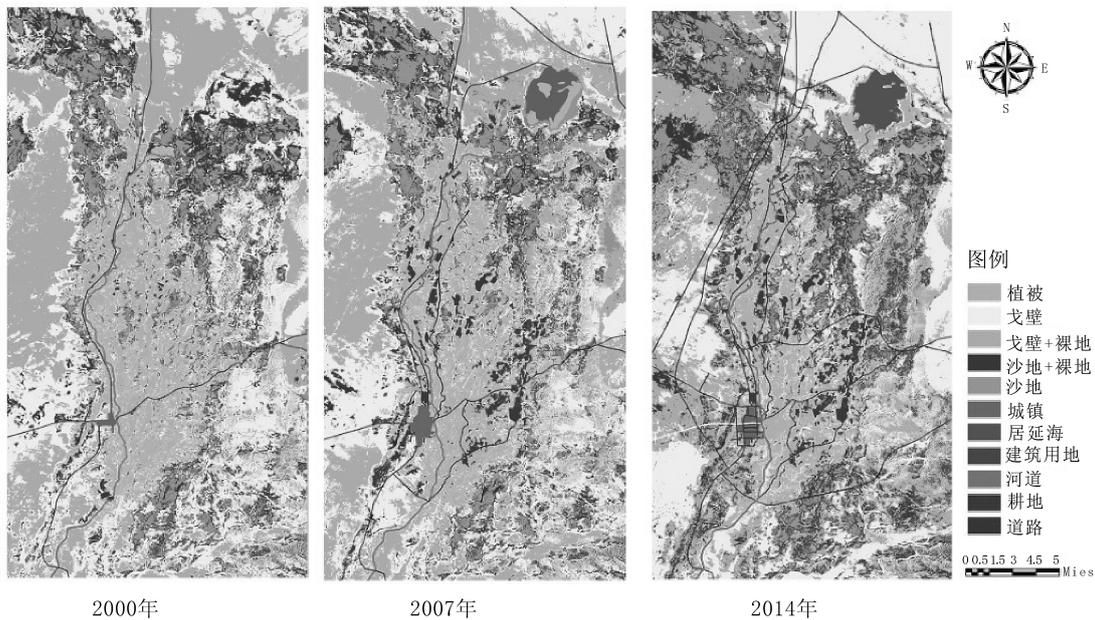


图 1 土地利用分类

Fig. 1 Classification of land-use type

数量有明显增减,景观格局变化十分明显,黑河配水措施及人为活动对景观特征变化的影响十分显著。

就景观类型层次来说,从 2002 年开始,额济纳每年定期配水的措施对额济纳核心绿洲的影响十分显著。2000 年额济纳东居延海完全枯竭,之后由于持续不断地配水,东居延海开始形成湿地水域,植被得到有效恢复,植被面积逐渐增加。配水后的 2 个时期与 2000 年相比,水域的面积分别增加了 2 364.93、4 281.83 hm<sup>2</sup>,植被面积分别增加了 1.74%、24.32%,植被景观所占的面积比例逐渐上升。配水 10 多年后对绿洲植被的恢复有了惊人的成效,整体的景观格局有了明显的变化。植被及水域面积的不断增长,有效地遏制了荒漠化进程。景观斑块数量有了显著的减少,景观斑块密度逐年降低,景观破碎化现象得到有效改观。但与此同时,由于人口不断增加,城镇面积也不断增加,黑河流域开垦造田,耕地面积大面积增加,配水后的 2 个时期耕地面积分别是 2000 年的 25.6 及 28.1 倍,耕地的景观斑块数量不断增加,对绿洲植被的维持带来了极大的影响(表 1)。

综上所述,配水后的 10 多年间,研究区景观类型增加居延海湿地水域一项,对整体的景观格局有了明显的影响,沙地及裸地的景观斑块数量有了显著减少,植被及水域的面积有了极大增加,景观破碎化得到一定遏制。但由于人为活动的增加,耕地及城镇、道路等用地不断增加,对绿洲的维持产生了新

的威胁。

### 3.2 景观斑块特征变化分析

#### 3.2.1 斑块类型景观特征变化分析

景观斑块异质性是对各景观要素斑块之间的空间结构特征的体现<sup>[10]</sup>。研究区平均斑块面积存在一定差异,研究区主要景观类型的平均斑块面积非常小,恢复来水后平均斑块面积开始逐渐上升,尤其是核心区的植被景观上升比例非常明显。AWMSI 与 AWMPFD 表征了景观格局的复杂程度和人类行为对景观空间格局的干扰程度。通常形状最复杂的斑块类型 AWMPFD 的上限值为 1.5<sup>[11]</sup>,荒漠景观类型的 AWMSI 值逐年增加,说明景观斑块形状更加复杂,说明景观演变加快,而植被及水域景观的 AWMSI 值增加也非常明显,这应该与水域和植被面积增加有关;耕地和植被的 AWMPFD 值都比较接近 1,说明人为活动对植被与耕地的影响非常强烈<sup>[12]</sup>,而且人为活动对耕地与植被的影响随着时间的推移更加明显(表 2)。

景观要素边缘密度指研究对象单位面积上某类景观要素斑块与其相邻异质斑块之间的边缘长度,反映景观中异质性斑块之间物质、能量和信息交换潜力及其相互影响的强度<sup>[12]</sup>。戈壁、植被的景观边缘密度逐渐增加,说明配水后景观类型间物种、能量等交换强度存在增加趋势。从聚集度指数上看,除了河道、城镇等小面积景观,其它景观类型的聚集度相对较低,其景观分离较为严重,景观破碎化明显,

表 1 土地利用类型的景观结构统计

Tab. 1 Statistics for the landscape structure of land-use types

景观指数	年度	沙地+裸地	沙地	戈壁	戈壁+裸地	植被	道路	河道	城镇	耕地	水域
CA	2002	40115.91	21152.43	79628.85	78185.17	18271.04	121.67	523.19	456.30	163.08	0.00
	2006	35750.88	19985.17	77696.16	78406.40	18596.25	224.00	622.00	617.12	4354.11	2364.93
	2015	37082.18	20639.32	68194.45	79273.80	22714.83	434.00	634.00	721.72	4741.92	4281.83
NP	2002	62251.00	19163.44	75145.00	60279.00	12239.00	62.00	13.00	55.00	1733.00	0.00
	2006	29844.00	10743.32	40479.00	35233.00	6497.00	118.00	18.00	18.00	16457.00	85.00
	2015	32955.00	11333.97	29878.00	34234.00	7473.00	36.00	1.00	13.00	19578.00	44.00
PLAND	2002	16.82	8.46	33.31	32.25	7.66	0.61	0.63	0.19	0.07	0.00
	2006	14.99	8.38	32.57	32.79	7.80	0.09	0.26	0.26	1.83	0.99
	2015	15.88	8.65	28.58	33.22	9.52	0.18	0.27	0.27	1.99	1.46
PD	2002	27.5439	8.4790	33.2491	26.6714	5.4153	0.0274	0.0058	0.0243	0.0058	0.0000
	2006	12.5070	4.5022	16.9639	14.7654	2.7227	0.0495	0.0075	0.0075	0.1018	0.0356
	2015	11.7916	4.7428	12.5038	14.3268	3.1274	0.0151	0.0004	0.0054	0.0988	0.0184

表 2 土地利用斑块大小、形状特征值

Tab. 2 Characteristic values of patch size and shape of land-use types

指标	年度	沙地+裸地	沙地	戈壁	戈壁+裸地	植被	道路	河道	城镇	耕地	水域
MPS	2002	0.64	1.05	1.06	1.28	1.49	23.55	40.20	8.30	0.09	0.00
	2006	1.20	1.86	1.92	2.22	2.86	1.90	34.56	39.84	0.26	27.82
	2015	1.15	1.82	2.28	2.32	3.04	12.06	14.41	47.82	0.24	79.13
AWMSI	2002	4.0202	3.8850	12.6316	8.7248	5.5743	7.8396	12.7657	1.9701	1.6100	0.0000
	2006	5.4834	4.7394	18.2162	9.7631	5.8633	8.1211	12.9613	1.4696	2.2742	2.5392
	2015	5.6239	5.2360	5.4823	18.8925	7.7875	15.1171	13.5143	1.2761	2.1398	5.7035
AWMPFD	2002	1.1563	1.1665	1.2442	1.2134	1.1055	1.2747	1.3084	1.0951	1.0752	0.0000
	2006	1.1997	1.1776	1.2725	1.2416	1.0905	1.2797	1.3099	1.0542	1.1073	1.1101
	2015	1.1980	1.1875	1.1889	1.2873	1.0347	1.3303	1.3082	1.0359	1.0995	1.2004
ED	2002	70.1916	24.8960	93.9447	65.5052	18.2581	1.3079	0.1943	0.8193	0.2981	0.0599
	2006	65.1459	22.8609	101.2251	77.9465	19.5986	2.3310	0.7861	0.1139	2.1393	0.2861
	2015	69.0898	23.5746	56.0660	99.6626	22.3250	4.4358	0.7994	0.1544	2.4343	0.1313
AI	2002	59.6685	72.1408	72.6627	80.0770	76.7186	84.3485	90.5783	89.0867	72.5099	0.0000
	2006	67.4324	78.7170	76.6652	81.5966	81.3069	83.1616	90.5188	96.8014	61.145	98.4434
	2015	65.9254	78.8831	84.2266	77.4675	82.3342	84.2529	91.9563	96.0876	44.0344	97.3941

而 15 年间主要景观类型的聚集度指数有所增加,说明配水后景观分离得到抑制,景观破碎化得到缓解。

### 3.2.2 景观水平异特征变化分析

景观水平上的变化能更直观地表现整个研究区景观格局的变化,景观破碎化程度也能改变物种间相互作用和协同共生的稳定性<sup>[11]</sup>。15 年间景观的整体斑块数量减少了 95 395 块,斑块数量的大幅度

减少说明景观的异质性开始变弱,破碎化程度有所减轻(表 3)。

在一个景观类型系统中,土地利用越丰富,破碎化程度越高,SHDI 值也就相应越高。均匀指数反映了景观受到一种或少数几种优势斑块类型的支配,与优势度指标可以相互转换。SHEI 值相对较小的时候,优势度一般相对较高<sup>[11,13]</sup>。对比 3 个时期的

表 3 景观水平上的特征值  
Tab. 3 Characteristic value of landscape level

年度	SHDI	SHEI	MPS	AWMSI	AWMPFD	NP	AI	FN2
2002	1.5238	0.6618	1.033243613	8.6302	1.2106	230940	73.3918	0.165
2006	1.6368	0.6826	1.710616236	10.9333	1.2343	139492	78.0758	0.094
2015	1.7368	0.6990	1.760428492	10.2896	1.2290	135545	77.0388	0.091

数据发现,15 年间 SHDI 值逐年升高,说明研究区的土地利用越加丰富,这与配水后水域等景观的出现有关;3 个时期 SHEI 值逐渐上升,说明研究区景观优势度逐渐下降,这与水域、耕地、植被的面积增加,主导景观功能的荒漠景观类型面积减少有关。景观破碎度指数直接表征景观水平的破碎化程度,破碎度指数越高表明景观的破碎化程度越高。15 年间 3 个时期的破碎度指数分别为 0.165、0.094、0.091,减少比例达 44.84,说明黑河配水后景观破碎化程度得到了有效控制。

整体来说,15 年间,由于定期对额济纳绿洲进行配水,使得景观土地利用类型丰富度增加,增加了居延海湿地水域景观,植被景观得到有效恢复,景观面积得到增加;受植被与水域增加的影响,研究区景观异质性降低,景观破碎化现象得到有效的控制。

#### 4 结论与讨论

##### 4.1 景观格局特征变化分析

从景观的总体特征、景观水平及斑块类型水平 3 个层次上分析了黑河下游额济纳绿洲持续定期配水后景观格局的特征变化。结果显示,2000~2014

年间,主要的优势斑块类型所占比例变化不大,戈壁及沙地等荒漠类型景观主导着该区的景观类型,但由于水源的持续定期补充,长期干枯的东居延海湿地水域开始重新出现,植被得到有效恢复,植被面积增加比例在 20% 以上,变化幅度最为明显,植被及水域的面积有了极大增加。配水后的 2 个时期,景观斑块数量有了显著减少,景观总数大幅度减少,变化幅度高达 41.31%,景观格局发生了明显演变,景观斑块密度逐年降低,景观破碎化现象得到有效改观。但与此同时,由于人口不断增加,城镇面积也开始不断增加,黑河流域开垦造田,耕地面积增加,配水后的 2 个时期耕地面积分别是 2000 年的 25.6 及 28.1 倍,耕地的景观斑块数量不断增加,对绿洲植被的维持产生了极大影响。

##### 4.2 黑河配水及人为活动对景观格局变化的影响

额济纳地区近 50 年来降水量除了在个别年份出现异常外,其余大多时间都稳定在平均值附近,为极端干旱区,尤其是 2000 年至今额济纳气候相对稳定,变化较小。因此,人为干扰才是额济纳绿洲核心区景观格局发生变化的主要原因,人为活动对额济纳绿洲的景观变化起着决定性作用(图 2)。

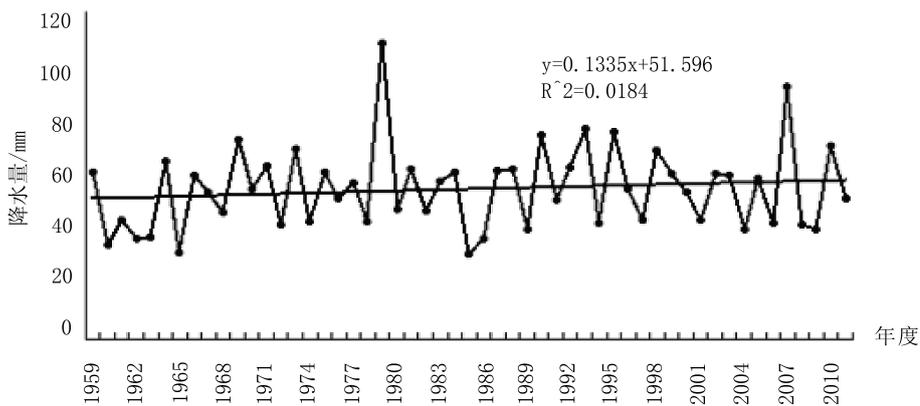


图 2 研究区降水特征

Fig. 2 Statistic rainfall result of the study area

额济纳绿洲核心区地处发源于祁连山的黑河下游地区,早在西汉时期就出现了戍边屯垦的早期人为活动,但由于当时黑河中上游地区人口较少,祁连山的冰雪融水得以持续不断地汇入额济纳地区,因此额济纳地区不仅存在着大面积的绿洲,而且东西居延海两大湿地湖泊水域环境优良,我国著名记者范长江就对额济纳胡杨林的优美环境有着由衷的赞叹。然而建国以后,由于黑河上游地区人口急剧增加,黑河中上游水资源利用方式改变,引起下游绿洲景观的综合变化,导致绿洲植被不断退化。绿洲植被长势明显衰退,面积急剧减少,并向旱化、盐化和沙化类型退化,森林覆盖率由20世纪60年代的18%下降到90年代的12%。东西居延海先后干涸,绿洲核心区景观格局发生剧烈的变化,景观破碎化程度日益严重。景观破碎化带来的恶果就是额济纳地区长年高频率出现沙尘暴天气,给西北地区乃至华北地区带来了严重的生态问题。

额济纳绿洲退化的生态环境也引起了阿拉善盟行政公署、自治区政府等部门的高度重视。1992年自治区批准成立了“额济纳旗七道桥胡杨林自然保护区”,2000年国家林业局和国家环保局批准成立了“额济纳胡杨林自然保护区”。2000年由国务院出面,内蒙古和甘肃省有关部门协作,统一规划,进行水资源宏观调控,落实黑河配水方案,保证额济纳河每年7亿 $m^3$ 的下泄水量。

黑河配水方案落实后,持续的水源进入额济纳绿洲地区,消失多年的东居延海开始重现,绿洲植被开始得到有效恢复与维持,绿洲荒漠化得到有效控制,景观破碎化得到有效缓解。然而由于额济纳地区铁路、高速公路的先后通车,人口及耕地面积不断增加,农业活动强度不断增强,加上高速、铁路、城镇建设工程对额济纳绿洲核心区景观格局产生明显影响,使得周边地区景观破碎化加剧,绿洲地下水位开始下降,绿洲存在退化趋势,核心区景观格局演化趋势加强等现象应引起重视,应控制人口增长,科学合理地开发活动。

#### 4.3 思考与建议

荒漠区绿洲由于环境恶劣,生态系统往往具有脆弱、不可逆的特性,因此绿洲的恢复与维持就显得十分重要。额济纳绿洲是一个以蒙古族为主体的多民族聚集区,额济纳旗有与蒙古共和国接壤的525 km 边境线,有我国重要的军事基地—酒泉卫星发射中心,战略位置十分重要。从现在起必须采取果断、坚决的措施控制人口增长,合理规划水土开发活动,

大力加强植被恢复和生态建设,遏制环境的继续恶化,防止第二个罗布泊和楼兰的悲惨景象在这里重演。额济纳绿洲荒漠化势必给额济纳人民造成深重的灾难,危及酒泉卫星发射中心的安全。生态屏障作用消失,将对相邻省区的生态环境与社会经济发展构成威胁,后果不堪设想。因此,通过科学监测来保护额济纳绿洲,持续地对额济纳地区进行配水补给,增强绿洲水土保持、防风固沙能力,增加绿洲面积和植被覆盖率,对于区域生态环境的改善,社会稳定与可持续发展乃至我国北方地区的生态安全,缓解沙尘暴发生频率和强度等都有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 王根绪. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析[J]. 生态学报, 2000(3): 363-368.
- [2] 方创林. 河西走廊绿洲生态系统的动态模拟研究[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 389-398.
- [3] 肖笃宁, 李秀珍. 当代景观生态学的进展和展望[J]. 地理科学, 1997, 7(4): 356-364.
- [4] 肖笃宁, 布仓仁, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453-460.
- [5] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [6] 张丽, 王秀茹, 刘兰华, 等. 黑河流域额济纳绿洲景观格局分析[J]. 水土保持研究, 2003(4): 124-127, 161.
- [7] 年雁云, 王晓利. 1930—2010年额济纳三角洲土地利用景观格局变化[J]. 应用生态学报, 2015(3): 07-09.
- [8] 刘咏梅. 额济纳河水资源变化对其流域天然植被的影响[J]. 2008(6): 1-3.
- [9] 王健铭, 张天汉, 于琳倩. 基于生态保护格局的长白山北部森林景观特征分析[J]. 北京林业大学学报, 2015(5): 70-71.
- [10] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 宋小双, 王凤友, 邓勋, 等. 基于GIS的东宁县高保护价值森林景观格局分析[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(4): 48-51.
- [12] 黄青, 王让会, 吴世新, 等. 塔里木河上游景观破碎化的时空动态变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(9): 73-77.
- [13] 何念鹏, 周道玮, 吴冷, 等. 为干扰强度对村级景观破碎度的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 897-899.
- [14] FISCHER J, LINDENMAYER D B. Landscape modification and habitat fragmentation; a synthesis[J]. Global Ecology and Biogeography, 2007, 16: 265-280.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.009

## 千岛湖生境片段化与生物多样性研究综述

徐高福<sup>1</sup>, 胡广<sup>2,3</sup>, 斯幸峰<sup>2</sup>, 卢刚<sup>4</sup>, 于明坚<sup>2</sup>, 丁平<sup>2</sup>, 洪利兴<sup>4</sup>

(1. 淳安县新安江开发总公司, 浙江 淳安 311700; 2. 浙江大学生命科学院, 浙江 杭州 310058;

3. 浙江理工大学建筑工程学院, 浙江 杭州 310018; 4. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023)

**摘要:**生境片段化被认为是导致生物多样性丧失的主要因素之一。1959年因修建新安江水库大坝而形成的千岛湖是研究生境片段化和生物多样性保护的实验平台,吸引了国内外众多对千岛湖生境片段化研究感兴趣的生态学家和保护生物学家。基于10多年的研究,2015年5月在浙江淳安召开了“千岛湖生境片段化与生物多样性保护国际研讨会”,对全球片段化研究领域内的热点科学问题进行了探讨,总结了千岛湖以往研究以及对未来的研究进行展望,进一步提升了千岛湖生境片段化与生物多样性保护研究的国际影响力。生境片段化研究中的核心问题之一是物种共存和群落聚集规律,以探讨片段化生境中生物多样性形成和维持的机制。迄今为止,在千岛湖库区已经开展鸟类、兽类、两栖爬行类、节肢动物和植物等群落和景观生物多样性的研究,并开展了千岛湖消落带植被重建的研究。随着动植物监测和研究的继续,千岛湖区域开展的科学研究工作将会得到全球更多的关注,并促进群落生态学和岛屿生物地理学等相关领域的发展。

**关键词:**生境片段化;生物多样性;消落带;植被重建;群落生态学;岛屿生物地理学;千岛湖

中图分类号:S718.53;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0042-07

## Habitat Fragmentation and Biodiversity Research on Thousand Island Lake

XU Gaofu<sup>1</sup>, HU Guang<sup>2,3</sup>, SI Xingfeng<sup>2</sup>, LU Gang<sup>4</sup>, YU Mingjian<sup>2</sup>, DING Ping<sup>2</sup>, HONG Lixing<sup>4</sup>

(1. Xin'anjiang Development Corporation of Zhejiang, Chun'an, Zhejiang 311700, China; 2. College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 3. College of Architecture and Civil Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 4. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** Habitat fragmentation was recognized as one of essential factors driving the biodiversity loss. Thousand Island Lake (TIL), an artificial lake formed by the construction of Xin'anjiang Dam in 1959, is the natural experimental platform to study habitat fragmentation and biodiversity conservation. Because of TIL's unique landscape, it attracts numerous ecologists and conservation biologists worldwide with special interests in habitat fragmentation research on TIL. Based on one decade's research, International Workshop of Habitat Fragmentation and Biodiversity Conservation was held in TIL on May 4-7, 2015. During the workshop, attendees discussed a broad topic and key questions of the research on habitat fragmentation all over the world, and summarized the past and future potential studies in TIL. This workshop

收稿日期:2015-09-14.

基金项目:浙江省省属科研院所扶持专项计划项目“风化基岩消落带湿地植被重建关键技术与示范”(编号:2014F50017);国家自然科学基金“生态位理论 vs. 负密度制约假说:以千岛湖片段化森林研究为例”(编号:31200413).

作者简介: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

enhanced the international influence of TIL's research on habitat fragmentation and biodiversity conservation. One of key scientific questions subjected to habitat fragmentation is the species coexistence and community assembly, which provide a window to reveal the underlying mechanisms of biodiversity distribution and persistence. By far, a series of study on community and landscape scales have been conducted in TIL region, including the taxa of birds, mammals, amphibians, reptiles, arthropods, plants and so on, alongside with the reconstruction project of hydro-fluctuation belt in TIL. With the ongoing long-term monitoring, TIL's research will attract more attentions and promote the scientific development for the subjects related to community ecology and island biogeography.

**Key words:** habitat fragmentation; biodiversity; hydro-fluctuation belt; vegetation reconstruction; community ecology; island biogeography; Thousand Island Lake,

## 1 问题的提出

生境指生物的个体、种群或群落生活地域的环境。生境片段化或称生境破碎化是指大面积连续分布的生境变成空间上相对隔离的多个片段化小生境,同时生境总面积减少的现象。20世纪50年代以来,随着生产力的高速发展和人口的暴增,人类对资源和能源的需求急剧增加,自然生态系统遭受越来越严重的破坏。生境片段化则是其中最严重的生态后果之一,它使地球上多数现存陆地上的物种只能存在于各种不同面积、形状和来源的生境岛屿一片段之中,被认为是导致物种灭绝乃至生物多样性丧失的重要因素,受到全球生态学家和保护生物学家的高度关注。生境片段化还会导致生态系统原有功能和服务的退化和消失<sup>[1]</sup>,以及直接导致局部地区的气候和土壤条件发生变化,降低生态系统的生产力和稳定性,降低生态系统水土保持、涵养水源等生态服务效能。由于生物多样性和生态系统功能具有密切的内在联系<sup>[2]</sup>,生境片段化导致生物多样性的下降,间接损害了生态系统的功能。生境片段化的负面效应不仅在片段化发生的短期时段产生作用,还会对后续阶段产生长期的效应。

千岛湖库区是浙江省水源保护地,分布在湖中岛屿上的森林生态系统对千岛湖水质的稳定与净化具有十分重要的作用,同时还能够提供丰富的林业产品和旅游资源。千岛湖库区的植被保护关系到整个千岛湖地区的生态安全和经济发展。然而,千岛湖库区内的生物多样性形成和维持机制以及生境片段化的长期效应尚不明确,无法有效开展针对性很强的保护措施。因此,在千岛湖库区开展生境片段化和生物多样性的研究迫在眉睫。

## 2 千岛湖概况

1959年9月,新安江水库建坝蓄水,库区范围内低于海拔108m的地区被湖水淹没,构成长150km、最宽处10km、总面积982km<sup>2</sup>的湖面(其中水域面积573km<sup>2</sup>,山地岛屿面积409km<sup>2</sup>)相应库容178.40亿m<sup>3</sup>的新安江水库库区。库区平均水深34m,岸线长1406m<sup>[3]</sup>。当库区水位达到设计高度(海拔108m)时,湖面上分布有面积0.25km<sup>2</sup>以上的岛屿1078个,故名千岛湖。千岛湖库区内的最大岛屿为西南湖区的界首岛,面积1320km<sup>2</sup>;最高处为东南湖区姥山岛的王字尖,海拔405.2m;一般岛屿在海拔105m以上并常年有植被存在,大多数岛屿海拔不超过250m。千岛湖位于中亚热带季风气候区北缘,夏季与冬季相对较长,春、秋季节累计在4个月左右。地带性植被为亚热带常绿阔叶林,但由于建库前当地百姓对植被的砍伐,目前库区内的自然植被仍以马尾松林为主。

50余年来千岛湖所在的浙江省淳安县人民始终树立自然生态系统保护理念,在认识自然、尊重自然、与自然和谐共生的实践中,创造了封山育林、植树造林、保水渔业的绿色奇迹,为长三角区域和钱塘江流域的生态环境与生物多样性的保护及建设做出了重要贡献。特别是当地管理部门几十年的森林管护,虽然库区内分布最广的仍是处于森林演替早期的马尾松林,但是针阔混交林、常绿阔叶林比例正逐步提高,森林结构稳定性增强,森林的生态服务功能不断提高,兼具自然保护、林业生产和生态旅游的多重功能。如今,秀丽的千岛湖尤如一颗璀璨的明珠镶嵌在中国华东,成为海内外驰名旅游休闲胜地、亚热带水源涵养地保护和可持续经营典范<sup>[4-5]</sup>。

### 3 研究意义

基于生境片段化内涵,大多数国内外专家认为,千岛湖库区内的岛屿和周边湖水形成的景观就是全球生境片段化的缩影,原有连续山脉的一座座山峰因水库大坝建设形成千余个岛屿(片段),组成了独一无二的片段化景观。因此,从生物遗传、个体、群落、生态系统等各个层次,千岛湖库区均是开展科普教育、科学研究和教学实习的理想场所,已成为研究生境片段化与生物多样性保护及其他生态学问题不可多得的重要平台。但由于千岛湖形成以前的本底资料匮乏,也有部分专家认为,如果建设水库大坝形成的陆桥岛屿上植被的现状是当年清库后重新开始二次演替并结合人为干扰的结果,不是实质意义上的生境片段化效应。笔者生长于千岛湖,一直在千岛湖从事林业生产与科研工作,阅读了大量关于千岛湖历史资料,推断 50 多年前建设水库大坝移民(包括“大跃进”)时当地百姓确实对森林资源进行了某种程度的破坏,但当时人们的恋土情结和蓄水时速之快,使得清库不是很彻底,特别是小乔木(幼树)、灌木与草本几乎没有大的损失,水下狮城至今依然发现有未动的大树,当年留下的部分照片、森林资源分布图也可以作为佐证,说明千岛湖库区作为开展生物多样性和生境片段化研究的重要地点,其科研价值是无疑的。

### 4 主要研究内容

#### 4.1 千岛湖生境片段化研究

自 2003 年以来,浙江大学和国内外多个知名大学、研究院所在千岛湖开展了生物多样性与生态学研究。2008 年开始,浙江大学与淳安县新安江开发总公司合作在千岛湖建立了生物多样性研究基地,长期在千岛湖开展生境片段化和其他生态学问题研究,并建有千岛湖生态学野外科学观测研究站、植物群落长期监测样地和鸟类长期监测固定样线,积累了丰富的野外调查数据。近年来,该研究团队开展了多项国际重大科技攻关项目和国家自然科学基金项目、科技部支撑计划专题以及浙江省自然科学基金杰出青年团队项目、重点项目,以千岛湖片段化森林和亚热带常绿阔叶林生态系统为平台,开展生境片段化对受胁物种、鸟类多样性与群落结构、植被与植物多样性的影响等生境片段化生态学效应问题的研究,在国内外学术刊物上发表论文 30 多篇,并在 *Journal of Animal Ecology*、*Journal of Biogeography*、

*Diversity and Distributions*、*PLOS one*、*Oikos*、*Landscape Ecology*、*Basic and Applied Ecology*、*Animal Conservation* 和 *PeerJ* 等国际重要学术刊物上陆续发表研究论文,得到了国际学术界的认可。

#### 4.2 千岛湖生境片段化与生物多样性保护国际研讨会

基于上述研究基础,浙江省生态学会、浙江省植物学会、淳安县人民政府、浙江省动物学会、浙江大学于 2015 年 5 月 4—7 日在浙江千岛湖举办 2015 年浙江省科协重点学术活动“千岛湖生境片段化与生物多样性保护国际研讨会”(International Workshop of Habitat Fragmentation and Biodiversity Conservation in the Thousand Island Lake)。来自美国、澳大利亚、挪威及北京大学、复旦大学、浙江大学、中国科学院等国内外知名大学、科研院所的 100 多位生态学与保护生物学专家聚集千岛湖,研讨生物多样性保护这一具有国际影响力的热点问题。会议围绕当前生境片段化对生物多样性的影响及其保护等热点问题,结合千岛湖陆桥岛屿系统这一天然实验室的研究开展研讨,旨在进一步提升我国生境片段化领域的研究水平和国际影响力。会议认为,生境片段化是导致生物多样性丧失、生态系统退化的最重要因素之一。同时与会专家对多项具体研究内容展开了深入讨论:1) 通过对比世界范围内在海洋岛屿、陆桥岛屿以及陆地生境斑块等片段化生境内的生物多样性研究结果,进一步探讨了生境片段化对生物多样性的影响;2) 综合分析了不同生境片段化类型的研究成果,尤其是针对陆桥岛屿生境片段化体系提出优先研究领域与科学问题;3) 促进了千岛湖生物多样性与生态学研究的国际合作。

#### 4.3 千岛湖消落带植被重建研究

消落带又称涨落带或涨落区,是指季节性水位涨落而使河岸、岛屿、水库周边水陆交界处被周期性淹没的一段特殊湿地区域,是水生和陆生生境交替控制的过渡地带。千岛湖水位具有明显的山溪性河流特征,丰水年与枯水年水位悬殊。水库建立至今有 11 年水位在 106 m 以上的高水位运行记录,1999 年 7 月 1 日水位达 108.41 m 的历史最高位;81 m 以下低水位运行有 3 年记录,1979 年 1 月 6 日达 80.00 m 的历史最低水位。两者最大落差 28.41 m。自 2007 年以来的 8 年实地观测,水位波动范围为 95.02~107.22 m。由于长期受到水淹和浪蚀的影响,岛屿边缘基岩裸露,植被稀少,退化成水、陆界面的消落带,总面积约达 17.15 km<sup>2</sup>。千岛湖库区消

落带生物物种多样性低,生态系统脆弱,不仅影响千岛湖水生与陆生生态系统之间的物质循环与能量流动,也严重影响着库区水体和森林的生态安全。1984年淳安县新安江开发总公司在姥山岛林场开展消落带造林试验,种植落羽杉(*Taxodium distichum*)、池杉(*Taxodium ascendens*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、垂柳(*Salix babylonica*)、枫杨(*Pterocarya stanptera*)等湿生树种<sup>[6]</sup>。2014年6月,在总结以往消落带造林经验的基础上,浙江省林业科学研究所和淳安县新安江开发总公司合作,进一步在梓桐口林场针对风化基岩消落带开展湿地植被重建技术研究,在消落带上采用容器种植法按不同的水位梯度种植水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、落羽杉、枫杨等乔木树种和栀子(*Gardenia jasminoides*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)等灌木和草本植物,共计2650株或丛,试图构建消落带亲水区域,增强千岛湖库区生物多样性,进一步改善和提高千岛湖的生态环境。

## 5 阶段性成果

研究千岛湖生境片段化对生物多样性影响是为了加强生境管理,指导生物多样性保护实践<sup>[7]</sup>。生物多样性是一个十分复杂、涉及面极广的概念,它涵盖了多个层次或水平。一般意义上生物多样性的层次是指遗传、物种、群落、生态系统和景观多样性<sup>[8-10]</sup>。近年来在千岛湖开展的研究主要集中在物种和群落水平的多样性。

### 5.1 片段化对植物多样性的影响

根据近年来对156个千岛湖岛屿和周边大陆的植物调查记录,千岛湖库区有114科401属666种野生维管植物<sup>[11]</sup>,其中,科的分布类型以世界广布、泛热带分布和北温带分布居多。属的分布类型以泛热带分布最多,共94属,占总属数的23.44%;其次是北温带分布及其变型,有56属,占总属数的13.97%。热带分布与温带分布的属数相当(180/171)。通过大陆和岛屿种子植物区系的比较分析发现,千岛湖库区植物区系的空间格局已经受到生境片段化的直接影响。

千岛湖东南湖区共记录苔藓植物37科71属129种,其中58种受岛屿面积影响明显,苔藓物种丰富度随岛屿面积的增大而增多,并逐渐趋于饱和<sup>[12]</sup>。

群落水平的多样性除了常见的群落物种多样性外,还有与植物功能性状相关的功能多样性和揭示

植物亲缘关系的谱系多样性。通过对岛屿空间参数和植物不同水平多样性的研究,结果表明:

1) 生境面积丧失对所有水平的植物多样性均具有极强的负面效应<sup>[13-14]</sup>;

2) 岛屿面积和形状影响岛上植物的物种丰富度,隔离度影响植物群落结构<sup>[15]</sup>;

3) 岛屿面积和形状影响植物群落功能丰富度和谱系多样性,隔离度影响功能结构<sup>[16]</sup>;

4) 片段化造成的边缘效应对植物群落属性具有较大的影响<sup>[17]</sup>;

5) 功能多样性在物种、谱系和功能3个多样性水平中对生境片段化作用最为敏感<sup>[16]</sup>。

### 5.2 植物物种共存和群落聚集规律研究

群落聚群过程和物种共存机制是群落生态学研究的核心过程,也是生物多样性形成和维持的核心过程。近几年的研究成果发现,环境过滤和扩散限制是影响千岛湖岛屿植物群落聚群和物种共存的主要机制<sup>[18]</sup>,环境过滤作用主要发生在植物幼苗到幼树阶段,作用较强。限制性迁移作用相对较弱,但其长期影响植物所有发育阶段的聚群过程。

苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)为千岛湖东南湖区常见的常绿阔叶树种,华东师范大学研究团队从植物演替的生态学角度研究了千岛湖岛屿苦槠种群的维持机制和更新规律,苦槠能在海拔105~108m分布且耐一定程度的水淹,其个体数与岛屿面积、高度呈显著正相关,尽管无性繁殖起主要作用,但只要有种源,在中大岛上恢复更新是完全可以期待的<sup>[19]</sup>。

上述研究结果揭示了木本植物在片段生境中的生态调控过程,有助于指导千岛湖生物多样性保护理论与实践。

### 5.3 消落带湿地植被重建初显成效

1984年3月,淳安县新安江开发总公司在千岛湖沿岸消落带人工种植落羽杉、池杉群落,根据以往的试验,考虑到人工湖泊沿岸带浪大,植被构建采用1.5~2.5m高的大苗,定植深度在40cm以上。1990年初次调查发现,生长最快的落羽杉小区个体平均胸径为8.7cm,平均树高为4.9m;池杉平均胸径6.1cm,平均树高4.4m。2006年4月中旬进行二次复查,生长最快的落羽杉小区个体平均胸径达24.0cm,平均树高13.5m;池杉平均胸径18.5cm,平均树高10.5m。目前消落带人工植被树木长势良好,生态景观效益优异<sup>[20]</sup>。

自2007年7月至2014年7月,开展连续7年

的千岛湖消落带水位观测,表明千岛湖消落带最上部水位 105~108 m 平均淹没时间仅 14 d,其中有一半年份水位没有达到 105 m 以上,水位在 105 m 以上时间为半个月(2008 年)或 32 d(2010 年)和 37d(2011 年)。水位变化情况说明水位在 105~108 m 间是千岛湖消落带湿地植被重建相对可控的区域。而千岛湖水位 105 m 以下消落带淹没时间、程度各年份间差异很大,受千岛湖水资源多元化功能利用、每年降水量等因素影响,几乎没有周期性的规律可循,也是消落带植被重建的重点或难点。上述结果揭示了千岛湖水位变化的基本特征,提出在进行消落带湿地植被重建过程中要充分考虑到库区水位变化这一特征,选择合适的重建方式,以达到最佳的功能与效益<sup>[21]</sup>。

2014 年立项开展的“风化基岩消落带湿地植被重建关键技术研究及示范”研究项目进展顺利,试验示范树种长势良好,项目申请的“风化基岩消落带陆生水生植物方法”发明专利已被国家专利局受理。

#### 5.4 片段化对动物多样性的影响

动物是生物界的一个重要组成部分,全球范围内研究片段化对生物多样性的影响研究以动物类群为主。自 2003 年开始,千岛湖对鸟类及各动物类群陆续开展了相关研究。通过最近 10 多年的长期观测,千岛湖区域共记录鸟类物种 177 种,隶属 16 目 45 科<sup>[22]</sup>,记录蜥蜴类 5 种、蛇类 13 种、两栖类 9 种以及兽类 20 种。其中,千岛湖境内发现海南鵝(*Gorsachius magnificus*)这一中国特有的极度濒危物种个体累计 29 个<sup>[23]</sup>。对无脊椎动物进行调查,共记录节肢动物类群 5 纲(昆虫纲、蛛形纲、多足纲、甲壳纲、重足纲)26 目 174 科 428 种,其中昆虫纲有 19 目 154 科 257 种<sup>[24]</sup>。

对千岛湖区域的两栖爬行类研究表明:千岛湖路桥岛屿上的蜥蜴类在成湖后都经历了物种的局部灭绝<sup>[25]</sup>;岛屿上的蛇类成显著的嵌套分布,并且其灭绝过程由面积效应和生境嵌套所决定<sup>[26]</sup>。对花臭蛙(*Odorrana schmackeri*)的偏性扩散研究中发现斑块隔离度和繁殖点数目决定千岛湖花臭蛙雌性个体的扩散<sup>[27]</sup>,而且花臭蛙在个体发育过程中发生了食性的变化<sup>[28]</sup>。除此之外,对千岛湖库区的小型兽类亦展开了研究,如 2007 年秋季和 2008 年春季捕获小型兽类 1 141 只,隶属 2 目 3 科 9 属 13 种<sup>[29]</sup>。目前利用红外相机正在对千岛湖岛屿上的兽类展开进一步地监测<sup>[30]</sup>。同时对部分兽类种群进行深入

调查,如在千岛湖岛屿上开展的生境片段化对社鼠(*Niviventer confucianus*)的肥满度影响的研究<sup>[31]</sup>。对千岛湖水体的研究发现浮游动物的群落主要受藻类与鲢鳙鱼的牧食压力影响,与其他环境因子关联性不显著<sup>[32]</sup>。同时在千岛湖地区还开展了对其他动物类群及微生物的研究,如华东师范大学对千岛湖不同岛屿苦楮丛枝菌根的研究<sup>[33]</sup>。

#### 5.5 千岛湖鸟类的群落生态学研究

鸟类,由于遍布全球、易于识别,是种类最多的陆生脊椎动物,在野外成为调查和研究最为频繁的动物类群之一,也是一类对生境变化和环境改变极为敏感的动物类群<sup>[34]</sup>。目前千岛湖的鸟类学研究主要围绕国家自然科学基金国际重大合作项目“亚热带片段化生境中食物网结构及其对鸟类和植物群落的影响——以千岛湖陆桥岛屿研究为例”展开。千岛湖的鸟类学研究自 2003 年开始,至今已经连续开展 12 年的监测,研究内容包括鸟类的的生活史特征、营巢资源利用、巢捕食风险、群落聚群规律以及岛屿生物地理学等<sup>[35-41]</sup>。

近几年对千岛湖鸟类群落生态学的研究发现,岛屿面积是影响鸟类群落组成的主要环境因子。比如对繁殖鸟类的物种周转率研究表明,较大岛屿上的繁殖鸟类群落具有较低的灭绝率和较高的迁入率,而随隔离度没有显著性的变化趋势<sup>[40]</sup>。鸟类群落的功能多样性研究同样指出功能丰富度随着岛屿面积的增大而增大<sup>[42]</sup>。通过研究鸟类群落的  $\beta$  多样性格局进一步发现,鸟类的总体  $\beta$  多样性以及物种周转和嵌套过程都与岛屿面积差异呈显著性关系<sup>[41]</sup>。以前这些研究结果的得出证实了经典岛屿生物地理学理论中的面积效应和目标效应,并且表明较大的岛屿具有相对较高的生物多样性保护价值,这为千岛湖鸟类的生物多样性保护提供了科学依据和指导价值。

#### 5.6 保护建设对景观格局的影响

千岛湖生态保护与生态建设使景观多样性发生变化,并影响景观的生态过程。应用“3S”技术和景观指数,分析了 40 年来(1964—2003 年)千岛湖小金山区域土地利用和土地覆盖格局的变化,景观格局正向演替优势度显著,生态系统功能得以提高<sup>[43]</sup>。在景观尺度上对千岛湖植物保护策略开展的研究认为,大中小组合岛累加的乔木、灌木、总物种数最多,小岛组合次之,大岛组合最少。因此,建立相同面积的保护区时,大中小组合岛有利于保护更多的物种<sup>[44]</sup>。

## 6 总结与讨论

1) 千岛湖形成至今已有近 60 年历史,为研究生境中生物群落和多样性动态变化提供了时间保证,数量众多的岛屿为进行岛屿生物地理学和生态学研究提供了天然唯一的独特研究平台。近 10 年来,浙江大学在千岛湖建立了生态学研究监测站,联合国内外科研院校和淳安县新安江开发总公司在生境片段化对植物、动物、景观多样性影响进行广泛研究,取得了一系列成果。

2) 加强生境片段化与生物多样性保护研究对于建立整合千岛湖地区生态环境保护、社会发展和经济开发的长期可持续发展规划具有很大的指导意义。对于今后大型水库和大坝的修建过程中生态和景观保护对策的制定有很好的借鉴作用和指导作用。

3) 在“千岛湖生境片段化与生物多样性保护国际研讨会”召开期间,来自生态学和生物多样性保护领域 100 多名国内外专家齐聚千岛湖,探讨生境片段化给生物多样性以及千岛湖周边地区的自然和社会现状带来的影响及如何科学地开发与保护。会议不仅从科学研究的角度对千岛湖生态保护现状给予了正面评价,而且对今后如何继续开展可持续的生物多样性和环境保护等提出了指导意见,同时,促进了千岛湖在生态学与保护生物学方面的国际合作。

4) 千岛湖消落带的植被修复与重建是一项难度非常大的技术,其立地环境受水、陆双相控制,坡面经长期的水土剥蚀和浪涌淘蚀影响,植物难以根着。但鉴于消落带生态重建的功能和千岛湖生物多样性保护的重要性,其消落带植被重建工作必须做好,因此要借鉴国内外的成功经验,总结千岛湖自身的消落带植被重建长期实践,创新开展基于基质稳定和适宜植物选择与配置的综合技术,将千岛湖消落带修复或建设成水生、陆生亲合景观型生物廊道衔接带。

5) 千岛湖是国家重要湿地,省级以上的自然保护区尚未建立,实现“绿水青山就是金山银山”任重而道远。目前,千岛湖生境片段化与生物多样性保护研究在同类研究中聚集专家最多,涉及专业最广,研究手段先进,属国际领先水平。相信不久的将来会有更多更大的国际项目介入,期待取得更优秀的研究成果,为人类可持续发展提供服务。

## 参考文献:

- [1] FAHRIG L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 2003, 34: 487-515.
- [2] LOREAU M, NAEEM S, INCHAUSTI P, et al. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges [J]. *Science*, 2001, 294: 804-808.
- [3] 徐高福. 千岛湖森林健康经营实证研究[M]. 杭州: 浙江科技出版社, 2014.
- [4] 于明坚, 方震凡, 金孝锋. 千岛湖植物[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [5] 丁平, 方震凡, 陈水华. 千岛湖鸟类[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [6] 江刘其, 陈煜初. 新安江水库消落区种植挺水树木林研究初报[J]. *浙江林业科技*, 1992, 12(1): 40-43.
- [7] 沈才智, 刘丙万. 生境对生物多样性影响研究进展[J]. *现代农业科技*, 2011(23): 305-306, 313.
- [8] 徐高福. 淳安县生物多样性保护策略研究[J]. *林业调查规划*, 2012, 37(6): 33-37.
- [9] 丁立仲, 徐高福, 卢剑波, 等. 景观破碎化及其对生物多样性的影响[J]. *江苏林业科技*, 2005, 32(4): 45-49, 57.
- [10] 张颖. 我国森林生物多样性变化的评价研究[J]. *林业资源管理*, 2002(2): 45-51.
- [11] 谭珊珊, 胡广, 邵德钰. 千岛湖库区种子植物区系研究[J]. *广西植物*, 2010, 30(6): 770-775.
- [12] 王莹莹. 浙江千岛湖生境片段化对苔藓植物物种及遗传多样性的影响[D]. 上海: 华东师范大学, 2011.
- [13] HU G, FEELEY K J, WU J, et al. Determinants of plant species richness and patterns of nestedness in fragmented landscapes: evidence from land-bridge islands [J]. *Landscape Ecology*, 2011, 26(10): 1405-1417.
- [14] 孙雀, 卢剑波, 张凤凤, 等. 植物物种多样性与岛屿面积的关系[J]. *生态学报*, 2009, 29(5): 2195-2202.
- [15] YU M, HU G, FEELEY K J, et al. Richness and composition of plants and birds on land-bridge islands: effects of island attributes and differential responses of species groups [J]. *Journal of Biogeography*, 2012, 39(6): 1124-1133.
- [16] 胡广. 博士后研究报告“片段化生境中基于功能和谱系多样性的植物群落聚群规律研究”[R]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [17] 苏晓飞, 袁金凤, 胡广, 等. 千岛湖陆桥岛屿植物群落结构的边缘效应[J]. *应用生态学报*, 2014, 25(1): 77-84.
- [18] HU G, FEELEY K J, YU M. Configuration of fragmented habitat drives plant community assembly processes across

- plant life stages [J]. *Journal of Biogeography*, 2015 (in review).
- [19] 张欣,徐高福,沈栋伟,等. 千岛湖岛屿苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)种群的维持和天然更新[J]. *生态学报*, 2007, 27(2): 424-431.
- [20] 徐高福,洪利兴,陈小勇,等. 千岛湖区消落带植被恢复初探[J]. *林业调查规划*, 2006, 31(5): 6-8.
- [21] 徐高福,卢刚,刘乐群,等. 基于千岛湖水资源与生态环境保护的消落带湿地植被重建探析[J]. *浙江林业科技*, 2014, 24(6): 84-92.
- [22] 斯幸峰. 片段化生境中繁殖鸟类的物种周转和  $\beta$  多样性[D]. 杭州:浙江大学, 2014.
- [23] 李必成. 千岛湖岛屿鸟类多样性格局与海南鸚繁殖生态学研究[D]. 杭州:浙江大学, 2007.
- [24] 赵政. 千岛湖岛屿景观节肢动物多样性研究[D]. 杭州:浙江大学, 2007.
- [25] WANG Y, ZHANG J, FEELEY K J, et al. Life-history traits associated with fragmentation vulnerability of lizards in the Thousand Island Lake, China[J]. *Animal Conservation*, 2009, 12: 329-337.
- [26] WANG Y, WANG X, DING P. Nestedness of snake assemblages on islands of an inundated lake[J]. *Current Zoology*, 2012a, 58: 828-36.
- [27] WANG Y, LANE A, DING P. Sex-biased dispersal of a frog (*Odorrana schmackeri*) Is affected by patch isolation and resource limitation in a fragmented landscape [J]. *PLOS ONE*, 2012b, 7: e47683.
- [28] 吴强,王彦平,丁平. 千岛湖花臭蛙个体发育过程中的食性变化[J]. *动物学杂志*, 2015, 50(2): 204-213.
- [29] 赵庆洋,鲍毅新,孙波,等. 千岛湖岛屿小型兽类群落分布格局及其影响因素[J]. *动物学研究*, 2009, 30(6): 671-678.
- [30] 徐爱春,斯幸峰,王彦平,等. 千岛湖片段化栖息地地栖哺乳动物的红外相机监测及最小监测时长[J]. *生物多样性*, 2014, 22(6): 764-772.
- [31] 孙波,鲍毅新,张龙龙,等. 千岛湖岛屿化对社鼠的饱满度之影响[J]. *动物学研究*, 2009, 30(5): 545-552.
- [32] 史文. 千岛湖浮游动物群落结构的时空变化及其与影响因素的相关性研究[D]. 上海:上海海洋大学, 2010.
- [33] 高辉. 千岛湖不同岛屿苦槠丛枝菌根研究[D]. 上海:华东师范大学, 2007.
- [34] 斯幸峰,丁平. 欧美陆地鸟类监测的历史、现状与我国的对策[J]. *生物多样性*, 2011, 19(4): 303-310.
- [35] 张竞成,王彦平,蒋萍萍,等. 千岛湖雀形目鸟类群落嵌套结构分析[J]. *生物多样性*, 2008, 16(4): 321-331.
- [36] 张蒙,孙吉吉,王彦平,等. 千岛湖栖息地片段化对大山雀营巢资源利用的影响[J]. *生物多样性*, 2010, 18(4): 383-389.
- [37] WANG Y, BAO Y, YU M, et al. Nestedness for different reasons: the distributions of birds, lizards and small mammals on islands of an inundated lake [J]. *Diversity and Distributions*, 2010, 16: 862-873.
- [38] 孙吉吉,王思宇,王彦平,等. 千岛湖栖息地片段化效应对鸟类巢捕食风险的影响[J]. *生物多样性*, 2011, 19(5): 528-534.
- [39] WANG Y, CHEN S, DING P. Testing multiple assembly rule models in avian communities on islands of an inundated lake, Zhejiang Province, China [J]. *Journal of Biogeography*, 2011, 38: 1330-1344.
- [40] SI X, PIMM SL, RUSSELL G J, et al. Turnover of breeding bird communities on islands in an inundated lake [J]. *Journal of Biogeography*, 2014, 41: 2283-2292.
- [41] SI X, BASELGA A, Ding P. Revealing beta-diversity patterns of breeding bird and lizard communities on inundated land-bridge islands by separating the turnover and nestedness components [J]. *PLOS ONE*, 2015, 10: e0127692.
- [42] DING Z, FEELEY K J, WANG Y, et al. Patterns of bird functional diversity on land-bridge island fragments [J]. *Journal of Animal Ecology*, 2013, 82: 781-790.
- [43] 丁立仲,卢剑波,徐高福,等. 千岛湖生态保护与建设对景观格局的影响研究[J]. *生物多样性*, 2004, 12(5): 473-480.
- [44] 孙雀. 千岛湖库区生境岛屿化对植物物种多样性的影响及其保护研究[D]. 杭州:浙江大学, 2008.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.010

## 论自然圣境在生物多样性保护中的作用

肖文武<sup>1</sup>,王兰新<sup>2</sup>

(1. 西双版纳国家级自然保护区曼稿管理所,云南 勐海 666200;  
2. 西双版纳国家级自然保护区研究所,云南 景洪 666100)

**摘要:**自然圣境是一类特征的生态系统,是由于传统文化信仰的原因而受到崇拜、禁忌和保护的一类特殊自然—人文景观单元,包括山林自然圣境、庙祠人文圣境、名山圣境和水体自然圣境4种类型,在生物多样性保护中发挥着积极的作用,体现在自然圣境对物种与生态系统保护等多个层次上。要做好自然圣境的保护,应有条件的区域建成保护小区、同时完善村规民约,把民族传统文化与生物多样性保护有机结合,充分发挥当地群众在圣境保护中的主体作用。

**关键词:**自然圣境;生物多样性保护;民族传统文化;村规民约;自然保护小区

中图分类号:S759.92;S718.542 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0049-04

## Roles of Natural Holy Site in Biodiversity Protection

XIAO Wenwu<sup>1</sup>, WANG Lanxin<sup>2</sup>

(1. Mangao Management Bureau of Xishuangbanna National Nature Reserve, Meughai, Yunnan 666200, China;  
2. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China)

**Abstract:** Natural holy sites are unique ecological systems, also are special landscape units worshipped, tabooed and protected by people due to the traditional belief culture. Natural holy sites includes four types of forest natural holy site, temple cultural holy site, famous mountain natural holy site and water natural holy site, which played positive roles in biological diversity protection, and also represented in multi-levels protection on species and ecosystem. In order to protect natural holy sites, suggestions to built nature reserve in qualified areas, perfect village regulation and agreement, integrated the national traditional culture and biodiversity protection, give full play to local people in the protection of natural holy sites and so on have been carried out.

**Key words:** natural holy site; biodiversity protection; traditional culture; folk custom; Nature Reserve

生物多样性(Biological diversity)是多样性的生命实体群(entitygroup)的特征,是植物、动物、微生物物种以及所有的生态系统及其形成的生态过程<sup>[1]</sup>,是地球上生命经过几十亿年进化的结果,是人类赖以生存和发展的物质基础,对于维持生态平

衡、稳定环境具有关键性作用<sup>[2-3]</sup>。生物多样性包括物种多样性、遗传多样性及生态多样性,而物种多样性是其核心。物种的保护是生物多样性保护的主要内容,物种多样性(尤其是动物多样性)将直接影响整个生态系统的功能<sup>[4]</sup>。

收稿日期:2015-08-25;修回日期:2015-08-31.

基金项目:2012年西双版纳热带雨林保护基金会资助项目.

作者简介:肖文武(1974-),男,工程师.主要从事自然保护区管理.E-mail:13988184646@163.com

通信作者:王兰新(1968-),女(彝族),高级工程师.主要从事保护区资源利用及生态学研究.E-mail:lxwang1968@163.com

1992年6月在巴西里约热内卢召开的“联合国环境与发展大会”上,“生物多样性”被作为大会讨论的中心议题之一,成为《21世纪议程》的重要组成部分,100多个国家和地区的首脑第一次签署了《生物多样性公约》。针对全球生物多样性急剧下降的态势,为了有效做好生物多样性保护工作,2002年和2010年,《生物多样性公约》缔约方分别通过了2010年和2020年生物多样性目标<sup>[5-6]</sup>,生物多样性保护成为当今世界普遍关心的问题。

人类对自然的崇拜是一种古老的文化现象,随着社会的发展,人类对自然界有更多的认识和了解,对自然的崇拜和信仰也由单一的拜物和拜神发展到较为复杂的自然文化景观信仰系统,成为人类生存环境中不可缺少的组成部分<sup>[7]</sup>。1998年联合国教科文组织召开了以“圣境、文化多样性与生物多样性”为题的论坛,“自然圣境”这一概念开始为人们所知<sup>[8]</sup>。1999年世界科学大会通过了世界科学家联合会(ICSU)《布达佩斯宣言》,对原住民群体和传统知识在科学发展中的地位、作用和生物多样性保护中的贡献给予了高度评价和充分肯定,从而确立了在保护生物多样性的同时,必须重视文化多样性保护的指导性原则<sup>[9]</sup>。

## 1 自然圣境的概念与主要类型

### 1.1 自然圣境的概念

自然圣境(Sacred Natural Sites)是指由于传统文化信仰的原因而受到崇拜、禁忌和保护的一类特殊自然—人文景观单元,实际上是一类特殊的生态系统,与其它类型的生态系统相比,圣境在文化内涵和管理方式上有其自身特殊性,并具有种类的多样性、文化背景的多元性和复杂性等特征<sup>[10]</sup>。泛指由原住民族和世居民族以传统文化信仰为依托建立起来的,以保护自然生境中的动植物及其生存环境为目的,得到当地社会公众承认和尊重的赋有精神与文化信仰意义的特定自然地域,如人们常说的神山、龙山、风水林、龙泉及宗教庙宇所在地等<sup>[7,10]</sup>。

自然圣境位于文化与自然的结合层面,是民族传统和文化多样性的重要见证,有助于传承当地社区民族的整体利益和文化,支持他们的生计方式,是人类特定族群的文化和自然遗产<sup>[7]</sup>,被土著居民赋予了精神意义和信仰文化内涵,通常每一个圣境都有作为其组成部分必需的神话及传说。因此,民族传统文化、宗教及生物多样性是一个整体。

### 1.2 主要类型

自然圣境在我国普遍存在,尤其是少数民族地区,由于受宗教和民族传统的影响,很多民族村寨都有自己的神山、神林等。我国是一个多民族国家,各民族的信仰、习俗、文化都有很大的差别,因此,受传统文化影响的自然圣境也是多种多样的,但综合起来主要体现在以下几个方面:

1) 山林圣境,这是我国少数民族地区最普遍的,也是数量最多的一类。如傣族的“龙山”、佤族的“色林”,这种圣境面积相对较小,但多数是以天然林的形式存在。

2) 以各种寺庙、宗祠、道观等为主体,与周边人文景观或自然环境融为一体的圣境类型。

3) 名山圣境,包含一个以上庙祠人文圣境或其他圣境,如云南省的鸡足山、梅里雪山等。这类圣境的面积相对较大,对生物多样性保护的作用也更加显著。各类自然圣境的存在,对生物多样性保护起到了积极的作用。

## 2 自然圣境在生物多样性保护中的作用

### 2.1 自然圣境与物种保护

刘宏茂等对西双版纳4个傣族“龙山”的调查发现,每个龙山内1500m<sup>2</sup>范围内都有100多种植物。这些植物中有许多具有重要的科研、研究和经济价值,还有11种列入了我国珍稀、濒危植物红皮书<sup>[11]</sup>。植物崇拜是我国很多民族的一种习俗,这种习俗使大量被看作神树的物种得以保存,对稳定当地的植物群落有不可或缺的作用。对云南省楚雄州彝族的“神树林”与自然保护区、村寨集体林3种不同管理模式的森林群落植物物种多样性进行比较,结果表明,“神树林”群落的物种总数、样方特有种、Shannon-wiener物种多样性指数都显著高于自然保护区群落和集体林群落,表明彝族的“神树林”在当地生物多样性保护和管理中有着不可低估的作用<sup>[12]</sup>。邹莉等对香格里拉大峡谷的藏族神山中不同保护状态下(神山和非神山)的2个典型植物群落进行比较,在相同的样地面积内(20m×20m),神山植物群落在物种数量(20,14)和群落盖度(100%,85%)上都明显高于非神山植物群落(11,12;70%,60%)<sup>[13]</sup>。在西双版纳,热带干性季节雨林的标志物种箭毒木(*Antiaris toxicaria*)和龙果(*Pouteria grandifolia*)主要保存在各村寨附近的龙山中,而龙脑香科的羯布罗香(*Dipterocarpus tubinatus*)则仅在傣族的龙山中有分布。

受到传统文化的影响,西双版纳傣族和布朗族的寺庙周围常常会种植一些和佛教活动相关的植物,如“五树六花”,这些是傣族群众喜爱的植物,在各寺庙和村寨周围广泛种植。寺庙周边种植植物中最为常见的有菩提树(*Ficus religiosa*)、贝叶棕(*Corypha umbraculifera*)、鸡蛋花(*Plumeria rubra*)、酸角(*Tamarindus indica*)、无忧花(*Saraca dives*)、高榕(*Ficus altissima*)、钝叶榕(*Ficus curtipes*)、糖棕(*Borassus flabellifera*)等。这些植物有的树龄已高达数百年,成为了村寨的神树,受到了村寨的严格保护。

自然圣境对动物多样性保护也有一定的作用。很多民族以植物和动物为直接的崇拜对象,这种崇拜对保护物种多样性,特别是对珍稀物种的保护在客观上起到了积极的作用<sup>[14-15]</sup>。香格里拉大峡谷中分布着5种国家一级重点保护哺乳动物和25种二级保护哺乳动物<sup>[13]</sup>。西双版纳的布朗族不会对将产仔和哺乳幼仔的动物、受伤的动物和逃进龙山森林的动物进行捕猎<sup>[16]</sup>,这些习俗在一定程度上有利于野生动物繁衍和保护。

## 2.2 自然圣境与生态系统保护

自然圣境对生物多样性的保护,体现在植被类型、物种多样性和种质资源遗传多样性的保护等多个层次上。我国的少数民族大多居住在山区或草原,他们的生产生活很大程度上依赖森林、草原和野生动植物,为了使资源能够得到长期的利用,产生或形成了许多传统文化,这些文化对资源的保护起到了很好的作用。

西双版纳傣族村寨历史上有龙山约100 000 hm<sup>2</sup>,这些区域得到了神的庇护,被傣族群众视为禁地,使其中的生态系统得到了很好的保护<sup>[17]</sup>。龙山内保存着很多的天然植被,这些植被包含了热带雨林、热带季雨林、季风常绿阔叶、热性竹林等植被类型。其植被特征、群落结构及生态功能与同类型植被的原始森林几乎没有差别<sup>[7]</sup>,在物种上包括了热带和亚热带季风常绿阔叶林的区系成分。

自然保护区是我国生物多样性保护的主要场所,每个保护区的划定和建立都有自己的主要保护对象,以及与保护对象有关的周边环境,对保护生物多样性起到了重要作用。鉴于自然圣境在生物多样性保护中的重要作用,许多现代自然保护区都是在历史或现实的圣境(特别是名山圣境)基础上建立起来的,较为典型的如云南省的大理点苍山、鸡足山、楚雄紫溪山等。这些圣境及自然植被历经人类

对自然的利用和破坏而不同程度地保留下来,成为现代自然保护区的基础<sup>[10]</sup>。西双版纳是我国生物多样性十分丰富的区域之一,很多主要的生态系统都受到了自然保护区的保护,但是由于保护区的局限性,不能涵盖所有的生态系统,因此,一些重要的、生态交错区域的生态类型则主要受到了龙山等自然圣境的保护<sup>[18]</sup>。以箭毒木、龙果、橄榄为标志的干性季节性雨林,过去在西双版纳各山间盆地上均有分布,但目前则主要分布在村寨周围的龙山内。可以说,龙山等自然圣境是现代保护区的补充,弥补了保护区的不足。

## 3 自然圣境保护面临的困境

随着人口增加、经济发展,以及人们观念的转变,许多与生物多样性保护有关的优秀民族传统正在不断丧失,增大了自然圣境保护的难度。有资料显示,20世纪50年代,西双版纳仅傣族“龙山”的面积就有100 000 hm<sup>2</sup>,到2000年时其面积只有1 000~1 500 hm<sup>2</sup>,仅为过去的1%左右<sup>[19]</sup>。郭贤明等<sup>[20]</sup>通过对西双版纳州傣族、布朗族、哈尼族和壮族等的调查结果表明,自然圣境的面积已不到2 000 hm<sup>2</sup>,减少非常明显。这种现象对自然圣境和生物多样性的保护十分不利。造成这种局面的原因除20世纪发动的“除四害、立四新”,以及人口自然增加等因素外,对生物多样性保护态度的转变<sup>[21]</sup>、经济全球化及西方文化的渗透<sup>[22-23]</sup>、人们对自然界和自然现象的畏惧和崇敬的观念逐渐淡化<sup>[24]</sup>以及缺乏社会的广泛认同和政府的承认,未纳入政府的保护和管理的决策之中<sup>[7]</sup>等各种原因导致了自然圣境面积的减少,同时也加快了生物多样性的流失。

如何做好自然圣境的保护,保护好优秀的民族传统文化,更好地发挥自然圣境在民族文化传统和生物多样性保护中的作用,应该成为当前有关部门认真对待的一个问题。

## 4 对加强自然圣境保护的建议

### 4.1 发挥当地居民在生物多样性保护中的主体作用

圣境的存在和保存是以信仰文化的存在和保存为其社会和文化基础的,因此,当地居民是圣境保护的主体。为了更好地保护我国的生物多样性,国家建立了大量的保护区,也制定了很多法律法规用于自然保护区的管理。而保护区外的自然圣境是受各种民族传统信仰保护下来的,长期以来未受到有关

部门的足够重视,仅是依靠群众自发地进行保护。因此,有关部门在进行生物多样性保护决策中,特别是涉及到圣境保护的决策,应充分听取群众的意见,鼓励大家参与决策,充分发挥其主体作用。

#### 4.2 建立自然保护小区

由于现存自然圣境基本是独立存在的,面积普遍较小,难以连片建立较大的自然保护区。因此,可以根据实际情况,将其中面积相对较大,具有一定保护价值的自然圣境或面积虽然较小,但具有一定历史意义的圣境,采用建立自然保护小区的形式加以进一步地保护。这些小区的管理应由当地群众根据民族传统进行自我管理的基础上,加上一定的行政管理手段进行管理。

#### 4.3 制定完善村规民约

村规民约是村民进行自我管理的一种手段,是群众的一种生态伦理行为准则,其作用远大于很多行政管理手段。很多村寨都制定了自己的村规民约,对村民的一些行为进行了规范。在现有村规民约的基础上,强化对自然圣境和生物多样性的管理,减少人为活动对自然圣境的破坏。

#### 4.4 将民族传统文化保护纳入生物多样性保护范围

民族文化多样性和生物多样性是密不可分的整体,而不是相互独立的 2 个部分。因此,无论是社会工作研究者还是生物工作者,在其研究过程中,应积极挖掘民族传统文化中有利于生物多样性保护的内容,将其作为生物多样性保护的一个组成部分应用到生物多样性保护中去。

#### 参考文献:

- [1] 马克平. 试论生物多样性的概念[J]. 生物多样性, 1993, 1(1): 20-22.
- [2] 喻庆国. 生物多样性调查与评价[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2007.
- [3] 陈灵芝. 中国的生物多样性现状及其保护对策[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [4] 魏辅文, 聂永刚, 苗海霞, 等. 生物多样性丧失机制研究进展[J]. 科学通报, 2014, 59(6): 430-437.
- [5] 徐海根, 丁晖, 吴军, 等. 2010 年生物多样性目标: 指标与进展[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(4): 289-293.
- [6] 徐海根, 丁晖, 吴军, 等. 2020 年全球生物多样性目标解读及其评估指标探讨[J]. 生态与农村环境学报, 2012, 28(1): 1-9.
- [7] 裴盛基. 自然圣境与生物多样性保护[J]. 科学, 2006, 58(6): 29-31.
- [8] 艾菊红. 宗教圣境与生物多样性保护[J]. 民族学刊, 2013(2): 69-78, 121, 122.
- [9] 裴盛基. 民族植物学研究二十年回顾[J]. 云南植物研究, 2008, 30(4): 505-509.
- [10] 罗鹏, 裴盛基, 许建初. 云南的圣境及其在环境和生物多样性保护中的意义[J]. 山地学报, 2001, 19(4): 227-333.
- [11] 刘宏茂, 许再富, 陶国达. 西双版纳傣族“龙山”的生态学意义[J]. 生态学杂志, 1992, 11(2): 41-43.
- [12] 刘爱忠, 裴盛基, 陈三阳. 云南楚雄彝族的“神树林”与生物多样性保护[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 489-492.
- [13] 邹莉, 谢宗强, 欧晓昆. 云南省香格里拉大峡谷藏族神山在自然保护中的意义[J]. 生物多样性, 2005, 13(1): 51-57.
- [14] 格玛江初. 藏民族传统文化对白马雪山自然保护区生物多样性的影响[J]. 林业调查规划, 2004, 29(4): 23-26.
- [15] 龙春林, 张方玉, 裴盛基, 等. 云南紫溪山彝族传统文化对生物多样性的影响[J]. 生物多样性, 1999, 7(3): 245-249.
- [16] 吴兆录. 西双版纳勐养自然保护区布朗族龙山传统的生态研究[J]. 生态学杂志, 1997, 16(3): 45-49.
- [17] 西双版纳傣族自治州傣学研究会. 傣族古村落文化研究[M]. 北京: 中国文化出版社, 2014.
- [18] 裴盛基. 云南民族文化多样性与自然保护[J]. 云南植物研究, 2004, Suppl. XV: 1-11.
- [19] 陈剑, 刘宏茂, 许又凯, 等. 西双版纳傣族传统森林资源管理调查研究-以景洪市曼典村为例[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(19): 5844-5846, 5856.
- [20] GUO Xianming, YANG Zhengbin, WANG Lanxin, et al. Status quo and Major Causes of Traditional Sacred Natural Sites in Xishuangbanna Prefecture[J]. Agricultural Science & Technology, 2014, 15(9): 1558-1561, 1566.
- [21] 刘光裕, 陈进. 西双版纳傣族对生物多样性保护的态度[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2012, 34(S1): 141-148.
- [22] 雷启义, 周江菊. 民族传统文化多样性与生物多样性保护的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(10): 4838-4840.
- [23] 马平. 现代化的碰撞与少数民族文化生态保护[J]. 宁夏社会科学, 2005, 128(1): 86-88.
- [24] 韩斌, 孔继君, 陈爱国, 等. 西双版纳傣族传统文化影响下的土地资源管理研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(18): 8718-8721.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.011

## 城市森林公园生态环境变化及驱动因素时间序列分析

胡曼<sup>1</sup>, 李彤<sup>2</sup>, 刘任棋<sup>1</sup>, 李春玲<sup>1</sup>, 涂春超<sup>1</sup>

(1. 南京林业大学林学院, 江苏 南京 210037; 2. 南京师范大学附属中学江宁分校, 江苏 南京 211102)

**摘要:** 由于自然、人为的干扰, 城市森林公园生态环境存在着快速的时空变化。以南京紫金山国家森林公园为研究区域, 以免费的2001—2010年Landsat卫星时间序列堆栈(LTSS)数据为主要信息源, 进行生态环境及驱动因素时间序列分析。研究表明: 2001—2010年间, 研究区域的生态环境质量在空间分布上, 由外缘向山脊依次呈现较差、中等、良好、优秀分布格局; 研究区域生态环境综合指数呈现上下波动、整体良好、缓慢上升趋势; 研究区域的森林干扰指数呈现迅速上升、缓慢上升后迅速下降、缓慢上升、稳步下降的复杂变化趋势。降低外来病虫害等自然干扰影响, 拆除外围景区违章建筑是提高区域生态环境质量的主要措施。

**关键词:** 生态环境质量; 森林干扰指数; 时间序列分析; 紫金山森林公园

中图分类号: S759.91; S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)05-0053-05

## Time Trajectory Analysis of Ecological Environment Changes and Divers in Urban Forest Park

HU Man<sup>1</sup>, LI Tong<sup>2</sup>, LIU Renqi<sup>1</sup>, LI Chunling<sup>1</sup>, TU Chunchao<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2. Jiangning Campus, High School Affiliated to Nanjing Normal University, Nanjing 211102, China)

**Abstract:** Due to impacts of natural and man-made disturbances, the ecological environment of Urban Forest Park has been experiencing rapid spatial and temporal changes. In this paper, Zijin Mountain National Forest Park in Nanjing was chosen as the study area, and free Landsat time series stacks (LTSS) data from 2001 to 2010 were collected as the main information source to do time trajectory analysis of regional ecological environment and divers during this period. Studies showed that: (1) during 2001 to 2010, from the outer edge to the central ridges, the spatial distribution of ecological environment quality in the study area showed a ring pattern of poor, medium, good and excellent; (2) The regional ecological environment index fluctuated up and down, but was general good with an slowing upward trend; (3) The forest disturbance index in study area first increased rapidly, then increased slowly followed by rapid decline, slowly rising, steady decline. Reducing the impacts of alien pests and other natural disturbances, demolishing illegal buildings in outer edge areas, increasing forest coverage, are the main forest management measures to improve the ecological environment quality.

收稿日期: 2015-07-09.

基金项目: 江苏省大学生创新省级重点项目“都市郊区森林生态环境变化及驱动性因素时间系列分析”(201510298051Z).

作者简介: 胡曼(1991-), 女, 山东临沂人, 硕士研究生. 主要研究方向: 森林资源监测、3S应用研究. E-mail: 466838987@qq.com

**Key words:** ecology environment quality; forest disturbance index; time trajectory analysis; Zijin Mountain Forest Park

城市化进程的不断加速使得林地占用、湿地面积缩小、不透水层面积增加、热岛效应扩大等城市郊区生态环境问题不断显现。生态环境变化的动态监测,可以提供区域生态环境质量状况及其变化趋势信息,从而为生态环境规划提供科学依据<sup>[1]</sup>。由于具有宏观、高效、多时相特征,遥感(RS)可以快速提取评价区域土地利用类型、植被覆盖度、湖泊面积等多种资源环境信息,从而使得遥感技术在区域生态环境评价中得到广泛应用<sup>[2]</sup>。

我国城市森林公园,大多地处城市规划区范围,容易受到经常变动的城市规划的影响。许多城市森林公园交通便利,由于人流和物流频繁,容易受到外来森林病虫害入侵、森林火灾、土地开发蚕食林地、乱建私坟等违章建筑以及登山热引发的游人践踏植被等诸多自然因素和人为因素的干扰。因此,与远郊森林相比,我国城市森林公园的生态环境存在着快速的时空变化。我国南方城市的森林公园,水热条件好、林木更新周期短,短短几年之后,遥感图像上的森林采伐、抚育更新的光谱信号由于迅速退化而变得无法识别。我国目前基于遥感技术的林区生态环境评价,通常采用 1 期或长时间间隔的 2~3 期遥感数据进行区域生态环境静态或动态评价<sup>[3-4]</sup>,很难捕捉突发性森林干扰(森林采伐、林地占用)和缓慢性干扰(气候变化)及森林恢复进程(人工更新、封山育林)对森林生态环境的影响。另一方面,现有的生态环境评价研究,很少进行森林干扰的时间序列变化分析,从而难以揭示森林生态环境变化的驱动因素。

美国内政部地质调查局(United States Geological Survey,简称 USGS)2008 年 9 月 1 日对全世界用户免费开放 Landsat 存档遥感数据。Landsat TM/ETM+遥感图像具有覆盖面广、光谱信息充分、重访频率高、计算机处理程度高、空间分辨率(30 m×30 m)与森林经营管理单元大小(1 000 m<sup>2</sup>)相近等特点。因此,利用 Landsat 时间序列数据(LTSS)在区域长时间尺度上对森林生态环境变化及其驱动因素进行精细描述,成为林业遥感研究的一个热点<sup>[5]</sup>。

## 1 研究区域概况

紫金山国家森林公园(118°48'00"~118°53'04" E, 32°01'57"~32°06'N)位于南京东郊,地处北亚

热带边缘。森林公园东西长 7.1 km,南北宽 6.2 km,状似菱形,经营总面积为 3 008.8 hm<sup>2</sup>。森林公园头陀岭海拔 448.9 m,是江苏省宁镇丘陵山脉的最高峰。紫金山全年降水量 900~1 000 mm,年均温 15.7 ℃。

紫金山国家森林公园具有自然条件优越,人文景观丰富的得天独厚的优势。景区内 200 多处风景名胜和古迹遗址,国家级文物 7 处,省级和市级文物 19 处,世界文化遗产明孝陵。紫金山有马尾松(*Pinus massoniana*)、黑松(*Pinus thunbergii*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)等树种及毛竹(*Phyllostachys pubescens*)分布。研究区森林覆盖率达 78.2%,占南京市森林总面积的 15.6%。

随着经济的发展和居民生活水平的提高,紫金山国家森林公园逐渐从一个城郊景区变成城市中的市民休闲公园,各种自然、人为干扰对森林生态环境的影响逐步加大。1982 年,外来入侵生物松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)从日本传入紫金山。2000 年以来,松材线虫感染的森林面积不断扩大,以黑松、马尾松为主的风景区林木大量死亡。2002 年以来,由于受旅游活动的影响,紫金山国家二级保护动物、珍稀蝶类中华虎凤蝶(*Luehdorfia chinensis*)濒临绝迹,紫金山登山道两侧的植被受到踩踏,破坏严重。2009 年,紫金山南坡的东马腰至中马腰道路出现了大面积滑坡、塌方,水土流失严重。

## 2 材料与方法

### 2.1 数据来源及预处理

本文所采用的数据有:

1) 美国地质调查局(USGS)(<http://earthexplorer.usgs.gov/>)提供的 2001—2010 年研究区 Landsat TM/ETM+数据,图像获取时间选取林木生长季节的 5~10 月,云层覆盖率<20%,多光谱波段空间分辨率为 30 m×30 m,全色波段空间分辨率为 15 m×15 m;

2) 东南大学城市规划设计研究院 2004 年 4 月编制的《钟山风景名胜区中山陵园风景区详细规划》;

3) 美国易道景观设计公司 2004 年 8 月编制的

《钟山风景名胜区外围景区规划》;

4)2008 年 12 月南京钟山风景区建设发展有限公司编制的《中山陵园风景区外缘景区回顾性环境影响报告书》;

5)从紫金山森林公园 1:10 000 地形图上提取的数字高程模型(DEM),空间分辨率为 3.3 m×3.3 m。

由于研究区域 2001—2010 年的遥感图像属于处理级别较高的 L1T 产品,图像在下载前已经由 USGS 进行了几何精校正、正射校正,因此 Landsat TM/ETM+时间系列数据的预处理主要为大气校正、水体及云检测。采用 ENVI 软件预处理模块的 FLAASH 工具进行 LTSS 影像大气校正,云阴影和水体的自动识别与掩膜采用自动云覆盖评估算法<sup>[6]</sup>。2003 年 5 月 31 日后获取的 Landsat-7 ETM+ SLC OFF 产品普遍存在着数据条带丢失现象,因此采用 ENVI 的补丁工具 Destrip 进行修复。

## 2.2 生态环境评价方法

### 2.2.1 生态因子的生成

参照参考文献<sup>[7]</sup>的技术规程要求,结合紫金山国家森林公园现有的森林资源及社会经济状况,从植被、土壤、地形 3 个方面选取要素作为评价区域生态环境的因子。采用植被盖度、土壤指数作为反映植被和土壤状况的生态因子,采用坡度作为反映地形状况的生态因子。植被覆盖度根据参考文献<sup>[8]</sup>进行计算,公式如下:

$$VC = (NDVI - NDVI_{\min}) / (NDVI_{\max} - NDVI_{\min}) \quad (1)$$

式中,VC 为植被覆盖度,NDVI 是归一化指标指数,NDVI<sub>max</sub> 与 NDVI<sub>min</sub> 分别为研究区域最大 NDVI 值、最小的 NDVI 值。实际计算时,由于遥感图像存在着噪声,NDVI<sub>max</sub> 和 NDVI<sub>min</sub> 有可能不是最大 NDVI 值和最小的 NDVI 值,可以分别取 NDVI 直方图两头拐点处的值作为 NDVI<sub>max</sub> 和 NDVI<sub>min</sub>。

土壤指数参照参考文献<sup>[9]</sup>的做法来进行计算,公式如下:

$$BSI = VI - 0.09178BI + 5.58959 \quad (2)$$

式中,BSI 为裸土植被指数,VI 和 BI 分别为 Landsat TM/ETM+遥感图像缨帽变换生成的绿度指数和土壤亮度指数。VI 指数与植被覆盖有较大的相关性,土壤亮度与植被指数的大小密切相关,裸地光谱信息的变化主要是由裸土的亮度造成的。所以,通过 BI 和 VI 线性组合生成的裸土植被指数能够更好地反映土壤的裸露情况。

### 2.2.2 生态环境评价方法

目前,国内的区域生态环境评价方法有很多,比较常用的有指数法与综合指数法、特尔斐法、评分迭加法<sup>[10-11]</sup>。论文采用综合指数法,对研究区域的生态环境质量进行评价。由于单个评价因子的量纲不一致,无法直接用来进行生态环境评价。因此,借助于 GIS 的数据重分类工具,按照从高到低的顺序,对各个环境因子进行分级、编码。生态环境综合指数计算公式为:

$$E = W_1 \times S_V + W_2 \times S_S + W_3 \times S_I \quad (3)$$

式中,E 为生态环境质量综合指数,W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>、W<sub>3</sub> 分别为植被盖度、土壤指数、坡度的权重,S<sub>V</sub>、S<sub>S</sub>、S<sub>I</sub> 则分别为 3 个因子分级后的编码值。

### 2.3 森林干扰指数计算方法

参照张连华等<sup>[12]</sup>(2013)的做法,在 Landsat 影像第三波段直方图中提取纯净森林像元。在提取纯净森林像元基础上,对 LTSS 每景图像做缨帽变换。采用公式(4)来计算干扰指数 DI (Disturbance Index)<sup>[13]</sup>:

$$DI_p = \frac{b_p - \bar{b}}{SD_p} - \frac{g_p - \bar{g}}{SD_g} - \frac{w_p - \bar{w}}{SD_w} \quad (4)$$

式中,DI 为像元 P 的森林干扰指数, $\bar{b}$ 、 $\bar{g}$ 、 $\bar{w}$  以及 SD<sub>p</sub>、SD<sub>g</sub>、SD<sub>w</sub> 分别表示该景影像中纯净森林像元训练样本的亮度、绿度、湿度的平均值以及标准差,而 b<sub>p</sub>、g<sub>p</sub>、w<sub>p</sub> 则代表该景影像中像素 p 的亮度、绿度、湿度。

## 3 结果与分析

### 3.1 生态环境质量空间格局分析

在紫金山国家森林公园,由于森林覆盖率达 78.2%,因此森林是影响公园生态环境的主导因素。道路、住宅等建筑用地面积占景区面积的 14.47%,是影响公园的重要因素。据此,确定植被、土壤、地形 3 个因子的权重 W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>、W<sub>3</sub> 分别为 0.7、0.2、0.1。在计算出单个年度生态环境综合指数基础上,借助于 ArcGIS 空间分析工具箱中的 Cell Statistics 模块,计算 2001—2010 年研究区域各栅格的生态环境指数平均值,并按照生态环境指数的大小,将研究区域的生态环境质量分成 4 级(图 1)。其中,优秀:9~10 分;良好:6~9 分;中等:4~6 分;较差:1~4 分。

计算表明,2001—2010 年间,紫金山国家森林公园生态环境质量良好的面积比例最大(64.52%),其次是生态环境质量较差、中等的地段

(16.70%、12.42%),生态环境优良的比例最低(6.36%)。

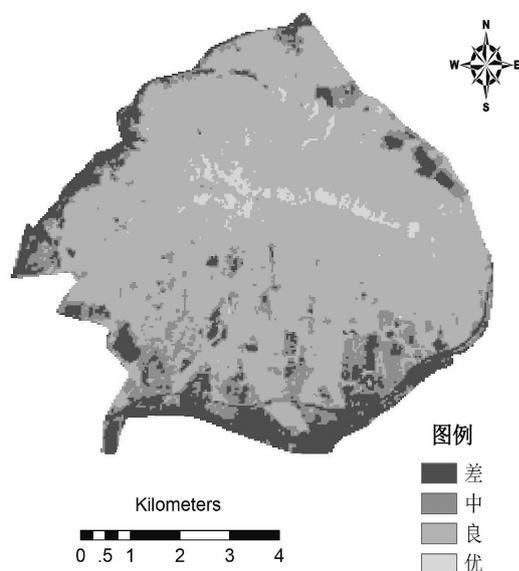


图 1 2001—2010 年紫金山生态环境质量分级  
Fig. 1 Ecological environment quality grading of ZIjin Mountain from 2001 to 2010

从图 1 可以看出,紫金山生态环境质量的空间分布,由外缘向山脊,依次呈现出较差、中等、良好、优秀的分布格局。紫金山山脊的生态环境质量优秀,这里海拔高、坡度陡,森林覆盖度高,远离居民点及旅游交通线路,受旅游活动影响较小。生态环境质量较差的地段位于海拔较低的紫金山外缘地区,这里森林覆盖率低、居民点众多,交通网络发达。中山陵、明孝陵、灵谷寺三大景区周围以及紫金山外缘地区内侧这 2 个地段生态环境质量中等,海拔不高,靠近旅游宾馆、旅游交通干线,森林覆盖率不高,受人为干扰较为严重。环境质量良好的地段主要位于紫金山山脊与外缘地区内侧之间的地带,这些地段森林覆盖率较高,离旅游宾馆、旅游交通有一定距离,受到的人为干扰活动影响较小。

### 3.2 生态环境变化时间序列分析

提取每个年份生态环境综合指数栅格图层均值,进行 2001—2010 年紫金山生态环境综合指数变化趋势分析(图 2)。

从图 2 可以看出,2001—2010 年,研究区域生态环境指数的平均值在 6~8 之间波动,3 个最大峰值分别出现在 2002、2007、2010 年。在 2001—2003 年间,生态环境指数变化比较剧烈。2004—2010

年,生态环境指数呈小幅震荡、逐渐升高趋势。由于

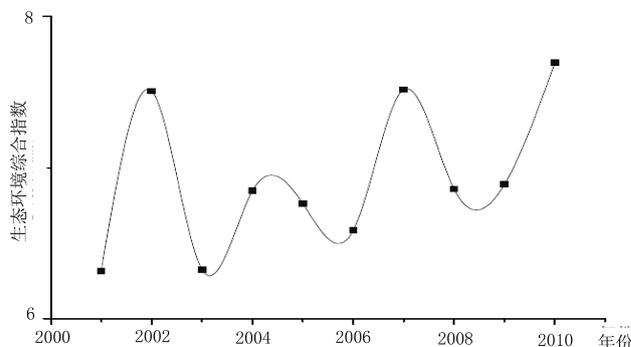


图 2 2001—2010 年紫金山生态环境综合指数变化趋势  
Fig. 2 Ecological environment quality index change trend of ZIjin Mountain from 2001 to 2010

外来入侵物种松材线虫大幅度扩散,造成紫金山主要风景树种马尾松、黑松在 2001—2004 年间大面积死亡。林木大规模死亡后的人工更新引起的植被覆盖度变化剧烈,造成生态环境质量出现大幅度波动。2005—2007 年间,紫金山开展了以拆除违章建筑、环境绿化为核心的外缘景区整治工程。在这期间,研究区域生态环境质量出现了小幅度波动、整体上升的趋势。2009 年后,外缘整治工程结束,景区内的 13 个自然村落被整体搬迁,大量的企业被迁出景区,紫金山周围建成了大量绿地公园,所以生态环境质量得到明显提高,2010 年紫金山森林公园的生态环境综合指数达到了 10 年来的最大值 7.7。

### 3.3 森林干扰指数变化时间序列分析

提取每个年份森林干扰指数栅格图层均值,进行 2001—2010 年紫金山森林干扰指数变化趋势分析(图 3)。从图 3 可以看出,2001—2003 年,随着松材线虫的扩散,黑松、马尾松等大量风景林死亡,森林干扰指数迅速增加。2004 年后,紫金山外缘地区开展以拆除违章建筑、环境绿化为核心的整治工程,2005 年大拆大建工程达到高峰,2005 年后环境整治的中心转移到环境绿化。因此研究区域的森林干扰指数于 2005 年达到峰值 6.32 后,开始迅速下降,并于 2007 年降低到 3.34。2007—2009 年,紫金山外围环境整治工程进入到巩固绿化效果、完善旅游服务设施建设时期,森林干扰指数呈小幅度上升趋势。2009 年后,紫金山外围环境整治工程彻底结束,森林干扰指数呈下降趋势。

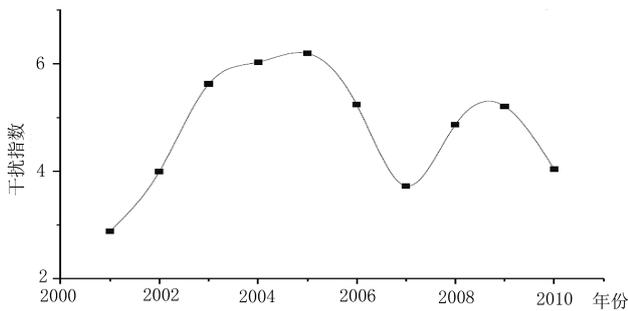


图3 2001—2010年紫金山森林干扰指数变化趋势

Fig. 3 Forest disturbance index change trend of Zijin Mountain from 2001 to 2010

#### 4 结论与讨论

我国城市森林公园由于自然和人为干扰严重,生态环境存在着快速的空间及结构特征变化。传统的单时相或长时间间隔遥感生态环境评价方法难以捕捉突发性干扰、缓慢性干扰及森林恢复进程对生态环境的影响。利用 Landsat 卫星时间序列数据对城市森林公园生态环境变化及其驱动因素进行分析,可以为区域生态环境规划提供科学依据。

研究表明,2001—2010年,研究区域的生态环境质量在空间分布上,由外缘向山脊,依次呈现较差、中等、良好、优秀的分布格局。2001—2010年,生态环境综合指数呈现上下波动、整体良好、缓慢上升趋势。与此同时,研究区域的森林干扰指数呈现迅速上升、缓慢上升后迅速下降、缓慢上升、稳步下降的复杂变化趋势。

研究区域生态环境变化时间轨迹分析表明,通过对紫金山国家森林公园生态环境变化的主要驱动因素进行 Pearson 相关分析,2001—2010年,研究区域生态环境综合指数与森林干扰指数呈较强的负相关(0.527),紫金山生态环境综合指数变化与森林干扰指数变化在时空上具有较强的耦合性。从而可知研究区域生态环境变化的主要驱动因素是松材线虫病、外围环境整治等自然、人为干扰。降低外来病虫害等自然干扰影响、对外围景区进行以拆除违章建筑、绿化美化为核心的环境整治,是提高区域生态环境质量的主要措施。

研究区域生态环境综合指数的大小,受到生态因子的选择、各项指标权重大小影响较大。论文中,

生态因子的选择综合考虑了《生态环境状况评价技术规范》的要求、通过 Landsat TM/ETM+遥感图像所获得的植被及土壤信息的可能,综合权重的大小考虑了研究区域土地利用类型的比例。不同生态因子、不同指标权重对生态环境综合指数影响的敏感性分析,需要进一步深入研究。

#### 参考文献:

- [1] 张东东,杜培军,夏俊士. 基于 RS 的徐州市区生态环境动态监测与评价分析[J]. 中国环境监测,2011,27(5):86-90.
- [2] 李洪义,史舟,郭亚东,等. 基于遥感与 GIS 技术的福建省生态环境质量评价[J]. 遥感技术与应用,2006,21(1):49-54.
- [3] 陈华丽,陈刚,郭金柱. Landsat TM 在矿区生态环境动态监测中的应用[J]. 遥感信息,2004(1):31-34.
- [4] 张涤非. 基于 Landsat TM 遥感数据的沈阳市生态环境监测与评价[J]. 环境保护科学,2011,37(2):55-57.
- [5] POWELL S L, COHEN W B, HEALEY S P, et al. Quantification of live aboveground forest biomass dynamics with Landsat time-series and field inventory data: A comparison of empirical modeling approaches[J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(5):1053-1068.
- [6] CANTY M J, NIELSEN A A, SCHMIDT M. Automatic radiometric normalization of multi-temporal satellite imagery[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 91: 441-451.
- [7] 国家环境保护总局. 生态环境状况评价技术规范(试行)[S]. 北京:中国环境科学出版社,2006.
- [8] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估测[D]. 北京:中国科学院遥感应用研究所,2003.
- [9] 杨存建,刘纪远,张增祥. GIS 支持下不同坡度的土壤侵蚀特征分析[J]. 水土保持学报,2002,16(6):46-49.
- [10] 张从. 环境评价教程[M]. 北京:中国环境科学出版社,2002:225-232.
- [11] 左其亭,周可法,罗格平. 基于 RS 和 GIS 的西部干旱区生态环境调控研究[J]. 重庆环境科学,2003,25(4):50-53.
- [12] 张连华,庞勇,岳彩荣,等. 基于缨帽变换的景洪市时间序列 Landsat 影像森林扰动自动识别方法研究[J]. 林业调查规划,2013,38(2):6-12.
- [13] MASEK J G, HUANG C, WOLFE R, et al. North American forest disturbance mapped from a decadal Landsat record[J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(6):2914-2926.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.012

## 贵定甘溪国家森林公园自然景观资源及科普价值

王倩<sup>1</sup>,王平<sup>1</sup>,胡发荣<sup>2</sup>

(1. 云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500; 2. 贵定甘溪森林公园管理局, 贵州 贵定 551300)

**摘要:** 贵定甘溪森林公园是一个生态环境良好、客源市场潜力较大、政府高度重视的综合性城郊森林公园。阐述森林公园的森林植被、地文、天象、水文等自然景观资源,分析这些景观资源在科普教育方面的潜在价值,认为其科普价值较高,类型丰富,是良好的科普教育基地。

**关键词:** 科普教育;自然景观资源;科普价值;贵定甘溪国家森林公园

中图分类号:S759.91;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0058-05

## Natural Landscape Resources and Scientific Dissemination Value of Guiding Ganxi National Forest Park

WANG Qian<sup>1</sup>, WANG Ping<sup>1</sup>, HU Farong<sup>2</sup>

(1. College of Tourism and Geographical Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China;  
2. Guiding Ganxi Forest Park Authority, Guiding, Guizhou 551300, China)

**Abstract:** Guiding Ganxi Forest Park is a suburban forest park with good ecological environment, large tourist market potential and attached great importance from the government. The paper elaborates the natural landscape resource of the Forest Park, e. g. forest vegetation landscape, geography landscape, astronomical landscape, hydrological landscape, and discusses the potential value of science education in the Forest Park. It concluded that Guiding Ganxi Forest Park is a good education base of science popularization with higher science value and rich types.

**Key words:** science popularization education; natural landscape resource; science popularization value; Guiding Ganxi National Forest Park

科普教育基地,就是以开展科学技术普及为目的的场所<sup>[1]</sup>,包括科技馆、博物馆、植物园、国家公园、科研院所和学校中的陈列馆、科研基地等。国家公园是一类保护区的总称,森林公园仅为国家公园体系中的一种景观类型<sup>[2]</sup>。国家森林公园是指国家为了保护一个或多个典型生态系统的完整性,为生态旅游、科学研究和环境教育提供场所而划定的需要特殊保护、管理和利用的自然区域<sup>[2]</sup>。一批国

家森林公园依托良好的森林景观和生态环境,已经成为科普教育基地和生态环境教育基地的理想场所<sup>[3]</sup>。贵定甘溪国家级森林公园森林覆盖率高、自然环境优美、地貌组合类型复杂多样、生态环境独特、生物资源多样,被授予“国家生态文明教育基地”称号。本文通过对贵定甘溪国家级森林公园植物、地文、天象和水文等主要景观资源的展示,充分认识、挖掘科普教育价值,为国家森林公园科普价值

收稿日期:2015-07-13.

作者简介:王倩(1988-),女,河北张家口人,硕士研究生.主要从事区域生态与土地规划研究. E-mail: kuiti615@sina.com.

通信作者:王平(1965-),男,副教授,硕士生导师.主要从事区域自然地理和自然环境保护研究.

研究提供参考。

## 1 公园概况

贵定县甘溪林场建于 1958 年, 经营面积为 602  $\text{hm}^2$ , 有林地面积为 413.3  $\text{hm}^2$ , 森林覆盖率达 68.88%, 是贵定县城周边的重要生态屏障。2011 年 5 月 9 日, 时任中共中央政治局常委、国家副主席习近平同志对林场在资源保护方面取得的成效给予充分肯定, 之后提出了“生态建设既要金山银山, 又要绿水青山, 还要在更高境界上做到绿水青山就是金山银山”的新时期生态文明战略理念。2011 年 12 月经贵州省林业厅批复建设为贵定甘溪省级森林公园。2014 年 12 月 15 日, 通过国家级评审, 成功升格为国家级森林公园。公园规划总面积 2 277.74  $\text{hm}^2$ , 地理坐标介于东经 107° 11' 37.68" ~ 107° 14' 35.44", 北纬 26° 34' 9.66" ~ 26° 44' 58.28", 由甘溪林场片区、阳宝山独木河片区组成。境内森林资源丰富、生态环境优美、景观类型丰富多彩, 是南方喀斯特地区森林植被恢复与保育的典范, 既是重要的森林景观资源, 同时也是长江上游的生态屏障、贵定县城的天然氧吧和绿色基因库(图 1)。

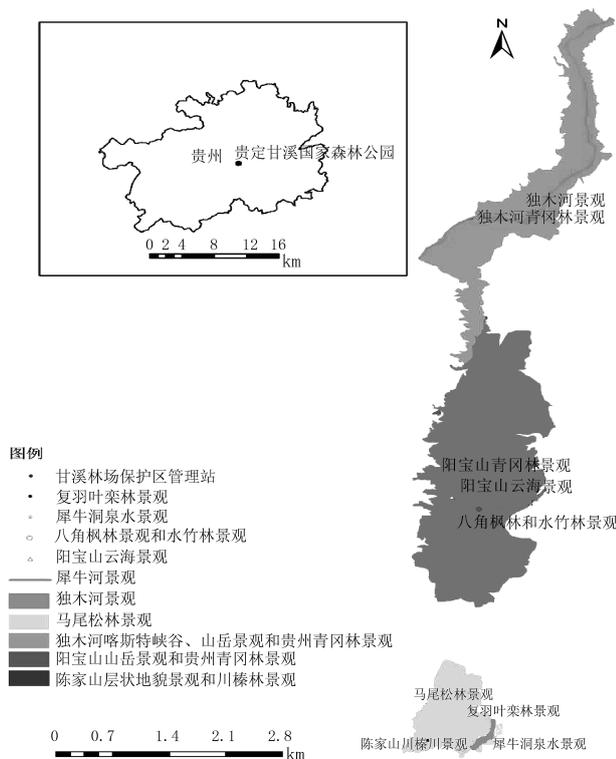


图 1 甘溪森林公园主要景观资源分布

Fig. 1 Main landscape resources distribution of the park

## 2 自然景观资源

### 2.1 森林植被景观

#### 2.1.1 主要森林植被景观

森林公园主要森林植被景观有马尾松(*Pinus massoniana*)林景观、贵州青冈(*Cyclobalanopsis argyrotricha*)林景观、复羽叶栎(*Koelreuteria bipinnata* Franch)林景观、八角枫(*Alangium chinense* (Lour.) Harms)林景观、川榛(*Corylus heterophylla* Fisch. var. *sutchuenensis* Franch)林景观、水竹(*Phyllostachys heteroclada*)林景观(表 1)。

马尾松林是对湿润养分条件要求比常绿阔叶林低的针叶林, 分布很广, 可耐贫瘠, 裸地上亦可成林, 是荒山造林的先锋树种<sup>[4]</sup>。以贵州青冈(*Cyclobalanopsis argyrotricha*)、化香(*Platycarya strobilacea*)和川黔千金榆(*Carpinus fangiana*)为主要乔木树种的贵州青冈林景观, 群落结构和种类组成的特殊性在贵定县乃至整个黔南州都占有重要地位, 是黔南州最具特色的喀斯特植被。榛子林景观是生境被破坏后经过次生演替形成的。榛在中国主要有 2 个变种, 一个是原变种榛(*Corylus heterophylla* Fisch. var. *Heterophylla*), 另一个就是川榛(*Corylus heterophylla* Fisch. var. *sutchuenensis* Franch)。

#### 2.1.2 珍稀、濒危植物景观

森林公园分布有 4 种国家保护植物(表 2)。此外, 公园内还分布有红色名录中属于濒危级别的平伐重楼(*Paris vaniotii*)、白芨(*Bletilla striata* (Thunb.) Reichb. f)、小白芨(*Bletilla formosana*), 无危级别的龙头兰(*Pecteilis susannae* (Linn.) Rafin)、绶草(*Spiranthes sinensis*)、头蕊兰(*Cephalanthera longifolia*), 近危级别的长距玉凤花(*Habenaria davidii*)。这些物种都属于被子植物的关键类群, 在森林公园及附近地区植物区系构成及植物群落的组成、结构和演替等方面具有重要价值, 也是开展植物科普教育的主要素材和观赏对象。

### 2.2 地文景观资源

#### 2.2.1 独木河喀斯特峡谷及沿岸喀斯特山岳景观

独木河河谷及两岸山地, 石灰岩、白云岩大面积出露, 以致喀斯特地貌景观发达而典型。河谷为受南北向断层控制, 经流水溶蚀、侵蚀作用而发育形成喀斯特峡谷, 横剖面呈“V”型, 因下游建坝蓄水发电, 整个河段已经演变为一个河道型水库。构成河

表 1 甘溪森林公园主要森林植被景观

Tab. 1 Main forest vegetation landscape of the Park

序号	主要森林景观	植被型	分布	特征
1	马尾松林景观	亚热带山地暖性针叶林	林场片区	马尾松高 8~12 m, 胸径 15~25 cm, 郁闭度 0.8~0.9, 长势良好。
2	贵州青冈林景观	中亚热带喀斯特常绿、落叶阔叶混交林	独木河沿岸山地	336.83 hm <sup>2</sup> , 乔木层高度 10 m 左右, 最长树龄约 30 a 左右, 胸径 10~15 cm, 密度一般在 1500~1800 株/hm <sup>2</sup> 。
3	复羽叶栎林景观	落叶阔叶林	春秋三谷谷底部、缓坡, 海拔 1050 m 左右, 26°34'21.37"N, 107°12'35.81"E	群落高约 12~15 m, 长势良好。
4	八角枫林景观	落叶阔叶林	阳宝山莲花山寺后山莲花溪谷, 海拔 1395 m 左右, 26°37'59.86"N, 107°12'44.91"E。	春末夏初(5—7月)开花, 黄白色, 有芳香。入秋枫叶转为橙黄色。果期 9~10 月。
5	川榛林景观	中亚热带落叶阔叶灌木林	陈家山山顶剥蚀面上, 海拔 1250~1360 m	600 hm <sup>2</sup> , 树龄 20 a 左右, 高度 8~10 m, 盖度 60%~70%。花期 3—4 月, 果熟期 9—10 月。
6	水竹林景观	亚热带低谷丘陵河谷竹林	阳宝山莲花山寺后山莲花溪谷, 海拔约 1400~1500 m 的平缓山坡	高 5~12 m, 径粗 4~7 cm。

表 2 甘溪森林公园内分布的国家保护植物

Tab. 2 National protected plants of the park

国家保护级别	名称	学名	分布
一级	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	零星分布于飞凤寺附近
一级	光叶珙桐	<i>Davidia involucrata</i>	阳宝山莲花山后山山坡
二级	喜树	<i>Camptotheca acuminata</i>	甘溪林场片区
二级	香果树	<i>Emmenopterys henryi</i>	阳宝山有发现

岸和两岸山地的地层普遍向东北方向倾斜, 形成大规模具单斜构造的峰丛-洼地、峰丛-漏斗和峰丛-峡谷、跌水、瀑布等喀斯特景观。部分河段发育有典型的断层崖、断层三角面和支流下游的“V”型峡谷、构造溶蚀侵蚀作用形成的嶂谷等构造地貌景观。部分河段两岸谷坡上发育有 2~3 层溶洞, 也有伏流和暗河发育。溶洞内石笋、钟乳石、石柱、石花、石幔、石葡萄、边石坝等微形态发育典型, 数量多, 规模大, 且造型奇特, 具有较高的美学观赏价值。两岸峭壁矗立, 崖壁和坡面上石芽、溶蚀洼地、溶沟等微地貌景观发育。区域喀斯特地貌的形成和演化有一定的科学研究、科普及环境教育等价值。

### 2.2.2 阳宝山山岳景观

主峰莲花山(26°37'50.68"N, 107°12'45.6"E), 海拔 1 586.4 m, 东、西山麓河谷海拔 950 m 左右, 相对高度 500 m 左右。山脊南北延伸, 山势高耸, 东南坡和西坡相对较平缓, 东坡较陡。构成该山地的岩石以石灰岩、白云岩为主, 其次是紫红色砂岩、砂页岩、页岩。石灰岩出露地区, 发育有峰丛、石芽、溶蚀洼地、漏斗等地貌景观, 受断层控制的厚层状石灰岩出露地区, 形成规模不等的陡峻的断层崖, 崖壁上岩溶水顺层溶蚀发育有溶洞(即仙人洞), 当地人称“福神洞”(26°37'60"N, 107°12'22.23"E, 海拔 1 511 m), 洞内有石笋、钟乳石、石花、石柱、石幔等景观。紫色砂页岩、页岩出露地段, 地势总体平缓。厚层状紫色砂岩出露地段, 发育有小规模丹霞地貌景观。在高原面间歇性抬升过程中, 因流水侵蚀剥蚀作用, 形成了多级剥蚀面, 表现出明显的层状地貌结构, 顶部还保留有较典型的高原夷平面, 例如阳宝山山顶等, 海拔约 1 500 m 左右。第一级夷平面以平山岭最典型, 海拔约 1 410 m 左右。

岩、页岩。石灰岩出露地区, 发育有峰丛、石芽、溶蚀洼地、漏斗等地貌景观, 受断层控制的厚层状石灰岩出露地区, 形成规模不等的陡峻的断层崖, 崖壁上岩溶水顺层溶蚀发育有溶洞(即仙人洞), 当地人称“福神洞”(26°37'60"N, 107°12'22.23"E, 海拔 1 511 m), 洞内有石笋、钟乳石、石花、石柱、石幔等景观。紫色砂页岩、页岩出露地段, 地势总体平缓。厚层状紫色砂岩出露地段, 发育有小规模丹霞地貌景观。在高原面间歇性抬升过程中, 因流水侵蚀剥蚀作用, 形成了多级剥蚀面, 表现出明显的层状地貌结构, 顶部还保留有较典型的高原夷平面, 例如阳宝山山顶等, 海拔约 1 500 m 左右。第一级夷平面以平山岭最典型, 海拔约 1 410 m 左右。

### 2.2.3 陈家山层状地貌景观

陈家山北坡(26°34'16.85"N, 107°11'49.51"E) 由于岩性差异以及高原面间歇性抬升, 经流水侵蚀剥蚀作用, 形成了当地有代表性的阶梯状地形, 是当地多级剥蚀面和相应层状地貌的表现, 遥望犹如天梯, 拾级而上, 尽显美景。自山顶向下, 分别有高原夷平面、4 级剥蚀面, 是黔东地区开展地壳运动和地貌发育、演化科普教育的典型地区之一。

## 2.3 天象景观资源

### 2.3.1 夏季凉爽舒适, 避暑气候优势显著

最适宜避暑旅游的气候评价指标基准指数分别是: 最热月(7月)均温 16.0~25.0℃; 夏季(6~8月)空气相对湿度 60%~80%, 平均风速 2~3 m/s; 年总日照时间 1 150~1 600 h; 年均降水量 800~1 200 mm; 年沙尘天气日数为 0 d; 环境空气质量优、

良以上天数占全年天数的90%。结果表明,甘溪森林公园的所有旅游气候评价指标均为满分,非常适合夏季避暑旅游,是贵州省也是全国最适宜夏季避暑旅游的地区之一<sup>[5]</sup>。

### 2.3.2 多雨多云少日照的人体效应

降水丰富和多夜雨,能使大气环境中的气溶胶等颗粒物和污染物得到冲刷、清洗,使空气保持湿润清洁,空气环境质量优、良以上天数占了全年总天数的90%以上。

公园所在地区虽然海拔较高,但由于阴天多、低云多,以致年日照时间较少,太阳总辐射和紫外辐射较弱,明显低于云南、西部和北方等旅游地,对当地居民外出休闲十分有利,非常适合旅游业的发展。

### 2.3.3 云海景观

受昼晴夜雨的影响,农历5—6月至12月份,在公园的佛教名山—阳宝山山顶出现各具特色的云海景观。由于公园多雾日,阳宝山上也有独特的宝山灵雾,除此之外还有宝山佛光,一般在中午,阳光穿透云雾,洒向山谷,此时云海上悬起一轮五彩光环,艳如花盘,色调柔和,犹如风起云涌、山洪暴发、千江万河汇入汪洋,十分壮观。最佳观赏时间是每年10—11月。阳宝山上观日出也堪称一绝。

## 2.4 水文景观资源

### 2.4.1 河流景观

公园年降水量丰富,受其补给形成了较密集的地表和地下水文网络和相应的水文景观资源。地表水和地下水是喀斯特作用的主导因素,它塑造了多种多样的喀斯特水文景观,有独木河、犀牛河等喀斯特河流,山间溪谷中的喀斯特瀑布和泉水等。

独木河景观:位于公园北部喀斯特山区,因下游筑坝建水电站,水位抬升,河面开阔,宽约45~80 m,局部河段河宽超过120 m,水深约15~25 m,水流平缓,蜿蜒曲折,顺流而下。河流水体较清澈,水质好,据黔南州环境监测站地宫的监测数据,独木河水质保持I类,水质好,鱼虾多。

犀牛河景观:为西门河重要支流,源头和上游流经林场片区,由犀牛洞岩溶泉水、降水径流等补给形成,流量季节变化较大。源头河段,河床宽约45 m左右,旱季流量约0.3 m<sup>3</sup>/s,雨季约0.4~0.8 m<sup>3</sup>/s,大雨期间流量可超过2.0 m<sup>3</sup>/s。中下游河段长约1 km,接纳降水径流后,流量逐渐增大,因河床比降大,水流湍急,跌水较多,水流声响彻山谷。旱季约0.5 m<sup>3</sup>/s,雨季约1.0~1.4 m<sup>3</sup>/s,大雨期间流量可超过6~8 m<sup>3</sup>/s,甚至达到10余 m<sup>3</sup>/s。沿岸森林繁茂。

具有很高的游憩价值。

### 2.4.2 泉水景观

冷泉,由地下水排泄形成,主要为林场犀牛洞泉水,是犀牛河源头主要水源,平均流量0.4~0.8 m<sup>3</sup>/s,季节变化较大,有大雨补给时流量可大至约2.0 m<sup>3</sup>/s。泉眼水质良好,具有一定的旅游开发价值。

## 3 科普价值

### 3.1 森林景观科普价值

森林公园森林覆盖率达87.35%,属亚热带植被类型。有野生维管束植物145科371属626种。其中:蕨类植物15科15属19种,种子植物130科356属607种(表3),为科普教育提供了丰富的物种资源,可帮助中小学生认识植物命名,观察植物的根、茎、叶、花、果实、种子,认识光、温度、水分等生态因子对植物的影响,观察植物群落的外貌,理解植物群落的划分,认识植物的光合作用和蒸腾作用及对环境的影响。帮助学生认识植物区系,植物生态类群的分化,植物群落空间结构、种群组成及特征、功能、演替,认识亚热带植被类型。是科研人员研究喀斯特石漠化治理的典范,为喀斯特森林植被恢复与保育的提供参考样本。公园内分布有银杏、光叶珙桐国家一级保护植物,喜树、香果树国家二级保护植物,是开展植物科普教育的主要素材和观赏对象。

表3 甘溪森林公园内维管束植物统计

Tab. 3 Vascular plants statistic of the Park

植物类群	科	属	种
蕨类植物	15	15	19
	裸子植物	5	8
	被子植物	125	348
种子植物	小计	130	356
		607	607
维管植物合计	145	371	626

### 3.2 地文景观科普价值

森林公园位于I级构造单元扬子准地台西南部,所属II级构造单元为黔南台陷<sup>[6]</sup>,III级和IV级构造单元分别为“北部褶皱-断块变形区”和“贵定南北向构造变形区”<sup>[7]</sup>,是地台上一度发生裂隙作用的地带。贵定甘溪森林公园地文景观反映了地壳演化长期遭受海侵的江南古陆西缘浅海沉积环境。晚二叠世由于峨眉地幔柱作用,使之隆升,改变了以往的沉积格局,即安源运动结束了海相沉积的历史,

标志着地壳演化史中的一次重大变革<sup>[8]</sup>。燕山运动使白垩纪以前形成的地层普遍发生褶皱、断裂,自然环境面貌基本定型<sup>[9]</sup>。

森林公园位于云贵高原东部的黔中山原中部,地处苗岭北坡,位于隔槽式褶皱特点的贵定向斜西翼上,属于长江流域<sup>[10]</sup>。公园为浅中切割高原中山地貌类型,平均海拔在 1 000~1 300 m,相对高差 300 m 左右<sup>[10]</sup>。地貌由于受地质造山运动所成的一系列褶皱和断裂构造的影响,形成对地貌发育的空间展布,一般来说,具有逢沟必断、背斜成山、向斜呈谷的规律,但由于后期的流水侵蚀作用,也会出现背斜切割成谷的倒置地形。如独木河主要是顺岩层走向切割,向斜轴向发育的河谷<sup>[10]</sup>。

森林公园地文景观为科普教育提供了丰富的地质地貌资源,可帮助中小学生认识板块运动、地壳物质循环、地质构造与地表形态、外力作用对地貌的影响,帮助大学生认识岩石、矿物、断层、节理、区域地壳运动史、地壳运动与地质构造、喀斯特地貌、流水地貌等,是褶皱、断层三角面,喀斯特地貌如峰丛、槽谷、岩溶洼地、落水洞、溶洞、地下暗河以及石芽、溶沟等的天然大讲堂。是科研人员研究地质矿产、地质遗迹的重要资源。

### 3.3 气象景观科普价值

作为全国最适宜夏季避暑旅游地区之一的甘溪国家级森林公园,可以让游客在凉爽惬意的气候中了解气象气候条件是旅游活动的环境和背景,又是旅游者的重要观赏对象。构成气象气候的各种要素,如冷、热、干、湿、风、云、雨、雪、雾等,不仅具有直接造景、育景的功能,而且是人类旅游活动的基本条件。气候因素影响区域景观的形成,气象条件是重要的构景要素。气候不但是造成旅游周期的重要变化因素,还可以影响旅游活动是否顺利进行,旅游效果和气氛。游客还可以了解日出与晚霞、云雾等的形成机制。

### 3.4 水文景观科普价值

游客可以在欣赏峡谷风光的同时,了解水电站

的原理、水电站类型;冷泉和温泉成因、条件、成分、用途等。

## 4 结语

森林公园是一部集植物学、生态学、地层学、地貌学、构造学、岩石学、沉积学、矿物学、旅游学、水文地质学等学科的百科全书,是中小學生进行地球知识科普教育及大专院校教学实习、科研的珍贵基地。贵定甘溪国家森林公园自然景观丰富,森林资源、地质遗迹丰富多彩,气候舒适,水网密集。在公园内,可以让人们获得知识,了解地球的沧桑变化,让游客在游山玩水的同时体会大自然的巨大力量,具有较高的科普价值。

## 参考文献:

- [1] 武崇周,赵世坤. 国内外科普教育基地建设现状及对我省科普教育基地建设的建议[J]. 科学普及,1997(3):59-61.
- [2] 屈中正,张艳红. 论国家森林公园的设置、特征及文化教育功能[J]. 湖南林业科技,2011,38(2):62-64.
- [3] 何丽芳. 试论森林公园的生态文化教育价值[J]. 湖南林业科技,2011,38(2):78-80.
- [4] 武吉华,张绅,江源,等. 植物地理学[M]. 北京:高等教育出版社,2004:278-279.
- [5] 向红琼,谷晓平,郑小波. 贵州省旅游气候研究与应用[M]. 北京:气象出版社,2014.
- [6] 陈建庚. 贵州地理环境与资源开发[M]. 贵阳:贵州教育出版社,1994:68-69.
- [7] 张江江. 黔南凹陷构造演化研究(硕士论文)[D]. 北京:中国石油大学,2010.
- [8] 武国辉. 贵州地质遗迹资源[M]. 北京:冶金工业出版社,2006.
- [9] 王砚耕. 贵州省地质矿产特征及地球科学意义[J]. 贵州地质,1999,16(4):282-287.
- [10] 贵定县史志委. 贵定县志[M]. 贵阳:贵州人民出版社,1995:111,116-118,156-157.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.023

# 长坡岭国家森林公园生态旅游现状与发展对策研究

房林娜<sup>1</sup>, 吴正星<sup>2</sup>, 蔡磊<sup>1</sup>

(1. 贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003; 2. 长坡岭国家森林公园, 贵州 贵阳 550003)

**摘要:** 介绍长坡岭国家森林公园历年旅游接待人数及游客来源地、性别、年龄、职业等结构特征。分析公园发展旅游中存在着旅游功能单一, 配套设施薄弱, 多头管理, 人力资源缺乏, 产品开发程度低, 宣传促销力度不够, 环境与民族文化保护面临威胁等制约因素。藉此提出进行总体规划修编、改善基础设施, 加强人才培养及行业管理等相应对策。

**关键词:** 生态旅游; 产品开发; 环境保护; 软环境建设; 长坡岭国家森林公园

中图分类号: S759.91; S788.2; F316.23 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2015)05-0063-04

## Present Situation and Development Countermeasures on Ecological Tourism of Chang Poling National Forest Park

FANG Linna<sup>1</sup>, WU Zhengxing<sup>2</sup>, CAI Lei<sup>1</sup>

(1. Forestry Survey and Planning Institute of Guizhou Province, Guiyang 550003, China;

2. Chang Poling National Forest Park, Guiyang 550003, China)

**Abstract:** The paper introduces tourism development situation of Chang Poling National Forest Park including the number of tourist, origin, sex, age and occupation of tourist and so on. Based on the analysis of existing problems such as unitary tour function, poor facilities, bull management, lack of human resources, low degree of product development, insufficient promotion efforts, the environment and national culture facing threat, the ecological tourism development countermeasures and suggestions e. g. revision of the overall planning, improving infrastructure, strengthening personnel training and industry management and so on have been put forward.

**Key words:** eco-tourism; product development; environmental protection; soft environment construction; Chang Poling National Forest Park

### 1 概况

长坡岭国家森林公园属北亚热带湿润季风气候区, 具有明显的高原季风气候和森林小气候特点, 无霜期 265 d, 适游期达 183 d。公园地貌属黔中山原喀斯特地貌型区, 整个公园地形地势平缓, 山峰不明显, 北高南低, 最低海拔 1 203 m, 最高海拔 1 370 m。园内生物资源较丰富, 植物种类较多, 生态系统

多样, 森林茂密, 绿草如茵, 生态环境优美。

长坡岭国家森林公园位于贵阳市西北部, 跨白云区 and 乌当区 2 个行政区。公园距白云区中心 3 km, 距贵阳市中心 12 km, 距金阳新区中心 1.5 km, 距龙洞堡国际机场 30 km。贵遵、贵毕高速公路穿越公园西部, 兰海高速公路与北二环分别穿越公园南北两端, 公园东南有贵阳火车北站, 具有得天独厚的交通区位优势。

收稿日期: 2015-06-17; 修回日期: 2015-07-02.

作者简介: 房林娜(1986-), 女, 山东临沂人, 工程师。主要研究方向: 森林资源与环境经济。E-mail: fln03@126.com

公园自成立以来,与长坡岭林场实行“一套人马,两块牌子”的管理模式。公园现有职工 135 人,主要经济来源为行政事业拨款、旅游收入和苗木收入等。

## 2 旅游发展现状分析

### 2.1 公园历年接待游客规模

公园成立于 1997 年,但从 1996 年开始接待游

客。据调查资料,1996—2003 年,公园接待游客量不断上升,2003 年游客接待量最高,达 13.5 万人次。2004—2013 年,由于周边新兴旅游景区增加,加上公园的建设停滞不前,游客量持续低靡,2013 年游客接待量仅为 8.8 万人次(表 1)。1996—2013 年公园共接待游客 156.2 万人次。

表 1 长坡岭国家森林公园 1996—2013 年接待旅游人数

Tab. 1 Number of Tourists in Chang Poling National Forest Park from 1996 to 2013

万人次

年度	1996—2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
游客数量	54.7	13.5	11.2	9.5	9.0	8.2	8.1	8.0	8.0	8.5	8.7	8.8

### 2.2 游客结构特征

#### 2.2.1 客源地域分析

公园的客源主要以贵阳市内及周边县市游客为主,占公园客源市场的 90% 以上。

#### 2.2.2 性别、年龄结构

根据统计,公园游客性别特征为男性占 53%,女性占 47%。年龄结构以中壮年、大中小学生及老年为主,分别占整个市场的 40%、30%、20%;其它占 10%。

#### 2.2.3 文化程度、职业结构

来公园的游客以大专以上文化程度的占大多数,约占整个市场份额的 51.0%;职业构成以政府工作人员、企事业单位管理人员、专业技术人员以及大中专学生居多,约占 75%。

#### 2.2.4 旅游者的消费特征

1) 滞留时间:旅游者在公园停留以 2~4 h 居多,半日游为主,约占 90%;一日游住宿游客占 10%。

2) 平均日消费:游客在公园的人均消费在 50~400 元不等,消费主要为游购娱行等方面,约占 75% 以上;吃住方面的消费约为 20%。

3) 满意度:通过现场调查,游客对公园的总体印象好,对公园的可进入性、游路设置、旅游安排、观景设施、路标指示、环境卫生、景物保护等满意度较高,而多数游客对园内的邮电服务、商品购物、旅游餐饮等满意度较低<sup>[1]</sup>。

### 2.3 游客的旅游目的及交通方式

据调查资料显示,公园游客的旅游目的以游览观光、短期度假和亲朋好友联欢为主,所占比例分别

为 29.1%、37.9% 和 26.0%,还有 7% 左右的为会议、登山等。贵阳市内游客乘坐的交通工具以自驾汽车和专用旅行汽车为主,附近地区部分游客乘坐摩托车等;远程游客通过公路长途汽车、火车来贵阳后转车前往公园。

### 2.4 游客旅游活动行为分析

1) 以观光、郊游为主要目的的游客,主要来自贵阳市及其周边,具有区域空间尺度小、停留时间短、参观景点数量多、重复观光景点多等特点,属经济型游客。

2) 以休闲度假为主要目的的游客多来自经济发达地区,以中老年人为主,多选择环境、气候条件好的旅游区,具有明显的季节性,停留时间长,旅游消费高,对价格和服务的质量比较敏感。

3) 以商务活动为主要目的的商务型游客,具有停留时间短、消费水平高、频率大、季节变化小等特点。

4) 以修学为主要目的修学型游客主要是独立散客或几个人结伴同行,旅游消费水平低,总的花费不大,但停留时间长。

5) 其他类型的游客如参加会议的游客一般停留时间短,对食宿要求高,多选择旅游品位高的旅游区。

## 3 影响公园旅游发展的制约因素

### 3.1 旅游功能单一

公园目前仍主要以单纯的观光旅游为主,游、吃、住、行功能较为简单,处于初级水平,购、娱功能缺失,休闲度假的潜力亟待释放。

### 3.2 基础服务配套设施薄弱

公园目前的旅游服务设施系统相对滞后,旅游的餐饮、住宿、游乐、购物等功能的建设仍不能满足多层次的旅游消费需求。现有的旅游服务接待设施大多是当地农民以农家乐的形式经营,普遍存在设施简陋、规模小、档次低等问题。同时,游客服务中心、医疗设施、购物商店、特色餐饮和文娱项目都有待进一步完善与提升。

### 3.3 多头管理,旅游人力资源缺乏

目前,公园还缺乏一个强有力的统一管理机构。组成公园的都溪林场与长坡岭林场各有自己的管理范围,还有涉及集体林地和多个不同行政区域村寨的多种管理体制。此外,林场的管理大都站在保护的角度,缺乏高素质的旅游服务人员和高级管理人员,人才结构与管理结构不合理,严重制约了森林公园的旅游发展。

### 3.4 旅游产品开发程度低

拥有丰富的旅游资源,却没有形成拳头旅游产品,严重限制了潜在游客把长坡岭森林公园作为一个旅游目的地的愿望和行动。现有的森林旅游产品单一,基础服务设施不完善、规模小,未形成多样化、特色化的旅游服务体系,森林旅游的发展潜力还远远没有发挥出来<sup>[3]</sup>。

### 3.5 旅游宣传促销力度不够

森林公园旅游宣传促销内容、形式和手段较单一,主要是通过报纸、电视、网络等媒体进行新闻性报道,以及游客的口口相传,多为被动式宣传,其宣传力度不够,还没有引起社会各界对公园旅游业的普遍关注。但森林公园的旅游资源,特别是气候资源,较周边旅游成熟区域有极大的不可替代性和互补性,加强宣传促销力度,是森林公园发展的重要措施和手段之一。

### 3.6 环境与民族文化保护面临威胁

随着森林公园的开发建设、游客大量涌入和机动车辆的增加,不同程度地对森林公园风景资源和生态环境造成一定的破坏,加之全民保护意识薄弱,保护条件差,使公园许多独特的民族文化遗产受侵蚀而逐渐消失,长坡岭森林公园环境与民族文化保护面临威胁。

## 4 生态旅游发展对策

### 4.1 科学合理地进行总体规划修编

2009年6月,完成了《长坡岭国家森林公园总体规划》;2012年6月,经国家林业局审批,同意公

园对经营范围进行调整,新增谷立片区;2014年9月,公园再次对经营范围进行调整,调减尖坡村、都溪村集体林地。经营范围的改变需由总规修编反映到新一轮总体规划中指导森林公园的保护、利用与发展。近年来,国民经济的巨大发展,以及城市格局的调整、区域旅游发展思路和市场的巨大变化,使得公园森林旅游发展在功能布局、产品开发、宣传营销等方面遇到了新的问题和挑战,对原规划进行修编就显得非常必要。

科学合理的生态规划是长坡岭国家森林公园实现资源可持续利用、生态环境保护和经济发展三位一体相互协调统一的保障,是有效保护生态系统多样性、物种多样性、景观多样性以及生态旅游资源永续利用的关键。因此,在规划中要着重做到功能分区科学合理,严格划分服务区、景区界限,避免旅游活动对景区造成破坏,使资源得以优化利用;环境保护监测准确到位,发现问题及时处理解决,确保高品质的生态旅游环境。游客容量控制在自然环境承载能力范围内,保证服务质量。

### 4.2 旅游基础设施建设

#### 4.2.1 交通基础设施

重点是公园内部交通体系的完善和提升。内部交通系统的组建主要包括旅游车行道和游览步道,既满足旅游观赏功能又满足通行功能。在道路建设时,要求尽可能不破坏生态,以自然、朴素、实用为基准,注重旅游道路的景观化和生态化,把区内的道路建设成旅游区景观的组成部分。

#### 4.2.2 旅游标识建设

在森林公园入口、功能区、重要景点、险要地段等都应设置明显的导游标识。通过标识介绍公园的有关规定,提醒游客注意安全,介绍景点的来历及特点,指示重要服务点的方向。标识牌大小要合适,坚固可靠,在设置时注意安放地点及高度,避免因标识牌造成对游客安全的威胁。

#### 4.2.3 旅游公共通讯设施建设

在游客服务中心以及森林文化娱乐区分别设置邮政代办点,为居民、游客、工作人员提供便利。在游客服务中心及游人集中场所设公用电话,并具备国际、国内直拨功能。公用电话亭要与环境相协调,注意美观和实用。酒店应单独设电话交换机。在森林艺术体验区、森林文化娱乐区以及游客中心分别设置程控交换机。道路、服务设施旁设公共信息亭,具备固定电话通讯、自助式导游服务、旅游信息导引、紧急呼救等功能。

#### 4.2.4 旅游服务设施建设

旅游服务设施建设中,应把景观建设、旅游服务设施和基础设施的建设视为一个整体,统筹规划,统一部署,合理安排。旅游服务设施建设必须有利于保护自然景观和生态环境,有利于游客观光游览和休闲活动,为游客提供畅通、便捷、安全、舒适、经济的服务条件。旅游服务设施建设应尽可能选用环保建筑材料。旅游管理、服务设施建设应充分体现以人为本的原则,根据公园的特点、游人规模与结构,以及用地、环境等条件,合理设置相应种类、级别、规模的设施项目,以满足不同层次游人的消费需要。休憩、服务性建筑物的位置、朝向、高度、体量、空间结构、造型、色彩及使用功能等要融入自然环境,采用当地建筑材料,尽可能地融入当地特色建筑风格,符合森林公园设计规范,并突出地方特色和森林野趣格调。旅游服务设施建设应本着集中与分散相结合,永久性设施与季节性设施相结合,高、中、低档相结合的原则。

#### 4.3 旅游软环境建设

##### 4.3.1 旅游人才培养

公园的发展涉及对生态旅游项目的策划、景点开发、林业科研、市场营销、投资建设多个领域,需要行政、企业、营销、服务、运营、策划、设计等方面的人才。目前,公园缺乏旅游管理人才。森林公园管理部门应加强人才开发,实施“人才优化”战略,以动态的眼光去培养所需各类高素质专业管理人才,尽快制定切实可行的人才引进和从业人员的培训计划,早引进、早培训、早上岗,提高经营效果。

##### 4.3.2 旅游标准化

提高旅游产品服务和质量,规范旅游市场秩序,强化行业监督管理,推动旅游产业转型升级,是提升旅游产业总体素质和提高国际竞争力的重要手段,也是旅游业落实科学发展观,实现又好又快发展的必然要求。

##### 4.3.3 行业管理

建立并完善森林公园旅游开发的管理机构,赋予其统一组织领导、统一规划设计、统一开发步调、统一宣传促销、统一环境保护等综合职能,通过强有力的管理,统筹保障旅游者权益、旅游企业权益、林管站权益,建立公平合理的利益分配制度,形成风险共担、责任共负、利益共享的群体和谐关系,从而为旅游开发提供强大动力。

#### 4.4 旅游产品深度开发

##### 4.4.1 创新特色产品

多方位、深层次地开发森林旅游产品,是扩大森林旅游市场和提高市场竞争力的有效措施。对森林旅游产品的开发,要体现森林资源的特色,适应市场的变化,遵循“人无我有,人有我精,人精我新”的原则。根据旅游市场需求导向,结合资源优势,可以开发以都市森林休闲旅游、康体养生运动旅游、商务会展旅游三大产品为主,其他多元化旅游产品为辅助的复合型旅游产品体系。

##### 4.4.2 延伸旅游产业链

在森林公园发挥自身特色和优势的基础上,设计推出不同的旅游精品线路,满足不同人士的需要,积极拓展市场,根据不同季节、不同景区推出不同的主题活动。多方位、深层次地开发森林旅游产品,体现本地资源特色,提高产品附加值,积极开拓森林旅游商品市场,拉长旅游产业链,带动森林旅游相关产业的发展,放大森林旅游的社会经济效应。

##### 4.4.3 注重品牌建设

从市场营销学角度来看,价值的实现最大程度依赖于对客户需求的满足。而游客对旅游目的地选择具有随机性和非理性,往往依赖于所掌握的旅游信息和该地区旅游形象,因此,加强对森林旅游品牌的传播和推广,不但有利于提升森林旅游业的影响,还可以提升区域旅游的知名度和美誉度。

#### 4.5 宣传营销与开拓市场

##### 4.5.1 拓展营销方式

传统的旅游营销的客体是旅游产品,而森林生态旅游的营销除了对森林旅游产品进行营销外,还要重视对生态旅游理念的营销。因此,要抓住当前在国内外兴起“回归大自然”的旅游热潮,要利用森林旅游“绿色、生态、自然”的特色,加大各种宣传营销力度,引导森林生态旅游消费新潮流,培育森林生态旅游市场,进一步提高森林旅游的知名度<sup>[4]</sup>,扩大贵阳森林生态旅游影响力,树立贵阳森林生态旅游品牌。

##### 4.5.2 开拓新兴市场

围绕“养生度假天堂,森林运动世界”的总体形象,以构建“城市森林休闲目的地”为目标,打造贵阳森林休闲精品;以森林艺术文化为突破口,以差异化、特色化的旅游品牌抢占黔中旅游市场,打造精品森林文化休闲品牌,激活黔中经济圈的都市度假、休闲市场。

(下转第 71 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.013

## 青岛市三标山林火迹地早期恢复植被特征研究

李士美<sup>1</sup>, 圉兴建<sup>2</sup>

(1. 青岛农业大学园林与林学院, 山东 青岛 266109; 2. 山东省林业科学研究院, 山东 济南 250014)

**摘要:**以青岛市三标山林火迹地为例,对该地区林火迹地和未过火样地进行对比调查,同时分析火干扰后群落乔木树种个体密度变化情况;火干扰对木本植物幼苗更新的影响;火干扰后群落草本植物的恢复情况。结果表明,火干扰后:大径阶立木的成活率普遍高于小径阶立木;乔木树种个体密度随着火烧强度的增强而降低;豆科、阳性木本植物重要值增加,其在未过火样地、轻度火烧样地、中度火烧样地和重度火烧样地内的重要值分别为0.26、0.28、0.87和0.78。在过火样地内,草本层植物的种类数增加,在重度过火样地内禾本科植物成为群落中的优势类型。

**关键词:**林火迹地;火干扰;植被恢复;幼苗更新;群落结构;三标山

中图分类号:S718.54;S762 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0067-05

### Vegetation Features of Early Recovery Stage At Burned Areas of Sanbiao Mountain in Qingdao City

LI Shimei<sup>1</sup>, DUN Xinjian<sup>2</sup>

(1. College of Landscape Architecture and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China; 2. Shandong Academy of Forestry Science, Jinan, Shandong 250014, China)

**Abstract:** This paper conducted a comparative study on community structure in burned areas and unburned areas of Sanbiao Mountain in Qingdao City. The change of stand density was analyzed within different fire disturbance intensity, and the affects of fire disturbance on regeneration of xylophyta was investigated. In addition, the recovery status of herbs was studied in this paper. According to the research, the survival rate of the bigger trees was larger than that of the smaller trees. After the fire disturbance, the stand density decreased when the fire intensity increasing. The number of xylophyta seedlings regenerated in burned areas was greater more than that of unburned areas, especially in species numbers and coverage. The importance value of leguminous woody plant and helophytic woody plant increased, and it was 0.26 for unburned sample plot, 0.28 for slightly burned sample plot, 0.87 for moderately burned sample plot, and 0.78 for heavily burned sample plot, respectively. In burned sample plots, the species of herbs increased, and gramineous plants became dominant groups in heavily burned sample plot.

收稿日期:2015-09-16.

基金项目:山东省高校科技发展计划项目“崂山黑松和刺槐人工林健康评价及健康经营研究”(J14LF04);山东省科技发展计划项目“森林生物阻火林带营建技术研究”(2014GSF117009);青岛农业大学高层次人才科研基金(631322);青岛农业大学大学生科技创新项目(2013-229).

作者简介:李士美(1981-),男,山东郓城人,博士,讲师.主要从事森林生态研究工作.E-mail:li\_shimei@163.com

通信作者:圉兴建(1983-),男,山东聊城人,博士,工程师.主要从事森林生态与森林培育研究工作.E-mail:dxingjian@163.com

**Key words:** burned areas; fire disturbance; vegetation recovery; seedling renovation; community structure; Sanbiao Mountain

火是森林生态系统中重要的生态因子,通常也是特殊的烈性生态因子<sup>[1]</sup>。由于林火的发生往往具有高强度、大面积的特点,探讨火干扰对森林植物群落<sup>[2-3]</sup>、土壤环境<sup>[2,4-5]</sup>、森林景观<sup>[6]</sup>、群落演替与植被恢复<sup>[7]</sup>的影响是林火生态理论与应用研究的重要科学问题。目前,国外对林火的研究主要集中在北方针叶林<sup>[8-9]</sup>,国内对林火的研究主要集中于大兴安岭地区<sup>[2,10-11]</sup>、西南林区<sup>[12-13]</sup>和北京山区<sup>[14-15]</sup>。山东省属农区林业,林农交错,森林防火外延广<sup>[16]</sup>。山东省的森林火警火灾主要分布在森林资源集中连片、地形复杂的鲁中、鲁中南山区和胶东丘陵区,但有关以上区域林火生态与管理的研究却鲜有报道。

青岛市三标山属崂山四大山系之一,其植被类型在胶东丘陵区具有代表性和典型性。本研究以三标山林火迹地为研究对象,探讨不同林火强度影响下乔木树种的个体密度变化情况、林火干扰后木本植物的更新情况和林火干扰后群落草本植物的恢复情况,旨在为本区域林火迹地植被恢复与重建提供参考依据。

## 1 研究地概况

三标山位于青岛市城阳区,地理坐标为 36°17'10"~36°19'17"N, 120°28'25"~120°36'19"E,属崂山四大支脉之一。三标山支脉包括石人河以西和白沙河以北的诸山,主峰为三标山,海拔 683 m,总面积 25 km<sup>2</sup>。本区域属暖温带季风大陆性气候,四季变化和季风进退都较明显,年均温 11~12℃,年均降水量为 734 mm。土壤以山地棕壤为主,成土母岩主要为中生代花岗岩酸性岩类及喷发熔岩基性岩类。土壤深度为 35~70 cm,土壤中掺杂有较多碎石块。本区域森林植被自然分布,属华北落叶阔叶林带胶东松栎林区,现有植被以黑松(*Pinus thunbergii*)人工林为主,伴有少量刺槐(*Robinia pseudoacacia*)人工林。地表灌木有花木蓝(*Indigofera kirilowii*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)等。草本以禾本科(*Gramineae*)为主,种类较多,如求米草(*Oplismenites undulatifolius*)、荻(*Triarrhena sacchariflora*)等,另外,还有唐松草(*Thalictrum aquilegifolium*)、羊胡子草(*Carex rigescens*)、茅莓(*Rubus parvifolius*)、黄花菜(*Hemerocallis citrina*)等。

## 2 研究方法

2013 年 3 月 6 日,三标山发生森林火灾,火势蔓延迅速,由于扑火措施得力,及时控制了林火的蔓延,过火面积约为 40 hm<sup>2</sup>。三标山森林火灾发生的次月,对过火区域进行了全面调查,选择坡度、坡向、海拔等立地条件基本一致的黑松人工林,设置 4 块 20 m×20 m 固定样地,分别为未火烧样地、轻度火烧样地(烧死木比例≤30%)、中度火烧样地(烧死木比例 30%~70%)和重度火烧样地(烧死木比例≥70%)。2014 年 7 月,对 4 块样地内的乔木树种(DBH≥5 cm)进行每木调查,调查内容包括种名、树高、胸径、冠幅、枝下高、生活力和密度(树冠有绿色叶片或树冠死亡,但茎干或基部有萌枝长出记录为存活,否则记为死亡,死亡乔木不计入密度的统计)。在调查样地内,各设置 5 个 5 m×5 m 的幼树和灌木调查样方,调查记录灌木以及乔木幼树(H>0.3 m, DBH<5 cm)和幼苗(H≤0.3 m)的种名、高度、冠幅、萌芽以及存活情况。在灌木调查样方内各设置 1 个 1 m×1 m 的小样方,记录草本的种名、高度和盖度。

1) 乔木树种的重要值计算公式为:

$$IV = (RD + RF + RC_{1.3}) / 3$$

2) 灌木(含乔木幼树)、草本层(含藤本)的重要值计算公式为:

$$IV = (RD + RF + RC) / 3$$

其中,IV 为重要值, RD 为相对多度, RF 为相对频度, RC<sub>1.3</sub> 为相对显著度, RC 为相对盖度。

## 3 结果与分析

### 3.1 火干扰后群落乔木树种个体密度变化情况

三标山地区乔木树种以黑松为主,火烧样地与未火烧样地内的乔木树种个体密度相比,乔木树种的个体密度产生了较大变化,随着火烧强度的不断增加,以黑松为主的乔木树种个体密度逐渐降低,其中,重度火烧样地内的黑松个体密度为 13 株/hm<sup>2</sup>,而火烧前该样地的立木密度为 800 株/hm<sup>2</sup>。

根据树木径阶的变化,树木表现出不同的耐火性。径阶大的树木在森林火灾后的成活率普遍高于小径阶树木,在中度火烧和重度火烧两类样地内,胸径小于 7 cm 的树木死亡率达 100%(表 1),胸径大

于 7 cm 的树木中,径阶越大,其萌蘖出的新芽越多,生长状况明显好于径阶小的树木,此类树木的恢复时间较短。因此,在森林培育与经营管理中,可以通过抚育间伐等营林措施,调整林分径阶结构,进而提高林分的耐火性。

表 1 火干扰后各样地内乔木树种个体密度对比  
Tab. 1 Stand density of sample plots at different fire disturbance levels

样地类型	优势种	不同径阶乔木密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	
		胸径<7.0 cm	胸径≥7.0 cm
未火烧样地	黑松	100	383
轻度火烧样地	黑松	225	188
中度火烧样地	黑松	0	275
重度火烧样地	黑松	0	13

### 3.2 火干扰对木本植物幼苗更新的影响

与未火烧样地相比,火烧迹地内的木本植物幼苗在种类、多度、平均高度和盖度等方面均发生了变化(表 2~表 5)。在增加的木本植物中,阳性植物和固氮植物占大多数,其中以花木蓝、胡枝子、紫穗槐为主。在未火烧样地内,豆科固氮植物(花木蓝)的重要值为 0.26,随着火烧强度的增加,轻度火烧样地、中度火烧样地和重度火烧样地内豆科固氮植物的重要值分别为 0.28、0.87 和 0.78。例如,在未过火样地中,花木蓝的相对多度和相对盖度分别为 0.33 和 0.18(表 2),而在重度过火样地中花木蓝的相对多度和相对盖度分别达 0.75 和 0.52(表 5)。这主要是由于重度过火之后,林地地面的太阳辐射增强,为豆科植物、阳性植物的生存提供了条件。

表 2 未火烧样地内木本植物幼苗更新情况  
Tab. 2 Regeneration status of xylophyta seedling in unburned sample plot

物种	相对多度	相对盖度	相对频度	平均高度/m	重要值
花木蓝( <i>Indigofera kirilowii</i> )	0.33	0.18	0.27	0.51	0.26
崖椒( <i>Zanthoxylum schinifolium</i> )	0.40	0.31	0.33	0.66	0.35
盐肤木( <i>Rhus chinensis</i> )	0.03	0.06	0.07	0.66	0.05
山樱花( <i>Cerasus serrulata</i> )	0.10	0.12	0.13	0.85	0.12
郁李( <i>Cerasus japonica</i> )	0.03	0.06	0.07	0.83	0.05
野蔷薇( <i>Rosa multiflora</i> )	0.07	0.19	0.07	0.52	0.11
扁担木( <i>Grewia biloba</i> )	0.03	0.09	0.07	1.12	0.06

表 3 轻度火烧样地内木本植物幼苗更新情况  
Tab. 3 Regeneration status of xylophyta seedling in slightly burned sample plot

物种	相对多度	相对盖度	相对频度	平均高度/m	重要值
紫穗槐( <i>Amorpha fruticosa</i> )	0.27	0.26	0.31	0.35	0.28
黄荆( <i>Vitex negundo</i> )	0.19	0.05	0.15	0.80	0.13
扁担木( <i>Grewia biloba</i> )	0.04	0.30	0.08	1.00	0.14
毛白杨( <i>Populus tomentosa</i> )	0.19	0.05	0.15	0.60	0.13
麻栎( <i>Quercus acutissima</i> )	0.04	0.20	0.08	1.60	0.11
茅莓( <i>Rubus parvifolius</i> )	0.27	0.15	0.23	0.60	0.22

表 4 中度火烧样地内木本植物幼苗更新情况  
Tab. 4 Regeneration status of xylophyta seedling in moderately burned sample plot

物种	相对多度	相对盖度	相对频度	平均高度/m	重要值
花木蓝( <i>Indigofera kirilowii</i> )	0.05	0.06	0.11	0.90	0.07
刺槐( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	0.26	0.16	0.33	0.53	0.25
胡枝子( <i>Lespedeza bicolor</i> )	0.66	0.65	0.33	1.00	0.55
黄荆( <i>Vitex negundo</i> )	0.02	0.07	0.11	1.10	0.07
崖椒( <i>Zanthoxylum schinifolium</i> )	0.02	0.06	0.11	0.75	0.06

表 5 重度火烧样地内木本植物幼苗更新情况  
Tab. 5 Regeneration status of xylophyta seedling in heavily burned sample plot

物种	相对多度	相对盖度	相对频度	平均高度/m	重要值
花木蓝( <i>Indigofera kirilowii</i> )	0.75	0.52	0.42	0.31	0.56
麻栎( <i>Quercus acutissima</i> )	0.02	0.01	0.08	1.5	0.04
山楂叶悬钩子( <i>Rubus crataegi-folius</i> )	0.19	0.11	0.25	0.23	0.18
紫穗槐( <i>Amorpha fruticosa</i> )	0.05	0.37	0.25	1.56	0.22

### 3.3 火干扰后群落草本植物的恢复情况

火干扰后,过火林地与正常林地相比,草本植物的种类、数量、盖度、平均高度等都发生了很大的变化(图 1)。林地发生森林火灾后,高大的乔木被烧死,乔木层优势解除,地表的地被获得充足的阳光。林火过后,地表有一定数量的草木灰,增加了土壤的有效养分含量,为草本植物的生长创造了有利的生

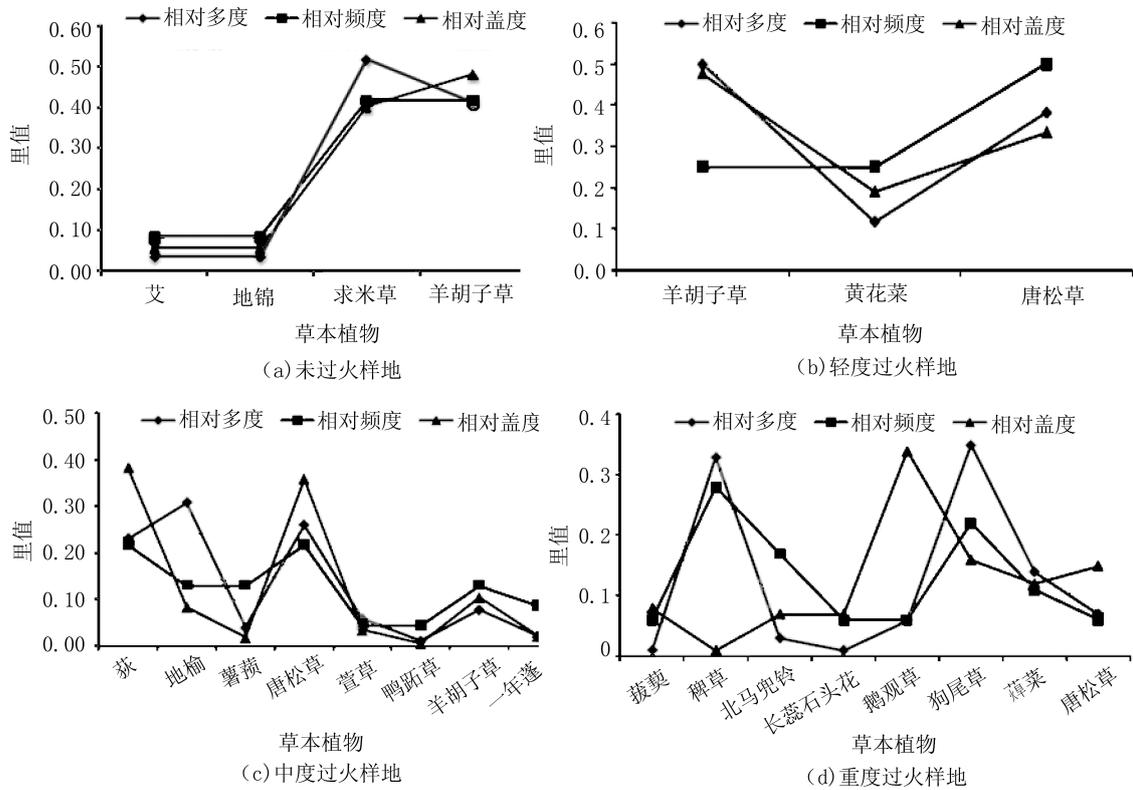


图 1 不同火烧强度对草本植物重要值的影响

Fig. 1 Effects of fire intensity on importance value of herbs

长环境,草本植物的种类大量增加,由未过火样地的 4 种增加到重度过火样地的 8 种,尤其在重度过火样地禾本科植物(稗草、鹅观草、狗尾草)成为群落中的优势类型,重要值达 0.6。此外,在火烧迹地内,唐松草出现的频度大于未过火样地,成为样地内的恒有种,其中在轻度过火样地内的重要值最大,为 0.41。

#### 4 结论与讨论

本研究以青岛市三标山林火迹地为研究对象,通过对不同火烧强度样地的群落结构调查,发现因径阶的不同,立木表现出不同的耐火性,即径阶大的立木在森林火灾后的成活率普遍高于小径阶立木。这与杨美和等<sup>[17]</sup>的研究结果一致,即径级越大,受害越轻。这可能是由于三标山本次林火蔓延迅速,径阶大的立木单位断面积内受到的热损害相对小于径阶小的立木。因而,通过合理的抚育措施,调整林分的径阶结构,可以提高林分的耐火性。

火干扰后,过火林地与正常林地相比,地被植物的种类、数量、盖度、平均高度等都发生了很大的变

化,尤其是阳性植物和固氮植物的重要值在群落内显著提高,成为群落的优势种。这主要是森林群落冠层乔木死亡后林下光照增加,利于林下阳性植物的生长。这与赵雪等<sup>[18]</sup>、严超龙等<sup>[19]</sup>的研究结果基本一致。此外,在重度过火样地内禾本科植物(稗草、鹅观草、狗尾草)成为群落中的优势类型。

本文在对青岛市三标山林地过火区域充分踏查的基础上,按照代表性和可比性选择设置了调查样地,分析了不同林火强度对群落组成与结构的影响,可为林火迹地的植被恢复与重建提供参考依据。然而,林火迹地的植被自然演替是一个长期的过程,早期更新植被维持优势的时间尚待持续跟踪调查,后续的群落结构与动态也有待于进一步研究。

**致谢:**青岛农业大学林学专业的大四学生付建坤、大三学生王威和赵炳硕、大二学生尹孟晓等同学参加了林火迹地的调研,对他们的辛苦付出表示感谢!

#### 参考文献:

[1] 胡海清. 林火生态与管理(修订版)[M]. 北京:中国林业出版社,2005.  
 [2] 张玉红,覃炳醒,孙铭隆,等. 林火对大兴安岭典型林型

- 林下植被与土壤的影响[J]. 北京林业大学学报, 2012, 34(2): 7-13.
- [3] 杨健, 孔健健, 刘波. 林火干扰对北方针叶林林下植被的影响[J]. 植物生态学报, 2013, 37(5): 474-480.
- [4] 耿玉清, 周荣伍, 李涛, 等. 北京西山地区林火对土壤性质的影响[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(5): 66-70.
- [5] 谷会岩, 金靖博, 陈祥伟, 等. 不同火烧强度林火对大兴安岭北坡兴安落叶松林土壤化学性质的长期影响[J]. 自然资源学报, 2010, 25(7): 1114-1121.
- [6] 邓湘雯, 文定元, 邓声文. 林火对景观格局的影响及其应用[J]. 火灾科学, 2003, 12(4): 238-244.
- [7] 朱学灵, 崔向慧, 刘晓静. 宝天曼自然保护区林火干扰下不同恢复阶段栎林群落幼苗库动态特征[J]. 林业科学研究, 2011, 24(5): 572-578.
- [8] JACKSON B G, NILSSON M C, WARDLE D A. The effects of the moss layer on the decomposition of intercepted vascular plant litter across a post-fire boreal forest chronosequence[J]. Plant and soil, 2013, 367(1-2): 199-214.
- [9] HOLLINGSWORTH T N, JOHNSTONE J F, BERNHARDT E L, et al. Fire severity filters regeneration traits to shape community assembly in Alaska's boreal forest[J]. PLoS One, 2013, 8(2): e56033.
- [10] 胡海清, 魏书精, 孙龙. 1965-2010年大兴安岭森林火灾碳排放的估算研究[J]. 植物生态学报, 2012, 36(7): 629-644.
- [11] 王晓莉, 王文娟, 常禹, 等. 基于NBR指数分析大兴安岭呼中森林过火区的林火烈度[J]. 应用生态学报, 2013, 24(4): 967-974.
- [12] 高成德, 田晓瑞, 舒立福, 等. 重庆铁山坪森林可燃物类型划分及其燃烧性[J]. 森林防火, 2005(2): 29-30.
- [13] 唐中实, 王海葳, 赵红蕊, 等. 基于MODIS的重庆森林火灾监测与应用[J]. 国土资源遥感, 2008, (3): 52-55.
- [14] 胡林, 冯仲科. 基于空间句法的北京房山区林火分布的研究[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(S2): 40-42.
- [15] 王立明, 张秀丽. 北京八达岭林火安全影响分析[J]. 林业资源管理, 2014(6): 170-174.
- [16] 赵德奎, 于明兵, 李全民. 山东省森林火灾的特点与预防对策[J]. 森林防火, 2006(1): 17-20.
- [17] 杨美和, 高颖仪, 许忠学, 等. 过火林木受害与火环境变化的研究[J]. 吉林林学院学报, 1992, 8(2): 29-38.
- [18] 赵雪, 赵爱芬, 张龙龙. 烟台市崂山人工林火烧迹地植被恢复初期的群落结构特征[J]. 鲁东大学学报, 2008, 24(4): 346-352.
- [19] 严超龙, 陶建平, 汤爱仪, 等. 重庆茅庵林场火烧迹地早期恢复植被特征研究[J]. 西南农业大学学报, 2008, 30(5): 140-144.

(上接第66页)

## 4.6 坚持环境保护和民族文化遗产

### 4.6.1 环境保护

森林公园的建设,各景区、景点的开发,必须与生态环境保护相结合<sup>[2]</sup>。公园建设中对环境存在的威胁主要有生活污水、旅游垃圾、粉尘、废气等。针对森林旅游活动所造成的污染问题,采取有效措施和治理办法,保护好森林公园风景资源及其生态环境,是森林公园生态旅游经济可持续发展的关键。

### 4.6.2 民族文化遗产

文化是旅游的灵魂,独特的文化内涵是旅游生命力之所在,旅游活动本质上是旅游者对目的地和旅游吸引物文化的探寻和认同<sup>[5]</sup>。深入挖掘并有效地利用森林文化,不但是提升森林旅游吸引力的

有效途径,而且也是促进森林对旅游业影响的有效策略。

### 参考文献:

- [1] 梁卫萍. 广西姑婆山国家森林公园客源市场分析与开发[J]. 经济与社会发展, 2014(10): 12-16.
- [2] 陈水联. 水西国家森林公园生态旅游开发建设存在问题与建议[J]. 林业科技, 2014(4): 107-109.
- [3] 王林琳, 翟印礼. 我国森林生态旅游存在问题与发展对策[J]. 西南林学院学报, 2008(4): 146-148.
- [4] 陈炎. 温州森林旅游发展对策研究[D]. 上海: 同济大学, 2008: 35-43.
- [5] 石兰, 罗涵斌, 董刚明. 石棉县生态旅游现状及建议[J]. 四川林勘设计, 2014(3): 46-49.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.014

## 百色市森林防火体系建设研究

黄锋,朱文诚

(百色市林业局,广西 百色 533000)

**摘要:**分析广西百色市森林防火体系建设现状,分析百色市森林防火面临的严峻形势和体系建设上的薄弱环节,提出了森林防火体系建设的总体思路,阐述森林防火预警预报监测系统、防火通讯系统、边境防火林带、火源管理体系、森林消防队伍及装备系统、林火扑救系统建设等重点建设内容。

**关键词:**森林防火;体系建设;火源管理;森林火险;防火林带;百色市

中图分类号:S762.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0072-06

### Research on Forest Fire Prevention System Construction in Baise City

HUANG Feng, ZHU Wencheng

(Baise Forestry of Guangxi, Baise, 533000, Guangxi, China)

**Abstract:** According to the current status of forest fire prevention system construction, the severe situation and weak link in the construction of forest fire prevention in Guangxi Baise were analyzed. The thoughts of forest fire prevention system construction was carried out, and the important contents of this process e. g. warning and forecasting system, fireproofing communication system, forest fire prevention belt, fire source management system, forest fire brigade and equipment system have been put forward.

**Key words:** forest fire prevention; system construction; fire source management; forest fire; forest fire prevention belt; Baise City

近些年来,全球气候变暖,随之而来的一些灾害性天气对林业生产有一定的影响,是森林火灾增多的主要原因<sup>[1]</sup>。百色市具有丰富的森林资源,是广西森林面积和林业用地最大的地级市,决定了林业在百色市的重要地位。森林防火重在建设,针对百色市特殊的自然条件和经济状况,结合实际工作经验,因地制宜,建立科学的森林防火体系,科学预防、扑救森林火灾,有效地控制林火发生,对于百色市林业建设和森林资源管理有着重要意义。

### 1 研究地概况

#### 1.1 自然概况

百色市位于广西西部,地处两国三省五州、市交汇处,是集“老、少、边、山、穷、库区移民”于一体的地区。全市总人口400万,辖12个县(区)135个乡镇(街道办),总面积363万 $\text{hm}^2$ ,约占广西总面积的15%;全市林业用地281.39万 $\text{hm}^2$ ,占全市总面积的77.5%,森林面积240.92万 $\text{hm}^2$ ,活立木总蓄积量1 0451.897 7万 $\text{m}^3$ ,森林覆盖率66.64%<sup>[2]</sup>。

收稿日期:2015-09-11.

资助项目:广西森林重点火险区综合治理三期工程建设项目.

作者简介:黄锋(1980-),男(壮族),广西田东人,工程师.主要从事森林防火、林业技术推广、林业科研与管理工作. E-mail:kad-slla111@126.com

植被多以杂阔类、马尾松、杉树、桉树、竹类为主,林下灌木草本、枯枝落叶多,可燃物载量大,年均降雨量 1 270 mm,雨量分配不均,5—9月占全年降雨量的 75%,旱季从每年的 10 月至翌年的 5 月,重点防火期长达 9 个月<sup>[3,4]</sup>,气温在 25~35℃,极端高温为 42.5℃。

## 1.2 森林防火情况

近年来,百色市狠抓森林防火工作,林业生态建设取得了明显成效,全市林业保持了蓬勃发展的良好势头。但由于百色大多数地方还延续刀耕火种的习惯,农、林、牧地犬牙交错,地形复杂,交通不便,坡陡箐深,林下枯枝落叶可燃物载量大,且林下干燥,加之林区经济日益活跃,生产生活用火频繁,火源管理困难,极易发生森林火灾,还存在重特大森林火灾隐患。百色是广西、乃至全国森林火灾的高发区和重灾区,据历史资料统计,1954—2014 年 61 年间,共发生森林火灾 18 764 起,年均 308 起,总受害森林面积达 425 066.93 hm<sup>2</sup>。其中 1954—1989 年 36 年间发生 16 259 起,年均 451.6 次,受害森林面积达 421 227.5 hm<sup>2</sup>;1990—2010 年 20 年间发生 2 066 起,年均 103 起,受害森林面积达 5 213.9 hm<sup>2</sup>,年均 260.7 hm<sup>2</sup>;2010—2014 年 5 年间就发生了 449 起,年均 90 起,受害森林面积达 925.8 hm<sup>2</sup>,年均 185.15 hm<sup>2</sup>。今年 2015 年,天气异常干旱,仅 1—8 月就发生森林火灾 258 起,受害森林面积 451 hm<sup>2</sup>。随着百色市林业工程的不断发展,森林覆盖率得到不断提高,森林防火体系建设已成为发展生态、保护森林资源的重要任务。

## 2 森林防火体系现状与问题

### 2.1 森林防火体系现状

目前,百色市 12 个县(区)、2 个市直林场和 1 个区直林场均设立了相应的森林防火指挥部,实行防火目标管理和“行政主要领导负责制”。全市共有 292 个工作人员,各级行政领导担任指挥部的指挥长。全市配额 65 个专职的防火工作人员,实际工作人员 85 人。

组建有 13 支 565 人的专业森林消防队伍,144 支 2 812 人的半专业森林消防队伍,组建有 2 130 人的群众防火扑火应急小分队 145 个。共设立 13 个防火检查站,39 名检查站工作人员;聘用护林员 8 172 人,其中专职的有 2 435 人,兼职的有 5 737 人,为百色市森林防火提供了组织与队伍保障。

防火物资情况:共有 162 台消防车辆,其中有

48 辆指挥车及 37 辆运兵车,77 辆其它车辆;共有 6 670 m<sup>2</sup> 的营防和 12 座 600 多 m<sup>2</sup> 的防火器材储备库,148 台望远镜,16 686(台、把、套)扑火机具,其中 1 656 台风力灭火器,为维护全市森林资源防火安全提供了基本保障。

百色市自 20 世纪 90 年代起,建立了以瞭望台为依托,以无线对讲机为手段的森林防火监控系统。目前,全市设置 120 座的瞭望系统和瞭望台,观测面积达 110 万 hm<sup>2</sup>,瞭望覆盖率达 65%。手机和对讲机是森林防火最重要的通讯系统,全市共有 46 座中转台,配置 2 576 台对讲机。但百色地形山高沟深信号覆盖很差,通讯效果不理想,火场与县(区)和市之间的联系不通畅,不能及时地反馈信息。

百色市已建防火隔离带达 9 744 km,其中:2 503 km 的林带,7 241 km 的机耕带;6 062 km 的防火公路,共形成 15 806 km 的林火阻隔带,隔离带密度达 7.44 m/hm<sup>2</sup>。2013 年着手开展了森林火险等级区划工作并逐步将成果在地理信息系统上进行数字化。

百色市实行全年防火期,防火办执行 24 h 值班制度。森林防火戒严期间(每年 9 月 16 日至翌年 4 月 30 日)<sup>[5]</sup>全市各级森林防火部门加强防火巡逻和开展火源管理安全检查,瞭望台安排专人值守,全面开展森林防火宣传,提高群众防火意识。

百色市在国家林业局、自治区林业厅的大力支持和指导下,开展了森林重点火险区综合治理工程建设。一期工程始于 2000 年 6 月,2004 年通过了自治区验收。第一期综合治理总投资 1 680 万元,二期工程 2006—2012 年,项目投资 1 322 万元。2013 年三期工程建设项目启动,项目投资 7 778 万元(广西百色市革命老区重点火险区综合治理三期工程建设项目 1 655 万元、广西百色市右江干热河谷项目 1 575 万元、滇黔桂三省交界重点火险区项目 2 988 万元、广西百色西部重点火险区 1 560 万元),目前,前 2 个项目已获得上级部门批复,各项目前期准备工作稳步推进。自 1988 年以来,百色共投入 1.176 3 亿元到森林防火当中,其中 0.18 亿元为国家专项补助资金,地方配套资金为 0.996 3 亿元。

### 2.2 存在的困难和问题

#### 2.2.1 森林覆盖率高,发生森林火灾的可能性大

百色市是林业大市,林业用地占全市总面积的 81%,有林地面积大,森林覆盖率达到 66.64%。森林覆盖率的逐年提高,有林面积不断增加,不断加

大了森林火灾发生的概率。

### 2.2.2 林下易燃、可燃物载量大,发生森林火灾的危险性大

百色市大力开展以松、杉、桉为主的速生丰产林基地建设,而这些速生树种含易燃油脂高,且林下可燃地被物较多,林地状况复杂,极易燃烧,一旦失火将难以扑救。同时,随着社会经济条件发展,村民基本采用煤气、沼气或用电进行生活用火,大量青壮年外出打工,无人上山砍柴,导致林内枯枝落叶增多,极易失火酿成火灾。

### 2.2.3 农林交错分布,火源管控难度大

百色市农地与林地交错分布,而右江河谷一带是蔗糖的主要产区,群众有焚烧甘蔗叶做肥料、清明时节上坟烧香、农耕地烧地坎等野外用火习惯,野外火源管控难度大是森林火灾发生的主要原因,给森林资源保护带来重大隐患。

### 2.2.4 边境地区火源管理难度大

近 10 年来,越南无计划、无组织的森林采伐,森林植被状况发生了根本变化,边境线范围内的森林几乎全部烧光和砍光,在采伐迹地和火烧迹地上堆满了采伐剩余物及长满了高山箭竹、禾本科植物、蕨类等,因越方生产生活方式较为原始,森林防火意识淡薄,再加上边境线漫长,火源管理难度较大,一旦发生森林火灾,将以高速度蔓延,形成大火。

### 2.2.5 森林防火基础设施建设较为薄弱

近年来,虽然加大了对森林防火的投资力度,也开展了相关生物防火林带的研究与应用,但总体力度不够,尤其是基础设施建设投入力度不够,瞭望监测网仍依托瞭望台人工监测为主,缺乏远红外摄像头等现代监控手段;对讲通讯设备陈旧,结构复杂,工程安装不便,通讯容量小、精度低、信号稳定性差;因防火效果较好的树种不是经济树种,很难在边境地区推广,致使边境防火林带存在断点,不能实现连续全线阻隔,且现有部分边境防火林带规格较低,防火效果不佳;扑火设备、设施落后,与森林防火工作科技化、现代化水平要求还存在较大差距,如目前扑火设备仍以老式风力灭火机为主,先进的扑火设备如高压细水雾灭火水枪和灭火车未得到广泛应用推广,与日趋加重的森林防火任务不相适应。

### 2.2.6 森林防火宣传力度不够

百色市大部分地区山高、路远,而森林防火宣传教育工作重点仍停留在公路沿线和交通较为方便的乡镇政府所在地,许多偏远的村组、山头地块、林区的主要路口和火灾多发地段很难见到一块宣传警示

牌,部分偏远山区中小学校没有开展森林防火宣传教育活动,偏远山区的群众没有接受过森林防火安全知识教育,防火意识淡薄。森林防火宣传工作没有完全到位,存在着许多盲区和死角。

## 3 体系建设的总体思路与目标

深入贯彻“预防为主、积极消灭”的方针,以保障百色市森林资源安全为根本,以广西重点森林火险区三期综合治理项目建设为重点,以科技为手段,积极推进森林防火现代化、专业化、规范化和科学化的管理机制建设,完善百色市森林防火机构的联动机制,重点强化“四个一”野外火源管理与控制,建设林区生物防火林带、防火隔离带、防火通道和林火监控设施,实现林区防火带与防火通道网络化、森防设施布局合理化、管理规范化和设备现代化和人员专业化的目标,提高全市森林火灾的监测、防控与扑救能力,最大限度地防止和减少森林火灾造成的损失和影响,为全市森林资源安全提供保障。

## 4 建设的主要内容与要求

森林防火体系是一个系统工程,它是由各个子系统构筑而成,百色市应着力抓好森林火险预警预报监测系统、通信系统、边境防火林带、火源管理、队伍及装备系统、扑救系统建设,进一步完善林火监测系统、航空消防系统、宣传保障系统、林火科研体系、保险体系、案件侦查体系及法制化体系建设。

### 4.1 森林火险预警预报监测系统建设

#### 4.1.1 预警监测平台

根据广西壮族自治区森林防火预警监测平台,在百色市防火办、12 个县(区)、市直老山林场、百林林场和区直雅长林场各建一座森林防火预警监测系统监测平台,配备服务器及森林火险信息管理终端计算机,要求信息数据要与广西壮族自治区森林防火预警监测平台相匹配,实现信息数据上下兼容。

#### 4.1.2 火险要素监测站

在国家、自治区林业厅的大力支持下,根据百色市森林资源情况在森林火灾多发或潜在威胁的林缘地域,选择能满足气象部门关于气象站选址基本条件要求,同时要考虑气候、水文、地形、地貌及森林类型等综合条件,结合监测站建设数量因素,并考虑各区域火险等级、交通便利以及数据采集、传输等情况,在百色市 12 县(区)、雅长林场各建立 2~4 个森林火险要素监测站,重点打造右江区、乐业县、田林

县、隆林县、西林县5县(区)森林火险要素监测站,实现重点林区的温度、湿度、风力、风向、降水量、可燃物含水率等的实时监测,并及时将所监测到的信息反馈给自治区森林火险监测预警系统,通过森林火险预警系统使森林防火工作由被动扑火转变为主动预防。

#### 4.1.3 可燃物因子采集站

百色市拟分4个片区建设可燃物因子采集站:右江区(市百林林场)、凌云县、田林县(市老山林场)为百色革命老区重点火险片区;田东县、田阳县、平果县为右江干热河谷森林重点火险片区;乐业县(雅长林场)、隆林县、西林县为滇黔桂3省交界重点火险片区;德保县、靖西县、那坡县为百色西部重点火险片区。

各项目县(区)要做好森林火灾档案管理工作,绘制林区的火灾分布图和火源分布图,充分利用历史火灾资料、结合天气条件、可燃物状况等,找出林火发生的规律,利用计算机建立综合林火预测预报体系,提高预测预报的准确度。为此,规划在林区新建气象台站12个,新增计算机16台;增设林火预测预报机构16个,人员250人;增加林火监测人员1277人,其中:地面巡护1135人,瞭望观测142人,卫星观测1人。

#### 4.2 防火通信系统建设

为了使无线电通讯网覆盖所有林区,解决通讯盲区,做到防火通讯畅通无阻,根据百色市各县(区)现有通讯状况和设备状况及通讯网络建设需要,组织全市开展同频同播无线电通讯系统建设。全市建设集群对讲机总站,各县(区、林场)建设集群对讲机分站,规划增加差转台23台,车载机37台,手持对讲机425部,适当配备若干应急通讯设备(表1)。

#### 4.3 边境防火林带建设

百色市与越南的边境线长360.5 km,包括靖西边境与那坡边境。通过建设生物防火林带,可在不同层次上防止林火的蔓延,还可以增加生态系统的复杂性和生物多样性<sup>[6]</sup>,经济树种的防火林带还可以增加农民群众的收入。因此,加快边境生物防火林带建设意义重大。

靖西边境线全长153.5 km,大部分边境线属于石山,有小部分零星土坡地,长度约有5 km。靖西边境线由于可用于人工造林地的边境线短,现有的土坡面积群众已种植树木或已有天然杂木林,重新造林需要砍伐群众林木和天然杂木林,边境生物防火林带实施难度较大,且边境线已修建边防巡逻路,

表1 林火通讯指挥系统建设规划  
Tab.1 Construction planning of forest fire communication command system

单位	差转台/ 台	扑火 服装/ 套	对讲机/ 台	车载机/ 台	余火 探测 仪/ 台	集群 对讲 机总 站/ 个	集群 对讲 机分 站/ 个
市本级		500	5	1	2	1	
右江区	2	250	40	5	2		1
田阳县	1	450	40	3	2		1
田东县	1	500	40	2	2		1
平果县	1	400	30	1	2		1
德保县	1		20	1	1		1
靖西县	1		20	1	1		1
那坡县	1		20	2	2		1
凌云县	1	500	20	4	2		1
乐业县	2	100	20	2	2		1
田林县	3	300	50	4	2		1
隆林县	4	250	30	3	2		1
西林县	1	300	30	3	2		1
雅长林场	1	150	20	2	2		1
老山林场	1		10	1	1		1
百林林场	1		10	1	1		1
金钟山林场	1	60	20	1	2		1
合计	23	3760	425	37	30	1	16

对境外火蔓延过境也起到一定的阻碍作用,根据上述实际情况,靖西县尚未开展该项目工程建设。

那坡边境线长207 km,延伸4个乡镇(平孟镇、百南、百省、百都乡),是广西边境线最长的县份。那坡县边境生物防火林带工程建设自2007年以来共投入工程建设补助资金850万元,完成建设任务88.5 km,折合面积346.67 hm<sup>2</sup>。其中:有48 km已成林带,平均树高2 m,取得了初步成效。2014年,那坡县完成了中央边境防火隔离带建设任务16 km,宽度50 m,面积80 hm<sup>2</sup>,补助资金共计200万元。2015年,那坡县计划增加10 km的边境生物防火林带,补助资金150万元,造林树种为马蹄荷,造林地点涉及平孟、百省、百南等乡镇,增加30 km的边境生物防火林带已造林地段抚育经费,补助资金150万元,造林树种为油茶、马蹄荷。

#### 4.4 火源管理体系建设

根据百色市森林防火区域点多、面广、战线长、

林区山高路远、工作强度高的特点,百色市完整的火源管理体系应该包括防火检查站,清山、清林,“四个一”火源管控机制,入山人员登记制度,联防责任状等。

百色市经过多年来的野外火源管理工作,摸索出了“四个一”火源管控方法,即:一个屯落实一名火源管理员,一个村组建一支摩托车野外火源管控巡逻队,一个乡(镇)组建一支野外火源检查组,一支县(区)级火源管控督查组。“四个一”火源管控实现了层层管控、层层排查、层层督查,形成环环相扣的紧密组织机制,竭尽全力做到火源管控不漏一村、一屯、一山、一户、一人,实现了野外火源“群管群治,各级参与”的战略目标。坚持“四个一”火源管控机制,通过走村串户,钻山入沟,开展宣传和火灾隐患的排查、排除,强化火源管理,堵塞火源管理漏洞,做到隐患不除,工作组不撤,确保森林防火工作万无一失。

#### 4.5 森林消防队伍及装备系统建设

百色市自 2013 年起,计划用 5 年时间建立体系完备、纪律严明、作风过硬、训练有素、管理规范、装备精良、反应快速的森林消防队伍。具体目标是:

1)完成专业森林消防队伍组建任务:①市本级组建一支 50 人以上的专业森林消防大队;②依托市解放军、武警、预备役部队等组建一支 200 人以上的应急森林消防队。

2)完成百色市乡镇半专业森林消防队伍组建任务。

3)新建 50 支以上的群众森林消防队。

4)建立完备高效的管理体系,规范管理。

5)为森林消防队伍配备先进、适用、齐全的扑火装备。

6)加强森林防火培训基地建设,完善工作制度,组织培训及开展训练。

2015 年起,要求各级森林防火指挥部设立专业队营房和附属设施 1 个以上,设立物资储备库 1 个,配备消防指挥车 1 辆、水灌车 2 辆、应急通信设备 1 台、风力灭火机 30 台、高压水枪灭火机 10 台、油锯 20 台、消防接力水带 50 根、二号工具 100 把、阻燃服、迷彩服等个人防护装备 150 套等,提高森林防火扑救能力。百色市在广西重点森林火险区三期综合治理项目中,规划建设专业队营房 17 201.46 m<sup>2</sup>,其中:百色市革命老区森林重点火险区综合治理三

期工程项目 3 000 m<sup>2</sup>,广西右江干热河谷森林重点火险区综合治理三期工程项目 4 601.46 m<sup>2</sup>,百色市桂滇黔 3 省交界森林重点火险区综合治理工程建设项目 4 200 m<sup>2</sup>,广西百色市西南部森林重点火险区综合治理工程项目 3 400 m<sup>2</sup>(表 2)。

#### 4.6 林火扑救系统建设

各级森林防火指挥部成立以总指挥长、副指挥长为骨架的防火领导机构。各级组建 50 人的森林火灾扑救应急救援队伍、80 人的预备队和 50 人的后勤保障队伍,基层乡镇组建 10~20 人群众扑火队伍或巡山护林队伍,实施建制化、系统化、梯级化建队模式,构建完整的扑火中坚骨干力量。加强周边地区的森林林火联防工作,形成信息相通、协同作战、相互支援的防火、补火机制。加强巡山护林队伍建设,把森林防火责任落实到山、落实到人。每年聘请专业森林消防人员进行 1~2 期专业训练,对指挥员进行集中培训,逐步实行扑火指挥员挂牌指挥制度;加强扑火实战的训练,增强扑火经验。

交通工具、扑火机具的数量和质量是森林防火工作成败的关键。为了提高扑火效率和火灾的扑救能力,百色市在广西重点森林火险区三期综合治理项目中,拟增加越野运兵车 8 辆,普通运兵车 24 辆,水罐车 15 辆,风力灭火机 609 台,风水灭火机 40 台,接力水泵 23 台,并配备扑火队员必要的装备。基本实现扑火机具化、装备现代化(表 2)。

## 5 结语

随着我国对生态建设的重视,森林资源是生态建设的重要部分,百色市作为一个森林资源丰富的地级市,林业工作及生态建设也是百色市发展的重点,必须坚持强化保护,巩固发展,从根本上改变以往重发展、轻保护的做法,将林业发展列入保护与发展并重的好轨道,森林防火已成为百色市林业生态保护的一项重要工作。随着电子计算机技术、无线通讯技术、卫星遥感技术的快速发展,未来森林防火工作将进入一个信息化、科学化时代,信息网络现代化及科学管理合理化在森林防火工作中将无处不在,这就要求防火人员要与时俱进,不断加强科学理论学习,并把理论运用到实际工作当中,把森林防火工作不断完善,形成现代化、科学化、智能化的森林防火应用管理体系。

表 2 重点森林火险区三期综合治理项目建设任务

Tab. 2 Construction task of third phase comprehensive management project for the important forest fire area

单位	火情瞭望监测系统							防火宣传教育工程							防火专业建设							防火物资储备库/m <sup>2</sup>
	巡逻摩托车/辆	林火视频监控/个	维修瞭望塔/个	新建塔道/条	电源设备/台	供电线路/条	给水工程/个	森林瞭望定位仪/台	计算机/台	摄像机/台	投影仪/台	大型宣传碑/块	宣传车/辆	越野运兵车/辆	普通运兵车/辆	水罐车/辆	风力灭火机/台	风水灭火机/台	接水泵/台	单兵装备/台	专业队营房/m <sup>2</sup>	
市本级								7					1									483
革命老区																						
右江区	5	3	10	6	3	5	10	10				8	1	1	1	1	40	1	130	1500		254
凌云县	5	3	10	4	3	5	10	10				8	1	1	1	1	32	1	130	1500		254
老山林场	5	2										2		1		1		1	60			
百林林场	5	2										2		1	1	1			60			
右江河谷																						
田阳县	12		6	4	4	8		2	1	1	1	4	1	1	1	1	75	15	1		1501	250
田东县	12		9	10	3	3	9	2	1	1	1	3	1	1	1	1	75	10	1		1600	255
平果县	13		5	6	2	2		2	1	1	1	3	1	1	1	1	82	15	1		1500	250
百色西南部																						
德保县	30	1							4	1	1	10			2	1	100		4		1000	120 340
靖西县	30	1							4	1	1	10			2	1	100		4		1200	120 340
那坡县	30	1							4	1	1	10			2	1	105		4		1200	120 340
桂滇黔三省交界																						
乐业县			3	4	3	3	3	3				3			2	1			1		1200	72 214
田林县	4		10	14	3	5	10	10				5			3	1			1		1600	72 214
隆林县	4		2	4		2	2	2				4			3	1			1		1400	72 214
西林县			14	8	3	5	14	14				4			3	1			1		1200	72 214
雅长林场			7	2		4	7	7				2			1	1			1		800	72 214
金钟山林场			1	2		1	1	1														
合计	155	13	77	64	24	43	66	63	22	6	6	78	5	8	24	15	609	40	23	380	17201	720 3836

参考文献:

[1] SUN Jiamin. Study on the Relations of Heavy-Disaster Period in Forestry Inter-annual Activity with Astronomy-Earth-Biology Disasters and Anomalies, and on Forecast [Z]. Fifth International Conference on Natural and Man-Made Hazard.

[2] 百色市年鉴[M]. 2012.

[3] 张运生,张思玉. 广西百色森林防火对策研究[J]. 防灾科技学院学报,2010(6):10-12.

[4] 赵彼波,凌加安. 试论百色市森林防火体系建设[C]//第二届中国林业学术大会—新形势下的森林防火问题探讨论文集,2009:600-607.

[5] 广西壮族自治区森林防火实施办法[Z]. 2004.

[6] 王建军,杨清钰. 广西边境生物防火林带建设技术初探[J]. 森林防火,2014(1):43-44.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.016

# 广东省惠汕片森林重点火险区综合治理对策研究

韩春伟

(清远市宏图林业规划设计有限公司,广东 清远 511500)

**摘要:**阐述广东省惠汕片森林防火重点火险区防火机构,基础设施、设备,防火队伍等情况。分析森林防火存在的问题,提出加强火情监测系统建设、加强宣传教育、加强林火阻隔系统建设,实施林分改造,严格控制野外火源,加强扑火队伍建设等综合治理对策。

**关键词:**森林防火;火险等级;重点火险区;综合治理;火情监测系统;林火阻隔系统

中图分类号:S762.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0078-03

## Comprehensive Control Countermeasures for Forest Fire Key Area of Huizhou, Guangdong Province

HAN Chunwei

(Qingyuan Hongtu Forestry Planning and Design Co., LTD., Qingyuan, Guangdong 511500, China).

**Abstract:** The paper elaborated the status of fire prevention organization, infrastructure, equipment, fire team, and so on in forest fire prevention key area of Huizhou, Guangdong province, and analyzed the problems of forest fire prevention. Then, comprehensive control countermeasures such as strengthening the construction of fire monitoring system, strengthening propaganda and education, strengthening the construction of fire barrier system, implementation of forest reform, strict wild fire control, strengthening fire team construction, have been put forward.

**Key words:** forest fire prevention; fire danger rate; key fire danger area; comprehensive control; fire monitoring system; fire barrier system

### 1 项目建设背景

为了最大限度地减少森林火灾造成的损失和对生态环境的破坏,确保森林防火工作持续稳定健康发展和国家人民生命财产的安全,根据国家林业局对森林火灾多发区、重点保护区要“全面规划、分类排列、分级负责、综合治理”的要求,广东省把森林资源丰富、森林火险等级较高、生态区域及地理环境重要、森林防火任务较重的单位列为重点火险综合治理工程区,进行森林防火工程建设。

### 2 项目区林业概况及火险等级情况

项目区林业用地面积 74.03 万  $\text{hm}^2$ , 占全省林业用地面积 1 084.95 万  $\text{hm}^2$  的 6.82%, 其中生态公益林林地面积 26.37 万  $\text{hm}^2$ , 商品林林地面积 47.66 万  $\text{hm}^2$ ; 项目区有林地面积 62.81 万  $\text{hm}^2$ , 占全省有林地总面积的 7.73%, 其中纯针叶林、针阔混交林、纯阔叶林占全省相应森林面积的比例分别为 6.67%、7.69%、8.59%; 中幼林和成过熟林占全省相应森林面积的比例分别为 7.71% 和 6.18%; 活立

收稿日期:2015-07-02;修回日期:2015-07-10.

作者简介:韩春伟(1981-),男,黑龙江人,工程师.从事林业调查规划、资产评估等工作.

木蓄积 2 038.7 万  $\text{m}^3$ , 占全省活立木总蓄积的 4.91%; 森林覆盖率达 57.5%。

项目区内 I 级火险县(区)有 2 个, 林业用地面积 37.13 万  $\text{hm}^2$ , 占全省 I 级火险县总面积的 27.5%, 占项目区林业用地面积的 50.2%; II 级火险县(区)2 个, 林业用地面积 16.49 万  $\text{hm}^2$ , 占全省 II 级火险县林业用地总面积的 3.9%, 占项目区林业用地面积的 22.3%; III 级火险县(区)4 个, 面积为 20.41 万  $\text{hm}^2$ , 占全省 III 级火险县林业用地总面积的 4.9%, 占项目区林业用地面积的 27.5%。

### 3 项目区森林防火现状与存在问题

#### 3.1 森林防火现状

##### 3.1.1 森林防火机构现状

目前项目区各级森林防火组织机构比较完善, 市、县建立了森林防火指挥部, 由主管农口的政府领导任指挥长, 下设办公室, 配备专职人员负责日常工作; 各乡镇、林场、自然保护区等也成立了森林防火指挥所或领导小组, 配备了专职或兼职干部处理日常工作。同时, 各县(市区)设置了森林消防队, 各镇、村配备了专职或兼职护林员, 部分县(区)经过近年的建设, 人员得到充实, 装备得到改善, 林火灾害的次数和过火面积有明显减少。实践证明, 健全的森林防火机构和优良的装备是搞好森林防火工作有力的保证。

##### 3.1.2 森林防火基础设施现状

1) 林火了望监测系统。项目区地面巡护有摩托车 146 辆, 其它交通工具 9 辆。因项目区林地面积较大, 监测交通工具配备水平仍然偏低, 且部分车辆残旧, 迫切需要更新; 了望台(站)有 22 座, 了望森林面积 4.55 万  $\text{hm}^2$ , 仅为项目区森林面积 74.03 万  $\text{hm}^2$  的 6.1%, 森林防火监测覆盖率较低。同时, 缺少先进的林火监测仪器, 目前仅惠东县有林火远程视频监控设备 1 套。

2) 扑火机具。交通机具方面, 有森林防火指挥车 23 辆、宣传车 26 辆、水罐车 6 辆和运兵车 11 辆, 目前海丰县、陆河市、汕尾市局仍没有防火指挥车。

扑火机具方面, 有二号扑火工具 6 140 把, 阻燃服 1 233 套, 油锯 77 台, 灭火水枪 292 支, 风力灭火机 96 台, 小型消防水泵 12 台, 背负式消防水泵 3 套。项目区内防火物资购置经费不足, 防火机具简陋, 现有扑火装备质量较差, 器材得不到有效管理和维护, 扑火效果欠佳。

3) 宣传系统。目前项目区内共有永久性防火

宣传牌 1 202 块, 森林防火宣传设备 68 套, 汕尾城区、陆丰、陆河均没有森林防火宣传设备, 严重影响了森林防火的宣传工作。

4) 森林防火队伍建设。项目区内现有各级森林消防队 119 支 3 895 人, 护林员 1 140 人, 其中专职护林员 350 人, 兼职护林员 790 人。经过多年建设, 各单位的森林防火队伍仍然是专业化程度低、反应慢的业余队伍, 由于队伍缺少经费、装备差、缺少训练, 满足不了新形势下的森林防火队伍建设要求。因此, 森林消防队伍在素质和装备方面都有待提高。

#### 3.2 存在的问题

目前, 项目区内森林防火除森林自身存在森林火险等级高, 针叶林、中幼林多, 防火、抗火能力差等对防火工作不利的客观因素外, 比较突出的还是主观上存在的问题: 1) 原来的造林工程与森林防火“四网两化”建设没有配套进行, 造林工程没有与防火林带同步建设, 项目区在森林防火设施设备建设上投入少, 起步晚, 进展缓慢, 不足以防御森林火灾的发生和蔓延。2) 农村生产体制改革后, 森林防火未能建立一套与之相适应的社会化服务体系, 单家独户经营林业的生产体制因其经营规模小, 专业化程度低, 资金缺乏, 农户之间的生产水平不一致而无法对森林防火这种公共基础设施建设做到统一规划和实施。3) 宣传教育和野外火源管理工作不到位, 群众受传统落后的耕作方式束缚和受封建迷信思想的影响, 防火观念淡薄, 野外生产用火和迷信用火盛行, 成为诱发森林火灾的直接因素。4) 一些党政领导对森林防火工作的长期性、艰巨性、重要性认识不足, 未能正确处理防火与发展的关系, 对森林防火出现的新情况、新问题缺乏调查研究, 工作往往停留在一般的口头号召和下发文件上, 放松了对森林防火工作的领导。

### 4 综合治理对策

#### 4.1 加强火情监测系统建设

##### 4.1.1 林火视频监控系统

在项目区重点区域安装林火视频监控设备, 全天候、全方位监测项目区的林火状况, 及时发现违章用火和发现火情, 以便及时制止违章用火和迅速组织扑救, 把森林火灾消灭在萌芽状态, 使损失减少到最低限度。重点区域主要包括: 监控区内人口密集地区、火灾多发地区、自然保护区、森林公园、交通要道两侧、城区周边。

#### 4.1.2 人工巡护

加大项目区森林防火巡护力度,由经过必需的扑火技能训练和安全扑火知识培训的村级护林员组成巡护队伍,日常按照上级部门安排,着装上岗认真巡护森林,加强对林区火源的管理,制止一切野外非法用火,及时消除火灾隐患;遇有高森林火险天气(森林火险气象警告信号橙色(4级)和红色(5级))时,在进山路口设置检查站,限制火种进入林区,禁止野外用火,消除火灾隐患。

提高巡护次数,及时发现和报告火情,把森林火灾扑灭在初发阶段。

#### 4.2 加强宣传教育,增强防火工作的社会性

形成全民防火,自觉防火的态势。通过建设大型永久性森林防火宣传牌,印发森林防火宣传手册及有关法律、法规、条例,粘贴标语,利用广播、电视、广告、报纸、流动宣传车等方式进行防火宣传,提高人民群众的森林防火意识,达到群防群治的目的,切实增强森林防火工作的社会性。

#### 4.3 加强林火阻隔系统建设

##### 4.3.1 防火通道建设

在森林公园、风景区及人员活动频繁地区建设森林防火通道,以期预防、控制或组织森林火灾的发生和蔓延,确保森林资源安全。

##### 4.3.2 生物防火林带建设

项目区内针叶林面积较大,因此在连片的针叶林内、山脊、林缘、道路两侧以及坟山四周等地营造由难燃的乔木树种组成的生物防火林带,一方面可阻止火灾蔓延,另一方面也可增加森林资源,一举两得,既发挥了林带的防火作用,又发挥了森林的生态效益。

#### 4.4 实施林分改造

对项目区内集中连片的针叶纯林进行林分改造,营造乡土阔叶树种,以调整树种的组成结构和可燃物的空间分布,改善现有的林地环境,以森林的片

状控制代替林带控制,全方位有效地控制森林火灾,保护森林资源。

#### 4.5 严格控制野外火源

严格执行相关法律法规制度,规范管理,控制一切野外用火,杜绝在林区或林缘所进行的一切生产性和非生产性用火,堵住森林火灾发生源头,保护好森林资源和人民生命财产安全。

#### 4.6 加强扑火队伍建设

项目区各单位必须建立一支快速反应、装备较齐全、高素质、高标准、有一定规模的县级森林扑火队伍,乡镇一级也必须成立森林消防队伍。同时购置先进性和实用性相结合的扑火工具,用现代化扑火装备武装队伍,达到快速扑灭森林火灾的目的。

## 5 结语

项目建设区域拥有丰富的森林资源,是广东省重点林区及森林生态体系的重要地区,也是广东省森林重点火险区,实行森林火险区综合治理,是预防、减少森林火灾最有效的方法。经过多年的实践,项目区各单位的森林防火工作虽然有了一定的基础,取得一定的成效,但由于森林防火基础设施建设比较薄弱,森林防火设备、设施还处于较低层次,导致预防和扑救森林火灾的综合能力不强,特别是扑救森林大火的手段还比较落后。因此,从保护森林资源方面看,进一步加强对该区的森林火险综合治理工程建设是十分必要和紧迫的。

## 参考文献:

- [1] 黑龙江省森林工业总局. 切实抓好重点火险区综合治理工作[J]. 森林防火, 2002(2): 15-16.
- [2] 徐艳华, 毕劲荣. 寅街镇森林火灾预防措施及野外火源管理对策[J]. 林业调查规划, 2014, 38(6): 77-80, 84.
- [3] 孟宪强. 浅谈森林防火工作的几个控制要点[J]. 中国新技术新产品, 2012(6): 236.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.017

## 极端干旱区胡杨叶与果实形态多样性研究

白海霞<sup>1</sup>, 尚红喜<sup>2</sup>, 石玉民<sup>1</sup>, 马季<sup>1</sup>, 李景文<sup>2</sup>

(1. 内蒙古额济纳旗林业工作站, 内蒙古 额济纳 735400; 2. 北京林业大学林学院, 北京 100083)

**摘要:**胡杨是极端干旱区天然分布的唯一成林高大乔木树种,具有重要生态和经济价值。胡杨在适应干旱区环境中表现出很多特殊性。采用样方调查法,分析胡杨叶片形态和果实分布对其特殊的生境形态适应特征。结果表明,胡杨叶形态及空间分布、果实形态及分布格局、小枝结构均表现出一定的适应特点,以提高胡杨水分有效利用、抗高温干旱的能力。

**关键词:**胡杨;叶型;果实;形态特征;适应性;极端干旱区

中图分类号:S792.11;S728.2;S718.42 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0081-04

### Morphological Diversity of Leaf and Fruit of *Populus euphratica* in Extreme Arid Areas

BAI Haixia<sup>1</sup>, SHANG Hongxi<sup>2</sup>, SHI Yumin<sup>1</sup>, MA Ji<sup>1</sup>, LI Jingwen<sup>2</sup>

(1. Inner Mongolia Ejina Forestry Workstations, Ejina, Inner Mongolia 735400, China;

2. Forestry College of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China).

**Abstract:** *Populus euphratica* is the only naturally-distributed tall arbor species in arid desert regions of Northwestern China, which has important ecological and economic value. The adaptive capacity of *Populus euphratica* in arid desert regions is significance. The effect of leaf morphology and distribution pattern of fruit on habitat adaptability has been analyzed. The results show that the morphology and spatial distribution of leaf, morphology and distribution pattern of fruit, twig structure have certain characteristics, which strengthened the utilization of light and water, and enhanced the adaptability to high temperatures and drought environment.

**Key words:** *Populus euphratica*; leaf morphology; fruit; morphological characteristics; adaptability; extreme arid region

胡杨是杨属中最古老的一种,具有耐盐碱、高温和干旱等突出特征<sup>[1]</sup>,是优良抗逆性基因资源库。胡杨种群中形体多样性明显,特别是叶形态受到了普遍的关注<sup>[1-2]</sup>。胡杨是分布于我国极端干旱区的重要树种,由于人为的干扰与水资源的缺乏,胡杨林退化严重<sup>[3-5]</sup>。针对退化问题,国内学者开展了很多研究,包括胡杨的形态学特征等研究。

胡杨分布地区通常干旱少雨,而且高度盐碱化<sup>[5]</sup>。胡杨适应干旱缺水的生境,在形态上产生了很大变化,尤其叶形的变化<sup>[6-7]</sup>,但对胡杨的叶片形态变异和果实分布格局的多样性还未进行过系统的研究。本研究重点分析胡杨的果实形态及分布格局、叶形态及空间特征以及小枝结构等特征,通过对胡杨形态特征的分析来探索胡杨应对策略,了解生

收稿日期:2015-08-05.

基金项目:林业行业公益重大专项(201404304),国家自然科学基金项目(310575332).

作者简介:白海霞(1979-),女,内蒙古额济纳人,工程师.主要从事林业种苗管理工作.

物在极端环境下的适应特性,为胡杨林保护、采种管理提供理论依据。

## 1 调查地点与研究方法

### 1.1 研究地概况

本研究地选在内蒙古自治区阿拉善盟区域内的额济纳旗(97°~103°E,39°~42°N)胡杨自然保护区内。额济纳辖区总面积为 11.46 万 km<sup>2</sup>,占内蒙古自治区总面积的 9.68%,绿洲总面积达 5.25 万 km<sup>2</sup>,是我国境内胡杨的主要分布区之一。额济纳为极端干旱的温带荒漠地区,温差大,降水量少,多风,冬季严寒,夏季酷热。年温差和日温差较大。年均降水量 41.3 mm,年均蒸发量 3 706 mm,空气湿度 1%。

### 1.2 研究方法

在额济纳胡杨林自然保护区内每隔 100 m 设置一个 20 m×20 m 的临时样地。在样地内随机选取 5 株雌树,分 5 个层次采集胡杨果实,测量胡杨果实数量,果序长度、宽度、密度,并记录林内立地条件、土壤类型、干扰等环境因子。胡杨叶子的采集则应用典型取样,根据胡杨个体上叶形状的差异性按照东南西北 4 个不同的方位收集各类形态叶片。在数据分析过程中,对形态特征按照实测数据统计,而果实密度的计算为:

果序密度=(3 年生枝条上着生果序数/3 年生枝条上所有 2 年生枝条总数)×100%

## 2 研究结果

### 2.1 胡杨叶形态适应性研究

#### 2.1.1 叶片外部形态特征

关于胡杨叶形的说法很多,异型叶是其最为突出形态特征,实地调查发现,胡杨叶片有如下特征:胡杨幼苗、幼树及成树新萌生枝条上的叶型为披针形和条状披针形,而短枝上叶为卵状菱形、圆形至肾形,基部截形或宽楔形(图 1)。综上,胡杨叶型整体上包括了从披针形、圆形至肾形等多种形态。

根据形态调查的数据对叶长度、宽度、厚度等指标进行了分析,结果见表 1 所示。

由表 1 可以看出,各胸径范围的胡杨叶特征无显著的方位变化。各胸径范围胡杨个体间,4 个方位的叶形态则随胸径增大存在一定的变化(如除西侧外,四方位的叶平均长度随着胸径增大而逐渐减小);四方位叶平均宽则随胸径增大逐渐增大,与平

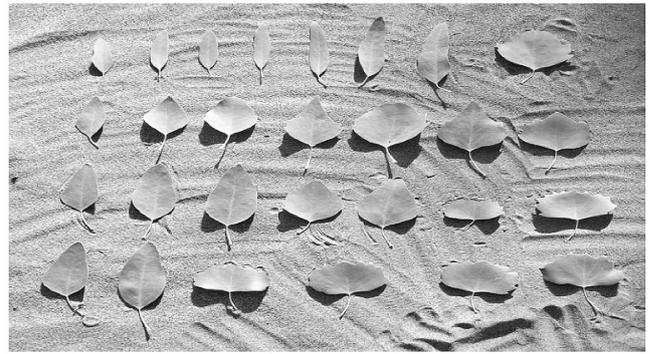


图 1 胡杨叶片形态

Fig. 1 Leaf forms of *Populus euphratica*

表 1 不同树体方位胡杨叶形变化

Tab. 1 Leaf form change of *Populus euphratica* in different direction

样本 树胸径/ cm	方向	平均 长度/ cm	平均 宽度/ cm	平均 长宽比	平均 厚度/ mm
<5	东	6.08	1.83	3.92	0.29
	西	5.68	1.78	3.38	0.31
	南	6.32	1.47	4.84	0.32
	北	6.92	1.96	3.70	0.33
5~<10	东	5.24	2.04	3.68	0.28
	西	6.77	1.89	4.39	0.29
	南	5.85	2.82	2.21	0.32
	北	5.56	3.04	1.93	0.31
10~<20	东	4.93	3.30	1.88	0.36
	西	4.25	3.67	1.32	0.34
	南	4.92	3.43	1.71	0.35
	北	4.72	3.16	1.88	0.32
≥20	东	4.93	6.24	0.79	0.40
	西	6.09	4.90	1.35	0.41
	南	4.83	6.19	0.78	0.39
	北	4.99	6.35	0.80	0.44

均长变化趋势不同;四方位叶长宽比随着胸径增大而减小;四方位叶平均厚度随着胸径的增大有增加的趋势,且明显。胡杨从幼苗到成树,其叶形态也由披针形及条状披针形为主,转变为以三角状卵形、菱形、肾形等为主,这与上述胡杨叶外部形态观测的结果是一致的。

#### 2.1.2 叶的空间分布特点

野外大量的调查中发现,胡杨叶片具有非常独

特空间特点,即大量胡杨叶片近垂直于地面生长。这种生长方式可以一定程度地减小叶片的受光面积,进而减少了水分的散失,反映出形态和生长方式对极端干旱环境中高温与强辐射的一个重要适应方式。另外,胡杨枝条不同位置叶片形态有着明显形态变化:叶长宽比由枝条的顶端向枝条基部逐渐变小,叶形由叶卵状菱形向肾形变化。胡杨叶片随着生位置的不同而表现出的外部形态变化规律也可能与通风状况有关,通风状况好有利于散热而降低水分的蒸发。

**2.2 胡杨果序空间分布形态特征**

根据 8 个胡杨母树林的野外调查发现,胡杨果序的空间分布具有特定的规律,即胡杨果序只着生在 2 年生小枝上,同时,着生果序 2 年生小枝和果序

数的数量形态特征等都表现出较强的规律性。

**2.2.1 果序形态数量特征**

胡杨母树个体上的果序长、宽都随树冠层次的增高而增加,这可能因为光照条件随树冠层次的增高而增强的原因,但胡杨果序长宽比则随树冠层次的增高无明显变化,一般在 2.0~2.1,反映出果序长宽比是一个比较稳定的叶片数量特征(图 2)。

**2.2.2 果实数量特征**

由于受光照条件的影响,胡杨果序密度及 2 年生小枝密度由树冠下部向上部逐渐增加;树冠最下层枝条上无果序着生,这可能是由于树冠底层多为当年萌生嫩枝,而胡杨果序一般都着生在 2 年生小枝上。而胡杨每个果序的平均果实数由树冠顶部向下部逐渐增加(图 3)。

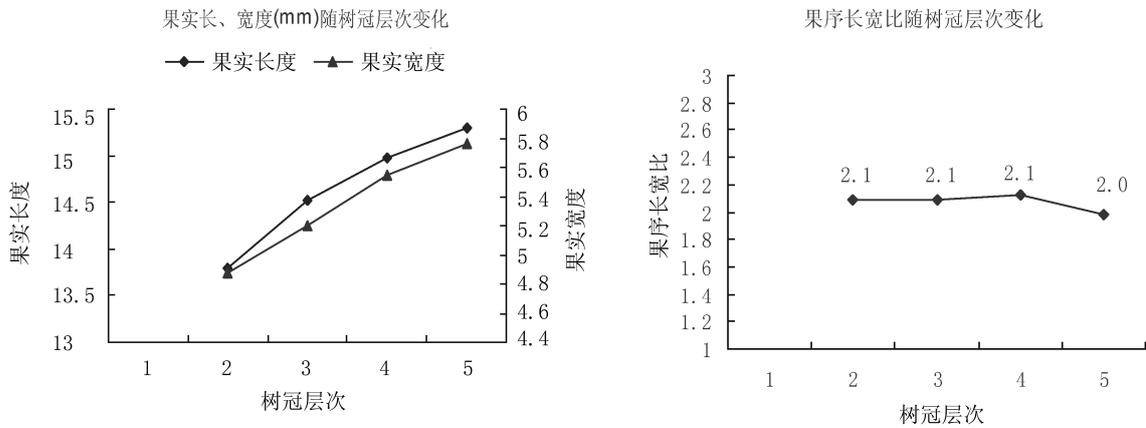


图 2 胡杨果序形态特征分层变化规律

Fig. 2 Fruiting-cyme morphology change rule in different canopy layers

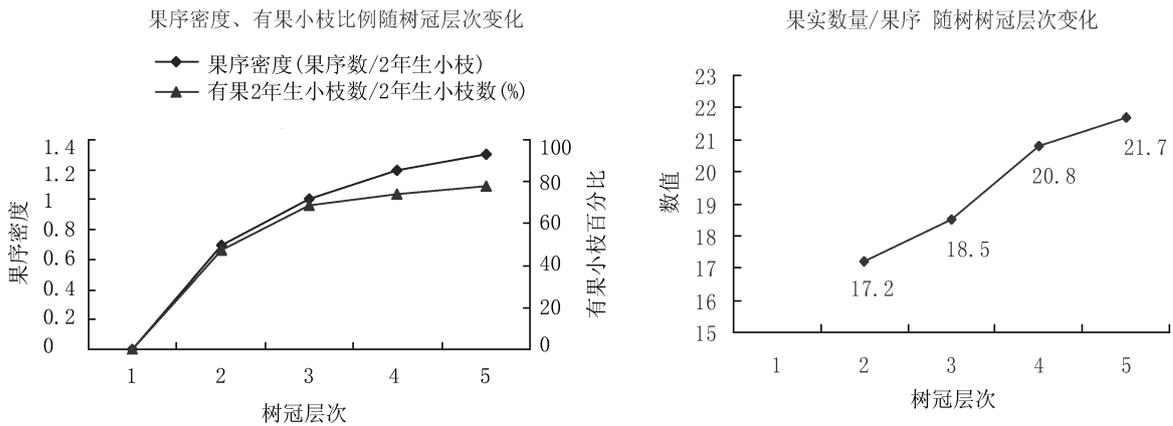


图 3 果实形态特征分层比较

Fig. 3 Fruits morphology comparison in different canopy layers

### 2.3 胡杨 2 年生小枝形态特征分析

从上面的分析中可以发现,胡杨的 2 年生小枝对胡杨叶片数量、结实等是最为重要的特征,因此,有必要分层统计每个 2 年生枝条上的 1 年生枝条数、果序数、落芽点以及未萌发芽数等统计指标,然后就各项统计指标求均值(表 2)。

表 2 胡杨树体不同层次有果 2 年生小枝发育数量特征

Tab.2 Growth quantity characteristics of two year fruiting branch of *Populus euphratica* in different canopy layers

树冠层次	1 年生小枝数	果序数	落芽点	未萌发芽数
2	2.5	2.5	0.8	0.8
3	2.2	2.6	0.8	0.9
4	2.4	2.7	0.9	1.2
5	2.4	2.9	0.5	1.0

胡杨树体下部(观测中的第一层次)一般无果实着生,在这里不做统计。从表 3 统计结果可以看出,胡杨树冠各层次有果 2 年生小枝着生的当年生小枝数无明显变化规律。果序数随树冠层次由下而上逐渐增大;落芽点、未萌发芽数表现出先增后降的趋势。2 年生有果小枝的这种数量特征应可能与胡杨个体生长特性、个体水分与营养输送过程有关,需要进一步的研究。

### 3 结论

特殊的形态结构是旱生植物区别于其他植物的重要特征,是抵御不利极端环境的重要生长繁育策略<sup>[7]</sup>。植物的枝系以及枝上各构件单元的空间配置反映了植物对空间资源、光照以及水分等资源胁迫的适应策略<sup>[8-10]</sup>。胡杨对其生长极端干旱的环境表现出特殊的形态适应性,反映在胡杨的叶形、小枝、果实及其在小枝着生方式等。这些形态与生长特性对于适应干旱区光照及有效利用水分具有重要适应意义。具体体现在下面几个方面:

1)在极端干旱环境下,受极端干旱和强烈光照等环境因子的影响,胡杨形成特定叶型、枝、果实等

形态特征多样性。胡杨叶形随个体年龄和着生部位的不同而表现出明显不同的叶形,即幼树到成树叶形从披针叶向卵状菱形、肾形转变。同时,其果序、果实的数量在树冠中自下而上呈递增趋势。

2)野外大量观察发现,胡杨果实只着生在 2 年生小枝上。胡杨 2 年生枝上的果序、落芽点、未萌发芽点等数量特征随树冠层次的变化而变化,反映出胡杨个体生长发育、繁殖、生理特征对于干旱胁迫所做出的权衡,所蕴含的生物与生态学机理具有重要的理论价值,需要作进一步研究。

3)胡杨的叶片空间分布具有明显的适应干旱特性。胡杨叶片主要着生在树体当年生的小枝上,所在的平面近似垂直于地面,这种生长和分布方式使叶片减小了受光面积,避免了强烈阳光直射,可减少水分的散失。

### 参考文献:

- [1] 丁霞,陈晓阳,李云. 胡杨叶片不定芽再生体系的研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(2): 28-31.
- [2] 华鹏. 胡杨实生苗在河漫滩自然发生和初期生长的研究[J]. 新疆环境保护, 2003, 25(4): 14-17.
- [3] 黄培佑. 荒漠河岸胡杨林的生活周期对生境水条件的动态适应的研究[J]. 新疆环境保护, 1991, 13(2): 5-10.
- [4] 季方,马英杰,樊自立. 塔里木河冲积平原胡杨林的土壤水分状况研究[J]. 植物生态学报, 2001, 25(1): 17-21.
- [5] 李志军,刘建平,于军. 胡杨、灰叶胡杨生物生态学特性调查[J]. 西北植物学报, 2003, 23(7): 1292-1296.
- [6] 苏培玺,张立新,杜明武,等. 胡杨不同叶形光合特性、水分利用效率及其对加富 CO<sub>2</sub> 的响应[J]. 植物生态学报, 2003, 27(1): 34-40.
- [7] 王东健,陈其凌,李铭. 胡杨不同生长阶段的耐盐性[J]. 新疆林业, 1998(4): 9-10.
- [8] 乌日根夫,战士宏,程继全. 额济纳旗天然胡杨林生物学、生态学抗旱机理与繁殖机理研究[J]. 内蒙古林业调查设计, 2003, 26(4): 1-5.
- [9] 萨如拉,达布希拉图,张秋良,等. 额济纳天然胡杨林水分利用效率动态变化研究[J]. 内蒙古环境科学, 2009, 2(4): 36-40.
- [10] 周彬彬,李培军. 我国旱生植物的形态解剖学研究[J]. 干旱区研究, 2002, 19(1): 35-40.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.018

## 不同施肥对泰国甜角苗木生长的影响研究

袁莲珍<sup>1</sup>, 史富强<sup>2</sup>, 童清<sup>2</sup>, 杨利华<sup>2</sup>, 李万里<sup>2</sup>

(1. 云南省林业科学院热带林业研究所, 云南 普洱 666102; 2. 普洱市林业科学研究所, 云南 普洱 665000)

**摘要:**在云南省景谷县威远镇坝朗村的泰国甜角试验林中,进行了 3a 不同施肥对泰国甜角苗木的影响试验,采用区组设计,每年对泰国甜角苗木树高、地径及萌发枝进行观测,对数据进行分析。结果表明:不同施肥对泰国甜角苗木生长存在极显著影响;施尿素能有效地促进泰国甜角树高、地径的生长和枝条萌发;泰国甜角栽培早期施肥应以 N 肥为主。

**关键词:**泰国甜角;苗木生长;肥料;树高;地径;萌发枝

中图分类号:S723.13;S723.7;S667 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0085-03

### Effect of Different Fertilization on Seedling Growth of *Tamarindus indica*

YUAN Lianzhen<sup>1</sup>, SHI Fuqiang<sup>2</sup>, TONG Qing<sup>2</sup>, YANG Lihua<sup>2</sup>, LI Wanli<sup>2</sup>

(1. Tropical Forestry Institute, Yunnan Academy of Forestry, Puwen, Yunnan 666102, China;

2. Puer Forestry Science Institute, Puer, Yunnan 665000, China).

**Abstract:** In the experimental forest of Balang village in Weiyuan Town of Jinggu County, the experiment of different fertilization on three years seedling of *Tamarindus indica* has been conducted. The observation on seedling height, ground diameter and germination branches also been carried out by using block design. The data analysis results indicated that the effects of different fertilization on seedlings growth were significant. Urea could effectively promote the growth of seedling height, ground diameter and germination branches. N fertilizer was appropriate for early stage cultivation of *Tamarindus indica*.

**Key words:** *Tamarindus indica*; seedling growth; fertilizer, tree height; ground diameter; germination branch.

泰国甜角 (*Tamarindus indica*) 又称罗望子, 属苏木科 (Caesalpiniaceae) 酸豆属 (*Tamarindus*) 的一种常绿大型乔木, 是酸角一类的甜型栽培品种。目前在泰国已被广泛种植, 是一种传统水果, 每年泰国都要向欧洲及东南亚国家出口大量的果实<sup>[1]</sup>。泰国甜角全树都是“宝”, 不仅是民间的调味料, 还是清热解暑, 消食化积, 小儿疳积, 妊娠呕吐, 便秘等疾病的良药<sup>[2]</sup>。果肉营养价值高, 总糖含量 45.90% ~

50.26%, 还原糖含量 33.66% ~ 46.94%; 粗蛋白和 Vc 含量较高, 分别为 2.18% ~ 3.52% 及 0.33% ~ 0.87%, 并富含 17 种氨基酸及多种矿物质元素, 其中 7 种人体必需氨基酸占氨基酸总量的 27.68% ~ 45.85%, 其 Ca、P 等元素的含量明显高于一般水果, 且 Ca、P 比平衡 (约为 1:1)<sup>[3]</sup>。树叶含碳键糖基磺酮类化合物, 可作饮水漂白剂或作蔬菜食用; 种子可用于加工豆蛋白饲料<sup>[4]</sup>; 其木材被誉为“马德拉红

收稿日期:2015-09-14.

基金项目:云南省技术创新人才支撑项目(2014HB101);林业公益性行业科研专项(201204420)资助.

作者简介:袁莲珍(1978-),女,贵州镇远人,助理工程师.主要从事森林培育与林木遗传育种的研究.

通信作者:史富强(1977-),男,云南富源人,工程师.主要从事森林培育与林木遗传育种的研究.E-mail:shfq3316@sina.com

木”<sup>[5]</sup>。泰国甜角具有如此高的价值,越来越引起人们对它的重视。2012年7月林业公益性行业科研项目组在景谷县威远镇坝朗村种植了3.34 hm<sup>2</sup>的泰国甜角试验林。并于定植后第2年选择在同一立地条件下生长一致的苗木开展施肥试验,研究不同施肥对泰国甜角生长的影响,从而为泰国甜角的栽培提供技术支持。

## 1 试验地概况

试验地位于云南省景谷县威远镇坝朗村,景谷到镇沅方向8 km处,海拔1 030~1 110 m;年均温20.8℃;年均降雨量1 554.9 mm。属于南亚热带半湿润季风气候,干湿季分明,11月至次年4月为干季,5~10月为雨季,≥10℃年活动积温7 000℃左右,土壤为粘土,肥力较差,呈酸性,pH值5~6;为耕作过的轮歇地。

## 2 试验材料与方法

### 2.1 试验材料

在景谷县威远镇坝朗村2012年7月种植的泰

国甜角试验林中,选择同一立地条件下生长势一致的苗木进行施肥试验,试验林定植的苗木为从泰国引进的甜角优良品种在元江嫁接的营养袋苗。

### 2.2 试验方法

采用随机区组试验,4个处理(尿素150 g;复合肥150 g;农家肥1 000 g;CK对照-不施肥),每个处理30株苗,3次重复。

### 2.3 数据处理

每年进行2次施肥,雨季来临前施一次(4月份),雨季结束后又再施一次(11月份),并于同年6月份调查其地径、树高、萌枝数,采用Excel 2003及DPS数据软件处理所得数据。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同施肥对泰国甜角苗木生长的方差分析及多重比较

表1、表2中的数据分析及多重比较均采用2015年6月数据。

表1 泰国甜角不同施肥试验的方差分析

Tab. 1 Variance analysis of *Tamarindus indica* in different fertilization experiments

类别	变异来源	平方和	自由度	均方	F值	备注
树高/cm	区组间	20.62	2	10.31	0.63	
	处理间	3300.85	3	1100.28	67.30**	$F_{0.05}=4.26$
地径/cm	区组间	0.00	2	0.00	0.02	
	处理间	1.11	3	0.37	14.63**	$F_{0.01}=8.02$
萌发枝/条	区组间	1.51	2	0.76	0.46	
	处理间	459.68	3	153.23	93.67**	

注:表中“\*”表示 $F_{0.05}$ 水平上的显著差异;“\*\*”表示 $F_{0.01}$ 水平上的极显著差异。

表2 不同施肥对泰国甜角苗木影响的多重比较

Tab. 2 Multiple comparison to the seedling of *T. indica* in the different fertilization experiments

处理	平均树高/cm	平均地径/cm	平均萌发枝/条
尿素	109.7aA	2.42aA	28.9aA
复合肥	97.2bA	2.23aAB	23.8bAB
农家肥	75.5cB	2.03aAbB	20.4bB
CK(对照)	68.3cB	1.60bB	11.9cC

注:表中小写字母表示5%的显著水平;大写字母表示1%极显著水平。

由表1可知,同一处理的3个重复之间无差异,

但不同处理间对泰国甜角苗木的树高、地径及萌发枝有极明显差异。

从表2中可知,施尿素的泰国甜角苗木平均树高、平均地径、平均萌发枝都是最大值,平均树高高出CK(对照)60.6%,平均地径高出51.2%,平均萌发枝高出142.9%;其次是施复合肥的及农家肥的,最后才是对照的。这些表明,在泰国甜角苗木早期生长过程中施肥是一个重要的管理因素。

### 3.2 不同肥料对泰国甜角苗木生长量的影响

#### 3.2.1 不同肥料对泰国甜角苗木树高生长的影响

不同肥料对泰国甜角苗木树高生长的影响曲线

如图 1 所示。

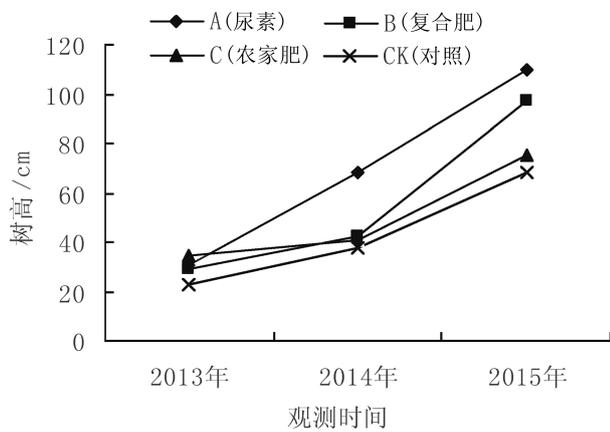


图 1 不同肥料对泰国甜角苗木树高的影响

Fig. 1 Influence of different fertilization experiments on seedling high of *T. indica*

由图 1 中可以看出,泰国甜角在施尿素的 3 年中,苗高生长曲线成直线;施复合肥的泰国甜角苗木生长曲线从 2013 年到 2014 年略平缓,从 2014 年到 2015 年有了明显的提高;施农家肥的泰国甜角苗木在 2013 年长势最好,平均值达 34.6 cm,但到了 2014 年、2015 年其生长虽有提高,但只比 CK(对照)略高一点。

### 3.2.2 不同肥料对泰国甜角苗木地径生长的影响

不同肥料对泰国甜角苗木地径生长的影响曲线如图 2 所示。

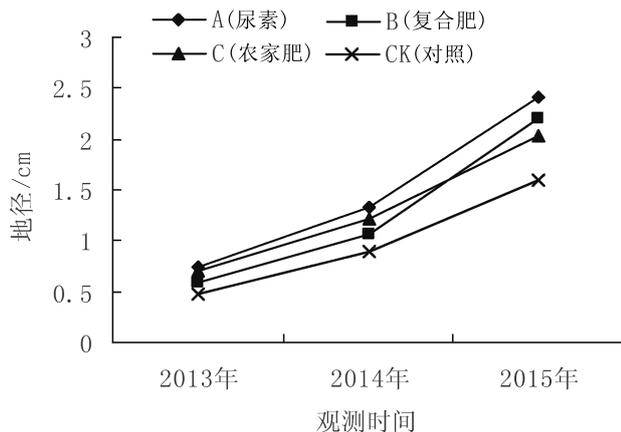


图 2 不同肥料对泰国甜角苗木地径的影响

Fig. 2 Influence of different fertilization experiments on the diameter of *T. indica*

从图 2 中可以看出,施不同的肥料对泰国甜角苗木地径的生长具有明显的作用,苗木地径生长都大于 CK(对照)。施尿素的泰国甜角苗木地径在 3 年中生长最大;施农家肥的苗木地径生长在 2013 年、2014 年中大于施复合肥的,但 2015 年苗木地径生长又小于施复合肥的苗木地径。

### 3.2.3 不同肥料对泰国甜角苗木萌发枝的影响

不同肥料对泰国甜角苗木萌发枝的影响曲线如图 3 所示。

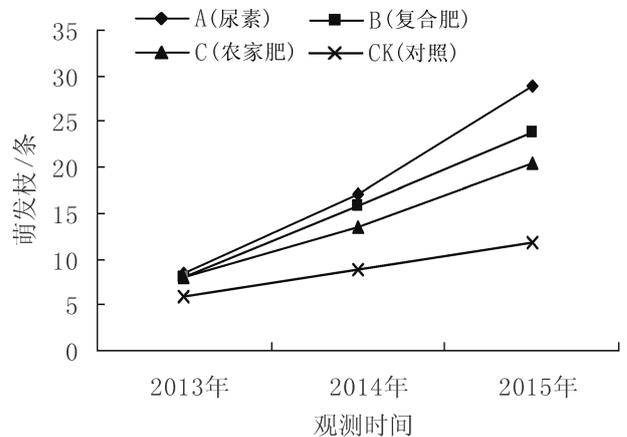


图 3 不同肥料对泰国甜角苗木萌发枝的影响

Fig. 3 Influence of different fertilization experiments on sprout branch of *T. indica*

图 3 中表明,施不同的肥料对泰国甜角萌发枝也有很大影响。从 2013 年起就很明显了,到了 2015 年差距越来越大。施尿素的泰国甜角苗木萌发枝从 2013 年的 8.5 条到 2015 年的 28.9 条,比 CK(对照)高出 41.6%~142.9%;施复合肥的高出 33.3%~100%;施农家肥的高出 33.3%~71.4%。

## 4 结论

1)不同施肥对泰国甜角苗木生长存在极显著影响,施尿素的泰国甜角平均树高高出 CK(对照) 60.6%,平均地径高出 51.2%,平均萌发枝高出 142.9%;

2)施尿素能有效地促进泰国甜角树高、地径的生长和枝条萌发;

3)泰国甜角栽培早期施肥应以 N 肥为主。

(下转第 119 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.019

## 造林密度对美洲黑杨幼林生长的影响

马 骏<sup>1</sup>, 何承忠<sup>2</sup>, 谢 虹<sup>1</sup>, 杨志勇<sup>1</sup>, 王 飞<sup>1</sup>, 严 磊<sup>1</sup>

(1. 昆明市林业科技推广总站, 云南 昆明 650223; 2. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**在昆明市宜良县千亩杨树种植基地内,依据完全随机区组试验设计,设置美洲黑杨 3 组造林密度试验。通过对 5 年生引种美洲黑杨不同造林密度幼林的生长指标观测与分析,结果表明,造林密度对美洲黑杨幼林的胸径、树高和冠幅均有极显著影响,胸径、树高和冠幅随着造林密度的减小而极显著地增加,低密度的造林有利于美洲黑杨树木的生长。

**关键词:**美洲黑杨;造林密度;生长性状

中图分类号:S792.11;S725.6 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0088-03

## Effects of Planting Density on the Growth of Introduced Young *Populus deltoides*

MA Jun<sup>1</sup>, HE Chengzhong<sup>2</sup>, XIE Hong<sup>1</sup>, YANG Zhiyong<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>1</sup>, YAN Lei<sup>1</sup>

(1. Kunming Extension Station of Forestry Science and Technology, Kunming 650223, China;

2. College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** At planting base of one thousand mu of poplar forest in Yiliang County, Kunming city, according to completely randomized block experiment design, three group plantation density tests on 5 year old introduced young forest of *Populus deltoides* have been set for observation and analysis of growth index. The results showed that the effects of plantation density on DBH, tree height and crown of young *Populus deltoides* were significant. With the decrease of plantation density, the DBH, tree height and crown were significantly increased. The low plantation density was conducive to fast-growing of *Populus deltoides*.

**Key words:** *Populus deltoides*; plantation density; growth traits

美洲黑杨(*Populus deltoides*)属于杨柳科(Salicaceae)杨属(*Populus L.*)黑杨派(*Aigeiros*)树种,主要分布于北美洲东部与中部。分布区内气候变化多样,地形地貌复杂,种内存在着较为丰富的遗传变异<sup>[1]</sup>。随着意大利于 20 世纪 50 年代选育并推广若干个美洲黑杨栽培无性系以来,美洲黑杨及其栽培无性系倍受国内外杨树育种学家的关注,如今已成

为欧美各国短周期工业用材林的主要造林树种,为造纸、纤维板材以及建筑用材等提供了优良的原料<sup>[2-3]</sup>。其中,分布于美国东南部水热条件较好地区的美洲黑杨属于南方型种质资源,占该树种自然分布区的三分之一,具有速生、材质优良、抗性强等突出优点<sup>[4-5]</sup>。我国于 20 世纪 70 年代从意大利引进南方型美洲黑杨新品种 I-63 和 I-69 及其杂交种

收稿日期:2015-09-09.

基金项目:国家林业公益性行业专项基金项目(201104076),昆明市重点科技计划项目(昆科计字 2013-02-08-A-N-01-3061).

作者简介:马 骏(1965-),正高级工程师.主要从事森林培育、经济林栽培研究及技术推广工作.

通信作者:何承忠(1970-),教授.主要从事林木遗传育种教学与科研工作.

欧美杨新品种 I-45、I-72 和 I-214<sup>[4]</sup>。之后,南京林业大学于 20 世纪 90 年代初从美国引进了美洲黑杨南方种源 8 个产地 104 个优良无性系,在此基础上成功选育出了南林 895 杨、95 杨和 797 杨等新品种,具有速生、优质、多抗、高产等优良特性,已在我国黄淮、江淮及长江中下游平原广泛栽培,并取得了显著成效。为丰富本地短周期工业用材造林树种,满足木材工业发展的供给需求,昆明市先后从江苏省引进了南林 895 杨和 95 杨的苗木与穗条,并开展了引种适应性试验和人工林高效栽培模式研究。本试验研究了不同造林密度对引种南林 95 杨幼林生长的影响,以期找出适合于南林 95 杨速生的适宜栽种密度,满足生产实践需求。

## 1 试验地概况

试验地位于昆明市宜良县千亩杨树林基地内,属于前期退耕的农耕平地,土层深厚,海拔 1 760 m,属北亚热带季风气候,年均温 16.3℃,平均日照 2 177.3 h,平均降水量 912.2 mm,平均相对湿度 75%,全年无霜期 260 d 左右。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验设计

采用完全随机区组试验设计,50 株小区,3 次重复。设置 3 种造林密度,株行距分别为 2 m×2 m、3 m×3 m、4 m×4 m。

### 2.2 试验材料

选取高度、地径相近的南林 95 杨 1 年生扦插苗,于 2011 年 2 月造林,采用穴状整地方式,种植穴规格为 80 cm×80 cm×80 cm,穴内不施用基肥。

### 2.3 数据调查与分析

于 2014 年 12 月对不同造林密度的南林 95 杨 5 年生幼林进行树高、胸径和冠幅的测量。为消除边际效应的影响,舍去小区两端的植株,每小区共测量 30 株。调查数据应用 Excel 和 SPSS 16.0 软件进行分析,多重比较采用 Duncan 法。

## 3 结果与分析

### 3.1 造林密度对树高生长的影响

不同造林密度对南林 95 杨的幼林树高生长影响较为显著,随着造林密度的降低,树高生长量随之增大。造林密度为 4 m×4 m 时,树高生长量最大,达 19.4 m;而造林密度为 2 m×2 m 时的树高生长量

仅为 10.8 m(表 1)。由此可见,4 m×4 m 造林密度下的树高生长量约为 2 m×2 m 造林密度的 2 倍。

表 1 造林密度对南林 95 杨生长的影响

Tab. 1 Effects of planting density on the growth of Nanlin 95 *populus deltoides*

造林密度/ m	树高/ m	胸径/ cm	冠幅/ cm
2×2	10.8C	13.8B	228.0C
3×3	15.1B	14.9B	342.8B
4×4	19.4A	22.9A	431.7A

注:同列不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平上差异显著。

应用 SPSS 16.0 软件对不同造林密度下南林 95 杨的树高生长量进行方差分析(表 2),结果表明,造林密度对树高生长量的影响达到极显著水平( $Sig$  0.01=0.000<0.01)。进一步对树高生长量进行多重比较分析(表 3),结果显示,设置的 3 种造林密度之间,南林 95 杨树高生长量差异均达到极显著水平( $Sig$  0.01=0.000<0.01)。采用 Excel 软件分析树高生长量与造林密度之间的相关性,得到二者之间存在着  $y=4.84x+5.6$  ( $R^2=0.9918$ ) 线性关系,表明造林密度与美洲黑杨生长量之间呈现为正相关关系,即造林密度越小,美洲黑杨的高生长量越大。

表 2 不同造林密度下南林 95 杨树高生长量方差分析

Tab. 2 Variance analysis of high growth of Nanlin 95 *populus deltoides* under different planting densities

变异来源	df	SS	MS	F	Sig.
处理间	2	1094.390	547.195	167.656	.000
处理内	88	287.214	3.264		
总计	90	1381.604			

### 3.2 造林密度对胸径生长的影响

不同造林密度处理下的南林 95 杨胸径生长量中,4 m×4 m 造林密度下的胸径生长量最大,2 m×2 m 造林密度下的胸径生长量最小,与树高生长量的结果一致(表 1)。方差分析结果显示,造林密度对南林 95 杨胸径生长量具有极显著的影响( $Sig$  0.01=0.000<0.01)。但多重比较显示,4 m×4 m 造林密度下的胸径生长量和 3 m×3 m 差异极显著,而 2 m×2 m 和 3 m×3 m 造林密度下的胸径生长量在 0.01 水平下差异不显著(表 4,表 5)。相关性分

表 3 不同造林密度下南林 95 杨树高生长量多重比较分析  
**Tab. 3 Multiple comparison analysis of high growth of Nanlin 95 populus deltoides under different planting densities**

造林密度 I	造林密度 J	均值差	标准误	Sig.	99%置信区间	
					最小值	最大值
2×2	3×3	-4.22917*	0.45912	.000	-5.4380	-3.0204
	4×4	-8.61494*	0.47047	.000	-9.8536	-7.3763
3×3	2×2	4.22917*	0.45912	.000	3.0204	5.4380
	4×4	-4.38578*	0.46318	.000	-5.6053	-3.1663
4×4	2×2	8.61494*	0.47047	.000	7.3763	9.8536
	3×3	4.38578*	0.46318	.000	3.1663	5.6053

注: \* 表示在 0.01 水平上差异显著(下同)。

析结果表明,造林密度与胸径生长量之间呈现为  $y = 5.72x + 6.15$  ( $R^2 = 0.929$ ) 的线性关系,即低密度造林更有利于该树种的粗生长。

表 4 不同造林密度下南林 95 杨胸径生长量方差分析  
**Tab. 4 Variance analysis of DBH growth of Nanlin 95 populus deltoides under different planting densities**

变异来源	df	SS	MS	F	Sig.
处理间	2	1448.603	724.301	70.991	.000
处理内	88	897.844	10.203		
总计	90	2346.447			

表 5 不同造林密度下南林 95 杨胸径生长量多重比较分析  
**Tab. 5 Multiple comparison analysis of DBH growth of Nanlin 95 populus deltoides under different planting densities**

造林密度 I	造林密度 J	均值差	标准误	Sig.	99%置信区间	
					最小值	最大值
2×2	3×3	-1.03896	0.81174	.204	-3.1762	1.0982
	4×4	-9.04920*	0.83181	.000	-11.2392	-6.8592
3×3	2×2	1.03896	0.81174	.204	-1.0982	3.1762
	4×4	-8.01024*	0.81894	.000	-10.1664	-5.8541
4×4	2×2	9.04920*	0.83181	.000	6.8592	11.2392
	3×3	8.01024*	0.81894	.000	5.8541	10.1664

### 3.3 造林密度对冠幅生长的影响

不同造林密度下南林 95 杨幼林冠幅统计结果显示(表 1),冠幅的生长量随着造林密度的减小而增大,其中,4 m×4 m 造林密度下的冠幅生长量接近于 2 m×2 m 造林密度的 2 倍。方差分析与多重比

较结果均表明,造林密度对南林 95 杨冠幅的生长具有极显著的影响 ( $Sig. 0.01 = 0.000 < 0.01$ ),且不同造林密度下的冠幅生长量之间差异极显著(表 6,表 7)。造林密度与冠幅生长量之间的相关性分析结果显示,二者之间存在着  $y = 125.05x + 91.8$  ( $R^2 = 0.9762$ ) 的线性关系。

表 6 不同造林密度下南林 95 杨冠幅生长量方差分析  
**Tab. 6 Variance analysis of crown growth of Nanlin 95 populus deltoides under different planting densities**

变异来源	df	SS	MS	F	Sig.
处理间	2	61.647	30.824	189.364	.000
处理内	88	14.324	0.163		
总计	90	75.971			

表 7 不同造林密度下南林 95 杨冠幅生长量多重比较分析  
**Tab. 7 Multiple comparison analysis of crown growth of Nanlin 95 populus deltoides under different planting densities**

造林密度 I	造林密度 J	均值差	标准误	Sig.	99%置信区间	
					最小值	最大值
2×2	3×3	-1.14812*	0.10253	.000	-1.4181	-.8782
	4×4	-2.03724*	0.10507	.000	-2.3139	-1.7606
3×3	2×2	1.14812*	0.10253	.000	0.8782	1.4181
	4×4	-0.88912*	0.10344	.000	-1.1615	-.6168
4×4	2×2	2.03724*	0.10507	.000	1.7606	2.3139
	3×3	0.88912*	0.10344	.000	0.6168	1.1615

## 4 结论与讨论

林分密度控制技术是人工用材林实现高产高效的关键技术之一,也与林木生长过程密切相关,决定着林分的健康状况及生产力,是林分合理结构的数量基础<sup>[6-7]</sup>。造林密度过高,将过早加剧林分内部竞争,增加林木死亡率,减少生长量<sup>[8-9]</sup>;造林密度过低,单位面积土地的产出率低,造成土地的浪费,有些立地条件下还容易引起水土流失。因此,确定合理的造林密度是人工林丰产栽培的关键技术环节,而揭示造林密度与林木生长过程的关系,将有助于制定合理的人工经营制度<sup>[10]</sup>。南方型美洲黑杨的优良品种南林 95 杨属于首次引进昆明地区栽种,

(下转第 107 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.020

## 现代观光农业与养老基地有机结合的研究

——以新乡县老年颐养观光园为例

朱蓉蓉,周润,米文静,王鹏飞

(河南农业大学林学院,河南 郑州 450002)

**摘要:**以新乡县老年颐养观光园规划设计为例,集科技农业、休闲观光、生态养生与休闲体验为“四位一体”,提出了将现代观光农业与养老基地有机结合的新型养老形式。从依托观光农业的科技农业生产、老年人生态居住环境、生态养生与休闲体验 4 方面阐述现代观光农业与养老基地的有机结合,并对观光农业与养老基地相结合中存在的发展顺序、医疗问题给出建议。

**关键词:**观光农业;养老基地;生态养生;休闲体验;四位一体

中图分类号:F323.2;S731.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0091-04

## Dynamic Integration of Modern Sightseeing Agriculture and Nursing Home

——Taking Nursing Home Tourism Park of Xinxiang County as an Example

ZHU Rongrong, ZHOU Run, MI Wenjing, WANG Pengfei

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

**Abstract:** Taking nursing homes tourism Park of Xinxiang County as an example, and integrating science and technology agriculture, leisure tourism, ecological health and leisure experience as the "four forms integration", the paper proposed a new form of pension combining the modern sightseeing agriculture with nursing home. From four aspects of agricultural science and technology production relied on the sightseeing agriculture, the elderly ecological living environment, ecological health maintenance and leisure experience, this paper elaborated the dynamic integration of modern sightseeing agriculture and nursing home, and corresponding problems and countermeasures also have been carried out.

**Key words:** sightseeing agriculture; nursing home; ecological health maintenance; leisure experience; four forms integration

现代观光农业是旅游业与传统农业相融合的一种新型交叉性产业,也是现代农业科技新兴产业之一<sup>[1]</sup>。它在农业生产的基础上,充分开发具有观光、旅游价值的农业产品,把农业生产、科技应用、艺

术加工和游客参加农事活动等融为一体,是一种集观光、休闲、度假、修学、娱乐等功能为一体的游憩体验形式<sup>[2]</sup>。当前我国已步入老龄社会,2013 年底统计中国 60 岁以上人口已达 2.02 亿人,占总人口的

收稿日期:2015-07-10;修回日期:2015-08-13.

基金项目:河南省重点科技攻关项目(092102110104).

作者简介:朱蓉蓉(1990-),女,河南新乡人,硕士研究生.主要从事风景园林规划设计研究.E-mail:512527565@qq.com

通信作者:王鹏飞(1963-),男,河南罗山人,教授.主要从事风景园林规划设计研究.E-mail:zrrmgz1990@163.com

14.9%,65岁及以上人口达1.31亿人<sup>[3]</sup>。快速的人口老龄化情况,使老年人的供养、健康维护、生活照顾以及心灵慰藉等最少4个方面的需求日益凸显。如今,随着人民生活水平的提高,养老不再局限于单一的“养老院”托养,居家养老服务、养生养老、候鸟式养老等创新养老模式也越来越引人注目<sup>[4]</sup>,尤其是跟“体验”、“养生”、“生态”、“观光”等关键词密切相关的现代农业观光园,更是当下与养老基地有机结合的最佳选择。现代观光农业与养老基地存在着诸多契合点,例如老年人所需的生态居住环境、生态养生、休闲体验、回归自然等创造了两者结合的机遇。为养老模式探索一条新的发展方式,现以新乡县老年颐养观光园为例,从依托观光农业的科技农业生产、老年人生态居住环境、生态养生与休闲体验4方面进行阐述,力争为新型养老形式提供新思路。

## 1 项目建设条件分析

新乡县老年颐养观光园建设是一项集农业观光、养老于一体的综合性系统工程,在考虑生态效益、景观塑造与农业经济效益的同时,必须兼顾有益于老年人的生活,应对场地及其周围环境进行详细地调查分析,权衡其开发优势。

### 1.1 政策分析

“十二五”时期,中央一号文件提出要积极发展休闲农业,《国务院关于加快发展旅游业的意见》指出,要开展农业观光和体验性旅游活动,规范发展农家乐、休闲农庄。2013年11月12日,中共十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》第45条要求:“积极应对人口老龄化,加快建立社会养老服务体系和发展老年服务产业”<sup>[5]</sup>,从“社会主义初级阶段”的国情出发,探讨新型养老模式,整合养老产业资源。推动老年服务产业化已成为各级政府的重要任务和业内研讨的重心<sup>[6]</sup>。

### 1.2 自然、交通条件

新乡县位于河南省中北部,襟带辐射豫北,地处华北平原,海拔70~82 m,地势西高东低,一般坡降为1/4 000。属温带大陆性气候,四季分明,适宜多种农作物生长。水资源丰富,是国家南水北调工程的必经之地。

新乡县区位独特,交通便利。京广、新太、新荷铁路在这里形成枢纽;京珠、107国道穿境而过,南距省会郑州只有60 min车程,另有6条省级公路幅

射四面八方。

### 1.3 地方经济条件

新乡县县域经济发达,居新乡市辖8县(市、区)之首。农业方面,农林牧渔业持续稳定发展。围绕建设现代农业,以发展高效农业、特色农业为主攻方向,强力推进农业结构调整。

### 1.4 周围环境便利条件

项目场地总体地势南高北低,地形丰富,易于营造景观。场地北侧有自然水体,在规划中可引入水系做滨水景观以及浇灌农田等;场地中部有9.26 hm<sup>2</sup>的薰衣草种植地,有利于整个园区的景观营造;场地西南角有一座尚未投入使用的战备医院,在规划中,可将此医院与养老基地联系起来,为老年人的医疗保健提供保障与服务;其他场地为尚未规划的农田,其中有些小块区域种植着果树。

## 2 规划理念

以我国老龄化现状及国内外观光农业的发展为背景,根据场地现状以及区位优势,以“自然生长”为外在体现,“颐养健康”为内涵,采用全新的休闲农业融合养老设计理念。以农业板块为底色,休闲农业、观光采摘为亮点,将原有场地内的坡、水、树、农田与养老基地进行系统梳理,使养老基地与自然有机地结合在一起,形成新的现代观光农业养老新模式。

## 3 依托观光农业的养老基地

新乡县老年颐养观光园占地92.3 hm<sup>2</sup>(图1),结合场地现状及规划目标,以观光农业为底色,以“为老年人服务”为宗旨,按功能共分为果树生产区、农业生产区、苗圃生产区、休闲娱乐区、观光采摘区、开心农场、五星级养老院A区、五星级养老院B区、薰衣草生产区9个部分(图2)。各功能区面积依次为15.76 hm<sup>2</sup>、8.1 hm<sup>2</sup>、11.89 hm<sup>2</sup>、14.7 hm<sup>2</sup>、7 hm<sup>2</sup>、4.68 hm<sup>2</sup>、12.52 hm<sup>2</sup>、6.65 hm<sup>2</sup>、9.26 hm<sup>2</sup>。园区按使用目的不同,又可分为4个区,即农业区(果树生产区、农业生产区和苗圃生产区)、老年人生态居住区(五星级养老院A区和B区)、生态养生区(休闲娱乐区和薰衣草生产区)以及休闲体验区(观光采摘区和开心农场)。

### 3.1 依托观光农业的科技农业生产区

科技农业生产区包括果树生产区、农业生产区

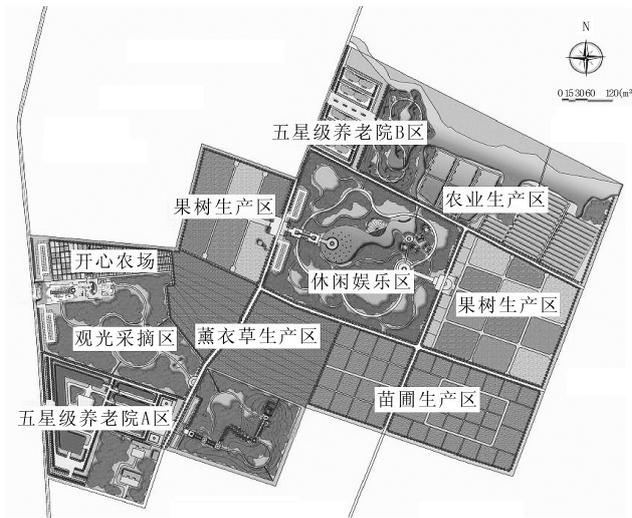


图 1 总平面图

Fig. 1 General layout of aged tourism park in Xinxiang

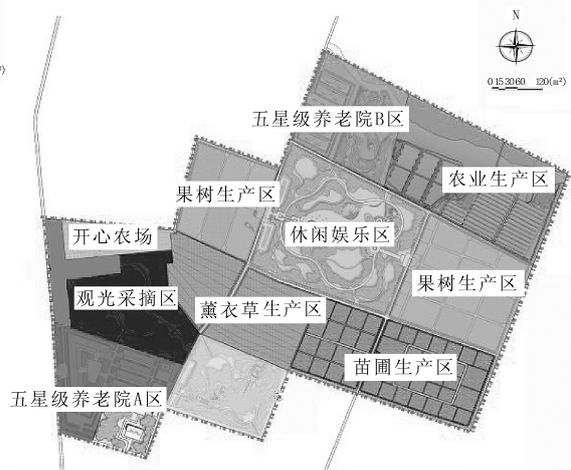


图 2 功能分区图

Fig. 2 Functional zoning map of aged tourism park in Xinxiang

和苗圃生产区,主要用于生产,为园区赢得经济效益的同时,为养生餐厅提供餐饮食材,为园区绿化提供花草树木。大面积的农业生产中,一些劳动强度适当的工作可招聘在园区居住的老年人,让他们“重返岗位”,发挥余热,老有所为。

### 3.2 依托观光农业的老年人生态居住区

维也纳老龄问题世界大会提出:“年长者的住处切不可被视为仅仅是一个容身之地,除物质部分外,它还有心理和社会的意义应予以考虑。”<sup>[7]</sup>按照老年人的生理、心理和社会特征,新乡县老年颐养观光园将老年人居住区规划在整个园区环境最优美的位置,为老年人接触自然、进行各种体育锻炼提供安全安静的空间环境。以绿色的生态休闲观光农业为基底的居住环境,更利于老年人的身心健康。

老年生态居住区分为五星级养老院 A 区以及 B 区。五星级养老院 A 区即为老年公寓,位于整个园区西南角,占地 6.48 hm<sup>2</sup>,由 1 栋综合大楼、4 栋公寓楼及附属绿地组成。公寓东侧为老年人的后花园,有足够面积的活动场所与绿化,以及适当布置的长廊、亭子、座椅等建筑小品,保证老年人晨练及休闲活动的需要。五星级养老院 B 区即为养老别墅区,位于园区最北部,占地 6.64 hm<sup>2</sup>,依山傍水,环境优美,由 5 栋公寓楼和 16 套别墅组成,有良好的日照通风条件,且室外拥有美丽自然风光,为老年人提供一个卫生、健康的生活环境。

### 3.3 依托观光农业的生态养生

随着经济与社会的发展,人民收入的增加和生活水平的提高,生态养生日渐成为当今的发展趋势和社会潮流<sup>[8]</sup>。尤其是老年人,有充裕的时间和条件从饮食、运动 2 方面进行养生。项目场地拥有良好的生态环境、丰富的养生资源、显著的后发优势,与养老基地结合起来,为老年人生态养生提供了最直接、最便利的条件。

利用园区高含量负氧离子有益健康的优势条件,辅以各类与环境格调相协调的游憩设施等,通过在休闲娱乐区设置养生餐厅、养生会所、茶馆、休闲垂钓以及太极拳健身馆等,在薰衣草生产基地设置阳光浴、草地吸氧、花海中瑜伽健身等,有效地将绿林休闲、生态养生、健身强体等巧妙结合在一起,形成集休闲观光、生态养生、保健康复等于一体的生态养生休闲基地,保障每一位老年人拥有健康的身体和丰富多彩的生活。

例如,养生餐厅为独立的四合院落,中央庭院景色优美,另设有操作间、接待室和卫生间等,设施齐全。餐厅菜品均为园区内生产的优质健康绿色食品。老年人也可在此与家人一起享受独特的农家风味,享受天伦之乐。就餐后,可到休闲垂钓区钓鱼,或在薰衣草基地享受午后阳光浴,也可在自由健身区进行少量运动,享受午后惬意时光。

### 3.4 依托观光农业的休闲体验

“一刀切”的退休制度,在一定程度上造成了老

年人生活的空虚。目前国内大部分养老社区都是一个相对孤立的场所,仅有一些健身及休闲设施,并不能满足老年人心理上感受自然、放松心情、甚至发挥余热的需求,而现代观光农业休闲体验正好填补了这一点。

该项目为老年人开辟了 2 片接近自然、体验农业的乐土——开心农场以及观光采摘园。规划的开心农场建立领养式机制,有兴趣的老年人每年缴纳一定的费用,可在领养的耕地内种上喜爱的蔬菜,并为自己的田地取名,既锻炼了身体,也能让城里的子女吃上自己耕种的蔬菜,这也是对其老年社会价值的肯定。也可打造社区内部的“菜文化”,邀请参与耕种菜地的老年人参加类似蔬菜评比活动,评选出优秀者,在进行物质奖励的同时推广经验,将开心农场打造成现代都市的“世外田园”。另外,观光采摘区种有各种果树,可建立会员制采摘机制,老年人每年缴纳一定的年费,便可定量在园区进行采摘。采摘的新鲜无公害时令水果,可自己食用,也可送给子女。这种形式不仅贴近自然、健康、可持续,迎合了老年人对生态性的要求<sup>[9]</sup>,更通过在整个劳作过程中融入情感和汗水等独特的体验方式,满足了老年人精神和物质需求。

#### 4 小结

新乡县老年颐养观光园规划设计充分考虑项目场地条件,集科技农业、休闲观光、生态养生与休闲体验为“四位一体”,使观光农业与养老基地充分融合在一起。依托观光农业的养老基地不仅保障了老年人健康的饮食来源和优美的居住环境,还为老年人提供了丰富的养生资源以及多彩的休闲体验。

最后,根据新乡县老年颐养观光园的规划设计,对现代观光农业与养老基地结合存在的突出问题给出建议:

1) 发展顺序:观光农业与养老基地为园区两大

主要项目,优先发展哪个更有利于园区的发展是一突出问题。观光农业最大特点是生态、休闲,具有优美的环境和完善的服务设施;养老基地最大特点是服务的需求。建议应先发展观光农业作为基础支撑,其次是养老基地作为形象支撑,实现“共赢”。

2) 医疗问题:基于老年人生理特征,建议园区场地选择在医院或者具有医疗设施场所的附近。新乡县老年颐养观光园场地东南方向原有一所战备医院,在规划中应设计医院通往五星级养老院 A 区和 B 区的专门通道,供突发病情老年人的不备之需。

这样,园区内“以观光农业为根本,以养生养老为提升”的巧妙结合,实现了“老有所养、老有所医、老有所为、老有所学、老有所教、老有所乐”,为新型养老形式提供了借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 明琦翔,庞晓萌,吴晨. 现代农业科技园与养老产业基地有机结合的研究[J]. 学术论坛,2014(2):85-87.
- [2] 王婉飞,王敏娴,周丹. 中国观光农业发展态势[J]. 经济地理,2006(5):854-856.
- [3] 申秋红. 我国人口老龄化现状及对策研究[J]. 科技创新与生产力,2014(7):1-4.
- [4] 明琦翔,庞晓萌,吴晨. 现代农业科技园与养老产业基地有机结合的研究[J]. 学术论坛,2014(2):85-87.
- [5] 中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定[R]. 中国共产党第十八届中央委员会第三次会议,2013.
- [6] 杨博维,薛晓. 我国养老产业发展的思考与对策[J]. 天府新论,2013(1):77-81.
- [7] 夏明,武云霞. 人性化的老年人居住区设计[J]. 青岛理工大学学报,2007(5):48-51.
- [8] 胡焯佳,黄彬. 浙江省丽水市乡村旅游与生态休闲养生养老的研究[J]. 时代经贸,2014(6):321-322.
- [9] 张青,陈月梅. 农业生态体验园项目开发研究——以江宁桃源农业生态体验园为例[J]. 安徽农业科学,2013(2):693-694,697.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.021

# 文化型农业庄园的规划探析

——以昆明市呈贡宝珠梨古树庄园为例

徐晶,关文灵

(云南农业大学园林园艺学院,云南昆明650201)

**摘要:**对文化型农业庄园的文化表达进行探讨,呈贡宝珠梨古树庄园是集农业生产、休闲观光、宝珠梨文化推广为一体的文化观光农业园。提出规划中宝珠梨文化表达的策略,并分别从规划层面和景观设计层面探讨宝珠梨文化表达的途径,认为文化型农业庄园文化的表达是以文化的传承与发展为核心。

**关键词:**宝珠梨文化;文化型农业庄园;规划定位;观光农业;景观设计

中图分类号:S731.7;F323.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0095-04

## Explore and Analysis of Cultured Agricultural Manor Planning

- Taking Baozhu Pear Trees Manor of Chenggong Kunming as a Case

XU Jing, Guan Wenling

(College of Landscape and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** The paper discussed the cultural expression of cultured agricultural manor. Chenggong Baozhu pear trees manor was considered as a cultural sightseeing agricultural park integration of agricultural production, leisure, Baozhu pear cultural promotion. Planning policy of Baozhu pear cultural expression was proposed, and Baozhu pear cultural expressions ways also explored from aspects of planning level and landscape design level. The cultural expression of cultured agricultural manor was the core of cultural heritage and development.

**Key words:** Baozhu pear culture; cultural type; agricultural manor; planning and positioning; sightseeing agriculture; landscape design

### 1 文化型农业庄园的概念和特征

文化型农业庄园是指在农业庄园的设计中将当地特有的传统文化融入农业庄园的规划设计理念当中,建成后的农业庄园具有浓郁的文化色彩,具有一定的文化表达特征,同时对相应文化起到保护和传承的作用。

不同于一般农业庄园,文化型农业庄园的建设是以真实的文化为依托,具有历史性、独特性,需要文化内涵的挖掘和表达<sup>[1]</sup>。是将文化理念贯穿于规划、设计、建设与管理的全过程,促进文化的传承,引导和实现文化型农业庄园的发展。

文化型农业庄园中的文化是以展现当地的人文历史与风土民情为基础,是当地所独具并无法被取

收稿日期:2015-09-23.

作者简介:徐晶(1990-),女,硕士研究生.研究方向:园林规划设计.E-mail:1041387895@qq.com

通信作者:关文灵(1970-),男,博士,教授.研究方向:观赏植物资源及植物造景.

代的特色与文化特性。如何将这些文化特性应用到庄园的规划当中,是本文探讨的主要内容,以呈贡宝珠梨古树庄园为例,对文化型农业庄园的文化表达进行理论探讨和总结。

## 2 宝珠梨古树庄园的规划背景

宝珠梨栽培已有 900 年历史,传为大理国高僧宝珠和尚到鄯阐城(昆明)讲经,从大理带来雪梨树苗,经过与棠梨嫁接培育,形成了优良品种,在历史上曾被冠以“果中君子”、“滇中梨王”的美称,具有果大、形圆、皮薄、肉厚、清香、甜脆、汁多、渣少的独有风味。后人为纪念宝珠和尚,将梨命名为“宝珠梨”。由于品优质佳,曾经作为贡品远赴京都,宝珠梨的产地也因此而得名“呈贡”。2005 年 9 月,“呈贡宝珠梨”在国家工商行政管理总局商标局注册成功,是呈贡区重点打造的五大品牌之一。目前,全区宝珠梨产量 2.3 万 t,产值 7 000 万元,成为农民增收的“摇钱树”,也是呈贡农业经济的主要支柱产业之一。2015 年 8 月 2 日《地理标志产品 呈贡宝珠梨云南省地方标准》通过专家的技术审查,成为昆明市第一个国家地理标志保护产品的省级地方标准。这预示着宝珠梨对于呈贡而言,已不再是一种简单的水果,而是一种文化,更是传承着呈贡历史的物质文化遗产。

随着城市建设的日益频繁,宝珠梨的生长空间受到威胁。2010 年 3 月 26 日 B02 版《高楼大厦逼近“梨园”万溪冲》和 B04 版《如何振兴宝珠梨品牌难有定论》图文报道,266.7 hm<sup>2</sup> 的宝珠梨产地将因城市开发而消失,产量也将由 15 000 t 降至 4 000~5 000 t,宝珠梨的种植地严重减少。

尽管呈贡宝珠梨生产规模在减小,但仍然保留了较大数量的大树、古树资源。2015 年数据调查显示,呈贡宝珠梨种植面积达 1 442.7 hm<sup>2</sup>,百年以上古树有 61 045 株,其中 300 年以上有 20 423 株。而 2007 年 5 月昆明市城市规划区和风景名胜区范围内的古树名木仅有 1 050 株,其中一级保护的古树名木 52 株,中心城区有古树名木 448 株。从以上数据中可知呈贡百年以上宝珠梨的数量较多,饱经风雨沧桑,幸存至今,是昆明市果树资源中的瑰宝,具有浓郁的历史文化价值。因此,对宝珠梨古树进行保护具有重大意义。

呈贡宝珠梨古树庄园占地 233.4 hm<sup>2</sup>,地处云南省昆明市呈贡区廖家营社区,毗邻昆明理工大学呈贡校区与云南民族大学呈贡校区,以“宝珠梨”为

主要产业,是呈贡宝珠梨主要分布地之一,种植规模较大且又连片集中,基地上现有大量的百年古梨树资源。

## 3 宝珠梨古树庄园的规划定位

依托优越的区位条件、优良的生态环境资源和独有的宝珠梨古树资源,将庄园定位为:以宝珠梨古树的保护为前提、梨文化展示体验为内涵、生态环境营造为依托,集农业生产、休闲观光、宝珠梨种植示范、梨种质资源保存、宝珠梨文化推广为一体的主题文化观光农业园。

## 4 宝珠梨文化的规划表达

### 4.1 表达策略

#### 4.1.1 以宝珠梨古树保护为基础

庄园基地上有上百株百年古梨树,这是不可复制的宝贵资源。充分利用现有条件,采取有效保护措施对宝珠梨古树加以保护,对树势衰弱的植株加以复壮,这是保护和发掘宝珠梨文化的基础,是本庄园的立园之本。

#### 4.1.2 以景观要素为文化表达载体

通过景观要素对宝珠梨文化进行合理表达。庄园规划设计以保护和传承梨文化为目的,通过梨文化的物态化表达,将梨花、梨果、梨枝融入到景观元素中,将宝珠梨的历史由来进行故事性的景观表达。

#### 4.1.3 与现代科学技术相结合,让“宝珠梨品牌”焕发新生

通过现代科学技术提升宝珠梨的果品品质和种植质量。通过农产品的研发、形成初级加工和深加工,生产独具特色的产品,打造形成云南省的知名农产品品牌。在种植上运用最新的栽培技术,如树体接合法:形成直线化果树树体管理,实现效率化和简易化,提前一半时间达到设计产量,加快宝珠梨品牌的推广。

### 4.2 表达途径

#### 4.2.1 景点的命名

景点的命名是一大文化亮点,其中:宝珠源、寻甘园、听雪台、梨梦谷、梨梦泽等以文字线索的形式,紧扣宝珠梨文化主题。从宝珠梨的历史典故、宝珠梨自身的特点及呈现的景观等多个角度出发,将这些文化信息以最精炼的名词提炼出来,作为景点名。如寻甘园:从历史典故出发,寻甘意喻宝珠和尚为“寻找甘甜”,是对梨品种的探究,并赞美这种“为众

人寻甘”的奉献精神 and 探索创新精神。听雪台、梨梦谷、梨梦泽的取名源自梨花所呈现的景观如雪、如谷、如泽一般而取名。充满了梨文化气息,吸引游人注意,激起人们的游览欲望以深入其中一探究竟。

#### 4.2.2 文化活动的参与体验

最有效的文化表达方式即为文化活动的参与。庄园的文化活动包括宝珠梨的采摘和品尝、梨的DIY制作、梨酒的酿制、梨盆景的制作、宝珠梨“认养”种植模式的体验、梨诗词的阅读体验等。让游客在参与体验之中获悉文化,领会文化<sup>[2]</sup>。

#### 4.2.3 植物种植规划

植物配置上为体现庄园的主题思想,以梨树为基调树种,配以其它观花、观果植物,如云南樱花、冬樱花、紫薇、桃、樱桃、李等,形成四季有花、四季有果的景观。对不同的空间环境以不同的配置手法,营造不同形式和风格的梨景观。在行道树的配置上以宝珠梨、棠梨和云南樟为主;在接待服务区以梨盆景为主附以其它特色盆景;在梨文化体验区除了传统的片植梨树外,也采用先进的栽培技术——树体接合法,呈现直线状的梨树景观(图1)。创造富有地方特色和场地特色的植物空间,让游客“观”出特色,“赏”出文化。



图1 树体接合法景观

Fig. 1 Tree bonding landscape

## 5 宝珠梨文化的景观设计表达

### 5.1 入口景观设计

在景点宝珠源入口处采用直接的表达手法,以宝珠梨为元素进行景观营造,为增加景观的丰富性,并从梨本身的特点出发,即水分充足,从而营造动态水景。形成“源头活水”景观,寓意宝珠梨为该农庄发展的源泉和动力,形象地表达了主题(图2)。达

到由“景”入“境”再到生“情”的体会过程。



图2 宝珠源入口景观

Fig. 2 Treasure strain source inlet landscape

### 5.2 主题文化广场设计

在梨文化体验区的入口处设计小型的宝珠梨文化广场,展示宝珠梨历史文化,以宝珠梨的历史由来为设计导向。其中文化景观墙的设计,以最直接的方式展现文化;中间的圆形区域,以置石和水组成小型景观,其中置石高低不同,错落有致,暗喻宝珠和尚从大理到呈贡途中的跋山涉水过程;广场中心铺装采用梨花的图案,进一步物化宝珠梨文化(图3)。该广场也作为游客品尝宝珠梨和举办活动之地,使游客体验由“观”到“品”再到“悟”的感受过程<sup>[3-4]</sup>。

### 5.3 景观小品设计

提取与梨相关的元素,并融入景观小品中,同时结合场地和空间布局,营造极具文化氛围的环境<sup>[5]</sup>。如在梨文化体验区设计嫁接式的木桩小品,表达宝珠梨的由来,即大理雪梨和棠梨嫁接而成,以及嫁接成功后的宝珠梨给呈贡人们带来的丰收和喜悦的景观小品(图4)。在其它区域有孔融让梨的雕塑、农耕文化的雕塑以及提取梨树的树枝为景观元素的标识牌等(图5)。从细节上体现庄园的梨文化,使游客更好地体验文化与景观的融合。

## 6 讨论

在呈贡宝珠梨古树庄园中宝珠梨文化内涵即为宝珠梨的历史文化(宝珠梨的历史由来、因宝珠梨而得名“呈贡”、宝珠梨悠久的栽培历史),是精神层面的表达,但通过物态化来实现,而物态化的表达主要体现在规划和景观设计层面。达到精神层面和物质层面的融合,从而推广和保护宝珠梨,使其长久

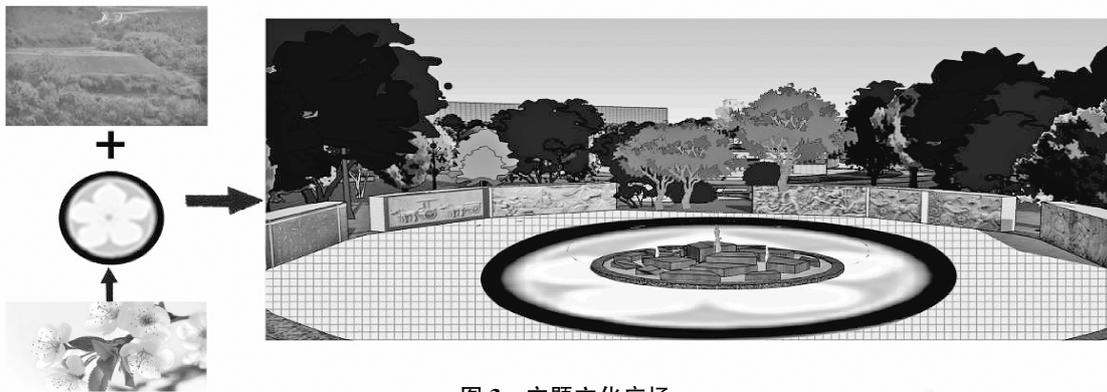


图 3 主题文化广场

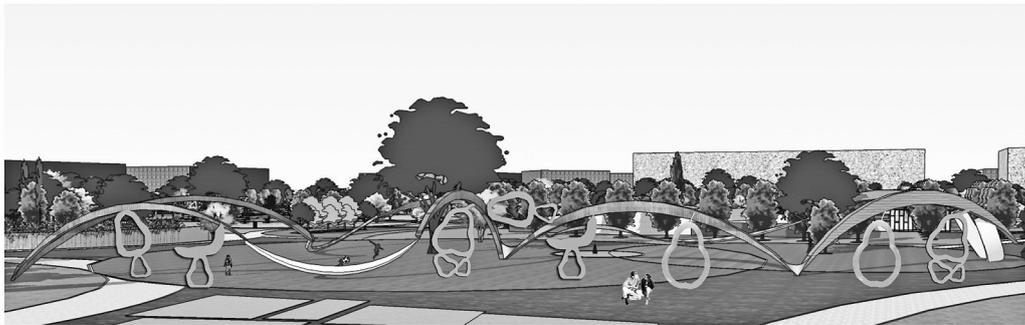


图 4 景观小品

Fig. 4 Landscape sketch

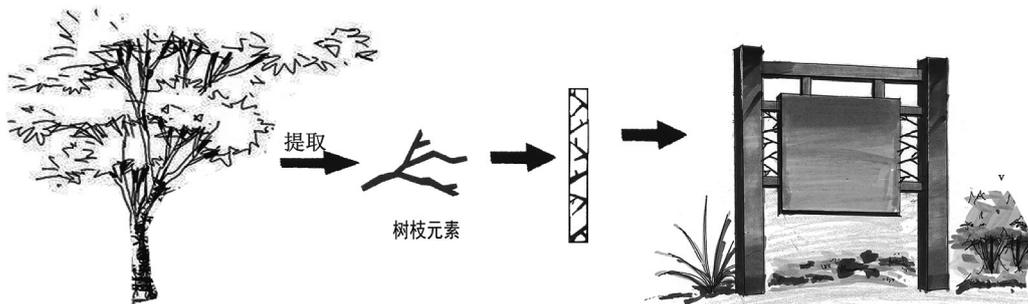


图 5 标识牌

Fig. 5 Signboard

化、稳定化、普及化和传承化。

文化型农业庄园是文化的显形集聚,在此基础上如何使文化型农业庄园形成文化的隐形集聚的内涵式开发,是文化型农业庄园成败的关键之一。因此,在文化型农业庄园文化的表达中应注意以下几方面:

- 1) 明确文化型农业庄园的文化特色,树立文化品牌形象;
- 2) 对文化型农业庄园的文化进行规划及景观层面上的表达<sup>[7-9]</sup>,同时注重现代科技和推陈出新;
- 3) 在文化的表达中始终做到以文化的传承和

发展为核心。

参考文献:

- [1] 黄灏峰. 文化型公园规划建设探析—以北京大兴枣林公园为例[J]. 中国园林, 2013(11):109-111.
- [2] 黄佳乐. 文化型农业观光园的文化主题表达研究—以重庆市巴克斯葡萄公园为例[J]. 山东林业科技, 2010(1):65-68.
- [3] 王浩, 马蕊. 主题与表达[J]. 中国园林, 2008(4):35-38.

(下转第 156 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.022

## 资源节约型高速公路互通区建设初探

张国育<sup>1</sup>, 吕若冰<sup>2</sup>, 雷雅凯<sup>2</sup>, 田国行<sup>2</sup>

(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:**结合高速公路互通立交区现状,对雨水资源利用、土地资源节约、能源节约等从下凹式绿地的应用、对非工程用地的利用、节约型植物群落配置、节约照明装置等几个方面着手,对建设资源节约型高速公路互通区提出一些意见并寻找节约、集约使用高速公路资源的可能性。

**关键词:**资源节约;互通区;高速公路;能源植物;群落配置;节能照明

中图分类号:U412.366;X24 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0099-05

## Research in Resource-saving Expressway Interchange Zone Construction

ZHANG Guoyu<sup>1</sup>, LV Ruobing<sup>2</sup>, LEI Yakai<sup>2</sup>, TIAN Guohang<sup>2</sup>

(1. Henan Expressway Development Co., Ltd., Zhengzhou 450016, China;  
2. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Based on the status of expressway Interchange zone, the resource-saving of rainwater resource utilization, land resource conservation, energy conservation, etc. have been introduced in this paper from several aspects of sunken green space application, non-project land use, saving type plant community configuration, energy saving lighting device and so on. Moreover, the paper also made some comments on the construction of resource-saving expressway interchange zone, and carried out the possibility of intensive use of highway resources.

**Key words:** resource-saving; interchange zone; expressway; energy plant; community configuration; energy saving lighting device

中国高速公路发展迅速,在2011年底跃居世界第二位,仅次于美国的10万km,其发展的速度与取得的成就甚至超过了许多发达国家。但是高速公路迅猛发展,给社会带来巨大经济效益的同时,也造成了公路对沿途资源的破坏。由于高速公路跨度大、总里程数长,加速了土地资源的消耗,让土地矛盾日益突出。同时,维持高速公路正常运转所需的资源也是一笔不菲的支出。国内一些学者从多个方面进

行研究,尝试降低高速公路的能耗与占地来节约有限的资源。李霞在《高速公路节地关键技术及节地效果综合评价》中分析了高速公路占地特征及影响因素,并提出了低路堤建设等解决方案<sup>[1]</sup>。王慧等人在《关于高速公路互通式立体交叉区土地利用的探讨》中提出互通区的非工程用地经过简单改造,转包给私人当做耕地充分利用,以获得绿量和经济效益。<sup>[2]</sup>孟瑞芳在《高速公路匝道周边空间景观

收稿日期:2015-08-20.

项目编号:2013J49,2014Z06,142107000101,31470029.

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。

的设计研究》中提到,对互通区取土坑形成的湿地进行改造利用以获取经济效益与生态效益<sup>[3]</sup>。嘉兴市交通投资集团有限责任公司对杭浦、申嘉湖高速沿线的 8 个互通区进行改造,培育互通枢纽区碳汇林来获得较大的综合效益<sup>[4]</sup>。

随着海绵城市研究的发展,有关高速公路雨水利用方面研究也逐渐增多,如曹广伟等人在《干旱区公路互通区雨水利用技术研究》中阐述了关于互通区雨水收集结合抗旱乡土植物建设节水互通区的设计<sup>[5]</sup>。黄焕存在《高速公路循环水利用系统关键技术研究》中阐述了用边沟、碎落台,遥感技术配合水泵对高速公路的中分带进行滴灌的构想,解决人工灌溉费时、费力、费水的问题<sup>[6]</sup>。但是这些研究相对杂乱,大多只着眼于某一项资源的节约而缺乏对互通整体的把握,树种的选择、立地条件的改良与植被的维护才是互通景观的核心内容。

## 1 互通区的现状

以河南省为例,省内具有一定规模的互通区共 59 个,数量多也意味着问题多。由于远离城市,高速公路难以实现频繁的养护,据了解,连霍、沪陕等高速互通区大多建成 10 年以上,植物配置较为随意,没有考虑高速公路恶劣的生长环境与难于维护的条件,植物种类也较为单一。正常的维护仅限于入冬前的封冻水和次年 3、4 月份的返青水。低频率的养护难以维持互通区良好的景观特征,更难以达到规定中二级绿化养护的标准。

由于地形、土壤、植被、气候、污染条件的不同,

互通区群落从树种单一、缺乏层次、景观效果不佳,到立地环境差、植被难以存活,面临着不同的问题。甚至出现“一年绿,两年黄,三年枯,四年死”的现象,导致植被反复种植,浪费人力与财力。建设节水节能,低养护高产出的节约型高速公路互通区作为一个亟待解决的问题开始被人们重视。

## 2 资源节约型互通区的建设

### 2.1 下凹式绿地在互通区的应用

#### 2.1.1 概念与功能

下凹式绿地多应用于城市,是通过较低的高程来帮助雨水的汇集,其良好的透水性,对于雨水污染物的净化作用、雨水再利用功能以及接近普通绿建设的费用,使得下凹式绿地能够改善城市环境,补充地下水,缓解城市滞洪污染等环境问题。与城市一样,互通区同样面临着排水的问题。雨水长时间的浸泡会损毁路基,影响高速公路的行车安全。而相比高速公路,城市绿地的雨水收集研究较为成熟,经过简单的调整就能应用于高速公路。

#### 2.1.2 滞洪作用

下凹式绿地较低的高程可以引导雨水汇集,再由渗入土壤或渗透渠的方式来储存雨水,用于干旱时期的绿化。下凹式绿地的溢水口通常略高于绿地,用以排出超出设计控制量的雨水,以保护凹地内的植物,起到良好的蓄渗效果。下凹式绿地滞洪功能与绿地覆盖率、下凹深度以及土壤的渗透率有直接关系。在适宜的绿地土壤入渗速率( $5.0 \times 10^{-7} \text{ m/s} \sim 5.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ )条件下,对于 0.5 年一遇设



图 1 互通区现状

Fig. 1 Interchange area situation

计暴雨,在 1 h 的蓄渗时间内,占总面积 10% 的下凹式绿地,在下凹深度为 0.1 m 时可以蓄渗 42% ~ 89% 的雨水径流,而当下凹深度达到 0.3 m 时则可全部蓄渗<sup>[7]</sup>。显著地削减洪峰到来时间与洪峰径流量,减轻径流峰值时排水系统的压力,甚至做到雨水的“零排放”。

2.1.3 节约浇灌用水

缺水省份如河南,人均水资源拥有量仅为全国

平均水平的 1/5。7—9 月 3 个月份降雨充沛,占全年降雨量的一半以上,而这充沛的雨水资源被人们当做负担,在付出一笔不菲的净化费用后尽数排干,与人毫无益处。

而下凹式绿地可以对雨水进行有效利用。雨水在地势的引导下慢慢汇集在绿地中,降低互通区的洪涝灾害,增加水的入渗量,有利于水循环的平衡。经绿地蓄渗,多余的雨水径流才能从雨水口经管道



图 2 下凹式绿地示意图

Fig. 2 Concave green land diagram

收集排走,节约了绿地浇灌的用水量,也缓解了洪峰来临时排水系统的压力。

2.1.4 削减径流污染物

下凹式绿地在蓄存雨水的同时,对于公路径流中的污染物也有很好的净化作用。公路径流中主要污染物是 TSS、TN、TP 以及 Zn、Cu、Pb、Cd 等,大多来源于制作车辆的材料与农田施用的化肥与农药。而下凹式绿地对大部分的污染物有很明显的削减作用。黄民生等人在东北师范大学曾做过关于下凹式绿地净化地表径流的实验。实验表明,生物滞留系统通过植物和土壤的吸附、过滤、降解等作用对地表径流污染物的削减作用显著,与普通绿地相比,雨水径流中 Cu 的去除增加了 88%,总悬浮物(ss)的去除增长 56%,削减污染物的效果显著<sup>[8]</sup>。

2.2 对于非工程用地的利用

2.2.1 非工程用地

互通式立体交叉有单喇叭、双喇叭“部分苜蓿叶”半定向型,“全苜蓿叶”定向型、组合型等。按照用途可分为路桥占用的工程用地以及非工程用地(主要指附近绿化)。王慧等人对于互通区的用地情况做过详细研究,发现互通区通常有 13% ~ 24% 不等的非工程用地<sup>[2]</sup>,具有极大的开发潜力,这些非工程用地的合理利用对于节约利用高速公路建设用地具有重要意义。

2.2.2 互通区非工程用地的利用潜力

互通区的非工程用地被高速公路环绕而相对封

闭,占地面积不等,有较为完善的排水设施,同时互通区非工程用地的绿化景观对于土壤的改良作用,一定程度上修复了高速公路建设时期施工对土壤的破坏。但考虑到高速公路严重的污染和瘠薄干旱的土壤,对于普通的经济作物的生长仍然面临很大问题。

2.2.3 能源植物的应用

能源植物是指直接用于提供能源为目的的植物,通常包括速生薪炭林,含糖或淀粉的植物,能榨油或产油的植物,可供厌氧发酵用的藻类和其他植物等(表 1)。通过对生物质进行加工来得到清洁能源,从而替代煤炭、石油和天然气等石化燃料,保护国家能源资源,减轻能源消费对环境造成的污染。

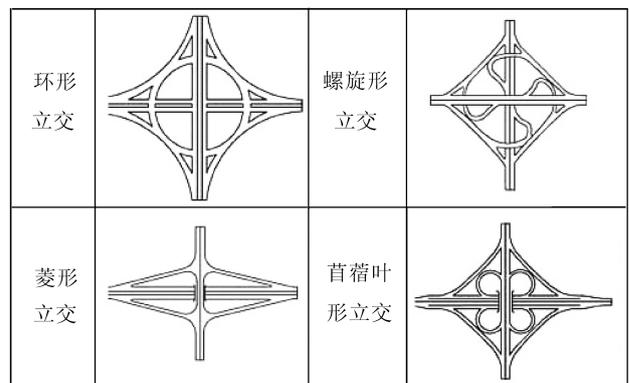


图 3 几种互通区的基本类型

Fig. 3 Several basic types of interworking area

表 1 耐干旱能源植物  
Tab. 1 Drought-resistant energy plant

名称	科、属	形态	用途	备注
柳树	杨柳科, 柳属	灌木或乔木	生物乙醇、柴油	
杨树	杨柳科, 杨属	乔木	生物乙醇	
刺槐	蝶形花科, 刺槐属	乔木	汽油	
白沙蒿	菊科, 向日葵属	灌木	柴油	
菊芋	菊科, 向日葵属	草本	生物乙醇	
黄连木	漆树科, 黄连木属	乔木	柴油	
杂交狼尾草	禾本科, 狼尾草属	草本	柴油	北方不能越冬
蓖麻	大戟科, 蓖麻属	草本、灌木或乔木	柴油	

针对类似高速公路这样贫瘠干旱的环境,可以借鉴一些学者对于荒山、旱地、废弃地等非粮食生产土地的利用,选择适当的能源植物进行规模化种植,在保障能源安全的同时充分利用土地资源。

在互通区非工程用地绿化树种选择上,柳树、杨树、刺槐、白沙蒿、菊芋、黄连木、杂交狼尾草等常用能源植物,对于干旱贫瘠的生长环境有非常强的适应性,满足高速公路绿色防护体系对于绿量的需求,起到生态防护的作用<sup>[9-10]</sup>。同时在不需人工养护的情况下产出绿色能源,对于减轻环境污染,减缓全球气候变暖,维持生物多样性,防止干旱地区生态退化具有重大意义。

以黄连木为例,幼树 3 年后即可开花结果。当胸径达到 15 cm 后,株年产果 50~75 kg,胸径 30 cm 时,年产果 100~150 kg。丰产期年产种子量可达到 7 500 kg/hm<sup>2</sup>,按目前的每 2.5 kg 种子生产 1 kg 生物柴油计,每年可加工生产生物柴油 3 000 kg/hm<sup>2</sup>,按照目前柴油 5 520 元/t 计算,每年可以创造出 1.656 万元的价值<sup>[11]</sup>。如互通区非工程用地有 6.7 hm<sup>2</sup> 用于种植能源植物,则理论上年收益在 11 万元左右,有着非常良好的种植前景。

### 2.3 节约型植物群落配置与结构

选择适宜的植物种类以及适宜种植方式可以有效地降低维护中资源的耗费,建设节约型的互通群落景观。

#### 2.3.1 植物选择

1) 乡土植物:乡土植物是经过长期的自然选择,对某一地区的气候、土壤、降水条件相适应的植物,具有安全、适应性强、抗逆性强的特点。应用乡土植物的互通区可以明显降低养护的强度与频率,节约高速公路运营中的开销。由于不受制于立地条

件,同等条件下乡土植物的景观效果也要优于外来树种,形成具有地方特色的互通景观,展现地域文化。

2) 耐旱植物:垂柳、雪松等耐旱植物根系发达,相对更为适宜高速公路干旱的生长环境。发达的根系能从土壤深层汲取水分,节水的同时也有利于水土保持。

3) 野生植物:在互通、边坡修建完成后的一段时间,经常会有野生植物种子通过各种方式在此定居。然而高速公路上并没有杂草,能够在此定居的植物就是最好的自然植物材料。和乡土植物一样,野生植物同样具有低养护、低投入的特点,具有可持续发展的特征。

#### 2.3.2 群落配置优化

在进行植物配置时,应以乔木、灌木为主体来构建乔灌草结合的复层结构,模拟自然植物群落。每种植物在生态系统中所占的地位、所起的作用各有不同,占据这群落的不同层次。将乔、灌、草植物搭配种植,可以充分利用生长空间来提高叶面系数,增大对雨水的截流量,降低雨水到达地面时具有的能量,提高雨水的就地入渗量来削弱地表径流量。此外,复层式配置提高了单位绿地面积植物的多样性,避免了景观效果单调,有利于创造多种多样的生境和绿地生态系统,形成群落自肥的良性循环机制,从而减少维护造成的资源消耗,降低了绿地维护管理费用<sup>[12]</sup>。

#### 2.4 节能照明装置

根据《高速公路照明标准》,公路照明灯比汽车前灯发现障碍物的概率要高,同时公路照明灯在视线广度、视线的清晰度和视线的诱导效果上都要好一些。所以公路最好在运输繁忙和重要的路段内配

置路灯,改善交通环境,保障行车安全。因此照明设施也是高速公路重要的一部分。

LED 灯的出现让灯具进入了一个新的领域。传统的高压钠灯的效率只相当于 LED 灯的 50%,而且照明持续性非常不好。钠灯在工作状态下,灯具腔体内的温度要超过 150℃,在非工作状态下会由于负压吸进去非常多的灰尘和昆虫而影响出光效果<sup>[13-14]</sup>;钠灯光源中含 Hg、Na,相对于 LED 寿命短,报废后对环境污染较大,而 LED 不含这些有害

物质。

因此,无论从节能还是环保的角度,LED 灯都要优于传统的高压钠灯,更适合于建设当代的节能高速公路。陕西、甘肃等地曾就部分路段实行 LED 灯改造工程项目以获得节能稳定的照明目标。另外,也有 LED 灯与太阳能相结合的路灯,作为一种清洁能源的路灯。相比传统路灯节约电能,不需要铺设和检修复杂的线路,相比传统的高压钠灯有明显的优势。

表 2 公路照明标准推荐值

Tab. 2 Recommended values of road lighting standards

照明区域	亮度			照度		眩光限制	诱导性
	平均路面亮度 Lav Cd/m <sup>2</sup>	总均匀度 Lmin/Lav	纵向均匀度 Lmin/max	平均照度 Eav lx			
路 段	高速公路	1.5~2	0.3	0.7	20~30	6	很好
	一级公路	1.5~2	0.4	0.6	20~30	5	好
特殊 部位	主路 2			0.7	主路 30		
	立体交叉口	匝道 1	0.5	0.7	匝道 15	5	好
	平面交叉口	1.5~2	0.3	0.6	20~30	6	很好
	特大型桥梁	1.5~3.5	0.5~0.7	0.7	15~50	5	很好
	收费站广场	2~5	0.4	0.6	20~50	5	好
	进出口	0.5~2	0.3	0.6	10~30	5	好
相关 场所	服务区	0.5~1.5	0.3	0.5	10~20	5	好
	养护区	0.5~1.5	0.3	0.5	10~20	5	好
	停车场	1~2	0.3	0.5	15~30	5	一般

注:表中各项数值适用于干燥路面

### 3 结语

本文对高速公路互通立交区的节能潜力做了简要分析,初步探讨了互通区面临的问题并给出了意见。正如文中开头所提到的,快速发展的高速公路给生态环境带来了很大影响,我国虽然已认识到了这一问题,但当两者发生矛盾时,仍然会牺牲生态环境来换取短暂的经济效益。这就是一个思想先导的问题。在进行高速公路景观规划设计时,应用现代景观规划设计思想理论,将生态放在首要位置。经过生物措施结合施工措施完成节约型改造,高速公路正常运行维护所消耗的能量大幅降低,这也是构建两型高速公路的关键。

成功的节约型互通区能给高速公路带来生态环境与经济收益的双丰收,能改善沿途居民的人居环

境与生活水平。因此,越来越多的学者意识到高速公路的节能潜力,但国内关于高速公路尤其是互通区利用的研究大多还处于初始阶段,没有形成一个完整的理论体系,大多局限于从某一角度或针对某一地区进行的实验研究,系统地推广需要进行更深入的研究探索。

### 参考文献:

- [1] 李霞. 高速公路节地关键技术及节地效果综合评价[D]. 西安:长安大学,2013.
- [2] 王慧,荣泽华. 关于高速公路互通式立体交叉区土地利用的探讨[J]. 黑龙江交通科技,2013(6):78,80.
- [3] 孟瑞芳. 高速公路匝道周边空间景观的设计研究[D]. 孟州市:孟州大学,2007.

(下转第 156 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.023

## 青海省国有林场改革思路探讨

刘义华<sup>1</sup>, 卜静<sup>1</sup>, 夏吾拉太<sup>2</sup>

(1. 国家林业局西北林业调查规划设计院, 陕西 西安 710048;

2. 同仁县林业技术推广中心, 青海 同仁 811300)

**摘要:**介绍青海省国有林场分布、森林资源等特点,对扶持政策不完善、组织机构不健全、管理制度薄弱、基础设施落后等林场经营管理及发展中存在的问题进行分析。藉此提出强化国有林场公益性,合理核定编制,改革管理体制及经营机制,调整产业结构,改善民生条件等改革思路。

**关键词:**国有林场;改革思路;管理体制;经营机制;产业结构调整;青海省

中图分类号:S757.42;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2015)05-0104-04

## Reform Ideas of Qinghai State-owned Forest Farm

LIU Yihua<sup>1</sup>, BU Jing<sup>1</sup>, XIA Wulatai<sup>2</sup>

(1. Northwest Institute of Forest Inventory and Planning, SFA, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2. Qinghai Provincial Forestry Technology Promotion Center, Tongren 811300, Qinghai, China)

**Abstract:** The paper introduces the status and distribution characteristics of state-owned forest farms in Qinghai Province, analyzes the existing problems in the reform and development of state-owned forest farm, such as unsound supportive policy, imperfect organization, feeble management system, backward infrastructure. The countermeasures for reform and development of state-owned forest farms e. g. rational ratification compile, reform management system, readjusting industrial structure and improving people's livelihood, also have been put forward.

**Key words:** state-owned forest farm; reform thinking; management system; operation mechanism; industrial structure adjustment; Qinghai Province

国有林场是国家设立的林业事业单位,担负着培育保护和经营管理国有森林资源的重任,在林业生态建设中占有极其重要地位。青海省国有林场总数为102个,其中省林业厅直属林场5个,省监狱局直属林场1个,市州直属林场8个,县直属林场88个。按供给关系分,财政全额拨款99个,事业单位企业管理1个,自收自支1个,农场模式管理1个。国有林场职工总数3633人,其中在职职工2919人(国有林场人员编制2283人),离退休714人。

在职职工中中专(高中)学历人员976人,占33.4%;大专及以上学历人员1385人,占47.4%;女职工677人,占22.8%。全省有8个林场无编制。林场总经营面积640.72万 $\text{hm}^2$ ,平均森林覆盖率达48.33%。多年来国有林场在改善生态环境方面发挥了巨大作用,取得了良好的生态、社会和经济效益。要使国有林场能更好更快地发展,改革势在必行。

收稿日期:2015-07-03.

作者简介:刘义华(1984-),男,湖北孝感人,工程师.主要从事森林资源监测以及林业信息化建设工作.

## 1 国有林场分布特点

青海省国有林场大体上依天然乔木林分布而设。天然乔木林集中分布在省域东南缘与甘肃、四川、西藏交界处,由东向西呈新月形圆弧断续分布,大小90余块。同时,这些地区也是长江、黄河、澜沧江源头地区,地形复杂,多高山峡谷地段。省内主要天然林区均有国有林场(局)保护管理,国有林场是全省森林资源保护和经营的主力军。

根据青海省地质地貌、气候、森林植被特点等情况,将全省划分为6个区域,分别是祁连山区、黄土高原丘陵区、柴达木盆地、共和盆地、青海湖盆地和三江源区。

### 1.1 祁连山区

1) 区域范围:包括海北州的祁连县和门源县2个完整县。

2) 林场个数及分布:该区域内共分布3个国有林场,分别为祁连县林场、门源县仙米林场和浩门林场。

3) 森林资源状况:天然林资源和灌木林资源丰富,森林蓄积量为6 380 818.2 m<sup>3</sup>,其中天然林蓄积6 345 760.1 m<sup>3</sup>,人工林蓄积35 058.1 m<sup>3</sup>。该区林场的主要任务是以祁连山水源涵养区生态环境综合治理为重点,保护天然林资源,突出水土流失综合治理和退化林分修复,提高森林覆盖率;建设以林草植被为主,布局合理、结构稳定、功能完善的防护林体系;加强区域内的保护区建设,保护野生动植物和河源湿地。

### 1.2 黄土高原丘陵区

1) 区域范围:包括西宁市、海东市全部完整县(区),黄南州的尖扎1个完整县和同仁县的7个乡镇,海南州贵德县的9个乡镇。

2) 林场个数及分布:该区域共有47个林场,其中西宁市14个林场,海东地区29个林场,黄南州2个林场,海南州2个林场。

3) 森林资源状况:森林蓄积量为10 997 064.9 m<sup>3</sup>,其中天然林蓄积10 489 973.7 m<sup>3</sup>,人工林蓄积507 091.2 m<sup>3</sup>。黄土高原丘陵区域内分布的林场数量最多,建设重点是保护好现有的森林资源,对区域内的宜林地进行人工造林和封山育林,提高其保持水土和涵养水源的功能。

### 1.3 柴达木盆地

1) 区域范围:包括海西州的茫崖、大柴旦、冷湖、格尔木、都兰县、乌兰县、德令哈市7个完整县

(市、行委)。

2) 林场个数:该区域内分布有5个林场。

3) 森林资源状况:主要以灌木林为主,还有少量的乔木林,森林蓄积量为1 378 767.8 m<sup>3</sup>,其中天然林蓄积1 146 680.8 m<sup>3</sup>,人工林蓄积232 087.0 m<sup>3</sup>。区域林场的主要任务是保护和扩大沙区林草植被。重点治理城镇、农场周围沙漠化土地,发展绿洲林业,改善生态环境。

### 1.4 共和盆地

1) 区域范围:包括海南州贵南县的5个乡镇(镇),共和县的8个乡镇(镇),贵德县的3个乡镇(镇),兴海县的河卡镇。

2) 林场个数:该区域内分布有9个林场。

3) 森林资源状况:以灌木林资源为主,零星分布有少量的乔木林。林场的主要任务是通过人工造林、沙漠化治理、湿地保护等措施,恢复共和盆地草本植被,遏制共和盆地生态环境恶化状况。

### 1.5 青海湖盆地

1) 区域范围:包括海北州刚察县、海晏县2个完整县,海西州天峻县1个完整县,以及海南州共和县的4个乡镇。

2) 林场个数及分布:区域共有3个林场,分别为天峻县生格林场,海晏县林场和刚察县林场。

3) 森林资源状况:森林资源以天然灌木林为主,零星分布有少量的乔木林。乔木林主要是人工林。区域主要围绕青海湖流域生态环境保护与综合治理工程、自然保护区建设为重点,通过流域生态综合治理措施,恢复林草植被,防治荒漠化,稳定并逐步增加青海湖水量,初步遏制青海湖流域生态环境恶化趋势。

### 1.6 三江源区

1) 区域范围:包括完整的玉树州和果洛州2个州,海南州的同德县1个完整县,黄南州的泽库县、河南县2个完整县和同仁县的5个乡镇(镇)、兴海县的8个乡镇(镇)、贵南县的塔秀乡。

2) 林场个数及分布:该区域内分布有35个林场,其中果洛州12个林场,玉树州9个林场,海南州4个林场,黄南州10个林场。

3) 森林资源状况:该区域的乔木林主要分布在玛可河一带,其他地区以灌木林为主。区域内的乔木林总面积7 047 hm<sup>2</sup>,灌木林面积2.04万hm<sup>2</sup>。森林蓄积量21 318 902.8 m<sup>3</sup>,其中天然林蓄积21 293 136.8 m<sup>3</sup>,人工林蓄积为25 766.0 m<sup>3</sup>。林场的主要任务就是保护好现有天然林资源,增强森林

植被的蓄水保土功能,通过封山育林、退牧还草、沙化土地治理、湿地保护和恢复等措施,使其高原湿地生态系统、高寒生态系统和野生动植物得到充分保护。

## 2 存在的问题

青海省国有林场是新中国成立后陆续建立起来的,经过多年发展,青海省国有林场从 20 世纪 50 年代东部农业区 8 个县初步设立,到目前已建立 102 个,遍布全省各地林区,承担着保护和培育森林资源的重大职责,管理着全省森林资源的主体,特别是乔木林资源。但林场大多分布在江河源头偏远落后地区或水土流失区和风沙前沿区,受诸多因素的限制,林场经济活力不强,许多林场除承担森林管护工作外,经营领域尚属空白,现行的管理体制、经营机制还不能满足现代国有林场发展的新形势、新要求。

### 2.1 扶持政策不完善

林场基础设施建设、林下资源利用、林区经济开发缺乏资金和项目扶持,因此,国有林场的生产经营活动还只是停留在单一的护林工作上,经营领域基本属于空白,发展门路也很狭窄,经济活力不强。

### 2.2 组织机构不健全

青海省部分新建的国有林场与林业站合设,存在有批复无编制,“两块牌子,一套人马”合署办公、兼职办公的情况。专业技术人员缺乏,在很大程度上影响了林场正常工作的有序开展,难以承担森林管护以及森林防火等管理任务。

### 2.3 新成立林场界限、经营面积不明确

天保工程实施以来成立的国有林场普遍没有政府批复确定经营面积及四周界限,林场管辖面积、权属在林改时除少数由以前乡政府及村委会管辖的集体林外,大部分林地为群众所有。

### 2.4 新增林场岗位设置不规范

编委在批复机构时只批复成立机构,人员从内部调剂解决,各县林场编制被占用,借调现象普遍存在,致使林场人事管理不到位。

### 2.5 林场管理制度薄弱

国有林场大多地处偏远地区,信息较为闭塞,致使职工的思想观念比较陈旧,市场经济意识不强,知识结构与当前形势和发展的要求还有很大差距,林场职工普遍存在着“坐、等、靠”的思想,干部职工能上不能下。同时,林场未建立起事业单位以聘用制和岗位管理的人事管理制度和以岗位绩效工资为基础的收入分配制度,收入没有与工资挂钩,没有体现

“按劳分配”原则,难以调动职工的工作积极性。

## 2.6 林场基础设施落后

国有林场的水、电、路、办公用房、交通通讯等基础设施十分落后。新成立的 11 个林场还没有单独办公场所。大部分林场由于建场较早,林区管护房修建比较简陋,部分已废弃。全省 300 多个管护站由于地处偏远等原因,存在用水、用电和通讯困难,生产生活困难。许多国有林场交通条件差,林区便道荷载和安全性不能满足生产经营需要。营林基础设施设备的欠缺和落后,影响了森林资源经营和保护管理工作的开展,严重制约着国有林场的发展。

## 3 改革思路

### 3.1 强化国有林场公益性,合理核定编制

按照《中共中央国务院关于加快林业发展的决定》、《中共中央国务院关于分类推进事业单位改革的指导意见》精神,进一步强化国有林场的生态地位和作用,将国有林场定为从事生态公益服务的事业单位。结合实际情况,积极向各级政府申请解决编制不到位的问题,合理核定事业编制。生态公益型林场要严格按事业单位管理,实行以聘用制和岗位管理制度为主要内容的事业单位人事管理制度改革和以岗位绩效工资为基础的收入分配制度改革,实行以岗位、绩效工资为主体的工资分配制度,以岗定薪、岗变薪变,实行动态管理,确保林业管理人员和技术骨干不流失。林场内部按照精简、高效、协调的原则,科学设置岗位,生产人员实行劳动合同制。明确职责,实行竞聘上岗、择优聘用、以岗定酬、实名制管理,建立权责利相统一,管人、管事、管资产相结合的国有林场管理体制。特别是将无编制的林场核定为事业单位编制。

### 3.2 构建现代国有林场管理体制新模式,创新经营机制

对林场所办的多种经营项目、商品林及苗圃、经济林等实行产权制度改革。稳定所有权,放活使用权和经营权,创新经营机制,调动广大职工的积极性,采取承包、租赁、合作、股份制等多种形式落实经营主体,使森林资源既得到有效保护,又能确保经营者自主经营并获得应有的收益。严格落实“收支两条线”的财务管理制度,充分利用森林资源发展森林旅游、特色养殖、生态食品等特色生态产业,发展多元化经营,积极培育和发展特色生态产业,增强林场经济实力。

### 3.3 调整产业结构,提高国有林场自身效益

1)积极探索公益林经营模式。在确保不降低防护功能前提下适度抚育和改造,以提高生长量,稳定林分结构。

2)调整产业结构,按不同的区域特点发展特色产业。在保护好森林资源的前提下,根据林场自身资源优势,发展林下经济,积极发展苗木、森林旅游等新兴产业,培养新的经济增长点。加大森林旅游资源开发力度,发展农家乐餐饮、娱乐、住宿等服务业,满足人民群众多样化的旅游、休闲消费需求,拓宽增收来源。

①江河源区:充分发挥该地区生产环境洁净、水质好、无污染的优势,重点发展藏茶、藏药种植业和具有高原自然风光与民族风情的旅游业。

②东部黄土丘陵区:区内山川相间,相对高差较大,气温、降水随地形而变化,形成不同的农、牧、林生产环境。该区重点加强苗圃基地建设,发展特色林下种植业和经济林。

③环青海湖区:青海湖为中国最大的咸水湖,为了保护这块湿地建立了青海湖国家级自然保护区,除保护湿地之外,还有珍贵的鸟类和濒危野生动物,如普氏原羚。由于森林和沙区植被遭到严重破坏,

致使沙漠化现象严重。该区产业发展重点是以青海湖鸟岛为中心发展生态旅游业。

④柴达木盆地:本区位于青海省西北部,是青海省目前资源最丰富和工业最发达的地区,也是荒漠化最严重的地区之一。该区产业发展重点是以经济林和高原特色中药材种植为主。

### 3.4 改善民生条件,加强基础设施建设

按照国有林场的事权划分,各级政府应把国有林场基础设施建设列入本地经济和社会发展规划,加大投入,加强管理。积极实施林业行业优惠政策,结合国有贫困林场扶贫、国有林场危旧房改造、国有林场电网改造升级、国有林场道路建设、国有林场森林抚育等政策,加大国有林场的扶持力度,将国有林场基础设施建设纳入各级人民政府的经济和社会发展规划及年度计划中,确保一定的项目、工程任务和投资比例。

### 参考文献:

- [1] 国家林业局国有林场和林木种苗工作总站. 国有林场改革与实践[M]. 北京:中国林业出版社,2013.
- [2] 郑杰. 青海玛可河森林保育与发展研究[M]. 西宁:青海人民出版社,2012.

(上接第90页)

对于该品种在昆明地区营造人工林的相关营林措施尚未见报道。本研究通过对3种造林密度下的南林95杨树高、胸径和冠幅生长量的观测结果表明,造林密度对树高、胸径和冠幅生长量均有极显著的影响,且各项生长指标均随造林密度的减小而递增。其中,造林密度对胸径生长量的影响更为显著,在4m×4m造林密度下的胸径生长量极显著地高于2m×2m和3m×3m的造林密度。因此,在美洲黑杨人工林营造中,应结合引种栽培地的实际情况及种植目的,尽可能运用合理低密度造林来提高美洲黑杨的生长量。

### 参考文献:

- [1] STETTLER R F. Biology of Populus and its implication for management and conservation[M]. Ottawa, Canada: NRC Research Press, 1996.
- [2] 吕士行,徐锡增. 美洲黑杨及其引种展望[J]. 南京林业学院学报,1980(3):13-21.
- [3] 何彦峰,王丽霞,刘力. 3个美洲黑杨无性系引种区域化试验初报[J]. 河北林果研究,2014,29(2):125-128.

- [4] 颜开文,潘惠新,黄敏仁,等. 美洲黑杨生长变异与无性系选择[J]. 林业科技开发,2011,25(1):52-56.
- [5] 唐镇敏. 美洲黑杨南方种源的遗传变异[J]. 南京林业大学学报,1990,14(3):15-21.
- [6] 湛红辉,丁贵杰,温恒辉,等. 造林密度对马尾松林分生长与效益的影响研究[J]. 林业科学研究,2011,24(4):470-475.
- [7] 郑海水,黎明,汪炳根,等. 西南桦造林密度与林木生长的关系[J]. 林业科学研究,2003,16(1):81-86.
- [8] ZHANG J, OLIVER W W, RITCHIE M W. Effect of stand densities on stand dynamics in white fir (*Abies concolor*) forests in northeast California, USA[J]. Forest Ecology and Management, 2007, 244: 50-59.
- [9] RAY D, YANAI R D, NYLAND R D, et al. Growth-space relationships in young even-aged northern hardwood stands based on individual-tree and plot-level measurements[J]. Northern Journal of Applied Forestry, 2011, 28(1):27-35.
- [10] 王春胜,赵志刚,曾冀,等. 广西凭祥西南桦中幼林林木生长过程与造林密度的关系[J]. 林业科学研究, 2013, 26(2):257-262.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.024

## 昆明城区竹子园林绿化美化的调查研究

谭宏超, 范静宇

(云南师范大学竹类研究所, 云南 昆明 650092)

**摘要:**竹子具有深厚的文化底蕴,自古以来,中国人爱竹、用竹、观赏竹、赞美竹、种竹等,竹子与文化、生产和生活密不可分。近年来,竹子也成为昆明地区园林绿化的重要植物,并达到了价廉物美的园林绿化景观效果。采用查阅资料、访问、实地调查方法,对昆明 6 区 1 市 7 县竹子在学校、小区、医院、企业、道路、公园、寺院等地的园林绿化情况进行调查,分析竹子的种类、分布、园林应用、应用频率、生长状况、绿化及美化效果等。

**关键词:**竹子;园林绿化;生长状况;应用形式;昆明城区

中图分类号:S795;S731.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0108-06

## Investigation on Greening and Beautification of Bamboo in Kunming City

TAN Hongchao, FAN Jingyu

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

**Abstract:** Bamboo has a rich cultural heritage. Since ancient times, the culture, production and life have been inseparable with bamboo for Chinese people loving bamboo, using bamboo, ornamental bamboo, praising bamboo and planting bamboo. In recent years, bamboo has become an important plant for landscaping in Kunming, and achieved the cheap and fine effects of landscaping. By using methods of consulting information and field survey, the bamboo landscaping situation at school, neighborhood, hospital, enterprise, road, parks and temples in seven counties, six districts of Kunming have been investigated and analyzed. The types and distribution of bamboo, landscape application, application frequency, growth conditions, greening, and beautification effects also have been analyzed in this paper.

**Key words:** bamboo; landscaping greening; growth conditions; application forms; Downtown of Kunming

竹子适应性强、生长快、观赏价值高,其价格仅为观赏树木的 1/5~1/10,价廉物美。近 5 年来,昆明观赏竹每年的用量达 500 万株以上,价值 5 000 万元以上,几乎所有公园、小区、公共绿地、道路、河流、企事业单位均采用竹子进行绿化美化。

### 1 调查地区概况

昆明是云南省省会,是云南省的政治、经济、文

化中心,是我国历史文化古城、国家级园林城市和东南亚重要旅游城市之一。昆明市设六区、一市、七县,其自然概况如表 1 所示。

### 2 调查研究方法

#### 2.1 资料查询

通过查访互联网、图书馆、科技情报室、数据库等途径,广泛搜集昆明城区的竹子分布信息以及观

收稿日期:2015-07-20.

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

表 1 昆明地区主要自然情况  
Tab. 1 Main natural circumstances of Kunming

县区名	地理坐标	海拔/ m	极端低温//极端高温/ ℃	年均降水量/ mm	年均蒸发量/ mm
主城 4 区	102°10'~103°40'E, 24°23'~25°22'N	1891	-7. 8//31. 2	953. 2	1409. 1
呈贡区	102°45'~103°00'E, 24°42'~25°00'N	1950	-7. 8//31. 5	936. 7	1400. 2
东川区	103°03'35"E, 26°28'58"N	1280	-7. 8//31. 5	800. 5	1856. 4
安宁市	102°41'~103°33'E, 25°20'~26°01'N	1800	-7. 8//31. 5	1087. 2	1856. 4
宜良县	102°10'~103°40'24"E, 23'~26°22'N	1560	-6. 2//33. 9	937. 2	2112. 3
寻甸县	102°41'~103°33'E, 25°20'~26°01'N	1950	-13. 9//35. 2	1069. 6	1957. 5
嵩明县	102°41'~103°21'E, 25°05'~25°28'N	2136	-15. 9//35. 7	1080. 6	1950. 7
禄劝县	102°14'~102°56'E, 25°25'~26°22'N	1679	-4. 1//34. 3	966. 4	1900. 6
晋宁县	120°13'~120°52'E, 24°24'~24°28'N	1800	-6. 2//31. 6	900. 7	1624. 0
富民县	102°13'~102°47'E, 25°08'~25°37'N	1679	-7. 2//33. 4	846. 5	2032. 5
石林县	103°11'~103°29'E, 24°38'~24°58'N	1860	-8. 9//33. 6	964. 3	1910. 6

赏竹的应用形式,并搜集有关城市园林绿化中竹子的应用资料。

### 2.2 人物访问

通过对有竹子的生长地点进行实地考察,询问相关绿化专家和工作人员,了解栽植时间、竹种养护管理、周边环境等相关事项。

### 2.3 实地调查

通过全面调查,进行典型选择,对采用竹子量较大,景观效果较好的学校(云南师范大学商学院、云南师范大学呈贡校区、昆明学院羊甫校区、昆明医学院呈贡校区),小区(时代风华小区、云安阳光城、省二监住宅区、枫蓝国际、世博生态城、滇池卫城),寺院及公园(西山森林公园、筇竹寺公园、宝海公园、世博园、金殿公园),道路(昆安一级路、安八二级路、昆石高速松茂段)、河流(螳螂川安宁至温泉段、采莲河),企事业单位(五华监狱、昆钢、昆明烟厂),机关单位(省政府、昆明市政府、省高院)等进行详细调查,记录竹子种类、种植面积、生长状况、园林应用形式及周边环境等。

## 3 调查结果与分析

### 3.1 竹子在昆明城区的绿化分布

竹子在昆明城区主要集中在 5 类地点:校园、公园及住宅区附属绿地、公路和寺庙,分布地点越来越多样化,除古典园林、寺庙、公园等传统地点,还向街道、公路、室内、庭院、校园等绿化美化方向发展。

### 3.2 昆明城区绿化美化的主要竹种

昆明城区目前主要应用的绿化竹种有 15 属 38

种(表 2),其中刚竹属 7 种,籐竹属 7 种,牡竹属 5 种。从观赏特点上可分为观姿竹、观秆竹、观叶竹。观姿竹主要指竹子整体姿态挺拔秀丽或婀娜多姿;观秆竹的竹秆有特殊的形状、色彩或斑点,如金镶玉竹、紫竹、斑竹、罗汉竹等;观叶竹的叶片在形状、质感和大小上各有特点,如箬竹,叶片宽大、叶质感粗犷,金镶玉竹、毛竹、紫竹的叶片窄小、叶质感细腻。

表 2 昆明地区主要观赏竹种

Tab. 2 Main ornamental bamboo species of Kunming

竹种名称	拉丁学名	竹子类型	热量要求	耐低温程 度/ ℃	主要观赏特点
佛肚竹	<i>Bambusa ventricosa</i>	中型丛生	暖性	-8	节间膨大,形态奇特
大佛肚竹	<i>Bambusa UGDulgaris</i>	大型丛生	热性	-4	竹丛紧凑,竹秆畸变
黄金碧玉竹	<i>Bambusa vulgari f. vittata</i>	大型丛生	热性	-3	秆色金黄,具绿色条纹
小琴丝竹	<i>Bambusa multiplex f. alphonsokarri</i>	中型丛生	暖性	-12	秆黄色,竹丛优雅
观音竹	<i>Bambusa multiplex var. viviereorum</i>	小型丛生	暖性	-12	竹丛优雅,枝叶纤美
凤尾竹	<i>Bambusa multiplex f. fernleaf</i>	小型丛生	暖性	-12	竹丛优雅,枝叶纤美
撑绿杂交竹	<i>Bambusa porvariabilis X D. daii</i>	中型丛生	暖性	-8	竹丛紧密,竹秆挺拔
金佛山方竹	<i>Chimonobambusa utilis</i>	中型丛生	温性	-28	株型优雅,林相美观
云南方竹	<i>Chimonobambusa yunnanensis</i>	中型丛生	温性	-26	株型优雅,枝叶飘逸

续表 2

竹种名称	拉丁学名	竹子类型	热量要求	耐低温程度/℃	主要观赏特点
永善方竹	<i>Chimonobambusa tuberculata</i> Hsueh et L. Z. Gao	小型丛生	暖性	-28	株型优雅, 林相美观
绿竹	<i>Dendrocalamopsis oldhami</i>	中型丛生	温性	-6	秆茎明显膝曲, 竹丛造型独特
椅子竹	<i>Dendrocalamus bambusoides</i>	大型丛生	热性	-6	竹秆挺拔, 丛型美观
龙竹	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	大型丛生	热性	-6	竹型伟岸
巨龙竹	<i>Dendrocalamus sinicus</i>	大型丛生	热性	-3	竹型伟岸
麻竹	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	大型丛生	热性	-5	竹型伟岸, 色泽艳丽
甜龙竹	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>	大型丛生	热性	-4	竹型伟岸, 秆茎节密
粗穗大节竹	<i>Indosasa ingens</i>	中型散生	温性	-14	秆型挺拔美观
中华大节竹	<i>Indosasa sinica</i>	大型丛生	温性	-14	秆环, 枝环显著隆起
绵竹	<i>Lingnania intermedia</i>	中型丛生	暖性	-10	竹秆挺拔, 丛型美观
料慈竹	<i>Lingnania distegia</i>	中型丛生	暖性	-8	竹秆挺拔, 丛型美观
慈竹	<i>Neosinocalamus affinis</i>	中型丛生	暖性	-10	丛型优雅, 枝叶飘逸
金竹	<i>Phyostachys sulphurea</i>	中型丛生	温性	-30	林相整齐, 竹姿挺拔
毛竹	<i>Phyostachys heterocycela</i> var. <i>pubescens</i>	中型丛生	暖性	-17	竹型伟岸, 竹姿挺拔
斑竹	<i>Phyostachys bambusoides</i> f. <i>lacrima-deae</i>	中型丛生	温性	-31	林相美观, 竹姿挺拔
紫竹	<i>Phyostachys nigra</i>	中型丛生	温性	-31	秆紫色, 耐寒抗冻
金镶玉竹	<i>Phyostachys aureo sulcata</i> f. <i>spectabilis</i>	小型散生	温性	-30	竹姿挺拔, 竹秆金黄
油苦竹	<i>Pleioblastus</i>	中型混生	温性	-25	林相美观, 竹姿优雅
五彩香竹	<i>Chimonocalamus delicatus</i> Hsueh et Yi	中型混生	暖性	-8	笋色艳丽, 株型靓丽
箬竹	<i>Qiongzhuca tumid-noda</i>	小型混生	温性	-26	竹节肿大奇异, 竹叶飘逸
翠竹	<i>Sasa pygmaea</i>	小型混生	温性	-30	叶色翠绿, 枝叶密集
秦竹	<i>Thyrsostachys siamensis</i>	中型丛生	暖性	-6	竹丛茂密, 叶片细长
云南玉山竹	<i>Yushania yunnanensis</i>	小型混生	温性	-28	林相美观, 竹姿优雅

### 3.3 昆明城区绿化竹的生长状况

对云南师范大学商学院主要绿化竹种进行调查, 其生长情况如表 3 所示。

由表 3 可知, 黄金碧玉竹、龙竹的生长指标远低于中心产区生长指标, 而慈竹、绵竹、金竹、紫竹的生长指标与中心产区的生长指标一致。

云南师范大学商学院位于昆明市西部, 其中有 8 000 m<sup>2</sup> 集教学、科研、观赏为一体的竹种园, 1998 年 10 月由云南师范大学竹类研究所建设完成。该竹园所在地区为亚热带季风气候, 年均温 14.8℃, 极端最低温 -7℃。慈竹、绵竹为暖性竹种, 能耐 -10℃ 的低温; 金竹、紫竹为温性竹种, 能耐 -30℃ 的低温。该 4 个竹种要求的气候条件与该地区吻合, 因此, 能在商学院生长良好。而黄金碧玉竹和龙竹为热性竹种, 只能耐 -3℃ ~ -4℃ 低温, 每 1~2 年竹丛均会受到低温或霜冻的危害, 且积温满足不了它们在该地的生长。

### 3.4 不同竹种在不同地段的生长情况

对 4 个常规竹种在昆明 8 个典型地段的生长情况进行详细调查, 结果见表 4 所示。

大多数竹种属中性偏阴性植物, 在背阴和湿度较大的条件下生长良好。该 5 个竹种在世博园竹园、金殿公园、西山森林公园 3 处长势良好。这些地段栽植时间较长, 竹种已适应本地环境, 且周围大树多、风小、日照较短、日照强度小、空气湿度大。在昆安一级路和安八公路两地, 该 5 个竹种长势较差, 原因在于竹林周围大树少、风大、空气湿度小、日照时间长、日照强度大, 且车多、污染严重。螳螂川安宁段, 河流可调节空气湿度, 但周围大树少, 该 4 个竹种长势一般。云南师范大学商学院该 4 个竹种长势良好, 周围大树稍多, 风小、空气湿度适中。

### 3.5 竹子与树木生长情况的调查

选择 2 个主要绿化竹种和 2 个主要绿化树种八月桂 (*Osmanthus fragrans* cv. *Tubergii*) 和滇朴 (*Celtis kunmingensis* Cheng et Hong) 在同一地方的生长情况进行调查, 结果见表 5 所示。

从表 5 可知, 2 个竹种 4~5 a 内完成了粗度和高度的生长, 年生长量是树木的 2~3 倍, 2 种树要到 10 a 后, 直径和高度才赶上竹子 4~5 a 的生长水平。由此可见, 竹子的绿化效果能较快体现, 较短时间内便可成林。此外, 多数竹种四季常青, 光合作用和净化空气能力比其他树种强, 且在吸附粉尘和有毒气体、降低气温和噪音等方面都有极强的作用<sup>[1]</sup>。

表 3 6 个竹种在云南师范大学商学院生长状况

Tab. 3 Growth conditions of 6 bamboo species in Business School of Yunnan Normal University

竹种名称	中心产区生长指标			商学院生长指标		
	$D_{1.3}/\text{cm}$	$H/\text{m}$	密度/(株·m <sup>-2</sup> )	$D_{1.3}/\text{cm}$	$H/\text{m}$	密度/(株·m <sup>-2</sup> )
黄金碧玉竹	10~14	16~20	10~16	5~9	6~12	5~10
龙竹	10~16	18~25	20~30	4~7	4~7	7~12
慈竹	3~5	7~12	30~50	3~6	3~6	40~62
绵竹	3~5	1~15	15~30	3~5	3~5	20~35
金竹	1.5~3	2.5~5	6~10	1.7~2.6	1.7~2.6	7~14
紫竹	1.5~2.5	2~5	6~10	1.3~2.5	1.3~2.5	10~16

表 4 5 个竹种在不同地段的生长情况

Tab. 4 Growth situation of 5 bamboo species in different sections

竹种名称	生长指标	世博竹园	金殿公园	西山森林公园	昆安一级路	安八公路	螳螂川安宁段	师大商学院
慈竹	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	3.6	4.1	3.7	2.2	2.6	3.1	3.5
	$\bar{H}/\text{m}$	11.0	15.6	11.2	6.7	7.5	9.3	10.6
绵竹	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	4.1	4.5	4.2	2.5	2.9	3.5	4.0
	$\bar{H}/\text{m}$	14.7	16.2	15.1	7.1	8.3	10.7	11.7
金竹	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	2.6	2.7	2.5	1.6	1.8	2.3	1.9
	$\bar{H}/\text{m}$	7.3	7.6	7.1	3.1	3.5	5.7	4.2
紫竹	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	2.4	2.5	2.6	1.7	1.9	2.3	2.7
	$\bar{H}/\text{m}$	1.5	6.7	7.4	3.5	3.7	5.8	4.6

表 5 竹子与树木生长速度比较

Tab. 5 Growth rate comparison of bamboo and trees

树种名称	生长指标	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	8 a	9 a	10 a
黄金碧玉竹	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	3.2	5.6	8.7	12.6	12.8	12.8	12.8	12.9
	$\bar{H}/\text{m}$	6.5	8.7	14.5	18.7	18.9	18.5	18.6	18.7
慈竹	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	2.1	3.5	4.5	4.6	4.5	4.6	4.5	4.5
	$\bar{H}/\text{m}$	4.5	6.6	9.7	10.3	10.5	10.6	10.7	10.7
八月桂	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	1.2	1.9	2.8	3.5	4.1	6.2	7.5	8.6
	$\bar{H}/\text{m}$	1.3	2.2	3.1	3.8	4.9	6.5	7.8	9.8
滇朴	$\bar{D}_{1.3}/\text{cm}$	1.5	2.5	3.6	4.7	5.8	8.5	9.8	10.6
	$\bar{H}/\text{m}$	2.1	3.6	4.7	5.9	7.2	9.6	11.5	13.1

### 3.6 竹子与树木价格的比较

通过多方走访,对 3 个常见绿化竹种,3 种常见绿化树种滇朴、八月桂、云南樱花(*Prunus cerasoides* (D. Don) Sok.)的价格进行比较(表 6)。

通过表 6 可得,黄金碧玉竹、金竹、紫竹 3 种竹

种在米径(1 m 高处直径,下同)为 5 cm 内价格均在 30 元/株以内,而滇朴、八月桂、云南樱花 3 种树种在米径为 3 cm 以上价格就超过 30 元/株;当米径达到 10~15 cm 时,树种的价格是竹种价格的 10~60 倍。因此,竹子的价格比较实惠,若采用竹种绿化,

表 6 竹子与树木价格比较  
Tab. 6 Price comparison of bamboo and trees

元·株<sup>-1</sup>

树种名称	米径/cm						
	1	2	3	4	5	10	15
黄金碧玉竹	2.50	12.00	20.00	25.00	30.00	45.00	50.00
金竹	1.50	3.50	6.00	8.50	11.00	-	-
紫竹	3.60	6.00	9.00	12.00	15.00	-	-
滇朴	5.00	12.00	20.00	45.00	80.00	460.00	1200.00
八月桂	10.00	25.00	40.00	60.00	160.00	1500.00	3000.00
云南樱花	6.00	15.00	35.00	50.00	120.00	600.00	1500.00

即使成片种植成景,相对成本都较低。但单一的竹子种在园林绿化方面也是不科学的。竹子与其他植物相互搭配、映衬成景才别有一番趣味。

## 4 绿化竹在昆明城区的园林应用形式

### 4.1 竹种园

竹种园是植物园规划的重要组成部分,竹子则是植物园建设不可缺少的表达元素。竹种园集教学、科研、生产、观赏、物种基因库为一体。世博园竹种园现保存 19 属 212 种竹子,成为中国西南地区竹子种类最丰富,景观较好的竹园。金殿公园竹种园现保存 16 属 50 多种竹子,云南师范大学商学院竹种园现在保存 10 属 30 多种竹子,云南省昆明市世界竹种园现保存 78 属 660 多种竹子。

### 4.2 竹林景观

在竹林资源丰富的地区选择面积较大、风景优美的竹林地划为风景林地或森林公园。适宜作为风景竹林的竹种有散生、混生竹种,如毛竹、紫竹、黄秆京竹、人面竹、龟甲竹和中华大节竹等;丛生竹种有牡竹属、簕竹属的大中型丛生竹。昆明城区主要以 1~3 种竹子成片种植,如昆明滇池旅游度假区袁晓岑艺术馆的大美竹林,宜良县高富公司的香甜竹林、滇池卫城的金竹林,石林公园旁的麻竹林,昆明医学院呈贡校区的斑竹、紫竹林,景秀庄园的金竹、人面竹、紫竹、慈竹林,宝海公园的毛竹林,小七十廊山庄的毛竹林,黑蒜母农家乐的五彩香竹、香甜竹林。

### 4.3 竹丛独立成景

竹丛形成的景致,从远处可见其郁郁葱葱的外貌,近处可欣赏其清雅秀丽之美。适宜独立成景的竹种为丛生竹,主要观赏特点为竹秆挺拔,丛型美观优雅,给人以清幽凉爽的感觉。如云南师范大学龙泉校区的绵竹丛,昆明医学院呈贡校区的小琴丝竹,

云南大学的麻竹丛,省政府机关的麻竹丛,大观公园的龙竹丛,云安阳光城的绵竹丛。

### 4.4 竹林大道竹径通幽

竹径是一种别具风格的园林道路,颇具观赏性,能够创造幽静的氛围和曲径通幽的意境。竹类伴于道路两侧或一侧,路宽竹种宜高大、竹秆修长,如慈竹、麻竹、龙竹等;路窄宜选中小型竹,如小琴丝竹、观音竹、五彩香竹等。翠湖公园旁的慈竹大道,花香十里小区的慈竹大道,新亚洲体育城的黄金碧玉竹大道,石林县城旁的龙竹大道,给人清凉之感;世博园的竹类专题园、金殿风景名胜竹类园、黑龙潭公园、大观楼公园中的竹径景观,以特有的清幽韵味,给漫步其中的人们带来了怡然自得的舒适感。

### 4.5 竹与石

竹子姿态挺拔俊美、婀娜轻灵,与厚重朴拙的景石相配置,动静结合。竹类植物四季常青,经冬不凋,不受季节限制,在冬季与石相配能体现出独特的景观效果。与石搭配的竹种宜选丛生竹,竹丛本身富丽雅致,枝叶翠绿,竹秆挺拔秀丽,尤其风过时姿态唯美,与石之静两相衬托。昆明世博园四川馆竹石景观,竹旁放石,石旁有竹,虽是人工,仿佛天成,已然将自然美升华成了艺术美;西山区人民政府广场的凤尾竹与石,凤尾竹竹丛优雅,枝叶纤美,姿态飘逸,与石相衬极好;银海森林小区麻竹种植于大门入口处,后面为山石水景,形成郁郁葱葱之感。

### 4.6 竹与亭、台、楼、廊相配置

校园与公园中常用竹子与亭、廊等建筑相配置。云南师范大学一二一校区西南联大旧址的五彩香竹与楼廊,翠湖公园、大观楼公园的慈竹与亭、楼,昆明医学院呈贡校区的琴丝竹、紫竹与台,云南师范大学呈贡校区的香甜竹与台,世纪城杂交竹与楼、亭,五彩香竹与台,无不将建筑掩映其中,而竹子青翠的绿

色与周围建筑色彩,飘逸自然的姿态与规整的建筑线条都能形成强烈的对比美感。亭、台、廊在功能上本身就供行人休息、乘凉,周围再栽植竹子,竹丛与生俱来的幽静和清雅秀丽,让行人在休息的同时赏心悦目,身心放松。由于竹子的独特外形和材质,昆明世博花鸟市场直接用竹子制作竹石小品,观赏价值独特。

#### 4.7 竹与水

竹子配置在平静的池塘、湖泊岸边,可在水中形成倒影,增加水面层次,表现竹动水静、竹石影虚的对比美感,形成动静相宜、虚实相映的韵味。大观楼湖旁的竹,莲花池旁的竹,竹的翠绿与水的清澈幽深相映衬,显得整个景观灵动雅然;江东花城、荷塘月色小区、月牙塘小区、翠湖公园中的慈竹林,在人工湖旁边栽植竹子,美景掩映于水体中形成倒影,在河岸造成隐蔽效果供游人纳凉休息。

#### 4.8 竹子作为背景植物

植物对于建筑犹如衣服对于人体,没有植物陪衬的建筑便缺乏含蓄的韵味。竹子与建筑配置,既可以竹子的中性色彩绿色来显示建筑的灰白亮丽,又可以竹子的枝柔叶软来软化僵硬呆板的建筑线条。五华监狱、省二监高墙四周种植的大美竹、黄金碧玉竹,石林生态公园四周种植的撑绿杂交竹,黑荞母农家乐四周种植的绵竹,云南映象四周种植的灰金竹,世博生态城周围种植的佛肚竹、金竹,云安阳光城档墙边的黄金碧玉竹,竹子与建筑的搭配形成了封闭的空间,起到了良好的分隔空间效果。

#### 4.9 竹子作为绿篱

将生长迅速的竹种密集种植成行形成各种形式的绿篱,如黑荞母农家乐香甜竹、凤尾竹绿篱,时代风华小区金竹绿篱,石林生态城凤尾竹、金竹绿篱,云南师范大学呈贡校区香甜竹绿篱等。选做绿篱的竹种多为小型丛生竹。绿篱主要是分隔空间、装饰和烘托环境气氛,还可以起到小品和建筑的背景作用。

#### 4.10 竹子作为地被

地被竹泛指覆盖于地表面的低矮竹类植物,是地被植物中一个新颖又富于特色的重要类群,且更显高雅、华贵。石林广场种植的金叶竹、银叶竹,世博园种植的玉山竹,翠湖宾馆种植的金叶竹、翠竹均为地被竹,在一定程度上增加了城市植被的层次,丰富了园林的景色,给人们提供了优美舒适的环境。

#### 4.11 室内种植(竹子盆景)

竹类植物挺拔秀丽,青翠多姿,富有天然的艺术感染力,用于盆栽或制成盆景,具有独特的艺术观赏

价值。用观赏竹制作盆景供诸庭院或案头,潇潇之影,袅袅之姿,跃然一隅,更是让人遐想联翩。通常人们将一些有特殊外形的竹子用于制作盆景。箬竹、方竹、凤尾竹、香甜竹、五彩香竹、金叶竹、银叶竹、铜叶竹、翠竹、箬竹耐阴,常与石搭配做成盆景置于家中,彰显竹报平安、竹子吉祥的寓意。

## 5 结论

竹子姿态、颜色丰富多彩,观赏价值极高,且竹子生长快,成景早,适应性强,价廉物美,已成为昆明地区重要的园林绿化美化植物。

1)昆明六区一市七县的主要绿化美化竹种有15属38种(含一种杂交竹),使用频率最高的竹种有金竹(也称美竹)、紫竹、人面竹、斑竹、毛竹、黄金碧玉竹、慈竹、绵竹、苦竹、凤尾竹、小琴丝竹、佛肚竹、五彩香竹等13种。

2)温性竹种和暖性竹种适合在昆明各地生长发育,其生长量与主产区生长量差异不大,热性竹种如黄金碧玉竹、龙竹等,冬季常受低温、霜冻危害,生长较差,只能种在高大建筑物或高大树木旁。

3)竹子具有很高的文化底蕴,在学校、科研单位、高档小区、寺院、公园种植最多,造景效果较好。

4)竹子种植后1~2 a即有很好的绿化美化效果,而树木要5~10 a才有较好的绿化美化效果。

5)同样大小的竹子和树木相比,竹子价格只有树木的1/5~1/10。因此,越来越多的园林工程项目大量地选用竹子。

6)竹子在园林建设中的应用形式多达11种,强过大多数树木。

## 参考文献:

- [1] 姚兆祥,梁日凡. 竹子在现代居住区景观中的应用[J]. 园林与绿化,2009(6):26-30.
- [2] 陈珺,陈焱德. 竹类植物的观赏特性及造景艺术手法[J]. 亚热带植物科学,2007,36(2):56-59.
- [3] 李秋洁,孙茂盛,马国强,等. 观赏竹类在云南绿地景观中的应用[J]. 北方园艺,2010(6):130-133.
- [4] 陈双林,应杰. 竹子的观赏价值及开发利用[J]. 竹子研究汇刊,2004,19(2):13-17.
- [5] 范卓敏,冯小虎,翟敬宇. 观赏竹在北京地区园林绿化中应用的调查与分析[J]. 世界竹藤通讯,2011,9(3):2-6.
- [6] 陈其兵. 观赏竹配置与造景[M]. 北京:中国林业出版社,2007:58.
- [7] 史军义,易同培,马丽莎,等. 中国观赏竹[M]. 北京:科学出版社,2011:200-237.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.025

## 昆明市长期护林员现状分析及其队伍建设对策

徐学杰<sup>1</sup>, 黎玟恋<sup>2</sup>, 杨明<sup>2</sup>

(1. 昆明市森林资源管理总站, 云南 昆明 650223; 2. 昆明市林业局, 云南 昆明 650050)

**摘要:**根据昆明市2011、2012、2013年长期护林员的数量、年龄结构、文化程度构成、报酬待遇、参保情况和人均管护面积、培训考核等情况,分析近年来昆明市护林员队伍的特点和存在的问题,主要有学历偏低,工资待遇低,护林任务重,缺乏相关培训,缺乏安全保障,管理制度不健全等。藉此提出护林员队伍建设的对策。

**关键词:**护林员; 队伍建设; 森林管护; 报酬待遇; 聘用方式; 昆明市

中图分类号: F326.25 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2015)05-0114-06

## Situation Analysis and Team Construction Measures of Kunming Long Term Ranger

XU Xuejie<sup>1</sup>, LI Wenlian<sup>2</sup>, YANG Ming<sup>2</sup>

(1. Kunming Forest Resource Management Station, Kunming 650223, China;

2. Forestry Bureau of Kunming, Kunming 650050, China)

**Abstract:** Based on the situation of the number, age structure, education structure, compensation benefits, management area, training and assessment of Kunming long-term forest ranger in 2011, 2012 and 2013, the paper analyzed the characteristics and problems of Kunming long-term rangers team, such as low education background, low wages, heavy task, lack of training, lack of security assurance, imperfect management system. Therefore, correspond measures on forest ranger team construction were proposed.

**Key words:** rangers; team building; forests protection; compensation and benefits; hiring mode; Kunming City

长期以来,设立和聘请护林员参与林业建设,承担森林管护是昆明市林业工作中的常规举措,而且随着天然林资源保护工程、森林生态效益补偿政策的实施,护林员成为林业队伍中为数不小的群体。护林员作为森林资源管护的主要力量,起到了宣传保护森林的法律、法规,及时制止和报告偷砍滥伐、乱捕滥猎、乱采乱挖、非法毁林开垦和侵占林地的行为,进行森林防火巡查,制止违章用火,发现火情及

时报告,并采取有效措施进行组织补救,及时发现和报告森林病虫害情况,阻止人畜进入管护区毁坏林木、林下植被等的作用。

昆明市护林员分为长期护林员和季节性护林员。长期护林员的管护合同一年一签订。护林员的产生方式,村集体的主要为村、组自己申报,村委会指定,国有的为管理单位或国有林场聘用;季节性护林员由各地根据实际的管护情况所需临时聘用。

收稿日期:2015-08-14.

作者简介:徐学杰(1966-),男,云南昆明人,高级工程师。从事林业调查规划和森林资源管理工作。

# 1 长期护林人员现状

## 1.1 数量

2011—2013 年,全市护林员的数量逐年增加,

2011 年为 12 985 人,2012 年为 14 386 人,2013 年为 14 763 人。其中:长期护林员(以签订管护合同的为准)分别为 5 251 人、6 192 人、6 372 人(图 1)。

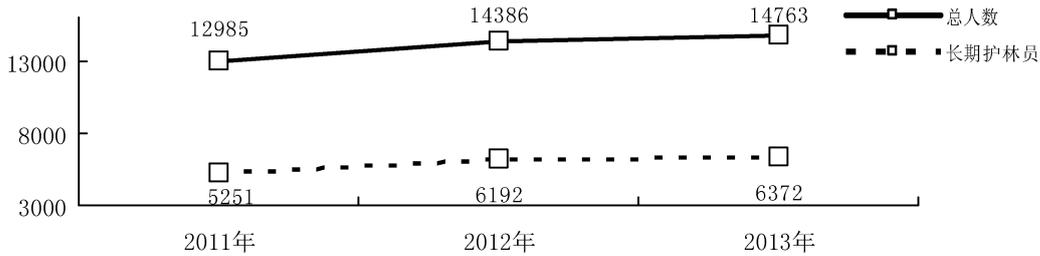


图 1 近 3 年护林员数量

Fig. 1 Number of rangers for nearly three years

## 1.2 年龄结构

长期护林员全部为男性,年龄以 30~55 岁为主(图 2)。近 3 年护林员年龄结构为:2011 年 30 岁以下占 9.1%,30~55 岁占 73.1%,55~60 岁占 12.4%,60 岁以上占 5.4%;2012 年 30 岁以下占

8.8%,30~55 岁占 73.7%,55~60 岁占 12.6%,60 岁以上占 4.8%;2013 年 30 岁以下占 9.2%,30~55 岁占 73.2%,55~60 岁占 12.9%,60 岁以上占 4.6%。

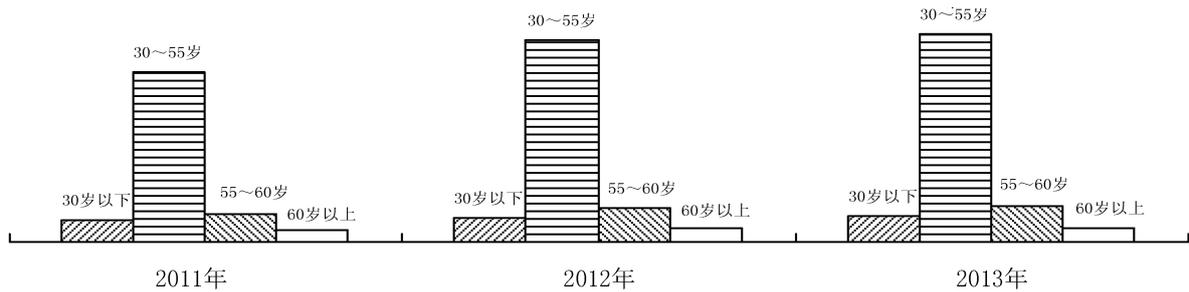


图 2 护林员年龄结构

Fig. 2 Age structure of rangers

在这 3 年中,长期护林员年龄结构无明显变化,但 60 岁以上的人员仍占有一定比例,不适宜现代林业工作对护林工作的需要。

## 1.3 文化程度构成

长期护林人员的文化程度以小学和初中为主,高中和高中以上学历人员占比不大(图 3)。近 3 年长期护林员文化程度构成为:2011 年小学以下占 28.2%,初中占 61.7%,高中占 8.6%,高中以上占 1.6%;2012 年小学以下占 30.9%,初中占 59.3%,高中占 8.3%,高中以上占 1.6%;2013 年小学以下占 31.1%,初中占 58.7%,高中占 8.6%,高中以上

占 1.6%。

## 1.4 报酬待遇

长期护林员工资(2013 年)在 14 400 元/a(1 200 元/月)~4 800 元/a(400 元/月),各地存在较大差别,发达地区最高与欠发达地区最低之间相差达 3 倍(表 1)。

同时,季节性护林员平均工资水平基本都高于长期护林员的工资水平,这对长期护林员来说是一个较大的冲击,对调动长期护林员护林工作的积极性十分不利。

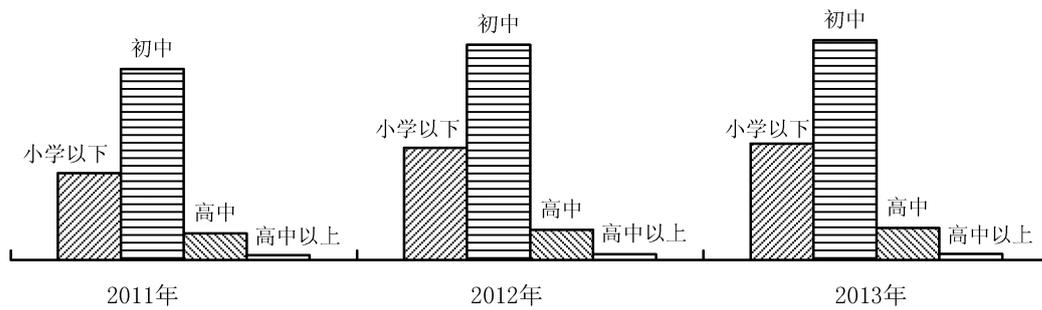


图 3 护林员文化程度结构

Fig. 3 Education structure of rangers

表 1 护林员工资情况

Tab. 1 Ranger wages

区域	县区	长期护林员			购买保险情况	季节性护林员		
		工资/(元·a <sup>-1</sup> )				工资/(元·a <sup>-1</sup> )		
		2011年	2012年	2013年		2011年	2012年	2013年
发达	五华区	10800	10800	10800		14400	14400	14400
	盘龙区	6000	8400	10800		14400	14400	14400
	西山区	12000	12000	12000		13200	13200	13200
	官渡区	8543	8714	8924		14400	14400	14400
	呈贡区	9600	12000	14400		9600	9600	9600
中等	晋宁县	7200	7200	7200		1100	1100	1100
	宜良县	6000	6000	6000	意外险	7200	7200	7200
	石林县	6664	7202	7242		9600	9600	9600
欠发达	东川区	3000	4800	4800	意外险	7200	7200	7200
	富民县	8400	8400	8400		9600	9600	9600
	寻甸县	7220	7946	7690		7200	7200	7200
	禄劝县	9000	9000	9000	意外险	7200	7200	7200

1.5 人均森林管护面积

全市 12 个县区森林管护面积达 101.14 万 hm<sup>2</sup>, 长期护林员平均人均管护面积达 180.8 hm<sup>2</sup>。其中最大人均管护面积达 547.9 hm<sup>2</sup>, 超过了人均管护面积 400 hm<sup>2</sup>(天保二期方案)的要求, 最小人均管护面积为 79.4 hm<sup>2</sup>(表 2)。

1.6 参保情况

仅有少数县区、乡镇为长期护林人员购买了保险, 主要险种为人身意外伤害险。初步统计, 近年来护林员发生人身意外伤害案件 11 起, 造成 2 人死亡, 9 人受伤。其中: 投保的 9 人, 保险公司赔偿 25.3 万元; 未投保的 2 人, 由林业站补偿, 金额 1 600 元。

1.7 培训、考核情况

长期护林员培训主要由县区林业局和乡(镇)街道办林业站定期组织进行。培训内容集中于森林防火、森林资源保护和病虫害防治方面, 个别地方对相关法律法规、森林抚育、安全知识进行培训。

对长期护林员的考核由乡(镇)政府或街道办林业部门负责, 考核次数各地不一, 主要有年考、半年考、季考、月考等方式。

2 长期护林员现状分析

2.1 森林管护任务重, 责任大

森林管护工作的主要任务职责为森林防火, 制

表2 长期护林员人均管护面积

Tab.2 Protection area for per capita long-term rangers

区域	县区	森林管护面积/ 万 hm <sup>2</sup>	长期护林员/ 人	人均管护面积/ hm <sup>2</sup>
发达	五华	2.33	59	395.5
	盘龙	5.32	189	281.3
	西山	5.13	132	388.3
	官渡	2.67	100	266.8
	呈贡	2.32	96	241.7
中等	晋宁	2.71	300	90.3
	宜良	10.41	190	547.9
	石林	5.67	375	151.2
欠发达	东川	11.17	1407	79.4
	富民	6.49	600	108.2
	寻甸	19.08	1395	136.7
	禄劝	27.84	750	371.2
合计		101.14	5593	180.8

止偷砍滥伐、乱捕滥猎、乱采乱挖,及时报告非法毁林开垦和侵占林地的行为,监测病虫害发生情况,宣传林业法律、法规等。从管护难度上看,普遍认为最难完成的任务是森林防火,责任最重的任务是森林防火、制止偷砍滥伐、乱捕滥猎、乱采乱挖;从工作量上看,工作量最大的是森林防火。长期护林员普遍反映护林人员职责、定位不明确,工作时间长、任务重、责任大等,付出与所得不相称。

## 2.2 人员数量逐年增加,年龄逐步年轻化

近3年护林员总的数量增加了13.7%。其中,长期护林员增加了21.34%。增加的原因:1)实施森林生态效益补偿以来,国家进一步加强公益林管护,划分了生态公益林的管护责任区,落实了公益林的管护人员,并且在公益林的补偿经费中有近40%的补偿费可以用于聘请管护人员;2)近年来昆明市严重干旱,防火形势严峻,各县区为了做好森林资源管护,加强森林防火工作,都增加了护林员数量。

从年龄段上看,长期护林员平均年龄分别为45.5岁。30~55岁的比例从2011年的82.2%提高到2013年的82.4%,微量上升;60岁以上比例从2011年的5.4%降低到4.6%,下降幅度不明显。因此,从年龄结构上看,数据显示年龄结构基本合理,但尚需降低60岁以上人员比例,高年龄的比例过大,势必会提高因劳动强度过大而导致劳动中意外伤害发生的机率。

## 2.3 学历偏低,整体素质不高

森林管护工作是一项专业技术性强、技术技能要求高的工作。目前护林员普遍存在学历偏低,整体素质不高的问题,使得巡山管护记录不规范,内容不全,个别人员连管护(巡山)记录都难以完成。管护人员以初中文化人员为主体,占60.8%,高中以上人员比例仅占1.5%,主要原因是护林员工资低,大部分都是在家务农的农民,而当前护林员的工作主要是森林防火和森林管护,对专业技术和技术技能的要求低,对学历的要求不高,造成护林员学历低,整体素质不高。

## 2.4 报酬待遇低,护林积极性不高

首先,护林员的工资与当前农村居民人均年收入水平存在较大差距。2013年昆明市农民年均可支配收入为9273元,2014年为10366元。而目前长期护林员的年平均工资为8938元(745元/月),与全市农民人均年收入存在1428元的差距,随着社会经济的发展,物价水平的上涨,差距将逐渐拉大。

其次,当前护林员的工资已不适应山区劳动力价格的增高和昆明市职工最低工资标准的提高。近年来,随着昆明市经济社会发展水平的提高,劳动力价格逐年提高。目前,农村用工标准普遍为100~150元/人·元。按云南省现行的最低工资标准,一类地区(五华区、盘龙区、西山区、官渡区、呈贡区、安宁市、嵩明县)为1570元/月,二类地区(昆明市所辖其他各县及东川区等)为1400元/月。而昆明市护林员现有平均工资为745元/月(最低400元/月),与之差距较大。经对长期护林员的调查,普遍认为当前管护工资水平偏低,对管护工资的期望限在1000~1500元/月。

## 2.5 管护任务重,劳动付出与收益不匹配

昆明市森林管护面积共101.14万hm<sup>2</sup>,以2013年全市5593名长期护林员计算,人均管护面积达180.8hm<sup>2</sup>,护林员每月出勤天数不得少于20d。护林员在森林防火期还需进一步加强巡视等工作,因此,如果严格按照规定完成森林的管护任务,包括防火、防病虫害、抚育、补植补造等,劳动强度较大。同时由于生态公益林多分布在立地条件较差的山区,距离生活区较远,有的达20~30km路程,护林员需要额外付出一些交通、时间等成本,其劳动付出远大于劳动收益,使部分当地农户认为不值得参与森林管护工作,影响了护林员队伍的稳定性及护林员上岗、履职的积极性,直接影响了森林的管护成效。特

别是到了防火期和戒严期要 24 h 轮班,基本没有休息时间,工作任务重。

## 2.6 培训内容单一,专业和法律常识缺乏

对护林员的培训主要集中在护林防火及林政管护等管护技能上,对相关法律和劳动安全保障等方面的宣传和培训还非常薄弱,导致管护人员的法律意识和安全保障意识严重缺乏。

## 2.7 管理制度执行力度不够,奖惩制度不健全

个别地方对森林管护工作的检查监督力度不够,存在对管护合同不重视,缺乏严肃性,管护合同不规范,内容不全面,条款不严谨等。个别管护人员脱岗、漏岗,虽然总体上岗率能达到 80%,但有的没有正式考勤记录,有的考勤不全,存在断档现象;缺乏健全的监管机制,护林员履职不尽责的现象普遍存在,绩效奖惩制度有待完善。

## 2.8 安全保险制度不健全,护林人员缺乏安全保障

管护人员在山区参加森林管护,容易发生人身意外伤害。自 2011 年以来,每年都有护林人员人身意外伤害事件发生,护林员与村、乡(镇)街道办的纠纷时有发生,有的起诉到法院要求提高伤亡补偿标准。目前,仅有少数县区由区、乡镇统一为管护人员投了保,购买了保险,保险的类别主要为意外伤害险,部分护林员个人自行投保,但护林员人身意外伤害保险不规范、不统一。

根据《昆明市森林防火护林人员管护办法》第十二条“护林员工资报酬由各地参照当地工资标准自行确定,按月支付,并购买保险”的要求,长期护林员管护合同全部是一年一签订,但有的县区没有按要求购买保险,使得护林员缺乏安全保障。

## 2.9 护林员基本都是本地人,外来人员极少

护林人员流动性大,素质参差不齐,缺少归属感,责任心不强。护林员大部份为本地人,只有五华、盘龙、西山、官渡区等发达地区有部份外地人被聘请为护林员。主要原因:1)护林员工资低,外地人不愿意选择就业;2)山区本地人方便解决生活问题,可以同时务农和顾及家庭;3)经济发达的一类地区由于经济发展水平高,当地人不愿意从事护林员工作,只有聘请外地人。

# 3 护林员队伍建设对策

## 3.1 明确护林员的定位与职责

《森林法》第十九条规定:地方各级人民政府有关部门应督促林区基层单位制定护林公约,划定护林责任区,配备专职或者兼职护林员。护林员的职

责是:巡护森林,制止破坏森林资源的行为。对造成森林资源破坏的,护林员有权要求当地有关部门处理。护林员是协助做好森林资源管理,承担一定责任和义务,并获取一定报酬的人员,他们不属于国家正式编制人员和林业执法人员,是林业工作的“协管员”,不能承担森林管护的无限责任。

## 3.2 完善护林组织管理体系,合理确定责任区和护林员数量

进一步加强林业基层森林管护组织管理机构建设,合理确定管护责任区。护林人员的行政主管部门是当地县级林业(农林)局,基层管理单位是乡镇政府或街道办事处,具体工作部门是乡(镇)街道林业站(农林水服务中心)。形成当地县级林业主管部门统一领导,县—乡(镇)街道办(林场)—村(居)委会(林区)—村(居)民小组—护林员(管护责任区)五级垂直管理的组织管理体系。每个村(居)委会、村(居)民小组,按照可能性构成、森林分布和生态公益林生态效益补偿等情况,合理划分管护责任区、森林管护面积,合理设置护林员数量;并在村(居)委会设立 1~2 名专职生态公益林督促管理人员,负责本村森林资源和生态公益林管护管理工作。

## 3.3 规范管护合同,完善护林管护制度

1)进一步完善管理制度。昆明市在 2007 年就制定了《昆明市森林防火护林人员管理办法》。随着公益林森林生态效益补偿工作开展以及天保工程二期的实施,结合昆明市实际,制定《昆明市森林管护护林员管理办法》。

2)规范护林员森林管护合同的管理工作,明确任务,落实责任,把各项政策措施落实到位。县区与乡(镇)街道办、乡(镇)街道办与村要层层签订责任书;村与护林员应在林业部门的指导下签订格式统一的森林管理合同,明确双方的权利和义务,明确管护地块四至界线和管护标准。将合同的签订和执行情况纳入森林管理、监督检查、绩效考核等相关制度中,提高基层林业部门和护林员对合同重要性、严肃性的认识,实现依法、科学、合理、有效的森林管护合同管理。

3)建立完善护林管护制度,实现森林管护的规范化、科学化、制度化。包括:竞争上岗制度;岗前培训、持证上岗制度;专职脱产护林制度;巡山记录制度;管护抽查、监督考核和奖惩制度;定期或不定期业务培训制度。对个别表现不好的可解聘,另行选拔有责任心的人加入护林员队伍。

4) 遵从相关法律程序,适当授予护林员处罚毁林开荒、偷砍滥伐和无证用火等违法行为的权力。

### 3.4 合理确定护林员报酬,解决护林员的后顾之忧

1) 不断提高长期护林员的劳动报酬。长期护林员报酬应依据护林员责任区大小、远近,巡山护林时间、天数,劳动强度等,结合各地的农村劳动力价格、当地最低工资标准等合理确定护林员报酬,使护林员通过森林保护工作能够养家糊口,生活水平不降低。同时,随着物价水平、劳动力价格上涨和最低工资的调整,适时提高护林员的工资报酬。

2) 为解决护林员在巡山护林中因人身意外伤害事故给基层单位和个人带来难以承受的损失和负担,应由各县级政府针对本地实际情况,按照年龄、身体状况、保障范围等条件,在农村或城镇居民、职工社保政策的基础上,通过购买商业保险的方式,增加或提高长期护林员的医疗保险、意外伤害保险、养老保险,切实分解风险,解决后顾之忧,完善护林员的劳动保障。

### 3.5 提高管护人员素质,稳定护林员队伍

1) 始终把护林员队伍素质和业务提高作为森林管护工作的重点,采取参加学习培训、集中自训、以会代训、安排自学等形式,内练素质、外树形象,认真抓好适用于护林工作的相关法律、法规和相关业务知识、安全常识的学习,并注重在实践中提高业务水平。

2) 建立稳定的护林员队伍。改变以往护林员一年一聘的管理方式,在较长期限内如3~5年或长期固定一批文化水平较高、年龄适中、工作责任心强的专职护林员,通过加强培训教育,提高他们的法律意识、专业知识和管护技能,形成专业化的管护队伍。这样既可以提高生态林的管护质量,又可以增加管护人员的归属感,提高做好管护工作的自觉性

和责任心。

### 3.6 充分调动护林员参与生态林建设的积极性

1) 设立参与式管护模式,使基层护林员能够部分或全部参与本地区森林管护政策的制定、责任区地块的划分,工作的监督等,使他们在信任与参与中激发工作热情。

2) 充分重视舆论宣传,加强生态林建设宣传,增强人们的保护意识。

3) 及时宣传、表扬、表彰管护工作中的突出事迹,形成榜样激励,提高护林员的社会地位。

### 3.7 改进护林员聘用的方式方法

在建立统一管护体系,优化护林员岗位设置,合理确定和逐步提高报酬水平,明确权责利前提下,不断改进聘用护林员的方式方法。

1) 根据公益林管护实际需要和经费承受力,控制长期护林员数量,适时增加季节性护林员。

2) 指导村(居)委会做好护林员聘用和管理,减少林业部门的直接聘用。

3) 积极争取充实林业主管部门和林业单位人员,减少护林员“以工代干、以工代技”现象。

4) 引入市场机制,探索招标、托管、承包管护,降低林业部门直接使用护林员的风险。

5) 定期开展业务技术培训和经验交流,不断提高护林员整体素质与水平,提升管护效率和效果。

### 参考文献:

- [1] 林向群,李家华,郭琰. 集体林权制度改革后森林资源管理模式的思考[J]. 林业调查规划,2013,38(6):49-53.
- [2] 陈柯. 乡村护林员职能作用发挥现状及对策[J]. 林业资源管理,2013(6):23-27.
- [3] 李应梅,马晓伟. 对永平县生态公益林管护的思考[J]. 林业调查规划,2014,39(6):73-76.

(上接第87页)

### 参考文献:

- [1] CHINDAPRASERT T S. Tamarindus plant genetic resources in Thailand[J]. Thai Journal of Agricultural Science, 1996(1):1-11.
- [2] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编[M]. 北京:人民卫生出版社,1975.
- [3] 赵一鹤,杨时宇,李昆. 泰国甜角不同品种果实营养成分分析[J]. 植物资源与环境学报,2005,14(3):57-58.

- [4] REDDY D V, PRASAD D A, REDDY B S. Effect of replacing maize with tamarind seed or rice polish on the performance characteristics and utilization by desi pigs[J]. Indian Animal Sci, 1986, 10: 118-122.
- [5] 赵一鹤,杨时宇. 泰国甜角引种栽培试验[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(1): 53-55.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.026

## 安阳南海古寺引导部分空间解析

郭利凡,寇文瑞,杨芳绒

(河南农业大学 林学院,河南 郑州 450002)

**摘要:**以安阳南海古寺引导部分为例,从不同角度对寺庙园林引导部分的空间塑造进行分析,揭示园林空间布局和意境塑造对现代园林环境设计意境塑造的启发意义,提醒人们重视现代城市建设中缺乏意境内涵的现状,借鉴中国寺庙宗教空间意境塑造手法,创造出优美的现代城市环境。

**关键词:**寺庙园林;意境塑造;引导空间;景点解析;南海古寺

中图分类号:S731;K928.75;TU986.42 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0120-04

## Anyang South Sea Temple Guide Part Spatial Analysis

GUO Lifan, KOU Wenrui, YANG Fangrong

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

**Abstract:** Using part of Anyang South China Sea temple guide as an example, the article analyzes, researches and reveals the spatial layout and artistic conception in guiding section of Chinese classical gardens from different angles. We reveal that spatial layout and artistic conception of classic gardens has a profound influence on the garden design of artistic conception of modern gardens and hope that through the analysis of this space, people will pay attention to the present situation of the lack of artistic conception in modern city construction, thus drawing shaping techniques from the artistic conception of Chinese temples religious to create a more beautiful modern city environment.

**Key words:** temple garden; shaping artistic conception; guiding section; site analysis; South Sea Temple

寺庙园林是指佛寺、道观、历史名人纪念性祠庙的园林,为中国园林的三种基本类型之一。寺观园林是在佛教文化的影响下形成的空间景观,具有特殊的佛教气氛,而寺庙园林中的园林艺术也赋予了一种特殊的文化内涵。

寺庙园林空间的总体布局一般可划分为引导空间、宗教空间和寺内园林空间。引导空间是引导游客进入寺庙的空间。其首先要求开门见山,能够使游客到达便捷,突出寺院的整体形象。其次是运用夹景,突出主体寺庙的形象。最后,运用佛教文化和

景观元素,创造出意境丰富的园林空间。本文从研究寺庙园林的空间特征入手,以安阳南海古寺的引导空间为实例,论述禅宗思想及禅宗美学在园林中的应用以及寺庙引导空间意境的营造。

### 1 南海古寺的基本情况

#### 1.1 南海古寺

南海古寺位于小南海风景区之内,安阳市区西南 25 km 安阳县善应村一带,是风景区内具有悠久历史的古庙之一。其始建于唐代,是一座三教融合

收稿日期:2015-06-30;修回日期:2015-07-10.

作者简介:郭利凡(1990-),女,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计.E-mail:345561864@qq.com

通信作者:杨芳绒(1963-),女,教授,硕士生导师.研究方向:风景园林规划设计.E-mail:1140344807@qq.com

的古庙,古庙虽然规模很小,但依山临水而建,红墙绿瓦,金碧辉煌,飞檐重楼,精巧玲珑,古朴简约而不失其古风。走进山门,由西至东依次为灵官殿、佛殿、碧霞祠、圣人阁、道房,一字排开,楼阁雄秀,青砖灰瓦,道房古朴。柏林凝翠,花红卉青,道院清幽。

南海古寺的引导空间从善应桥开始,到南海庙桥,长约 1 400 m,长带状,犹如一条生命线。从善应桥开始,人们便能体会到浓浓的寺院气息和南海古寺特有的泉文化。

## 1.2 景观优势条件

### 1.2.1 自然资源

1) 地形景观多变:南海古寺的引导部分位于小南海涌泉区,其两侧为高山,山势起伏多变,有山岭、沟壑和河流,可登高远望、沿谷寻幽、观泉嬉水。

2) 石材、石景丰富:天然断层形成的石崖、石

壁,大小形态各异的石块既可以用来点缀园景,又可以作为特有的景观——摩崖石刻,增加自然趣味。

3) 水景奇特:水为构园之本,是景观的血脉。南海古寺引导部分有大量的泉眼,或从侧方汇流入河,或从岸边汹涌而出,或从河底泡泡鼓出,清澈见底,水质甘甜,可观、可饮、可娱、保健,为景区建设提供了无与伦比的物质基础。

4) 季相变化明显:春暖、夏热、秋凉、冬寒为季相性景观的创造提供了条件。如春季有连翘、山桃、山杏、蔷薇等,娇艳无比;夏天有石榴、荆条、紫薇等,浓荫繁华;秋天有柿子、山楂、核桃等,红果累累;冬天有苍松、翠柏,不畏严寒。

### 1.2.2 人文景观

在南海古寺的引导空间中有多处历史景点,使其具有深厚的文化内涵(表 1)。

表 1 南海古寺引导空间的历史文化景点

Tab. 1 Historical and cultural attractions in south sea temple guide spatial-division

历史文化景点	地点	特点
小南海石窟 (北齐石窟)	位于泉域北侧,与南海古寺一河之隔	国家级重点文物保护单位,也是我国现存石刻中极为罕见的
小南海原始人洞穴遗址	位于北楼顶山之腰,距小南海庙近 0.5 km	中州地区唯一的旧石器时代遗址,和北京周口店山顶洞相当,是新中国成立后在华北地区首次发现的旧石器时代晚期的洞穴遗址,被郭沫若定名为“小南海文化”
圣旨碑	在涌泉区南侧的南善应村	有蒙汉文圣旨碑和长寿龟,碑文大意是讲储样官水上、园林、碾磨、店余等庙户所有的归属,说明此区域曾经有过的辉煌
水磨	在涌泉区南侧的南善应村	是传统加工业的遗留物,目前仍然被使用着。丰厚的文化底蕴增强了泉区的品位和特色
长春观	于安阳县善应镇西约 1 km 处的白玉山腰	始建于唐朝,为道教圣地。坐西朝东,依山而建,顺势而为。

南海古寺引导部分,以泉为特色,结合“小南海文化”和寺庙禅宗文化,打造寺庙引导空间的特色景观。将丰富的文化底蕴融于该区之中,既能使人感受到自然之情趣,又能领略安阳古代文化之渊源以及佛、道教文化的内涵。充分利用涌泉区的地形地貌、丰富的水源等条件,创造秀美、自然并具有文化特色的小南海涌泉区景观。该地段源—泉—林—寺—村相结合,创造具有诗情画意的世外仙境。

## 2 充满诗意的园林艺术

### 2.1 整体空间布局

南海古寺的引导空间为带状,在空间组成类型上主要分为开敞空间、半开敞空间和封闭空间 3 种。

由开放区、娱乐区、静赏区、游览区和保健区 5 个区组成,形成了一种空间序列,即呈串联形式沿着一条轴线使空间一个接一个地依次展开(图 1)。

#### 2.1.1 开放区

开放区位于涌泉区东西两端。西开放区为小南海水库下游至南海庙桥;东开放区为善应桥下游至王家岭桥段,为开放性绿地,只做基础绿化和简单的功能设施。在景区入口王家岭桥处建一停车场。

#### 2.1.2 娱乐区

位于河北岸,利用泉眼、泉水,给人们提供休闲娱乐空间。主要包括临泉嬉水、垂钓、摸鱼等趣味性休闲活动。

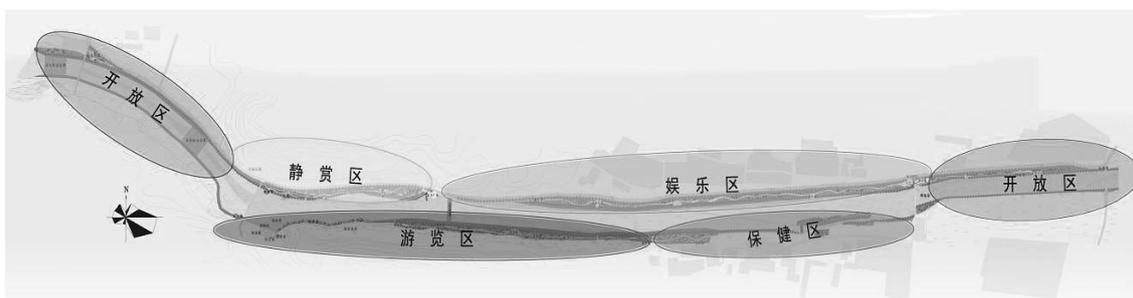


图 1 南海古寺引导空间分区

Fig. 1 South sea temple guide spatial-division

### 2.1.3 静赏区

在河北岸,主要设置一些广场、碑刻、置石、座椅,人们在这里边走边观赏四周景色。特别是观赏河对岸的景色,这一区域视觉最佳。

### 2.1.4 游览区

主要在河南岸,包括南海古寺、古栈道、圣旨碑苑,展现小南海的风貌、文物古迹,游人可以在这里欣赏到安阳的古文化。

### 2.1.5 保健区

位于圣旨碑苑和南海庙之间,这一地段的泉眼大,水较清澈,而且傍依山脚,可以作为人们保健饮用。

## 2.2 空间层次分析

整个空间以河流为主线将各个景点贯穿起来。根据周边环境发散出自然协调的多个侧脉,其整体构图如同一个自然飘逸的羽毛形。在功能布置上,沿河两岸采取的布局形式有 2 条主线。

第一条主线:在河北岸,由西向东,依功能为临泉嬉水——休闲静赏——文化展览——游戏娱乐。基本为由动态景观到静态景观再到动态景观,由观赏性娱乐到静赏再到参与性娱乐的空间秩序。这条主线上的地势都较为平坦,人流量比较大,因此设有较多的广场、平台和休息设施,道路也稍宽敞,满足交通流量的需要。

第二条主线:在河南岸,由西向东,依功能为庙宇文化——休闲保健——古迹欣赏。借用小南海古庙这一人文景观,给人们提供修身养性之所,由人文景观到自然景观再过渡到人文景观的空间秩序。根据地形较为复杂、地势较为险峻的特点,利用原地形设置一些登道、石阶,注重生态保护。

## 3 核心景区与景点解析

寺庙园林所占的面积是有限的,人们通常通过

障景、虚景等手法,对空间进行组织、扩大,产生丰富的美感。另外,寺庙园林通过对植物四季变化的利用、匾额楹联文字的点睛和文物古迹的展示等,产生“刹那成就永恒”的禅语和引发天地悠悠的怀古幽思<sup>[5]</sup>。总的来说,寺庙园林借助有限的自然风景创造佛教无边的禅境,利用景物布置的有疏有密,有虚有实,形成鲜明的对比,为塑造空间意境提供很好的借鉴。

整个景前区结合地形地貌,依功能划分景区,由泉水将带状的景区贯穿为一个整体。根据植物景观、泉水特征和构筑物造型设计景点,概括起来就是“一河、一庙、两潭、五园、十八泉”,所创造的景观就是绿水、清泉、红河谷。景区共分 5 个园:洹泉园,南海园,嬉水园,泉乐园,春秋园,分别利用自然风景、景物的布置及其悠久的历史来塑造南海古寺引导部分的空间意境。

### 3.1 洹泉园

主要突出建设小南海涌泉区工程建设的历史,颂扬小南海文化。植被多采用观花类植物,如石榴、紫薇、桂花等。园中有多个景点:

岸壁文化墙——利用岸壁直墙,将文人诗词、字画以浮雕的形式镶嵌其上,即能成为独特的景观,可以使人们感受到小南海的文化气息。

龙眼泉——泉水自石缝中源源不断涌出石面,有“清泉石上流”之佳景,让人感觉清新、自然、有趣。

葫芦泉——其平面状如葫芦,故名葫芦泉。在这里,人们可以亲近水,下水摸鱼虾,享受自然之趣。

功德泉——为治理小南海涌泉区,有无数人付出了辛勤的汗水,虽然他们没有留下姓名,但历史不会忘记他们的功绩,在这里建造一个纪念碑,记下小南海的历史。

### 3.2 南海园

以宗教文化为主,结合南海庙,人们在这里祈求神灵保佑平安健康,植物以菩提树为主,山上植松。景区中主要景点有:

络丝潭——在南海园涌泉区拐弯处,形成一潭泓水。山水相依,古朴、自然。

白玉潭——在白玉沟口,利用原有泉眼,制造跌水景观形成一潭,引自白玉沟口,故名白玉潭。

龙头泉——位于南海庙西侧,因其处于景区上游,称之为龙头泉,又隐喻它的重要作用。

圣水泉——位于南海庙脚下,借南海庙之地理位置,水中含有多多种营养元素,饮用此水便能平安、健康、长寿。

白玉泉——从白玉沟石上跌落而下,形成跌泉景观。

间歇泉——从山涧中流出,声响不断,随着季节变化,泉水时涌时断。

善应松涛——利用原有石刻“善应松涛”,记载曾有文人游览于此,在山石上刻字,以表达对美景的感慨之意。

### 3.3 嬉水园

表现人娱泉之乐,放松身心,修身养性,陶冶情操,激发人们对大自然的喜爱,从而保护水资源,合理利用水资源。将名人诗词镌刻于石上,古朴典雅。主要表现夏景,突出泉石文化。其景点有:

善应泉——“善有善报”这句俗语,教导人们要行善积德。传说水中央有一小洞,若将钱币投入此洞中,多做好事、善事,便能福寿两全。

“泉”字景门——在景区入口处,利用安阳古文化甲骨文“泉”字形成景门,既能体现安阳文化特色,又是景区的标志。

刻字置石——在中国传统文化中,石头常常为人们扮演着种种不同的艺术文化“角色”。人们对石头也有着这样或那样的审美观。石更多地给人以“坚强”、“云骨”。本原采用太行石,结合甲骨文“洹”、“河”、“泉”等字,突出泉石文化,创造石雕景观。

### 3.4 泉乐园

宣传养生之道,利用泉水的保健功能,可沐浴、饮用。在景观上,亭廊结合泉水,配置芳香类植物,给人以愉悦之感。主要景点有:

不老泉——泉旁栽植南海不老松,有延年益寿之意。到此一游,放松心志,心情愉悦,便能健康长寿。

月牙泉——自然状如月牙,泉从石中涌出,清澈纯净,可以沐浴,去除疾病,有益健康。

长清泉——喻指爱情长青,又指泉水长清,源源不断。

龙饮泉——可以饮用,起明目之效。

### 3.5 春秋园

以圣旨碑苑为主景,表现蒙汉文化,一碑汉蒙,一碑文彩;半边春秋,半边水滴;纳四时景色,容四方情怀,以赏景休息为主。主要景观有:

圣旨碑——蒙汉文圣旨碑,该碑为储祥宫遗物,道宫早毁,碑刻于元代延佑,碑通高 39 m,宽 12 m,碑上半部刻已思已文。其大意是讲储祥宫水土、园林、碾磨、店余等庙户所有的归属,进行明确保护。该圣旨碑现已得到有效保护,建有圣旨碑院。

圣碑泉——以纪念圣旨碑院,美名永远流传。

春秋岛——依原有地形加以改造,人们可在岛上垂钓、游玩。

南海古寺引导部分空间由 5 个不同主题和立意的园子组成,分别利用不同的构景手法及景物,在选址、布局、空间处理、与自然的有机交融等方面,形成了南海古寺引导部分特有的空间意境,使得“心量广大,犹如虚空”的佛境得以体现。人行于蜿蜒曲折的临河小道上,观赏着周边的美丽环境,体会着这一深厚的历史文化,听着不远处悠悠的钟声及鞭炮声,宗教情绪慢慢酝酿产生,把人引向南海古寺特有的意境中。

山水花木等景象在空间意境的营造方面起着十分重要的作用,禅师通常会用其来暗示禅境。由于植物本身的多样性和四季的变化性,对于丰富寺庙园林景观及悟道起到积极的作用,因此佛寺园林在植物选择上有着其特殊性,要求其于佛教神秘的氛围相吻合。

## 4 结语

寺庙园林中“景”有深厚的文化内涵。将自然山水景物经过艺术加工,以不同的形式再现于园林之中,做到宗教、人和景物融为一体。

研究寺庙空间的意境塑造具有非常重要的现实意义,能给现代园林空间设计带来诸多启发。南海古寺引导空间正是充分运用了园林的设计智慧,对景区进行空间布局和意境营造,赋予灵魂,使之生动而不乏意蕴,成为一处旅游胜地。在今后的园林设计中,应借鉴中国寺庙宗教空间意境塑造手法,与自然和谐相处,创造出优美的现代城市环境。

(下转第 152 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.027

## 洛阳唐宋私家园林水景理水手法探究

寇文瑞, 郭利凡, 杨芳绒

(河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**以现有文献、考古资料为基础,介绍唐宋城市私家园林发展的背景。分析优越的地理条件、四通八达的水渠便于引水是水景宅院兴起的原因。以城市宅院为对象,从理水思想和理水手法方面探讨唐宋时水景宅院的造园艺术。

**关键词:**唐宋私家园林;水景宅院;理水形式;理水手法

中图分类号:S731;K928.73;TU986.43 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0124-04

## Research on Water Design of Luoyang Private Garden in Tang and Song Dynasties

KOU Wenrui, GUO Lifan, YANG Fangrong

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

**Abstract:** Base on existing literature and archaeological data, the paper discussed the background of private garden in Tang and Song dynasties. The analysis concluded that the booming reasons for waterscape garden were superior geographical conditions and convenient canals. Taking the private garden as objects, the study discussed gardening art of waterscape in Tang and Song dynasties from aspects of water design ideal and water design form.

**Key words:** private garden of Tang and Song dynasties; waterscape house; water design ideal; water design form

在中国园林发展史上,唐宋时期是园林艺术走向成熟的阶段。唐宋时期洛阳作为全国的政治、经济以及文化的中心,凭借着优越的社会条件和自然条件,私家园林取得了前所未有的兴盛与发展<sup>[1]</sup>。宋人李格菲曾在《洛阳名园记》中写道“园圃之兴,洛阳盛衰之候也。且天下之治乱,候于洛阳之盛衰而知;洛阳之盛衰,候于园圃之废兴而得”<sup>[2]</sup>。理学家邵雍也曾在诗句中提到:“人间佳节惟寒食,天下名园重洛阳”。可见洛阳园林在中国古典园林史上有着辉煌的篇章。

### 1 洛阳城市私园水系丰盈的优势

#### 1.1 地理条件

张衡《东京赋》曾这样描述洛阳优越的地理位置。“沂洛背河,左伊右瀍,西阻九阿,东门于旋,盟津达其后,太谷通其前,回行道乎伊阙,邪径捷乎轩辕,太室坐镇,揭以熊耳”。洛阳属于暖温带向亚热带过渡地带,河谷盆地,因此气候宜人,雨量适中,故为水景营造提供了得天独厚的气候条件。《池上小宴问程秀才》:“洛下林园好自知,江南境物暗相随。雨滴篷声青雀舫,浪摇花影白莲池。停杯一问苏州

收稿日期:2015-07-10.

作者简介:寇文瑞(1990-),女,河南洛阳人,硕士研究生。从事风景园林理论与历史研究。

客,何似吴松江上时?”这是白居易看到洛阳园林美景时,激发了他对江南景物的联想。可见当时洛阳得水较易,园中多与江南水乡的景观颇有相似之处。

### 1.2 开凿运河水渠

隋唐时开凿运河,兴修水利,致使洛阳城内及城周皆河渠纵横,水资源丰盈<sup>[3]</sup>。号称为“天下之中”的帝都洛阳被伊、洛、瀍、涧 4 条母亲河环绕,便于开

凿水渠。其滨水而居的优越地势,才有了“名园渺渺水悠悠,柳色花香满陌头”的美景。唐时洛阳主要的河渠有雒渠、通济渠、通津渠、运渠、漕渠、谷渠、瀍渠、泄城渠<sup>[12]</sup>。“水系贯城沟通宫城、御园、皇城,坊里,四通八达(图 1)。丰盈的水系为营造水景园林提供了充足的条件。河南城方 50 余里,中多大园池”<sup>[3]</sup>,可见当时水景园是当时造园的主流。

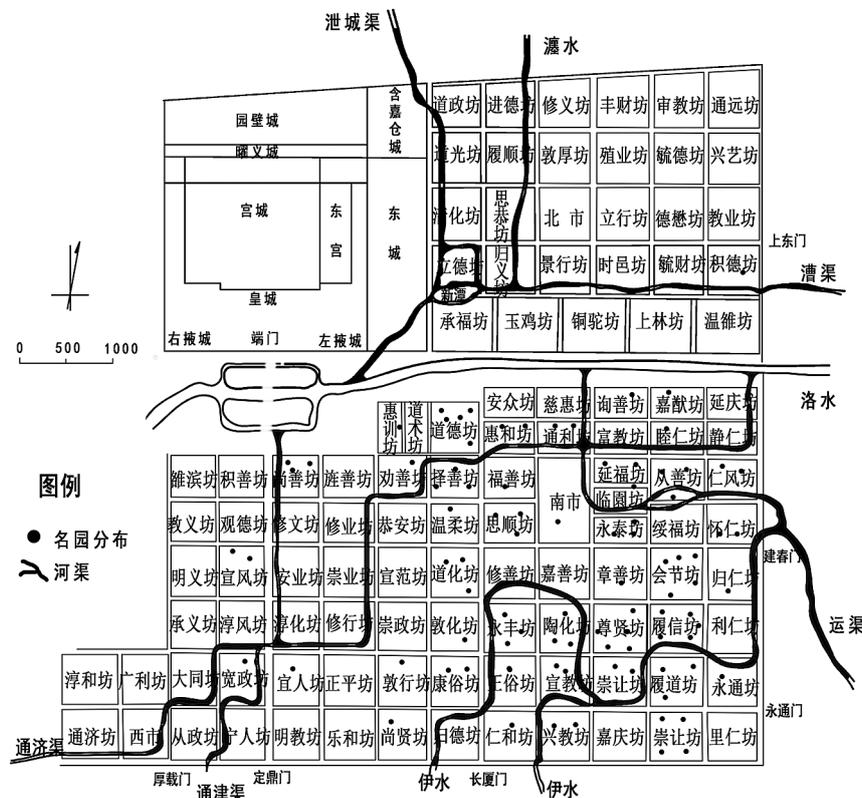


图 1 唐宋水系及名园分布(摘自中国古代园林史)

Fig. 1 Distribution of river and gardens in Tang and song dynasties

### 1.3 引水造景

隋唐东都城以“洛水贯都”,都城南北跨洛水两岸,宋代洛阳都城基本沿用唐朝旧址<sup>[5]</sup>。这种规划体系从风水学意味着“阴阳之所和”,同时对于供水排水,漕运交通,商业贸易都极有利<sup>[8]</sup>。对于园林而言改善了整个洛阳城的生态小环境,对于造园而言提供了便利的引水条件。河渠贯穿里坊的分布统计见表 1 所示。

裴度宅院(湖园),白居易曾作《裴侍中晋公以集贤林亭即事诗二十六韵见赠》描述到“嵩峰见数片,伊水分一枝。‘南溪’修且直,长波碧透迤”。归仁里宅院园面积占了整整一个归仁坊,伊河从坊的西面自北向南流过,它是唐洛阳最大的私家园林,园

主牛僧孺引入长流活水而别创滩景。白居易为滩题诗“伊流决一带,洛石砌千拳。与君三伏月,满耳作潺湲。”独乐园是司马光的宅院,《独乐园记》描写“堂南有屋一区,引水北流,贯宇下”。读书堂南面有一处屋子,引水往北流贯连屋下。富郑公园位于道德坊,北邻洛河,南邻通津(济)渠,引水极为方便,园中大水池位于中部偏东,由东北方的小渠引来园外活水。苗帅园《洛阳名园记》描写“自伊水派来,可浮十石舟,今创亭压其溪”从东面引来伊水支津之活水,成小溪。吕文穆园正好临伊水,且位于其上流,四季不见干涸,而且伊河水当时非常清澈,该园植物在园中也被滋养枝繁叶茂<sup>[7]</sup>。可见当时洛阳城市私家宅院引水造景已经相当纯熟,无需置身

表 1 河渠贯穿里坊分布

Tab. 1 Distribution of river running through residential area

河渠	泻城渠	灋渠	漕渠	通津渠	通济渠	运渠	伊水		
贯穿里坊	立德坊	进德坊	积德坊	从政坊	善坊坊	通济坊	怀仁坊	归德坊	兴教坊
	清化坊	履顺坊	毓财坊	宁人坊	劝善坊	西市	仁风坊	正俗坊	集贤坊
	道光坊	思恭坊	时邑坊	宽政坊	择善坊	大同坊	从善坊	永丰坊	履信坊
	道政坊	归义坊	景行坊	淳化坊	惠和坊	淳风坊	绥福坊	修善坊	永通坊
			归义坊	修行坊	通利坊	淳化坊	林园坊	嘉善坊	利仁坊
			立德坊	崇业坊	富教坊	安业坊	南市	陶化坊	归仁坊
			承福坊	修业坊	睦仁坊	修文坊	通利坊	宣教坊	怀仁坊
				延庆坊	静仁坊	尚着坊	慈惠坊		

郊野,在自家园中便可享受山水之情。

大部分名园分布在洛河南岸里坊,南岸里坊被伊河、洛河北北近乎平行包围,通津渠、通济渠、运渠贯穿东西。其中通津渠流线最长,流经里坊最多达 16 个。伊水分 2 支,跨越里坊数目次之,有 14 个。

## 2 理水思想

### 2.1 注重意境

文人墨客游览名山大川,描写山水美景,通过诗词书画歌咏表达对水的钟情,无不影响到后来士人构园对水之利用,对于园景审美有着巨大的影响力。园主人或许不能望庐山观瀑布,登黄鹤楼见长江水。但可以通过营造“明月松间照,清泉石上流”的咫尺园景,满足身心的诉求。

以水声取境,水体在流动过程中,与蒲草、山石、河岸等产生的摩擦发出天籁一般独一无二的声响<sup>[8]</sup>。丛春园出茶藤架上,北可望洛水,洪下皆大石,底与水争,喷薄成霜雪,声闻数十里<sup>[7]</sup>。洛水的汹涌,水声轰鸣,也是一景。不论是泉水“噗咚”的喷涌,“潺潺”的流水,还是“哗哗”的飞瀑,均是水带来的声境艺术享受。

### 2.2 寄情于水

儒家、道家思想对水推崇并赋予高尚品格,《道德经》中“上善若水,水善利万物而不争”。水平和柔顺,包容豁达,其不仅福泽万物亦可以掩映花木与世无争。《论语》中“智者乐水”,以水形容仁者,形象生动而深刻。赏水即是对君子品格的解读,陶冶情操,迎合了文人士大夫高雅情致的心理特征。裴度在东都集贤里,筑山穿池,竹木丛萃,有风亭水榭,梯桥架阁,岛屿回环,极都城之胜概。与诗人白居易,刘禹锡酣宴终日,高歌放言,以诗酒琴书自乐,当

时名士,皆从之游<sup>[9]</sup>。

## 3 理水手法

### 3.1 精于水艺

引水的便利为宅院营造丰富的水系景观提供了保障。水体形式多样,变化丰富,景观多样(表 2),主人宴饮游乐,畅享其中。北宋宫廷画师郭熙生动描绘了水多样的形式美:“水,活物也。其形欲深静,欲柔滑,欲汪洋,欲回环,欲肥腻,欲喷薄,欲激射,欲多泉,欲远流,欲瀑布插天,欲溅扑入地,欲渔钓怡怡,欲草木欣欣,欲挟烟云而秀媚,欲照溪谷而光辉,此水之活体也”<sup>[10]</sup>。

表 2 名园主要水景形式

Tab. 2 Water form of famous garden

水体形式	静水		动水			
	湖	池潭	溪	滩	瀑	泉
名园	东园	独乐园	富郑公园	归仁园	董氏东园	董氏西园
	湖园	董氏东园	环溪			
		环溪	李氏仁丰园			
		苗帅园				
		李氏仁丰园				

#### 3.1.1 静谧之水

静水,主要以湖、池、潭等形式表现。平静的水面给人带来心灵的宁静与无限的遐想。静水的景观特质主要表现在色彩、波纹以及光影。随着季节的变化,水的色彩也会变化。夕阳下的水面呈金黄色,有风的时候,波光粼粼,为静谧的水面增添了情趣。

北宋时湖园(唐代裴度的宅院)“园中有湖,湖

中有堂,曰百花洲,名盖旧,堂盖新也”<sup>[11]</sup>。白居易曾作《裴侍中晋公以集贤林亭即事诗二十六韵见赠》较为全面地反映了园池的景物,“三江路万里,五湖天一涯;何如集贤第,中有平津池。池胜主见觉,景新人未知”。平津池大,中间还有杏花岛、樱花岛与晨光岛通过梯桥,架阁连接。“主人命方舟,宛在水中坻”,可见主人以水造园,尽享池岛之乐。

### 3.1.2 跃动之水

动水具有生动、活跃、富有生命力的特征。中唐以后,园林水景刻意追求以尺寸之波尽苍溟之势<sup>[12]</sup>,主要有溪、滩、瀑等形式。流动的水声在视觉上和听觉上的可赏性,能吸引人们的注意,形成景观的焦点和中心,并可形成一种其所在空间位置上的尺度感。

环溪南有池,北有大池,两池的东西两端通过小溪连接。通过挖池堆山,在园中假山上建楼阁,得以极目远眺美景。收而为溪,放而为池,溪水潺潺,湖水荡漾。松岛,大渠引水注园中,清泉细流,涓无不通处。牛僧孺归仁里宅院“平生见流水,见此转流连”。归仁里宅院“洛石砌千拳,与君三伏月,满耳作潺湲。深处碧磷磷,浅处清溅溅;琦岸未鸣咽,沙汀散沦涟。翻浪雪不尽,澄波空共鲜;两崖滟滟口,一泊潇湘无,曾作天南客,漂流六七年;何山不倚杖?何水不停船?巴峡声心里,松江色眼前;今朝小滩上,能不思悠然”生动描写动水的姿态美。水北胡氏园“水清浅则鸣漱,湍瀑则奔驰”。董氏东园“水四向喷泻池中,没而阴出之,故朝夕如飞瀑,而池不溢。”池上四周隐筑有出水口,喷泻池中如飞瀑,池底有出水孔,或可循环,所以池水不溢<sup>[13]</sup>。

### 3.2 巧于因借

水可以包容万物,并基于水折射和反射的原理将周围的景色引入园林之中,使园林深远、宽广,同时增加景观的多样性,甚至能够直观地反映出景色的变化<sup>[13]</sup>。

#### 3.2.1 水与建筑因借

古建筑多选址在水畔,不仅可以欣赏丰富多彩的水景,其倒影亦可与水景相映成趣。例如履道坊宅院“虽有台,无粟不能守也,于是在水池东面建书库,虽有宾朋,无琴酒不能娱也,乃在池西侧建琴亭,亭内置石墩。”在园中有堂有庭有书有酒,有歌有弦,没有城市的繁闹,渺有江湖趣味。

#### 3.2.2 水与山石因借

水与山石虚实结合。如富郑公园,大竹引水出地成明渠,环流于山麓。此园的两座土山分别位于

水池的南、北面。董氏西园“竹环之中有石芙蓉,水自其花间涌出”。竹林深处一个小池,池中有石雕莲花,水像涌泉从石莲花涌出,刚柔并济。山景与水景相互渗透、融合,以嶙峋多变的山石使水体形成“欹垂复旋回”的形态显然是增加水景空间深度和层次的有效方法,在中唐以后的园林中广泛应用<sup>[12]</sup>。

#### 3.2.3 水与州桥因借

桥也是一个观景点,是水景的组成部分。园桥塑造了水景的层次感和丰富度,为水景增添诗情画意。园中某些景观如岛屿、水草等水生植物,在桥上观景更佳。《旧唐书·裴度传》记载集贤里宅园“筑山穿池,竹木丛萃,有风亭水榭,梯桥架阁,岛屿回环,极都城之胜概。苗帅园“今创水轩,板出水上”,轩临水而突出水上,水中立柱而上承轩前部,岁轩有桥亭,制度其雄侈。吕文穆园“有亭三。一在池中,二在池外,桥跨池上,相属也”<sup>[9]</sup>。这种湖亭曲桥的布置,是后世园林中常用的手法。桥可以联系空间,欣赏水景的同时还可欣赏倒影美感。

#### 3.2.4 水与植物因借

通过借助植物的姿态美,丰富视觉色彩与水体空间。履道坊宅院“竹径绕荷池,萦回百余步”。湖园“若夫,百花酣,而白昼眩;青蘋动而林荫合”以水的光亮反衬花卉的色彩。苗帅园引水绕七株大松间,汇而为池,池中植莲荇,体现了“接天莲叶无穷碧,映日荷花别样红”的景观意向。通过植物造景可以丰富景观层次,柔化驳岸边界。

## 4 唐宋城市造园理水对现代园林的意义

古典园林建造者通过对不同立地条件的考察和思考,选择山石资源或水流资源良好的地方稍加雕琢之后,尽显自然山水之美<sup>[14]</sup>,达到虽有人作,宛自天开的效果。在现代园林营建中可以融入传统造园的手法,利用山川水系及美好的历史文化内涵和独特的风貌特色,营造舒适的生活环境空间。水向来在古典园林中被赋予博大精深的文化内涵与人生哲理。洛阳造园自古以水见长,现代园林拥有更先进的理水手法,把对于水的理解和感悟应用到水景设计中,传承理水文化<sup>[15]</sup>。

目前,洛阳正在打造水生态文明城市,试点期内将以“水系为韵、生态洛阳”为建设理念,充分依托城市水系、洛浦公园,以洛阳市市区为核心,基本建成水管理、水生态、水环境、水资源、防洪排涝、水文

(下转第142页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.028

## 全站仪在园林竣工图中的应用

刘思禹,周伟健,何笑然,曲笑言,关文赫,吴玉德  
(延边大学,吉林 延吉 133000)

**摘要:**概述园林竣工图,简介全站仪测绘及手绘原理,并以全站仪测绘延吉市某广场园林竣工图为例,根据得到的数据分析全站仪测绘图与手工绘图的点位误差及测图的工作效率,得出全站仪测绘园林竣工图具有高效、准确等特点,必将取代手绘园林竣工图。

**关键词:**园林竣工图;全站仪测绘;手绘;模纹面积;效率分析

中图分类号:S731;TU986;TP39 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0128-04

### Application of Total Station Instrument in Garden Completion Drawing

LIU Siyu, ZHOU Weijian, HE Xiaoran, QU Xiaoyan, GUAN Wenhe, WU Yude  
(Yanbian University, Yanji, Jilin 133000, China)

**Abstract:** The garden completion drawing, surveying hand mapping principle of total station instrument were summarized in this paper, and taking the application of total station instrument in surveying and mapping of a square garden in Yanji city as an example, according to the data, the analysis of the points error and the work efficiency between total station instrument mapping and manual mapping has been carried out. The results showed that the application of total station instrument mapping in garden completion drawing achieved characteristics of high efficiency and accuracy, and it was suggested to replace hand mapping in the garden completion drawing.

**Key words:** garden completion drawing; total station instrument mapping; hand mapping; cross line area; efficiency analysis

### 1 园林竣工图概述

随着科学技术的进步和计算机技术的迅猛发展及向各个领域的渗透,电子全站仪和 GPS-RTK 等先进测量仪器和技术在房产、土地管理、城市规划等部门已得到广泛应用。为了让客户能够较清晰地了解土建工程、房屋建筑工程、电气安装工程、给排水工程中管道的实际走向和其它设备的实际安装情

况,国家规定在工程竣工之后,施工单位必须提交竣工图。园林竣工图是在竣工时由施工单位按照施工实际情况画出的图纸。园林竣工图的实质要求能真实、准确、系统地反映工程实体。目前园林竣工图一般常采用手绘的方式绘制,而手绘园林竣工图常常因为人为因素影响导致竣工图与实际误差较大,且效率较低。

收稿日期:2015-09-21.

基金项目:延边大学大学生创新创业训练计划项目(项目编号:ydbksky2015056).

作者简介:刘思禹(1993-),女,吉林白城人,2012级园林专业本科生.

通信作者:吴玉德.

## 2 全站仪测绘园林竣工图与手绘园林竣工图的分析与比较

### 2.1 全站仪简介及测绘原理

全站仪是全站型电子速测仪的简称,又被称为“电子全站仪”,是指由电子经纬仪、光电测距仪和电子记录器组成的,可实现自动测角、自动测距、自动计算和自动记录的一种多功能高效率的地面测量仪器。电子全站仪进行空间数据采集与更新,实现测绘的数字化。

利用全站仪测绘园林竣工图时,主要通过极坐标法获得碎步点的坐标,其测量原理为以测站(利用 GPS-RTK 测得 2 个已知点作为测站)为中心,依据测站上的已知方向测定已知方向与所求点方向间的角度和测量测站点到各碎步点的距离,以确定所求点在图上的位置<sup>[1]</sup>。

### 2.2 手绘简介及其原理

手绘就是根据施工现场的现状在图纸上绘制出来,然后用皮尺测量地物之间的相对位置,在图纸上标记好长度,依次测量,根据测得的数据在 CAD 软件中绘制出来。

手绘绘制园林竣工图时,主要通过相对坐标法,已知一固定点,依次向四周排尺测得其横坐标和纵坐标并标记出来,直至得到所有地物的相对坐标。

### 2.3 全站仪及手绘的优缺点比较

手绘竣工图优点是方法简单,其缺点是误差大、效率低、作业量大、外业时间较长。采用全站仪进行园林竣工图测绘,设站灵活,操作简单,自动记录,自动计算,可直接获得地面点三维坐标,成为施工、设计、勘测等不可或缺的测量方法。其缺点是仪器价格较贵。

## 3 全站仪测绘园林竣工图及手绘园林竣工图的实际应用

### 3.1 测区概况

某广场位于延吉市的市中心,是以供人们休闲娱乐为主的小广场,广场南北长约 141 m,东西宽约 53 m,呈直角三角形形状,测区面积约 3 813 m<sup>2</sup>。广场四周紧邻街道,地势平坦。

### 3.2 作业技术标准

- 1) GB/T 79292-1995《1:500、1:1000 和 1:2 000 地形图图示》;
- 2) CJJ 8-99《城市测量规范》;

- 3) CH 10022-95《测绘产品验收规定》;
- 4) CH 10032-95《测绘产品评定标准》;
- 5) CJJ/T 82-99《城市园林绿化工程施工及验收方案》。

### 3.3 仪器设备及成图规格

本次测图采用 LeicaTs 02 全站仪(测角 2")1 台和棱镜 2 个。本次测图主要目的用于测量园林竣工图并进行数据分析。平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系;高程系统采用 1985 国家高程基准<sup>[2]</sup>。

### 3.4 作业过程

#### 3.4.1 碎部点数据采集

结合测区的实地情况,利用甲方所给的已知点或用 GPS-RTK 打 2 个已知点(保证该两点互相通视)。一个作为测站点,另一个作为全站仪的后视点,在测站点上安置全站仪,开始进行碎部点采集,作业的详细过程如图 1 所示<sup>[3]</sup>。

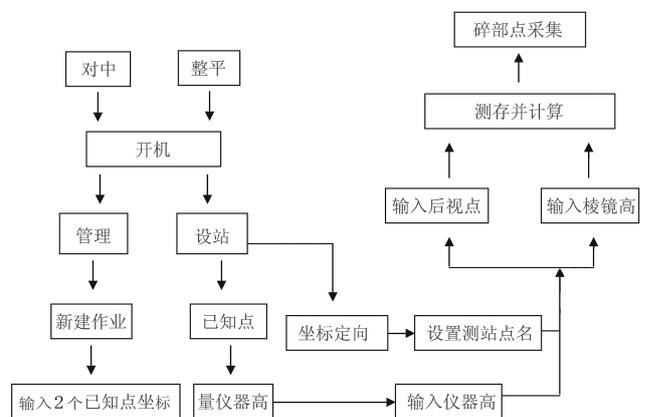


图 1 全站仪作业的详细过程

Fig. 1 Detailed process of total station instrument operation

1) 园林树木及小品等数据采集。在用全站仪测绘园林竣工图时,采用同类的原则进行编号(模纹除外),记录各个编号代表的类型(以编码法为主,草图为辅),以便于内业绘制园林竣工图,其编码的方法如表 1 所示。

2) 模纹数据采集。对模纹进行测量时,采用手持 RTK-S760C,这样解决了水平方向遮挡(全站仪)的问题,提高了工作效率,降低了外业工作量。

#### 3.4.2 全站仪数据输出

全站仪与电脑通过数据线连接好,安装驱动、安装 Flexoffice、参数设置(使全站仪的参数和电脑软件的参数匹配)、将全站仪中的数据下载到电脑使

表 1 全站仪编码

Tab. 1 Total Station encoding

符号类别	编码	地物名称
乔木(Q)	QYS	油松
	QST	山桃稠李
	QJJ	九角枫
	QHT	核桃楸
	QJT	京桃
	QJY	金叶榆
	QZY	紫叶李
	灌木(G)	GGB
GLQ		连翘
GYY		榆叶梅
PZ		铺装
Y		椅子
YD		园灯
T		亭子
D		道路
C		草坪
GZD		紫丁香
GSL		水蜡球
GZY		紫叶李球
GJY		金叶榆球

其数据格式为 CASS 7.0 可以直接打开的 \*.dat 格式,具体格式是“点号,逗号,东坐标,北坐标,高

程”<sup>[4]</sup>。

QYS-1,,542872.4417,4752083.4080,195.5341

QYS-2,,542867.9110,4752079.1189,195.6073

QYS-3,,542864.7589,4752080.6609,195.6676

.....

### 3.4.3 园林竣工图生成

图形文件在 CASS 7.0 平台下生成,图形比例尺为 1:500。将处理过的碎部点数据以 \*.dat 格式在 CASS 7.0 软件中打开,根据编码法编得的数据连线成图。图 2 为全站仪测绘的某广场竣工图,图 3 为手绘某广场竣工图。

### 3.5 全站仪测绘与手绘竣工图精度与效率分析

#### 3.5.1 全站仪测绘与手绘竣工图精度比较

为了对比全站仪绘制竣工图的精度,对延吉市某广场进行了传统的手工绘制(图 3)。采用已知点检核比较法,分别对图 2、图 3 提取数百个坐标点。为了做精度分析,在这数千个点中随机抽取 10 组用于统计比较,最后的结果具有很高的可信度。2 种绘制园林竣工图方法的精度比较结果如表 2 所示。

根据《城市园林绿化工程施工及验收方案》CJJ/T 82-99,栽植点符合设计图纸要求,位置应准确。通过表 2 可以看出,手绘竣工图点位的 X、YD 的绝对偏差近 20 cm。

#### 3.5.2 手持 RTK-S760C 与手绘模纹面积分析

随机抽区 7 个模纹面积对手持 RTK-S760C 测绘的模纹与手绘的模纹面积进行分析比较,结果如

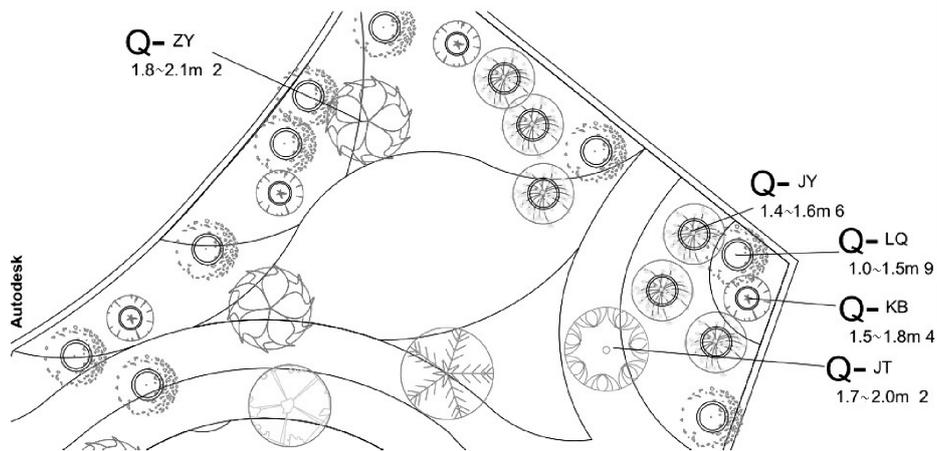


图 2 全站仪测绘某广场竣工图

Fig. 2 Record drawing of a square mapped by total station instrument

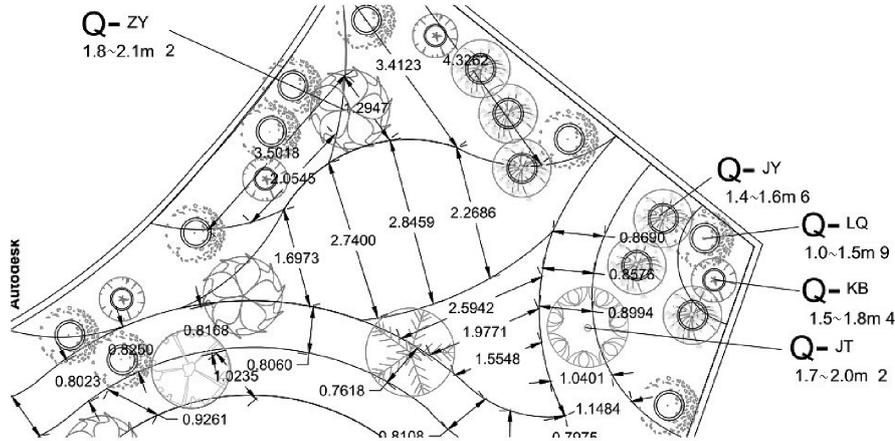


图 3 手绘某广场竣工图

Fig. 3 Record drawing of a square mapped by hand

表 2 全站仪测绘与手绘数据分析

Tab. 2 Analysis of data mapped by total station instrument and hand drawing

点号	全站仪测绘数据		手绘数据		ΔX/ cm	ΔY/ cm
	纵坐标 x /m	横坐标 y/m	纵坐标 x /m	横坐标 y/m		
1	542872.3253	4752083.4030	542872.4232	4752083.5405	10	14
2	542871.4067	4752080.5573	542871.2713	4752080.430	13	12
3	542869.2391	4752080.0455	542869.3945	4752080.1465	16	10
4	542868.2300	4752080.0028	542868.1028	4752079.1228	13	12
5	542865.3092	4752081.3092	542865.1355	4752081.1695	17	14
6	542864.7589	4752080.6609	542864.9041	4752080.5515	15	11
7	542863.1879	4752081.2144	542863.0615	4752081.1041	12	11
8	542859.2882	4752079.3034	542859.4613	4752079.1849	18	12
9	542851.0331	4752079.2456	542851.1647	4752079.1056	13	14
10	542863.1237	4752083.7643	542863.2546	4752083.9018	13	14

表 3 手持 RTK-S760C 与手绘模纹面积分析

Tab. 3 Pattern area analysis of RTK-S760C and hand drawn

模纹编号	手持 RTK-S760C	手绘	ΔS/ m <sup>2</sup>
	模纹面积 S/m <sup>2</sup>	模纹面积 S/m <sup>2</sup>	
1	13.52	11.24	2.28
2	15.87	10.09	5.78
3	11.44	16.79	5.35
4	19.03	15.46	3.57
5	16.46	20.97	4.51

表 3 所示。

从表 3 可看出,手绘竣工图模纹面积误差较大,这样就会带来园林工程预算的极大偏差。

### 3.5.3 效率分析比较

从绘制广场的竣工图中可得出,如果绘制园林竣工图的区域面积较小,手绘广场竣工图的外业至少需要一个工作日,另外还需要内业绘图等至少一个工作日,那么全站仪测绘广场竣工图的方式比手绘广场竣工图的方式至少节约一半的工作时间;如果绘制园林竣工图的区域面积较大,那么全站仪测

(下转第 146 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.029

## 泰州市海陵区主干道行道树应用现状及优化对策

吴红<sup>1</sup>, 张成霞<sup>1</sup>, 李霞<sup>1</sup>, 汤庚国<sup>2</sup>

(1. 江苏农牧科技职业学院 园林园艺系, 江苏 泰州 225300; 2. 南京林业大学, 江苏 南京 210037)

**摘要:**以泰州市海陵区 29 条主干道路行道树为研究对象, 调查了树木种类、垂直结构、径级结构、生长现状、观赏特性, 结果如下: 海陵区行道树分别隶属于 16 科 22 属, 共计有 27 种, 53 532 棵。其中落叶树种与常绿树种比例为 1 : 1.1; 乡土树种与外来树种比例为 1 : 1.8; 速生树种、中生树种与慢生树种比例为 3.1 : 2.4 : 1; 行道树胸径处于 I 级范围的最多, 占总数的 41.9%, 其次是 II 级范围, 占 36.8%, III 级和 IV 级数量大致持平, 均在 10% 左右。在行道树选择上存在行道树截干苗使用比例过高、种类单一、乡土树种应用少、部分树木生长不良等问题, 并提出相应的优化对策。

**关键词:**行道树; 种类; 数量; 配置模式; 截干苗; 乡土树种

中图分类号: S731.8; F316.23 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2015)05-0132-05

## Application Investigation and Countermeasures of the Main Traffic Roadside Tree in Hailing District of Taizhou City

WU Hong<sup>1</sup>, ZHANG Chengxia<sup>1</sup>, LI Xia<sup>1</sup>, TANG Gengguo<sup>2</sup>

(1. Landscape Horticulture Department, Jiangsu Farming Technology Vocational College, Taizhou, Jiangsu 225300, China;  
2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**Abstract:** In this paper, traffic roadside tree of 29 streets were taken as object, the trees species, vertical structure, level structure, growth status, ornamental characteristics were investigated. The result showed that: All the trees were counted for 27, 53532 which belonging to 16 families, 22 genera respectively. Ratio of the deciduous species and evergreen tree species was 1 : 1.1; ratio of native tree species and exotic tree species ratio was 1 : 1.8 and ratio of fast-growing tree species, middle-growing tree species and slow-growing tree species was 3.1 : 2.4 : 1; I range DBH accounted for 41.9% and II range DBH accounted for 36.8%, III and IV range DBH had equal quantity and accounted for 10%. In the trees choice, the ratio of cutting seedling was too high, and the plant configuration was relatively single. Hereby, corresponding solving measures were put forward

**Key words:** roadside trees; tree species; number; configuration methods; cutting seedling; indigenous tree species

行道树作为城市街道绿化的主体, 是城市森林的重要组成部分。行道树像系带一样联系着散落于

城区中的园林绿地, 将其组成一个完整的绿化体系, 因此行道树在改善城市生态环境方面起着十分重要

收稿日期: 2015-06-04.

基金项目: 江苏农牧科技职业学院 2015 年大学生创新创业训练计划项目.

作者简介: 吴红 (1979-), 女, 江苏泰州人, 硕士研究生. 主要从事园林植物栽培与养护研究. E-mail: wh02gs@126.com

的作用<sup>[1]</sup>。

海陵区是一座新兴的园林城市,在其建设过程中绿化一直都被列为重点。但是目前海陵区行道树建设并不能满足群众需求。因此本文对海陵区29条主干道行道树现状进行调查与评价,分析其存在的问题与不足,提出相对应的优化措施,以期在海陵区生态园林城市建设提供参考。

## 1 调查内容与方法

### 1.1 调查对象

此次调查对象是海陵区城区主干道行道树及其

绿带,范围包括青年路、鼓楼路、海陵路、东风路、春晖路、迎春路、东进路、凤凰路、永辉路等。

### 1.2 调查内容

行道树结构调查:包括种类、数量、株高、冠幅、胸径的统计与测量,行道树与灌木、草本植物的搭配形式。

### 1.3 调查方法

在行道树生长的旺盛期,采取抽样调查方法,每条路选取3个不同的路段抽取树种数量的5%,测量其株高、胸径、冠幅。观测统计的植物种类和搭配方式,并结合相关资料分析行道树绿化配置的变化。

表1 泰州市海陵区主干道行道树现状统计  
Tab.1 Statistics status of main road trees in Taizhou Hailing district

编号	树种	平均胸径/ cm	平均株高/ m	数量/ 株	百分比/ %	径级结构/株				健康状况
						I	II	III	IV	
1	香樟	18.9	5.6	10917	20.39	1551	6339	2132	895	III
2	女贞	17.8	4.8	9662	18.05	7252	388	827	1195	II
3	全缘叶栾树	16.0	6.1	8319	15.54	2932	5387	0	0	I
4	法桐	26.0	7.2	6179	11.54	97	1794	1408	2880	I
5	广玉兰	14.0	5.2	2912	5.44	1830	1082	0	0	III
6	白皮臭椿	15.4	5.4	1914	3.58	677	1237	0	0	II
7	银杏	18.6	5.1	1512	2.82	302	393	817	0	I
8	国槐	21.2	6.7	1333	2.49	97	0	1236	0	I
9	垂丝海棠	6.5	2.7	1257	2.35	1257	0	0	0	I
10	喜树	16.6	6.0	1080	2.02	580	500	0	0	I
11	二乔玉兰	10.2	4.2	1060	1.98	1060	0	0	0	II
12	龙爪槐	8.5	2.3	1023	1.91	1023	0	0	0	II
13	桂花	10.2	3.0	830	1.55	0	830	0	0	III
14	石楠	10.3	2.5	725	1.35	725	0	0	0	II
15	紫叶李	8.7	4.0	657	1.23	657	0	0	0	I
16	桃	9.2	2.3	550	1.03	550	0	0	0	II
17	紫薇	5.5	1.5	1239	1.00	1239	0	0	0	II
18	合欢	14.0	5.2	540	1.01	540	0	0	0	II
19	梧桐	15.6	6.2	448	0.84	0	448	0	0	II
20	榆树	18.9	7.1	447	0.84	0	351	70	26	I
21	梅	9.5	1.7	352	0.66	352	0	0	0	II
22	鹅掌楸	14.3	7.3	198	0.37	0	198	0	0	I
23	蝴蝶槐	17.4	6.4	144	0.27	0	144	0	0	I
24	棕榈	-	4.5	131	0.24	131	0	0	0	II
25	圆柏	10.2	3.5	40	0.07	0	40	0	0	II
26	杜英	11.3	4.2	35	0.07	35	0	0	0	IV
27	枇杷	15.4	3.4	28	0.05	28	0	0	0	II

## 2 调查结果及评价

### 2.1 树种组成

通过对 29 条道路的调查发现,海陵区行道树共有 27 种,涉及银杏科、榆科、木兰科、蔷薇科、木犀科、千屈菜科、苦木科、无患子科等共计 16 科 22 属。

据统计海陵区行道树共计 53 532 株,以香樟居多,占总数的 20.39%,其次为女贞(18.05%)、全缘叶栾树(15.54%)、法国梧桐(11.54%),这 4 种树数量占总数的 65.53%;落叶乔木和常绿乔木分别占总数的 52.78% 和 47.22%。常绿乔木树种是以香樟、女贞、广玉兰为主,落叶乔木以法国梧桐、全缘叶栾树、国槐为主。

乡土树种和外来树种的百分比分别为 35.56%、64.44%。乡土树种以女贞、国槐为主,外来树种以法桐、香樟、全缘叶栾树为主;速生树种、中生树种、慢生树种的使用比例分别为 51.76%、34.37%、13.87%。

### 2.2 树龄结构

通过树木的胸径测量可以判断出该树种所处的生长阶段。一个城市理想的行道树年龄结构应该由处于不同生长期的行道树种群组成,这样多样化的年龄结构可以反映出行道树种群内部的更新与演化状况,是健康的行道树种群的重要标志<sup>[6]</sup>,而且还可以客观地反映出行道树的生长现状与发展趋势,对于之后的规划设计具有参考价值。

根据 CITYgreen 模型要求,将树木的胸径/地径分为 4 个等级:Ⅰ(<15 cm)、Ⅱ(15~20 cm)、Ⅲ(20~25 cm)、Ⅳ(>25 cm)。海陵区行道树胸径处于Ⅰ级的最多,占总数的 41.9%;其次是Ⅱ级的,占 36.8%;Ⅲ和Ⅳ级数量大致持平,均在 10%左右。这说明海陵区行道树大部分正处于幼年期和青壮期,少部分处于老年期。

由表 1 可知,香樟、女贞、法桐 3 个树种均拥有 4 个胸径级别,说明海陵区长期在应用这 3 个树种;榆树作为乡土树种被选为行道树,采取大苗移栽,故拥有Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ 3 个胸径级别,且数量较少;银杏虽然拥有 3 个胸径级别,但是限于其数量上的劣势,不能成为主要街道景观;全缘叶栾树、广玉兰、国槐大量分布于Ⅰ、Ⅱ级胸径范围,在数 10 年内可形成优美的街道景观。

小乔木因其自身特点基本集中在Ⅰ级胸径范围。一些树种例如梧桐、杜英、鹅掌楸都只有一个胸径级别,这表明这些树种某个时间段被应用到街道

上,后续再无利用。

### 2.3 配置模式

行车道绿带与人行道绿带的垂直结构有很大区别。由于行车道绿道所占面积较大,所以多采用乔木+灌木+地被 3 层或乔木+灌木结构。人行道绿带由于所占面积较小,且需要考虑到行人的步行方便,一般多是乔木单层结构,鲜有乔木+灌木双层结构。东进路、青年路由于兴建较早,通车量大,且道路宽度有限,两侧难以扩建,所以只有行车道绿道垂直结构为乔木单层结构。海陵路、鼓楼路、迎春路的分车带绿地采用的是乔木+灌木双层结构。东风路是一条重要的主干道,属于典型的两板三带式道路,作为道路绿化对外的重要窗口,在其设计中采用栏杆作为分隔带,中间的分车绿带则作为主要的设计内容,设计简洁明了,采用大量植物组成优美的景观<sup>[2]</sup>。近年来新建的永定西路属于国道,通车量大,没有采用东风路将分车带作为主要景观的设计方式,而是将设计重点移至人行道绿地,行道树种植形式采取双行种植<sup>[3]</sup>,树种多样,景观优美,在满足交通需求的同时,也满足了景观效益。

### 2.4 生长现状

行道树的生长现状不仅反映树种的适应性,而且能反映绿化养护水平。为了方便统计,将树木健康状况划分为 5 级:Ⅰ级为好,表现为树冠饱满,叶色正常,无病虫害,无死枝,树冠缺损小于 5%;Ⅱ级为较好,叶色正常,树冠缺损为 5%~25%;Ⅲ级为一般,叶色基本正常,树冠缺损为 26%~50%;Ⅳ级为差,叶色不正常,树冠缺损 51%~75%;Ⅴ级为濒临死亡,树冠缺损 75%以上,濒临死亡甚至死亡<sup>[4-5]</sup>。

由表 1 可知,有 10 个树种健康状况为Ⅰ级,包括有银杏、国槐、榆树等乡土树种,还有全缘叶栾树、法桐等外来树种,说明这些外来树种可以很好地适应当地自然环境,今后可以继续采用。

处于Ⅱ级、Ⅲ级的树种有香樟、桂花、广玉兰、女贞、梅、二乔玉兰、桃花等共计 16 种,这些树种由于树木的生长习性、养护管理和施工时的疏忽,影响了树体的正常生长。

杜英是唯一处于Ⅳ级的树种,很大一部分原因是因为其喜酸性土壤,在本地的碱性土壤上无法正常生长,树体出现了树叶枯死、萌芽率低,生长缓慢等现象。今后的规划设计中建议尽量少用,最好不用。

## 3 存在的问题

### 3.1 树种种类不丰富

从可持续发展的城市森林结构来看,单个物种总数不应该超出总数的10%,否则容易发生大面积的病虫害,生态安全隐患大<sup>[6]</sup>。

海陵区行道树种类共计27种,用于行道树绿带的大乔木只有11种,而且仅香樟、女贞、全缘叶栾树、法桐4种树种数量便占总数的65.53%。从整体上看种类并不丰富。

20世纪80年代以前,法桐以其适应性强、生长速度快、树冠浓荫等优点一度成为各地行道树绿化的首选,海陵区法桐数量占总数的11.54%,比例相对合理。全区胸径>40 cm的法桐集中在人民西路,胸径30~40 cm的法桐只在青年北路、南山寺路两路段有。

随着1996年泰州从县级市一跃成为地级市,城市绿化建设如火如荼,此时人们对于法桐的飘絮和落叶等一系列问题已有认识,再加之法桐本身是落叶乔木,无法在冬季营造城市景观。香樟以其四季常绿,适应性强等特点很好地填补了这个空缺,成为当时城市绿化的主旋律,鼓楼路、海陵路、梅兰路、江州路、吴洲路上大量地使用香樟,其总体占有率达到20.39%。

女贞、全缘叶栾树凭借它们强大的适应性,在很多城市街道绿化中获得了成功,也随之被运用到海陵区的绿化建设中。

银杏、国槐、梧桐、榔榆的使用比例很少,这说明当初海陵区在行道树树种选择上是借鉴其它城市的行道树模板,加以少量的其它树种作为补充,导致目前区内的树种种类单一的现状。

### 3.2 乡土树种应用较少

海陵区乡土树种的应用比例为35.6%,相对于其它城市来说是比较高的。但是其中一部分是用于分车带绿带中的小乔木。大乔木,尤其是运用到人行道绿带中的大乔木不多,只占总数的24.4%,仅女贞一种就占有18.1%,这体现出对乡土植物的应用不够丰富,种类过于单一。银杏作为本土特色树种,在早期的规划设计中基本没有用到,全区只有东进路、凤凰路上有部分种植。国槐也只见于永泰路和扬州路。

### 3.3 截干截枝苗应用过多

通过对树体进行截干截枝处理可以降低蒸腾,提高苗木移栽时的成活率,控制树木的生长高度,防止枝条影响架设在其上方的缆线、管道,以及保证建筑物的采光需求。在早期的园林工程施工作业中,

这是一种常见的处理措施<sup>[7-8]</sup>。

海陵区内截干苗的使用比例很大,例如海陵路、鼓楼路行车道绿带上的香樟,迎春路人行道绿带上的白皮臭椿、女贞、全缘叶栾树都是截干苗移栽。这些树木经过截干后生长缓慢,无法呈现出其自然冠形,抵抗力也随之下降,加之恶劣的外在环境因素,严重影响了其正常生长。

### 3.4 部分树木生长不良

树木生长不良主要有2个原因:外在因素和树种本身特性。

1)外在因素:由于城市的特殊性质,街道、建筑占据了大量面积,硬质铺装过多。道路绿化土壤质量由于建筑堆垫、机械重压、人为践踏等原因,土壤的密实度大、石灰多、碱性重、透水透气性差、持水量低、有机质含量低。种植施工中对土壤中的石灰、水泥、砂石、垃圾和污染物清理不够彻底,种植土更换不到位,有机肥缺乏<sup>[9-10]</sup>,例如凤凰东路、东进路的银杏已分别栽种了约8年、12年,长势仍然极其缓慢,虽说银杏本身属于慢生树种,但是恶劣的外在因素无疑使其生长更加困难。

2)树种本身特性:树木是否能够很好地适应当地的土壤性质、气温、日照等条件都是由其本身特性所决定的。乡土树种在这一方面拥有无与伦比的优势,长期的物种选择使得存留下来的树种可以很好地适应当地环境,与此相比外来树种则表现出种种水土不服的现象<sup>[11]</sup>。就香樟而言,其占海陵区行道树比例最大,但生长状况却处于亚健康状态,这是由于海陵区的土壤偏碱性且地下水位较高,使其无法很好地适应本地自然条件,缺铁性黄化病、樟巢螟等病虫害日趋严重,高达70%以上,其中人民西路大香樟和鼓楼路、海陵路的香樟行道树均已出现陆续死亡的现象。

## 4 优化对策

### 4.1 合理引进新树种以丰富种类

通过引种驯化,适当地引进外来观赏价值较高的行道树树种,以形成优美的植物景观,丰富树种。但切忌盲目引种,尤其是高价引进南方常绿树种,这样做不但会增加成本,而且无法确保树种可以在移栽后还体现出原本的姿态,得不偿失<sup>[12-13]</sup>。

合理的引种应该是根据多年的实践调查,借鉴自然环境类似的其他城市引种成功的先例,选择合适的树种,由少到多,逐步扩大试种范围。在此推荐几种外来树种:白花泡桐、无患子、油橄榄、柚树和七

叶树。

#### 4.2 加强对乡土树种的应用

泰州市被江苏省《旅游总体规划》定为“中华凤城”。书中记载:凤凰性傲,非梧桐不栖,非竹实不食,非清泉不饮。梧桐,乔也,故乔木之珍惜,百鸟不栖。梧桐树干端直,树皮光滑绿色,叶大而形美,观赏性强,抗性好,而且是乡土树种,作为行道树种植可以很好地美化城市景观,而且可以起到与“凤城”相互呼应的效果,更好地宣传泰州的历史文化。因此,应该逐步将其运用到街道绿化中。

银杏作为乡土树种在泰州的种植历史悠久,在海陵区内就有数株百年以上的银杏树。但是在城市规划初期,并没有将其作为主要行道树种植,除了当时人们对乡土树种的价值了解不全面外,有一部分原因是限于银杏的生长速度缓慢,难以在短期内形成浓荫的树形结构。对于这一想象,可以将其搭配速生树种一同种植,以便在短期内形成良好的绿化效果,并尽量少用小规格的银杏苗木。

泰州市乡土树种种质资源库是江苏省最大乡土树种资源库,保存乡土树种 100 多种。通过筛选,选择其中的优良树种作为行道树,可以极大地丰富行道树种类。在此,推荐几种乡土树种:乌桕、苦楝、枫杨、朴树和皂荚。

#### 4.3 加强行道树苗木培育

1) 要确保生产绿地面积不低于城市建设面积的 2%,为行道树规划设计提供强有力的生产后盾,大量培育符合规格要求的苗木<sup>[14]</sup>。

2) 要确保行道树苗木的质量,要求树干通直,分支点高于 3 m,树冠丰满、无病虫害。此外,为了提高苗木在反季节和立地条件较差的情况下移栽的成活率,应注重对苗木的须根培育,通过进行切根处理和多次苗木移栽来强迫须根的生长。

#### 4.4 科学选择和搭配行道树

行道树的规划主要体现在树种选择、丰富绿化带垂直结构。随着建设水平的提高,缆线、管道逐步地转移埋入地下。大树移栽水平提高,以及人们对美的需求,行道树的选择应该以全冠苗为主<sup>[15]</sup>。

行道树的选择应该远近期兼顾。海陵区道路绿化已形成以香樟、女贞、法桐为基调。这些树种生长速度快、树冠开阔、冠形整齐,具有良好的遮荫效果,速生树种与中生树种的合理搭配,能够尽快成景。等到行道树达到一定的绿量时,再增加中生和慢生树。

增加小乔木、灌木、草本的使用频率,以丰富垂直结构。垂直结构越复杂生态系统越稳定、越能发挥绿带的生态效益,而且可以营造丰富多彩的植物景观。

#### 4.5 提高养护及管理水平

通过覆盖、更换营养土,在土壤中埋藏气管来增加土壤的通透作用。入冬前对树干进行包裹,进行合理的修剪以保持树势,美化树形。采用通透性好的铺砖材料。建立关于行道树的地理信息系统,包括行道树的组成、多样性、年龄结构、生长现状等信息,有利于对行道树进行系统规划、管理、树种选择。

#### 参考文献:

- [1] 何晓颖,张明娟,郝日明.上海市浦西内环线范围内道路绿化的组成及结构分析[J].上海农业学报,2008,24(3):76-79.
- [2] 李明荣,余乐,姜宗庆,等.泰州市东风路道路绿化调查与分析[J].中国园艺文摘,2012(9):43-45.
- [3] 韦庆翠,杨闽.泰州市城区行道树现状调查及发展对策[J].绿色科技,2012,2(2):38-39.
- [4] 杨芳绒,李丰芹,张体英,等.城市行道树生长环境分析与养护管理措施探讨[J].河北林业科技,2002,21(3):26-28.
- [5] 曹蕾.长三角及周边城市行道树结构研究[D].合肥:安徽农业大学,2009.
- [6] 汪瑛.北京行道树结构分析与健康评价[D].北京:中国林业科学研究院,2011.
- [7] 李志华.北京市与大田广域市行道树的比较和分析——以树种多样性为中心[D].长沙:中南林业科技大学,2011.
- [8] 博徽楠,严玲璋.上海城市园林植物群落生态结构的研究[J].中国园林,2000(2):117-121.
- [9] 郑西平.北京城市道路绿化现状与发展趋势的探讨[J].中国园林,2001(1):43-48.
- [10] 张莉,高宏秀.徐州市区行道树现状及发展对策[J].安徽农业科学,2006,34(22):863-864.
- [11] 吴兰,张显.杨陵农科城行道树现状调查与分析[J].西北农业学报,2006,13(3):271-274.
- [12] 湛伦伟.渝北城区市街绿化特点[J].中国园林,2001(2):47-50.
- [13] 全玉琴,韩振江.咸阳市道路绿化现状及发展对策研究[J].北方园艺,2007(10):143-147.
- [14] 方育红.莆田市城市行道树树种选择初探[J].林业勘察设计,2008(2):136-139.
- [15] 吴永波,薛建辉.城市行道树的研究现状及展望[J].中国城市林业,2005(2):54-56.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.030

## 西南喀斯特地区石漠化研究评述

万合锋<sup>1</sup>, 武玉祥<sup>1</sup>, 龙云川<sup>1</sup>, 刘勇<sup>2</sup>, 龙汉武<sup>1</sup>, 向准<sup>1</sup>

(1. 贵州省生物研究所, 贵州 贵阳 550009; 2. 贵阳学院, 贵州 贵阳 550005)

**摘要:**喀斯特石漠化是我国西南地区重要的生态环境问题之一。喀斯特石漠化导致土壤理化性质恶化、生产能力下降、生物多样性降低, 严重威胁流域的生态环境安全。对石漠化的研究现状进行综述, 发现石漠化的研究主要集中在成因、危害、驱动因子和时空演化等方面, 对石漠化治理的具体措施和治理效果研究较少。列举了常用的生态治理模式: 苔藓侵蚀成土、牧草保土、植被根系固土、植物群落抑制。提出政策体系不断改善、注重标本兼治等石漠化治理保障, 并针对今后治理与防治重点提出建议。

**关键词:**石漠化; 生态安全; 成因; 生态治理模式; 喀斯特地区

中图分类号: S717.193; S718.557 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2015)05-0137-06

## Research on Rocky Desertification in Southwest Karst Region of China

WAN Hefeng<sup>1</sup>, WU Yuxiang<sup>1</sup>, LONG Yunchuan<sup>1</sup>, LIU Yong<sup>2</sup>, LONG Hanwu<sup>1</sup>, XIANG Zhun<sup>1</sup>

(1. Guizhou Institute of Biology, Guiyang 550009, China; 2. Guiyang University, Guiyang 550005, China)

**Abstract:** The karst rocky desertification is one of the most important ecologic environment problems in southwest China. Karst rocky desertification could result in the deterioration of soil physical and chemical properties, the descent of the production capacities, the biodiversity reducing, which seriously threatened to river basin ecologic environment security. In this review, research status was summarized, the research on rocky desertification mainly focused on causes, hazards, driving factors, spatial-temporal evolutions, the relevant researches on the concrete measures and control effect of rocky desertification were less. Common ecological management measures of rocky desertification have been listed such as soil eroded by moss, soil conservation by forage, soil hold by vegetation roots, plant community inhibition. The management guarantee of rocky desertification for improving policy system, root and symptom controlling, have been carried out, and suggestions for future controlling and key controlling also been put forwards.

**Key words:** rocky desertification; ecological security; causes; ecological management methods; Karst region

中国碳酸盐岩分布广阔, 面积达 343 万 km<sup>2</sup><sup>[1]</sup>, 喀斯特地形主要集中在中国西南部地区, 面积达 53.26 万 km<sup>2</sup><sup>[2,3]</sup>, 是世界三大喀斯特区域之一<sup>[4]</sup>, 石漠化现象在这些地区非常普遍和严重<sup>[5,6]</sup>。

我国现有石漠化土地面积 12.9 km<sup>2</sup><sup>[7]</sup> (2015 年国家林业局统计), 区域涉及贵州、云南、广西、湖南、湖北、重庆、四川、广东等 8 省(区、市), 以贵州、云南和广西 3 省区分布最集中、危害最严重(石漠化严

收稿日期: 2015-09-16.

基金项目: 黔科院丁合字[2015]05.

作者简介: 万合锋(1986-), 男, 河南南阳人, 硕士. 研究方向: 环境与可持续发展, 生物生态修复工程. E-mail: whfeng@126.com

通信作者: 向准, 男, 副研究员. 主要从事生物生态修复、生物多样性研究、生物资源开发利用. E-mail: 1129105726@qq.com

重县有 173 个)<sup>[7]</sup>。其中以贵州省为中心的西南地区是世界上面积最大、最集中的喀斯特生态脆弱区,碳酸盐岩面积占贵州省总面积的 62%,其中有 35% 属于石漠化地区,也是世界上喀斯特亚热带锥状喀斯特发育最典型、最复杂、景观类型最丰富的片区<sup>[1-3,5-7,9,10]</sup>。对这些地区而言,石漠化不仅是严重的生态环境问题,更是突出又急需解决的社会经济问题<sup>[3,5,7,11]</sup>。

## 1 概念

喀斯特(Karst)又称岩溶,源于南斯拉夫西北部伊斯特拉半岛石灰岩高原的地名<sup>[12]</sup>,主要形成以化学溶蚀作用为主,流水的冲蚀、潜蚀和崩塌等机械作用为辅的地质作用,以及由这些作用所产生的现象的总称,其环境较为脆弱。世界上三大岩溶区分布在东亚、北美北部和欧洲中南部<sup>[8]</sup>。1983 年 5 月美国科学促进会(AAAS)第 149 届年会(底特律)上提出“脆弱环境的退化和重建:岩溶和沙漠边缘”,将其近似视为沙漠<sup>[12,13]</sup>。“石漠化”这一概念是 1991 年由我国科学家针对我国喀斯特的现状提出来的,20 世纪 80 年代前叫“石山化”<sup>[4,8,12,14]</sup>。2007 年对石漠化做了全面定义<sup>[12]</sup>,又称其为岩溶石漠化,是指在热带、亚热带湿润气候条件下,受自然和人为活动的干扰,地表植被遭受破坏,土壤被严重侵蚀、基岩大面积裸露和石砾堆积的土地退化现象,是岩溶生态系统退化到极端的表现形式<sup>[4,7,15]</sup>。国外的喀斯特地区人地矛盾没有中国突出,也不称其为石漠化,仍称其为喀斯特或岩溶<sup>[11]</sup>。

2008 年国务院在《全面控制喀斯特石漠化的大纲计划项目(2006—2015 年)》中的利用 SPOT 卫星遥感影像数据(2.5 m 分辨率),根据 0.01 km<sup>2</sup> 的图斑中岩石裸露率(%)、植被+土被覆盖率(%)为解译标准,将石漠化等级分为 6 级:无石漠化、潜在石漠化、轻度、中度、严重和极强度石漠化<sup>[3,10,16]</sup>。根据石漠化速度( $V_s$ )将石漠化作用的强烈程度分为 5 级<sup>[16]</sup>:0 级( $V_s < 0.1 \text{ mm/a}$ )、1 级( $0.1 \text{ mm/a} < V_s < 1 \text{ mm/a}$ )、2 级( $1 \text{ mm/a} < V_s < 5 \text{ mm/a}$ )、3 级( $5 \text{ mm/a} < V_s < 10 \text{ mm/a}$ )、4 级( $V_s > 10 \text{ mm/a}$ )。石漠化发展的 2 个阶段主要是恶化阶段(1994—2001 年)和恢复阶段(2001—2009 年)<sup>[4]</sup>。

## 2 研究现状

### 2.1 国外研究现状

1973 年在 Science 上的一篇以岩溶为主题的文

章引起了科学界对岩溶地区森林退化、自然灾害、地面塌陷和环境水质等生态环境问题的重视<sup>[17]</sup>。20 世纪 70 年代,国际上对马来半岛、美国卡罗来纳、新西兰和南非等喀斯特地区以及德国索侯芬石灰岩地区开展石灰岩植物区系的形成及其生理生态研究工作<sup>[11,18,19]</sup>;20 世纪 80~90 年代初,人们对喀斯特环境的研究多集中于地理、地貌和关键性环境地质、工程地质等方面;20 世纪 90 年代后,研究侧重于喀斯特的综合生态系统和地区碳循环对全球温室效应的“贡献”,其中欧洲侧重于喀斯特地质方面研究,如:洞穴体系及岩溶区水资源利用方面的研究。北美开始注重地上植被生态系统的研究,如:对喀斯特地质下植被状况与动态特征的监测分析,并加强对此地区旅游资源的开发与利用<sup>[11,18,19]</sup>。

### 2.2 国内研究现状

我国对石漠化的研究始于 19 世纪 80 年代,在 90 年代开始引起广泛重视<sup>[12]</sup>。国内学术界对石漠化(岩溶)研究的初期主要靠投入人力物力对各因子(土壤性质、坡度、水分、植被、基岩)的地面调查、观测与分析来研究石漠化,研究的主要内容是喀斯特石漠化的形成背景、驱动因子、土地利用类型、土壤稳定性、土壤水分变化和结构理化性质、危险度评价和防治与恢复重建技术等<sup>[1,4,6,9-11,13,20-23]</sup>。近几年,研究方法发展为传统方法与现代技术应用的结合,用立体空间和数据集成来观测分析,如:用遥感观测、地理信息系统与地球资源卫星集成技术分析石漠化的时空演化与动态变化,并用于石漠化分级分类和土地利用的分类参数化研究,这些技术已经在我国的云南省富源县、广西省平果县、贵州省的六盘水市以及贵州的长顺、镇远和罗甸县等地区应用<sup>[3-5,7,10,24,25]</sup>。

## 3 成因及危害

### 3.1 喀斯特地区石漠化成因

#### 3.1.1 自然因素

自然因素是石漠化形成的基础条件<sup>[2,5,7,10,16,23]</sup>,而水土流失是导致石漠化最直接因素<sup>[1,2,4,11]</sup>。喀斯特地质结构复杂、岩溶区碳酸盐岩易溶蚀,土壤在岩土界面间缺少过渡层、土层浅薄疏松、土壤蓄水性能差、土体容易滑动、成土慢、土地生产力下降,山高坡陡,植被不连续,易导致水土(地上)流失<sup>[1,3,4,10,21,23,26,27]</sup>。洼地内的落水洞、漏斗、竖井等负地形的空间大,与地下水系统动力联系强,为石漠

化水土流失提供了动力基础,再由我国西南地区干湿季风气候条件、降雨强度大、雨热同期、脆弱的干旱生境为石漠化土壤流失提供了气候条件<sup>[28,29]</sup>。

已有分析结果表明,石漠化土地与强烈水土侵蚀区的分布相一致<sup>[28,29]</sup>。2006—2009年间,贵州省水土保持监测站对不同坡度的土壤侵蚀量进行监测,结果表明,在不考虑植被覆盖的情况下,土壤侵蚀量与坡度呈正相关,但这种变化类似存在一个临界值:坡度 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,土壤侵蚀量低且缓慢增长;坡度 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ,土壤侵蚀量急剧增加,坡度 $15^{\circ}$ 地区的侵蚀量比 $10^{\circ}$ 地区的增加了308%;坡度 $15^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 时,总体上土壤侵蚀量只缓慢增加,局部区间甚至有小幅度下降,通常水土流失表现为高原峡谷>高原山地>高原盆地<sup>[16,28]</sup>。

地下流失是水土流失的一部分,也是形成石漠化的原因之一,地下流失动力是流水冲蚀、降水渗透等,外动力促使自由表面土壤滑动,使其沿孔道及裂隙、塌陷、溶洞和地下河流等介质迁移<sup>[16,28]</sup>。但目前国内外对这一观点尚无统一论。

### 3.1.2 人为因素

人为因素是石漠化形成的主要因素<sup>[1,2,5,10,21,30]</sup>,岩溶地区人口多、密度大,长期以来人们滥砍滥伐、陡坡耕种、过度放牧、过度樵采破坏了林草植被,超出了区域资源环境的承载能力,植物群落迅速退化,地表粗糙度增加,土壤易被冲蚀,导致水土流失。这也与农村地区人民生计所需(陡坡开垦)和历史原因(如战争、大跃进时期等)有关<sup>[1,2,5,8]</sup>,另外政府部门的宏观经济政策引导未能彻底考虑农村地区的生存生计问题,在发展过程重视城市化发展,而对农村人民的基本生活需求政策照顾不足、城乡差距拉大,导致农民不得不提高复种指数向自然索取生活来源。这样容易造成新的水土流失,并且资源开采过程中产生的“三废”危害林草生长,加速碳酸盐岩溶蚀速率,加剧石漠化进程,例如调查认为贵州省贵阳市的整体经济发展良好,生态环境也相对较好<sup>[2,20,21]</sup>。

### 3.2 喀斯特地区石漠化危害

石漠化改变土壤原有理化性质及生境中植被种类和结构,破坏生物多样性,难以治理与恢复。由于石漠化的发展导致土壤理化性质恶化主要有:土壤沙化、容重增加,土壤粘性增强、酸度降低、团粒体结构破坏、毛管孔隙度下降、蓄水能力减弱、有机质、腐殖质减少、肥力下降,侵蚀和淋溶程度加强、生物富集作用减弱、土地垦殖率增加,引起土壤质量明显退

化,改变生境中生物多样性,植物群落退化度提高,植物可利用的养分含量减少,植被覆盖率下降<sup>[5,10,11,23,26,27]</sup>。

石漠化进程中植被从以乔木为主退化为以灌木、草丛为主,甚至是无植被覆盖的荒漠,而枯枝落叶的减少会削弱地表的保水性能。对石漠化地区干旱期的土壤进行剖面含水量研究表明<sup>[31]</sup>:以灌木、草丛等低矮、零星分布的植被为主的石漠化地区,表层、中层、深层土壤的含水量比以高大乔木为主的非石漠化地区分别低65%、48%、26%。

石漠化造成的水土流失导致大部分泥沙进入河流并在下游淤积,导致河道泥沙淤积、河床变窄、湖泊面积缩小,使河道湖泊蓄水、泄洪能力下降,最终威胁到中下游地区的生态安全和经济发展,制约地区经济和社会的发展。石漠化是导致“三农”问题突出和地区贫困的根源,石漠化地区的人地矛盾突出,居民生活水平低,是我国经济发展最为落后、贫困程度最深、贫困人口最多的地区,即“老、少、边、穷”地区<sup>[2-4,7,8,10,11,20]</sup>。

可见,石漠化导致生态环境更加脆弱、生物多样性减少、水土流失加剧,水土流失加剧反过来促进石漠化的进程,形成一个“水土流失→石漠化→水土流失”的恶性循环模式。因此,石漠化问题的研究与治理、生态系统的恢复与重建对西南地区社会经济环境的可持续发展具有紧迫性和重要的现实意义<sup>[2,3,5,22]</sup>。

## 4 几种生态治理模式

### 4.1 利用苔藓的成土功能治理

石漠化地区有适应性强、抗旱能力强的苔藓,常见的有狭叶扭口藓、长尖扭口藓、小口小石藓、土生扭口藓、近高山真藓、细叶真藓、真藓、小青藓、尖叶绢藓、短齿牛毛藓、拟牛毛藓和扇形凤尾藓等,它们不仅是裸岩的开拓者,还改变着岩石的理化性质。苔藓植物在岩面生长,能改善岩面的保水性,其代谢过程中分泌的酸性物质可以降低岩面硬度、加速岩面溶蚀、形成生物微环境,同时改变局部小环境的气候条件,为其它生物类群的进入创造条件,使生物多样性逐渐增加<sup>[32]</sup>。

### 4.2 利用牧草的保土功能治理

牧草是草地植被的重要组成部分,其顽强的生存能力和独特的根系(集中在土壤表层下0~20 cm)在短期内发挥较强的生态功效,根系伸展入喀斯特石

漠化地区较薄的土壤层,既改善了土壤结构性质(固结土壤、提供有机质和氮素),也增强了土壤的渗透性和蓄水能力,有效地控制水土流失、减少地表径流。如,种植紫花苜蓿、三叶草、百喜草等优质牧草,能大幅度降低径流量与泥沙冲刷量,同时为石漠化地区发展畜牧业提供了有利基础<sup>[32]</sup>。

#### 4.3 利用乔木根系的固土功能治理

乔木根系能有效降低坡体的孔隙水压力、束缚土壤颗粒抑制坡体表面土壤的侵蚀。根系与坡体内部和土体结合形成“根土复合体”,增加土体的滑移阻力和抗剪强度。另外,根系分解产生的糖类等物质与土壤中的黏粒矿物产生生物化学作用,提高“根-土”界面的摩擦,进而提高土体的黏合力;根系与土壤结合的胶结物质及团粒能展现出“生物反馈”作用,提高土壤结构及孔隙的稳定性,为生物的生存和繁衍提供了有利的场所;根系中的粗根在土体中还有桥连作用,阻止土壤裂缝的繁衍,有效增加边坡的稳定性<sup>[34]</sup>。

#### 4.4 利用生物群落进化促进石漠化逆向演替

一般而言石漠化逆向演替要经历蓝藻、地衣、苔藓阶段→草丛阶段→草灌阶段→藤刺灌丛阶段→次生乔林阶段→顶极群落阶段<sup>[35]</sup>,植被恢复演替进展经过草本层物种发展→灌木层→乔木出现。在各种演替初期,物种多样性较低,随着演替进展,物种多样性增加,一般灌木层>草本层>乔木层<sup>[35]</sup>。这种演进规律是在没有人为干扰的前提下,优越的水热条件及其保留的繁殖体,通过自然演替形成喀斯特森林植被。通常石漠化土地到形成草本群落需要 3~5 a,从草本群落到灌木群落需要 5~10 a,从灌木群落到喀斯特森林大约需要 30~40 a,形成接近顶极的喀斯特森林大约需要 100 a 时间<sup>[35]</sup>。

利用植物群落进化恢复岩溶植被需要的时间较长。因此,为加快植被恢复进程,需要进行适宜的人为干预。如在石漠化裸地引入优良先锋乔、灌木树种,进行“乔-灌-草”结合,丰富植物种造林。在实际应用中还可以根据石漠化程度引进搭配植物种,如,轻度石漠化地区主要选取油茶、油桐、香椿、油橄榄、葛根、乌柏、湿地松、火炬松、杉木;中度石漠化地区选取刺槐、构树、香椿、马尾松、葛根、火炬松、杉木、楸树、桤木、柏类;强度石漠化地区选取藏柏、墨西哥柏、侧柏、滇柏、刺槐、刺梨、百花刺、金银花、构树、车桑子。在人为干预下常用的工程有坡改梯、植物篱、鱼鳞坑等<sup>[11,35]</sup>。

## 5 石漠化治理的保障

### 5.1 政策体系不断完善

预防和控制石漠化必须有健全的环境保护措施和合理战略规划<sup>[5]</sup>,中国政府从 20 世纪 80 年代开始重视石漠化问题<sup>[2,3]</sup>。1988 年 1 月,时任中共贵州省委书记胡锦涛在毕节市提出了“开发扶贫、生态建设、人口控制”的战略对策;同年国务院提出了“喀斯特山区生态环境整治配套养殖新技术研究与应用”课题,遏制石漠化蔓延状况,改善喀斯特地区农业生态环境,促进生态畜牧业和农村经济稳步发展。并且将水土保持和石漠化治理列在第十和第十一个 5 年计划中<sup>[12]</sup>。2005 年国家林业局发布《岩溶地区石漠化的现状公报》<sup>[10]</sup>,2008 年,国务院批复了《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲(2006—2015 年)》<sup>[35]</sup>。《国家的中长期科技发展计划(2006—2010 年)》把西南地区作为我国生态修复工程的优先地区<sup>[2]</sup>,《国民经济发展规划(2006—2010 年)》提出治理贵州、广西、云南喀斯特地区的石漠化问题。国家发展改革委列出华南地区 100 个试点县投入专项资金 30 亿元,用于治理恢复喀斯特石漠化<sup>[2,3]</sup>,计划投入更多资金用于全国 451 个喀斯特石漠化县(石漠化覆盖超过县域总面积的 30%)的治理。除国家层面外,地方政府也针对石漠化的治理与防治制定了长远规划,例如贵州省政府《关于全面控制喀斯特石漠化计划项目(2005—2050 年)》用于石漠化的治理与控制行动<sup>[10]</sup>。

### 5.2 更加注重标本兼治

围绕减少水土流失恢复石漠化地区生态环境,最根本是要提高生产力和减少地区贫富差距。目前重要举措有植被的保护、草原和畜牧业的发展、水和土地资源开发利用、基本农田建设、农村能源建设、贫困居民搬迁和科技支持等<sup>[10,35]</sup>。2012 年国务院 2 号文件指出贵州在以后发展中要突出抓好怎么综合治理石漠化问题,到 2020 年石漠化综合治理工程全面覆盖,将坚持自然修复为主,推进封山育林(草),加强林草植被保护和建设,开展坡耕地水土流失综合治理,把石漠化治理与解决好农民长远生计结合起来,多种途径促进农民增收致富。贵州在石漠化治理中逐渐形成了退耕还林“以木克石”模式、石旮晃中药材“以药克石”治理模式、“人工种草-圈养猪牛”开发模式、推广“循环经济”模式。广西在石漠化治理过程有以沼气为纽带生态农业模式、复合农林牧的立体农业模式、地头水柜综合开发利

用模式、农业产业化模式<sup>[4,31]</sup>。此外,国家也逐渐意识到流域治理的重要性,在长江和珠江流域上游区开展流域森林防护带、水和土壤保护、扶贫开发等生态恢复项目建设<sup>[10]</sup>。

## 6 结语

综上所述,目前石漠化理论研究的方法、技术逐渐成熟,治理与防治的工程实践应用也不断涌现出新的生态经济模式,但可推广的典范工程依然稀缺。建议今后的治理与防治工作中要做到:

1) 注重生态效益和经济效益结合,把解决石漠化贫困地区的人地协调关系、促进地区脱贫致富放在治理的首要位置,做到因地制宜、局部和地区治理与流域控制相结合的综合治理,提高石漠化地区人民的生活水平,充分调动该地区人民参与治理的积极性。

2) 注重政策引导、抓问题导向,在石漠化地区建立有别于其它地区的经济考核体系,降低 GDP 考核比重,增加石漠化治理效果和绿色 GDP 在党政领导绩效考核的比重,国家层面应加强宏观规划引导和资金保障体系建设。

3) 注重产学研结合,在加强理论基础和小范围工程实验的研究基础上,更应集中力量因地制宜,打造可借鉴、可推广、可复制的规模化、产业化生态和经济效益相统一的工程治理示范。

## 参考文献:

- [1] WANG J, ZOU B, LIU Y, et al. Erosion-creep-collapse mechanism of underground soil loss for the karst rocky desertification in Chenqi village, Puding county, Guizhou, China[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2014, 72(8): 2751-2764.
- [2] YAN X, CAI Y L. Multi-Scale Anthropogenic Driving Forces of Karst Rocky Desertification in Southwest China[J]. *Land Degradation & Development*, 2015, 26(2): 193-200.
- [3] XU E Q, ZHANG H Q, Li M X. Object-Based Mapping of Karst Rocky Desertification using a Support Vector Machine[J]. *Land Degradation & Development*, 2015, 26(2): 158-167.
- [4] YANG Q, JIANG Z, YUAN D, et al. Temporal and spatial changes of karst rocky desertification in ecological reconstruction region of Southwest China[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2014, 72(11): 4483-4489.
- [5] GAN S, YUAN X P, SUN G, et al. Karst Rocky Desertification Remote Sensing Monitoring by Integrating Land Use Diagnoses in Southeast of Yunnan Province[J]. *Applied Mechanics and Materials Vols*, 2013, 444-445: 869-873.
- [6] LI Shuang, WU Honggan. Mapping karst rocky desertification using Landsat 8 images[J]. *Remote Sensing Letters*, 2015, 9(6): 657-666.
- [7] LI S, REN H D, XUE L, et al. Influence of bare rocks on surrounding soil moisture in the karst rocky desertification regions under drought conditions[J]. *Catena*, 2014, 116: 157-162.
- [8] YANG Q, JIANG Z, MA Z, et al. Relationship between karst rocky desertification and its distance to roadways in a typical karst area of Southwest China[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2013, 70(1): 295-302.
- [9] 黄秋昊, 蔡运龙, 王秀春. 我国西南部喀斯特地区石漠化研究进展[J]. *自然灾害学报*, 2007, 16(02): 106-111.
- [10] BAI X Y, WANG S J, XIONG K N. Assessing Spatial-Temporal Evolution processes of karst rocky desertification land: Indications for restoration strategies[J]. *Land Degradation & Development*, 2013, 24(1): 47-56.
- [11] TANG Y, LI J, ZHANG X, et al. Fractal characteristics and stability of soil aggregates in karst rocky desertification areas[J]. *Natural Hazards*, 2013, 65(1): 563-579.
- [12] 袁道先. 岩溶石漠化问题的全球视野和我国的治理对策与经验[J]. *草业科学*, 2008(9): 19-25.
- [13] 袁道先. 我国西南岩溶石山的环境地质问题[J]. 1996, 15(4): 21-23.
- [14] 曹建华, 袁道先, 童立强. 中国西南岩溶生态系统特征与石漠化综合治理对策[J]. *草业科学*, 2008, 25(9): 40-50.
- [15] BUTSCHER C, HUGGENBERGE P. Enhanced vulnerability assessment in Karst areas by combining mapping with modeling approaches[J]. *Science of the Environment*, 2009, 407(3): 1153-1163.
- [16] 熊康宁, 周宗发. 喀斯特石漠化的遥感-GIS 典型研究: 以贵州省为例[M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [17] LEGRAND H. Hydrological and ecological problems of Karst regions[J]. *Science*, 1973(179): 856-864.
- [18] MICRO M, ALDINO B. World inventory of Karst researchers: Preliminary report. Sauro U, Bo-ndesan A, meneghel M. *Proceedings of International Conference on Changes in Karst Areas*[M]. Italy: Universita di Padava, 1991.
- [19] KOBZA R M, JIM K. Community structure of fishes inhabiting aquatic refuges in a threat-ened Karstwetland and its implications for ecosystem management[J]. *Biological Conservation*, 2004, 116(2): 153-165.

- [20] 潘红丽,张利,文智猷,等. 石漠化治理研究进展[J]. 四川林业科技,2012,33(3):44-47.
- [21] 王世杰,李阳兵. 生态建设中的喀斯特石漠化分级问题[J]. 中国岩溶,2005,24(3):192-195.
- [22] 王建锋,谢世友. 西南喀斯特地区石漠化问题研究综述[J]. 环境科学与管理,2008,11(33):42-48.
- [23] 刘家仁,王尚彦. 石漠化问题若干思考[J]. 贵州地质,2009,26(4):306-312.
- [24] SUYONG M A,ZHU X. Remote Sensing Image Classification Based on Decision Tree in the Karst Rocky Desertification Areas:A Case Study of Kai zuo Town-ship[J]. Asian Agricultural Research,2014,6(7):58-62.
- [25] YUE Y,LIU B,WANG K,et al. Retracted Article: Using remote sensing to quantify the fractional cover of vegetation and exposed bedrock within a complex landscape; applications for karst rocky desertification monitoring[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2013, 185(1):1025.
- [26] 曹同,高谦,傅星. 长白山森林生态系统中苔藓植物蓄水量及其在水分循环中的作用[J]. 森林生态系统研究,1995(7):73-74.
- [27] 龙健,李娟,江新荣,等. 喀斯特石漠化地区不同恢复和重建措施对土壤质量的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(4):615-619.
- [28] 熊康宁,李晋,龙明忠. 典型喀斯特石漠化治理区水土流失特征与关键问题[J]. 地理学报,2012,67(7):878-888.
- [29] 周念清,李彩霞,江思珉. 普定岩溶去水土流失与土壤漏失模式研究[J]. 水土保持通报,2009,29(1):7-11.
- [30] 马士彬,张勇荣,琴杨,等. 1990-2010年贵州喀斯特区石漠化景观格局变化分析——以贵州省六枝特区为例[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2014,31(3):114-118.
- [31] 金深逊,周凯,方光敏. 毕节地区石漠化综合治理促进生态畜牧业发展初探[J]. 贵州农业科学,2009,37(10):158-160.
- [32] 张朝晖,王智慧,祝安. 黄果树喀斯特洞穴群苔藓植物岩溶的初步研究[J]. 中国岩溶,1996,15(3):19-27.
- [33] 张美艳,邓菊芬,尹俊. 草在我国喀斯特石漠化治理中的研究展望[J]. 草业与畜牧,2010,1(170):1-4.
- [34] 吴彦,刘世全,王金锡. 植物根系对土壤抗侵蚀能力的影响[J]. 应用环境生物学报,1997,3(2):119-124.
- [35] 程洪,颜传盛,李建庆. 草本植物根系网的固土机制模式与力学实验研究[J]. 水土保持研究,2006,13(1):52-65.

(上接第 127 页)

化与水景观六大体系,初步形成“水在城中流,城在山水间;鱼在水中游,人在岸边行”的美景。这一构想也呼应了古典园林“天人合一”的思想,因地制宜,和山水环境相融合,维持可持续发展的生态环境。

### 参考文献:

- [1] 吕岩,高磊,郑建业. 唐宋时期河南洛阳园林初探[J]. 中州建设,2007(5):63.
- [2] 陈植. 中国造园史[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [3] 王铎. 中国古代苑园与文化[M]. 武汉:湖北教育出版社,2003.
- [4] 李健超. 增订唐两京城坊考[M]. 西安:三秦出版社,2006.
- [5] 贺业钜. 中国古代城市规划史[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [6] 连维良,王立林. 洛阳市志第三卷[M]. 郑州:中州古籍出版社,2001.
- [7] 李格非. 洛阳名园记[M]. 北京:中华书局出版社,1977.
- [8] 程秀萍. 中国古典园林声境的营造研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.
- [9] 周维权. 中国古典园林史[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [10] 李黄山. 中国古典园林理水艺术及其应用研究[D]. 郑州:河南大学,2013.
- [11] 陈植. 中国造园史[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [12] 王毅. 中国园林文化史[M]. 上海:上海人民出版社,2004.
- [13] 汪菊渊. 中国古代园林史[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [14] 王铎,王诗鸿. “山水城市”的哲学思考[J]. 城市发展研究,2000(2):47-51.
- [15] 李早. 中国古典园林理水的现代启思[J]. 中国园林,2004(12):36-39.
- [16] 董鉴泓. 中国城市建设史[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.031

## 文山州石漠化综合治理模式探讨

陈丽花

(文山州林业调查规划设计队,云南 文山 663000)

**摘要:**石漠化问题是重要生态问题,石漠化现象在很大程度上制约着文山州生态环境建设以及社会经济的发展。介绍文山州岩溶区石漠化的基本情况和治理取得的成效。阐述西畴县江龙村治理模式、富宁县山瑶异地搬迁扶贫模式、文山市大水井治理模式、砚山县海子边产业结构调整治理模式等的具体做法和产生的效果。

**关键词:**石漠化;综合治理;治理模式;文山州

中图分类号:S717.193;S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0143-04

## Rocky Desertification Comprehensive Governance Model for Wenshan Prefecture

CHEN Lihua

(Wenshan Forest Inventory and Planning Team, Wenshan, Yunnan 663000, China)

**Abstract:** Rocky desertification issues are important ecological issues, rocky desertification phenomenon largely restricted the development of ecological environment construction and social economy in Wenshan Prefecture. This paper introduces the basic situation of the effectiveness and governance achieved in rocky desertification area. Meanwhile, elaborates the specific governance practices and the effectiveness of Jianglong village governance model in Xichou County, site relocation model for alleviating poverty in Shanyao, Funing County, Wenshan wells governance model and Haizi industrial restructuring model in Yanshan County.

**Key words:** rocky desertification; comprehensive management; governance model; Wenshan Prefecture

文山州石漠化主要是受亚热带气候环境以及人为因素的影响而导致岩溶山地水土流失后基岩裸露,只见石头不见土的荒漠化现象。土壤生产力下降急剧,威胁着岩溶山区人民的生存环境,严重制约着山区生态建设和社会经济的可持续发展。文山州是全省乃至全国石漠化重灾区,表现出岩石裸露率高,土层浅薄,水土流失严重,生态环境脆弱,生态系统稳定性差,自我修复能力弱,植被自然恢复困难等特点。要使岩溶山区生态环境根本改善,有效遏制

石漠化的发展,有赖于森林植被的恢复,保护生态、加快发展的任务十分艰巨,石漠化治理已势在必行、刻不容缓。

### 1 基本情况

文山州地处云南省东南部,北回归线横贯全州,地势西北高东南低,最高海拔 2 991.2 m,最低海拔 107 m,一般海拔在 1 000~1 800 m,立体气候明显,四季温差小,干湿季分明,因纬度和海拔不同,从低

收稿日期:2015-09-14.

作者简介:陈丽花(1977-),女,云南砚山人,工程师。从事林业调查设计、退耕还林工程管理工作。

到高有北热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带等 4 种气候类型。全州国土总面积 314.56 万  $\text{hm}^2$ , 林业用地面积 182.35 万  $\text{hm}^2$ , 占国土总面积的 58.1%, 是典型的岩溶地区(喀斯特地貌), 岩溶面积大, 广布全州 8 县(市)。根据石漠化监测数据, 全州岩溶面积为 133.73 万  $\text{hm}^2$ , 占国土面积的 42.5%, 其中石漠化面积 101.0 万  $\text{hm}^2$ , 石漠化土地面积 85.34 万  $\text{hm}^2$ , 潜在石漠化土地面积 15.65 万  $\text{hm}^2$ 。在 83.34 万  $\text{hm}^2$  石漠化土地中: 轻度石漠化 16.06 万  $\text{hm}^2$ , 中度石漠化 42.78 万  $\text{hm}^2$ , 强度石漠化 22.26 万  $\text{hm}^2$ , 极强度石漠化 4.10 万  $\text{hm}^2$ 。

## 2 石漠化治理概况

### 2.1 治理基本情况

岩溶地貌是文山州的主要地貌特征, 为了遏制石漠化的发展, 积极探索石漠化治理经验, 2000—2002 年, 文山州在西畴县法斗乡进行了石漠化综合治理试验示范, 主要实施封山育林、人工造林、沼气池建设、小型水利工程等; 2008 年将文山市、砚山县、广南县 3 县(市)列为石漠化综合治理试点县, 2011 年 4 月, 全国岩溶地区石漠化综合治理工程第三次省部联席会暨现场会在文山召开, 将全州 8 县(市)全部纳入了岩溶地区石漠化综合治理试点县, 按照规划中明确的目标任务, 聘请了有资质的设计单位认真编制了项目总体实施方案和年度初步设计, 从设计思路、目标要求和质量控制等统一标准、严格把关, 确保了项目前期工作的质量, 为工程的顺利实施打下了基础。2009—2014 年全州累计完成石漠化综合治理工程任务 8.0 万  $\text{hm}^2$ , 其中: 人工造林 2.06 万  $\text{hm}^2$ , 封山育林 5.93 万  $\text{hm}^2$ , 石漠化治理面积 1 375.5  $\text{km}^2$ , 累计投入资金 1.55 亿元。通过一系列生态恢复工程的实施, 全州森林覆盖率从 2010 年的 42.16% 提高到目前的 49.7%, 生态环境恶化的趋势得到了有效遏制。

### 2.2 取得的成效

#### 2.2.1 生态环境明显改善

通过石漠化综合治理项目的实施, 改善了区域生态环境、保持水土、涵养水源、调洪补枯、防止土地石漠化、减少了自然灾害、美化环境、促进经济及社会可持续发展。截至 2014 年, 全州累计治理石漠化区域 1 375.5  $\text{km}^2$ , 实现了全州林地面积、活立木蓄积、森林覆盖率的“三增长”, 全州森林覆盖率从 2010 年的 42.16% 提高到 49.7%。增加了森林的蓄水能力, 减缓了地表径流的冲刷, 最大限度地减轻了

水土流失, 有效遏制了土地石漠化扩大的势头, 岩溶区生态环境明显改善。

#### 2.2.2 调整产业结构, 加快经济发展

为岩溶山区群众出谋划策, 引导发展“林农”、“林牧”模式, 培育了大批的后续产业, 如: 油茶、核桃、各种水果、药材、烤烟、甘蔗、畜牧业养殖等产业得到培育壮大, 通过基本农田建设坡改梯、炸石垒台造地、机耕路、新修沟渠等措施, 调整了农村产业结构和土地利用结构, 提高了土地利用率和产出率, 促进了农民增产增收, 有效提高了岩溶山区群众收入, 实现农民增收、财政增长的目标, 人民的生产生活水平得到了有效提高。

#### 2.2.3 改善基础设施, 美化乡村建设

石漠化综合治理, 通过农村能源(沼气池、太阳能、节柴灶)、饮水工程、水窖沟渠、交通道路等基础设施建设, 有效解决了农村能源紧缺、人畜饮水和交通出行等困难, 降低了森林资源消耗量, 人居环境得到较大改善, 人们的生存环境得到绿化、美化。同时, 项目建设促进了劳动力投入和劳务输出, 缓减社会就业问题, 增加群众收入, 为社会安定团结和健康发展起到积极的作用。

## 3 石漠化综合治理模式

文山州石漠化综合治理按照中央全面建设小康社会、全面深化改革、全面依法治国、全面从严治党的战略布局, 突出“强基础、兴产业、建生态、美乡村、惠民生”工作主题, 着力加强“基础设施、土地整治、生态修复、村庄美化、扶贫安居、产业示范、素质提升”七大工程建设, 经过州、县(市)发改、扶贫、农业、林业、水务、交通、烟草等部门的共同努力, 石漠化综合治理工作取得了较好的成效, 最终形成可复制、可借鉴的石漠化综合治理模式。

### 3.1 西畴县“江龙村治理模式”

对生态环境十分脆弱, 石漠化程度不深, 村庄聚集, 具备林业产业发展条件, 群众基础良好的地区, 采取“六子”、“四结合”的统筹治理方式。文山州石漠化治理得到了国家和省级有关部门的大力支持, 全州统一思想, 多渠道投入资金, 在石漠化地区实施退耕还林、防护林、封山育林、植树造林、农村能源、人畜饮水、基本农田建设、道路交通、异地搬迁、小流域等综合治理工程。通过 8 年的摸索总结, 形成了石漠化综合治理“六子”模式: “山顶戴帽子、山腰系带子、山脚搭台子、平地铺毯子、入户水沼子、村庄移位子”。山顶戴帽子—山顶采取封山育林、植树造

林、生态公益林保护等措施,恢复森林植被,改善生态环境;山腰系带子,充分利用退耕还林工程在山腰一带的坡耕地大力发展经济林、兼用林,既保护生态环境,又促进群众增收;山脚搭台子—将山脚缓坡的坡耕地通过坡改梯、炸石造地等措施进行平整,提高土地质量,防止水土流失,提质增肥,提高土地产出率;平地铺毯子—平地通过兴修湖库、沟渠等水利建设,将中低产农田改造成高稳产农田,提高粮食产量;入户水沼子—大力发展沼气池、蓄水池建设,有条件的农户实现户均1口沼气池,解决农户生活用能问题,饮水条件差的村寨实现村建蓄水池,户建小水窖,解决旱季人畜饮水问题;村庄移位子—部分村寨处于生态受到严重破坏,交通、水电等生存环境恶劣,丧失生存条件的地方,结合异地搬迁工程,搬迁到适合人居、基础条件较好的地方,改善生存环境。“四结合”:即在石漠化综合治理工作中,坚持工程措施与生物措施相结合、经济建设与生态建设相结合、发展生产与劳务输出相结合、就地开发与易地开发相结合。

西畴县是一个石漠化程度深、生态环境脆弱、经济社会发展缓慢的国家级贫困县,“乱石沓见地,牛都进不去,春耕一大坡,秋收几小箩。”——这是喀斯特岩溶地貌占75.4%的西畴县的真实写照,曾被澳大利亚岩溶地质专家认为是“基本失去人类生存条件”的地方。但是西畴人民以顽强的毅力与恶劣的自然环境作斗争,按照“山顶戴帽子、山腰系带子、山脚搭台子、平地铺毯子、入户水沼子、村庄移位子”的模式,实行“山、水、林、田、路”综合治理,围绕以封山育林、退耕还林、基本农田、坡改梯、建沼气池、道路交通等治理措施,创造了“等不是办法,干才有希望”的西畴精神。江龙村全村共63户273人,人均耕地500 m<sup>2</sup>。60至70年代时由于人口增加,大肆砍伐,全村生态环境恶化,自然灾害频发,村民要到3 km以外取水,多数村民靠国家救济。1990年以来,在各级的支持下,该村多措并举,掀起了石漠化综合治理和建设美好家园的热潮。首先是家家户户建设沼气池,解决生活能源问题,从此封山育林。目前全村累计封山育林66.7 hm<sup>2</sup>、植树造林16.7 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率由1990年的32%提高到现在的68%。其次是兴修水利改造农田,提高粮食产量,解决吃饭问题,将缓坡耕地进行平整,实施坡改梯3.3 hm<sup>2</sup>,建成高产稳产农田地10.7 hm<sup>2</sup>。最后结合生态恢复工程,高效利用土地,提高产出率,解决发展问题,通过长期探索论证,选择2种适宜发展

的生态经济兼用树种,2003年以来累计发展柑橘、柚子17.3 hm<sup>2</sup>,核桃17.9 hm<sup>2</sup>。同时,积极开展就业培训、劳务输出等多项增收措施,目前仅经济林果和劳务输出2项,全村年可创收150万余元。江龙村成为全省乃至全国树立了自力更生改变石漠化贫困地区面貌的典范。

### 3.2 富宁县“山瑶扶贫模式”

对丧失生存条件、生态环境极为恶劣的局部石漠化严重地区,采取“搬家种树办教育”的方式进行扶贫开发。如富宁县瑶族中的一个支系——山瑶,共有1 828户8 429人,由于历史原因,普遍居住在自然环境极为恶劣的石漠化地区山头,长期处于绝对贫困状态,生产生活条件十分艰苦,耕地少、收入低、生活差、人口素质不高,水、电、路不通,住房难、就医难。实施县内跨乡异地搬迁、纳入小城镇建设安置、就近就地扶持发展3种扶持方式,从原来缺乏生存条件的石山区迁入地势较平缓,生态环境较好,已全部实现水、电、路三通的2个林场,16个安置点集中安置756户3 508人;将原来居住在石山区并缺乏生存条件的山瑶群众553户2 506人安置到富宁县城和3个乡镇政府所在地;选择生存条件相对较好的地点,就近就地安置扶持发展21个村寨249户1 113人。同时,辅以可行的政策措施,通过补助最低生活保障,让“贡献的一代”老有所养;通过劳动就业培训转移劳动力,让“奋斗的一代”创业致富;通过全免费的教育和食宿条件,让“希望的一代”学有所教。自2008年至2010年底,投资3 924万元,完成山瑶就近就地安置和集中安置点30个,安居房建设1 558户93 480 m<sup>2</sup>,搬迁1 558户7 127人。迁出地该封山则封山,宜种树则种树,逐步遏制了水土流失,降低了石漠化速度,彻底改变了山瑶群众贫困的生产生活面貌。

### 3.3 文山市“大水井石漠化综合治理模式”

对正在耕作但生态遭受破坏,石漠化趋势加剧,耕地产出率降低的地区进行连片综合治理,重点发展以核桃、油茶为主的木本油料产业。如文山市大水井石漠化综合治理区,共有947户4 538人,由于人口急剧增加、乱砍滥伐开垦,2008年末森林覆盖率仅21%,石漠化趋势加剧,人均耕地面积、农民收入下降。通过石漠化综合治理,项目区核桃种植326.7 hm<sup>2</sup>、封山育林173.3 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率提高到47%,坡改梯地及炸石垒台造地303.7 hm<sup>2</sup>,建设沼气池325口,技术技能就业培训2 800多人。通过林农模式,在核桃林下套种辣椒、花生、姜、黄豆、半

夏等经济作物,提高经济效益,促进群众收入长期稳定增长。

### 3.4 砚山县“海子边产业结构调整治理模式”

对群众发展生产与生态保护矛盾交结的地区,采取调整产业结构,恢复生态,减轻环境承载能力,实现经济社会和谐发展的模式。砚山县采取畜牧业“种养结合”模式,实行种草养殖,封山禁牧舍饲圈养,加强棚厩建设、青贮窖、饲料基地项目建设,降低了大牲畜对岩溶山区森林植被的破坏,提高了石漠化区域大自然的自我修复力。如砚山县海子边石漠化综合治理区域,共有农户 926 户 4 170 人。在多年的无序发展中,生态不断遭受破坏,当年的“海子”已干涸,群众为了生活,畜牧业的无序发展使石漠化现象进一步加剧。为有效改善海子边片区的石漠化现状,化解畜牧业发展与生态环境的矛盾,砚山县引进天圣牧业公司,在海子边建立商品牛育肥基地,通过种草养畜的办法,扶持周边农户开展肉牛养殖,公司负责回收外销,全村共养殖肉牛 950 头,每年可出栏 120 头左右,养殖户实现户均年收入 2 万余元,带动当地社会经济发展,为石漠化综合治理提供了可借鉴的模式。

## 4 结论

文山州石漠化面积大,危害程度深,自然灾害频

繁,生态恢复难度大,治理任务仍然十分艰巨,大部分岩溶地区基础设施落后,生存条件恶劣,严重影响岩溶山区人民生活水平的提高以及整体经济的发展。现国家石漠化治理投资严重不足,各级各部门要积极整合资金,多渠道、多方位筹措建设资金,建立以中央投资为主,地方配套投入的机制,群众投工投劳以劳抵资,形成多元投资的新格局,切合实际积极探索创新石漠化综合治理模式,达到增强治理力度,提高治理成效的目的。文山石漠化防治要从源头抓起,加强法制建设,加大执法力度,宣传发动群众植树造林,树立生态意识,合理控制人口增长,加强生态建设和保护力度,扩大封山育林面积,加强农村能源建设,禁止毁林开荒、无序采矿、过度放牧等行为,树立生态科学发展观,防止新生石漠化土地蔓延。

### 参考文献:

- [1] 董诗谱. 保山市石漠化综合治理途径及重点分析[J]. 林业调查规划, 2009, 34 增刊(Ⅲ): 79-81.
- [2] 陈强. 云南岩溶地区石漠化生态治理模式及技术[M]. 昆明: 科技出版社, 2011.
- [3] 文山州林业局. 文山州 2005 年石漠化监测数据[Z]. 2005.

(上接第 131 页)

绘园林竣工图的工作效率将更加明显,工作效率能提高 3~5 倍,可节省大量的外业工作时间。

## 4 结语

本文是在已有全站仪的研究资料和应用成果的基础上,进一步对全站仪在竣工图实际应用的总结,并提出来全站仪绘制园林竣工图。全站仪其功能强大、操作灵活方便,大大提高了绘制园林竣工图的工作效率。但是也要看到全站仪市场价格还比较高,一般反应速度在 2<sup>ms</sup> 的仪器均在 2 万元以上,所以要真正在园林行业得到普及还需要一定的时间。但是随着人们认识的不断加深,全站仪测绘园林竣工

图必将取代手绘园林竣工图,是未来园林发展的必然趋势。

### 参考文献:

- [1] 冯仲科. 测量学原理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 134-143.
- [2] 曾振华, 王炎, 余成磊. 全站仪数字测图精度分析及评估方法[J]. 测绘通报, 2012(12): 115-116.
- [3] 周伟. 全站仪在园林工程施工中的应用[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(18): 108-109.
- [4] 李星照, 胡希军. 风景园林测绘学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 298-299.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.032

## 普洱市辣木引种生境适应性初步研究

周利平<sup>1</sup>, 李永<sup>1</sup>, 姜绍红<sup>2</sup>, 李润<sup>3</sup>

(1. 普洱市森林资源管理站, 云南 普洱 665000; 2. 普洱市林业局招商引资领导小组办公室, 云南 普洱 665000  
3. 云南农业大学热带作物学院, 云南 普洱 665000)

**摘要:**根据辣木生境条件及适应性,以年均温、年降雨量 2 个因子为主,在普洱市各县各乡镇中筛选出适宜种植区 51 个乡镇(占 49.5%),次适宜种植区 44 个乡镇(占 42.7%)。对辣木栽培的育苗、种植、施肥、整形、采收、初加工等关键环节进行了阐述。

**关键词:**辣木;引种;生境条件;适应性;栽培

中图分类号:S722.7;Q949.748.5;S718.54 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0147-06

### A Preliminary Study on the Eco-adaptability of the Introduction of *Moringa oleifera* in Pu'er City

ZHOU Liping<sup>1</sup>, LI Yong<sup>1</sup>, JIANG Shaohong<sup>2</sup>, LI Run<sup>3</sup>

(1. Pu'er Management Station of Forest Resources, Pu'er, Yunnan 665000, China; 2. Invite Investment Leading Group Office, Pu'er, Yunnan 665000, China; 3. College of Tropical Crops, Yunnan Agricultural University, Pu'er, Yunnan 665000, China)

**Abstract:** According to the ecological adaptability of *Moringa oleifera* introduced from India, and on the base of annual average temperature and annual precipitation, 51 towns and villages have been selected as suitable area (account for 49.5%), and 44 towns and villages have been selected as sub-suitable area (account for 42.7%) for cultivation of *Moringa oleifera* seedling in Pu'er City. The paper elaborates the key techniques of seedling cultivation, planting, fertilization, reshaping, harvesting and primary processing for *Moringa oleifera* seedling.

**Key words:** *Moringa oleifera*; introduction; habitat condition; adaptability; cultivation

辣木(*Moringa oleifera*)又称鼓槌树(Drum-stick tree)、马萝卜、牛奶树、奇迹树、植物钻石等,为辣木科辣木属多年生热带落叶乔木。该属植物全世界约有 14 种,我国常见的引种栽培的辣木为印度传统辣木,即辣木(*Moringa oleifera*)。辣木通常栽培供观赏,生长快速且具有很高的经济价值,全株均可利用,营养物质非常多且全面。其根、叶和果实可食用

和作医药原料,种子可榨油,含油 30%左右。随着人们对健康的深入认识,辣木作为保健食品开发展现了极大的潜力,辣木茶、辣木酒、辣木面条、辣木牛奶已应运而生。紧抓云南高原特色现代农业发展机遇,对闲置的农林地进行充分利用,选择适合辣木生长的生境规模化、规范化种植经营,可大幅提高土地经济效益,增加农户收入,促进辣木深、精加工产业

收稿日期:2015-07-02.

作者简介:周利平(1985-),男,湖北监利人,助理工程师。主要从事森林资源管理和培育方面的工作。E-mail:84093247@qq.com

的发展。

## 1 辣木生境条件及其适应性概况

辣木是速生树种,树高可达 12 m,树干直径 20~40 cm,其干高达 1.5~2.0 m 时才开始萌生主枝。主枝的延伸无一定的规律,所形成的树冠极像一把伞,在枝梢顶部交织形成 2~3 排羽状复叶,长 20~70 cm。小叶长 1~2 cm,椭圆形,薄而柔软。圆锥花序长 10~25 cm,花白色或奶黄色,气味芳香,具 5 萼片,5 花瓣,瓣宽 2.5 cm,5 雄蕊与 5 退化的雌蕊。荚果三角圆筒形,长 20~60 cm,绿色至紫色,干时 3 开裂,每荚果含种子 12~35 粒。一般情况下辣木每年结果 1 次(个别地区 2 次),树龄可达 20 a 以上<sup>[1]</sup>。原产于印度北部的喜马拉雅山南麓,现广泛种植于亚洲、非洲和美洲的 30 多个热带、亚热带国家及地区<sup>[2,3]</sup>。辣木从印度传播到中国已有近百年的历史,台湾是我国最早引种辣木种植地区。我国现引种栽培了印度传统辣木(*M. oleifera*)、印度改良

辣木(*M. oleifera* PKM-1)、非洲辣木(*M. stenopetala*) 3 个品种,主要种植在广东、广西、海南、云南以及重庆等地<sup>[4,5]</sup>。

辣木对环境要求不高,对土壤条件和降雨量有很强的适应性,生长温度为 10~40℃,年降雨量 300~3 000 mm,生长适宜温度为 18~32℃,年降雨量 800~1 800 mm,能忍受 5℃ 低温和 53℃ 高温,能耐受轻微的霜冻。辣木对土壤质地和酸碱度要求不高,能在 pH 4~9 的各种土壤中生长,适宜生长条件是 pH 5~6.5、土壤深厚、通透性较好、地下水位低和排水良好的沙壤土或腐殖土。海拔和地貌对辣木生长影响不大,只要温度和降雨量满足,辣木可在相宜的不同海拔和地貌条件下正常生长、开花和结果。适宜海拔<1 000 m,坡度<25°。云南引种辣木初步结果表明,辣木适合在云南热区,特别是在海拔 1 400 m 以下的干热河谷地区发展<sup>[6]</sup>。

根据对辣木适宜气候条件、土壤条件和地形条件的研究<sup>[7-10]</sup>,归纳出辣木种植区划指标(表 1)。

表 1 辣木种植区划指标

Tab. 1 *Moringa oleifera* planting regionalization index

区划因子	适宜区	次适宜区	不适宜区
年均温/℃	18~32	10~18, 32~40	<10, >40
年降雨量/mm	800~1800	300~800, 1800~3000	<300, >3000
最冷月平均温/℃	≥10	4~9.9	<4
年平均极端低温/℃	≥-2	-10~-5	<-10
≥10℃活动积温/℃	>6000	5000~6000	<5000
≥10℃活动积温天数/d	>300	240~300	<240
代表区域	海南、广东、广西、福建和台湾 5 省(区),云南、四川、贵州等省份的热带及南亚热带地区。	云南、贵州、四川、重庆等省(市)的中亚热带地区。	-
生长表现	生长迅速,一般定植成活第 4 个月可采收叶片和梢,6 个月开花结果。	生长相对缓慢,一般定植成活 8~12 个月后可采收叶片和梢,10~24 个月开花,只有在部分热量条件好的地区结果,部分区域的冬季低温会造成植株冻害。	生长缓慢,不能正常开花结果,冬季低温会造成植株冻害。

另外,辣木属深根性乔木,其树冠呈伞形,主干直立且粗壮,主根很长,其实生苗与嫁接苗在贫瘠的土壤或恶劣气候条件下均能保持较快的生长速度,且抗旱能力极强,在无水的状况下能存活长达 4 个月,还可有效抵抗土地荒漠化。冬季辣木生长缓慢而且当环境温度低于 10℃ 时植株出现冻害<sup>[11,12]</sup>。

一般是春季播种,播种后在适宜的环境中半年后就可以开花结果。在严寒下,辣木可能会地上部分死亡,但是严寒过后,新芽会重新萌发长成植株。该特征成为辣木适合在贵州南北盘江、红水河流域的干热河谷区发展种植的重要因素,但霜冻频发且时间持续过长的地区不宜盲目发展<sup>[13]</sup>。

表 2 普洱市各县乡年均温、年降雨量情况

Tab. Annual average temperature and annual rainfall situation of each County in Pu'er

县乡名	编号	年均温/ ℃	年降雨量/ mm	县乡名	编号	年均温/ ℃	年降雨量/ mm	县乡名	编号	年均温/ ℃	年降雨量/ mm
思茅区	-	17.8	1524.4	龙街乡	35	17.5	686.1	整董镇	70	19.6	1662.9
六顺乡	1	18.2	1418.2	林街乡	36	20.2	524.1	孟连县	-	19.6	1373.0
龙潭乡	2	18.0	1524.0	太忠镇	37	17.6	1007.6	富岩乡	71	17.3	1303.0
南屏镇	3	17.9	1535.4	锦屏镇	38	19.5	822.7	娜允镇	72	19.6	1373.0
思茅港镇	4	21.6	1150.0	景福镇	39	17.9	1189.4	景信乡	73	19.1	1633.0
思茅镇	5	17.7	1535.4	曼等乡	40	18.2	1048.6	公信乡	74	20.5	1370.0
倚象镇	6	17.0	1800.0	大街镇	41	18.5	1252.6	勐马镇	75	18.3	1563.0
云仙乡	7	17.0	1700.0	文井镇	42	18.5	933.3	芒信镇	76	19.6	1500.0
宁洱县	-	18.2	1414.9	花山镇	43	18.9	1043.1	澜沧县	-	19.2	1624.0
梅子乡	8	15.0	1500.0	大朝山东镇	44	15.8	1156.9	安康乡	77	16.7	1800.0
德安乡	9	17.0	1400.0	景谷县	-	20.1	1354.0	文东乡	78	20.0	1500.0
磨黑镇	10	21.6	1350.0	民乐镇	45	19.0	1411.6	富东乡	79	18.5	1201.1
宁洱镇	11	18.7	1738.0	景谷乡	46	17.5	1600.0	上允镇	80	19.3	1020.0
德化乡	12	15.3	1330.0	凤山乡	47	20.1	1530.0	雪林乡	81	16.2	2178.0
勐先乡	13	18.0	1800.0	永平镇	48	19.1	1320.0	木戛乡	82	18.3	2178.0
普义乡	14	16.5	1680.0	威远镇	49	20.8	1554.9	大山乡	83	15.2	1481.0
同心乡	15	20.2	1550.0	正兴镇	50	20.1	1251.0	富邦乡	84	14.8	2000.0
黎明乡	16	19.0	1800.0	益智乡	51	21.0	1230.0	东河乡	85	19.0	1188.0
墨江县	-	17.8	1338.0	半坡乡	52	19.0	1600.0	谦六乡	86	18.0	1300.0
团田乡	17	15.6	1210.0	勐班乡	53	20.0	1343.0	竹塘乡	87	16.0	1900.0
新抚乡	18	16.0	1375.5	碧安乡	54	20.6	1390.0	南岭乡	88	20.0	1600.0
孟弄乡	19	18.6	1300.0	镇沅县	-	18.5	1380.0	拉巴乡	89	19.3	2067.0
景星乡	20	20.0	1360.0	勐大镇	55	18.9	1500.0	勐朗镇	90	18.9	1800.0
新安乡	21	16.7	1900.0	九甲乡	56	17.0	1600.0	糯扎渡镇	91	18.0	1750.0
联珠镇	22	17.8	1345.4	振太乡	57	18.5	1515.0	东回乡	92	17.7	1943.0
通关镇	23	17.8	1117.5	按板镇	58	23.0	1280.0	酒井乡	93	17.2	1600.0
龙坝乡	24	18.0	1400.0	恩乐镇	59	22.0	1265.5	发展河乡	94	17.6	1376.0
雅邑乡	25	22.0	1420.0	者东镇	60	15.0	1530.0	惠民乡	95	19.0	1800.0
鱼塘乡	26	19.0	1200.0	和平乡	61	15.3	1300.0	糯福乡	96	16.5	1589.0
龙潭乡	27	15.0	1700.0	田坝乡	62	16.0	1400.0	西盟县	-	18.5	2758.3
泗南江乡	28	23.0	1130.0	古城乡	63	20.0	987.5	新厂乡	97	18.9	1900.0
那哈乡	29	18.0	1180.0	江城县	-	18.7	2283.0	中课乡	98	20.5	2235.0
文武乡	30	16.0	1400.0	康平乡	64	18.1	2212.0	勐卡镇	99	14.3	2719.0
坝溜乡	31	19.0	1800.0	宝藏乡	65	24.0	2200.0	岳宋乡	100	15.3	2758.3
景东县	-	18.3	1086.7	嘉禾乡	66	18.1	2050.0	力所乡	101	15.3	2739.0
安定镇	32	15.0	1080.0	国庆乡	67	18.2	2150.0	勐梭镇	102	29.0	2558.0
漫湾镇	33	20.0	1269.3	勐烈镇	68	18.0	2254.0	翁嘎科乡	103	27.5	2000.0
文龙镇	34	19.0	1097.0	曲水乡	69	21.8	2260.0				

## 2 普洱市辣木适宜区域分析

普洱市位于云南省西南部,地处低纬度地带,国土面积一半以上位于北回归线以南,常年受印度洋季风影响,高温多雨,属典型的南亚热带气候类型。年均温 15.3 ~ 20.2℃,年日照时间 1 873.9 ~ 2 206.3 h, ≥10℃年积温 6 000~7 500℃;夏热无酷暑,冬凉无严寒,年无霜期在 315 d 以上;最冷的天气在 1 月,平均气温 11.7℃,最热的天气在 6 月,平均气温 21.9℃,冬夏相差 10.2℃。年降雨量 500 ~ 3 000 mm,年均相对湿度 79%,夏秋湿热多雨,降雨量 70%集中于 7、8、9 三个月内。境内地势西北高、东南低,哀牢山、无量山、怒山(余脉)三大山脉与澜沧江、红河、怒江水系由北向南纵贯全境,形成北窄南宽的扫帚状排列;最高点为北部景东县境内无量山脉猫头山,海拔 3 370 m,最低点为东南部江城县土卡河口,海拔 317 m,相对高差 3 053 m;海拔高差变化大,气候在垂直方向上差异明显,具有北热带到南温带的各种气候类型。土壤以赤红壤、红壤为主,占土地面积的 70%以上,其次为黄壤、黄棕壤、紫色土等;土层深厚,有机质含量高。

从辣木适宜的主要环境因子(年均温、年降雨量)来看,普洱市多数区域能满足辣木种植条件,是辣木引种推广的优越区域(表 2)。各县乡中最高年均温为 29℃(西盟县勐梭镇),在辣木生长适宜温度范围内;最低年均温为 14.8℃(澜沧县富邦乡),在次适宜范围内。最高年降雨量为 2 758.3 mm(西盟县岳宋乡),在年降雨量次适宜范围内;最低为 524.1 mm(景东县林街乡),在适宜范围内。

根据辣木种植区划指标,将年均温、年降雨量 2 个主要环境因子按照适宜区、次适宜区、不适宜区划分为 3 个等级,分别标记为 a、b、c。各县乡按照 2 因子标记等级进行叠加,得到各县乡辣木种植区划情况(表 3)。

表 3 中,标记 Aa 表示县乡的年均温和年降雨量 2 个因子均在辣木适宜区种植范围内,标记 Ab 表示县乡的年均温或年降雨量其中一个因子在次适宜区种植范围内,标记 Bb 表示县乡的年均温和年降雨量 2 个因子均在次适宜区种植范围内。由表 3 可知,普洱市 49.5%县乡的年均温和年降雨量 2 个因子均在辣木适宜种植范围内,42.7%的县乡有 1 个因子在适宜范围内,7.8%的县乡 2 因子在次适宜范围内,表明普洱市近 1/2 的县乡适合推广辣木种植。

从普洱市地理空间连续来看,辣木种植适宜区

表 3 辣木种植区划情况

Tab. 3 *Moringa oleifera* cultivation zoning

标记 叠加	县乡	个数	比重/ %		
Aa	思茅区 3(六顺乡、龙潭乡、思茅港镇) 宁洱县 5(磨黑镇、宁洱镇、勐先乡、同心乡、黎明乡) 墨江县 7(孟弄乡、景星乡、龙坝乡、雅邑乡、鱼塘乡、泗南江乡、坝溜乡) 景东县 7(漫湾镇、文龙乡、锦屏镇、曼等乡、大街镇、文井镇、花山乡) 景谷县 9(民乐镇、凤山乡、永平镇、威远镇、正兴镇、益智乡、半坡乡、勐班乡、碧安乡) 镇沅县 5(勐大镇、振太乡、按板镇、恩乐镇、古城乡) 江城县 1(整董镇) 孟连县 5(娜允镇、景信乡、公信乡、勐马镇、芒信镇) 澜沧县 9(文东乡、富东乡、上允镇、东河乡、谦六乡、南岭乡、勐朗镇、糯扎渡镇、惠民乡)	51	49.5		
	Ab	思茅区 4(南屏镇、思茅镇、倚象镇、云仙乡) 宁洱县 4(梅子乡、德安乡、德化乡、普义乡) 墨江县 7(团田乡、新抚乡、联珠镇、通关镇、龙潭乡、那哈乡、文武乡) 景东县 5(安定镇、林街乡、太忠乡、景福乡、大朝山东镇) 景谷县 1(景谷乡) 镇沅县 4(九甲乡、者东镇、和平乡、田坝乡) 江城县 6(康平乡、宝藏乡、嘉禾乡、国庆乡、勐烈镇、曲水乡) 孟连县 1(富岩乡) 澜沧县 8(安康乡、木戛乡、大山乡、拉巴乡、东回乡、酒井乡、发展河乡、糯福乡) 西盟县 4(新厂乡、中课乡、勐梭镇、翁嘎科乡)	44	42.7	
		Bb	墨江县 1(新安乡) 景东县 1(龙街乡) 澜沧县 3(雪林乡、富邦乡、竹塘乡) 西盟县 3(勐卡镇、岳宋乡、力所乡)	8	7.8

可分为 4 个区域,分别设为 A、B、C、D(表 4),其他单个乡镇,如景东县漫湾镇、曼等乡,墨江县孟弄乡、景星乡,江城县整董镇、澜沧县惠民乡等不列入在内。

A 区为宁洱县的 5 个乡镇,位于普洱市中部;B 区为墨江县 5 个乡镇,位于普洱市东部;C 区包含景东县 4 个、景谷县 9 个、镇沅县 5 个、澜沧县 8 个、思茅区 3 个乡镇,合计 30 个乡镇,位于普洱市中南部、西部、西北部、北部。D 区为孟连县 5 个乡镇,位于普洱市西南部。一些会出现霜冻天气乡镇,例如墨江县鱼塘乡(无霜期 268 d)、景谷县半坡乡(无霜期 313 d 以上)、镇沅县古城乡(无霜期 230 d)、澜沧县

文东乡(气候较冷,霜期长)、南岭乡(无霜期 335 d 以上)、勐朗镇(无霜期 240~280 d)等,以及一些海拔高差悬殊,立体气候明显的地形,可采取在树干基部培土或树干刷白、缚草,冬前灌水等越冬防寒措施。

表4 普洱市辣木种植适宜区域

Tab. 4 Suitable area for planting *Moringa oleifera* in Pu'er City

区域	区域包括的县乡	年均温/ ℃	年均降雨量/ mm
A	宁洱县磨黑镇、宁洱镇、勐先乡、同心乡、黎明乡(5个)	19.5	1647.6
B	墨江县龙坝乡、雅邑乡、鱼塘乡、泗南江乡、坝溜乡(5个)	20.2	1390.0
C	景东县文龙乡、锦屏镇、大街镇、文井镇、花山乡,景谷县民乐镇、凤山乡、永平镇、威远镇、正兴镇、益智乡、半坡乡、勐班乡、碧安乡,镇沅县勐大镇、振太乡、按板镇、恩乐镇、古城乡,澜沧县文东乡、富东乡、上允镇、东河乡、谦六乡、南岭乡、勐朗镇、糯扎渡镇,思茅区六顺乡、龙潭乡、思茅港镇(30个)	19.5	1326.0
D	孟连县娜允镇、景信乡、公信乡、勐马镇、芒信镇(5个)	19.4	1487.8

### 3 辣木栽培注意事项

#### 3.1 育苗和种植

普洱市位于哀牢山以西,受冷空气影响较小,受北部湾东南暖湿气流和孟加拉湾西南暖湿气流的影响大,形成了热量高、降雨量大且相对集中的特征,干湿季明显,冬春季干旱少雨,蒸发量大,夏秋季湿热多雨,相对湿度大。辣木全年均可播种,最佳时间为2月底至3月初,播种一个月以后即可出圃定植。有浇灌的造林地,一般在3—5月定植较好,无浇灌的最好在雨季初期或后期定植。定植后无论是否下雨,一定要浇定根水。辣木林地忌积水,积水过多容易发生根系和茎基腐烂。平坦的种植地应起畦,山地防种植穴积水,风大的地方定植初用竹片固定。定植后6~12个月辣木便可结果,故播种期应严格控制,避免花期遇到雨季,造成大量落花。

根据种植目的不同,确定不同栽植密度。以采嫩叶、梢为目的时密度要大一些,株行距为0.8 m×2 m、1 m×2 m、1.2 m×1.2 m 或者 1.5 m×1.5 m 等;以采花、果实和种子为目的时密度要小一些,株间距为

1.5 m×2 m 或者 2 m×2 m。种植穴规格一般为 50 cm×50 cm×50 cm。辣木主根发达、无侧根、生长快、生物量大,修剪后萌发快,树冠稀疏,透光性好,种植于农地内对林下农作物生长及产量影响较小,是较理想的混农林业物种。

#### 3.2 施肥和整形

辣木耐贫瘠,对土壤养分要求不高,一般不用施肥也能正常生长,但为了促进生长、提高产量、树体健康和越冬,可以适量地灌溉和施肥。在旱季,根据土壤湿度适时灌溉能促进其开花结果。研究显示 10 d 的浇水频率对辣木的生长促进作用最大<sup>[14]</sup>。辣木以采叶为目的的,在采摘嫩叶后以补施 N 肥和有机肥为主;以花、果实和种子为目的的,在树体进入开花初期和籽粒进入迅速膨胀期时以薄施适量的有机肥和 K 肥为主。

辣木生长迅速,顶端优势明显,如不修剪第一年可生长至 3~4 m,树干粗达 8~10 cm。为达到高产量的目的,需矮化培育,增加分枝。通常在植株长至 50~60 cm 时进行定干,保留 3~4 个健壮的新梢作一级分枝,二级枝的留用依次类推。定干后 1~2 a,由于辣木生长迅速而使体内细胞填充不及,组织幼嫩抗风力差,必须立短木棍作为支撑。在生长到 3 a 左右时进行一次较大的整形,以方便管理、促生枝条,提高新鲜叶采摘量。

#### 3.3 采收和初加工

辣木在亚洲地区的果实成熟期多在 5—8 月,部分地区每年开花结实 2 次,时间分别是 12 月至翌年 1 月、8—9 月<sup>[16]</sup>。以收种籽为目的的辣木树第一年开花不予保留。

采嫩梢用的辣木一般在主茎直径达到 3 cm,高 0.8 m 以上时在 50 cm 处切开,以萌发出多个嫩梢,待嫩梢长到 30~40 cm,对未老化嫩梢用手采摘。营养充足条件下,雨季约 25 d 可采一次,旱季 40 d 左右采一次。每年必须进行回缩修剪 2~4 次,确保梢的产量。嫩梢采摘后当天食用,如需保存,及时用保鲜膜密封,放置在低温(5℃)冷藏环境下贮存,保鲜期 5 d 左右;如需长途运输,采用变温处理和充气包装,可提高辣木的保鲜期。

采叶用的辣木一般在主茎直径达到 3 cm,高 1 m 以上时。离地 1 m 处截干,截干后,留不同方位的健壮嫩梢 3~4 枝,培养成一级分枝。当一级分枝直径≥2 cm、长 1 m 时进行第二次短截,待二级分枝长至 50 cm 进行断顶。植株高度控制在 1.5~2.0 m,形成一个结构合理、分布均匀的树冠。待叶片呈深

绿色时即可采收,根据种植地生产需要和劳力等选择适合的采收方法。可直接用手从复叶叶柄基部采摘整个复叶,采摘好后进行回缩修剪,修剪后植株高度控制在 1.5 m 以内;也可采用采收与修剪相结合的方法,先剪下 2/3~3/4 长的枝条,再从剪下的枝条上采摘叶片。在辣木适宜种植区,一般 90 d 可采收 1 次,每年采 4 次。辣木叶采收后要及时摊凉,忌长时间堆放。晴天时,叶片可以直接在晒场上摊放,3~4 d 后即自然干燥。若不期遇雨,则及时将叶片放入热风干燥箱中干燥,箱内温度调至 50℃,4~5 d 即可装袋收贮。

采果用的辣木一般在主茎直径达到 3 cm,高 1.2 m 以上时离地 1.2 m 处截干。截干后,留 4~6 个健壮的新梢作挂果枝,此后仅对徒长枝进行修剪。修剪后植株控制高度在 2.0~2.5 m,既保证枝条多挂果,又确保枝条不被折断。辣木果实采收根据生产用途不同分为菜用果和制种果采收。菜用果采收:一般在果皮为淡绿色,蒴果半木栓化,果实种仁膨胀结束时,即可手工采收。太早达不到应有的产量,太晚种壳变硬又影响口感。制种果采收:当果实重量变得很轻或果皮呈黄褐色,果皮趋于干枯时,即可采收。过早种子成熟度不够,影响出苗率;过晚种子会自然开裂或发芽、发霉、虫蛀、变质。菜用蒴果在常温下可存放 1~2 d,放置在低温(5℃)的冷藏环境中可存贮 5~7d。制种用蒴果采收后及时去除果皮,室温下自然晾干,然后用透气性好的塑料网袋装放,存放时间以 1 a 为宜,时间较长会影响种子出芽率。

## 参考文献:

- [1] 张燕平,段琼芬,苏建荣. 辣木的开发与利用[J]. 热带农业科学,2004,24(4):42-48.
- [2] 卢重镇. 辣木 生命之树[M]. 台湾:花香园出版社,2003.
- [3] 陈惠明. 植物中的钻石 高经济价值的辣木[M]. 台湾:商周出版社,2005.
- [4] 刘永红,李会珍. 辣木的利用价值与栽培[J]. 福建热作科技,2004,29(2):34-35.
- [5] 洪林,魏召新,李隆华,等. 辣木资源研究利用现状[J]. 西南园艺,2006,34(1):56-57.
- [6] 罗云霞,陆斌,石卓功. 辣木的特性与价值及其在云南引种发展的景况[J]. 西部林业科学,2006,35(4):137-140.
- [7] EMONGOR V E. Mofinga (*Moringa oleifera* Lam.): a review[J]. Acta Horticulturae, 2011,911:497-509.
- [8] 陆斌,宁德鲁,杜春花,等. 云南的辣木引种试验初报[J]. 西部林业科学,2007,36(4):20-25.
- [9] 盘李军,刘小金. 辣木的栽培及开发利用研究进展[J]. 广东林业科技,2010,26(3):71-77.
- [10] 张燕平,段琼芬,苏建荣. 辣木的开发与利用[J]. 热带农业科学,2004,24(4):42-48.
- [11] 刘永红,李会珍. 辣木的利用价值与栽培技术[J]. 农技服务,2005(7):18-19.
- [12] 龚德勇,左德川,班秀文,等. 辣木栽培与利用[J]. 贵州林业科技,2006,34(2):30-37.
- [13] 宿爱芝. 辣木栽培技术与生物量关系的研究[D]. 昆明:中国林业科学研究院资源昆虫资源所,2012.
- [14] BABU K V S, Rajan S. Floral biology of annual drumstick [J]. Journal of Tropical Agriculture, 1996,34(2):133-135.

(上接第 123 页)

## 参考文献:

- [1] 申淑兰,杨芳绒. 北宋麻署园林——安阳郡园初探[J]. 华中建筑,2010,28(7):190-192,198.
- [2] 宗桦,张楠. 中国传统寺观园林研究进展综述[J]. 安徽农业科学,2013(7):3009-3011.
- [3] 刘海. 谈禅宗美学在寺庙园林中的应用[J]. 现代农业科技,2009(18):200-203.
- [4] 娄娟,娄飞. “弥须芥子、自然清静”:河南风穴寺园林意境浅析[J]. 生态经济,2013(8):179-182.
- [5] 管欣. 中国佛教寺庙空间的意境塑造[J]. 安徽农业大学学报:社会科学版,2006,15(2):116-119.
- [6] 尹丽. 浅析中国佛教寺庙空间的意境塑造[J]. 现代园艺,2012(4):43-43.
- [7] 管欣. 中国佛教寺庙园林意境塑造手法研究[D]. 合肥工业大学,2006.
- [8] 管欣,李丹. 中国佛教寺庙宗教空间的意境塑造[J]. 山西建筑,2008,34(34):53-54.
- [9] 周维琼. 中国佛教寺庙园林的景观探微[J]. 广东园林,2007,29(4):5-7.
- [10] 魏雷,王玢,高翹,等. 幽深清远的诗意空间——论武汉宝通禅寺园林空间艺术[J]. 华中农业学报,2007,26(3):407-410.
- [11] 何杨. 山林型寺庙园林空间的意境塑造——以香山教寺二期为例[J]. 浙江万里学院报,2012,25(4):67-70.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.033

### 3个彩叶桂花品种的扦插繁殖试验

马立辉,杨琼,谢英赞,陈本文  
(重庆市林业科学研究院,重庆 400036)

**摘要:**对3个彩叶桂花品种(银碧双辉、五色彩桂、云田彩桂)进行扦插繁殖试验。结果表明,相同生境条件下,3个彩叶桂花扦插的生根能力存在差异;不同浓度梯度的NAA处理均会对3个彩桂树种扦插成活率产生不同的影响,其中 $100\times 10^{-6}$ 为NAA扦插处理的最佳浓度;生根剂ABT1能显著提高3种彩桂品种的扦插成活率,但其效果低于浓度为 $100\times 10^{-6}$ 的NAA。

**关键词:**彩叶桂花;扦插繁殖;生根能力;扦插成活率;NAA处理;生根剂ABT1

中图分类号:S685.13;S723.132.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0153-04

### Cutting Propagation Experiment of Three Colorful Sweet-scented *Osmanthus*

MA Lihui, YANG Qiong, XIE Yingzan, CHEN Benwen  
(Chongqing Academy of Forest Science, Chongqing 400036, China)

**Abstract:** Propagation experiment of three colorful Sweet-scented osmanthus was conducted by using cutting techniques. The results showed that under the same habitat condition, the rooting abilities of the three color Sweet-scented osmanthus were different. The different concentration gradient of NAA had different effects on cutting survival rates of the three species. The optimum concentration of NAA to deal with cuttings was 100ppm. ABT1 rooting agent could significantly improve the survival rate of three colorful sweet-scented osmanthus, but its effect was worse than NAA of which concentration was 100ppm.

**Key words:** colorful sweet-scented osmanthus; cutting propagation; rooting capacity; cutting survival rate; NAA treatment; ABT1 rooting agent

随着城市园林建设的不断发展,单一的绿叶植物已不能满足人们的需求,彩叶植物开始受到人们的重视,正逐渐被运用于城市园林绿化中。但目前城市常见的彩叶植物种类还不够丰富,且叶色变化较少,彩叶植物品种的开发利用还不够。桂花是我国传统的园林绿化树种,而近年来新开发的银碧双辉、五色彩桂、云田彩桂3个彩叶桂花品种,不仅具

有传统桂花优美的树形和清新的花香,更具有丰富的叶色变化,是园林绿化好材料,具有广阔市场前景。

大规模地培植彩叶桂花植株,可产生巨大的经济效益。但因彩叶桂花植株自然生长速度较慢,获得种源较难,种子繁殖很难实现植株的快速大规模繁殖。扦插繁殖技术较易掌握,繁殖系数较大,且性

收稿日期:2015-08-29.

基金项目:彩叶桂花品种收集及栽培稳定性对比研究项目,重庆市科委基本科研业务费资助.

作者简介:马立辉(1983-),男,山东淄博人,园林工程师.研究方向为城市园林生态.

通信作者:陈本文(1968-),男,重庆人,高级工程师.研究方向为林学.

状稳定,能实现苗木的大量快速繁殖,满足园林绿化对彩叶植株的巨大需求。为此进行了彩叶桂花的扦插繁殖试验,以期为园林绿化应用提供理论基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

银碧双辉、五色彩桂、云田彩桂 3 个彩叶桂花品种,选取重庆市林业科学研究院试验地彩叶桂花采穗圃内的健壮母树外围中上部当年生新梢作为试验材料。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 插床的准备

扦插苗床以 pH 值为 5.5~7.0 的微酸性砂质壤土或轻壤土为好,忌用黏质土。土质太粘可适当掺些砂土以调节土壤质地。苗床宽窄适宜,一般为 1.3~1.5 m,同时苗床宜稍高,排水一定要通畅。在扦插前 3 d 用 50% 多菌灵可湿性粉剂 0.125% 的溶液喷洒对苗床土壤进行消毒。

#### 1.2.2 试验时间

试验于 2013 年 6—8 月进行。

#### 1.2.3 插穗的处理

扦插繁殖时,插穗条选择壮龄母树外围中上部健壮无病虫害的枝条。选取后,剪穗只留顶端 2 片叶,2~3 个节间,长 7~10 cm;剪口成马蹄型,要平整。将每 50 株插穗捆成一束,用石蜡封住顶口,迅速放入室内通风阴凉处,并及时喷雾状水,湿润叶面,保持插穗新鲜状态。

#### 1.2.4 扦插

1) 扦插方法:将 95% 的酒精溶解植物激素(NAA 和 ABT1)加水至所需浓度,装入不同的容器中,浸入插穗,浸入深度为 2~3 cm,浸泡 4 h,对照组清水处理,试验设计如下。扦插深度为插穗的 1/3 或 1/2,插后将周围的土压实,浇足透水,但垄上无积水为宜。

2) 试验设计:①3 种彩桂生根能力的比较试验。设置对照组(清水处理)和 NAA 处理组( $100 \times 10^{-6}$ ),每组 3 个重复,进行扦插试验。②不同浓度梯度 NAA 对 3 种彩桂扦插成活率的影响试验。为进一步探究 NAA 处理对五色彩桂、银碧双辉和云田彩桂扦插成活率的影响,使用不同浓度梯度的 NAA 对 3 种彩桂进行处理(表 1)。③生根剂 ABT1 对 3 种彩桂扦插成活率的影响试验。按产品说明的建议浓度设置 ABT1 处理组( $100 \times 10^{-6}$ )和对照组(清水处理),每组 3 个重复,进行扦插试验。

表 1 不同浓度梯度的 NAA 对 3 种彩桂扦插成活率的影响试验设计(重复 3 次)

Tab.1 Affecting experimental design of three kinds of color *Cinnamomum eassia* cutting survival rate different concentrations of NAA (repeated three times)

NAA 浓度( $10^{-6}$ )	0(CK)	50	75	100	125
重复	30×3	30×3	30×3	30×3	30×3

### 1.2.5 扦插后的管理

扦插后对其进行统一管理,用薄膜覆盖苗床,保持厢内土壤和空气适宜的湿度,并选用透光率为 80% 的遮阳网遮盖,避免阳光的直射和防止叶子的枯萎。

## 2 结果与分析

### 2.1 3 种彩桂生根能力的差异

扦插是植物的一种营养繁殖方式,其原理与萌生一样,都依靠枝条或茎上的分生组织形成新的根系和新芽。因此,扦插成活率的大小能反映树种潜在萌生能力的大小。

相同生境条件下(相同基质、小气候等)对各品种桂花进行扦插试验,以检验 3 个彩叶桂花品种生根能力的差异。扦插后的 40 d,对 3 个品种插穗的成活率进行统计(表 2)。

表 2 3 种彩桂扦插成活率

Tab.2 Survival rate of 3 kinds of color *Cinnamomum eassia* cutting

品种	成活率/%		
	CK	NAA( $100 \times 10^{-6}$ )	提升幅度
五色彩桂	27.9±2.1a	91.7±5.7b	↑63.8
银碧双辉	24.3±1.5a	89.8±5.2b	↑65.5
云田彩桂	26.1±2.3a	90.2±5.5b	↑64.1

注:Duncan 显著性检验(a 为 0.05 水平)。“↑”表示用浓度为  $100 \times 10^{-6}$  的 NAA 处理后成活率升高,提升幅度为 CK 成活率与 NAA( $100 \times 10^{-6}$ )成活率之差。

由表 2 可知,未经 NAA 处理(CK)和用 NAA( $100 \times 10^{-6}$ )处理后的 3 个彩叶桂花品种扦插成活率均存在差异,成活率一致表现为:五色彩桂>云田彩桂>银碧双辉。NAA( $100 \times 10^{-6}$ )处理均能显著提高植株的成活率,提升幅度为:银碧双辉>云田彩桂>五色彩桂,分别为 65.5%、64.1%和 63.8%。

## 2.2 NAA 的不同浓度梯度对 3 个彩桂品种扦插成活率的影响

### 2.2.1 不同浓度的 NAA 处理对五色彩桂品种扦插成活率的影响

采用不同浓度的 NAA 对五色彩桂的插穗进行处理,均能影响扦插的成活率。未经处理的扦插组成活率最低,仅为 27.9,随着 NAA 浓度的增加,扦插成活率不断提高,当浓度达到  $100 \times 10^{-6}$  时,成活率最高,达 91.7%,此后成活率开始降低(图 1)。

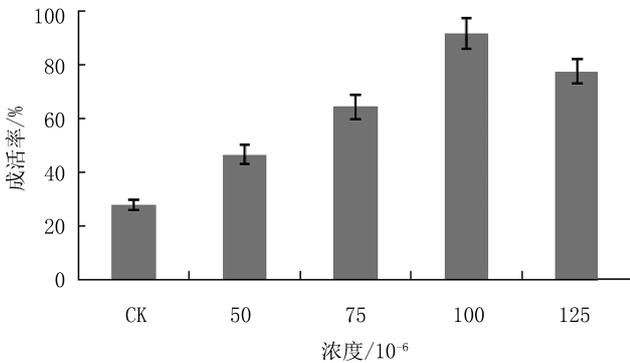


图 1 不同浓度的 NAA 处理对五色彩桂扦插成活率的影响  
Fig.1 Effect of different concentrations of NAA on cutting survival rate of five colors *Cinnamomum eassia*

### 2.2.2 不同浓度的 NAA 处理对银碧双辉扦插成活率的影响

采用不同浓度的 NAA 对银碧双辉的插穗进行处理,成活率存在较大差异。NAA 浓度为  $100 \times 10^{-6}$  时效果最显著,成活率达到 89.8%,浓度继续增加到  $125 \times 10^{-6}$  时,效果降低(图 2)。

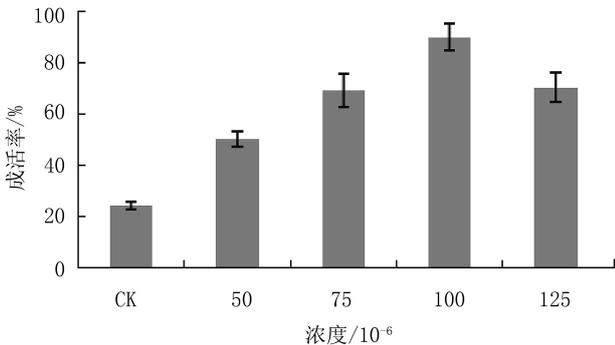


图 2 不同浓度的 NAA 处理对银碧双辉扦插成活率的影响  
Fig.2 Effect of different concentrations of NAA on cutting survival rate of double glow *Cinnamomum eassia*

### 2.2.3 不同浓度的 NAA 处理对云田彩桂扦插成活率的影响

采用不同浓度的 NAA 对云田彩桂的插穗进行处理,成活率存在显著差异。NAA 浓度为  $100 \times 10^{-6}$  时效果最明显,成活率达 90.2%,比未经处理的扦插组提高了 64.1%(图 3)。

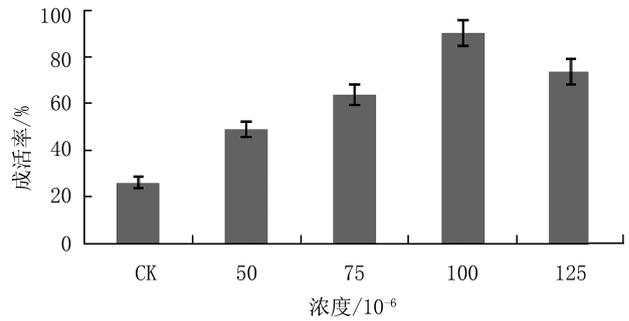


图 3 不同浓度的 NAA 处理对云田彩桂扦插成活率的影响  
Fig.3 Effect of different concentrations of NAA on cutting survival rate of Yuntian colors *Cinnamomum eassia*

## 2.3 生根剂 ABT1 对 3 种彩桂扦插成活率的影响

生根剂 ABT1 处理后能显著提高 3 个彩桂品种的扦插成活率,其中五色彩桂扦插的成活率提升幅度最大,为 56.1%。由表 2 可知,采用浓度为  $100 \times 10^{-6}$  的 NAA 处理后的效果明显优于生根剂 ABT1 处理组,其成活率提升幅度比 ABT1 处理组高出 7.7%~10.4%(表 3)。

表 3 生根剂 ABT1 处理后彩桂的扦插成活率

Tab. Cutting survival rate of color *Cinnamomum eassia* processed rooting agent ABT1

品种	成活率/%		
	CK	ABT1( $100 \times 10^{-6}$ )	提升幅度
五色彩桂	28.5±2.6a	84.6±4.2b	↑56.1
银碧双辉	24.7±2.1a	80.5±4.8b	↑55.8
云田彩桂	25.1±1.8a	78.8±4.5b	↑53.7

注:Duncan 显著性检验(a 为 0.05 水平)。“↑”表示用浓度为  $100 \times 10^{-6}$  的 NAA 处理后成活率升高,提升幅度为 CK 成活率与 NAA( $100 \times 10^{-6}$ )成活率之差。

## 3 结论

1) 相同生境条件下,3 个彩叶桂花扦插的生根能力存在差异:五色彩桂>云田彩桂>银碧双辉。

2) 采用不同浓度 NAA 对五色彩桂、银碧双辉和云田彩桂的插穗进行处理,其扦插成活率均较未经处理的对照组有较大幅度的提高。用 NAA 进行插条处理的浓度为  $100 \times 10^{-6}$ 。在 NAA 处理浓度为  $50 \times 10^{-6} \sim 100 \times 10^{-6}$  时,3 个彩叶桂花品种的扦插成活率均随着处理浓度的升高而呈增加的趋势。

3) 生根剂 ABT1 能显著提高 3 种彩桂品种的扦插成活率,但其效果低于浓度为  $100 \times 10^{-6}$  的 NAA。

#### 4 讨论

植物生长调节剂能促进桂花扦插苗生根,提高扦插成活率。本试验中使用 NAA 和 ABT1 处理后显著提高了彩桂扦插的成活率,同时试验发现,当 NAA 处理浓度为  $100 \times 10^{-6}$  时对提高彩桂扦插成活率效果最为理想。这与潘惠忠、赵昌恒等人研究的普通桂花扦插最适宜 NAA 浓度一致,表明 3 个彩桂品种与普通桂花在此方面具有相似性。试验使用 ATB1 ( $100 \times 10^{-6}$ ) 处理效果低于 NAA ( $100 \times 10^{-6}$ ), 这可能与生根剂 ABT1 的使用浓度有关,沈元勤等人在研究不同浓度 ABT 生根粉对桂花扦插成活率影响试验中表明,  $200 \times 10^{-6}$  为最佳浓度。不同浓度生根粉 ABT 对 3 个彩桂扦插处理的影响还有待进

一步研究。

#### 参考文献:

[1] 李永清. 四季桂扦插繁殖技术及园林应用[J]. 现代农业科技, 2008(19): 100-102.

[2] 冉静,肖顺江,李心江,等. 桂花扦插育苗技术试验[J]. 农技服务, 2012, 29(4): 443-445.

[3] 乌洪建. 提高桂花扦插育苗成活率的初步研究[J]. 四川林业科技, 2003, 24(3): 50-52.

[4] 向其柏. 中国桂花品种图志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2008(2): 300-309.

[5] 胡章翠. 中国林业植物授权新品种[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013(4): 55.

[6] 杨建明. 桂花繁殖技术[J]. 现代农业科技, 2012(2): 194-195.

[7] 沈元勤,方占莹,丁凤刚,等. ATB 生根粉不同浓度对桂花扦插成活率影响试验[J]. 河北林业科技, 2011(2): 32-33.

[8] 潘惠忠. 桂花扦插繁殖技术研究[J]. 福建林业科技, 2011, 38(1): 75-79.

[9] 赵昌恒,汪小飞,向其柏,等. 4 个桂花品种不同扦插季节及激素处理对成活率的影响研究[J]. 江苏林业科技, 2005, 32(2): 8-10.

(上接第 98 页)

[4] 王华青,马良,吉文丽. 论园林景观规划的主题与文化[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(5): 229-235.

[5] 赵凯,唐晶,郑东军. 纪念性景观的文化表达—郑州市大禹文化苑景观设计探析[J]. 华中建筑, 2013(1): 153-156.

[6] 王华青,马良,吉文丽. 论园林景观规划的主题与文化[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(5): 229-235.

[7] 李志强. 主题公园文化的规划表达初探—以西安大唐芙蓉园为例[D]. 重庆: 西南大学, 2007.

[8] 赵泽澜. 农业观光园文化创意与实证研究—以南京市西岗庙山湖农业观光园为例[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.

[9] 陈蓉. 城市公园绿地主题的确立与表达[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.

(上接第 103 页)

[4] 李梦,施拥军,周国模,等. 浙江省嘉兴市高速公路造林碳汇计量[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 31(3): 329-335.

[5] 曹广华,任伟,李元,等. 干旱区公路互通区雨水利用技术研究—克拉玛依—塔城和乌尔禾—阿勒泰高速公路为例[J]. 交通标准化, 2014(21): 95-97.

[6] 黄焕存. 高速公路循环水利用系统关键技术研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2012.

[7] 黄民生,朱勇,谢冰,等. 下凹式绿地调蓄净化城市径流[J]. 建设科技, 2010(1): 65-67.

[8] 李明翰,朱官慧,成赞镛,等. 生物滞留系统对城市公路径流的治理作用: 有无内部蓄水层设计的对比研究[J]. 风景园林, 2012(1): 140-147.

[9] 杨廷雪,李学贤. 干旱能源植物的发掘与应用策略[J]. 生命科学, 2014(5): 440-446.

[10] 陈英明,肖波,常杰. 能源植物的资源开发与应用[J]. 氨基酸和生物资源, 2005(4): 1-5.

[11] 绿色能源树种——黄连木[N]. 中国绿色时报, 2011-04-18.

[12] 惠惠. 节约型园林景观研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2010.

[13] 王伟杰. LED 技术在高速公路的应用探讨[J]. 科技风, 2013(15): 99.

[14] 周正兵,吕晓峰. 隧道 LED 照明节能 80% 原因分析[J]. 交通建设与管理, 2008(4): 79-82.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2015.05.034

## 丁座草寄生环境及寄生关系的初步研究

王有兵,罗燕彬,代万,杨学军,李春叶,姜健发  
(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

**摘要:**研究丁座草在永平县北斗乡境内的寄生环境及与寄主马缨杜鹃的寄生关系。结果表明:丁座草为多年生根寄生植物,其寄主为马缨杜鹃。寄生在阴坡面海拔 2 795 m 以上的天然常绿阔叶林下,郁闭度 0.4~0.8,山脊附近居多。寄生深度平均为 2.7 cm,主要寄生在 0.5~9 mm 粗的根上,平均为 3.4 mm。同一时期存在不同世代的个体,大部分寄生在主根上,少部分寄生在侧根上。丁座草及寄主分布区域狭窄,由于生境遭破坏,空间格局被迫逐步缩小。

**关键词:**根寄生植物;寄生环境;寄生关系;丁座草;马缨杜鹃

中图分类号:S718.521.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2015)05-0157-04

### Preliminary Studies on Parasitic Relationship and Environment of *Boschniakia himalaica*

WANG Youbing, LUO Yanbin, DAI Wan, YANG Xuejun, LI Chunye, JIANG Jianfa  
(Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671000, China)

**Abstract:** The parasitic relationship of *Rhododendron delavayi* and parasitic environment of *Boschniakia himalaica* was preliminary studied in Beidou, Yongping County of China. The results showed that the *B. himalaica* was a kind of perennial root parasitic plants, which host to *R. delavayi*. And the *B. himalaica* distributes in natural evergreen broad-leaved forest at hillside slope with altitude above 2795 m, and the canopy density was from 0.4 to 0.8, mainly close to the ridge. Parasitic soil depth was average of 2.7 cm, mainly on 0.5 to 9 mm thick roots, with an average of 3.4 mm. Different individuals have different generations in the same period, most of the *B. himalaica* was hosted to the primary root, and small part was on the lateral root. Distribution area of *B. himalaica* and its host were stenosis, and the habitat environment was destructed seriously, spatial pattern was forced to shrink gradually.

**Key words:** root parasitic plants; parasitic environment; parasitic relationship; *Boschniakia himalaica*; *Rhododendron delavayi*

丁座草 (*Boschniakia himalaica* HooK. f. et Thoms.) 又称千斤坠 (云南)、批把芋 (陕西)、半夏 (西藏), 为列当科草苋蓉属的寄生草本植物, 植株高 15~45 cm, 根状茎球形或近球形, 直径 2~5 cm,

肉质, 生于海拔 2 500~4 000 m 的高山林下或灌丛中, 常寄生于杜鹃花属 (*Rhododendron* L.) 植物根上, 主要分布于云南、青海、西藏、四川及湖北等地区, 全草入药, 有理气止痛、止咳祛痰和消胀健胃之

收稿日期:2015-06-25.

作者简介:王有兵(1986-),男,助理工程师.研究方向:林木遗传育种及林业调查规划.E-mail:1789908001@qq.com

通信作者:杨学军(1967-),男,工程师.研究方向:林业调查规划.E-mail:330366998@qq.com.

功效<sup>[1]</sup>。

寄生植物是陆地生态系统的重要组成部分,对寄主或寄生环境有积极或消极的影响<sup>[2]</sup>。

根寄生植物是被子植物中一类寄生在寄主根部,以摄取寄主水分和营养物质为生的特殊植物类群<sup>[3]</sup>。近些年来,野生杜鹃花被大量采挖移栽,丁座草做为一种少见的民族药物,而其寄主杜鹃花属植物又是一种极具观赏价值的植物,寄主数量的减少势必会对丁座草的生存延续造成致命的危险。在本次永平县北斗乡森林资源二类调查中发现,丁座草在北斗乡分布区域狭窄,数量稀少,当地居民过度采挖,生长环境破坏较严重,寄生林地面积有日益缩小的趋势。因此,本文对丁座草寄生环境及寄生关系进行初步研究,以期从宏观方面了解其寄生环境的特征,为下一步保护规划提供依据。

### 1 研究区概况

研究区位于滇西大理白族自治州永平县北斗乡境内芹菜塘后山,东经 99°29'36"~99°30'33",北纬 25°42'21"~25°42'56",海拔 2 500~2 861 m,总面积为 281.2 hm<sup>2</sup>,包含了阴阳 2 个坡面。该地区气候属亚热带季风气候,年均温 15.8 ℃,年均日照时间 2 053.7 h,有霜期 115 d,年均降水量 1 092.1 mm。

### 2 研究方法

于 2015 年 3 月上旬在研究区内按东西和南北方向设网状调查样线,东西向沿等高线水平设样线,每间隔 100 m 高程设一条样线(共 7 条),南北样线间隔 100 m 设一条样线(共 18 条),步行踏查样线两侧 5 m 内有无马缨杜鹃(*Rhododendron delavayi* Franch)及丁座草分布,按照相同地类记录样点的海拔、坡向(阴/阳)、树种组成、郁闭度、自然度(I、II、III)、灌木种类及盖度、地被种类及盖度、腐殖土厚度、土壤干燥程度(较干燥、干燥、潮湿、较潮湿)。测量丁座草寄生深度、寄主根粗及丁座草根茎横径。有丁座草分布的样地计数每平方米样方中丁座草个体数量(个体大小均计数),随机统计 3~5 个样点计算平均值。

### 3 结果与分析

#### 3.1 丁座草寄生环境特征

对丁座草寄生环境进行调查研究(表 1)。

从表 1 可见,丁座草分布于海拔 2 795 m 以上,

表 1 丁座草寄生环境特征

Tab. 1 Parasitic environment characteristics of *Boschniokia himalaica*

海拔 /m	坡向	树种组成	郁闭度	自然度	马缨杜鹃	腐殖土厚度/cm	土壤潮湿程度	丁座草数量/m <sup>2</sup>
2500	阴	10 株	0.5	III	分布少	4~6	潮湿	0
2560	阴	10 株	0.7	II	分布少	7~9	潮湿	0
2610	阴	10 株	0.6	II	分布少	8~10	潮湿	0
2672	阴	10 株	0.7	II	分布少	8~10	潮湿	0
2713	阴	10 株	0.6	II	分布少	8~10	潮湿	0
2750	阴	10 株	0.6	II	分布多	8~10	潮湿	0
2774	阴	10 株	0.6	II	分布多	4~6	潮湿	0
2795	阴	9 株 1 云	0.6	II	分布多	7~9	潮湿	4
2801	阴	10 株	0.8	II	无分布	8~10	较潮湿	0
2806	阴	10 株	0.7	II	分布多	8~10	潮湿	7
2816	阴	9 株 1 云	0.6	II	分布多	8~10	潮湿	18
2835	阴	10 株	0.6	II	分布多	8~10	潮湿	53
2845	阴	8 株 2 云	0.4	II	分布多	4~6	干燥	68
2860	阴	7 株 3 云	0.5	III	分布多	2~4	干燥	72
2500	阳	10 桫	0.2	II	分布少	<2	较干燥	0
2525	阳	10 株	0.3	III	分布少	2~4	潮湿	0
2550	阳	10 株	0.4	II	分布少	2~4	潮湿	0
2573	阳	10 株	0.7	II	分布少	4~7	潮湿	0
2620	阳	10 株	0.6	II	分布多	4~7	潮湿	0
2644	阳	10 桫	0.3	II	分布多	<2	较干燥	0
2720	阳	10 株	0.4	II	分布多	2~4	干燥	0
2761	阳	10 株	0.5	II	分布多	4~7	干燥	0
2790	阳	10 株	0.6	II	分布多	6~8	干燥	0
2810	阳	10 株	0.6	II	分布多	4~7	干燥	0
2835	阳	10 株	0.4	II	分布多	3~5	干燥	0
2837	阳	10 株	0.6	II	分布多	6~8	潮湿	0
2858	阳	9 株 1 云	0.4	III	分布多	2~4	干燥	0

2 795 m 以下均未发现,而且仅生长在阴坡面,其寄主为马缨杜鹃。树种组成为天然阔叶林,主要为元江栲(*Castanopsis orthacantha*),滇石栎(*Lithocarpus dealbatus* (Hook. f. et Thoms.) Rehd.),有少量云南松(*Pinus yunnanensis*)分布,郁闭度 0.4~0.8,桫木(*Alnus cremastogyne* Burk.)主要分布在阳坡面。分布区已有道路贯穿,放牧频繁,自然度介于 II~III 级。整个调查区域除个别样点外,均有马缨杜鹃分布,树高可达 7~8 m。阴坡面下坡位和上坡位林下

腐殖土厚度较中坡位薄, 而阳坡面林下腐殖土总体上较薄, 潮湿度阴坡面也较阳坡潮湿。实地调查过程中发现, 马缨杜鹃在海拔 2 750 m 以上数量明显增多, 2 830 m 至山脊分布最多, 呈集群分布, 林下几乎无幼苗更新, 仅在靠近山脊郁闭度相对较低的区域零星分布。丁座草的分布与马缨杜鹃息息相关, 也表现为山脊附近分布数量较多。阴坡面部分区域土壤较潮湿, 栎类长势较好, 高可达 16 m 左右, 郁闭度高达 0.8, 林下马缨杜鹃分布较少或几乎无分布。除马缨杜鹃外, 阴坡面林下灌木种类较少, 主要为厚皮香 (*Temstroemia gymnanthera*), 盖度在 10% 左右, 几乎无草本植物分布。阳坡面郁闭度较低, 加之实施过计划烧除, 灌木和草本均较稀少。分布区 100 m 开外即是农地和牧场, 可以说分布缓冲区已受到严重破坏, 当地居民取烧柴于天然林及核桃林地的扩张从未停歇过。

3.2 丁座草与寄主的寄生关系

丁座草在林下腐殖土中的寄生深度在 1~7 cm, 平均深度为 2.7 cm, 寄主根粗 0.8~9 mm, 平均为 3.4 mm(表 2)。同一时期具有不同世代个体存在(图 1), 根茎横径介于 0.5~5 cm, 平均为 2.5 cm, 一般萌芽个体横径为 2~3.5 cm, 说明丁座草具有较长的营养生长周期, 萌芽后进入生殖生长阶段, 次年即枯萎, 部分个体刚开始萌芽就夭折腐败。通过对寄生深度、寄主根粗及丁座草横径大小进行相关性分析, 结果表明, 寄生深度与寄主根粗、寄生深度与横径大小呈低度正相关, 而寄主根粗与丁座草横径大小呈高度正相关。

表 2 丁座草与马缨杜鹃的寄生关系

Tab. 2 Parasitic relationship of *Boschniakia himalaica* with *Rhododendron delavayi*

指标	变幅	平均	指标	R
寄生深度/cm	1~7	2.7	寄生深度-寄主根粗	0.016
寄主根粗/mm	0.8~9	3.4	寄生深度-丁座草根横径	0.134
丁座草根横径/cm	0.5~5	2.5	寄主根粗-丁座草根横径	0.777

丁座草幼体寄生在较细的马缨杜鹃根系上(图 1a), 随着个体的逐渐长大, 肉质体即会取代了根尖(图 1 a 和 b), 随着根系的生长, 肉质体逐渐增大, 主根和侧根均能接受寄生, 因此会形成同一根系上存在多个个体的现象(图 1 a)。调查发现, 一般丁座草个体经历过整个世代枯萎后会连同寄主根段一起干枯死亡, 此寄生行为是否会对寄主产生消极影响还需要进一步研究。

4 结论与讨论

丁座草在永平县北斗乡的寄主为马缨杜鹃, 寄生环境仅限于阴坡阔叶林下, 土壤湿度适中, 偏干燥区域, 分布海拔地带性非常明显, 仅分布在海拔 2 795 m 以上郁闭度适中的地区, 尤以山脊附近居多, 这可能与寄主的数量分布有一定关系。有关研究表明, 马缨杜鹃的空间分布格局主要为集群分布, 蒴果种子虽多, 但自然条件下发芽较困难, 有性繁殖



图 1 不同世代个体及寄生方式

Fig. 1 Different generations and parasitic mode

更新层缺失,因此形成不连续种群,表现为衰退型种群<sup>[4-5]</sup>。同时研究表明,马缨杜鹃种子在暗环境下的发芽率和发芽指数均受到抑制,光照条件下可以提高马缨杜鹃的种子发芽率<sup>[5]</sup>。实地调查发现,高大乔木林下马缨杜鹃较少见,即使分布也已衰退,林分郁闭度高的地方分布也较少。山脊附近由于土壤湿度、乔木高度及郁闭度较低,马缨杜鹃有足够的空间生长和种群更新。不知出于何种原因丁座草专性寄生于马缨杜鹃根上,也许与马缨杜鹃菌根有关。有关研究表明,马缨杜鹃是一种菌根植物,真菌的种类有很多种<sup>[6]</sup>,不同海拔区间及不同坡向分布的马缨杜鹃不一定有丁座草的寄生,菌根和寄主马缨杜鹃是谁对丁座草寄生成功产生影响及作用的大小还未见相关研究。

目前的调查结果显示,寄主马缨杜鹃的存在与否直接影响着丁座草的分布范围,而同一群体的马缨杜鹃不一定都被寄生,这可能还与丁座草种子萌发机制有关。有研究表明,根寄生植物种子的萌发具有特异性,刚成熟的种子经过胚后熟后,必须再经过一段时间的预培养,在适宜的环境中,合适浓度的寄主(或非寄主)根系分泌物的诱导下才能萌发,种子萌发后根尖朝着寄主根部的方向生长,这可能与寄主在根部周围形成不同浓度梯的萌发刺激物有关<sup>[3,7]</sup>。

有关寄生植物生长研究报道表明,寄生植物由于完全丧失或只保留了部分光合能力,通过维持远高于寄主植物的蒸腾速率并借助特化的寄生器官—吸器从寄主植物中获取有机养分、无机养分和水分等<sup>[2]</sup>。调查发现,丁座草幼体并不会寄生在较粗的根系上,而是寄生在细根上,和根系共同生长,所以寄主根粗与横径大小有较高的相关性。并且同一时期存在不同世代个体,说明丁座草是多年生寄生植物。马缨杜鹃为浅根系植物,无大的主根,根系不发达,根纤细,细根的生活力往往强于粗根,分泌的诱导物较多。寄生植物掠夺寄主植物的养分,通常会给后者的生长、繁殖和生理代谢等带来负面影响,这在很多研究中已得到证实<sup>[8-10]</sup>由于大部分丁座草个体成功寄生后会阻断马缨杜鹃根系的延伸生长,靠

吸收根系内养分维持生存,特别是在营养生长阶段,生活世代结束后会导致根系的死亡,因此,该寄生行为是否会对寄主产生负面影响还需要深入研究。

综上所述,由于丁座草生长林分逐渐被破坏,寄主群体逐步衰退,将会导致其寄生生态幅下线向高海拔地区上移,空间格局被迫逐步缩小。如何保持丁座草寄生环境的持续和谐发展,如何促进马缨杜鹃种群天然更新,探索丁座草—马缨杜鹃—林分环境之间的和谐关系成为了亟待解决的问题。

### 参考文献:

- [1] 陈于澍,商士斌. 丁座草化学成分研究[J]. 植物学报, 1992,34(11):878-882.
- [2] 黄新亚,管开云,李爱荣. 寄生植物的生物学特性及生态学效应[J]. 生态学杂志,2011,30(8):1838-1844.
- [3] 周峰,陈君,徐荣,等. 根寄生植物种子萌发刺激物研究进展[J]. 植物生态学报,2009,33(3):607-616.
- [4] 张雪娟,赵雁鸣,李佳蔓,等. 贮藏温度与时间对马缨杜鹃种子萌发的影响[J]. 西南林业大学学报,2014,34(5):59-63.
- [5] 李苇洁. 马缨杜鹃生态学特性与繁殖技术研究[D]. 贵阳:贵州大学,2006.
- [6] 龙毅. 三种杜鹃属植物菌根真菌的研究[D]. 贵阳:贵州大学,2008.
- [7] DUBÉM P, OLIVIER A. *Striga gesnerioides* and its host, cowpea: interaction and methods of control[J]. Canadian Journal of Botany, 2001,79(10):225-1240.
- [8] CAMERON D D, GENIEZ J M, SEEL W E, et al. Suppression of host photosynthesis by the parasitic plant *Rhizanthus minor*[J]. Annals of Botany, 2008,101(1):573-578.
- [9] SHEN H, HONG L, YE W H, et al. The influence of the holoparasitic plant *Cuscuta campestris* on the growth and photosynthesis of its host *Mikania micrantha*[J]. Journal of Experimental Botany, 2007,58(11):2929-2937.
- [10] PRIDER J, WATLING J, FACELLI J M. Impacts of a native parasitic plant on an introduced and a native host species: Implications for the control of an invasive weed[J]. Annals of Botany, 2009,103(1):107-115.

# 《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:hm<sup>2</sup>、m<sup>2</sup>、dm<sup>2</sup>、cm<sup>2</sup>;体积单位:m<sup>3</sup>、l、ml;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

**1.9 数字的写法:** 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

**1.10 参考文献:** 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]

作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[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”



### 雪域春天



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

