

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



2019 2

第44卷 第2期
Vol.44 No.2

云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

林业调查规划

第44卷 第2期

Vol.44 No.2

二〇一九年三月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第44卷 第2期 (总第229期) 2019年3月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 44 No. 2 (Sum No. 229) Mar. 2019

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

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

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

委员 (按姓氏笔画排序)

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

Members:

WANG Weibin, SI Zhichao, AI Jianlin, XU Yiqi,
LYU 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 Jing, PENG Hua,
WEN Qingzhong, DONG Jianchang, WEI Xiaoping, QU Lin

《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 刘平书 许易琦 吕鹏程
杨焱熔 张林艳 张瑞君

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

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

英文责编 杨焱熔

English Editor in Charge: YANG Junrong

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号
云南省林业调查规划院

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

邮编 650051

Post Code: 650051

电话 0871-63318347; 63332538

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

Fax: 86-0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

Email: ynfip@vip.163.com

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

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

订购处 《林业调查规划》编辑部

Order Place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

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

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

广告经营许可证号 5300004000093

Ad. Licence: 5300004000093

国内定价 20.00元

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

林业调查规划

第44卷 第2期

(总第229期)

2019年3月

目次

●森林经理

- 基于多时相 CHRIS 高光谱卫星数据的优势树种分类研究 韩文军,张 苏,焦全军,吴 骅(1)
- 基于森林资源二类调查数据的思茅松人工林经验收获表的编制
..... 董诗涛,郎晓雪,施凯泽,杨启运,许彦红(7)
- 静态模式下的 GPS RTK 在贵州山地林区信号接收情况分析 蒋维成,曾丽琼(12)
- 基于遥感影像的昆明中心城区绿地信息提取..... 张夏梦,刘 敏,魏开云(18)

●研究与探索

- 不同海拔对试验地的中泰南五味子生长的影响研究 袁莲珍,史富强,刘际梅,罗 娅,陈 伟,段宗亮(23)
- 激光雷达技术在森林高度反演中的研究进展 邱世平(26)
- 基于林木生理过程的 3-PG 模型在林业中的相关研究进展 吴 荣,施凯泽,杨启运(30)
- 纳板河流域林分空间结构的林木竞争探究 赖叶青,张远荣,胡明星,张发山(36)

●森林土壤

- 生态学研究新领域:植物—土壤反馈研究评述 李晓晶,王伟峰,段玉玺,王 博,刘 源,刘宗奇(46)
- 三江并流区不同林型土壤肥力评价 肖 蒙,何 欢,王营哲,熊俊芬,秋新选,何忠俊(52)

●森林资源管理

- Model Builder、SQL 在林业数据质检和统计汇总中的应用 黄冰倩,曹 霸,朱 红,夏 婧(59)
- 贵州省种苗管理系统设计与实现 王应泉,王洪波(64)
- 青岛市即墨区县级多功能森林作业法系统设计 夏泽源,崔君滕,王 健,逢 晨(68)

●生态建设

- 基于主成分分析法的贵州省生态经济发展评价 寸 菲,周汝良(71)
- 重庆市石灰岩废弃矿山生态修复植物的筛选与应用 郝桂枝,祝浩翔,秦坤蓉,王海洋(77)
- 文山州石漠化生态治理模式探讨 苏亚林(82)

●规划设计

- 山地城市新型道路景观规划设计研究..... 胡婷婷,秦 华,周智勇(86)
- 太谷县城景观风貌分区设计 李晨曦,郭晋平(92)
- 基于整体观的国际园林博览园城市展园边界空间设计探究 曾琪芮,张建林(98)

●生态旅游

- 滇东南博吉金国家森林公园旅游资源评价研究..... 丁智强,王 平,李玉辉,吕雪蕾(104)

社区居民参与乡村旅游开发的途径 胥晓(111)
惠州市高潭镇生态旅游型森林小镇规划研究 刘轩,谢茂林,王雅祺(115)

●森林培育

有机肥与不同类型复合肥配施对核桃幼树生长的影响 温琼文,赵保荣,蒋志东,王青叶(122)
昭通市毛竹防护型经济林丰产培育试验研究 白祖云,李正银,丁永平,曹安江,杨梅(127)
山茶水插接穗靠接技术研究 徐先银,李祖文(131)

●动物研究

云南省野生动物收容救护现状调查分析 肖军,陆琳,王怡敏(135)
云南省野猪人工繁育产业调查评估 严艳伶,王怡敏,张雁辉,刘波(144)

●植物景观设计

保健型芳香植物在居住区景观中的应用 牟泳宇,刘磊(147)
抗战时期重庆校园景观研究 彭双飞,李良(153)
福州市城市园林景观设计中槭树科植物的应用研究 陈蕊(159)
重庆市北碚公园植物景观调查与评价 张婉婷,张建林(164)

●论坛

国家植物博物馆建设的必要性及解读 杨清,吴展奎(171)
山西历史文化古城综合价值评价研究 温媛媛,武小钢(177)
上安古村聚落格局与民居形态分析 郭启航,郭晋平(183)
易门县森林重点火险区火灾防控对策 张占兴,张丽珍(187)
山西农业大学校园学生场所依恋研究 陈田张珂,武小钢(191)

●园林

基于 LID 理念的西农成教学院周围景观改造研究 刘冠,王诚吉(195)
城市绿地植物群落优化配置方法初探 葛佩琳,郭利平,邓伟(203)
晋城市道路绿化现状分析与植物配置模式探究 郭昕懿,米美霞,郭佩,郭晋平(209)
西藏高寒地区带状景观空间艺术特征营造及实践 刘学锋,韩慧丽(216)
太原市居住区绿地植物应用与配置模式研究 郝征艺,张芸香,白晋华,郭昕懿,郭晋平(222)
高原森林地貌 许易琦摄(封面)
云南香格里拉森林地貌 许易琦摄(封底)

《林业调查规划》编委会名单 (封二)

《林业调查规划》征稿简则 (封三)

(本期责任编辑:许易琦,刘平书,张林艳,杨焱熔)

Contents

● Forest Management

- Dominant Tree Species Mapping Based on Multi-temporal CHRIS Hyperspectral Satellite Data
..... HAN Wenjun, ZHANG Su, JIAO Quanjun, WU Hua (1)
- Compiling of Empirical Yield Table of *Pinus kesiya* var. *langbianensis* Plantation Based on Forest Resource Inventory Data
..... DONG Shitao, LANG Xiaoxue, SHI Kaize, YANG Qiyun, XU Yanhong (7)
- Signal Reception of GPS RTK in Mountainous Forest Region of Guizhou Province in Static Mode
..... JIANG Weicheng, ZENG Liqiong (12)
- Information Extraction of Green Space in Central Urban Area of Kunming Based on Remote Sensing Image
..... ZHANG Xiameng, LIU Min, WEI Kaiyun (18)

● Research and Explore

- Influence of Different Altitudes on Growth of *Kadsura ananosma* in Experimental Areas
..... YUAN Lianzhen, SHI Fuqiang, LIU Jimei, LUO Ya, CHEN Wei, DUAN Zongliang (23)
- Research Progress of Lidar Technology in Forest Height Inversion QIU Shiping (26)
- Research Progress of 3-PG Model in Forestry Based on Physiological Process of Forest Stand
..... WU Rong, SHI Kaize, YANG Qiyun (30)
- Forest Competition of Stand Spatial Structure in Nabanhe Basin
..... LAI Yeqing, ZHANG Yuanrong, HU Mingxing, ZHANG Fashan (36)

● Forest Soil

- A New Field of Ecological Research: Review on Plant—Soil Feedback Research
..... LI Xiaojing, WANG Weifeng, DUAN Yuxi, WANG Bo, LIU Yuan, LIU Zongqi (46)
- Evaluation for Soil Fertility of Different Forest Types in the Three Parallel Rivers
..... XIAO Meng, HE Huan, WANG Yingzhe, XIONG Junfen, QIU Xinxuan, HE Zhongjun (52)

● Forest Resource Management

- Application of Model Builder and SQL in Quality Inspection and Aggregation Statistics of Forestry Data
..... HUANG Bingqian, CAO Ba, ZHU Hong, XIA Jing (59)
- Design and Implementation of Seedling Management System in Guizhou Province WANG Yingquan, WANG Hongbo (64)
- Design of County-level Multifunctional Forest Operation System in Jimo District of Qingdao City
..... XIA Zeyuan, CUI Junteng, WANG Jian, PANG Chen (68)

● Ecological Construction

- Evaluation of Eco-economic Development in Guizhou Province Based on Principal Component Analysis
..... CUN Fei, ZHOU Ruliang (71)
- Selection and Application of Ecological Restoration Plants for Abandoned Limestone Mines in Chongqing
..... HAO Guizhi, ZHU Haoxiang, QIN Kunrong, WANG Haiyang (77)
- Discussion on Ecological Control Model of Rocky Desertification in Wenshan Prefecture SU Yalin (82)

● Planning and Design

- Planning and Design of New Road Landscape in Mountainous Cities HU Tingting, QIN Hua, ZHOU Zhiyong (86)
- Design of Urban Landscape Zoning in Taigu County LI Chenxi, GUO Jinping (92)

Boundary Space Design of City Garden in International Garden Expo Based on Architectural Holistic View
..... ZENG Qirui, ZHANG Jianlin(98)

● Ecological Tourism

Evaluation on Tourism Resources of Bojijin National Forest Park in Southeastern Yunnan
..... DING Zhiqiang, WANG Ping, LI Yuhui, LYU Xuelei(104)
Approaches for Community Residents to Participate in Rural Tourism Development XU Xiao(111)
Planning on Forest Town of Eco-tourism Type in Gaotan of Huizhou City LIU Xuan, XIE Maolin, WANG Yaqi(115)

● Forest Cultivation

Effects of Organic Fertilizer and Different Compound Fertilizers on the Growth of *Juglans sigillata* Seedlings
..... WEN Qiongwen, ZHAO Baorong, JIANG Zhidong, WANG Qingye(122)
Experiment on High Yield Cultivation of Protective Economic Forest of *Phyllostachys edulis* in Zhaotong City
..... BAI Zuyun, LI Zhengyin, DING Yongping, CAO Anjiang, YANG Mei(127)
Inarching Technique of *Camellia japonica* Scions in Water XU Xianyin, LI Zuwen(131)

● Zoological Research

Investigation and Analysis on Current Situation of Wildlife Rescue in Yunnan Province XIAO Jun, LU Lin, WANG Yimin(135)
Investigation and Evaluation on Artificial Breeding Industry of Wild Boar in Yunnan Province
..... YAN Yanling, WANG Yimin, ZHANG Yanhui, LIU Bo(144)

● Plant Landscape Design

Application of Healthy Aromatic Plants in Residential Landscape MU Yongyu, LIU Lei(147)
Research on Campus Landscape in Chongqing during War of Resistance Against Japan PENG Shuangfei, LI Liang(153)
Application of Aceraceae Plants in Urban Landscape Design of Fuzhou City CHEN Rui(159)
Investigation and Evaluation of Plant Landscapes in Beibei Park of Chongqing ZHANG Wanting, ZHANG Jianlin(164)

● Forum

Necessity and Interpretation of the Construction of National Botanical Museum YANG Qing, WU Zhankui(171)
Evaluation for Comprehensive Value of Historical and Cultural Ancient City in Shanxi WEN Yuanyuan, WU Xiaogang(177)
Morphology of Settlement Pattern and Residences in Shang'an Village GUO Qihang, GUO Jinping(183)
Prevention and Control Countermeasures of Forest Fire Key Area in Yimen County ZHANG Zhanxing, ZHANG Lizhen(187)
Students' Place Attachment to Campus of Shanxi Agricultural University CHEN Tianzhangke, WU Xiaogang(191)

● Landscape Architecture

Landscape Reconstruction around College of Adult Education in Northwest A&F University Based on the Concept of Low Impact Development LIU Guan, WANG Chengji(195)
Preliminary Study on Plant Community Optimization of Urban Green Space GE PeiLin, GUO Liping, DENG Wei(203)
Current Situation and Plants Configuration Mode of Road Greening in Jincheng City
..... GUO Xinyi, MI Meixia, GUO Pei, GUO Jinping(209)
Construction and Application of Artistic Characteristics of Ribbon Landscape Space in Alpine Region of Tibet
..... LIU Xuefeng, HAN Huili(216)
Application and Configuration Model of Greening Plants in Residential Areas of Taiyuan City
..... HAO Zhengyi, ZHANG Yunxiang, BAI Jinhua, GUO Xinyi, GUO Jinping(222)
Forest Landscape of Plateau Photographed by XU Yiqi(Front cover)
Forest Landscape of Shangri-La in Yunnan Photographed by XU Yiqi(Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.001

基于多时相 CHRIS 高光谱卫星数据的优势树种分类研究

韩文军¹, 张苏¹, 焦全军², 吴骅³

(1. 国网经济技术研究院有限公司 工程数据中心, 北京 102209; 2. 中国科学院遥感与数字地球研究所 数字地球重点实验室, 北京 100049; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 多时相高光谱卫星遥感包含树种光谱特征和生长季相差异信息, 是解决森林树种识别精度不足的重要技术途径。本文利用不同季节 3 个时相 CHRIS 高光谱卫星影像, 设计了以 Bhattacharyya 距离为可分性准则的波段选择经验算法, 实现吉林省汪清研究区的优势树种多时相高光谱卫星填图。结果显示, 多时相高光谱数据的可分性指标相比单一时相增幅明显; 结合波段选择的多时相高光谱分类结果验证精度较单一时相分类结果和多时相全波段分类精度提高 7.5% 和 1.6%; 研究区主要优势树种的分类精度存在差异, 柞树和落叶松的分类精度最高, 杨树最低, 红松与暗针叶林存在一定程度的误分, 主要原因为二者的光谱接近且时相特征差异小。

关键词: 多时相 CHRIS 高光谱卫星影像; 树种分类; 光谱特征; Bhattacharyya 距离; 波段选择; 可分性准则

中图分类号: S79; P228; S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0001-06

引文格式: 韩文军, 张苏, 焦全军, 等. 基于多时相 CHRIS 高光谱卫星数据的优势树种分类研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 1-6.

HAN Wenjun, ZHANG Su, JIAO Quanjun, et al. Dominant Tree Species Mapping Based on Multi-temporal CHRIS Hyperspectral Satellite Data[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 1-6.

Dominant Tree Species Mapping Based on Multi-temporal CHRIS Hyperspectral Satellite Data

HAN Wenjun¹, ZHANG Su¹, JIAO Quanjun², WU Hua³

(1. Engineering Data Center, State Grid Economic and Technological Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China; 2. Key Laboratory of Digital Earth Science, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Science and Natural Resource Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The multi-temporal hyperspectral satellite remote sensing, which contains spectral characteristics and seasonal difference information of tree species, is an important technical approach to solve the inaccuracy of forest tree species identification. The three-temporal CHRIS hyperspectral satellite images of different seasons were used to design an empirical algorithm for band selection based on the separability criterion of Bhattacharyya distance, so as to realize the multi-temporal hyperspectral satellite mapping

收稿日期: 2018-11-26.

基金项目: 国网经研院自主投入科技项目(ZZKJ-2018-10); 国家重点研发计划项目(2016YFD0300601); 海南省自然科学基金项目(20164180).

第一作者: 韩文军(1965-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 本科, 高级工程师. 主要从事工程遥感应用.

责任作者: 焦全军(1981-), 男, 河南巩义人, 博士, 副研究员. 主要从事植被遥感及应用研究. Email: 3221658853@qq.com

of dominant tree species in the study area of Wangqing, Jilin Province. The results showed that the separability index of multi-temporal hyperspectral data increased obviously compared with that of single temporal data. The multi-temporal hyperspectral classification method involving band selection improved the accuracy of tree species identification by 7.5% and 1.5% respectively compared with that of single temporal classification and multi-temporal classification with band. The classification accuracy of dominant tree species in the study area was different. The highest classification accuracy was *Quercus mongolica* and *Larix olgensis*, the lowest was *Populus canadensis* Moench. The similar spectra and temporal characteristics of *Pinus koraiensis* and dark coniferous forest caused some misclassification.

Key words: multi-temporal CHRIS hyperspectral satellite images; classification of tree species; spectral characteristics; Bhattacharyya distance; band selection; separability criterion

输电线路走廊范围的树种信息是电网线路建设和维护的重要基础资料,掌握林地树种类型有助于电力工程的经济、安全实施运行。遥感影像分类是森林树种资源调查不可缺少的技术手段^[1]。高光谱遥感的光谱分辨率高,在森林树种精细识别方面相对宽波段遥感更具优势^[2-4]。已有研究使用波段选择算法识别高光谱数据的森林树种,侧重于叶片光谱^[5]、冠层光谱^[3,6]、航空高光谱^[7-10]以及单时相卫星高光谱数据^[4,11]的信息识别,少有涉及多时相卫星高光谱数据的树种精细识别。多时相的高光谱遥感数据能够刻画不同植被类型的季节变化差异信息^[5],随着国内外高光谱卫星数量的不断增加,其必然成为树种识别的重要数据源。另一方面,多时相高光谱数据将进一步加大高光谱分类的波段冗余,并加剧因波段冗余导致分类精度不增反降的 Hughes 现象^[12]。本文将定量评估不同时相信息和波段组合在森林树种分类中的可分性贡献,设计结合波段选择和监督分类的优势树种多时相高光谱分类方法,并实现吉林省汪清研究区的优势树种多时相高光谱填图和精度检验。

1 研究区与数据

1.1 研究区概况

研究区位于吉林省汪清县林区,地理坐标为东经 130°29',北纬 43°22'。汪清县地处北温带季风区,属大陆性季风气候。冬长夏短,四季分明,年均温 3.9℃,年均降雨量 580 mm。研究区面积约为 3.35 km²,其森林按照优势树种分为柞树(*Quercus mongolica*),红松(*Pinus koraiensis* Sieb),落叶松(*Larix olgensis*),杨树(*Populus canadensis* Moench),白桦(*Betula ermanii*)以及由云杉(*Picea jezoensis* var. *komarovii*, *P. koraiensis*),冷杉(*Abies nephrole-*

pis)组成的暗针叶林。研究区分布有一定面积的幼龄阶段落叶松,为区别成年阶段的落叶松,本文将落叶松分为成年落叶松和幼龄落叶松。

1.2 数据

紧凑高分辨率成像光谱仪(CHRIS)是欧空局 PROBA 卫星搭载的高光谱遥感器。作为较长期运行的少数星载高光谱遥感器之一,CHRIS 推帚式扫描可实施大角度可倾斜拍摄,有助于获得较短回访周期的时序高光谱数据,为本文森林树种识别研究同时提供光谱信息和时相信息。本次收集了研究区森林生长季内 3 个时相的 CHRIS 高光谱影像(图 1),获取时间分别为 2004 年 6 月 2 日,9 月 24 日和 11 月 21 日。CHRIS 有 5 种工作模式,本文时序 CHRIS 数据对应的是陆地应用模式 3。模式 3 可获取 18 个波段,波段范围为 400~1 050 nm,空间分辨率为 17 m。

本文采用林业科学数据中心提供的吉林省汪清林业局森林资源二类调查的优势树种资料。森林资源二类调查优势树种数据用于研究区实地对照和样本选取。将研究区 GoogleEarth、GF-2 卫星 1 m 融合的高分影像结合森林资源二类调查中树种分布资料进行空间匹配和实地对照,选取高置信度的训练样本和检验样本分别用于 CHRIS 高光谱数据的分类器训练和分类精度评价。共提取研究区内 7 种优势树种以及非植被区的样本 7 386 个,随机抽取分类约 70% 的训练样本 5 021 个,其余 2 365 个作为检验样本。

2 研究方法

2.1 技术路线

利用获取并处理的多期高光谱 CHRIS 数据,结合森林资源调查选取研究区样本,并开展基于可分性准则的时相和波段选择,利用优选数据进行研究

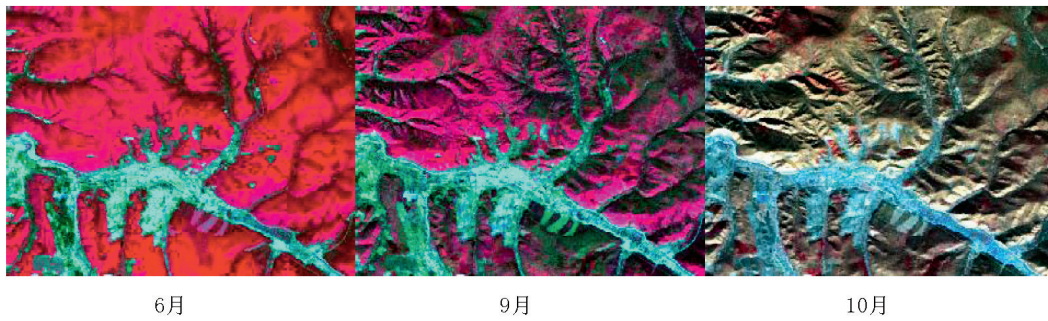


图 1 吉林省汪清研究区 CHRIS 多时相高光谱影像(假彩色显示)

Fig. 1 Multi-temporal CHRIS hyperspectral images in Wangqing area (false display)

区优势树种的监督分类填图和精度分析,其采用的技术流程如图 2 所示。

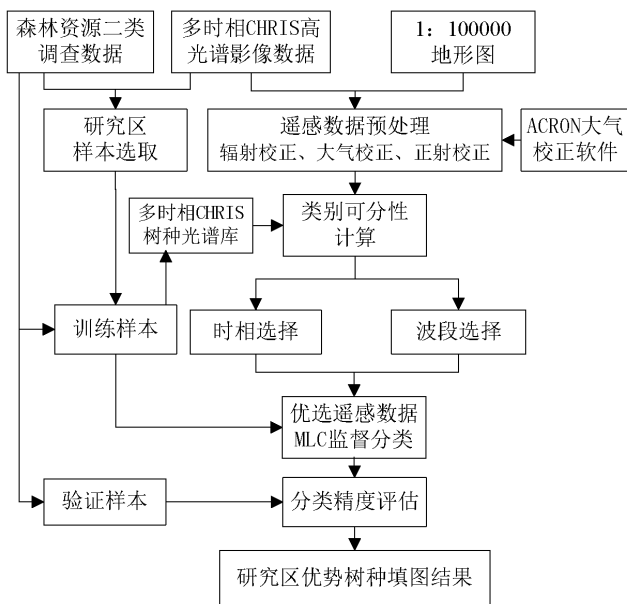


图 2 多时相高光谱影像的优势树种分类技术路线

Fig. 2 Flowchart of tree dominant species mapping based on multi-temporal hyperspectral images

2.2 卫星数据预处理

卫星数据预处理包括坏行处理、大气校正及几何校正。由于 CCD 坏点的存在,CHRIS 影像的坏行比较明显,坏行去除采用了邻近行平滑的方法。使用耦合 MODTRAN—4 辐射传输模型的 ACRON 大气校正软件进行大气校正,获得汪清研究区的 3 期 CHRIS 反射率高光谱影像。基于汪清地区 1 : 100 000 地形图选择控制点,使用 EDARS 8.4 软件对 3 个时相 CHRIS 影像进行几何校正,校正精度在 1 个像元以内。

2.3 多时相高光谱树种光谱库构建

树种光谱差异以及时相变化特征是遥感影像树种分类的物理基础。基于大气校正后的 CHRIS 反射率数据和不同树种类型的训练样本,提取研究区主要优势树种的冠层光谱曲线,并形成 3 个时间段的研究区多时相高光谱树种光谱库数据(图 3)。多时相高光谱树种光谱库数据将作为类别可分性计算以及时相波段贡献评估的先验输入数据。

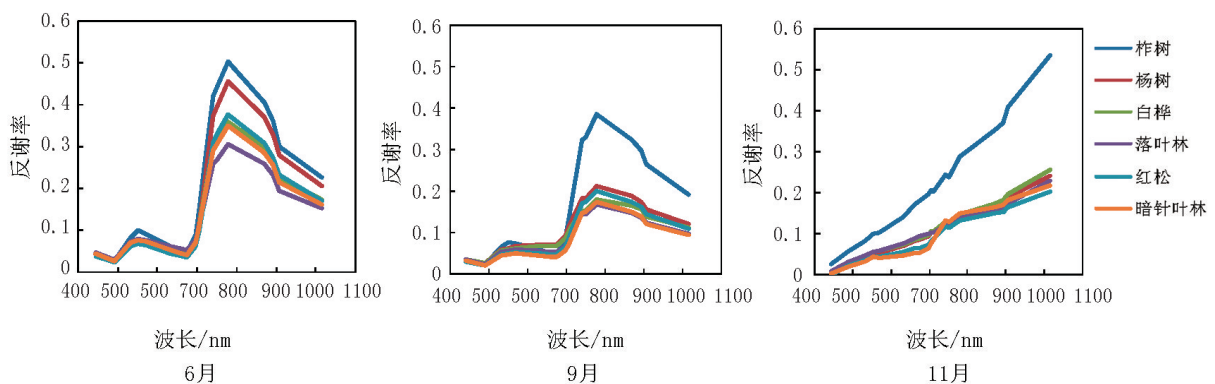


图 3 主要优势树种不同时相的 CHRIS 反射率光谱变化

Fig. 3 Multi-temporal canopy spectra of dominant tree species retrieved from CHRIS images

2.4 基于可分性判据的波段选择方法

以研究区多时相高光谱树种光谱库数据建立光谱库为基础,利用类别可分性判据,进行 CHRIS 高光谱数据的优选波段组合选择分析。首先使用 Bhattacharyya 距离作为可分性准则,定量评价遥感数据对分类的贡献。Bhattacharyya 距离作为概率为基础的类别可分性准则,当存在大量与类别信息无关的波段时,Bhattacharyya 距离值达到饱和,相比离散度和马氏距离更适于评估类别间可分性度^[13-14]。

在正态分布时 2 类的 Bhattacharyya 距离 (DB) 可表示为:

$$D_B(\omega_i, \omega_j) = -\ln \int [P(X|\omega_i)P(X|\omega_j)]^{\frac{1}{2}} dx$$

式中, $P(X|\omega_i)$ 、 $P(X|\omega_j)$ 分别为 ω_i 、 ω_j 类的条件概率。

多类的 Bhattacharyya 距离表示为:

$$D_B = \frac{\sum \sum P(\omega_i) \cdot P(\omega_j) D_B(\omega_i, \omega_j)}{\sum P(\omega_i) \cdot P(\omega_j)}$$

式中, $P(\omega_i)$ 、 $P(\omega_j)$ 分别为 ω_i 、 ω_j 类的先验概率。

其次,利用极大值搜索方法搜索 Bhattacharyya 距离为最大值的特定波段组合,确认为本文分类所使用的优选波段组合。研究区 CHRIS 高光谱数据存在波段冗余,相邻波段相关系数均在 0.85 以上。波段选择算法将保留树种类别信息含量高的波段,舍弃信息含量低的波段。已有研究表明,当训练样本数目是样本维数的 10~100 倍时训练效果较理想^[12,15]。本文按照训练样本数 1/30 的经验值确定优选波段数目,并以 Bhattacharyya 距离作为波段选择算法的准则进行选择波段排序。为避免穷举法搜索时间过长的缺点,引入次优的极大值搜索方法顺序前进法(SFS)进行波段组合搜索。SFS 法每次从未选入的波段中选择 1 个波段,使其与已选入的波段组合的可分性判据达到要求的条件为止^[16]。

2.5 分类器和精度评价方法

采用常用的最大似然分类算法(MLC)作为本文的监督分类器。MLC 分类根据相似光谱性质和属于某类的概率最大的假设来判别每个像元类别,被广泛应用于森林类型遥感监督分类^[17-18]。监督分类器对训练样本进行学习,可能存在过学习和欠学习情况。开展分类精度评价是最直接的检验分类结果有效性的方法,本文利用检验样本计算混淆矩

阵的方法获取优势树种的分类检验精度。

3 结果与讨论

3.1 典型优势树种的 CHRIS 光谱特征差异分析

构建的研究区多时相 CHRIS 高光谱树种光谱库数据(图 3)显示了主要树种的光谱差异和时相差异。6 月及 9 月的主要树种光谱均有明显的绿色植被光谱特征,如 550 nm 处的绿峰、670 nm 附近的红谷以及 680~750 nm 范围的红边等。在 760 nm 之后的近红外反射率偏低,可能是由于该波长范围内 CHRIS 遥感器光谱定标的系统偏差导致^[19],这种系统偏差对监督分类算法影响有限。大部分落叶树种在近红外波段的反射率从 6 月至 11 月有明显的降幅,11 月的影像光谱体现了冬天落叶后枝干与林下层的光谱特征。柞树的近红外光谱在 6 月和 9 月影像中最高;杨树和白桦光谱在 9 月和 11 月重叠严重,在夏季时相(6 月),杨树的近红外波段略高于白桦类型;落叶松相比杨、桦等其他阔叶树种,在 9 月的光谱仍具有较好的红谷特征;红松和云冷杉的暗针叶林光谱仍具备红谷和红边特征,并且二者的 3 个时相光谱较相近,只在可见光波段上,红松的反射率略高于暗针叶林类型。

3.2 时相和波段差异的类别可分性定量评价

不同时相 CHRIS 数据的类别可分性 DB 计算值计算结果(图 4)显示,在波长分布上,674nm 处的红波段对类别可分性的贡献最大,其 DB 值为 4.21,近红外波段对类别可分性的贡献次之;时相分布上,单一时相 6 月的 DB 数值略高于 9 月和 11 月的 DB 数值;与单一时相相比,多时相数据 DB 计算值有大幅提高,其中红波段上 3 个时相 DB 值高达 9.65,相比单一时相 DB 最高值(6 月)增加幅度为 129%。

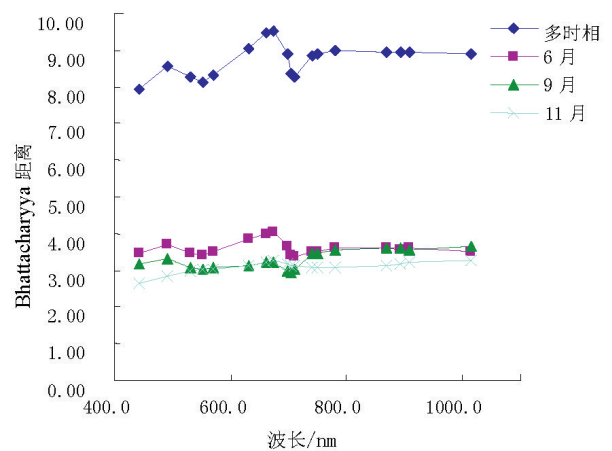


图 4 单一时相与多时相数据的可分性贡献

Fig. 4 Effect of multi-temporal and single temporal information on class separability

3.3 基于波段选择的多时相高光谱树种分类结果及精度评价

利用 SFS 波段选择算法和训练样本数,依次筛选出 3 个时相各 6 个波段作为分类优选波段组合。6 个优选波段为 674 nm、780 nm、1 015 nm、530 nm、705 nm、442 nm 的波段,依次为红波段、2 个近红外波段、绿波段、红边波段以及蓝波段。基于 3 个时相的优选波段组合,利用训练样本进行 MLC 分类。根据优选波段数据的监督分类结果(图 5),获得 CHRIS 影像中 7 种不同优势树种林地的分布面积比例:柞树(30.3%)、桦树(22.1%)、成年落叶松(12.4%)、红松(5.0%)、杨树(4.8%)、暗针叶林(3.4%)、幼龄落叶松(0.5%),其中,柞树在研究区所占面积最大。

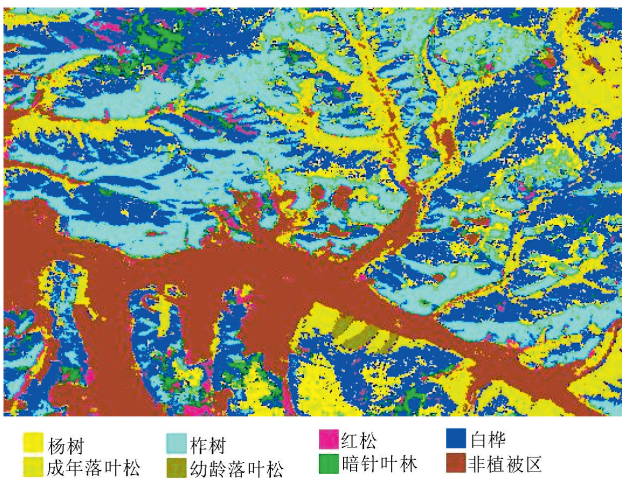


图 5 基于多时相 CHRIS 波段优选数据的汪清研究区优势树种填图结果

Fig. 5 Dominant tree species mapping result in Wangqing area based on band selection dataset of CHRIS images

利用基于森林资源二类调查数据抽取的独立检验样本,计算反映分类精度的分类结果混淆矩阵(表 1)。结果显示,研究区优势树种总体分类精度达 92.9%,kappa 系数达 0.92。各树种类型的分类精度方面,柞树的分类检验精度高达 98.1%;幼龄落叶松和成年落叶松能够较好识别,其检验分类精度达 95.6%和 97.6%;杨树林存在一定的误分,有 11.5%被误分为白桦,小部分被误分为柞树;红松和

云冷杉暗针叶林的识别精度大致相当,分别为 86.3%和 84.4%,但红松和云冷杉为主的暗针叶林类型间存在一定误分,这和两者的光谱接近且时相特征差异小有关。

表 1 基于验证测试样本的多时相优选波段树种分类结果混淆矩阵

Tab. 1 Confusion matrix of tree species classification result based on multi-temporal selection dataset %

类别	杨树	成年落叶松	柞树	幼龄落叶松	红松	暗针叶林	白桦	非植被
杨树	83.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.5	0.0
成年落叶松	0.4	97.6	0.2	1.3	0.7	0.5	1.2	0.0
柞树	3.5	1.0	98.1	0.0	0.0	3.2	0.9	0.0
幼龄落叶松	0.0	0.0	0.3	95.6	0.0	0.0	0.0	0.0
红松	0.4	0.5	0.2	0.0	86.3	2.7	1.6	0.0
暗针叶林	0.9	1.0	0.6	0.0	9.5	84.4	4.4	0.0
白桦	11.5	0.0	0.0	1.3	3.6	7.5	89.4	0.0
非植被	0.0	0.0	0.8	1.9	0.0	0.0	0.0	100.0

3.4 不同时相和波段选择情况下的树种分类精度对比

对比本文方法和单时相、未使用波段优选方法的分类效果,分别对单一时相以及 3 个时相的全部波段进行了 MLC 监督分类,并进行进一步的精度检验和不同结果比较。3 个单一时相的 CHRIS 数据树种分类结果显示,6 月、9 月、11 月数据的分类检验精度分别为 83.4%、79.6%、82.3%。当使用多时相数据的全部波段进行分类,其检验精度为 91.1%。比较单一时相的分类结果,本文利用多时相 CHRIS 波段优选数据的分类结果的检验精度(92.7%)有大幅提高,甚至高于使用 3 个时相全部波段的分类检验精度。基于波段选择算法的多时相分类方法降低了分类波段数目和分类计算量,但分类结果的检验精度没有降低,说明波段选择在多时相高光谱树种分类实践中的有效性,获得的优选波段知识在森林树种多时相多光谱遥感识别的数据源选择方面起到指导作用。

4 结论

1) 多时相遥感卫星观测可记录不同树种的光谱特征以及生长动态特征差异,利用多时相高光谱

数据有利于增加森林优势树种间的可分性。相比单一时相,研究区多时相 CHRIS 高光谱数据的 Bhattacharyya 距离可分性指标提高了 2 倍以上。

2) 基于波段选择算法的多时相高光谱优势树种分类方法,充分利用了多时相高光谱信息并减少了波段冗余,其树种分类精度相比单一时相的最高分类精度(83.4%)提高 7.5%,在有限训练样本情况下,仍优于使用全部时相和波段数据的树种分类结果。

3) 研究区主要优势树种的分类精度存在差异,柞树和落叶松的分类精度最高,白桦其次,杨树分类精度较低,红松和暗针叶林间存在一定程度的误分,但能够与落叶树种很好地区分。树种间光谱特征及其时相特征差异是决定分类误差的主要原因,卫星重返周期、特征波段设置及量化水平是影响森林优势树种卫星分类应用的数据因素。

本研究为大范围森林树种调查提供关键的技术探索,其优选的时相和波段信息对多光谱数据在树种分类中的应用同样具有借鉴意义。另外,仍需考虑引入森林树种组合、光谱等方面的区域差异化先验知识,进一步提升森林树种资源卫星识别的自动化程度以及区域应用能力。

参考文献:

- [1] 张乃静,侯瑞霞,纪平. 基于遥感影像和二类调查数据的林地类型分类方法对比研究——以广西凭祥市为例[J]. 林业资源管理,2017,46(4):89-96.
- [2] 童庆禧,张兵,郑兰芬. 高光谱遥感——原理、技术与应用[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [3] GONG P, PU R, YU B. Conifer Species Recognition with Seasonal Hyperspectral Data[J]. Journal of Remote Sensing, 1998, 2(3):211-217.
- [4] 王璐,范文义. 基于高光谱遥感数据的森林优势树种组识别[J]. 东北林业大学学报,2015,59(5):134-137.
- [5] 李晓东,姜琦刚. 基于多时相遥感数据的吉林西部土地覆被分类提取[J]. 农业工程学报,2016,32(9):173-178.
- [6] CASTRO-ESAU K L, SÁNCHEZ-AZOFEIFA G A, CAELLI T. Discrimination of lianas and trees with leaf-level hyperspectral data[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 90(3):353-372.
- [7] 臧卓,林辉,杨敏华. 利用 PCA 算法进行乔木树种高光谱数据降维与分类[J]. 测绘科学,2014,39(2):146-149.
- [8] MANNEL S, PRICE M, HUA D, et al. Forest classification using decision trees on AVIRIS and multi-seasonal TM data[C]. Proceedings of the Eleventh JPL Airborne Earth Science Workshop, 2002.
- [9] SCHÄFER E, HEISKANEN J, HEIKINHEIMO V, et al. Mapping tree species diversity of a tropical montane forest by unsupervised clustering of airborne imaging spectroscopy data[J]. Ecological Indicators, 2016, 64:49-58.
- [10] 陶江玥,刘丽娟,庞勇,等. 基于机载激光雷达和高光谱数据的树种识别方法[J]. 浙江农林大学学报, 2018, 35(2):314-323.
- [11] GEORGE R, PADALIA H, KUSHWAHA S P S. Forest Tree Species Discrimination in Western Himalaya Using EO-1 Hyperion[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2014, 28(1):140-149.
- [12] HUGHES G. On the mean accuracy of statistical pattern recognizers[J]. Information Theory IEEE Transactions on, 1968, 14(1):55-63.
- [13] FUKUNAGA K. Introduction to statistical pattern recognition[M]. New York: Academic Press, 1990.
- [14] 程熙,沈占锋,周亚男,等. 基于 Bhattacharyya 距离的典型地物波谱特征差异性分析[J]. 遥感技术与应用, 2013, 28(4):707-713.
- [15] 李海涛,顾海燕,张兵,等. 基于 MNF 和 SVM 的高光谱遥感影像分类研究[J]. 遥感信息, 2007, 22(5):12-15.
- [16] 戴琼海,张晶,李菲菲,等. 光谱数据的特征挖掘降维方法[J]. 数据采集与处理, 2016, 31(6):1097-1105.
- [17] 李小梅,谭炳香,李增元,等. CHRIS 高光谱图像森林类型分类方法比较研究[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(2):227-234.
- [18] 尹凌宇,覃先林,孙桂芬,等. 基于高分二号多光谱数据的树种识别方法[J]. 林业资源管理, 2016, 45(4):121-127.
- [19] ZHANG X, ZHANG B, HU F, et al. Calibration evaluation of the spaceborne hyperspectral CHRIS image[C]. Remote Sensing of the Environment 15th National Symposium on Remote Sensing of China, 2005.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.002

基于森林资源二类调查数据的思茅松人工林经验收获表的编制

董诗涛,郎晓雪,施凯泽,杨启运,许彦红
(西南林业大学,云南昆明 650224)

摘要:以云南省澜沧县 2016 年森林资源二类调查的 994 个思茅松人工纯林小班数据为研究对象,选用 4 种生长方程和 1 种线性回归方程拟合思茅松人工林林木生长过程,利用 SPSS19.0 和 EXCEL2016 对 5 种预选生长模型进行拟合,基于相关指数最大、残差平方和最小的原理,确定了林分平均树高、平均胸径和单位蓄积的最佳生长模型,模型预估精度高达 95% 以上,对数据 T 检验结果,其残差均在 95% 的置信区间。根据拟合的林分平均树高、平均胸径和单位蓄积生长模型及相关公式编制了澜沧县思茅松人工林经验收获表。

关键词:经验收获表;思茅松人工林;生长模型;模型检验;森林资源二类调查数据;澜沧县

中图分类号:S971.25911;S757.27;S758.62 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0007-05

引文格式:董诗涛,郎晓雪,施凯泽,等.基于森林资源二类调查数据的思茅松人工林经验收获表的编制[J].林业调查规划,2019,44(2):7-11.

DONG Shitao, LANG Xiaoxue, SHI Kaize, et al. Compiling of Empirical Yield Table of *Pinus kesiya* var. *langbianensis* Plantation Based on Forest Resource Inventory Data[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 7-11.

Compiling of Empirical Yield Table of *Pinus kesiya* var. *langbianensis* Plantation Based on Forest Resource Inventory Data

DONG Shitao, LANG Xiaoxue, SHI Kaize, YANG Qiyun, XU Yanhong
(Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The four growth equations and the linear regression equation were used to fit the growth process of *Pinus kesiya* var. *langbianensis* plantation, and SPSS 19.0 and EXCEL 2016 were used to fit the five pre-selected growth models based on the data of 994 *Pinus kesiya* var. *Langbianensis* plantation subcompartments of forest resource inventory in Lancang County, Yunnan Province in 2016. Based on the principle of maximum correlation index and minimum residual square sum, the optimal growth model of average tree height, average DBH and unit volume was determined. The prediction accuracy of the model was up to 95%, and the t-test results of the data showed that the residual error was the 95% confidence interval. The empirical yield table of *Pinus kesiya* var. *Langbianensis* plantation was compiled by the optimal growth model and related formulas.

收稿日期:2018-11-28.

第一作者:董诗涛(1993-),男,云南龙陵人,硕士研究生.研究方向:森林资源管理与评价.Email:1209015018@qq.com

责任作者:许彦红(1964-),男,云南易门人,硕士,副教授,硕士生导师.主要从事森林资源管理与评价和林分结构与生长方面的研究.
Email:63168835@qq.com

Key words: empirical yield table; *Pinus kesiya* var. *Langbianensis* plantation; growth model; model test; data of forest resource inventory; Lancang County

思茅松 (*Pinus kesiya* var. *langbianensis*) 属松科 (Pinaceae) 松属 (*Pinus*) 常绿乔木, 为卡西亚松 (*P. kesiya*) 的地理变种, 自然分布于云南热带北部和亚热带南部半湿润地区^[1], 包括云南南部文山苗族壮族自治州麻栗坡县、普洱市及西部德宏傣族景颇族自治州芒市等地, 国外主要分布在越南、老挝等地^[2]。思茅松是云南特有的森林类型, 也是云南重要的人工用材树种之一。思茅松具有树干端直、速生、优质、生态适应性强及枝条每年生长 2 轮至多轮的特性^[3]。

对于思茅松用材林来说, 经营管理的本质是人工控制森林的动态生长过程, 从而生产出大量的优质木材, 掌握森林动态最实用的方法是根据林分平均胸径、平均树高和单位蓄积量与林分年龄变化关系编制的经验收获表。根据不同密度的处理方式收获表可分为标准收获表、可变密度收获表和经验收获表 3 类, 其中经验收获表是根据现实的林分平均密度进行编制的^[4-6]。本文以云南省澜沧县 2016 年森林资源二类调查的思茅松人工纯林小班数据为研究对象, 编制了澜沧县思茅松人工林经验收获表。

1 研究地概况

研究地位于云南省西南部普洱市澜沧县, 其地理坐标为 99°29'~100°35'E、22°01'~23°16'N, 地形地貌复杂, 属于澜沧江流域, 主要为山区、半山区、河谷和坝子, 山区和半山区面积占 98.8%。海拔高差大, 最高点位于新城乡麻栗黑山, 海拔 2 516 m, 最低点位于雅口乡勐矿, 海拔 578 m。澜沧县地处北回归线以南, 属南亚热带山地季风气候, 年均降雨量 1 624.0 mm, 年日照时间 2 098.0 h, 年均温 19.2℃, 无寒冷的冬天, 更无酷热的夏天, 干雨季分明。

澜沧县国土总面积 88.07 万 hm², 其中林地面积 52 万 hm², 森林覆盖率 53.9%, 活立木蓄积量 2 784.4 万 m³^[7]。主要森林树种有思茅松 (*Pinus kesiya* var. *langbianensis*)、木荷 (*Schima superba* Gardn et Champ)、川滇栲木 (*Alnus ferdinandi-coburgii* Schneid.)、栎类、桉类和竹类等。

2 研究方法

2.1 数据收集与预处理

根据云南省澜沧县 2016 年森林资源二类调查

数据资料, 以思茅松人工商品纯林为研究对象, 选出处于平均密度状态下的 1 150 个小班参与编表。在模型拟合前进行数据预处理, 剔除异常数据。按各龄级统计各林分因子 (Y_i) 和变动标准差 (SA_i), 并按 $Y_i \pm 2SA_i$ 剔除异常数据。最后参与建模小班共 994 个, 符合收获表编表数据量要求。

参与编表数据的基本情况: 林分年龄 4~36 a, 平均胸径 6.0~25.0 cm, 平均树高 4.0~16.9 m, 优势木高 4.0~16.9 m, 单位株数 381~3 020 株/hm², 单位蓄积量, 12.5~151.9 m³/hm²。

2.2 地位指数计算

地位指数 (site index, SI) 应用王海亮的思茅松天然次生林地位指数计算公式^[8]计算求得, 公式为:

$$SI = H_t \exp\left(\frac{15.46}{A} - \frac{15.46}{20}\right) \quad (1)$$

式中: SI 为地位指数; H_t 为林分优势木平均高 (文中以林分平均树高作为优势木平均高进行研究); A 为林分年龄, 基准年龄取值为 20 年。

2.3 林分因子生长模型选择

林分因子的生长模型有描述林分因子随年龄变化的描述性或经验模型和反映林木生长的机理模型 2 种。选择 (2)~(6) 式作为思茅松人工林林分因子生长模型的预选模型^[9-10], 构建思茅松人工纯林林分平均树高、平均胸径、单位蓄积等与林分年龄的关系模型。

$$\text{Logistic 式: } Y = \frac{A}{1 + B \exp^{-Kt}} \quad (2)$$

$$\text{Gompertz 式: } y = A \exp^{-B \exp^{-Kt}} \quad (3)$$

$$\text{Richards 式: } Y = A(1 - \exp^{-Bt})^C \quad (4)$$

$$\text{Mitscherlich 式: } Y = A(1 - B \exp^{-Kt}) \quad (5)$$

$$\text{线性回归: } Y = Bt^2 + Ct + E \quad (6)$$

林分因子生长模型 (2)~(5) 式中的参数 A 反映了某一立地条件下林分因子的生长极大值, 其可被看作一个与地位指数有关的函数, 即 $A = b_1 SI^{b_2}$, 文章研究林分平均胸径、平均树高、单位蓄积量与林分年龄的变化关系, 进而编制经验收获表。可将模型 (2)~(5) 式中的参数 K 、 C 视为不随密度而变化的常数, 由此林分因子生长模型 (2)~(5) 式可变为 (7)~(10) 式:

$$\text{Logistic 式: } Y = \frac{b_1 SI^{b_2}}{1 + B \exp^{-Kt}} \quad (7)$$

$$\text{Gompertz 式: } Y = b_1 SI^{b_2} \exp^{-B \exp^{-Kt}} \quad (8)$$

$$\text{Richards 式: } Y = b_1 SI^{b_2} (1 - \exp^{-Bt})^c \quad (9)$$

$$\text{Mitscherlich 式: } Y = b_1 SI^{b_2} (1 - B \exp^{-Kt}) \quad (10)$$

在(2)~(10)式中:Y为林分因子;t为林分年龄;A、B、C、E、K为待定参数,其中A为林分因子生长的极大值;exp为自然对数底。

将参与建模数据随机分成编表(746个小班)和检验(248个小班)2部分,将编表数据代入模型(6)~(10)中,利用spass19.0和Excel2016拟合出各模型待定参数估计值、相关指数、残差平方和,基于相关指数最大、残差平方和最小的原理确定各林分平均树高、平均胸径、单位蓄积的最佳生长模型。

3 结果与分析

3.1 林分因子生长模型

3.1.1 平均树高生长模型

将746个小班的林分平均树高(H)与年龄(t)数据代入模型(6)~(10)中,结果见表1。

表 1 平均树高生长模型拟合结果

Tab. 1 Fitting results of average tree height model

模型	方程	残差平方和 SSE	判定系数 R ²
Logistic	$H = \frac{2.323SI^{0.702}}{1+20.31\exp^{-0.28t}}$	227.650	0.931
Mitscherlich	$H = 2.413SI^{0.86}(1-1.222\exp^{-0.0054t})$	41.730	0.987
Gompertz	$H = 1.496SI^{0.928}\exp^{-5.314\exp^{-0.168t}}$	79.215	0.976
Richards	$H = 1.407SI^{0.977}(1-\exp^{-0.13t})^{3.355}$	31.340	0.991
线性回归	$H = -0.015t^2 + 0.836t + 1.384$	652.982	0.803

由表1可知,4种模型拟合相关指数(R²)均很高,但以理查德(Richards)式最大,为0.991,且残差平方和(SSE)值最小,为31.340,故选用(9)式为林分树高生长模型,即:

$$H = 1.407SI^{0.977}(1 - \exp^{-0.13t})^{3.355} \quad (11)$$

3.1.2 平均胸径生长模型

将746个小班的林分平均胸径(D)与年龄(t)数据代入模型(6)~(10)中,结果见表2。

由表2可知,4种模型中,Mitscherlich式拟合相关指数(R²)最大,为0.826,其残差平方和(SSE)值最小,为728.662,故选用(10)式为林分胸径生长模型,即:

$$D = 7.72SI^{0.347}(1 - 1.238\exp^{-0.098t}) \quad (12)$$

表 2 平均胸径生长模型拟合结果

Tab. 2 Fitting results of average DBH model

模型	方程	残差平方和 SSE	判定系数 R ²
Logistic	$D = \frac{10.21SI^{0.174}}{1+5.163\exp^{-0.23t}}$	847.031	0.797
Mitscherlich	$D = 7.72SI^{0.347}(1-1.238\exp^{-0.098t})$	728.662	0.826
Gompertz	$D = 8.735SI^{0.256}\exp^{-2.666\exp^{-0.169t}}$	793.172	0.810
Richards	$D = 8.446SI^{0.291}(1-\exp^{-0.124t})^{1.642}$	754.493	0.819
线性回归	$D = -0.015t^2 + 0.868t + 3.866$	1001.337	0.762

3.1.3 单位蓄积量生长模型

将746个小班的林分单位蓄积量(M)与年龄(t)数据代入模型(6)~(10)中,结果见表3。

表 3 单位蓄积量生长模型拟合结果

Tab. 3 Fitting results of average volume model

模型	方程	残差平方和 SSE	判定系数 R ²
Logistic	$M = \frac{18.447SI^{0.673}}{1+76.301\exp^{-0.46t}}$	113994.637	0.799
Mitscherlich	$M = 104.985(1-2.684\exp^{-0.231t})$	160250.700	0.717
Gompertz	$M = 12.332SI^{0.873}\exp^{-10.12\exp^{-0.263t}}$	113115.394	0.801
Richards	$M = 12.086SI^{0.887}(1-\exp^{-0.24t})^{7.894}$	114025.963	0.799
线性回归	$M = -0.313t^2 + 13.495t - 31.402$	185229.419	0.673

由表3可知,4种模型中,Gompertz式拟合相关指数(R²)最大,为0.801,且残差平方和(SSE)值最小,为113115.394,故选用(8)式为林分蓄积量生长模型,即:

$$M = 12.332SI^{0.873}\exp^{-10.12\exp^{-0.263t}} \quad (13)$$

3.2 模型检验

本研究采用总相对误差(RS)、平均相对误差(E₁)、总体相对误差绝对值(E₂)和预估精度(P)对模型进行检验,计算公式分别为(14)~(17)式^[11]。模型检验结果见表4。

$$RS = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)}{\sum \hat{y}_i} \times 100\% \quad (14)$$

$$E_1 = \frac{1}{N} \sum \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right) \times 100\% \quad (15)$$

$$E_2 = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right| \times 100\% \quad (16)$$

表 4 生长模型精度检验

Tab. 4 Precision test of the growth model

生长因子	总相对误差 (RS)	平均相对误差 (E ₁)	绝对平均相对误差 (E ₂)	预估精度 (P)
树高	-(0.0027)	-(0.0030)	0.0158	0.9971
胸径	-(0.0008)	-(0.0019)	0.0588	0.9902
蓄积	0.0074	0.0091	0.1396	0.9796

$$P = \left(1 - \frac{t_a \sqrt{\sum ((y_i - \hat{y}_i)^2)}}{\hat{\bar{y}}_i \sqrt{N(N-T)}}\right) \times 100\% \quad (17)$$

式中 y_i 为第 i 株树相应测树因子实测值; \hat{y}_i 为第 i 株树相应测树因子预测值; N 为样本容量; t_a 为置信水平为 $\alpha = 0.05$ 时 t 的分布值; T 为模型中参数个数; $\hat{\bar{y}}_i$ 为第 i 株树相应测树因子预测值的平均值。

从树高、胸径、蓄积的模型检验结果来看,模型检验结果均较好,模型预估精度高达 95% 以上。

为进一步检验林分平均树高、平均胸径和单位蓄积量生长模型,进行林分平均树高、平均胸径和单位蓄积量的预估残差(预估值—实际值)分析(图 1、图 2、图 3)。

对数据进行 T 检验时,其 95% 的置信区间为 $(-1.96\sigma, 1.96\sigma)$ 。

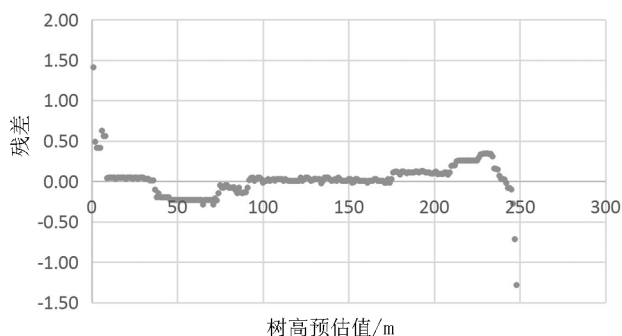


图 1 树高预估残差分布

Fig. 1 Residual distribution of the tree height estimation

由图 1 可知,树高预估残差均在置信区间 $(-4.110, 4.110)$ 内;由图 2 可知,胸径预估残差均在置信区间 $(-4.224, 4.224)$ 内;由图 3 可知,蓄积预估残差均在置信区间 $(-48.139, 48.139)$ 内。

3.3 林分单位面积株数

根据林分调查因子间的关系来确定林分单位面积株数。即通过林分单位蓄积生长模型预测出各年龄的林分蓄积量 (M), 根据林木平均单株材积可计算出林分单位面积株数 (N), 计算公式为:

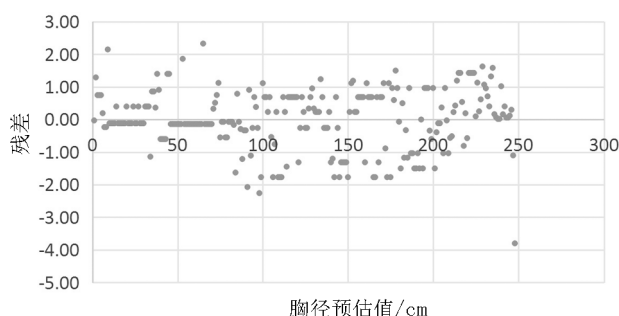


图 2 胸径预估残差分布

Fig. 2 Residual distribution of the DBH estimation

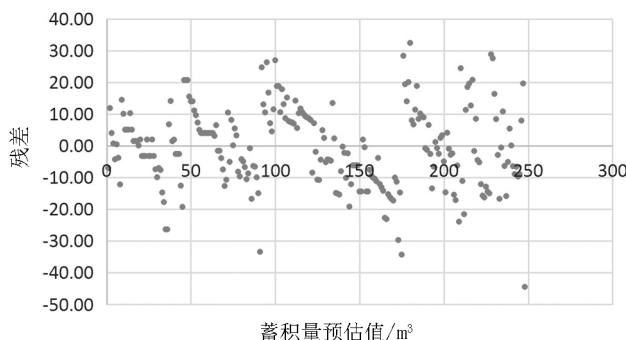


图 3 蓄积量预估残差分布

Fig. 3 Residual distribution of the volume estimation

$$N = M/V \quad (18)$$

式中: V 为单株林木材积, 通过查阅云南省一元材积表^[12] 获得。

3.4 蓄积平均生长量、连年生长量和生长率

根据林分单位蓄积生长模型预测出各年龄的林分蓄积量 (M), 然后根据 (18) ~ (20) 式求出思茅松人工林单位蓄积量的平均生长量、连年生长量及生长率。以立地指数 $SI = 20$ 为例, 将各年龄拟合方程求得结果编制成表, 即为澜沧县思茅松人工林经验收获表 (表 5)。

$$\text{平均生长量} = M_t/t \quad (19)$$

$$\text{连年生长量} = (M_t - M_{t-n})/n \quad (20)$$

$$\text{生长率} = \frac{M_t - M_{t-n}}{M_t + M_{t-n}} \times \frac{200}{n} \quad (21)$$

式中: t 为年龄; n 为间隔期; M_t 为 t 年时蓄积量; M_{t-n} 为 n 年前蓄积量。

4 结论与讨论

4.1 结论

利用澜沧县 2016 年森林资源二类调查数据编制思茅松人工林经验收获表, 森林资源二类调查成果得到了充分利用, 作为森林资源调查的重要成果,

表 5 思茅松人工林经验收获表 (SI = 20)
Tab. 5 Empirical yield table of *Pinus kesiya* var.
Langbianensis plantation (SI = 20)

年 龄 /a	平均 树高 /m	平均 胸径 /cm	平均 蓄积 /(m ³ · hm ⁻²)	平均 株数 /(株· hm ⁻²)	平均 生长量 /(m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹)	连年生 长量 /(m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹)	生长率 /%
6	3.4	6.8	20.88	1898	3.48	7.98	61.87
8	6.1	9.5	49.07	2044	6.13	14.09	40.29
10	9.0	11.7	81.29	2084	8.13	16.11	24.72
12	11.9	13.5	109.55	2067	9.13	14.13	14.81
14	14.5	15.0	130.68	1950	9.33	10.56	8.79
16	16.8	16.2	145.03	1813	9.06	7.18	5.21
18	18.7	17.2	154.24	1695	8.57	4.61	3.08
20	20.3	18.0	159.96	1600	8.00	2.86	1.82
22	21.6	18.7	163.43	1499	7.43	1.74	1.08
24	22.6	19.3	165.52	1415	6.90	1.05	0.64
26	23.4	19.7	166.77	1367	6.41	0.62	0.38
28	24.0	20.1	167.51	1319	5.98	0.37	0.22
30	24.5	20.4	167.95	1272	5.60	0.22	0.13
32	24.9	20.7	168.21	1237	5.26	0.13	0.08
34	25.2	20.9	168.37	1211	4.95	0.08	0.05
36	25.5	21.0	168.46	1195	4.68	0.05	0.03

数据是真实可靠的,具有强有力的科学理论依据。

文中利用 Logistic、Gompertz、Richards、Mitscherlich 等 4 种生长方程和 1 种线性回归方程描述林分平均树高、平均胸径和单位蓄积量的生长过程。其中理查德(Richards)式对平均树高生长模型拟合最佳,Mitscherlich 式对平均胸径生长模型拟合最佳,Gompertz 式对单位蓄积量生长模型拟合最佳,拟合结果为:

$$\text{树高: } H = 1.407SI^{0.977}(1 - \exp^{-0.13t})^{3.355}$$

$$\text{胸径: } D = 7.72SI^{0.347}(1 - 1.238\exp^{-0.098t})$$

$$\text{蓄积: } M = 12.332SI^{0.873}\exp^{-10.12\exp^{-0.263t}}$$

文中采用的资料来源于云南省澜沧县,具有一定的代表性和地域性。从林分平均树高、平均胸径和单位蓄积的模型检验结果来看,模型预估精度高达 95% 以上,且对数据 T 检验时,其残差均在 95% 的置信区间(-1.96σ, 1.96σ)内。因此,根据拟合的林分平均树高、平均胸径和单位蓄积生长模型及相关公式编制的澜沧县思茅松人工林经验收获表可供澜沧县林业生产实践参考。

4.2 讨论

文中地位指数计算中,以林分平均树高作为优

势木平均高进行研究,故可能导致某一立地条件下林分因子生长的极大值偏小;而且在同一树种中,处于不同生长期的林分优势木平均高也会呈现不同的生长方程。因此,下一步可在研究区域内设立临时标准地和固定标准地来构建思茅松地位指数曲线模型进行研究。

此次研究中共采用 994 个思茅松人工林小班资料,其中幼龄林 296 个、中龄林 641 个、近熟林 50 个、成熟林 7 个,相对于幼龄林和中龄林的小班数量来说,近熟林和成熟林小班数量偏少。建议进一步研究时,适量增加近熟林和成熟林的标准地数量。

文中林分单位蓄积生长模型是根据森林资源二类调查数据中单位蓄积和林分年龄进行拟合的,在实际生产中,人工林栽植标准不一,单位面积内种植株数不一。建议进一步研究时,采用林分平均树高、平均胸径与单位株数来拟合林分单位蓄积的模型,并对二者进行对比分析。在使用时可根据实际需要从中选择。

参考文献:

- [1] 云南森林编写委员会. 云南森林[M]. 昆明:云南科技出版社 & 中国林业出版社,1988.
- [2] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第七卷)[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [3] 西南林学院,云南省林业厅. 云南树木图志[M]. 昆明:云南科技出版社,1988.
- [4] 胡宗庆. 闽北杉木人工林经验收获表编制及应用[J]. 福建林学院学报,2004,24(3):219-223.
- [5] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京:中国林业出版社,1996:267-293.
- [6] 金德凌,江希钿. 经验收获表编制及其在用材林资产评估中的应用[J]. 福建林学院学报,2001,21(1):36-69.
- [7] 欧光龙,胥辉. 环境灵敏的思茅松天然林生物量模型构建[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [8] 王海亮. 思茅松天然次生林林分生长模型研究[D]. 昆明:西南林业大学,2003.
- [9] 朱雅寒,黄庆丰. 基于森林资源二类调查数据的杉木人工林收获表编制[J]. 安徽农业大学学报,2012,39(2):239-242.
- [10] 段爱国,张建国. 理论生长方程研究概述[J]. 华东森林经理学报,2013,27(1):1-7.
- [11] 郑海妹. 思茅松天然林单木生物量因子相容性模型构建[D]. 昆明:西南林业大学,2015.
- [12] 云南省森林资源调查管理处. 云南省一元材积表[M]. 昆明:云南省森林资源调查管理处,1978.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.003

静态模式下的 GPS RTK 在贵州山地林区 信号接收情况分析

蒋维成¹, 曾丽琼²

(1. 贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550000; 2. 贵阳市长坡岭国有林场, 贵州 贵阳 550000)

摘要:以 GPS RTK 灵锐 S82-2008 作为试验仪器, 选择树种结构类型为阔叶纯林、针叶纯林两种类型林分的高郁闭度(≥ 0.70)、中郁闭度(0.40~0.69)和低郁闭度(0.20~0.39)共 6 个试验点进行静态模式下连续定位, 并应用相关后处理软件进行数据处理。结果认为, 静态模式下 GPS RTK 在不同树种类型的林冠下信号接收能力均较空旷地带弱; 在同一树种结构类型条件下, 信号强弱依次为低郁闭度、中郁闭度、高郁闭度; 在同一郁闭度等级不同树种结构类型条件下的信号接收强度, 阔叶纯林下要比针叶纯林下强。

关键词:GPS RTK; 静态模式; 针叶林; 阔叶林; 郁闭度; 卫星信号接收情况

中图分类号:P228.4; TN911.6 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0012-06

引文格式:蒋维成, 曾丽琼. 静态模式下的 GPS RTK 在贵州山地林区信号接收情况分析[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2):12-17.

JIANG Weicheng, ZENG Liqiong. Signal Reception of GPS RTK in Mountainous Forest Region of Guizhou Province in Static Mode[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2):12-17.

Signal Reception of GPS RTK in Mountainous Forest Region of Guizhou Province in Static Mode

JIANG Weicheng¹, ZENG Liqiong²

(1. Forestry Survey and Planning Institute of Guizhou Province, Guiyang 550000, China;
2. Guiyang Changpolin State Forest Farm, Guiyang 550000, China)

Abstract: Based on the experimental instrument of Lingrui S82-2008, the six experimental sites of broad-leaved pure forest and coniferous pure forest with high canopy density (≥ 0.70), medium canopy density (0.40~0.69) and low canopy density (0.20~0.39) were selected for continuous positioning in static mode and the data were processed by the relevant post-processing software. The results showed that the signal reception ability of GPS RTK in static mode in the canopy of different tree species was weaker than that in the open area. With the same tree species structure type, the signal intensity was in order of low canopy density, medium canopy density and high canopy density. The signal reception intensity of broad-leaved pure forest was stronger than that of coniferous pure forest with the same canopy density and the different tree species structure types.

Key words: GPS RTK; static mode; coniferous forest; broad-leaved forest; canopy density; signal reception

收稿日期:2018-09-19.

第一作者:蒋维成(1988-),男,贵州贵阳人,硕士.长期从事林业调查规划工作.

1 研究目的及意义

引进和开发应用新技术是实现科技兴林,促进林业现代化,确保 21 世纪林业战略目标实现的重要保证。贵州作为全国边远落后的山区,硬件资源相对落后,林区生物种类繁多,地貌复杂,通视条件较差。长期以来,测量人员在林区利用传统测量仪器进行测量时,不仅耗费大量的人力、物力,而且其精度也不能严格保证。GPS(全球定位系统—Global Positioning System)作为兼导航和定位双重功能的卫星系统^[1]被广泛应用于各行各业。在林业上主要用于完成森林调查与管理中各种境界线的勘测与落界放样^[2],成为森林资源调查与动态监测的有力工具^[3]。

传统手持式 GPS 仪在确定林区面积、估算木材量、计算可采伐木材面积^[4]、确定原始森林、道路位置、对森林火灾周边测量和测定地区界线等方面都发挥了重要作用^[5],给林业的野外调查工作带来了极大的便利,但由于美国对民间用户和其他国家用户仅提供 SPS(标准定位服务),极大地限制了应用深度。其次,美国在 SPS 服务的基础上还采取了“SA”和“AS”政策,手持式 GPS 接收机只能进行单点定位,其实时定位精度为 ± 100 m,远远低于林业资源调查管理和环境监测的必要精度 ± 5 m 左右的水平。当受树冠影响时,手持式 GPS 接收机精度进一步降低,定位时间延长。虽然后来美国取消了 SA 政策,但手持式 GPS 仪的定位精度依然很低。韦希勤^[6]分析了森林资源一类连续清查固定样地点位的精度不理想,其误差平均在 54 m,最小也有 15 m。

伴随着我国生态文明建设的需要,林业调查资料要求更加精准,精度要求越来越高,传统手持式 GPS 仪已无法满足精准林业发展的需求,而高精度的 GPS 测量必须采用载波相位观测值。GPS RTK 作为采用载波相位观测的典型仪器,能够实时地提供测站点在指定坐标系中的三维定位结果,并具有抗干扰能力强、误码率低、空旷地带测量速度高效、测量精度高等优点,但其在贵州山地林区不同树种类型和郁闭度等级林冠下的信号接收情况的相关试验研究尚处于空白状态,故本文对静态模式下 GPS RTK 在不同树种结构类型不同郁闭度等级条件下的信号接收情况进行试验研究分析,通过对数据的统计,分析 2 种条件下的信号接收情况,进而为其在贵州山地林区的应用提供参考。

2 试验设计与方法

2.1 试验设计

本研究选择 GPS RTK 灵锐 S82-2008 作为试验仪器,以贵阳市花溪区孟关林场为试验地点,在林场内选择树种结构类型为阔叶纯林、针叶纯林两种类型林分的高郁闭度(≥ 0.70)、中郁闭度(0.40~0.69)和低郁闭度(0.20~0.39)共 6 个试验点进行静态模式下 GPS RTK 连续定位,并选择无任何遮挡的空旷地进行定位作对照。选择天气条件相当的中午或下午进行试验,每次连续定位时间为 1 h 以上。

2.2 试验方法及技术路线

选择天气条件相当的中午或下午,将 3 台 GPS RTK 灵锐 S82-2008 同时设置为静态定位模式,同时放置于同一树种结构类型不同郁闭度等级的林冠下进行连续定位 1 h 以上,并同时在空旷地上进行一次空白对照试验。应用南方 GPS 后处理软件进行数据处理,并对试验结果进行分析,技术路线如图 1 所示。

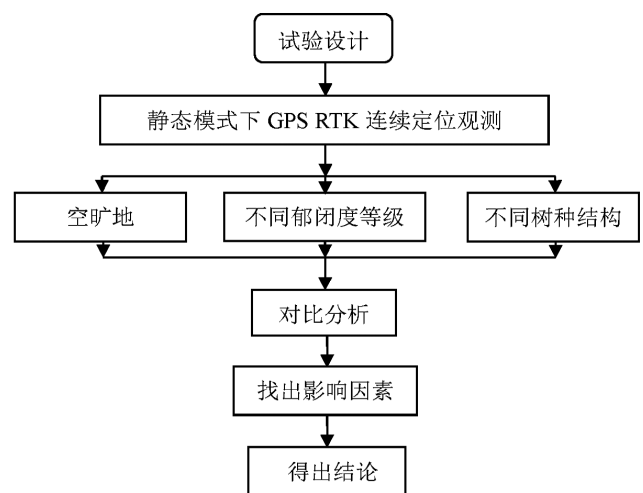


图 1 技术路线

Fig. 1 Technical route

3 结果与分析

3.1 同一树种结构类型不同郁闭度等级条件下的信号接收分析

卫星信号图是表达 GPS 接收机在数据采集过程中实时接收信号情况的图,它能反映 GPS 定位过程中所发生的卫星信号周跳、中断等一系列现象,从图中可以了解到数据采集期间任一时刻的卫星数量和信号质量情况(图 2~图 13)。

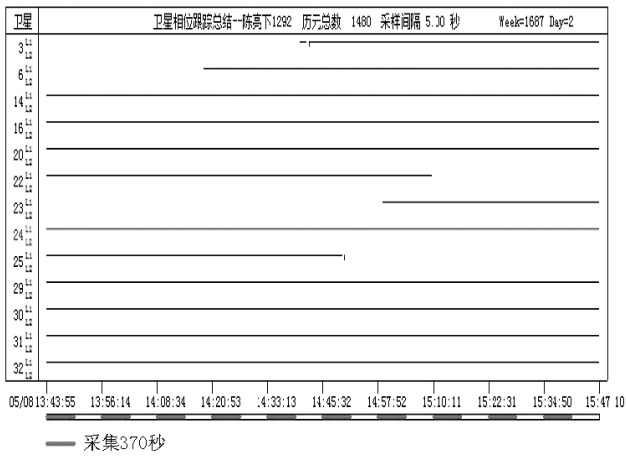


图 2 GPS RTK 在空旷地的卫星信号图
Fig. 2 Satellite signal map of GPS RTK in open area

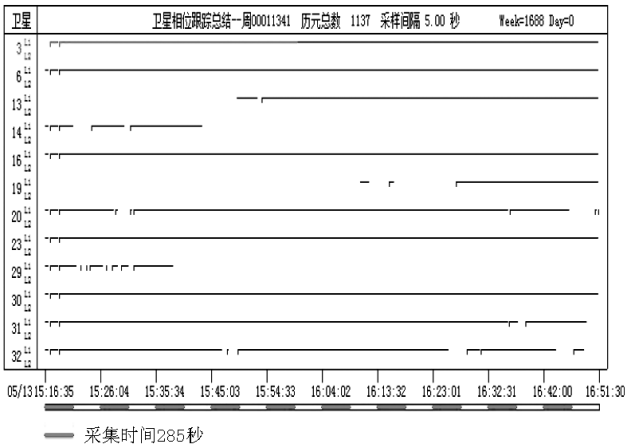


图 3 GPS RTK 在低郁闭度阔叶林中的卫星信号图
Fig. 3 Satellite signal map of GPS RTK in broad-leaved forest with low canopy density

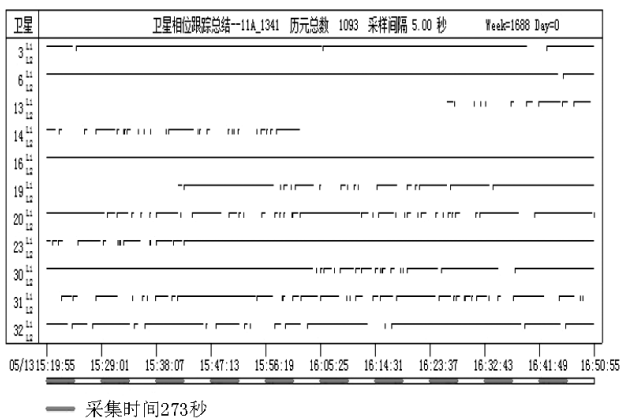


图 4 GPS RTK 在中郁闭度阔叶林中的卫星信号图
Fig. 4 Satellite signal map of GPS RTK in broad-leaved forest with medium canopy density

3.1.1 不同郁闭度阔叶林中信号接收

从图 2 可以看出, GPS RTK 在整个定位过程中, 任何时刻都能接收到 10 颗以上的卫星信号, 8 颗卫星信号非常稳定, 定位片刻即能进入稳定状态, 虽然卫星信号发生周跳和中断, 但频率较低(图 2)。从图 3~图 5 可以看出, 由于阔叶林树冠的影响, GPS RTK 虽然能同时接收到 4 颗以上的卫星信号, 但发生周跳和中断的频率逐渐增大, 与空旷地带信号接收情况相比, 阔叶树冠对 GPS RTK 信号接收的影响是明显的。从图 3 可知, 低郁闭度阔叶林中 GPS RTK 虽然在任何时刻都能接收到 7 颗以上的卫星信号, 但要 20 min 左右才能达到稳定状态, 且卫星中断、周跳的频率较空旷地带大。而在中郁闭度阔叶林中(图 4), GPS RTK 虽然在任何时刻都能接收到 4 颗以上的卫星信号, 但卫星中断、周跳的频率较在低郁闭度阔叶林大, 且仅有 1 颗卫星信号从未中断。可见, 在阔叶林中, 低郁闭度环境条件下 GPS RTK 较中郁闭度环境条件下接收的信号强。与中郁闭度条件下信息接收情况相比, 高郁闭度阔叶林中, 卫星信号发生中断、周跳的频率更高, 且在整个试验期没有 1 颗卫星自始至终稳定的, 但在间隔的某几个时间段内能同时接收到 4 颗以上的卫星信号(图 5)。从上述分析可以得出这样的结论, GPS RTK 在空旷地带接收的卫星信号最强, 在阔叶林中卫星信号强弱依次为低郁闭度、中郁闭度、高郁闭度。因此, GPS RTK 可以用于阔叶林中进行定位测量, 但在高郁闭度阔叶林中可能得到有效解的时间较短。

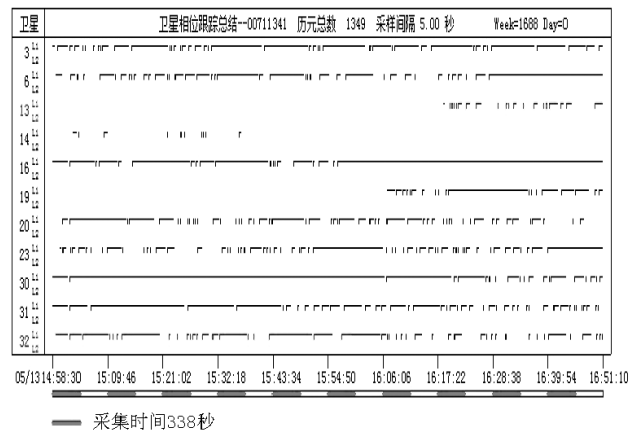


图 5 GPS RTK 在高郁闭度阔叶林中的卫星信号图
Fig. 5 Satellite signal map of GPS RTK in broad-leaved forest with high canopy density

3.1.2 不同郁闭度针叶林中信号接收

从图 6 可以看出,GPS RTK 在整个定位过程中,任何时刻都能接收到 10 颗以上的卫星,8 颗卫星信号非常稳定,定位即能进入稳定状态,虽然卫星信号发生周跳和中断,但频率较低。

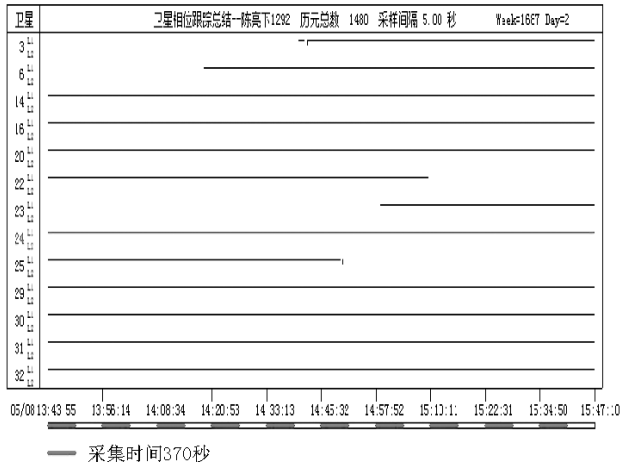


图 6 GPS RTK 在空旷地的卫星信号图

Fig. 6 Satellite signal map of GPS RTK in open area

从图 7~图 9 可以看出,由于针叶林树冠的遮挡,GPS RTK 虽然能同时接收到 4 颗及以上的卫星信号,但发生周跳和中断的频率逐步增大,与空旷地带相比,针叶林树冠对 GPS RTK 信号接收的影响也是明显的。从图 7 可知,低郁闭度针叶林中 GPS RTK 虽然在任何时刻都能接收到 5 颗以上的卫星信号,但卫星中断、周跳的频率较空旷地带大。而在中郁闭度针叶林中(图 8),GPS RTK 虽然在任何时刻都能接收到 4 颗以上的卫星信号,但卫星中断、周跳的频率较低郁闭度阔叶林大,且同时接收到 4 颗及以上卫星信号的时间已不连续。由此可见,在针叶林中,GPS RTK 在低郁闭度条件下较中郁闭度条件下接收的卫星信号强。与图 8 相比,GPS RTK 在高郁闭度针叶林中,卫星信号发生中断、周跳的频率更高,且在整个试验期没有 1 颗卫星是自始至终稳定的,但在间断的某几个时间段内能同时接收到 4 颗以上的卫星信号(图 9)。可以得出这样的结论,GPS RTK 在空旷地带卫星接收信号最强,在不同郁闭度等级的针叶林中卫星信号强弱依次为低郁闭度、中郁闭度、高郁闭度,而且 GPS RTK 可以用于针叶林中进行定位测量,但在高郁闭度针叶林中可能得到有效解的时间非常短。

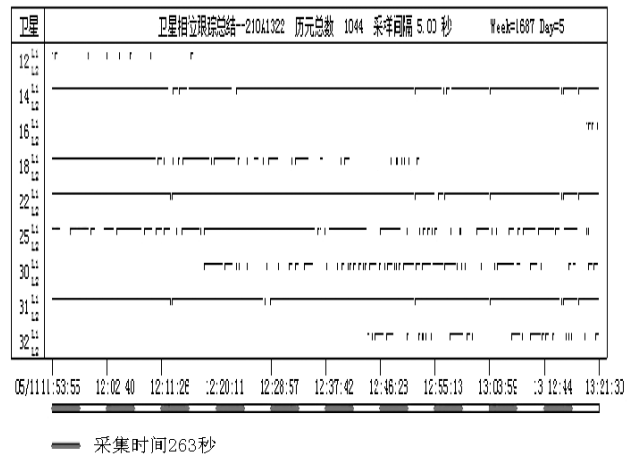


图 7 GPS RTK 在低郁闭度针叶林中的卫星信号图

Fig. 7 Satellite signal map of GPS RTK in coniferous forest with low canopy density

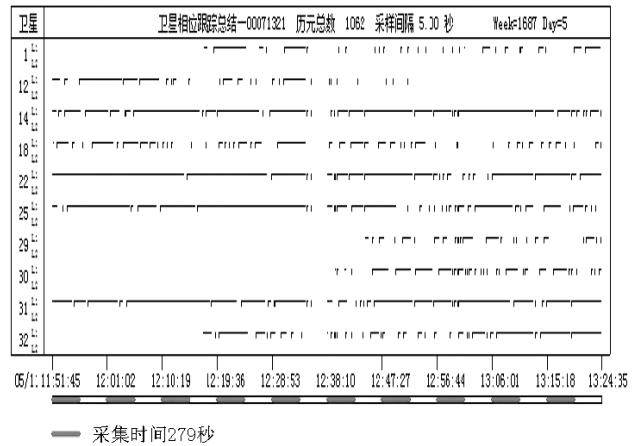


图 8 GPS RTK 在中郁闭度针叶林中的卫星信号图

Fig. 8 Satellite signal map of GPS RTK in coniferous forest with medium canopy density

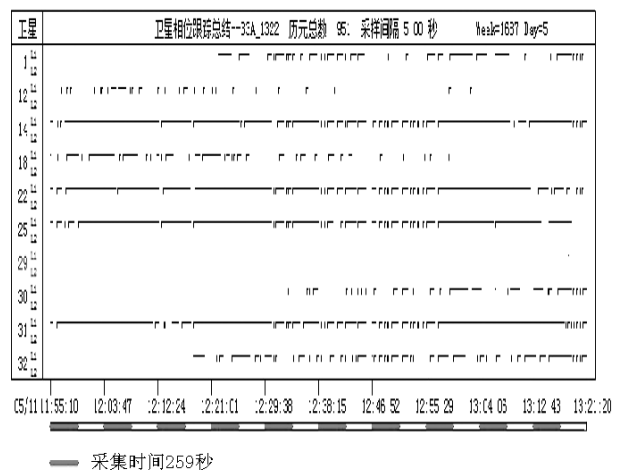


图 9 GPS RTK 在高郁闭度针叶林中的卫星信号图

Fig. 9 Satellite signal map of GPS RTK in coniferous forest with high canopy density

3.2 不同树种结构类型相同郁闭度等级条件下的信号接收分析

3.2.1 低郁闭度阔叶林或针叶林

从图 10~图 11 可以看出,GPS RTK 在任何时刻均能接收到 5 颗以上的卫星信号,但在低郁闭度阔叶林中接收机达到稳定状态后有 4 颗卫星在试验期间未发生中断、周跳等现象,而在低郁闭度的针叶林中,虽然有 4 颗卫星定位即能达到稳定,但均存在中断等现象,且能同时接收到卫星信号的仅有 5 颗星,且部分卫星会在短时间内不连续。可见,在低郁闭度条件下,阔叶林中 GPS RTK 接收的信号要比针叶林中强。

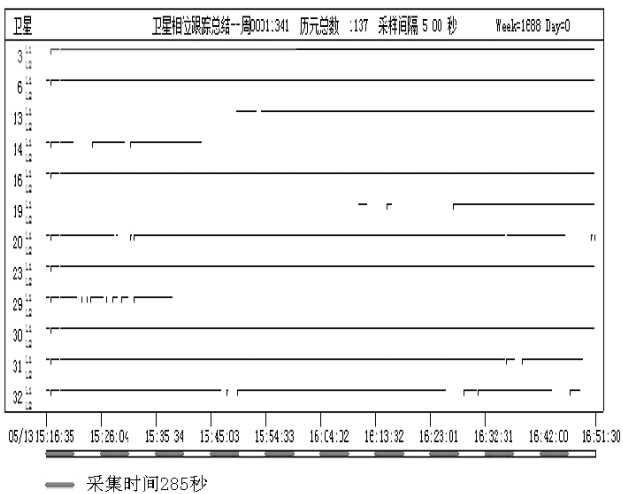


图 10 GPS RTK 在低郁闭度阔叶林中的卫星信号图

Fig. 10 Satellite signal map of GPS RTK in broad-leaved forest with low canopy density

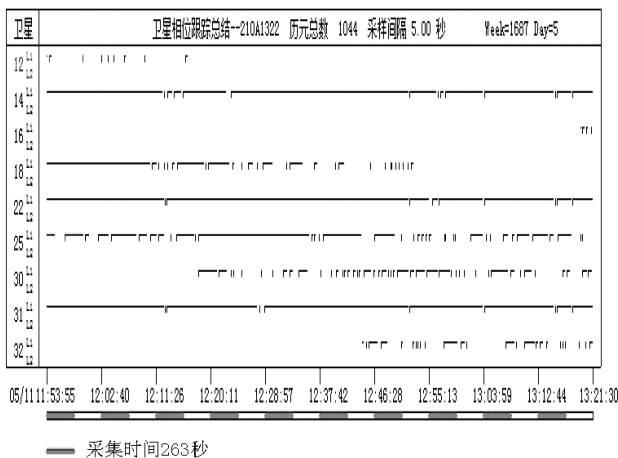


图 11 GPS RTK 在低郁闭度针叶林中的卫星信号图

Fig. 11 Satellite signal map of GPS RTK in coniferous forest with low canopy density

3.2.2 中郁闭度阔叶林或针叶林

从图 12~图 13 可以看出,GPS RTK 虽然在任何时刻都能接收到 4 颗以上的卫星,但在中郁闭度阔叶林中,能接收到 4 颗以上卫星信号的持续时间更长,且有 1 颗卫星一直处于稳定状态。可见,中郁闭度阔叶林中的信号较中郁闭度针叶林中强。

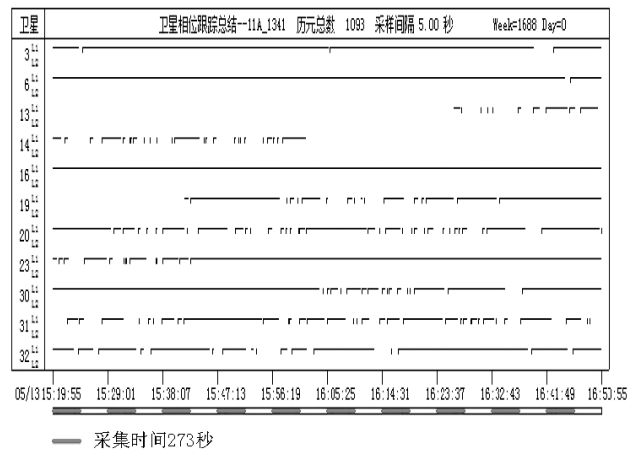


图 12 GPS RTK 在中郁闭度阔叶林中的卫星信号图

Fig. 12 Satellite signal map of GPS RTK in broad-leaved forest with medium canopy density

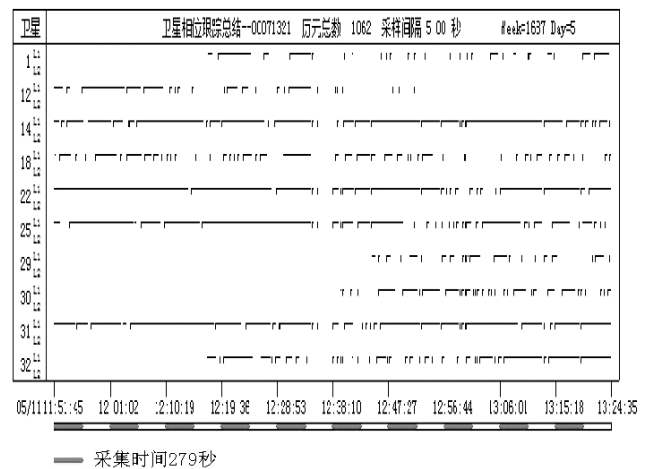


图 13 GPS RTK 在中郁闭度针叶林中的卫星信号图

Fig. 13 Satellite signal map of GPS RTK in coniferous forest with medium canopy density

3.2.3 高郁闭度阔叶林或针叶林

从图 14~图 15 可以看出,GPS RTK 虽然在任何时刻都能接收到 4 颗以上的卫星,但在高郁闭度阔叶林中,能同时接收到 4 颗以上卫星信号的持续时间更长,卫星数量更多。可见,在高郁闭度阔叶林中的信号较高郁闭度针叶林中强。

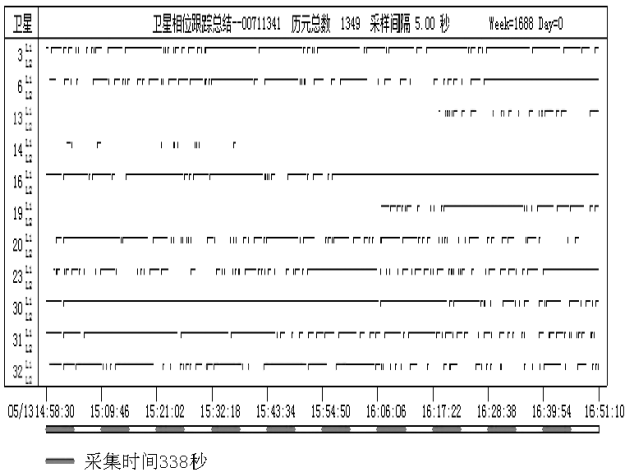


图 14 GPS RTK 在高郁闭度阔叶林中的卫星信号图
 Fig. 14 Satellite signal map of GPS RTK in broad-leaved forest with high canopy density

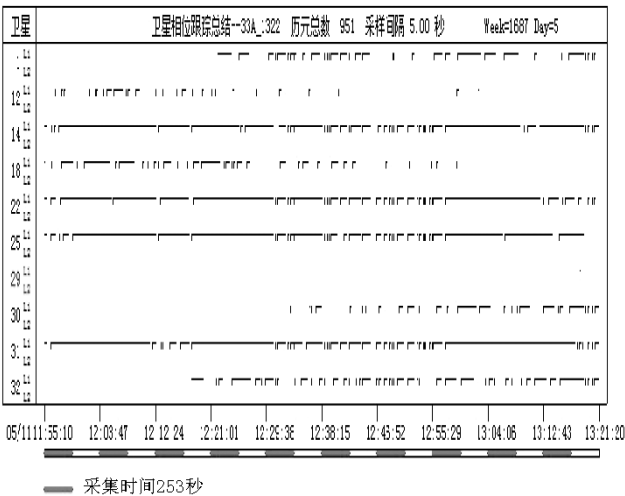


图 15 GPS RTK 在高郁闭度针叶林中的卫星信号图
 Fig. 15 Satellite signal map of GPS RTK in coniferous forest with high canopy density

4 结论与讨论

4.1 结论

通过对静态模式下 GPS RTK 在不同树种结构

类型不同郁闭度等级条件下的信号接收情况分析研究,可得出以下结论:

1)静态模式下不同树种类型的林冠下信号接收强度均较空旷地带弱;

2)在同一树种结构类型条件下,接收的信号强弱依次为低郁闭度、中郁闭度、高郁闭度;

3)在同一郁闭度等级不同树种结构类型条件下, GPS RTK 接收的信号强度,在阔叶纯林中要比针叶纯林中强。

4.2 讨论

1)本次试验只考虑了天气条件,在做相同郁闭度等级不同树种类型试验时未考虑时间段的问题,故在同一时间段内相同郁闭度等级不同树种类型的 GPS RTK 的信号接收情况有待进一步研究。

2)本试验地点选择在贵阳市花溪区孟关林场及周边,地势相对平坦,地形地貌切割不深,故对静态模式下 GPS RTK 在地形地貌切割较深的高山峡谷林分条件下的信号接收情况有待进一步研究。

3)本研究树种结构类型选择为针叶纯林和阔叶纯林,故对 GPS RTK 在混交林中的信号接收情况有待进一步研究。

参考文献:

[1] 熊志昂,李红瑞. GPS 技术与工程应用[M]. 北京:国防工业出版社,2005,18-23.
 [2] 武红敏,吴坚. 差分 GPS 及其在森林病虫害飞机防治中的研究进展[J]. 森林病虫害通讯,1998,23(4):33-34.
 [3] 陈爱民,张德林. GPS 技术在林业工作中的应用[J]. 林业科技情报,2005,37(2):9-10.
 [4] 冯仲科. 超小图斑面积的 RTD-GPS 量测[J]. 林业资源管理,2001,12(5):70-73.
 [5] 洪人永. GPS 全球定位系统技术及应用[M]. 厦门:厦门大学出版社,1998,20-50.
 [6] 韦希勤. GPS 在样地定位中的应用[J]. 华东森林经理,1998,12(2):13-15.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.004

基于遥感影像的昆明中心城区绿地信息提取

张夏梦,刘敏,魏开云

(西南林业大学园林学院,云南昆明 650224)

摘要:以昆明中心城区遥感影像为研究数据,采用基于面向对象分类的研究方法,按照监督分类的思想,将地物分为城市绿地、林地、裸地、水体、建筑和道路 6 种类型,运用支持向量机的分类器对绿地信息进行提取,并根据总体分类精度和 kappa 系数的大小对分类结果进行验证,结果表明:城市绿地信息提取精度良好,符合城市绿地调查的精度标准,认为此种绿地信息提取方法值得推广运用。

关键词:面向对象;监督分类;遥感影像;绿地信息;分类精度;kappa 系数

中图分类号:S731.2;S771.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0018-05

引文格式:张夏梦,刘敏,魏开云.基于遥感影像的昆明中心城区绿地信息提取[J].林业调查规划,2019,44(1):18-22.

ZHANG Xiameng, LIU Min, WEI Kaiyun. Information Extraction of Green Space in Central Urban Area of Kunming Based on Remote Sensing Image[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(1): 18-22.

Information Extraction of Green Space in Central Urban Area of Kunming Based on Remote Sensing Image

ZHANG Xiameng, LIU Min, WEI Kaiyun

(School of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The object-oriented classification method was used to study the data of remote sensing image in Kunming central urban area based on the thought of supervised classification. The surface features were divided into six types of urban green space, forest land, bare land, water, building and road. The information of green space was extracted by the support vector machine classifier and the overall classification accuracy and the kappa coefficient were used to verify the classification results. The results showed that the accuracy of information extraction of urban green space by the object-oriented classification method met the standard of the urban green space investigation, which should be applied and promoted.

Key words: object-oriented; supervised classification; remote sensing image; information of green space; classification accuracy; kappa coefficient

1 引言

城市绿地空间是城市社会、经济与自然三者共同作用的生态系统的重要组成部分,是城市生态系

统中具有生命力的自我净化、自我调节能力的基础设施,对城市生态环境的改善、城市生态平衡的调节以及城市环境风貌的美化发挥着主导作用。准确掌握城市绿地分布范围及变化规律,预测其发展趋势,

收稿日期:2018-09-10;修回日期:2018-11-26.

第一作者:张夏梦(1995-),女,陕西渭南人,硕士.主要从事风景园林及景观生态规划设计方面的研究. Email:1204287460@qq.com

责任作者:魏开云(1962-),男,副教授.主要从事风景园林规划,乡土园林植物应用,生态施工设计方面的研究. Email:45547297@qq.com

对维护区域生态平衡,提升城市环境质量具有不容小觑的作用。

城市绿地的规划需立足于对绿地现状及分类情况的了解。传统的绿地提取多采用现场测量与计算统计相结合的方式,耗时长,效率低,且统计结果易受多种因素的影响。近年来,遥感技术的应用使城市绿地信息的提取有了更多有效的手段。国内外的学者也对此展开了诸多研究,张宏刚等^[1]采用面向对象基于规则和训练样本的方式对杭州市西湖区城市绿地信息进行提取。王如松等^[2]基于 NDVI 再分类对徐州市进行绿地信息提取,对比分析了各种城市绿地信息提取方法的准确度和可行性。白洪伟等^[3]基于简单的决策树分类和支持向量机分类方法对西安市三环以内的绿地信息进行提取。杨柳等^[4]利用无人机影像,采用基于象元的监督分类和非监督分类方法与面向对象基于的规则方法,实现了对宁波市部分区域绿地的信息提取。周志勇^[5]等基于 GF-1 遥感影像,采用面向对象规则分类的方法对河北省石家庄鹿泉区绿地信息进行提取,并做精度分析。

然而,以往的研究更多倾向于基于象元的监督分类方法或是基于面向对象规则的分类思想的分类方法,却极少有面向对象的监督分类思想分类方法的研究,并且在城市绿地信息提取的研究领域中少有学者以昆明为研究对象。文中以昆明市中心城区的遥感影像为研究对象,采用基于面向对象的监督分类方法对昆明中心城区的绿地信息进行提取,以期能为城市绿地调查提取和系统规划提供一些参考,并为昆明绿地分布情况及城市绿地系统规划提供有力的帮助。

2 研究区域概况及数据源

2.1 研究区域概况

昆明市中心城区位于中国西南云贵高原中部,南濒滇池,三面环山。地理坐标为北纬 25°02'11",东经 102°42'31",海拔约 1 891 m。总体地势北部偏高,南部较低,由北向南呈阶梯状逐渐降低。中部突起,东西两侧相对较低。以湖盆岩溶高原地貌形态为主,红色山原地貌次之。

2.2 数据源

采用云南省昆明市 2015 年 6 月 30 日的高分辨率遥感影像进行绿地提取,其范围涵盖了昆明市的中心城区区域。该影像有红、绿、蓝 3 个波段,空间分辨率为 9 m,影像数据清晰,质量较好,能够准确

地反映绿地分布情况。

3 图像数据预处理

3.1 几何校正

因为卫星在空间运动过程中运转姿态不稳、地面地形起伏变化等原因,使得遥感卫星影像产生变形^[6],几何校正是利用地面控制点和几何校正数学模型来矫正非系统因素产生的误差。从昆明中心城区影像中选取 15 个控制点,控制点的选择是通过控制点回归计算求出多项式系数,然后通过多项式运算预测下一个控制点的位置,为确保校正的准确性,应尽可能将控制点均匀地散布在整个影像范围内,使误差控制在一个象元之内。

3.2 大气校正

一些系统取得的辐射率受到许多因子变化的影响,而这些影响因子主要包括地面辐射情况、大气状况、传感器的相对应特征等因素,如拍摄时传感器的几何特征对机载传感器获取数据的冲突要大于星载传感器获取数据^[7]。由于大气气溶胶、地形和临近地物等影响,太阳辐射以某种方式通过大气入射到物体表面然后反射回传感器,使得原始影像包含面辐射条件、大气状况、传感器的相应特性等信息。随着遥感影像定量化研究的不断深入,通过对影像进行大气校正,把物体外表反射出的数据从大气数据和太阳的数据中分离出来,使得原始图像亮度值转化成地表地物真实反射率,这样才能符合进行定量分析、地物信息提取等过程影像的需要。

文中采用黑暗象元法的大气校正方法,假设待校正的遥感图像上存在黑暗象元、地表朗博面反射和大气性质均一,忽略大气多次散射辐射作用和临近象元漫反射作用,反射率很小(近似 0)的黑暗象元由于大气的影响,使得这些象元的反射率相对增大,可以认为这部分增大的反射率是由于大气影响产生的,将其他象元减去这些黑暗象元的象元值便能减少大气对整幅图像的影响,达到大气校正的目的。

3.3 影像裁剪

以经过校正的影像为参考数据,根据研究区域行政区划划分确定要裁剪的影像范围,在 ENVI 5.1 软件的模块中对影像进行不规则剪裁。为使裁剪后的影像显示较好效果,将背景的 DN 值设为 0,研究区域影像如图 1 所示。



图 1 研究区域影像

Fig. 1 Image of study area

4 城市绿地信息提取方法

本研究采用了面向对象监督分类的研究方法,运用支持向量机的分类器对绿地信息进行提取。将研究区的地物分为城市绿地、林地、裸地、水体、建筑、道路 6 种类型分别进行信息提取,并通过混淆矩阵对分类结果进行评价。技术路线如图 2 所示。

面向对象分类方法聚集相似像元为客体用来确定感兴趣的光谱元素,充分使用高分辨率的全色和多光谱数据的空间、纹理和光谱信息来分割和分类,以高精度的分类结果或者矢量输出。它主要通过 2 部分流程来完成:影像对象的构建与对象的分类。文中运用 ENVI FX(面向对象空间特征提取模块)方法,该方法分为 3 种独立的流程化工具:基于规则、基于样本、图像分割。文中主要通过基于样本的工具,将其操作分为 2 个部分:发现对象(Find Object)和特征提取(Extract features)。

4.1 影像分割

FX 根据相似像素明亮、纹理、色彩等对图像进行分割,它依据的是基于边缘的一种分割算法,这种算法计量速度迅速,而且只需改变输入参数的值就能得出不同尺度分割答案。在分割之前,为了提高分类的精度、保证运算速度,可以降低影像的空间分

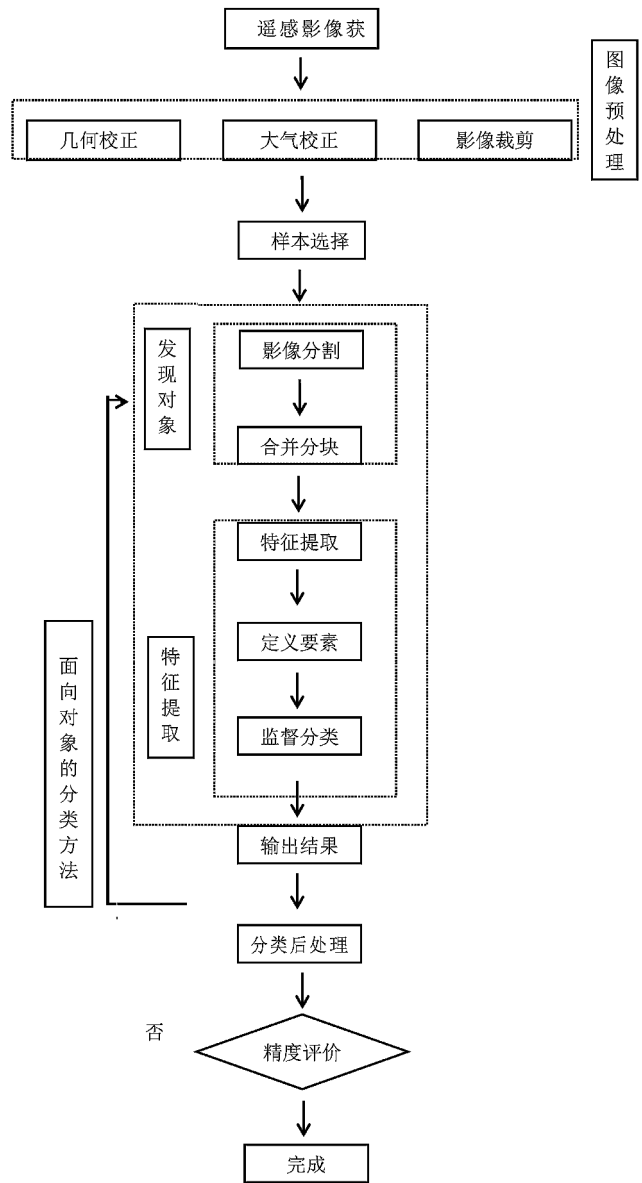


图 2 技术路线

Fig. 2 Technical route

辨率。由于不同尺度上边界的差别性管控,产生了由细到粗的多尺度分割,正确的分割参数可以确保地物边界信息获取的准确性,只有在地物边界提取无误的基础上才能开始地物类别识别,因此在分割过程中必须确保以分割地物的边界精准为主,产生的零散对象在分类后处理阶段进行合并^[8]。经过多次反复分割实验,调整分割尺度为 45,合并阈值为 80 时为最佳。

4.2 特征提取

监督分类特征提取方法是通过建立训练样本数据去识别其他未知对象,包括定义样本、分类方法和输出结果 3 个步骤。根据对研究区域的实地考察和

目视解译,将影像分为城市绿地(城市建设范围内的绿地覆盖)、林地、裸地、水体(包括人工湿地和水库等)以及建筑用地和道路 6 个绿地类型。同一地物类型由于其大小、密度、分布的不同而引起光谱响应的差异,往往会导致分类的困难,因此将一种地物类型分为若干子类,再利用其光谱与其他特征分类可以有效提高分类精度。

文中利用对象的光谱、纹理、空间形态等信息和地物及其子类的定义以及地物与地物间的关系,建立了层次性分类结构。在每一对象层次中,并不要求每种类别都要进行子父分类,而仅考虑在光谱和几何纹理较容易区分的地物。从而建立一定数量的训练样本,并且训练样本要在影像中分布均匀、选取的数量要适中。

监督分类的方法提供了 3 种分类器,分别是支持向量机(Support Vector Machine, SVM)、K 临近法(K Nearest Neighbor)和主成分分析法(Principal Components Analysis, PCA)。本研究运用支持向量机的分类方法进行地物特征提取,基于遥感影像支持向量机分类技术是建立在统计学习理论的 VC 维理论和结构风险最小原理基础上的,依照单一的样本讯息在模型的错综重复性(对明确训练样本的训练精度)和学习能力(准确地辨别任何样本的能力)之间寻找最精准的方案,以取得最快速广泛的推广方式。^[9]

4.3 分类后处理

分类叠加可以将分类后的子类合并到父类,从而生成一副影像图,使影像分类结果更精准。通过过滤处理来解决图像中出现的鼓捣问题,使用斑点分组方法来消除这些被隔离的分类象元。分类结果如图 3 所示。

4.4 精度评价

精度评价是影像对象提取水平是否精准的检验,确保识别信息的准确度,是影像对象种类及数量鉴别无法或缺的组成条件。一般情况根据专家判读、目视解译以及野外调查等方法,获得地物斑块的属性,并以此为根据,计算误差矩阵,算出 Kappa 系数,对识别结果进行检验和评价^[10]。通过昆明中心城区城市绿地使用现状图和原始的遥感影像进行叠加和目视判读等方法创建研究区域地表真实感兴趣区,通过 ENVI 5.1 软件对昆明中心城区绿地信息的提取结果图和研究区地表真实感兴趣区的对比来算出混淆矩阵,从而科学地计算出生产精度、用户精度、分类总精度以及 Kappa 系数。从精度分析



图 3 分类结果

Fig. 3 Classification results

来看,城市绿地的用户精度较低为 52.87%,对分类样本的检查及分类结果进行分析后发现,城市绿地精度低的原因在于城市绿地范围大面积小且分散,同时又有乔灌木之分,在进行训练样本取样时极易与其他地物错分。为解决该问题,笔者通过实地调查之后又对城市绿地进行了重新采样和分类,得出新的分类精度(表 1)。

表 1 面向对象绿地分类精度评价

Tab. 1 Evaluation for classification accuracy of object-oriented green space

用地类型	生产精度/%	用户精度/%
城市绿地	89.38	74.65
林地	98.53	96.78
裸地	80.90	72.79
水体	85.70	100.00
建筑	90.06	77.90
道路	74.03	79.17
总体精读/%	94.36	
Kappa 系数	0.8826	

从表 1 中可知,可读取到的总体分类精度达 94.36%,kappa 系数为 0.8826,说明整体分类效果

较为良好。其中重分后的城市绿地用户精读为 74.65%,较之前的精度有所提高,但错分的依然比其他绿地类型的要多一些,林地的生产精度和用户精度都较好,分别是 98.53%和 96.78%。其他绿地的分类精度都较为良好,能满足城市绿地调查的精度要求。

5 结果分析

研究表明,与其他绿地信息解译文章中基于象元的监督分类和面向对象规则分类等方法比较,面向对象监督分类思想的分类方法精度并不低于其他分类方法且分类结果良好,符合城市绿地调查的精度标准。所以这种绿地信息提取方法是值得推广与运用的。但该方法同样存在一些不足:在分类过程中难以做到完全精准的划分,训练样本的数量、分布、代表性和目视解译中训练样本的错选,也容易造成 SVM 分类器的错漏分现象。

城市遥感影像具有较为显现的光谱、纹理和空间形态特征的多种判断条件,根据各类目标地物的物理性质和特定需求,广泛挑选不一样的对象特性及各种不同特性的组合,可提高城市绿地信息提取的精度。因此,确定城市绿地多种类型地理自体概念,了解各本体属性、一般关系和空间关系等语义信息,是保证城市绿地信息提取结果正确的基础。

利用遥感影像对昆明市中心城区绿地信息进行提取可以对绿地系统进行实时监测与科学合理的规划,并且能够对绿地的空间结构实行有效地优化,提高绿地的生态质量,使得绿地在城市生态系统中更好的发挥其生态功能、社会功能,提高绿地的综合效益,改善城市人居环境^[11]。

参考文献:

- [1] 张宏刚,党涛. 基于高分辨率遥感影像城市绿地信息分类提取[J]. 测绘技术装备,2011,1(20):46-50.
- [2] 王如松,马世俊. 边缘效应及其在经济生态学中的应用[J]. 生态学杂志,1985(2):38-42.
- [3] 白洪伟,吴满意. 城市绿地提取及动态变化检测方法[J]. 安庆师范大学学报(自然科学版),2017,23(1):83-86.
- [4] 杨柳,陈延辉,岳德鹏,等. 无人机遥感影像的城市绿地信息提取[J]. 测绘科学,2017,42(2):59-64.
- [5] 周智勇,邢英梅,东启亮,等. 基于 GF-1 遥感数据的城市绿地信息提取研究[J]. 矿产勘查,2015,6(5):635-641.
- [6] 李宝华,孟华. 基于 TM 影像的开封市绿地信息提取研究[J]. 泰山学院学报,2005,27(6):94-98.
- [7] 王丽荣. 基于高分辨率卫星影像的城市绿地景观分析[D]. 上海:上海交通大学,2007.
- [8] 王野. 基于资源三号卫星影像的城市绿地信息提取方法探讨[J]. 测绘工程,2014,23(7):65-67.
- [9] 邓书斌 ENVI 培训讲义[EB/OL]. <http://www.docin.com>,2012.
- [10] 余柏菡,刘红星,吴健平. 一种应用机载 LiDAR 数据和高分辨率遥感影像提取城市绿地信息的方法[J]. 中国图象图形学报,2010,15(5):782-789.
- [11] 胡荣明,魏曼,杨成斌,等. 以 SPORT5 遥感数据为例比较基于像素与面向对象的分类方法[J]. 遥感技术与应用,2012,27(3):366-371.
- [12] 陈云浩,冯通,史培军,等. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2006(4):316-320.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.005

不同海拔对试验地的中泰南五味子生长的影响研究

袁莲珍¹, 史富强², 刘际梅¹, 罗娅¹, 陈伟³, 段宗亮³

(1. 云南省林业科学院热带林业研究所, 云南 普洱 666102;

2. 普洱市林业科学研究所, 云南 普洱 665000; 3. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650201)

摘要:对西双版纳州普洱试验林场和大渡岗乡大干坝村试验地不同海拔的中泰南五味子生长量进行调查。结果表明,2015—2018年,不同海拔试验地中,中泰南五味子的地径、藤长生长量均存在极显著差异;普洱试验林场的生长量略高于大渡岗大干坝的;海拔800 m的生长量在不同时间及不同试验地均略高于海拔1 200 m的;海拔1 000 m的生长量均优于海拔800 m、海拔1 200 m的。提出在西双版纳境内,中泰南五味子应选择海拔在1 000 m左右地块种植生长最佳。

关键词:中泰南五味子;海拔;地径生长量;藤长生长量;方差分析;西双版纳州

中图分类号:S759.82;S717.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0023-03

引文格式:袁莲珍,史富强,刘际梅,等.不同海拔对试验地的中泰南五味子生长的影响研究[J].林业调查规划,2019,44(2):23-25.

YUAN Lianzhen, SHI Fuqiang, LIU Jimei, et al. Influence of Different Altitudes on Growth of *Kadsura ananosma* in Experimental Areas[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 23-25.

Influence of Different Altitudes on Growth of *Kadsura ananosma* in Experimental Areas

YUAN Lianzhen¹, SHI Fuqiang², LIU Jimei¹, LUO Ya¹, CHEN Wei³, DUAN Zongliang³

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

2. Pu'er Institute of Forestry, Pu'er, Yunnan 665000, China; 3. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China)

Abstract: The investigation on the influence of different altitudes on the growth of *Kadsura ananosma* in Puwen experimental forest farm and Daganba Village of Dadugang Township of Xishuangbanna was carried out. The results showed that the differences of *Kadsura ananosma* ground diameter and vine length were significant in different altitudes from 2015 to 2018. The growth of *Kadsura ananosma* in Puwen experimental forest farm was slightly higher than that in Daganba Village. The growth at an altitude of 800 m was slightly higher than that at 1200m and the growth of 1000 m above sea level was better than that of 800m and 1 200 m above sea level at different times in different experimental areas. The best altitude of planting *Kadsura ananosma* should be the altitude of about 1000 m in Xishuangbanna.

收稿日期:2018-10-10.

基金项目:云南省技术创新人才支撑项目(2014HB101);景洪市科技项目(2013043)(2014040);2013年西双版纳州科技计划项目(YX201304).

第一作者:袁莲珍(1978-),女,贵州镇远人,硕士,工程师.研究方向为森林培育及林木良种选育. Email:1069243045@qq.com

责任作者:史富强(1977-),男,云南富源人,硕士,高级工程师.研究方向为森林培育及林木良种选育. Email:474923602@qq.com

刘际梅(1972-),女,云南弥渡人,工程师.研究方向为森林培育.

Key words: *Kadsura ananosma*; altitude; growth of ground diameter; growth of vine length; variance analysis; Xishuangbanna

中泰南五味子 (*Kadsura ananosma* Kerr) 为五味子科 (Schisandraceae) 南五味子属 (*Kadsura* Kaempf. ex Juss.) 木质藤本植物^[1], 自然分布于云南省西双版纳州海拔 1 000 m 的密林中, 具有收敛固涩、益气生津、补肾宁心的作用^[2]。其化学成分具有抗氧化、抗 HIV 病毒等药理活性^[3-6]。人工繁育中发芽率高, 但出苗期长, 扦插生根率高^[7-8]。对其果实营养成分的研究表明, 果实中蛋白质营养价值较高, 为高钾低钠的健康水果^[9]。

近几年, 对于中泰南五味子的人工繁育、造林苗木选择、生境等研究略有报道, 本文在其基础上进行研究, 旨在为以后中泰南五味子的深入研究提供依据。

1 试验地概况

试验地位于普文试验林场和大渡岗乡大干坝村。普文试验林场位于西双版纳州景洪市普文镇, 东经 101°01'~101°06', 北纬 22°24'~22°26'。海拔 800~1 354 m。属热带北缘季风气候类型, 年降水量 1 655.3 mm, 半年为雨季, 半年为旱季。土壤以赤红壤为主, 呈酸性, 土体厚度均在 1 m 以上, pH 值 4.3~6.3。有机质含量低, 仅 0.6~2.7 g/kg, 缺氮, 少磷, 而钾较丰富^[10]。大渡岗乡大干坝村位于东经 100°43'~101°12', 北纬 22°30'。海拔 800~1 200 m。属热带雨林气候类型, 年降水量 1 500 mm。土壤以赤红壤为主, 土壤养分不高, 但生物小循环旺盛, 有利于林木的生长。

2 试验设计与方法

2014 年 7 月, 在普文试验林场及大渡岗乡大干坝后山各营造了 3 m×3 m 中泰南五味子林 0.67 hm²。分别在 2 块试验地海拔为 800 m、1 000 m、1 200 m 处设置 10 m×10 m 样地 3 块。每年 7 月, 每块样地中测量中泰南五味子幼树 15 株的地径、藤长, 共计 45 株, 进行 3 次重复。将观测到的数据采用 Excel、DPSSOFT 软件进行分析处理。

3 结果与分析

3.1 不同试验地的中泰南五味子生长量

由于中泰南五味子是攀援植物, 生长不一, 为了

统一分析, 生长量主要是用其地径和藤生长量来进行衡量(表 1)。

表 1 试验地中泰南五味子在不同海拔的生长量表

Tab. 1 Growth of *Kadsura ananosma* in different altitudes and different experimental areas

试验地	时间/ 年	海拔/m					
		800		1000		1200	
		平均 地径 /cm	平均 藤长 /m	平均 地径 /cm	平均 藤长 /m	平均 地径 /cm	平均 藤长 /m
普文试验 林场	2015	0.66	0.30	0.86	0.78	0.58	0.27
	2016	0.72	0.51	0.93	1.07	0.63	0.46
	2017	0.87	0.80	1.00	1.83	0.64	0.72
	2018	1.05	1.37	1.65	2.70	0.69	1.05
大渡岗大 干坝	2015	0.64	0.27	0.74	0.50	0.55	0.23
	2016	0.66	0.36	0.83	0.77	0.62	0.34
	2017	0.70	0.72	0.97	1.27	0.63	0.70
	2018	0.84	1.17	1.33	2.30	0.68	0.97

由表 1 中数据可知, 中泰南五味子在不同海拔的试验地, 生长量是不同的。海拔 1 000 m 的中泰南五味子在不同时间及 2 个试验地上生长均为最好。2015—2018 年, 普文试验林场的中泰南五味子在海拔 1 000 m 的地径分别为 0.86 cm、0.93 cm、1.00 cm、1.65 cm, 藤长分别为 0.78 m、1.07 m、1.83 m、2.70 m; 大渡岗大干坝海拔 1 000 m 的地径分别为 0.74 cm、0.83 cm、0.97 cm、1.33 cm; 藤长为 0.50 m、0.77 m、1.27 m、2.30 m。海拔 800 m 的中泰南五味子的生长在不同时间及不同试验地均略高于海拔 1 200 m 的。普文试验林场的中泰南五味子每年的地径、藤长生长均略高于大渡岗大干坝的。

3.2 不同海拔对中泰南五味子生长量影响

试验地中, 不同海拔对中泰南五味子地径及藤长的方差分析见表 2、表 3。

由表 2 和表 3 的方差分析可知, 2005—2018 年, 不同海拔对试验地的中泰南五味子的生长均呈极显著差异影响。海拔 1 000 m 的中泰南五味子生长量均优于海拔 800 m、海拔 1 200 m 的。2018 年, 普文试验林场海拔 1 000 m 的地径生长超海拔 800

m

表 2 不同海拔对试验地中泰南五味子地径的方差分析

Tab. 2 Variance analysis on ground diameter of *Kadsura ananosma* in different altitudes and different experimental areas

试验地	时间/年	差异源	SS	df	MS	F	备注
普文试验林场	2015	组间	0.39	2	0.19	193.09	**
	2016	组间	0.43	2	0.22	237.70	**
	2017	组间	0.59	2	0.29	274.23	**
	2018	组间	4.21	2	2.11	180.49	**
							$F_{(0.05)} = 3.40$ 、 $F_{(0.01)} = 5.61$
大渡岗大干坝	2015	组间	0.16	2	0.08	58.57	**
	2016	组间	0.23	2	0.12	77.43	**
	2017	组间	0.59	2	0.30	76.31	**
	2018	组间	2.06	2	1.03	78.03	**

注明:表中“*”表示 $F_{0.05}$ 的差异显著关系;“**”表示 $F_{0.01}$ 的差异极显著关系。

表 3 不同海拔对试验地中泰南五味子藤长的方差分析

Tab. 3 Variance analysis on vine length of *Kadsura ananosma* in different altitudes and different experimental areas

试验地	时间/年	差异源	SS	df	MS	F	备注
普文试验林场	2015	组间	1.48	2	0.74	226.42	**
	2016	组间	2.07	2	1.04	594.67	**
	2017	组间	6.83	2	3.42	506.86	**
	2018	组间	13.70	2	6.85	259.34	**
							$F_{(0.05)} = 3.40$ 、 $F_{(0.01)} = 5.61$
大渡岗大干坝	2015	组间	0.39	2	0.20	220.65	**
	2016	组间	1.07	2	0.53	131.93	**
	2017	组间	1.86	2	0.93	82.03	**
	2018	组间	9.31	2	4.65	441.59	**

注明:表中“*”表示 $F_{0.05}$ 的差异显著关系;“**”表示 $F_{0.01}$ 的差异极显著关系。

的 57%、超海拔 1 200 m 的 139%、藤长长超海拔 800 m 的 97%、超海拔 1 200 m 的 157%;大渡岗大干坝海拔 1 000 m 的地径生长超海拔 800 m 的 58%、超海拔 1 200 m 的 96%、藤长长超海拔 800 m 的 97%、超海拔 1 200 m 的 137%。本次试验中的这种情况表明了在西双版纳的不同地区种植中泰南五味子生长差异不大,但在海拔为 1 000 m 的地区

生长最好,低于这个海拔生长可以,但高于这个海拔后生长越来越差,所以为了中泰南五味子生长最佳,最好选择在海拔 1 000 m 左右种植。

4 结论

在不同海拔对试验地的中泰南五味子生长影响的研究中发现,2015—2018 年,不同海拔对试验地的中泰南五味子的地径、藤生长量均呈极显著差异影响。海拔在 1 000 m 的中泰南五味子的生长量均优于海拔 800 m、海拔 1 200 m 的。总之,在西双版纳境内,中泰南五味子应选择海拔在 1 000 m 左右地块种植生长最佳。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会,中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1996.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2010.
- [3] YANG J H, ZHANG H Y, WEN J, et al. Dibenzocyclooctadiene lignans with antineurodegenerative potential from *Kadsura ananosma*[J]. Journal of Natural Products, 2011, 74(5): 1028-1035.
- [4] YANG J H, PU J X, WEN J, et al. Cytotoxic triterpene di-lactones from the stems of *Kadsura ananosma*[J]. Journal of Natural Products, 2010, 73(1): 12-16.
- [5] YANG J H, WEN J, DU X, et al. Triterpenoids from the stems of *Kadsura ananosma* [J]. Tetrahedron, 2010, 66(46): 8880-8887.
- [6] YANG J H, ZHANG H Y, DU X, et al. New dibenzocyclooctadiene lignans from the *Kadsura ananosma* [J]. Tetrahedron, 2011, 67(25): 4498-4504.
- [7] 许国云,段宗亮,刘际梅. 中泰南五味子人工培育技术研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(34): 13178-13179.
- [8] 李自祥,刘际梅. 中泰南五味子扦插育苗研究[J]. 宁夏农业科技, 2014, 55(1): 22-23, 25.
- [9] 陈伟,文进,袁莲珍,等. 野生中泰南五味子果实的形态及营养成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2016, 25(4): 107-109.
- [10] 张裕农,王达明,杨绍增,等. 西双版纳普文热带树木园建设专题报告[J]. 云南林业科技, 2000(增刊): 16-19.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.006

激光雷达技术在森林高度反演中的研究进展

邱世平

(崇左市林业勘测设计院,广西 南宁 530001)

摘要:遥感技术被广泛应用于我国森林资源,森林生态环境的监测中。区别于传统光学遥感技术的是激光雷达(Lidar)属于主动遥感,对森林的空间结构,特别是对森林高度的探测能力有着巨大的优势。文中介绍了激光雷达测量树高的原理、特点和应用,对激光雷达在测量树高上的应用研究进行回顾,对激光雷达森林高度的测量应用前景进行了分析和展望。

关键词:激光雷达(Lidar);森林高度反演;测量树高;冠层高度;森林结构参数

中图分类号:S757;TN958.98 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0026-04

引文格式:邱世平.激光雷达技术在森林高度反演中的研究进展[J].林业调查规划,2019,44(2):26-29,35.

QIU Shiping. Research Progress of Lidar Technology in Forest Height Inversion[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2):26-29,35.

Research Progress of Lidar Technology in Forest Height Inversion

QIU Shiping

(Chongzuo Institute of Forestry Survey and Design, Nanning 530001, China)

Abstract: The remote sensing technology has been widely used in the monitoring of forest resources and forest ecological environment in China. Different from traditional optical remote sensing technology, Lidar is active remote sensing, which has great advantages in detecting the spatial structure of forest, especially the height of forest. This paper introduced the principle, characteristics and application of lidar in measuring tree height, reviewed the application research of lidar, and analyzed the application prospect of this technology.

Key words: Lidar; forest height inversion; measuring tree height; canopy height; forest structure parameters

1 引言

森林是地球生态系统中的重要组成部分,其结构复杂多样,物种资源丰富,其强烈的能量转换和物质循环对全球气候环境变化有着巨大的影响^[1]。森林生态系统在许多方面有着不可忽视的作用,如提供物质资源,保护生物多样性,调节气候、涵养水

源、防止土地退化等。林高是林业调查中最基础的调查因子,被广泛应用于林地规划、林地生产力评估、立木材积以及碳储量的计算中^[2,3]。

传统的森林调查林高需要外业实地作业观测。目前如使用全站仪等测量树高其误差为(1%~2%)^[4],但仅能获得单个点位上的树高结果。随着3S技术的发展和运用,遥感、全球定位系统以及地

收稿日期:2018-10-08.

第一作者:邱世平(1983-),男,广西梧州人,工程师.研究方向:林业调查规划设计、森林资源监测和3S技术在林业上的应用.

理信息技术为森林资源的调查提供了方便快捷的手段^[5,6]。传统遥感测量森林高度的方式主要依据空间解析几何的原理,结合影像中树木的阴影与太阳高度的关系或者树木冠层结构与树高的经验关系推算得到。其流程一般包括单木分割和后续的高度提取过程。然而基于光学遥感下的森林高度估算,由于树木阴影、太阳高度角、方位角、坡度以及坡向等人为观测误差,很难应用到大面积的森林树高观测中。相比而言,利用雷达测量树高有着巨大的优势^[7]。

2 树高测量研究进展

2.1 传统激光雷达测量树高

早期利用雷达进行树高测量大多使用经验方法。研究表明树高、树龄与雷达后向散射有明显的正相关关系^[8]。激光雷达在雷达后向散射系数估算森林树高的基础上,克服了传统雷达测量生物量信号饱和的问题,为观测树高等参数提供了更先进的工具。近几年来,雷达技术,特别是激光雷达(Light detection and ranging, Lidar),在森林资源调查中得到了广泛的应用^[9-12]。Lidar 作为一种主动遥感技术,可以通过发射和接受激光脉冲来推算物体的空间位置^[13]。由于 Lidar 对森林冠层有穿透性,并有极高的角度分辨力、距离分辨力以及抗干扰的能力,因此可以充分获得森林冠层到森林下地表的三维结构信息^[14]。一般而言,根据激光雷达使用的光斑直径,可以分为大光斑系统(8~70 m)和小光斑系统(0.2~0.9 m)。大光斑系统光斑测量的结果通常包括森林冠层多种信息^[15]。目前大光斑系统如 NASARS InSAR Vegetation Imaging Sensor (LIVIS) 系统以及 The Geoscience Laser Altimeter System (GLAS) 系统,其像元范围在 8~70 m。小光斑系统尺寸小于森林冠幅,采样间隔大约 1 m,一般用于单株林木的估算^[16]。目前小光斑系统有 TopEye 机载系统、TopoScan 系统、TopSys 系统、Riegler 系统、Airborne Laser Terrain Mapping (ALTM) 系统、Portable Airborne Laser System (PALS) 系统等。如 Nelson 等利用美国的 PALS 系统测量了特拉华州的森林高度和林冠郁闭度^[17]。

激光雷达通过测量植物顶部到达地表的回波来测量地表地物。激光雷达测量森林高度的一般思路是利用测量的地面点高程生成数字高程模型,接着把由冠层上表面获取的回波信号转换为数字表面模型,通过计算两者之间的差异,提取出森林高度。提

取过程根据不同算法和约束条件对波形进行分解^[13]。激光雷达测量树高的原理是获得传感器到地面上激光照射点的距离,即初始信号是从冠层顶到传感器的距离,是冠层的顶点,最后的回波峰值是从地面返回的信号,则冠层高度等于初次和末次返程获得的高度差。但是研究表明激光雷达测得的树高略低于观测值,其原因可能与激光信号密度和覆盖面积有关^[18]。激光雷达记录的雷达信号有 2 类: 1) 收集回波中一个或多个离散信号数据。2) 收集反射信号的波形数据。Lefsky 等比较了两者的差异,相比而言,回波波形的方式可以获得大量信息,并可以用来描述对象的细节变化^[19]。记录激光脉冲初次和末次返程信号之间的不定时振幅,所记录的波形可以用来推算树冠的垂直结构,尤其是包含了冠层的叶、干、枝表面垂直投影的反射。其一般过程包括了原始信号的滤波,背景噪声的识别,地面和冠层回波信号的分离以及回波信号的调整。Lefsky 等利用反演的冠层高度廓线获取了多层结构的冠层高度^[20]。

Anderson 等^[21]利用 Lidar 数据发展了一套测量树高的方法,结果表明 Lidar 数据获得的树高具有较好的精度。Hall 等利用 SLICER 数据构建的阔叶林的冠层垂直分布结果与实测接近^[22]。Sun 等利用森林生长模型与激光雷达回波相结合,并以实测数据进行验证,其结果可以很好地反应森林的垂直结构和水平结构^[23]。Kotchenova 等将辐射传输理论运用在激光雷达波形模拟上,并利用多次散射机制来解释激光雷达信号的影响^[24]。庞勇等对记录完整波形的星载 Lidar 系统进行模拟^[25],Sun 等对 ICESat GLAS 的冠层高度进行了评估^[26]。Li Duncanson 等在加拿大不列颠哥伦比亚省将 ICESat GLAS 的波形与机载 Lidar 波形进行对比,并发展了一套直接从 GLAS 波形推测树高的模型^[27]。Lefsky 等利用 GLAS 数据结合 SRTM 数据估算了巴西热带阔叶林、美国俄勒冈州温带针叶林、美国田纳西州温带阔叶林的 3 种生态类型的树高分布^[28]。Rosette 等利用 GLAS 数据推算了英国格洛斯特郡温带混合林的树高分布^[29]。Xing 等改进了 Lefsky 提出坡地估算树高算法,并在长白山地区应用 GLAS 数据进行了验证^[30]。

2.2 结合多源数据、方法的激光雷达测量树高

利用其它遥感技术结合 Lidar 数据进行大尺度森林高度反演可以获得区域尺度的林分平均高度, Hudak 等利用 3 种时空经验统计模型及其不同组合

对波形激光雷达数据与光学数据如 landsat 进行融合,得到了美国俄勒冈州的松树森林树高的制图^[31]。董立新在 Huak 提出的方法基础上,将波形数据与 Landsat TM 数据机芯融合,得到了三峡水库区域的森林高度结果^[32]。Chen 等融合伊科诺斯卫星 (IKONOS)、美国宇航局的陆地卫星 Landsat ETM+和 LiDaR 数据得到了南达科他州的黑山针叶林和林下草覆盖状况^[33]。Sun 等将 GLAS 数据与多角度 MISR 数据结合进行了区域森林树高反演研究^[34]。Koetz 等在辐射传输模型的基础上,融合了光学遥感数据与 Lidar 数据^[35]。Lefsky 等利用中分辨率成像光谱仪 (MODIS) 数据与 GLAS 树高数据绘制了全球树高分布地图^[36]。Simard 等在前人研究基础上,利用 GLAS 绘制了全球树高,其结果与 fluxnet 站点结果非常接近^[37]。

光学遥感与 SAR 极化系统可以提供植被的水平分布信息,通过融合多种传感器获得大区域森林垂直结构的方式受到研究者的广泛关注。此外现实的大面积森林调查,常用的方法如最小二乘法、克里金方等方法推算区域的树高^[38]。段祝庚等比较了 B 样条插值法、普通克里金插值法、线性插值三角网法以及反距离加权插值法,发现反距离加权法生产的冠层高度模型较为真实^[39]。

3 小结与展望

森林平均树高反演是当前林业科学、生态环境科学以及遥感科学研究的热点^[10,13,40]。基于激光雷达测量树高是进行森林调查、森林生物量估算与生产力评估的有效方法之一。现阶段存在以下难题:1)不同植被类型、垂直结构、地形因素的噪声影响的模型^[41]。2)多种传感器数据的联合算法研究^[42]。3)不同树龄林分对判定高度的影响^[43]。遥感测量树高克服了传统方法费时费力的测量业务过程。基于激光雷达的森林结构参数反演相比传统干涉雷达,可以提供精确的森林高度数据,后续处理也非常方便,但是激光雷达也有成本高、冠层和地表回波不易区分等问题,需要进一步研究。随着遥感数据空间分辨率和光谱分辨率的提高,联合多种类型传感器的森林结构参数反演将会成为一个重要的研究领域^[42,44]。激光雷达数据和植物生长模型结合也将是一个有待更深度研究的领域^[45,46]。此外研究优化算法仍是激光雷达估算林高的重点,如深度学习与森林植被等先验知识结合,如三维卷积神经网络 (CNN) 的综合建模可进一步提高森林结构参

数的精度^[47,48]。

参考文献:

- [1] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. 自然资源学报, 2004, 19(4): 480-491.
- [2] 周志强, 岳彩荣, 徐天蜀, 等. 森林高度遥感估测研究综述[J]. 现代农业科技, 2012(2): 198-199, 203.
- [3] 郭庆华, 刘瑾, 陶胜利, 等. 激光雷达在森林生态系统监测模拟中的应用现状与展望[J]. 科学通报, 2014(6): 459-478.
- [4] WING M G, SOLMIE D, KELLOGG L. Comparing digital range finders for forestry applications[J]. Journal of Forestry, 2004, 102(4): 16-20.
- [5] 刘涛, 谷建才, 陈凤娟, 等. “3S”技术在森林资源调查中的应用与展望[J]. 中国农学通报, 2008(11): 156-159.
- [6] 肖化顺. 森林资源监测中林业 3S 技术的应用现状与展望[J]. 林业资源管理, 2004(2): 53-58.
- [7] XIE Y, SHA Z, YU M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review[J]. Journal of Plant Ecology, 2008(1): 9-23.
- [8] HOFFER R M, LOZANO-GARCIA D F, GILLESPIE D D. Characterizing forest stands with multi-incidence angle and multi-polarized SAR data[J]. Advances in Space Research, 1987, 7(11): 309-312.
- [9] 李丹, 岳彩荣. 激光雷达在森林参数反演中的应用综述[C]. 全国激光雷达对地观测高级学术研讨会, 2010.
- [10] 李增元, 刘清旺, 庞勇. 激光雷达森林参数反演研究进展[J]. 遥感学报, 2016, 20(5): 1138-1150.
- [11] 赵峰, 李增元, 王韵晟, 等. 机载激光雷达 (LiDAR) 数据在森林资源调查中的应用综述[J]. 遥感信息, 2008(1): 106-110, 53.
- [12] WULDER M A, WHITE J C, NELSON R F, et al. Lidar sampling for large-area forest characterization: A review[J]. Remote Sensing of Environment, 2012(121): 196-209.
- [13] 董立新. 林分平均高度卫星遥感新进展[J]. 遥感技术与应用, 2016, 31(5): 833-845.
- [14] 李增元, 庞勇, 刘清旺, 等. 激光雷达森林参数反演技术与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [15] 王蕊. 大光斑激光雷达森林回波模拟和森林参数反演[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.
- [16] 段祝庚, 肖化顺. 机载激光雷达森林参数估算方法综述[J]. 林业资源管理, 2011(4): 117-121.
- [17] NELSON R, KELLER C, RATNASWAMY M. Locating and estimating the extent of Delmarva fox squirrel habitat using an airborne LiDAR profiler[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 96(3-4): 292-301.

- [18] 贾广帅. 机载激光雷达数据特点和滤波方法研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2007.
- [19] LEFSKY M A, COHEN W B, HARDING D J, et al. Lidar remote sensing of above-ground biomass in three biomes[J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2002, 11(5): 393-399.
- [20] LEFSKY M A, COHEN W B, ACKER S A, et al. Lidar remote sensing of forest canopy structure and related biophysical parameters at H. J. Andrews Experimental Forest, Oregon, USA[C]// *IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium*. IEEE, 1997.
- [21] ANDERSON E S, THOMPSON J A, CROUSE D A, et al. Horizontal resolution and data density effects on remotely sensed LIDAR-based DEM[J]. *Geoderma*, 2006, 132(3-4): 406-415.
- [22] HALL F G, NICKESON J, HARDING D J, et al. SLICER Airborne Laser Altimeter Characterization of Canopy Structure and Sub-canopy Topography for the BOREAS Northern and Southern Study Regions: Instrument and Data Product Description[J]. *IEEE Boreal Ecosystem-Atmosphere Study (BOREAS)*, 2000, 93(1): 1-45.
- [23] SUN G, RANSON K J. Modeling lidar returns from forest canopies[J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2000, 38(6): 2617-2626.
- [24] KOTCHENOVA S Y, SHABANOV N V, KNYAZIKHIN Y, et al. Modeling lidar waveforms with time-dependent stochastic radiative transfer theory for remote estimations of forest structure[J]. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 2003, 108(D15): 1211-1222.
- [25] PANG Y, SUN G Q, LI Z Y. Large Footprint Lidar Waveform Modelling of Forest Spatial Patterns[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2006, 10(1): 97-103.
- [26] SUN G, RANSON K J, KIMES D S, et al. Forest vertical structure from GLAS: An evaluation using LVIS and SRTM data[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(1): 107-117.
- [27] DUNCANSON L I, NIEMANN K O, WULDER M A. Estimating forest canopy height and terrain relief from GLAS waveform metrics[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2010, 114(1): 138-154.
- [28] LEFSKY M A, HARDING D J, KELLER M, et al. Estimates of forest canopy height and aboveground biomass using ICESat[J]. *Geophysical Research Letters*, 2005, 32(22): L22S02.
- [29] ROSETTE J A B, NORTH P R J, SUÁREZ J C. Vegetation height estimates for a mixed temperate forest using satellite laser altimetry[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2008, 29(5): 1475-1493.
- [30] XING Y, GIER A D, ZHANG J, et al. An improved method for estimating forest canopy height using ICESat-GLAS full waveform data over sloping terrain: A case study in Changbai mountains, China[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2010, 12(5): 385-392.
- [31] HUDAK A T, LEFSKY M A, COHEN W B, et al. Integration of lidar and Landsat ETM+ data for estimating and mapping forest canopy height[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 82(2-3): 397-416.
- [32] 董立新. 基于多源遥感数据的三峡库区森林冠层高度与生物量估算方法研究[D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所, 2008.
- [33] CHEN X, VIERLING L, ROWELL E, et al. Using lidar and effective LAI data to evaluate IKONOS and Landsat 7 ETM+ vegetation cover estimates in a ponderosa pine forest[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2004, 91(1): 14-26.
- [34] SUN G Q, RANSON K J, ZHANG Z J. Forest Vertical Parameters from Lidar and Multi-angle Imaging Spectrometer Data[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2006, 10(4): 523-530.
- [35] KOETZ B, MORSDORF F, SUN G, et al. Inversion of a Lidar Waveform Model for Forest Biophysical Parameter Estimation[J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2006, 3(1): 49-53.
- [36] LEFSKY M A. A global forest canopy height map from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer and the Geoscience Laser Altimeter System[J]. *Geophysical Research Letters*, 2010, 37(15): 78-82.
- [37] SIMARD M, PINTO N, FISHER J B, et al. Mapping forest canopy height globally with spaceborne lidar[J]. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, 2015, 116(G4): 4021.
- [38] DONG L, WU B, GUO Z. Estimation of forest canopy height by integrating multisensor data[C]. *Proc Spie*, 2009, 7471: 74710H-74710H-11.
- [39] 段祝庚, 肖化顺, 袁伟湘. 基于离散点云数据的森林冠层高度模型插值方法[J]. *林业科学*, 2016, 52(9): 86-94.
- [40] 庞勇, 李增元, 陈尔学, 等. 激光雷达技术及其在林业上的应用[J]. *林业科学*, 2005, 41(3): 129-136.
- [41] NAESSET E. Assessing sensor effects and effects of leaf-off and leaf-on canopy conditions on biophysical stand properties derived from small-footprint airborne laser data[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2005, 98(2): 356-356.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.007

基于林木生理过程的3-PG模型在林业中的相关研究进展

吴荣¹, 施凯泽¹, 杨启运²

(1. 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要: 基于森林生长过程的模型是辅助森林管理的有力工具, 其包含描述森林生理、生态和物理过程的组件, 基于这一过程的3-PG模型用于研究林木生长过程中考虑树种的生理特性, 并结合立地条件、气候条件以及经营管理等措施, 预测在各种变化条件下的森林生长情况。文中通过对3-PG模型参数及参数敏感性的分析来表述3-PG模型研究现状, 概述了3-PG模型在林业中的应用研究进展, 认为其将很好地解决大区域尺度下的森林动态生长变化问题, 并对该模型的发展进行了展望。

关键词: 森林动态模拟; 3-PG模型; 模型参数; 敏感性分析; 林分预测; 研究进展

中图分类号: S718.43; S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0030-06

引文格式: 吴荣, 施凯泽, 杨启运. 基于林木生理过程的3-PG模型在林业中的相关研究进展[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 30-35.

WU Rong, SHI Kaize, YANG Qiyun, et al. Research Progress of 3-PG Model in Forestry Based on Physiological Process of Forest Stand[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 30-35.

Research Progress of 3-PG Model in Forestry Based on Physiological Process of Forest Stand

WU Rong¹, SHI Kaize¹, YANG Qiyun²

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

2. Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: The models of forest growth process are important tools for assisting forest management, which contain components that describe forest physiological, ecological and physical processes. The 3-PG model was used to study the physiological characteristics of tree species in the process of forest growth, and combine with site conditions, climatic conditions, management and other measures to predict the forest growth under various changing conditions. This paper described the research status of 3-PG model by the analysis of parameters and parameter sensitivity, summarized the research progress of 3-PG model in forestry application, pointed out that the 3-PG model could solve the problem of dynamic growth of forest in large regional scale, and prospected the development of this model.

Key words: forest dynamics modeling; 3-PG model; model parameter; sensitivity analysis; stand prediction; research progress

收稿日期: 2018-11-28.

第一作者: 吴荣(1993-), 男, 安徽桐城人, 硕士研究生. 研究方向: 森林经理.

责任作者: 杨启运(1990-), 男, 河南商水人, 硕士, 助理工程师. 主要从事森林资源监测与管理等工作. Email: 576524664@qq.com

森林动态模型可以模拟和预测森林群落发生、发展过程以及变化的速度和机理,能深入了解环境变化情况下森林植被反应的特点和原因。将林木本身和生长环境对林木生长生理生态过程的影响纳入到林分生长和收获模型的建立中来考虑,是目前林分生长和收获模型发展的重要趋势^[1]。为了克服森林生长模型在气候环境上为静态的这一缺陷,广大的林业研究者考虑怎样能够更准确地描述森林的动态变化,并且为森林经营管理提供一种更好的预测方法。针对这些问题,国内外相关研究提出把过程模型和生长与收获经验模型结合起来模拟森林动态变化,即混合模型^[2],为以光合作用和森林碳平衡为基础的混合模型的建立提供了良好的框架,以光合作用同化 CO₂ 为基础,研究林分生长和收获形成的全过程及其与环境因子关系^[4]的模型称为过程模型,也称机理模型。

3-PG 模型是由 Landsberg 和 Waring (1997) 提出的一种简单的基于生理生态过程的(利用辐射利用效率、碳平衡和分配等简化概念建立的森林生产力通用模型)林木生长预测模型,其弥合了传统的经验模型、基于测定的生长和产量模型以及基于过程模型之间的差距^[3]。3-PG 模型只需要现成的立地和气候数据作为输入,并以时间顺序预测林分的生长过程。该模型主要由 3 个模块组成:第一部分是碳固定模型,模型主要运用比尔-郎伯(Beer-Lambert)消光公式来模拟林分对太阳辐射的转化,由平均太阳辐射转化为光有效辐射(PAR),再利用冠层量子效率换算,形成初级生产力,此过程考虑到林龄、温度、土壤含水量、霜冻天数以及土壤肥力等因素对于碳固定的影响,通过一系列的函数关系式来动态地模拟碳固定情况。第二个模块是生物量分配模型,此模块主要解释林分固定的碳量在树叶、树干和树根之间的分配情况,同时考虑到根系的更新、叶的凋落速率和林分的自然稀疏情况,此模块主要是通过异速生长方程以及 3/2 自疏法则来计算树木各器官生物量分配及变化状况,同时该模型理论认为当土壤的营养条件变差或土壤水含量降低时,生物量对于树根的分配会增加^[4]。第三个模块是水量平衡模块,主要根据 Penman-Monteith 方程来模拟降雨量、蒸发量、人工灌溉等与土壤水相关的动态模型,此模块考虑到树龄、太阳辐射、水汽压差和冠层量子效率等对于水量平衡的影响。

3-PG 模型最大的特点就是预测林分生长,模拟不同立地、气候、经营条件下的林分生长情况。该

模型以气象数据为输入,按月时间长度运行,模拟真实的树干生长和直径增长过程。预测包括年/际的生长情况,能预测胸径、树高、材积、各器官生物量、株密度、LAI 等的变化情况。3-PG 模型研究初期,Landsberg 和 Waring 对照 New South Wales、Tasmania、Victoria 和 New Zealand 的林业数据,其能够作为一种实用工具,测试出 30 年来林分生长量与模拟树干生长量之间具有很好的一致性。目前 3-PG 模型已被澳洲、美洲、欧洲、非洲、亚洲的一些国家和地区广泛用于针叶和阔叶人工林经营管理研究。

1 3-PG 模型研究现状

1.1 3-PG 模型参数

3-PG 模型是一个通用的林分模型,结构相对统一,但需要对不同的树种进行参数化。目前参数化过程普遍的做法是通过对 3-PG 模型预测值与样地观测值进行拟合,对 3-PG 的参数进行修正,以适应这些观测值。通过设置标准地收集样地数据(胸径、优势木平均高),建立自动气象观测站进行定位观测(太阳辐射、降雨量、风速、最高温度、最低温度和相对湿度),同时进行长期的林分生物量、叶面积指数的测量以及土壤含水量、水分利用、地下水位、土壤性质的观测,用这些数据来估计和校正模型参数^[5,6]。模型根据观测的生物量数据在林郁闭前后的某个年龄进行初始化,这样 3-PG 模型就可以充分地预测树干的生长速度。

3-PG 模型中的物种特异性参数描述了林冠结构和冠层量子效率、不同尺度的关系和生物量分配、凋落量和根系周转率以及各种环境指标。这些参数以各种方式影响 3-PG 模型的输出:有些参数只影响一组输出,有些影响多组输出。参数的组合对输出的影响是相互作用的,一般来说,3-PG 模型输出的是特定物种参数的非线性函数。

Sands 等人在研究桉树时,参数化要求对观测的树干生物量和冠层叶面积指数(LAI)在时间序列上拟合模型的输出。通过调整模型所选参数的取值,使模型的输出与观察到的树干生物量和冠层叶面积在时间序列有很好的吻合。但生物量对树根、树干、树叶的分配是 3-PG 模型的研究重点。其中生物量分配给平均单株的树干生物量和叶/干生物量分配比(*pfs*)与树干平均直径(*B*)呈异速关系^[7,8],这种异速关系不适合直接观测,其参数只能通过观测数据进行 3-PG 模型输出时调整其值来确定。然而,对于给定的物种,3-PG 认为异速生长

关系参数 a_s 和 n_s 对同一物种是通用的。3-PG 模型直接将树干生物量与直径的异速关系应用于树木生物量和直径的测定,但用于确定这种关系的数据通常是单木数据,而且由于这种关系中的指数通常较大(一般为 2.5~3.0),因此具有明显的非线性关系。

由于林分的研究都是从早期观测开始的,林分密度和生物量是根据它们最早观测的数据进行初始化。目前研究的林分参数都是以观测的 1 年生林分树干、树叶生物量为起点,在参数估计过程中,运行使用第一组观测的生物量数据。在研究中发现,只有少量的参数被赋值或直接估算,这是由于现有的数据和模型的结构所致。由于未对水平衡子模型进行严格测试,无参数估计的数据,因此对这些关系中的参数假定了可用于根生物量的动态数据,而其他研究中的默认值则被假定为这些关系中的各种参数。

但是如果没有根系动态数据,就不可能参数化根系生物量分配的关系,也不可能区分研究区土壤肥力对根系分配和冠层量子效率的影响,也就不可能区分净初级生产比 Y 的变化和量子效率的变化。这是因为干和叶生物量的增长率与 $(1-\eta_R)\alpha_C Y$ 成正比,现在 $\alpha_C = f_T f_N \varphi \alpha_{cx}$ (η_R 为净初级生产力分配到根的比例, α_C 为冠层量子效率, f_T 为温度影响因子, f_F 为霜冻影响因子, f_N 为肥力影响因子, φ 为生理综合影响因子, α_{cx} 为最大冠层量子效率)。假设独立数据有固定的 f_T , f_F 和 φ , 那么基于干和叶生物量的估计只能决定 $(1-\eta_R)\alpha_{cY}$, 因此,没有对根生物量和根系周转率的数据,以使参数 φ_R 能够独立估计,就不可能将肥力等级 (FR) 对根生物量分配的影响与其对冠层量子效率的影响分开。因此,研究假设 $f_N = 1$ 和 $m = FR$, 分别确定 α_{cx} , Y 以及参数 η_{Rn} 和 η_{Rc} (η_{Rn} 为净初级生产力分配到根的最小比例, η_{Rc} 为净初级生产力分配到根的最大比例)。

目前研究发现所有的拟合都是手工完成的,所有的操作都是通过 3-PGpjs 进行的。使用自动化的非线性参数估计技术可获得显著的优势,例如通用最小二乘法、Levenberg-Marquardt 算法^[9]和自动定标法(PEST 模型: Parameter ESTimation)^[10], 针对模型进行参数调整,控制模型迭代运行,不断调整输入参数,可获得更好的最优拟合,并可获得估计参数的标准误差。

1.2 3-PG 模型参数敏感性分析

3-PG 模型的详细参数敏感性分析,研究了 3-

PG 模型输出对描述异速生长关系和生物量分配、冠层结构、枝皮比分数、凋落物、冠层导度的敏感性,温度、土壤水分和立地营养对冠层的影响,以及 3-PG 模型运行所需要的立地和气候因素的变化。

分析了气候和立地条件迥异的样地数据,并对敏感性的环境变化进行了检验。林分蓄积量对净生产量与初级生产量之比、冠层量子效率、冠层导度和基本木材密度高度敏感;对根系分配、肥力对冠层量子效率和消光系数的影响较为敏感。林分蓄积量对叶片特征参数的敏感性:不同地点幼苗叶干分配比和比叶面积变化显著。叶面积指数对净生产量与初级生产量之比、冠层导度、冠层量子效率、凋落率、枝条分配比和成熟林比叶面积均具有高度敏感性。2 种生长温度对生长的最适温度均具有中等敏感性和非线性关系。在研究的地点,林分蓄积量和根系生物量对土壤肥力、降雨和平均温度敏感,但对最大有效土壤水分的敏感性不高。叶面积指数对干重与平均胸径的异速关系的敏感性较高,对该关系中的常数具有中等敏感性。

在过去的 20 年里,许多基于过程的森林生长模型在解决复杂性、通用性和适用性方面都有了发展^[11]。一般来说,基于过程的模型的结构(即空间和时间分辨率、生理细节以及输入数据和模型输出的性质)与模型的预期使用有很大关系^[12,13]。许多描述生理过程的高度参数化的树木生长模型被用作研究工具,通常用来了解系统变化的原因和影响。这类复杂模型的发展需要多年的理论和应用研究,而且这些模型并不直接解决森林管理者感兴趣的问题。

Esprey 和 Sands^[14] 利用类似 Battaglia 和 Sands^[11] 的方法对 3-PG 进行了灵敏度分析,计算了几个模型输出对各参数变化的敏感性,并用于评估其对参数值变化的敏感性。这样的分析有助于理解单个参数和建模过程,确定更加精准的参数。研究分析了林分体积和叶面积指数对 24 个 3-PG 参数的敏感性,以及林分体积和根干质量对月降雨量和平均气温、样地肥力等级和最大有效土壤水分的敏感性。并对模型输出与参数的非线性关系进行了研究。结果表明,叶、干和根之间生物量的分配与立地质量有关。林分材积对净生产力与初级生产力的比值 (Y)、最大冠层量子效率 (α_{cx})、最大冠层导度 (g_{cx}) 和基本木材密度 (ρ) 高度敏感,对分配给根部生物量的最大值 (η_{Rc}) 和最小值 (η_{Rn}) 具有中等敏感性,研究了土壤肥力对冠层量子效率 (f_{N0})、最佳

生长温度(T_{opt})和消光系数(K)的影响。林分材积对叶干分配比(P_{20})和比叶面积(σ_0)均表现出较强的环境依耐性,但实际上敏感性很低。然而,林分材积对叶干分配比(P_{20})和比叶面积(σ_1)却表现出中等的环境依耐性。另一方面,在成熟林分中 LAI 表现出对这些参数(Y, g_{cx}, α_{cx}),以及干生物量与平均直径之间的幂关系(n_s),凋落物率(γ_{Fx}),比叶面积(σ_1),叶干分配比(p_{20})非常敏感。 LAI 对 f_{N0} 、 η_{Rn} 和 η_{Rn} 也有一定的敏感性。

综上所述,以下参数将需要精确地确定,因为其对材积(V)或叶面积指数(LAI)具有中等或高灵敏度等级: f_{N0} 、 α_s 、 n_s 、 η_{Rn} 、 η_{Rn} 、 α_{cx} 、 ρ 、 Y 、 g_{cx} 、 γ_{Fx} 、 σ_1 和 p_{20} 。此外, T_{max} 和 T_{opt} 需要密切关注,因为它们是高度非线性的,并且具有中等的敏感性程度。

消光系数(K)很可能被赋予一个通用值(通常为 0.5),尽管它的敏感性程度适中。这是因为 K 的不准确性将影响到不同时刻林分对光的捕获,并且会影响分配给其他参数的不确定性。

敏感性分析是为了更好地了解 3-PG 模型的功能,以及其优缺点,这将增强其有效性,并为预测人工林生产力和确定限制生长因素提供重要帮助,最终将其应用到林业管理系统的组成中来。

2 3-PG 模型在林业中的应用研究

3-PG 模型是估算森林生产力和指导森林管理的有力工具,但其可信度和复杂性经常引起森林管理者的争论。Liang Wei^[15] 等将基于过程的最优生长模型 3-PG(生理原理预测生长)参数化,以模拟加州北部的黄松人工林的生长。利用 20 世纪 80 年代建立的样地研究中收集的数据,研究造林处理对人工林生长的影响,选择了 3 个代表水分利用和立地生产力梯度的样地进行 3-PG 模拟。研究用树高函数代替原来的树龄修正函数,以反映随着树木生长而降低的森林生产力;树高驱动了新函数中最大冠层导度的变化及其对水汽压差的响应。一些关键参数在不同地点间存在差异,包括最大冠层量子效率、最大冠层导度和叶分配比。该模型成功地模拟了施肥对树木的生长反应和植被变化情况,模拟了灌木、叶面积指数随时间的变化情况。这些结果有助于了解施肥对植被和森林生长的影响,确定关键的生长参数,并提供相应调整模型参数的方法,预测气候变化产生的管理方案。

研究了树冠结构和立地资源管理对木材生产的影响,比较了农林复合经营的 3 种林分的生长发育

情况,并采用 3-PG 模型,经树干分析验证,对 3 种林分进行了生长估测。结果表明,人工林设计和最终林分密度对叶面积指数有较强的控制作用,施肥方式对叶面积指数具有正影响,但树冠结构限制了叶面积指数的潜力,在传统林分体系中,干叶生物量的增加与叶面积指数密切相关。然而,在农林复合经营林下,由于施肥引起的根生物量碳水化合物分配的变化与林分生物量的增加有关,间伐对木材最终产量的影响更大,因为间伐对树冠结构的影响大于对立地资源可利用性的影响。木材生产的最大化将取决于对立地资源的综合管理和间伐的强度。

在林分中,人工林设计和施肥制度使冠层达到其最大尺寸。由于林分的结构与间伐后的最终林分密度相似,林分结构、林木大小和立地资源供给对林分密度的影响很大,但间伐后的冠层结构和密度不允许土壤肥力得到提高,但仍不能达到林分密度。所有处理均使得间伐后干生物量增加。然而,在传统的林业制度下的林分表现出不同发展模式,似乎干生物量的增加是生长效率的体现^[16]。因此,间伐会对 LAI 的增加和生长效率产生积极的影响,这就解释了树干生物量较高,间伐可增加 LAI ,提高生长效率。

随着 3S 技术的发展,遥感技术逐渐成为林业管理中的常用工具。Coops 和 Warning^[17] 利用遥感卫星数据分析以研究区温度以及降雨量等数据作为输入,使用 3-PG 预测澳大利亚、新西兰、美国等地森林的生物量增长,取得良好效果。针对遥感这一获取森林信息的有效手段,Coops 等人^[18] 开发了支持遥感数据的模拟软件 3-PGS,利用遥感卫星图像作为输入,获得大面积林分气候、叶面积指数等数据驱动模型用于预测位于澳大利亚、新西兰的研究区,得到较高的预测精度,极大地增强了 3-PG 模型预测大面积林分动态的能力。

遥感测量可以表征叶面积指数、氮/叶绿素含量、最大光合能力、地上结构和生物活性,并结合根据温度测量关系估算的气候数据,利用适当的基于过程的模型,可以计算出覆盖大片土地的不同森林类型的碳固存和木材生产,以扩大其应用范围,减少对详细信息的需求。3-PGS 模型包含了决定森林生长的生理过程,以及影响和控制这些过程的生物物理因素,其结合了对冠层光截获季节变化的遥感估计,并包含了生理变量(气孔导度和冠层量子效率),这些变量可以通过遥感测量影响这些变量的因素来估算。因此,3-PGS 提供了一个有用的框

架,用于评估来自现有机载和卫星传感器阵列的数据如何用于初始化、驱动和测试基于不同土壤和气候的生长模型和测试过程。

林分可视化是模拟林分结构、预测未来林分生长状况和人工操作的重要手段,为了实现林分的长期动态可视化表达,需要充分利用林分生理生态模型建立全林分生长模型。2015年,研究人员以杉木人工林为研究对象,采用3-PG模型对未来林分进行预测^[19]。林分的可视化模拟是建立在林分生长模型和计算机图形学基础上的,通过计算机可以更直观、更详细地显示森林信息,能够真实地反映林分的结构特征和生长条件,为森林经营决策提供直观、准确的依据。完善的生长模型对预测森林变化和建立林分结构具有重要意义。因此,利用一个合理、完善的模型可以准确地预测森林动态的真实趋势。现实的森林动态模拟对森林经营具有更直观、更准确的指导作用。传统的林分生长可视化设定了一个固定的增长率,这种经验方法的主要优点是用指定的数学函数或曲线来描述实测数据与生长决定变量之间的最佳关系,它可能是预测历史生长时间尺度短期产量的一种合适方法。目前越来越多的生长模型反映了环境、结构和森林生长之间的关系,研究人员将模型扩展到更紧密地描述生物物理过程,并对模型进行调整,使其更具有相关性。

3 总结与展望

3-PG模型基于植物与气候和土壤相互作用的简化关系,已被证明能够准确地预测不同尺度下的林分生长^[20,21]。通过研究不同物种的生理参数,能够很好地适应该物种的生长预测,虽然物种参数化的过程有时简易有时却繁琐,主要还是依赖物种特异性。研究不同参数的敏感性有助于分析物种生长过程面临的生理复杂性问题。未来气候变化性的森林动态变化将是生态研究的重点,3-PG模型将在这方面发挥重要作用。尤其是3-PGS模型的诞生,将很好地解决大区域尺度下的森林动态生长变化问题。

由于当代全球性生态环境逐渐恶化,森林资源不断减少,世界各国都极其重视合理利用森林资源。这就需要及时掌握森林资源消长的动态变化,从而促进森林生长量预测方法的研究。尤其是近代计算机技术和数学方法在林业上的广泛应用,促使研究掌握森林生长量动态变化的数学模型预估方法得到了普遍重视和迅速发展。目前森林资源监测的发展

趋势正向监测周期的年度变化发展,在利用生长模型预估年生长量时,国内外常用的方法为固定增长率法,即假设在整个生长期内林木或林分的年生长量是固定不变的。虽然这种估计方法简单,但是不符合林木或林分的生长规律。因为随着时间的推移,林分的一些特征因子(年龄、林分密度等)和林木的一些特征参数(胸径、树高等)每年都会发生变化,必然导致年生长量也发生变化。

林分生长模型是比较复杂的过程模型,影响因子比较多,这些因素之间可能存在相互作用,很难比较准确地描述其他因素的影响效果。针对不同树种的生理参数设置,应当动态收集林分基础数据。目前在国内的林业调查研究中往往最缺乏的就是基础数据的收集。就目前3-PG模型的使用而言,这些详细的模型现已发展到可以用来简化生产关系的地步,这种关系以生物物理过程为基础,实践者和科学家都可以利用。为了产生实用工具,这些基于过程的计算必须与经验关系相结合,这些经验关系来自于长期在森林和人工林中进行的试验和测量,用这种方法预测林分生长过程。该模型是基于一些公认的原则和一些最近证实的常数,大大简化了计算。几乎不需要调整就可以从简单的森林增长率估计数中得到现实的森林生长估计数,具有较强的适应性。

参考文献:

- [1] 马丰丰,贾黎明. 林分生长和收获模型研究进展[J]. 世界林业研究,2008,21(3):21-27.
- [2] 刘平,马履生,段劼. 森林动态计算机模拟模型研究[J]. 世界林业研究,2007,20(3):45-50.
- [3] LANDSBERG J J, WARING R H. A generalised model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning[J]. *Forest Ecology & Management*, 1997,95(3):209-228.
- [4] SANDS P J, LANDSBERG J J. Parameterisation of 3-PG for plantation grown *Eucalyptus globulus*[J]. *Forest Ecology and Management*, 2002,163(1-3):1-292.
- [5] 花利忠,江希钿,贺秀斌,等. 3-PG模型在华南尾叶桉人工林的应用研究[J]. 北京林业大学学报,2007,29(2):100-104.
- [6] 花利忠,徐大平,江希钿,等. 桉树人工林3PG模型[J]. 森林与环境学报(福建林学院学报),2004,24(2):140-143.
- [7] 郭明春,刘建锋. 杉木人工林林分生长模拟[J]. 森林与环境学报,2011,31(1):65-68.
- [8] 刘坤,曹林,汪贵斌,等. 基于3-PG模型的杉木人工林各器官生物量和LAI估算[J]. 西北农林科技大学学报

- (自然科学版), 2015, 43(9): 57-64.
- [9] MARQUARDT, DONALD W. An Algorithm for Least - Squares Estimation of Nonlinear Parameters [J]. Journal of the Society for Industrial & Applied Mathematics, 1963, 11 (2): 431.
- [10] DOHERTY J, PEST: Model Independent Parameter Estimation. Edition 4 of User Manual [M]. Watermark Numerical Computing, Brisbane, Australia, 2002.
- [11] BATTAGLIA M, SANDS P J. Process - based forest productivity models and their application in forest management. [J]. For. ecol. manage, 1998, 102(1): 13-32.
- [12] STAPPER M. Modelling plant growth and development. In: McLean, G. D. , Garrett, R. G. , Ruesink, W. G. (Eds.), Plant Virus Epidemics [M]. Academic Press, Sydney, pp, 1986: 249-272.
- [13] SANDS P J. Resource modelling: its nature and use [J]. Mem. Entomol. Soc. Can, 1988, 143: 5-10.
- [14] ESPREY L J, SANDS P J, SMITH C W, et al. Understanding 3-PG using a sensitivity analysis [J]. Forest Ecology & Management, 2004, 193(1): 235-250.
- [15] WEI L, MARSHALL J D, ZHANG J, et al. 3-PG simulations of young ponderosa pine plantations under varied management intensity: Why do they grow so differently [J]. Forest Ecology and Management, 2014, 313: 69-82.
- [16] MAKELA A, LANDSBERG J, EK A R, et al. Process - based models for forest ecosystem management: current state of the art and challenges for practical implementation [J]. Tree Physiology, 2000, 20(5-6): 289-298.
- [17] COOPS N C, WARING R H. Assessing forest growth across southwestern Oregon under a range of current and future global change scenarios using a process model, 3-PG [J]. Global Change Biology, 2010, 7(1): 15-29.
- [18] TICKLE P K, COOPS N C, HAFNER S D. Assessing forest productivity at local scales across a native eucalypt forest using a process model, 3PG-SPATIAL [J]. Forest Ecology and Management, 2001, 152(1-3): 1-291.
- [19] MA L, ZHANG H. Growth Visualization of Chinese Fir Based on Improved 3-PG Model [C] // International Conference on Virtual Reality & Visualization. IEEE, 2015.
- [20] COOPS N C, WARING R H, LANDSBERG J J. Assessing forest productivity in Australia and New Zealand using a physiologically - based model driven with averaged monthly weather data and satellite - derived estimates of canopy photosynthetic capacity. [J]. Forest Ecology & Management, 1998, 104(1-3): 113-127.
- [21] WHITE J D, COOPS N C, SCOTT N A. Estimates of New Zealand forest and scrub biomass from the 3-PG model [J]. Ecological Modelling, 2000, 131(2-3): 1-190.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 29 页)

- [42] NELSON R, RANSON K J, SUN G, et al. Estimating Siberian timber volume using MODIS and ICESat/GLAS [J]. Remote Sensing of Environment, 2009, 113(3): 691-701.
- [43] RACINE E B, COOPS N C, ST-ONGE B, et al. Estimating Forest Stand Age from LiDAR - Derived Predictors and Nearest Neighbor Imputation [J]. Forest Science, 2014, 60 (1): 128-136.
- [44] 汤旭光. 基于激光雷达与多光谱遥感数据的森林地上生物量反演研究 [D]. 长春市: 中国科学院(东北地理与农业生态研究所), 2013.
- [45] KNAPP N, FISCHER R, HUTH A. Linking lidar and forest modeling to assess biomass estimation across scales and disturbance states [J]. Remote Sensing of Environment, 2018, 205: 199-209.
- [46] ZHAO K G, SUAREZ J C, GARCIA M, et al. Utility of multitemporal lidar for forest and carbon monitoring: Tree growth, biomass dynamics, and carbon flux [J]. Remote Sensing of Environment, 2018, 204(1): 883-897.
- [47] AYREY E, HAYES D J. The Use of Three - Dimensional Convolutional Neural Networks to Interpret LiDAR for Forest Inventory [J]. Remote Sensing, 2018, 10(4): 649.
- [48] NGUYEN M Q, ATKINSON P M, LEWIS H G. Superresolution Mapping Using a Hopfield Neural Network With LiDAR Data [J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2005, 2(3): 366-370.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.008

纳板河流域林分空间结构的林木竞争探究

赖叶青,张远荣,胡明星,张发山

(昆明驰云林业技术咨询有限公司,云南 昆明 650000)

摘要:林分空间结构一般包括树种混交、林木竞争和林分中林木分布格局等三个方面,对它们一般分别采用竞争指数中的混交度、大小比数及角尺度来进行描述。在纳板河流域不同群落类型林分中设置样地进行调查分析,结果表明,从空间竞争中的混交度方面看,热带雨林、季雨林、季风常绿阔叶林及山地雨林林木主要集中在极强度混交之中,只有少许树种会出现强度混交和中度混交,几乎不出现零度混交和弱度混交,稳定性较高;而落叶阔叶林的稳定性由于样地位置不一而表现较大差距,有较稳定的,也有稳定性较差的。从大小比数看,保护区主要林分内树种大小分化较大,优势程度从优势至劣势都有不均等的分布。各林分的角尺度为0.22~0.34,说明样地林木分布格局为均匀分布。

关键词:林分空间结构;混交度;角尺度;大小比数;林木分布格局;纳板河自然保护区

中图分类号:S758.53 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0036-010

引文格式:赖叶青,张远荣,胡明星,等. 纳板河流域林分空间结构的林木竞争探究[J]. 林业调查规划,2019,44(2):36-45.

LAI Yeqing, ZHANG Yuanrong, HU Mingxing, et al. Forest Competition of Stand Spatial Structure in Nabanhe Basin[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2):36-45.

Forest Competition of Stand Spatial Structure in Nabanhe Basin

LAI Yeqing, ZHANG Yuanrong, HU Mingxing, ZHANG Fashan

(Kunming ChiYun Forestry Technology Consulting Co. Ltd., Kunming 650000, China)

Abstract: The spatial structure of forest stands generally includes three aspects of mixed tree species, forest competition and forest distribution pattern which are mainly described by the mixed degree, the size ratio and the angular scale in the competition index. The investigation and analysis for sample plots set up in stands of different community types in the Nabanhe basin showed that the tropical rain forest, the monsoon forest, the monsoon evergreen broad-leaved forest and the montane rain forest were mainly concentrated in the extreme intensity mixing, only a few species were in the intensity and moderate mixing, the zero mixed and weak mixed degree were few, which indicated the high stability. The stability of deciduous broad-leaved forest varied greatly due to the different location of the sample plots. In terms of the size ratio, the sizes of tree species in the main stands of the reserve were greatly differentiated, and the

收稿日期:2018-11-22;修回日期:2018-12-14.

第一作者:赖叶青(1980-),女,重庆人,工程师. 主要从事林地征占、林木采伐、森林抚育、退耕还林等、林业调查规划、森林资源资产评估、湿地保护规划、保护区规划设计. Email:982844096@qq.com

责任作者:张远荣(1988-),男,云南宣威人,硕士研究生. 主要从事林业调查规划、林地征占、林木采伐、森林抚育、退耕还林等、林业调查规划、森林资源资产评估、湿地保护规划、保护区规划设计和森林资源经营管理与评价.

degree of dominance was not evenly distributed from advantage to disadvantage. The angular scale of each stand was 0.22~0.34, indicating that the distribution pattern of trees in the sample plot was uniform.

Key words: stand spatial structure; mixed degree; angular scale; size ratio; forest distribution pattern; Nabanhe Nature Reserve

1 林木竞争的基本概念

林分中林木竞争不同的竞争机理和特点主要是由于林分的不同类型而导致的,对不同竞争类型^[1]研究其竞争机制、作用形式以及过程。

1) 种内竞争(Intraspecific competition)与种间竞争(Interspecific competition)

同一林分中的林木对自然条件的需求一般是一致的,生态位相同,生态位的差别直接导致了不一样的竞争强度。不同林木之间也存在不同形式的种间竞争,因此对于混交林的空间竞争研究极其困难。之前更多的研究只是针对单木竞争的研究,并都是在纯林中进行^[2]。我国之前已有的研究主要反映的是种内竞争关系,主要是杉木(*Cunninghamia*)及松科(Pinaceae)等^[3]。

2) 资源利用型竞争

在同一林分之中,资源利用型竞争是最为基本的。资源的利用竞争主要表现在两个方面:①对所需资源的获取及利用;②资源的空间分布。由此,Grime^[4]认为在资源足够时,生长量最大的物种具有最优势的竞争力,而其他物种就会受到限制。而Tilman^[5]的观点是,较小物种的生长只需要比较少的营养物质,在同一环境下应该可以得到优先的竞争优势。

3) 争夺竞争(Contest competition)与扰乱竞争(Scramble competition)

根据林分中种群个体对周围空间资源的不同获取方式,将竞争分为争夺竞争与扰乱竞争。对于乔木,更多地是以幼苗为研究对象,研究的时间也不长^[6],尤其是在热带、亚热带区域少有涉及这些领域。齐麟^[7-8]研究了人工不同采伐强度对种内、种间竞争的影响。

2 空间结构的研究方法

林分空间结构研究越来越得到广泛关注。林分空间结构定义为与林分空间位置有关的结构,是林分空间结构及其空间关系的阐述和表达,已成为林分结构研究的焦点。过去对结构的研究一般是针对群落结构中不同层次和级别、不同树种、不同年龄等

内容,主要包括林木水平的直径分布情况、树种组成及竞争状况等。

2.1 确定空间结构单元

林分中的每株参照树及其相邻木间的空间关系构成了林分内最简单也是最基本的空间结构单元。在林分中,往往是这样的多个单元共同构成这片林分的空间竞争关系,其中空间结构单元的大小描述一般是在参照树周围选择 3 或 4 株最近相邻木,并且要严格地定位每一株与其他株之间的相对位置。本研究则是以对象木为中心,以周围一圈的临近木为竞争木,研究林木的空间竞争关系,及依据 ArcGIS 中产生的泰森多边形对空间结构参数进行研究。

2.2 计算林分空间结构参数

林分的空间结构参数分析常用“结构组法”,但是这种方法在一些空间信息上还会表现得不够全面,因此本文的研究方法在基于此结构单元的基础上,把 3 株变为围绕对象树种一周的林木,其主要靠現地调查及在 ArcGIS 中的泰森多边形来确定竞争木,从而计算并确定各个主要林分样地中的角尺度、混交度和大小比数的具体数值。各结构参数取值及其含义如表 1 所示。

2.3 计算混交度

林分中的树种混交度用以描述树种隔离,是指与参照树不同种的个体所占的比例,用公式表示为:

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (1)$$

式中,当林分样地中的参照树 i 与第 j 株相邻木同种时 $V_{ij} = 0$, 否则 $V_{ij} = 1$ 。

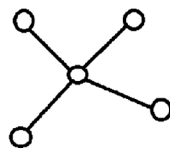
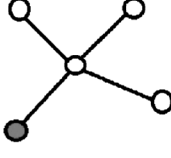
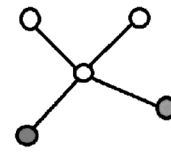
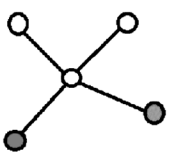
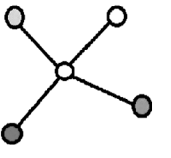
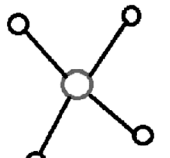
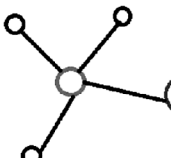
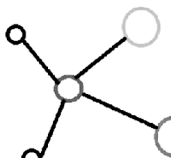
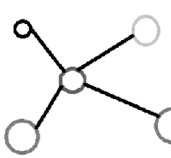
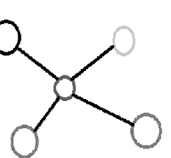
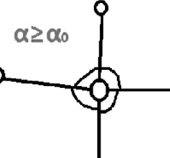
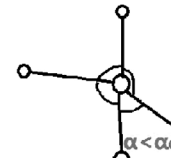
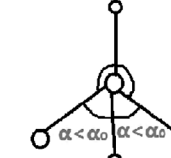
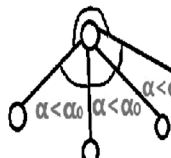
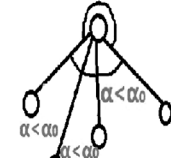
利用上式计算出林分中的混交度并未考虑到最近相邻木相互之间的树种的异同。这样的比较表现得相对片面,所以用混交度表达树种之间的隔离程度时,还应该指出竞争树种组成。其表达式为:

$$M_i = \frac{n_i}{n^2} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (2)$$

式中, M_i 为树种多样性混交度, n_i 为第 i 株对象木的相邻木数量。

当林分样地中对象木 i 与最近相邻木 j 树种相同时,表示为同种树种,此时的 $V_{ij} = 0$;如若为不同

表 1 结构参数取值及含义
Tab.1 Value and meaning of structure parameters

参数取值	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
混交度	 零度混交	 弱度混交	 中度混交	 强度混交	 极强度混交
大小比数	 优势	 亚优势	 中庸	 劣势	 绝对劣势
角尺度	 绝对均匀	 均匀	 随机	 不均匀	 团状

注:不同的圈只是代表相同林分下的不同树种,圈的大小代表的是树的直径大小,与树种并不存在直接关系。

树种,则 $V_{ij} = 1$ 。

林分中不同的对象木混交度均值的计算式为:

$$\bar{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n M_i \quad (3)$$

式中, N 为林分样地中的林分林木总株数, M_i 为第 i 株个体的混交度。

当 $n=4$ 时, M_i 的取值分为零度混交、弱度混交、中度混交、强度混交及极强度混交五种情况,如表 2 所示:

表 2 混交度的取值
Tab.2 Values of mixed degree

M_i	混交程度	状况描述
0.00	零度混交	参照树与相邻木为同一种树种
0.25	弱度混交	参照树与 1 株相邻木为不同树种
0.50	中度混交	参照树与 2 株相邻木为不同树种
0.75	强度混交	参照树与 3 株相邻木为不同树种
1.00	极强度混交	参照树与 4 株相邻木为不同树种

2.4 计算大小比数

林分中的树种大小比数用来表示林木个体直径

大小的分化程度,其表达式为:

$$U_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{ij} \quad (4)$$

式中,当林分样地中的参照树 i 小于相邻木 j 时, $K_{ij} = 0$; 否则, $K_{ij} = 1$ 。

当 $n=4$ 时, U_i 的取值有优势、亚优势、中庸、劣势及绝对劣势五种情况,如表 3 所示:

表 3 大小比数的取值
Tab.3 Values of size ratio

U_i	优势程度	状况描述
0.00	优势	4 株相邻木比参照树小
0.25	亚优势	3 株相邻木比参照树小
0.50	中庸	2 株相邻木比参照树小
0.75	劣势	1 株相邻木比参照树小
1.00	绝对劣势	4 株相邻木比参照树大

大小比数均值的计算式为:

$$\bar{U} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^n U_i \quad (5)$$

式中, I 为林分样地中所观察树种参照树的数量; U_i

为树种第 i 个大小比数的值。

2.5 计算角尺度

林分中角尺度用以描述某一林分中林木个体在水平地面上的空间分布格局,是对象木与两株竞争木角小于标准角的个数占所考察的最近相邻木的比例。其表达式为:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (6)$$

式中,当 j 个 a 角小于标准角 a_0 时, $Z_{ij} = 1$; 否则, $Z_{ij} = 0$ 。

在角尺度的测算之中,本文取 $n = 4$, 这样得到的 W_i 的取值分为很均匀、均匀、随机、不均匀及很不均匀五种情况,如表 4 所示:

表 4 角尺度的取值

Tab. 4 Values of angular scale

W_i 值	分布情况	状况描述
0.00	很均匀	所有 a 角大于或等于标准角 a_0
0.25	均匀	有一个 a 角小于标准角 a_0
0.50	随机	有两个 a 角小于标准角 a_0
0.75	不均匀	有三个 a 角小于标准角 a_0
1.00	很不均匀	所有 a 角小于标准角 a_0

角度尺均值计算式为:

$$\bar{W} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_i \quad (7)$$

式中, N 为参照树的总株数。

惠刚盈^[9]等人在研究中多次提到用林分中两种最大均匀分布的均匀角并确定出标准角的范围,研究结论认为 72° 为标准角。基于之前的大量研究,得到不同分布状况林分中的角尺度:当 $0.475 \leq \bar{W} \leq 0.517$ 时为随机分布,当 $\bar{W} < 0.475$ 时为均匀分布,当 $\bar{W} > 0.517$ 时为聚集分布。

2.6 选择竞争指标

本文结合样地调查数据,依据六个林分空间竞争指数 CI1、CI2、CI3、CI4、CI5 及 CI6,据惠刚盈^[9]的研究,CI1 计算出的 Hegyi 竞争指数最能反映林分的空间关系,故在本研究中只采用 CI1。CI1 竞争指数的计算公式如下:

$$CI1 = \sum_{j=1}^n DBH_j / (DBH_t \times dis_{tj} + 1) \quad (8)$$

式中, DBH 为林木胸径 (cm), t 表示第 t 株对象木, j 表示第 j 棵竞争木; dis_{tj} 表示林分样地中对象木与竞争木之间的直线距离; n 表示第 n 株对象木的竞争木株数。

2.7 样地设置及调查

本研究基于纳板河流域情况最终挑选出 16 块样地;设置好调查样地,确定好对象木及竞争木;每木编号定位、测距及编号。

3 结果与分析

3.1 热带雨林空间结构特征

3.1.1 混交度

热带雨林样地树种混交度频数分布情况如图 1 所示。热带雨林各树种混交度处于中度和强度混交的比例较低,林分中树种主要处于极强度混交,不存在零度混交和弱度混交。结合样地树种,样地 N1 中除了绒毛番龙眼及琴叶风吹楠等七种树种及样地 N2 中除了绒毛番龙眼、锥花三宝木、木奶果出现了中度混交并且平均混交度较低,其它树种的混交度都较高。而样地 N16 的混交度中存在零度,其种为大叶白颜树、滇银柴、尖叶厚壳桂树种,主要与该种树种相邻,存在局部区域生长聚集现象。样地中除了乌墨、绒毛紫薇、一担柴出现了中度混交并且平均混交度较低外,其余树种的混交度都较高。

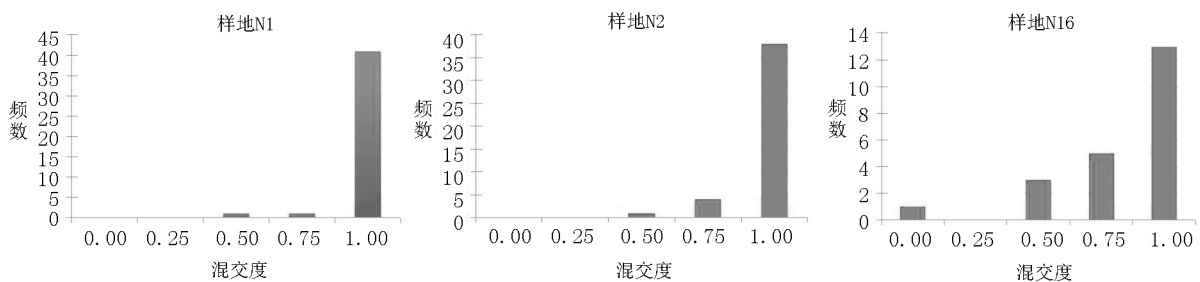


图 1 热带雨林样地树种混交度频数分布

Fig. 1 Frequency distribution of mixed degree in tropical rain forest

3.1.2 大小比数

热带雨林样地树种大小比数频数分布情况如图 2 所示。图 2 表明,该林分内大小分化存在较大差异。样地 N1 中阔叶蒲桃、木奶果及大叶新木姜子

等 14 种树种,样地 N2 中梭果玉蕊、桂叶朴及蓝果谷木等 14 种树种,样地 N16 中云南厚壳桂、毛杨梅及绒毛番龙眼等 10 种树种具有一定的优势性。

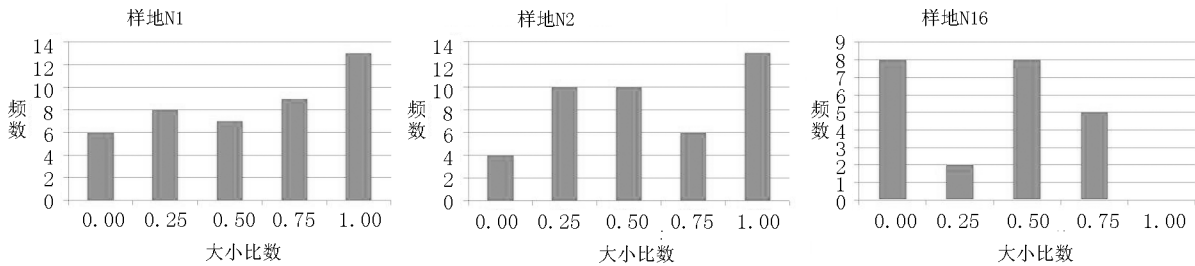


图 2 热带雨林样地树种大小比数频数分布

Fig. 2 Frequency distribution of size ratio in tropical rain forest

3.1.3 角尺度

据热带雨林 3 块样地树种的角尺度调查计算,得其分布图(图 3)。从图 3 中可以看出,热带雨林中的角尺度分布很均匀或者很不均匀的结构单元极

少出现。角尺度为 0.75 出现的频率最高。通过计算得出,样地 N1、N2、N16 的平均角尺度分别为 0.30、0.29、0.30,说明该样地林分林木分布格局为均匀分布。

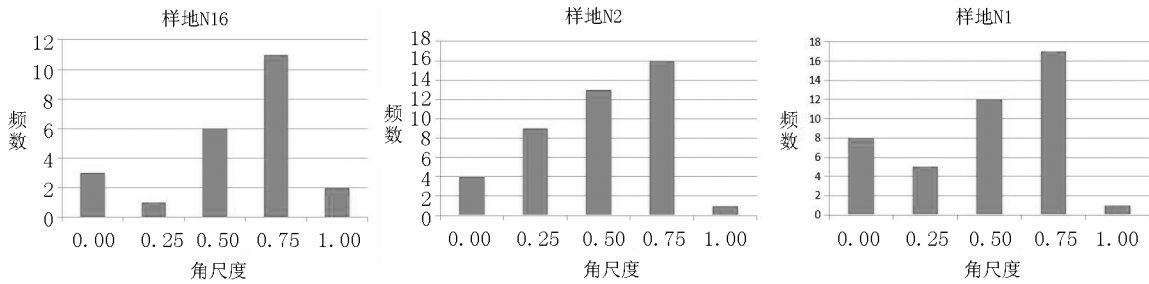


图 3 热带雨林中的角尺度分布

Fig. 3 Distribution of angular scale in tropical rain forest

3.2 热带季雨林空间结构特征

3.2.1 混交度

热带季雨林样地树种混交度频数分布情况如图

4 所示。热带季雨林林分中极强度混交的比例较高,说明林分中的林木与同树种相邻的比例相对较少。

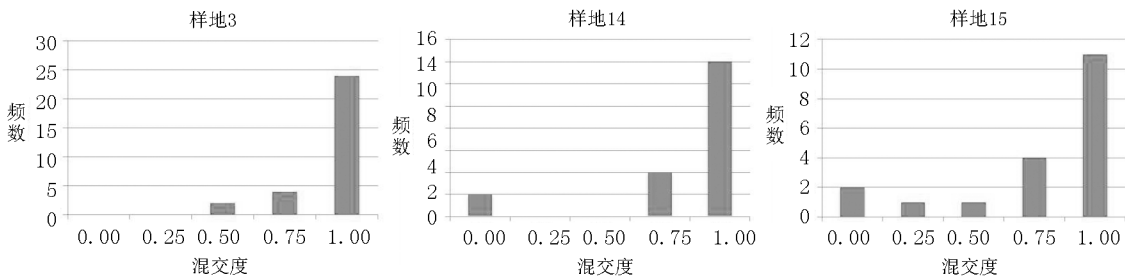


图 4 热带季雨林样地树种混交度频数分布

Fig. 4 Frequency distribution of mixed degree in tropical monsoon rain forest

结合样地 N3 中的树种,阔叶蒲桃主要与该种树种相邻,存在局部区域聚集生长现象。样地中除了粗丝木出现中度混交并且平均混交度较低,其它树种的混交度都较高。样地 N14 中的树种为青果榕、绒毛紫薇,主要呈集群生长。样地中除歪叶榕、木奶果出现中度混交并且平均混交度较低外,其它树种的混交度都较高。样地 N15 的混交度可以看出,各树种混交度和样地 N3、N14 略有不同,样地中处于中度和强度混交较低,强度和极强度混交较高,零度和弱度混交的树种只有泡火绳和绒毛紫薇,表明林分中的林木与不同树种相邻。样地中除了滇

银柴、湄公栲和笔管榕出现了中度混交并且平均混交度较低外,其它树种的混交度都较高。

3.2.2 大小比数

热带季雨林样地树种大小比数频数分布情况如图 5 所示。结合样地树种情况得出,样地 N3 中顶果木、景洪猴欢喜及千果榄仁等 11 种树种,样地 N14 中琴叶风吹楠、泰国黄叶树及白榄等 7 种树种,及样地 N15 中湄公栲、绒毛紫薇及云南黄杞等 7 种树种的平均大小比数介于 0.000~0.375,具有一定的优势性。

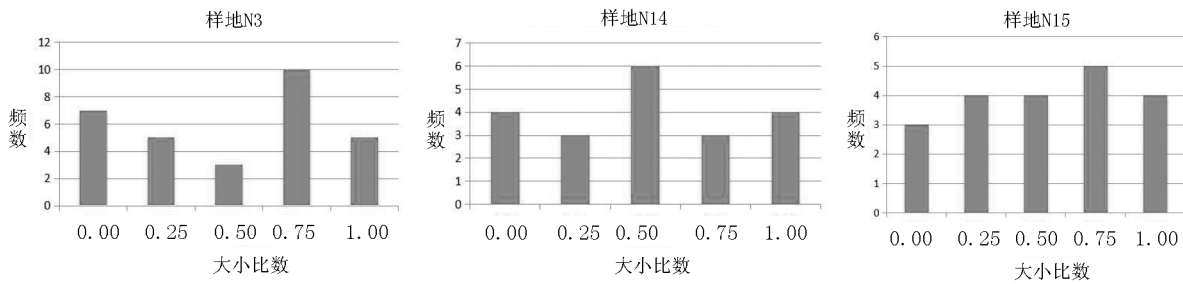


图 5 热带季雨林样地树种大小比数频数分布

Fig. 5 Frequency distribution of size ratio in tropical monsoon rain forest

3.2.3 角尺度

据热带季雨林 3 块样地树种的角尺度调查计算,得其分布(图 6)。从图 6 中可以看出,涉及了林分空间中所有角尺度的值,其中很均匀或者很不均

匀的结构单元极少出现,角尺度为 0.75 出现的频率表现最高。通过计算得出,样地 N3、N14、N15 的平均角尺度分别为 0.30、0.27、0.32,说明该样地林分林木分布格局为均匀分布。

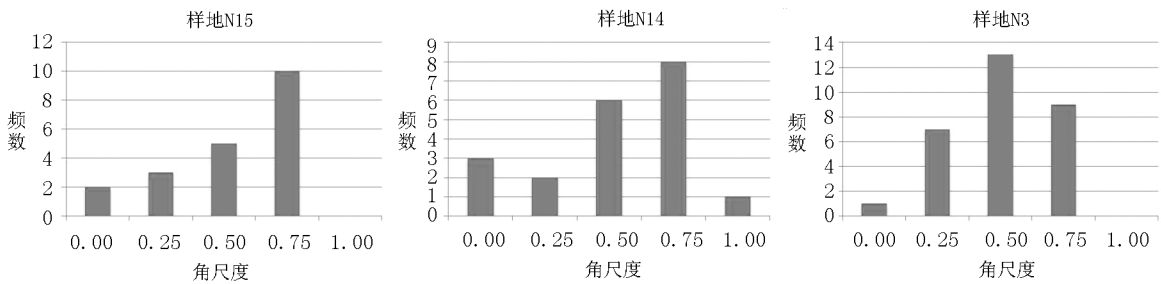


图 6 热带季雨林中的角尺度分布

Fig. 6 Distribution of angular scale in tropical monsoon rain forest

3.3 山地雨林空间结构特征

3.3.1 混交度

山地雨林样地树种混交度频数分布情况如图 7 所示。由图 7 可以看出,样地处于极强度混交的比例较高,相对于山地雨林的其他样地而言,N10 样地存在零度混交和弱度混交,表明林分中的林木与同种相邻的比例相对较高。结合样地树种可以得出,

滇南木姜子、毛八角主要与该种树种相邻,存在局部区域生长聚集现象。样地 N10 中除了灰木、思茅臀果木、印度血桐出现了中度混交并且平均混交度较低,其它树种的混交度都较高,但是这些树种在样地中的数量极少,都与其它树种相伴而生,它们的混交度均为极强度混交。

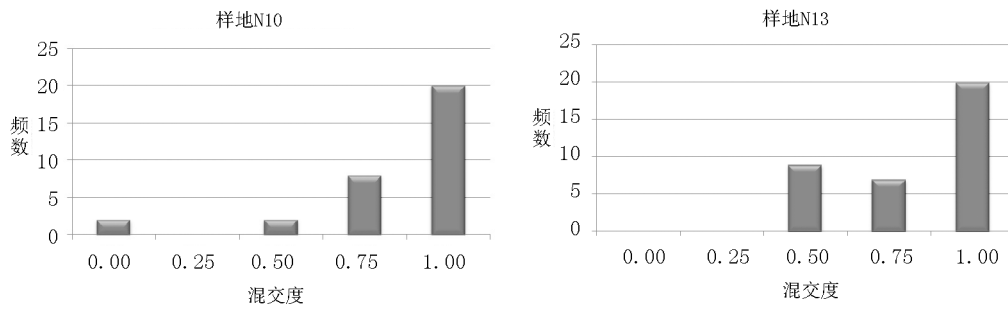


图 7 山地雨林样地树种混交度频数分布

Fig. 7 Frequency distribution of mixed degree in montane rain forest

N13 样地存在零度混交和弱度混交,表明林分中的林木与同种相邻的比例相对较高,其样地中的树种为披针叶杜英、贫花厚壳桂及等 8 种树种,主要与该种树种相邻,存在局部区域生长聚集现象。样地中除了四棱蒲桃、傣槭及滇南木姜子等 9 种树种出现了中度混交并且平均混交度较低,其他树种的混交度都较高。

3.3.2 大小比数

山地雨林样地树种大小比数频数分布情况如图 8 所示。由图 8 可知,该林分内大小分化存在较大差异。样地 N10 中印度血桐、白花树及哈氏巴豆等 9 种树种及样地 N13 中云南紫金牛、老虎楝及毛八角枫等 11 种树种的平均大小比数介于 0.000 ~ 0.375,在该林分具有一定的优势性。

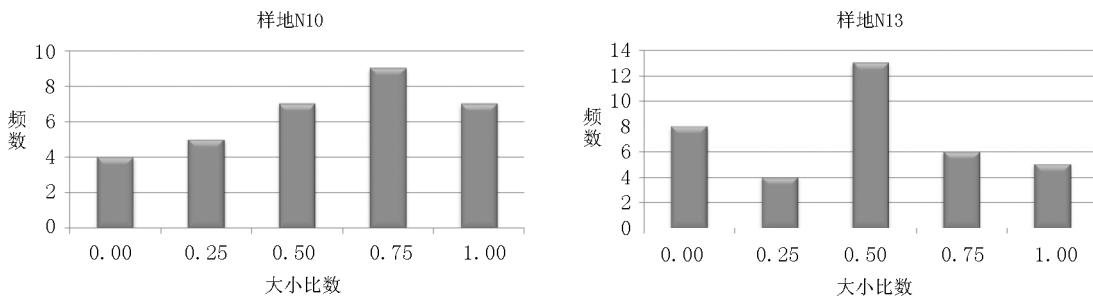


图 8 山地雨林样地树种大小比数频数分布

Fig. 8 Frequency distribution of size ratio in montane rain forest

3.3.3 角尺度

山地雨林角尺度分布如图 9 所示。从图 9 中可以看出,涉及了林分空间中所有角尺度的值,其中很均匀或者很不均匀的结构单元极少出现。角尺度为

0.75 出现的频率表现最高,角尺度频率为 0.54。样地 N10 及 N13 的平均角尺度分别为 0.35、0.33,说明该样地林木分布格局为较均匀分布。

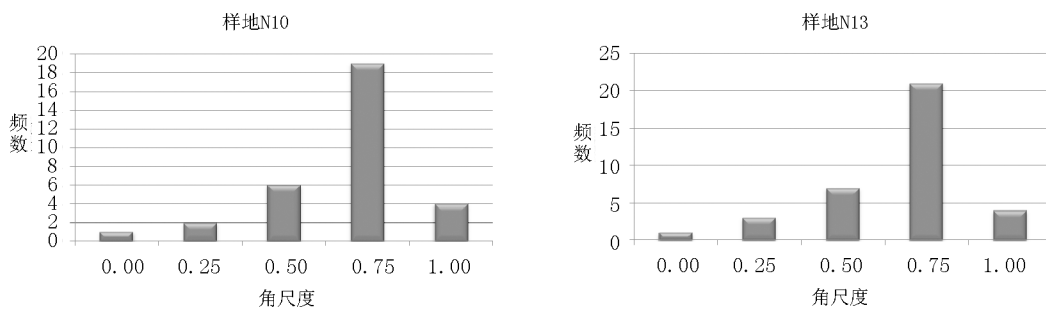


图 9 山地雨林中的角尺度分布

Fig. 9 Distribution of angular scale in montane rain forest

3.4 季风常绿阔叶林空间结构特征

3.4.1 混交度

季风常绿阔叶林样地树种混交度频数分布情况如图 10 所示。由图 10 可知,处于强度和极强度混交的比例较高,不存在零度混交和弱度混交。林分中的林木主要与不同树种相邻。样地中除了湄公栲、润楠、普文楠、云南核果茶、西南茜树、印度嘉赐树为中度混交并且平均混交度较低,其它树种的混交度都较高。其他树种的混交度都较高,但在样地中的数量极少,均与其它树种呈伴生状态,其混交度均为极强度混交,说明此林分稳定性较高。在样地

N6 中,零度和弱度混交的树种有华南石栎和小果栲,表明林木主要与其它不同树种相邻。样地中除了银柴和粗丝木是中度混交且平均混交度较低外,其它树种的混交度都较高。样地 N11 中,零度混交和弱度混交的树种有红木荷、杯斗栲、长叶木姜子、滇南润楠、湄公栲和叶轮木,表明林木与其它不同树种相邻。银柴为中度混交并且平均混交度较低,其他树种的混交度都较高,包括岗柃、红皮水锦树、野毛柿、楹树,这些树种在样地中属于偶见种,故混交度均为极强度混交。整体而言,此林分稳定性较不稳定。

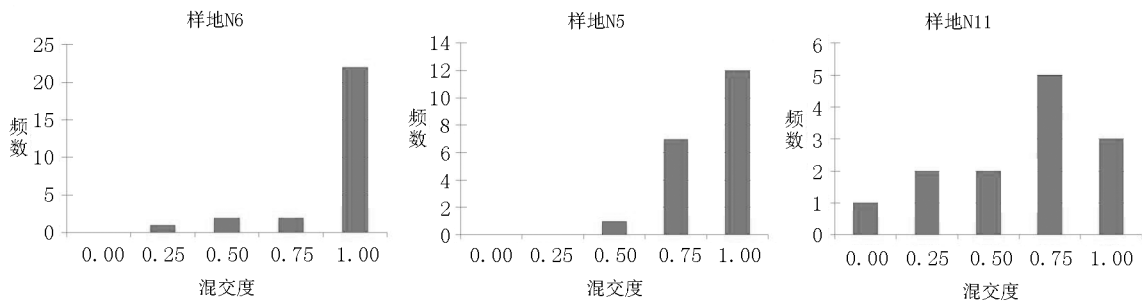


图 10 季风常绿阔叶林中的混交度分布

Fig. 10 Distribution of mixed degree in monsoon evergreen broad-leaved forest

3.4.2 大小比数

季风常绿阔叶林样地树种混交度频数分布情况如图 11 所示。由图可知,样地林分内大小分化存在较大差异。样地 N5 中湄公栲、假柿木姜子和云南

黄杞,样地 N6 中红木荷、红皮水锦树、嘉赐树和野毛柿,样地 N11 中杯斗栲、滇南润楠、野毛柿和印度血桐的平均大小比数介于 0.000~0.375,在该林分具有一定的优势性。

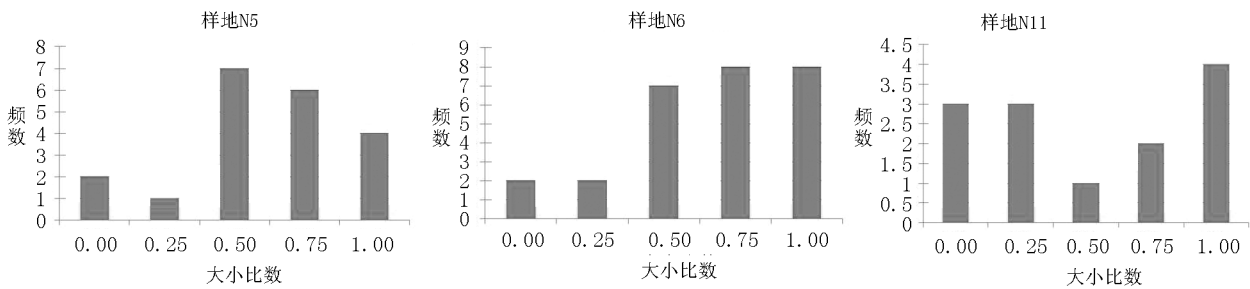


图 11 季风常绿阔叶林中的大小比数分布

Fig. 11 Distribution of size ratio in monsoon evergreen broad-leaved forest

3.4.3 角尺度

季风常绿阔叶林的角尺度可如图 12 所示。从图中可以看出,涉及了林分空间中的所有角尺度值,其中很均匀或很不均匀的结构单元极少出现。角尺度为 0.75 出现的频率表现最高,角尺度频率为 0.40。通过计算得出,样地 N5、N6、N11 的平均角尺

度分别为 0.26、0.26、0.21,说明该样地林木分布格局为均匀分布。

3.5 落叶阔叶林空间结构特征

3.5.1 混交度

落叶阔叶林样地树种混交度频数分布情况如图 13 所示。由图 13 可知,样地 N9、N12 的各树种混交

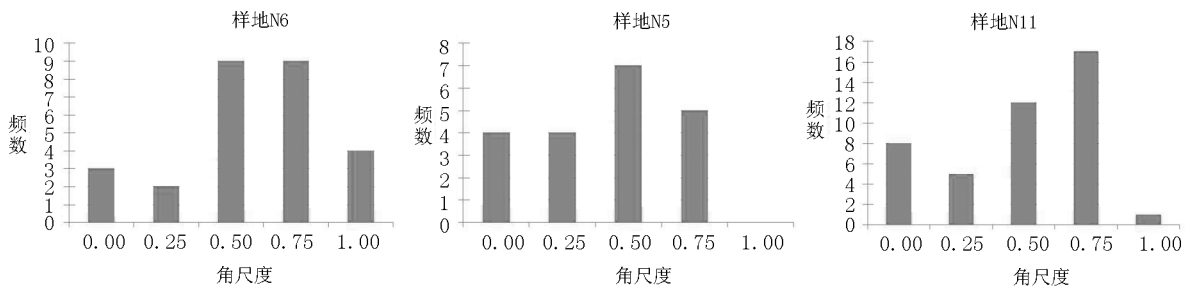


图 12 季风常绿阔叶林中的角尺度分布

Fig. 12 Distribution of angular scale in monsoon evergreen broad-leaved forest

度处于零度混交和强度混交的占比都很低,处于强度和极强度混交的比例较高,零度混交和弱度混交的树种只有蒙自桫木和滇南木姜子,表明林分主要树种相邻而生。结合样地中红木荷和涓公栲出现中度混交并且平均混交度较低,其它树种的混交度都

较高,表明此林分稳定性相对较高。在样地 N12 中,零度混交的树种有蒙自桫木,弱度混交的树种有印度血桐和红木荷,绒毛泡花树表现为强度混交,其余树种均为极强度混交。

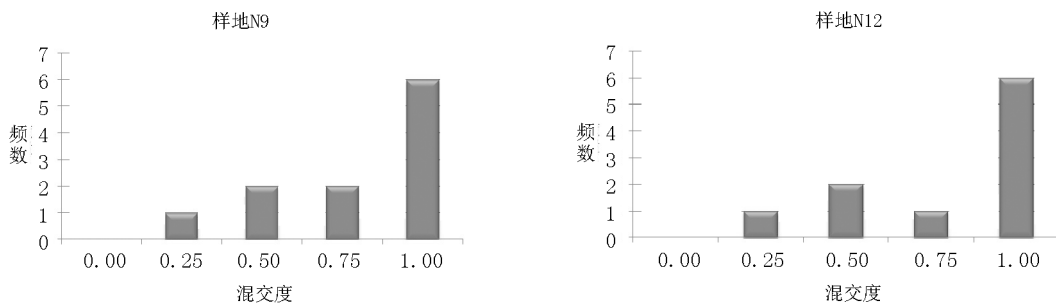


图 13 落叶阔叶林中的混交度分布

Fig. 13 Distribution of mixed degree in deciduous broad-leaved forest

3.5.2 大小比数

落叶阔叶林样地树种混交度频数分布情况如图 14 所示。由图 14 可知,样地林分内大小分化存在较大差异。结合样地 N9 中蒙自桫木的胸径平均大

小比数介于 0.000~0.375,具有一定的优势性;结合样地 N12 中滇南木姜子和楹树的胸径平均大小比数介于 0.00~0.375,具有一定的优势性。

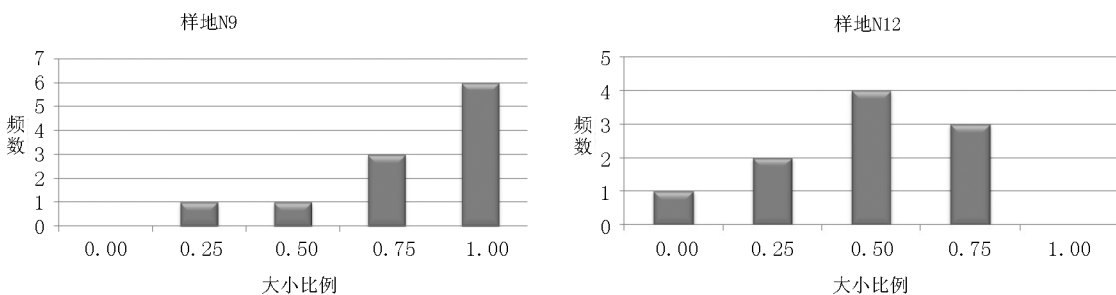


图 14 落叶阔叶林中的大小比数分布

Fig. 14 Distribution of size ratio in deciduous broad-leaved forest

3.5.3 角尺度

落叶阔叶林的角尺度如图 15。从图中可以看

出,涉及了林分空间中所有角尺度的值,其中很均匀或者很不均匀的结构单元极少出现。角尺度为

0.75 出现的频率表现最高。通过计算,样地 N9、N12 的平均角尺度分别为 0.26、0.25,说明该样地

林木分布格局为很均匀分布。

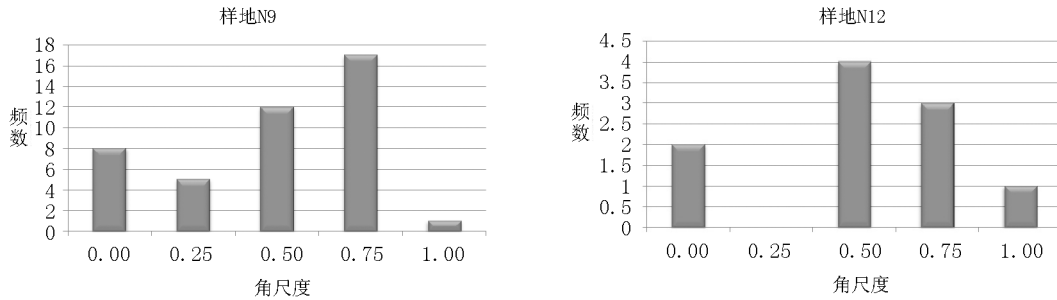


图 15 落叶阔叶林中的角尺度分布

Fig. 15 Angular scale distribution in Deciduous broad leaved forest

4 结论与讨论

从混交度看出,所有林分都比较稳定。热带雨林、热带季雨林及季风常绿阔叶林的混交度集中表现为极强度混交,少许树种出现了强度混交和中度混交,零度混交和弱度混交出现率极低;落叶阔叶林混交度集中在极强度混交中,但也有部分出现中度混交和强度混交,偶尔也存在零度混交和弱度混交的情况。

从林分中的大小比数看出,不同森林植被类型空间大小分化存在很大差异。不同森林植被类型的林分中林木竞争处于优势及劣势的树种主要表现为:在热带雨林中,绒毛番龙眼、阔叶蒲桃及木奶果等 21 种树木在直径大小对比上占有一定优势,而水麻及圆果杜英等 31 种树木则受到一定的生长压迫,但是压迫程度并不严重;在热带季雨林中,阔叶蒲桃、顶果木及八宝树等 10 种树木在直径大小对比上占有一定优势,而云南野独活及粗糠柴等 13 种树木则受到压迫;在山地雨林林分中,滇南木姜子、南酸枣及披针叶杜英等 12 种树木在直径大小对比上占有一定优势,而柏那参及大叶桂等 12 种树木则受到压迫;在季风常绿阔叶林中,红木荷、印度血桐、野毛柿、假柿木姜子和云南黄杞在直径大小对比上占有一定优势,而四棱蒲桃及叶轮木等 19 种树木则受到压迫;在落叶阔叶林中,蒙自桉木、滇南木姜子和楹树在直径大小对比上占有一定优势,而厚皮香及山木患等 9 种树木则受到压迫。

从林分的角尺度看出,角尺度数值为 0.00、0.25 或 1.00 的频率相对极低,说明其中很均匀及很不均匀的结构单元极少出现;林分中角尺度为 0.75 出现的频率最高,说明本次研究的各种森林植被类型林分的林木分布格局为均匀分布。

参考文献:

- [1] 李俊清. 森林生态学[M]第二版. 北京:高等教育出版社,2010.
- [2] 唐季林. 中龄林杨树森林竞争指数研究[J]. 北京林业大学学报,1988,10(1):86-91.
- [3] 邱学清. 人工林杉木竞争指数及单木竞争生长模型的研究[J]. 福建林学院学报,1992,12(3):309-316.
- [4] Harper, J. L. Symp Soc Expt Biol[M]. 1961, 15:1-39.
- [5] Grime, J. P. Plant Strategies and Vegetation Processes [M]. London:Wiley. 1997.
- [6] 蓝斌. 幼龄马尾松人工林竞争与生长的研究[J]. 福建林学院学报,1995,15(1):40-44.
- [7] Cosmin, N., Filipescu, Philip, G. C. Competitive interactions between aspen and white spruce vary with stand age in boreal mixed woods [J]. Forest Ecology and Management, 2007, 247:175-184.
- [8] 汪大雄. 多纳地区台湾杉与台湾赤杨人工混交林生长竞争的研究[J]. 台湾林业科学, 2004, 19(4):337-351.
- [9] 惠刚盈, 胡艳波. 混交林树种空间隔离程度表达方式的研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(1):177-181.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.009

生态学研究新领域:植物—土壤反馈研究评述

李晓晶,王伟峰,段玉玺,王博,刘源,刘宗奇

(内蒙古林业科学研究院生态功能与森林碳汇研究所,内蒙古呼和浩特 010010)

摘要:植物—土壤反馈对理解植物种群动态、群落组成和陆地生态系统功能方面具有重要科学意义,能用于解释群落演替、生态系统多样性、生物入侵、生产力形成与维持、生态系统应对气候变化响应等生态学问题。基于文献计量学方法,评述了利用植物—土壤反馈解释群落演替、生物入侵、植物适应性和选择性、对全球气候变化的响应、生物多样性和生产力关系、进化过程等科学问题,并就这一研究领域今后的研究方向进行探讨,认为研究植物—土壤反馈可以利用其对生物多样性的影响,管理陆地生态系统,减缓由人类活动带来的全球生态变化方面的负面效应,有利于生态系统的适应性管理,为人类社会提供可持续的生态系统服务。

关键词:植物—土壤反馈;生物多样性;反馈效应;群落演替;生物入侵;生态系统

中图分类号:S718.5;S718.521.2;S718.516 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0046-06

引文格式:李晓晶,王伟峰,段玉玺,等.生态学研究新领域:植物—土壤反馈研究评述[J].林业调查规划,2019,44(2):46-51,67.

LI Xiaojing, WANG Weifeng, DUAN Yuxi, et al. A New Field of Ecological Research: Review on Plant—Soil Feedback Research[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 46-51, 67.

A New Field of Ecological Research: Review on Plant—Soil Feedback Research

LI Xiaojing, WANG Weifeng, DUAN Yuxi, WANG Bo, LIU Yuan, LIU Zongqi

(Research Institute of Ecological Function and Forest Carbon Sink, Inner Mongolia Academy of Forestry, Hohhot 010010, China)

Abstract: The plant—soil feedback with great scientific significance in understanding plant population dynamics, community composition and terrestrial ecosystem functions can be used to explain ecological issues such as community succession, ecosystem diversity, biological invasion, formation and maintenance of productivity and ecosystems responding to global climate change. This paper reviewed the previous studies on the use of plant—soil feedback to explain community succession, biological invasion, plant adaptability and selectivity, response to climate change and the relationship between diversity and productivity by the method of bibliometrics, and discussed the future development of this research field. This review concluded that the effects of plant—soil feedback on the biodiversity could be used to manage the

收稿日期:2018-12-12.

基金项目:国家林业公益性行业科研专项(201404204);内蒙古自治区2016年应对气候变化及低碳发展财政专项资金项目(2740046);林业科技创新平台项目(2018-LYPT-DW-021).

第一作者:李晓晶(1988-),女,内蒙古锡林浩特市人,硕士,助理研究员.主要从事植物化感方面的研究.

责任作者:王伟峰(1985-),男,博士,副研究员.主要从事森林生态系统结构与功能方面的研究. Email:wang_wf1985@163.com

terrestrial ecosystem which would mitigated the negative effects of global ecological changes caused by human activities, improved the adaptive management of ecosystems and provided sustainable ecosystem services for human society.

Key words: plant—soil feedback; biodiversity; feedback effect; community succession; biological invasion; ecosystem

植物—土壤反馈对理解植物种群动态、群落组成和陆地生态系统功能等方面具有重要科学意义。植物—土壤反馈研究除了通过模拟控制实验外,还需要在野外进行科学验证,并阐明其作用机制。影响植物—土壤反馈的因素众多,非生物和生物土壤成分贡献值需要被量化,在物种进化中的作用需要被确定。这些研究将增进理解植物—土壤反馈的生态进化结果,使科研人员能够更好地预测和减轻人为引起的全球生态环境变化影响,为人类提供可持续的生态系统服务功能^[1]。基于文献计量学方法,文中将对利用植物—土壤反馈解释群落演替、生物入侵、植物适应性和选择性、对全球气候变化的响应、生物多样性和生产力关系等科学问题进行评述,并就这一研究领域今后的发展进行探讨。

1 植物—土壤反馈的概念

植物在生长过程中可以通过各种途径影响土壤物理、化学和生物学特性,反过来土壤也可以调节植物自身及共存同种或异种植物的生长发育以及种内和种间关系,从而导致植物个体、种群和群落组成以及物种多样性的改变,即所谓的植物—土壤反馈(plant—soil feedbacks)(图 1)^[2]。特定物种的植物—土壤反馈影响到个体本身或同一物种的其他个体,被称为直接的、种内的或同源的。相反,那些在物种间发生作用的被称为间接的、种间的或异种的^[3]。当植物—土壤的反馈改善了同种植物的性能并提高了物种垄断栖息地的可能性时,这种反馈就被认为是正反馈。相反,当植物—土壤反馈通过控制优势和减少活力使土壤不适合同一物种,增加了该物种被更适合新土壤条件的其他物种取代的可能性,这种反馈就被认为是负反馈。对同一种植物而言,植物—土壤反馈表现为正反馈和负反馈的净效益,其决定了植物适生性是提高还是下降。

2 植物—土壤反馈的研究进展

植物对土壤的影响及其所表现出的种属特异性,决定了植物—土壤反馈对植物群落组成的影响

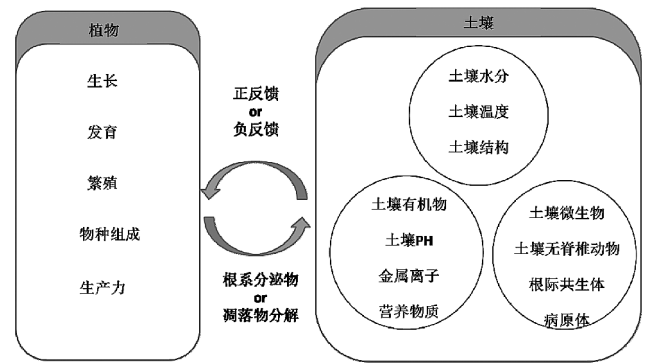


图 1 植物—土壤反馈示意图

Fig. 1 Schematic diagram of plant—soil feedback

程度,以及对生态系统功能的潜在影响^[4]。在过去 10 多年中,植物—土壤反馈的作用逐渐引起了科研人员的重视。本研究重点评述了目前关于植物—土壤反馈的最新研究成果,有助于将植物—土壤反馈的概念纳入自然生态系统组织和功能的相关理论之中。

2.1 群落演替

植物群落发展变化初期(原生演替阶段),植物之间或植物与土壤有机体之间直接的促进过程,对生态系统的发展起到关键作用,该阶段通常与植物—土壤正反馈有关^[5]。原生演替中植物—土壤正反馈的一个经典例子就是植物与固氮细菌的共生关系,这种共生关系在原生演替阶段的成功,是由于大多数母质缺乏固氮的豆科植物,而固氮细菌可以增加土壤氮^[6]。当原生演替植物产生负土壤反馈时,共生的初始效益可能成为不利条件,降低了它们与后期演替植物的竞争力,而后者对早期演替植物积累的病原体具有耐受性,这一过程也可能发生在没有共生固氮菌的早期植物种的情况下。植物—土壤负反馈的一个典型例子是马兰草^[7](*Ammophila arenaria*),这种草早期被风吹来海滩上,使它暂时逃离土壤传播的病原体,当沙丘变得稳定时,马兰草则退化,因为它的根不断暴露在土壤病原体中。这种土壤负反馈效应对后期的演替植物固氮灌木具有间接的正效应,因为它们对早期植物的病原体具有

耐受性。另外,固氮沙丘灌木也可能产生植物—土壤负反馈。在次生演替的早期,原生植被虽已不存在,但它的土壤条件基本保留,植物群落组成会因植物—土壤的负反馈而迅速发生变化。有研究发现^[8],早期的杂草类植物表现出负反馈效应,而后期的杂草类植物则表现出正反馈效应,这表明在早期次生演替中,共生菌根真菌(如丛枝菌根真菌)的作用可能比土传病原体的作用小,但在后期演替阶段则正好相反。在主要由微生物病原体和以根为食的线虫组成的土壤生物群及更大的土壤生物(如微节肢动物和昆虫)组成的生物群实验中均观察到类似的结果^[9]。虽然这些不同的土壤生物群对植物—土壤反馈整体净效应的贡献率尚不清楚,但它们在生态恢复方面具有巨大潜力。

2.2 生物入侵

植物—土壤的正反馈效应可能来自于共生互惠的生物、有机体分解有效性的增强或特定土壤病原体暴露的减少。生物入侵中,外来物种在新领地内具有侵略性的一个主要原因是它们从控制其数量的本土天敌中释放出来,从而表现出植物—土壤的正反馈效应^[10]。有研究表明^[11],外来入侵物种可以将其本土生境内的负向植物—土壤反馈转化为中性的,甚至在引进范围内变为正向植物—土壤反馈。目前,有许多利用植物—土壤反馈解释外来物种入侵的机制,一些外来物种在新环境中表现出植物—土壤负反馈,但仍然具有侵袭性,这是由于当地病原体的积累导致的,外来物种相较于本地物种更不容易受到感染^[12]。此外,其他的解释机制与植物在入侵范围内的土壤理化性质改变有关,这种改变导致为外来物种提供直接的植物—土壤正反馈,为本地物种提供植物—土壤负反馈。同时,外来植物也可能会丧失入侵能力^[13],这是由于外来植物引入会使植物—土壤正反馈效应随时间发生递减^[14-15]。另外,大多数外来物种根本就不具有入侵性,我们对这些非入侵性外来物种的植物—土壤反馈模式知之甚少。

2.3 植物的适应性——遗产效应和优先效应

植物引起土壤条件的变化被称为“土壤结转效应”或“遗产效应”。当一种植物消失后,这些效应会在土壤中持续一段时间,遗产效应会对植物群落多样性和生产力产生长期影响。例如,早期演替的禾草留下的微生物土壤遗产效应对中期演替的禾草影响比中期演替的非禾草影响更显著^[16]。优先效应在微观研究中也得到证明,即在引入某些植物

种或种群之前,原生物种比其他物种更早地改变植物种组成,这一效应可能会持续几年。优先效应已被证实对加利福尼亚草原的长期动态起到至关重要的作用^[17],对菌根真菌依赖程度高的原生物种最初的优势地位导致了真菌的高密度和原生物种的持续优势;另一方面,对菌根真菌依赖性较低的外来物种的最初优势也导致了它们的持续优势。

2.4 植物的选择性——简森-康奈尔模式、植物丰富度

简森-康奈尔模式(The Janzen-Connell pattern)又叫空间逃逸假说^[18],最初这一假说认为是由种子捕食者和地上病原体引起的,但随着研究的深入,发现成年植株附近同种植物减少的原因可能是由于局部的土壤负反馈造成的。Augsburger 和 Kelly 首次对这种可能性进行了验证,他们检验到成熟的树木积累了土壤传播的病原体,而这些土传病原体的存在阻止了同种幼苗的生长^[19]。Mangan 在热带地区的研究也证实了接近成年树种的同种幼苗成活率的降低归因于植物—土壤负反馈作用^[20],同样,在温带森林中也发现了土壤负反馈驱动简森-康奈尔模式^[21]。这些研究表明,在热带和温带森林中,成年树木附近的幼苗表现出数量下降现象是常见的。温带森林同种植种的密度与植物—土壤反馈相关,并且向热带地区迁移,因此植物—土壤反馈也可能是导致植物丰富度的纬向梯度变化原因^[22]。土壤反馈的强度和方向与树种的相对丰度有关^[20],优势树种的植物—土壤负反馈效应低于次丰富的树种。有研究表明,优势物种对土壤正反馈表现中性,而次丰富的物种则表现土壤负反馈^[23],这种相关性在森林生态系统和草原生态系统中均有发现,这使得植物—土壤反馈为植物丰富度研究提供了一种解释。然而,在半干旱草原中,没有发现物种丰富度和土壤反馈之间的关系。

2.5 全球气候变化的响应

温度升高和降水模式改变都会影响植物—土壤的反馈,对生态系统的功能产生影响。气候变化很可能直接影响土壤微生物,因为土壤变暖会刺激微生物活动并分解有机物,从而导致土壤中 C 的流失^[24]。在极端天气事件中,如干旱和暴雨,会对微生物生理和土壤微生物群落的组成产生重大影响,并对生态系统层面的碳动态产生影响。大量研究表明,气候变化对生态系统碳和养分动态的一些重要影响是通过植物及其与土壤生物的相互作用来调节的^[25]。此外,植物和土壤群落之间的多级营养相互

作用可能会被气候变化削弱,从而影响生态系统的功能^[26]。气候变化影响植物—土壤相互作用和生态系统功能可以在各种时空尺度上发挥作用。对于单个植物,在年际时间尺度上,温度变化、水的有效性和 CO₂ 浓度上升,都影响植物的光合作用和光合碳向土壤的转移,对土壤生物和生态系统的功能产生连锁效应^[27]。对松林的研究表明,大气中 CO₂ 浓度的升高增加了 C 到根系的通量,这反过来刺激了微生物活动和有机质的矿化,从而导致土壤中 C 的损失。这一过程也刺激了 N 的释放和更替以及树木对 N 的吸收,引发了积极的反馈,持续提高了树木的产量,从而在 CO₂ 升高的情况下增加了 C。温度和降水量的变化和 CO₂ 浓度的升高也会改变植物群落的生产力和组成,影响到土壤微生物和 C 循环。降水模式的改变影响了植被组成的变化,如热带雨林和非洲热带草原,降水模式的改变不仅影响光合作用,还影响光合产物在土壤中的分泌^[28-29],以及植物凋落物进入土壤有机质的数量和质量。此外,这些变化可以通过改变根系结构和根系深度来影响土壤的物理、化学和生物环境,最终影响土壤微生物群落的组成和功能^[30-31]。

2.6 生物多样性和生产力的关系

目前,关于植物多样性对生产力影响的植物—土壤反馈研究较少。有研究表明,植物多样性对生产力的影响可能是由于群落层面的土传病原体 and 营养方面的综合反应^[32]。Maron 等研究表明^[33],与混交作物相比,通过土壤灭菌可以提高单一作物的产量。这是因为土壤病原真菌可能对单一栽培条件下的生产力产生负面影响,从而解释了植物多样性与生产力之间的正相关关系。这一研究为植物多样性功能研究提供了新的视角,它们表明,混交植物群落高产的原因不仅是由于资源互补性造成的,还可能是由于混交植物群落中植物—土壤负反馈效应的稀释造成的。Kulmatisk 等^[34]进行了多物种植物—土壤反馈控制实验,发现在整个植物—土壤反馈效应范围内,负反馈会导致产量增加,而正反馈会导致产量降低。

2.7 地上一地下多级营养相互作用

根际内的土壤微生物,如根病原体或菌根真菌以及与植物不直接相互作用的土壤微生物(如分解者或捕食者),都会影响地上食草昆虫及其天敌的活动。植物根系与土壤微生物的相互作用可导致地上部分植物生长发育和营养含量的变化^[35-36]。地上和地下的草食行为都会导致土壤生物群组成的变

化。例如,地上放牧通常会导致根部的 C 排放短期增加,这会影响土壤微生物群落的功能和组成^[37]。此外,草食行为会导致根组织中原生和次生植物化合物浓度的变化,从而影响根与土壤有机体的直接作用以及根组织的分解,进而影响土壤群落的组成^[38]。目前,对这种效应的研究还较少,但现有的研究表明,包括叶状食草动物或内生真菌在内的多级营养相互作用确实会影响植物—土壤反馈^[39]。植物—土壤的反馈也可能影响植物的营养含量,从而改变地上或地下的多级营养相互作用。大多数研究都集中在共享寄主植物的联合效应上,但地上和地下生物不共享同一植物时,也会发生地上一地下相互作用。Kostenko 等研究表明^[40],草食行为通过影响土壤群落,可以改变后来在土壤中生长的植物中次生化合物的组成以及地上食草动物和拟寄生生物对这些植物的表现。可见,植物与草食动物地上、地下的多级营养交互作用会影响植物—土壤反馈的交互作用。

2.8 进化过程

植物—土壤反馈直接或间接的调节了植物的功能特性,从而影响植物和土壤生物群的进化。比如,叶片 C 到 N 的含量,都能影响土壤生物群和分解过程。有研究表明,功能植物性状的遗传变异可以影响土壤群落及其在土壤中介导的过程^[41]。基于地上生态系统的研究发现,草食动物和营养相互作用是植物重要的选择倾向。土壤生物群也是植物功能性状进化动力学的重要中介因子^[42-43],相关研究也证明植物性状的遗传变异可以影响土壤群落,而由功能植物性状形成的土壤生物群可以通过反馈作为地上性状的选择因子。因此,可以认为土壤生物是地下系统和遗传变异的重要调控因子,植物—土壤反馈可能影响从植物性状分化到物种形成的选择和进化过程。

3 植物—土壤反馈的研究展望

要进一步将植物—土壤反馈整合到生态学理论中,关键是要确定植物—土壤反馈模式的作用范围以及它们如何影响物种进化。大量研究表明,大多数直接的、种内的植物—土壤反馈效应是负面的^[44-45],这取决于所使用的方法和关注的生态系统。此外,随着时间的推移,负反馈强度的变化以及对邻近植物种的间接、特异反馈效应可能会发生变化^[46],这些问题需要在更现实的条件和时间尺度下进一步研究,从而确定植物—土壤反馈作用可以在

多大程度上解释植被的时空模式和过程。另外,在野外进行反馈实验的同时,需要在可控的室内条件下进行反馈实验的补充和验证。

今后的研究还需要比较不同生态系统之间的植物—土壤反馈以及这些生态系统内的演替阶段。植物和土壤的反馈可能会因生态系统不同产生差异,因此需要确定控制这种变化的因素。例如,具有增强养分获取特性的植物与具有资源保护特性的植物在功能上有不同的土壤群落,直接的实验测试却很难确定这些差异如何反馈给植物生长,因此很难评估植物的功能性状能在多大程度上影响植物—土壤反馈的大小或方向。

近几年,生态模型成为了解植物—土壤反馈对植物群落变化潜在影响的新途径,利用生态模型可以预测植物—土壤负反馈促进多样性或植物—土壤正反馈抑制多样性。目前,植物—土壤反馈模型主要依赖于简单的两种植物系统^[47],还需要将这些模型放在更多种植物群落中去验证,从而理解植物—土壤反馈相对于其他因素的作用。研究植物—土壤反馈的目的是利用其对地上生物多样性的影响,管理陆地生态系统,为人类提供相应的生态系统服务,主要挑战是如何利用现有的认知来调节气候变暖的影响、保护濒危物种、控制外来入侵种、提高食物和生物能源的可持续性,这一领域的研究将可能是可持续性科学和生态学的重点方向。

参考文献:

- [1] BEVER J D, WESTOVER K M. Incorporating the soil community into plant population dynamics: the utility of the feedback approach[J]. *Journal of Ecology*, 1997, 85(5):561-573.
- [2] KULMATISKI A, BEARD K H, STEVENS J R, et al. Plant - soil feedbacks: a meta-analytical review[J]. *Ecology Letters*, 2008, 11(9):980-992.
- [3] VOORDE T F, PUTTEN W H, BEZEMER T M. Intra- and interspecific plant - soil interactions, soil legacies and priority effects during old - field succession [J]. *Journal of Ecology*, 2011, 99(4):945-953.
- [4] BARDETT R D, WARDLE D A. Aboveground - below-ground linkages; biotic interactions, ecosystem processes, and global change[M]. Oxford University Press, 2010.
- [5] REYNOLDS H L, PACKER A, BEVER J D, et al. Grass-roots ecology: plant-microbe-soil interactions as drivers of plant community structure and dynamics[J]. *Ecology*, 2003, 84(9):2281-2291.
- [6] CORTI G, UGOLINI F C, AGNELLI A, et al. The soil skeleton, a forgotten pool of carbon and nitrogen in soil [J]. *European Journal of Soil Science*, 2002, 53(2):283-298.
- [7] PUTTEN W H, DIJK C V, TROELSTRA S R. Biotic Soil Factors Affecting the Growth and Development of *Amphiphila arenaria*[J]. *Oecologia*, 1988, 76(2):313-320.
- [8] KARDOL P, BEZEMER T M, PUTTEN W H. Temporal variation in plant - soil feedback controls succession[J]. *Ecology Letters*, 2006, 9(9):1080-1088.
- [9] DEYN G B, RAAIJMAKERS C E, ZOOMER H R, et al. Soil invertebrate fauna enhances grassland succession and diversity[J]. *Nature*, 2003, 422(6933):711-713.
- [10] 郑洁. 闽江河口红树林根际土壤微生物群落对互花米草入侵的响应[D]. 福州:福建农林大学, 2018.
- [11] CALLAWAY R M, RIDENOUR W M. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability[J]. *Frontiers in Ecology & the Environment*, 2004, 2(8):436-443.
- [12] MANGLA S, INDERJIT, CALLAWAY R M. Exotic invasive plant accumulates native soil pathogens which inhibit native plants[J]. *Journal of Ecology*, 2008, 96(1):58-67.
- [13] HAWKES C V. Are invaders moving targets? The generality and persistence of advantages in size, reproduction, and enemy release in invasive plant species with time since introduction[J]. *The American Naturalist*, 2007, 170(6):832-843.
- [14] DIEZ J M, DICKIE I, EDWARDS G, et al. Negative soil feedbacks accumulate over time for non-native plant species[J]. *Ecology Letters*, 2010, 13(7):803-809.
- [15] LANKAU R A, NUZZO V, SPYREAS G, et al. Evolutionary limits ameliorate the negative impact of an invasive plant[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2009, 106(36):15362-15367.
- [16] KARDOL P, CORNIPS N J, KEMPEN M M, et al. Microbe-mediated plant-soil feedback causes historical contingency effects in plant community assembly[J]. *Ecological Monographs*, 2007, 77(2):147-162.
- [17] VOGELSANG K M, BEVER J D. Mycorrhizal densities decline in association with nonnative plants and contribute to plant invasion[J]. *Ecology*, 2009, 90(2):399-407.
- [18] TERBORGH J. Enemies maintain hyperdiverse tropical forests[J]. *The American Naturalist*, 2012, 179(3):303-314.
- [19] AUGSPURGER C K, KELLY C K. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density, and light conditions[J]. *Oecologia*, 1984, 61(2):211-217.

- [20] MANGAN S A, SCHNITZER S A, HERRE E A, et al. Negative plant-soil feedback predicts tree-species relative abundance in a tropical forest[J]. *Nature*, 2010, 466(7307):752-755.
- [21] PACKER A, CLAY K. Soil pathogens and spatial patterns of seedling mortality in a temperate tree [J]. *Nature*, 2000, 404(6775):278-281.
- [22] JOHNSON D J, BEAULIEU W T, BEVER J D, et al. Conspecific negative density dependence and forest diversity[J]. *Science*, 2012, 336(6083):904-907.
- [23] KLIRONOMOS J N. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities[J]. *Nature*, 2002, 417(6884):67-70.
- [24] DORREPAAL E, TOET S, LOGTESTIJN R S, et al. Carbon respiration from subsurface peat accelerated by climate warming in the subarctic [J]. *Nature*, 2009, 460(7255):616-619.
- [25] VRIES F T, LIIRI M E, BGØRNLUND L, et al. Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought [J]. *Nature Climate Change*, 2012, 2(4):276-280.
- [26] WARDLE D A, BARDGETT R D, CALLAWAY R M, et al. Terrestrial ecosystem responses to species gains and losses[J]. *Science*, 2011, 332(6035):1273-1277.
- [27] DRAKE J E, BUDYNEK A G, HOFMOCKEL K S, et al. Increases in the flux of carbon belowground stimulate nitrogen uptake and sustain the long-term enhancement of forest productivity under elevated CO₂ [J]. *Ecology Letters*, 2015, 14(4):349-357.
- [28] WARD S E, BARDGETT R D, MCNAMARA N P, et al. Plant functional group identity influences short-term peatland ecosystem carbon flux: evidence from a plant removal experiment[J]. *Functional Ecology*, 2009, 23(2):454-462.
- [29] 高雪峰. 短花针茅荒漠草原优势植物根系分泌物及其主要组分对土壤微生物的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2017.
- [30] CHAPIN F S, MCFARLAND J, MCGUIRE A D, et al. The changing global carbon cycle: linking plant-soil carbon dynamics to global consequences[J]. *Journal of Ecology*, 2009, 97:840-850.
- [31] OSTLE N J, SMITH P, FISHER R, et al. Integrating plant-soil interactions into global carbon cycle models [J]. *Journal of Ecology*, 2009, 97(5):851-863.
- [32] KROON H, HEMDRIS M, RUIJVEN J, et al. Root responses to nutrients and soil biota: drivers of species coexistence and ecosystem productivity[J]. *Journal of Ecology*, 2012, 100(1):6-15.
- [33] MARON J L, MARLER M, KLIRONOMOS J N, et al. Soil fungal pathogens and the relationship between plant diversity and productivity[J]. *Ecology Letters*, 2011, 14(1):36-41.
- [34] KULMATISKI A, BEARD K H, HEAVILIN J. Plant-soil feedbacks provide an additional explanation for diversity-productivity relationships [J]. *Proceedings of the Royal Society of London Series B. Biological Sciences*, 2012, 279:3020-3026.
- [35] BARDGETT R D, WARDLE D A. Aboveground-belowground linkages: biotic interactions, ecosystem processes, and global change [J]. *Eos Transactions American Geophysical Union*, 2011, 92(26):222.
- [36] SOLER R, BADENES-PÉREZ F R, BROEKGAARDEN C, et al. Plant-mediated facilitation between a leaf-feeding and a phloem-feeding insect in a brassicaceous plant: from insect performance to gene transcription[J]. *Functional Ecology*, 2012, 26(1):156-166.
- [37] HAMILTON E W, FRANK D A. Can plants stimulate soil microbes and their own nutrient supply? Evidence from a grazing tolerant grass [J]. *Ecology*, 2001, 82(9):2397-2402.
- [38] DAM N M, QIU B L, HORDIJK C A, et al. Identification of biologically relevant compounds in aboveground and belowground induced volatile blends [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2010, 36(9):1006-1016.
- [39] MIKOLA J, NIEMINEN M, ILMARINEN K, et al. Belowground responses by AM fungi and animal trophic groups to repeated defoliation in an experimental grassland community[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2005, 37(9):1630-1639.
- [40] KOSTENKO O, GROOTEEMAAT S, PUTTEN W H, et al. Effects of diversity and identity of the neighbouring plant community on the abundance of arthropods on individual ragwort (*Jacobaea vulgaris*) plants[J]. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 2012, 144(1):27-36.
- [41] SCHWEITZER J A, BAILEY J K, FISCHER D G, et al. Plant-soil-microorganism interactions: Heritable relationship between plant genotype and associated soil microorganisms[J]. *Ecology*, 2008, 89(3):773-781.
- [42] LANKAU R A, WHEELER E, BEMMETT A E, et al. Plant-soil feedbacks contribute to an intransitive competitive network that promotes both genetic and species diversity [J]. *Journal of Ecology*, 2011, 99(1):176-185.
- [43] LAU J A, LENNON J T. Evolutionary ecology of plant-microbe interactions: soil microbial structure alters selection on plant traits. [J]. *New Phytologist*, 2011, 192(1):215-224.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.010

三江并流区不同林型土壤肥力评价

肖蒙¹,何欢²,王营哲¹,熊俊芬¹,秋新选³,何忠俊¹

(1. 云南农业大学资源与环境学院,云南昆明 650201; 2. 北京林业大学水土保持学院,北京 100083;
3. 云南省林业调查规划院,云南昆明 650051)

摘要:以三江并流区4种林型(云南松林、多变石栎+旱冬瓜混交林、山杨林、云南铁杉林)土壤为研究对象,测定9种土壤主要理化指标,分析不同剖面土壤养分含量变化及分级特征,参照全国第二次土壤普查各属性分级指标,结合改进的内梅罗指数对土壤肥力进行综合评价。结果表明,4种林型下的土壤砾石含量为10%~50%,土壤机械组成为砂粒>粉粒>粘粒,粉黏比为0.71~2.68,属于偏砂质黏壤土;土壤pH值在5.15~6.77,C/N为6.09~15.95;不同林型下土壤有机质、全氮、碱解氮、速效钾和阳离子交换量属丰富水平且均随土壤深度增加而减少,全钾和速效磷含量较低,前者随着土层加厚而增加,后者分布无明显规律。4种林型下的土壤内梅罗综合评价指数在0.9~1.8,肥力状况一般,不同林型土壤肥力综合系数排序:云南铁杉林>山杨林>多变石栎混交林>云南松林,普遍表现出深层养分缺乏,应适当补充P素和K素。

关键词:不同林型;土壤肥力评价;土壤理化性质;内罗梅指数;三江并流区

中图分类号:S714.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0052-07

引文格式:肖蒙,何欢,王营哲,等.三江并流区不同林型土壤肥力评价[J].林业调查规划,2019,44(2):52-58.

XIAO Meng, HE Huan, WANG Yingzhe, et al. Evaluation for Soil Fertility of Different Forest Types in the Three Parallel Rivers [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 52-58.

Evaluation for Soil Fertility of Different Forest Types in the Three Parallel Rivers

XIAO Meng¹, HE Huan², WANG Yingzhe¹, XIONG Junfen¹, QIU Xinxuan³, HE Zhongjun¹

(1. College of Resource and Environment, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;
3. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: Based on the data of 4 forest types (*Pinus yunnanensis* forest, *Lithocarpus variolosus* + *Alnus nepalensis* forest, *Populus davidiana* forest, *Tsuga dumosa* forest) in the Three Parallel Rivers, the 9 indexes of soil physico-chemical properties were measured to analyze the changes and grading characteristics of nutrient contents in different forest soils. The fertility of different forest soils were comprehensively

收稿日期:2018-11-26.

基金项目:云南省科技厅自然科学基金面上项目(2006D0039M);云南省第四次森林资源规划设计调查—森林土壤专业调查(00000000038-407).

第一作者:肖蒙(1993-),女,山东菏泽人,硕士研究生.主要从事土壤分类方面的研究.

责任作者:秋新选(1963-),男,陕西永寿人,高级工程师.从事林业调查规划、森林经营、森林土壤等方面的研究.

何忠俊(1962-),男,陕西城固人,博士,教授.从事土壤地理和药用植物营养与施肥方面的研究. Email: hezhongjun@hotmail.com

evaluated based on the second national soil census and the improved Nemerow index. The results showed that the gravel content of four forest types was 10%~50%, the range of soil mechanical composition was sand>silt>clay, and the ratio of silt and clay distributed between 0.71 to 2.68 belonging to the sandy clay loam. The pH value of soil ranged from 5.15 to 6.77, and the C/N was between 6.09 to 15.95. The content of soil organic matter, total nitrogen, available nitrogen, available potassium and cation exchange capacity was rich and decreased with the increase of soil depth. The content of total potassium and available phosphorus was lower, the former increased with soil depth increased while the latter had no rules. The comprehensive evaluation of Nemerow index was 0.9~1.8, indicating the common fertility. The soil fertility index of different forest types was *Tsuga dumosa* forest>*Populus davidiana* forest>*Lithocarpus variolosa*+*Alnus nepalensis* forest>*Pinus yunnanensis* forest. The nutrient of deep soil was deficiency and the P and K should be replenished in most area.

Key words: different forest types; evaluation for soil fertility; soil physico-chemical properties; Nemerow index; the Three Parallel Rives

土壤是植物生长最重要的环境因素之一,对森林群落演替起着重要的作用,同时在维护群落稳定性、保持植物群落结构和功能方面具有重要意义^[1],土壤肥力是土壤的基本属性和本质特征,是土壤物理、化学和生物等特性的综合反映,其中土壤物理性质、土壤酸碱度、土壤有机质、氮磷钾含量及其有效态是其重要表现方面^[2]。森林土壤肥力是林地生产力的基础,是供给森林植物生长所需的水分和养分的重要基质,为植物提供可持续生长以及抵御侵蚀的能力,直接影响林木的生长和分布状况^[3]。何忠俊等研究表明,不同林型间因为凋落物类型、分解速度不同,使得不同林型下土壤肥力水平不尽相同,各树种对养分的吸收也会影响土壤的肥力^[4]。天然林与人工林相比有先天的优势,且影响肥力的因素多样^[5]。“三江并流区”属于东亚植物区的横断山地区,地形复杂,森林类型丰富,用材树种达 300 余种,是中国主要的天然林保护基地,对当地的水源涵养功能明显。不少学者对该地区土壤结构和土壤类型做了详细的研究^[6-7],而针对林下土壤肥力特征的研究较少。本研究选取“三江并流区”云南松林、多变石栎混交林、山杨林、云南铁杉林 4 种森林类型下的土壤作为研究对象,测定其主要理化指标和肥力指标,分析各林型下不同剖面发生层的土壤肥力变异特性,结合内梅罗指数综合评价不同林型下土壤肥力特征,旨在为该地区森林生态系统研究以及森林经营管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

“三江并流区”位于云南省西北部,是由怒江、

澜沧江、金沙江 3 条大江并行奔流 400 km 所形成的,主要包括迪庆、丽江、大理和怒江部分区域,地理坐标为东经 98°05′~100°30′,北纬 25°30′~29°15′,总面积约 40 000 km²,河流流经高黎贡山、怒山、梅里雪山等山脉,气候类型多样,包含南亚热带、寒温带、暖温带、温带、中亚热带等多种气候,动植物类型多样,生态系统多样性和单位面积内生态系统类型丰富,也是著名的动植物模式标本产地。区内森林类型丰富多样,包含了很多的珍贵濒危植物,如云南松林、长苞冷杉林等^[8],有高等植物 210 余科 6 000 余种,容纳了中国 20% 的高等植物种类。

1.2 样品采集与处理

选择 4 种林型下典型的样地,按照土壤发生层分层采样(A、B、C),最后以四分法留取部分土样,装袋贴上标签带回,具体采样点概况如表 1 所示。

采回的土样放在无阳光直射、干燥通风的地方自然风干,风干后过 2 mm、1 mm、0.25 mm 粒径筛后装入塑料自封袋中备用。

1.3 实验方法

测定土壤的有机质、pH 值、全氮、全钾、全磷等 11 个指标,其中有机质采用重铬酸钾法^[9],pH 值采用电位法^[9],全氮采用半微量开氏法^[9],全钾采用氢氧化钠熔融—火焰光度法^[9],全磷采用硫酸—高氯酸—钼锑抗比色法^[9];碱解氮采用碱解扩散法^[9],速效磷和速效钾分别采用碳酸氢钠浸提钼蓝比色法^[9]和醋酸铵溶液浸提—火焰光度法^[9]测定;土壤机械组成采用甲种比重计法测定(粘粒<0.002 mm,粉粒为 0.02~0.002 mm,砂粒为 2~0.02 mm)^[10]。每个指标重复 3 次取平均值。

表 1 不同林型采样地基本情况

Tab.1 General description of samples in different forests

林型	经度	纬度	海拔	母质	地形	坡度	坡向	土壤类型	植被类型
云南松林	39°55'44"	27°04'30"	2808.1	泥质页岩坡积物	亚高山下部	35°	北	黄棕壤	华山松 (<i>Pinus armandii</i>)、栎 (<i>Quercus</i>)、红桦 (<i>Red Birch</i>)
多变石栎林+早冬瓜林	99°98'13"	25°78'24"	2544	砂岩坡积物	亚高山上部	36°	北	黄棕壤	大白花杜鹃 (<i>White azalea</i>)、马缨花 (<i>Rhododendron delavayi</i>)、南烛 (<i>Lyonia</i>)
山杨林	99°38'19"	27°54'3.6"	3330	花岗岩、砂岩坡积物	中山	10°	东	棕壤	山杨 (<i>Populus davidiana</i>)、高山柏 (<i>Squamata</i>)、峨眉蔷薇 (<i>Emei rose</i>)
云南铁杉	100°15'44"	27°10'13"	3150	砂岩坡积物	亚高山中部	17°	西南	棕壤	丽江云杉 (<i>Picea likiangensis</i>)、响叶杨 (<i>Populus adenopoda</i>)

1.4 评价方法

参照全国第二次土壤普查各属性分级指标^[11] (表 2), 结合改进的内梅罗指数对不同林型下土壤综合肥力进行综合评价。为消除各参数之间的量纲差别, 对不同指标进行标准化处理, 具体方法如下:

表 2 土壤各属性分级指标

Tab.2 Grading criterion for various soil properties

土壤属性	Xa	Xc	Xp
pH/(g · kg ⁻¹)	4.5	5.5	6.5
有机质/(g · kg ⁻¹)	10	20	30
全氮/(g · kg ⁻¹)	0.75	1.5	2.0
全磷/(g · kg ⁻¹)	0.4	0.6	1.0
全钾/(g · kg ⁻¹)	5	20	25.0
碱解氮/(mg · kg ⁻¹)	60	120	180
速效磷/(mg · kg ⁻¹)	5	10	20
速效钾/(mg · kg ⁻¹)	50	100	200
CEC/(cmol · kg ⁻¹)	5	10	15

当属性值属于差的一级, 即 $C_i \leq X_a$ 时, $P_i = C_i / X_a (P_i < 1)$;

当属性值属于中等一级, 即 $X_a < C_i < X_c$ 时, $P_i = 1 + (C_i - X_a) / (X_c - X_a) (1 < P_i < 2)$;

当属性值属于较好一级, 即 $X_c < C_i < X_p$ 时, $P_i = 2 + (C_i - X_c) / (X_p - X_c) (2 < P_i < 3)$;

当属性值属于好的一级时, 即 $C_i > X_p$ 时, $P_i = 3$ 。式中, P_i 为属性分系数, C_i 为该属性测定值, X_a 、 X_c 、 X_p 为分级指标。

采用内梅罗指数计算肥力系数公式如下:

$$P = \sqrt{\frac{(\overline{P_i})^2 + (p_{i_{\min}})^2}{2}} \cdot \frac{n-1}{n}$$

式中: P 为土壤综合肥力系数; $\overline{P_i}$ 为各属性分肥力系数的平均值; $p_{i_{\min}}$ 为土壤各属性分肥力系数的最小值; n 为参与评价的土壤属性个数。

2 结果与分析

2.1 不同森林类型土壤的物理性质特征

由表 3 可知, 不同林型下土壤粘粒含量为 6.9%~36.37%, 粉粒含量为 10.38%~40.96%, 砂粒含量为 35.49%~82.48%, 可以看出各个剖面(A 层)下砂粒含量>粉粒含量>粘粒含量。土壤质地是反映土壤肥力的重要因素, 粉黏比与砾石含量一定程度上决定了土壤质地和土壤结构类型^[12]。不同林型粉黏比为 0.71~2.68, 土壤砾石含量最高为 48.03%, 不同剖面间无明显规律, 4 种林型下土壤剖面的风化程度均较低, 发育程度较差。各剖面下土壤质地为轻砾或多砾砂质黏壤土, 砾石会通过增强土壤水分下渗的速率, 使得土壤保水保肥功能降低。

2.2 不同森林类型土壤化学特征

2.2.1 土壤 pH

土壤酸碱度是土壤的重要化学性质, 对土壤微生物的活性、矿物质和有机质的分解以及养分元素的释放、固定、迁移等起重要作用, 因而也影响着元素的生物有效性和毒性。表 4 显示, 4 种森林类型各土壤剖面 pH 值为 5.15~6.77, 变幅较小, 除云南铁杉林土壤的 pH 值与土层厚度变化趋势相反外, 其他林型的 pH 值表现出随土层加深逐渐变大的

表 3 不同森林类型土壤的物理性质特征
Tab. 3 Physical property of soil in different forest types

林型	剖面	层次厚度 /cm	土壤机械组成			砾石含量 /%	粉/粘	质地分类
			粘粒 <0.002 mm	粉粒 0.02~ 0.002 mm	砂粒 2~ 0.02 mm			
云南松林	A	0~16	17.52	18.58	63.91	15.20	1.06	多砾砂质黏壤土
	B	16~40	6.90	10.62	82.48	17.74	1.54	砂多砾质壤土
	C	40~118	14.53	10.38	75.09	15.59	0.71	多砾砂质壤土
多变石栎林 +早冬瓜林	A	0~16	22.52	27.76	49.72	42.90	1.23	轻砾石土(黏壤土)
	B	16~26	22.14	36.04	41.82	47.80	1.63	轻砾石土(黏壤土)
	C	26~100	23.55	40.96	35.49	42.55	1.74	轻砾石土(黏壤土)
山杨林	A	0~13	18.73	39.07	42.20	5.60	2.09	中砾黏壤土
	B	13~52	12.99	34.81	52.21	6.43	2.68	中砾壤土
	C	>52	26.08	26.08	47.83	0.00	1.00	壤质黏土
云南铁杉	A	0~18	10.72	28.20	61.08	33.14	2.63	轻砾石土(砂质壤土)
	B	18~30	20.90	21.44	57.66	48.03	1.03	轻砾石土(砂质黏壤土)
	C	30~100	36.37	26.35	37.28	36.51	0.72	轻砾石土(壤质黏土)

趋势,云南松林和云南铁杉林土壤的 pH 值平均高于其他 2 种林型。根据土壤养分含量分级^[2],除多变石栎林的土壤 pH<5.5,为酸性土壤以外,其他 3 种林型土壤均为弱酸性土壤。土壤酸碱度与土壤盐基饱和度有密切关系,一般情况下土壤 pH 值随盐基饱和度增加而增高,4 种林型中,云南铁杉林土壤 pH 值较高,其盐基饱和度也高于其他林型。

2.2.2 土壤有机质和氮素

土壤有机质含量是评价土壤肥力的一个重要指标,主要来源于枯枝落叶分解与微生物的活动。由表 4 可知,4 种林型土壤有机质含量为 5.70~339.35 g/kg,不同林型之间有机质含量差异较大,整体表现为:山杨林<多变石栎混交林<云南松林<云南铁杉林,且有机质含量随土层加深而减少。

表 4 不同森林类型土壤化学性质
Tab. 4 Chemical property of soil in different forest types

林型	剖面	pH	有机质 /(g· kg ⁻¹)	全氮 /(g· kg ⁻¹)	全磷 /(g· kg ⁻¹)	全钾 /(g· kg ⁻¹)	碱解氮 /(mg· kg ⁻¹)	速效磷 /(mg· kg ⁻¹)	速效钾 /(mg· kg ⁻¹)	C/N	CEC /(cmol· kg ⁻¹)	盐基 饱和度 /%
云南松林	A	5.19	136.48	4.96	0.45	11.53	268.26	3.83	224.12	15.95	39.11	48.73
	B	6.59	83.04	2.66	0.45	12.38	129.62	9.41	213.56	18.08	21.12	63.19
	C	6.67	32.30	1.77	0.38	15.25	82.08	8.81	146.28	10.57	-	-
多变石栎林 +早冬瓜林	A	5.15	76.55	2.64	0.60	6.54	168.48	7.40	130.91	16.81	24.27	25.65
	B	5.49	19.77	1.28	0.47	6.56	88.07	2.28	108.40	8.97	16.74	35.80
	C	5.31	8.55	0.74	0.36	13.14	44.03	5.50	286.31	6.71	-	-
山杨林	A	5.54	47.84	2.66	1.01	10.93	154.56	7.11	91.40	10.42	21.55	81.48
	B	5.72	25.54	1.38	0.88	10.84	82.16	1.97	50.29	10.77	17.80	74.99
	C	6.28	5.70	0.54	1.02	11.45	53.81	17.03	30.73	6.09	-	-
云南铁杉林	A	6.77	339.35	13.78	2.05	3.67	733.09	29.14	125.06	14.29	58.98	83.98
	B	6.36	75.05	3.90	1.25	5.67	256.53	5.49	129.58	11.16	41.10	79.88
	C	6	29.39	1.87	1.58	8.53	125.12	5.40	68.82	9.13	-	-

云南铁杉林 A 层有机质含量最高,为 339.35 g/kg,其次为云南松林,为 136.48 g/kg,山杨林 A 层有机质含量最低,为 47.84 g/kg。在养分含量分级中,4 种林型 A 层有机质含量分级均为极丰富,B 层有机质含量为适宜或丰富,C 层有机质含量较为缺乏。各林型之间有机质含量差异较大,主要与表层枯枝落叶的积累量以及微生物分解活动有一定的关系。

由表 4 可知,土壤全氮含量为 0.54~13.78 g/kg,碱解氮含量为 44.03~733.09 mg/kg,变幅较大,A 层全氮含量为 2.64~13.78 g/kg,碱解氮含量为 154.56~733.09 mg/kg,云南铁杉的全氮和碱解氮含量均最高,分别为 13.78 g/kg 和 733.09 mg/kg,C 层全氮含量为 0.54~1.87 g/kg,变幅较小且含量较低,全氮和碱解氮含量在不同发生层间均表现出明显的表聚性。不同林型整体全氮含量排序为:多变石栎混交林 \approx 山杨林<云南松林<云南铁杉林,不同林型间碱解氮含量表现出与全氮含量相同的规律。云南铁杉林与云南松林 A 层全氮含量为极丰富,C 层全氮含量丰富或适宜,多变石栎混交林与山杨林 A 层全氮含量极丰富,C 层全氮含量为缺乏或极缺乏,不同林型土壤碱解氮含量分级变化与土壤全氮相同。

对于森林系统来说,土壤 C/N 是土壤有机质含量和分解作用平衡的结果,代表了 N 素的矿化能力,C/N 小于 25 时更能促进植物生物量积累和土壤速效养分含量增加^[13]。不同林型下土壤 C/N 值为 6.09~15.95,不同林型之间土壤 C/N 值差异较小,均在 10 左右,不同土层之间 C/N 变化规律不明显,A 层 C/N 值高于 C 层,可能与各林型周围生长环境、阳光直射和微生物的活跃度有一定的关系。

2.2.3 土壤 P、K 素

由表 4 可知,土壤全钾含量为 3.67~15.25 g/kg,不同林型之间差异较大,云南铁杉林全钾含量最低,云南松林和多变石栎混交林的全钾含量较高。随着土层加深,土壤全钾含量总体增大,可能是由于表层植物根系分布较多对全钾的吸收利用率较高。O 全磷含量为 0.36~2.05 g/kg,不同林型之间全磷含量的变化规律与全钾相反,不同土层之间变化规律不明显,云南铁杉林的全磷含量最高,为 2.05 g/kg(A 层)。不同林型全钾含量分级为较低或缺乏,云南铁杉林为极缺乏,多数林型土壤全磷含量分级较低,而云南铁杉林 A 层全磷含量分级为极丰富。

土壤速效磷含量为 2.28~29.14 mg/kg(表 4),受各林型显著影响,差异较大,各土层间速效磷含量

变化不具规律性,云南铁杉林 A 层速效磷含量(29.14 mg/kg)较高,随土层加厚,速效磷含量急剧减少,其他林型速效磷的含量均在 10 mg/kg 以下。速效钾含量为 30.73~286.31 mg/kg,变幅较大,随土层加厚,土壤速效钾含量总体减小,以云南松林含量最高,为 286.31 mg/kg(A 层),山杨林含量最低,为 91.40 mg/kg(A 层)。除云南铁杉林(A 层)速效磷含量丰富以外,其他林型均为缺乏或较缺乏,速效钾含量为适宜或丰富,山杨林含量等级较低。

2.2.4 土壤阳离子交换量与盐基饱和度

土壤阳离子交换量(CEC)是指土壤能吸附和交换的阳离子总量,其大小是反映土壤保蓄和缓冲、供给的能力,可作为评价土壤肥力的重要指标^[14]。由表 4 可知,阳离子交换量为 17.80~59.68 cmol/kg,由 A 层向下含量减少,以云南铁杉(A 层)CEC 含量最高,为 58.98 cmol/kg,山杨林(A 层)CEC 含量最低,为 21.55 cmol/kg。有机质(A 层)作为土壤胶体的重要组分,是阳离子交换量的主要贡献因子^[13],阳离子交换量在不同林型及土层间的变化规律与有机质含量变化相同。盐基饱和度可用来衡量土壤养分的有效性和循环过程,盐基饱和度越高,土壤养分有效性越高。4 种林型的土壤盐基饱和度为 25%~83%,除多变石栎混交林的盐基饱和度较低以外,其他林型的盐基饱和度均在 50%以上。

2.3 土壤肥力评价

采用修正的内梅罗指数法评价不同森林下表层土壤肥力,选用的指标主要包括 pH 值、有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾、阳离子交换量(CEC)等 9 个指标(表 5)。

不同林型的肥力系数显示,4 种林型下土壤有机质、全氮和阳离子交换量肥力系数均达到了最高水平,全钾和有效磷的肥力系数较低,综合肥力系数排序为:云南松林(1.49)<多变石栎混交林<山杨林(1.72)<云南铁杉林(1.74)。4 种林型土壤综合肥力系数均为 0.9~1.8,处于第三等级,肥力状况一般。云南松林下土壤肥力受速效磷含量显著影响,而云南铁杉林肥力状况则主要受全钾的影响,导致肥力等级较低(表 6)。

3 讨论

对比 4 种林型下的土壤,砂粒含量为 35.49%~82.48%,除山杨林砾石含量在 10% 以下,其他 3 种林型砾石含量均为 10%~50%,且差异性不大,

表 5 不同林型下土壤综合肥力
Tab. 5 Soil fertility of different forest types

林型	A 层厚度 /cm	Pi									平均值	P
		pH	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	CEC		
云南松林	16	1.69	3.00	3.00	1.25	1.44	3.0	0.77	3.00	3.00	2.24	1.49
多变石栎林 +早冬瓜林	16	1.65	3.00	3.00	2.00	1.10	2.81	1.48	2.31	3.00	2.26	1.58
山杨林	13	2.04	3.00	3.00	3.00	1.39	2.58	1.42	1.83	3.00	2.36	1.72
云南铁杉	18	3.00	3.00	3.00	3.00	0.73	3.00	3.00	2.25	3.00	2.66	1.74

表 6 土壤肥力等级划分
Tab. 6 Grading of soil fertility

项目	肥力等级			
	一	二	三	四
肥力系数范围	>2.7	1.8~2.7	0.9~1.8	<0.9
评语	很肥沃	肥沃	一般	贫瘠

受砂粒和砾石含量的影响,土壤质地为轻砂或中砂质黏壤土,山杨林母质层砾石含量为零,质地为黏壤土,主要与该林型下母岩类型和母质风化程度有关,土壤质地偏砂或偏黏都对土壤肥力有很大的影响^[15],实验结果表明研究林型土壤质地大部分为少砂质黏壤土,砾石含量适中,表明该地区的土壤保肥性能较好。

我国大多数林分土壤呈弱酸性,没有强酸性土壤,4种森林类型各土壤剖面 pH 值为 5.15~6.77,整体为弱酸性土壤,仅多变石栎与早冬瓜混交林为酸性土壤,这与其他关于林地土壤 pH 值的研究结果较为一致^[16],主要是因为针叶林或落叶阔叶林凋落物在气候的影响和微生物分解的作用下,产生有机酸向下淋洗,但同时林地土壤的盐基饱和度较高,缓冲了土壤酸性。4种林型中,针叶林土壤 pH 值高于落叶阔叶混交林,与刘菊秀等对广东鼎湖山森林土壤 pH 值的研究结果一致^[17]。其中,云南铁杉林土壤 pH 值最高,接近中性,可能因为该林型所处海拔较高,凋落物分解速率较低,产生有机酸含量较少。其他林型之间差异不大,也进一步反映了不同林型对土壤 pH 值的影响占比不大^[18]。

对于不同林型下土壤养分含量的变化。有机质含量是评价土壤肥力的重要因素,各林型有机质含量在 5.70~339.35 g/kg,随着土层加厚而降低,与养分的表聚性有一定的关系,4种林型有机质含量

分级均为极丰富或丰富,且针叶林有机质量高于阔叶混交林,与王芳等^[19]对大小兴安岭不同林分土壤肥力研究结果不同,分析其原因:一方面可能是因为针叶林林龄较大,凋落物积累量较多,另外,针叶林周围的凋落物多是针叶等粗糙物,有机质分解速度较慢,有利于土壤有机质的积累,阔叶林则以软质易分解的枯落物为主,有利于养分归还但不利于有机质积累^[20-21]。另一方面可能因为针叶林腐殖质胶体形成的团聚体与水稳性团聚体含量较高,提高了土壤的结构性和抗蚀性,避免养分被淋洗流失。还与林型所处坡度有关,多变石栎混交林与山杨林所处坡度较大,不利于有机质的积累。全氮、碱解氮、全磷、速效钾和阳离子交换量的养分含量分级均较高且随土壤深度的增加而降低,主要因为表层具有大量的枯枝落叶,受矿物分解、转化积累、土壤呼吸和微生物分解等影响,土壤养分呈现富集于表层的状态。全钾含量则与全氮等养分含量的变化相反,随土层加深而逐渐增加。速效磷未表现出明显的变化规律且含量较低,它与全钾成为了限制土壤肥力的主要因素。

采用改进的内梅罗指数评价不同林型下土壤肥力的结果表明,不同林型综合肥力系数为 1.49~1.74,林型间土壤肥力排序为:云南松林<多变石栎混交林<山杨林<云南铁杉,综合土壤肥力状况一般,比北京九龙山地区森林土壤肥力^[16]高,与大小兴安岭林区土壤肥力相比^[19]略低。不同林型土壤的全钾和速效磷含量较低,且深层土壤各养分含量均较缺乏,应加强土壤深层养分监测,及时补充钾素及磷素等养分。各林型化学指标的排序与土壤肥力指数顺序并不完全一致,说明影响土壤肥力评价的因素多样,评价时还应加入土壤容重、含水量以及生物因素,使得土壤肥力评价更加客观、全面。

4 结论

1) 供试剖面土壤粘粒含量为 6.9%~36.37%, 粉粒含量为 10.38%~40.96%, 砂粒含量为 35.49%~82.48%, 粉黏比为 0.71~2.68, 剖面风化程度较低, 土壤砾石含量最高为 48.03%, 土壤质地为砂质黏壤土。

2) 不同剖面 pH 为 5.15~6.77, 整体上为弱酸性土壤, 各剖面的有机质、全氮、碱解氮、速效钾和阳离子交换量含量丰富, 且均随着土壤深度增加而降低, 全钾含量随土层加厚而增加, 深层钾素和磷素缺乏, 不同林型间总体养分以云南铁杉林最高, 山杨林最低。

3) 内梅罗综合评价指数为 0.9~1.8, 土壤肥力等级均为第 3 等级, 肥力状况一般, 不同林型肥力排序为: 云南铁杉林>山杨林>多变石栎混交林>云南松林。

参考文献:

- [1] 齐鹏, 刘贤德, 赵维俊, 等. 祁连山大野口流域青海云杉林土壤肥力评价[J]. 草原与草坪, 2015, 35(4): 37-43.
- [2] 周伟, 王文杰, 张波, 等. 长春市森林绿地土壤肥力评价[J]. 生态学报, 2017(4): 1211-1220.
- [3] BAUTISTA-CRUZ A, DEL CASTILLO R F, ETCHEVERS-BARRA J D, et al. Selection and interpretation of soil quality indicators for forest recovery after clearing of a tropical montane cloud forest in Mexico [J]. Forest Ecology Manage, 2012, 277: 74-80.
- [4] 林波, 刘庆, 吴彦, 等. 川西亚高山针叶林凋落物对土壤理化性质的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(4): 346-351.
- [5] 吴恒, 党坤良, 田相林, 等. 秦岭林区天然次生林与人工林立地质量评价[J]. 林业科学, 2015(4): 78-88.
- [6] 何忠俊, 王立东, 郭琳娜, 等. 三江并流区土壤发生特性与系统分类[J]. 土壤学报, 2011, 48(1): 10-20.
- [7] 洪常青, 何忠俊, 鱼海霞. 三江并流区暗棕壤酶活性特征研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2013, 28(6): 857-864.
- [8] 王晶, 何忠俊, 王立东, 等. “三江并流区”不同类型土壤腐殖质特性的研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2010, 25(5): 659-663.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [10] 鲁如坤. 土壤农化分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [11] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 111.
- [12] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国科学出版社, 2001.
- [13] 姜林, 耿增超, 张雯, 等. 宁夏贺兰山、六盘山典型森林类型土壤主要肥力特征[J]. 生态学报, 2013, 33(6): 1982-1993.
- [14] 马云波, 许中旗, 张岩, 等. 冀北山区华北落叶松人工林对土壤化学性质的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(4): 165-170.
- [15] 李燕, 刘吉振, 魏朝富, 等. 砾石对土壤水分入渗(扩散)的影响研究[J]. 土壤学报, 2011, 48(2): 435-439.
- [16] 张连金, 赖光辉, 孙长忠, 等. 北京九龙山不同林分土壤肥力诊断与综合评价[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(1): 1-6.
- [17] 刘菊秀, 余清发, 褚国伟, 等. 鼎湖山主要森林类型土壤 pH 值动态变化[J]. 土壤与环境, 2001, 10(1): 39-41.
- [18] AUGUSTO L, BONNAUD P, RANGER J. Impact of tree species on forests soil acidification [J]. Forest ecology and Management, 1998, 105: 67-78.
- [19] 王芳, 黄玫, 孙希华, 等. 大小兴安岭林区不同林型土壤养分综合评价[J]. 水土保持通报, 2013, 33(1): 182-187.
- [20] 方晰, 田大伦, 秦国宣, 等. 杉木林采伐迹地连栽和撂荒对林地土壤养分与酶活性的影响[J]. 林业科学, 2009, 45(12): 65-71.
- [21] 李静鹏, 徐明锋, 苏志尧, 等. 不同植被恢复类型的土壤肥力质量评价[J]. 生态学报, 2014, 34(9): 2297-2307.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.011

Model Builder、SQL 在林业数据质检和统计汇总中的应用

黄冰倩,曹霸,朱红,夏婧

(1.贵州省林业调查规划院,贵州 贵阳 550003; 2.贵州林业勘察设计院有限公司,贵州 贵阳 550003)

摘要: Model Builder 为 ArcGIS 模型构建器,能够建立非常复杂的模型,利用 Model Builder 按流程处理多个地理操作步骤,可实现林业空间数据质检的共享。文中以图形检查模型和属性检查模型来介绍 Model Builder 在林业数据质检中的应用实例,实现了空间数据质检验收从数据导入到结果输出的数据自动处理流程。数据质检合格后,基于 SQL 语句进行海量数据的统计汇总。文中主要引用了 SELECT 语句和 LEFT JOIN 语句,以某县林地“一张图”数据为例,给出了基于 SQL 统计的应用实例。

关键词: 林业数据质检; Model Builder; 检查模型; 数据统计汇总; SQL; 应用实例

中图分类号: S711; TP39; C939 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0059-05

引文格式: 黄冰倩,曹霸,朱红,等. Model Builder、SQL 在林业数据质检和统计汇总中的应用[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 59-63.

HUANG Bingqian, CAO Ba, ZHU Hong, XIA Jing. Application of Model Builder and SQL in Quality Inspection and Aggregation Statistics of Forestry Data[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 59-63.

Application of Model Builder and SQL in Quality Inspection and Aggregation Statistics of Forestry Data

HUANG Bingqian, CAO Ba, ZHU Hong, XIA Jing

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

2. Guizhou Forestry Survey and Design Co. Ltd., Guiyang 550003, China)

Abstract: As the ArcGIS Model Builder, Model Builder which can build very complex models was used to process multiple geographic operation steps to achieve the sharing of forest spatial data quality inspection. This paper introduced the application of Model Builder in forest data quality inspection by means of graphic inspection model and attribute inspection model, which realized the automatic processing flow of spatial data quality inspection acceptance from data import to result output. After the data quality inspection was passed, the statistical summary of massive data was carried out on SQL. This paper mainly cited the SELECT sentence and the LEFT JOIN sentence, and gave an application example based on SQL statistics with the “one graph” data of a county forest.

Key words: forest data inspection; Model Builder; inspection model; aggregation statistics of data; Structured Query Language; application example

收稿日期: 2018-11-19.

基金项目: 贵州省林业厅 2018 年度林业优秀青年人才培养专项资金项目(黔林科合 J[2018]14 号); 贵州省林业厅 2018 年度林业科学技术研究项目(黔林科合[2018]15 号).

第一作者: 黄冰倩(1990-), 女, 贵州铜仁人, 工程师. 主要从事林业信息工程、林业调查规划等方面的工作. Email: 294918392@qq.com

责任作者: 曹霸(1989-), 男, 安徽省宿州人, 硕士. 主要从事林业 3S 技术与应用研究.

在林业数据质检流程中,需要用到 ArcToolbox 中一个或多个工具完成数据质检,利用 ArcGIS、Model Builder 能够建立非常复杂的模型,利用 Model Builder 按流程处理多个地理操作步骤,可以实现林业空间数据质检的共享。数据质检合格后,需进行数据统计汇总,省级数据统计规则复杂、统计数据量大,常用的 Excel 统计汇总功能较费时费力,基于 SQL 统计汇总方式计算结果快速、准确,只需将基础数据导入 Navicat premium 数据库管理工具,运行相关 SQL 查询语句即可得到统计表。

1 Model Builder 介绍

Model Builder 也称 ArcGIS 模型构建器,是一个用来创建、编辑和管理模型的应用程序,主要包含 Tools、Project data、Derived data、Values、Derived values 等元素,基本情况如下:

1) Tools: 模型中的运行工具,可将 ArcToolbox 中工具直接拖拽到模型中使用,默认用金黄色的方框表示。

2) Project data: 作为工具的输入数据,工具执行之前的前置数据,默认用蓝色的椭圆表示。

3) Derived data: 衍生数据,是根据项目数据与工具分析生成的新数据。衍生数据可以作为项目数据来作另一个处理,衍生数据用绿色的椭圆表示。

4) Parameters: 模型参数,定义模型需设置一些输入输出变量作为模型参数,便于运行模型和服务发布,设置完成后会显示字母 P。

Model Builder 可根据不同需求制定较为复杂的地理处理流程,将所有分析工具和数据流程化结合在一起。每次更新操作都可以保存,重新运行。此外,模型构建器可以共享地理处理知识,工具通过图形方式表示,可以存储在本地,支持重复运行使用,同时也可以保存在 SDE 数据库中,或通过 ArcGIS Server 实现互联网共享^[1-5]。

2 Model Builder 在林业数据质检中的应用实例

林业数据检查验收流程主要包括:1) 上交与配发小班边界吻合程度,矢量数据拓扑关系,图形数据与属性数据关联性检查;2) 小班面积求算、属性因子填记完整性、正确性以及各项属性因子之间逻辑关系;3) 小班政区代码、名称更新处理。本文以退耕还林、公益林数据处理为例,主要介绍图形检查模

型、属性检查模型在实际工作中的应用。

2.1 图形检查模型

检查上交与配发小班边界是否一致,基于配发小班数据和上交小班数据,对配发和上交数据做空间叠加分析,运用查询语句提取出新增和图形边界发生变化小班。建立数据批处理模型,将空间分析联合工具、筛选连接形成数据处理流,设置好相关输入、输出参数,运行模型时只需选择输入、输出要素便可实现相关数据提取。该模型避免了数据重复调用、输入、输出,简化了处理方法^[4-8],模型流程如图 1 所示,应用实例如图 2 所示。

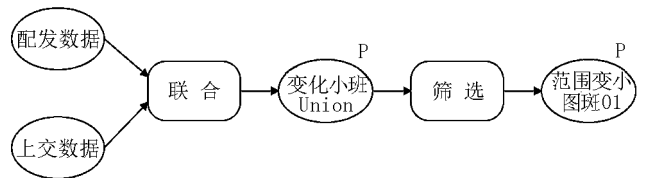


图 1 上交与配发小班边界一致性模型流程

Fig. 1 Consistency model flow of handing in and allocating sub-compartment boundaries



图 2 检查边界变小图斑应用实例

Fig. 2 Application example of smaller spot by checking boundary

2.2 属性检查模型

属性检查主要包括小班属性因子填记完整性、正确性、各项属性因子之间逻辑关系检查以及不同图层之间属性关联对应性检查。其中国家级公益林检查主要是对林地小班与国家级公益林做叠加分析(运用 ArcGIS 中联合工具),然后分别根据不同条件筛选林地小班中应为国家级公益林的小班,最后将筛选出的应为国家级公益林小班与原林地小班通过地籍号进行属性关联。公益林检查模型通过 ArcGIS 工具的集成,可检查出林地小班数据中事权等级因子与公益林数据是否一致。该模型连接多个输入输出工具,且多次引用相同输入图层,模型运行较为稳定,减少了重复工作,提高了准确性^[3-6](图 3)。

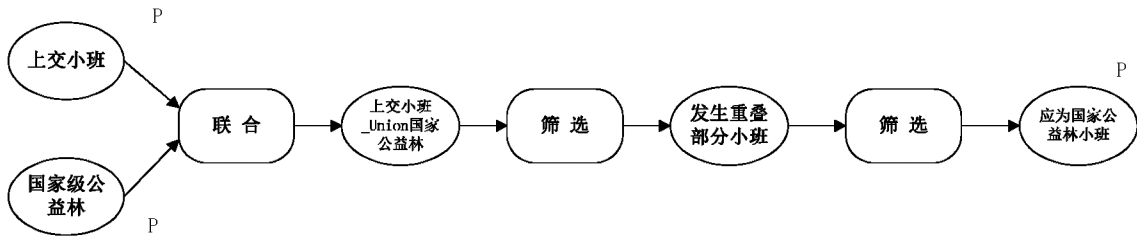


图 3 国家级公益林检查模型

Fig. 3 Inspection model of national public welfare forest

联合工具:对上交小班与国家级公益林小班进行联合空间分析,并导出经空间分析后的联合小班(图 4)。

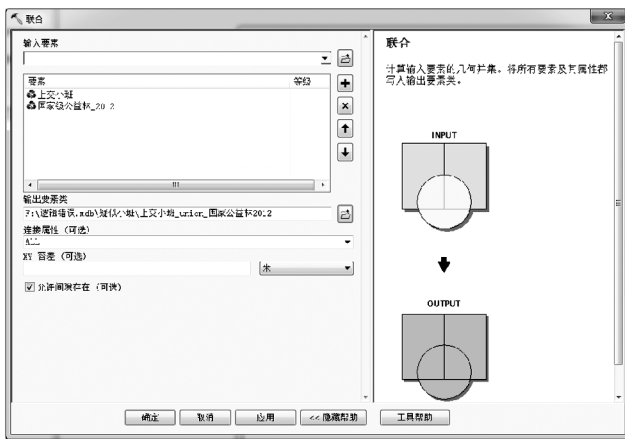


图 4 联合工具

Fig. 4 Tool of union

筛选工具:对联合小班进行属性筛选,提取出落在公益林界线范围内的上交小班(图 5)。

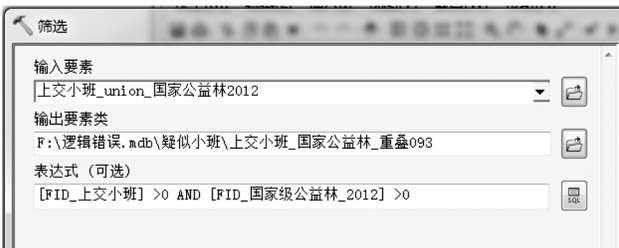


图 5 筛选工具

Fig. 5 Tool of selection

筛选出上交小班中落在国家级公益林范围内但其森林类别与公益林不一致的小班(图 6),蓝色商品林小班为检查得到的逻辑错误小班。

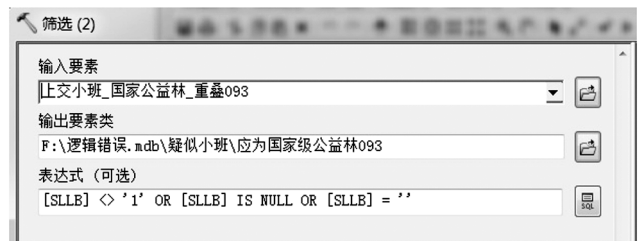


图 6 筛选工具应用实例运行结果

Fig. 6 Operation results of application example of selection tool

3 基于 SQL 汇总统计

基础数据质检合格后,需对其进行汇总统计,当统计规则明确,基础格式统一时,可编写相应的 SQL 语句来实现数据的分类、汇总和统计功能。

3.1 SQL 语言

SQL 语言是结构化查询语言 (Structured Query Language) 的简称,是一种数据库查询和程序设计语言,用于存取数据以及查询、更新和管理关系数据库系统;同时也是数据库脚本文件的扩展名^[9-15]。文中主要引用的 SQL 语句如下:

1) SELECT 语句

SELECT 语句实现的统计分类汇总是针对列来执行的,即纵向分组,如果分类的列是 2 列以上,则通过多级分组来实现。

例如:SELECT 列名 1 AS 列 1,列名 2 AS 列 1 FROM 表 1。

语句表示从表 1 中读取列名 1 和列名 2 的数据,并且为列名 1 和列名 2 分别重命名为列 1 和列 2。

2) LEFT JOIN 语句

LEFT JOIN(左连接) 返回包括左表中的所有记录 and 右表中联结字段相等的记录。

例如: SELECT * FROM A LEFT JOIN B ON A.AID = B.BID。

语句表示首先取出 A 表中所有数据, 然后再加上与 A,B 匹配的数据^[11-15]。

3.2 基于 SQL 统计应用实例

以某县林地“一张图”数据为例, 需生成各乡镇按地类分类的面积统计表, 统计项如表 1 所示。

表 1 各乡镇地类面积统计
Tab. 1 Area statistics of land types in towns

单位	合计	有林地	灌木林地	未成林地	无立木林地	耕地	建设用地
* * 县	152755.80	17368.90	8632.53	10964.82	156.18	114536.70	1096.66
1 乡	6105.24	1459.01	457.10	293.82	113.47	3673.53	108.31
2 乡	6819.53	470.55	754.15	667.99		4848.19	78.65
3 乡	5775.09	116.03	352.37	521.34		4750.63	34.72
4 乡	8890.29	2190.12	209.92	72.27		6323.03	94.95
5 乡	6986.02	58.39	121.57	360.47	8.70	6436.89	
6 乡	2143.47	1327.37	203.72	95.53	25.16	470.22	21.47
7 乡	7572.01	847.32	69.17	152.05		6455.59	47.88
8 乡	10318.02	1058.06	748.88	541.52		7954.87	14.69
9 乡	12712.17	1172.39	741.04	144.10		10640.32	14.32
10 乡	7071.06	26.37	125.76	592.36		6326.57	

根据统计规则, 通过 SQL 分类汇总语句实现生成满足要求的统计结果。

```

SELECT
a. "单位" AS 单位,
a. "合计" AS 合计,
b. "有林地",
c. "灌木林地",
d. "未成林地",
e. "无林木林地",
f. "耕地",
g. "建设用地",
FROM
(
(
SELECT
xmc AS 单位,
round(sum(tbmj), 2) AS 合计
FROM
"上交小班面 2016"
) AS a
LEFT JOIN (
SELECT

```

```

xmc AS 单位,
round(sum(tbmj), 2) AS 有林地
FROM
"上交小班面 2016"
AND wyhsdl = '031'
) AS b ON a. "单位" = b. 单位
LEFT JOIN (
SELECT
xmc AS 单位,
round(sum(tbmj), 2) AS 灌木林地
FROM
"上交小班面 2016"
AND wyhsdl = '032'
) AS c ON a. "单位" = c. "单位"
LEFT JOIN (
SELECT
xmc AS 单位,
round(sum(tbmj), 2) AS 未成林地
FROM
"上交小班面 2016"
AND sfmzpd = '1'
AND wyhsdl = '034'

```

```

) AS d ON a. "单位" = d. "单位"
LEFT JOIN (
  SELECT
    xmc AS 单位,
    round(sum(tbmj), 2) AS 无林木林地
  FROM
    "上交小班面 2016"
  AND wyhsdl = '036'
) AS e ON a. "单位" = e. "单位"
LEFT JOIN (
  SELECT
    xmc AS 单位,
    round(sum(tbmj), 2) AS 耕地
  FROM
    "上交小班面 2016"
  AND wyhsdl = '013'
) AS f ON a. "单位" = f. "单位"
LEFT JOIN (
  SELECT
    xmc AS 单位,
    round(sum(tbmj), 2) AS 建设用地
  FROM
    "上交小班面 2016"
  AND wyhsdl = '051'
) AS g ON a. "单位" = g. "单位"
GROUP BY
  xzmc
) AS u1 ON a1. "单位" = u1. "单位"
)

```

4 小结

基于 ArcGIS 建模器平台,设计了林业数据处理的检查验收模型,实现了空间数据质检验收从数据导入到结果输出的数据自动处理流程,集成了 ArcGIS 空间分析、字段计算、属性筛选、关联及字段整理等数据处理工具。本方法精简了数据验收步骤,减少了重复操作,实现了工具的重复利用及数据共享,在一定程度上改进了数据验收方式,减少了数据处理的错漏现象,提高了工作效率,确保了数据验收工作有序开展。

另外,基于 SQL 语句进行海量数据的统计汇总,可灵活、准确地处理小班数据,避免因使用 Excel 频繁操作出现错漏现象,极大地提高了统计工作效率,在统计规则不变的前提下,后期可重复调用该 SQL 语句实现快速统计。

参考文献:

- [1] 陈伟,周亮,邢庆振. ArcGIS 模型构造器在林业矢量化数据中的应用—以新疆兵团第四师六十一团为例[J]. 现代园艺,1997(6):166-167.
- [2] 邱中军,段建刚. 基于 ArcGIS 工具箱构建点云数据批处理模型[J]. 吉林水利,2012(8):7-9.
- [3] 刘江涛,吴发富,王建雄,等. 基于 ArcGIS 建模器的数据处理模型在摩洛哥地球化学填图中的应用[J]. 地质科技情报,2017,36(5):1-6.
- [4] 于中伟,邵楠,杨简. 基于 ArcGIS 数据处理的应用研究[J]. 测绘与空间地理信息,2012(9):87-88.
- [5] 张魁,史秋晶. 基于模型构建器的矢量数据批量裁剪处理方法研究[J]. 江苏科技信息,2015(14):51-52.
- [6] 邱世平,刘建敏,苏全. 一种基于 Python 与 ARCGIS 模型构造器的小班四至坐标提取及编号方法[J]. 林业科技通讯,2016(12):58-60.
- [7] 汤国安,杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [8] 倪锡春,范园园,陈永良. 基于 Model Bulider 的城市部件数据库[J]. 城市勘测,2013(8):45-48.
- [9] 陈国栋. Excel SQL 语句在企业会计科目汇总中的应用[J]. 财会月刊,2014(5):81.
- [10] 王新平. Excel SQL 在工资数据统计和汇总中的应用[J]. 财会月刊,2015(1):121.
- [11] 陈斌. Microsoft Access 交叉表的应用研究[J]. 聊宁师专学报,2006(3):37-40.
- [12] 李方元. SQL 查询技术在报表统计中的应用[J]. 电脑开发与应用,2006(9):15.
- [13] 萨师焯,王珊. 数据库系统概论[M]. 北京:高等教育出版社,1991.
- [14] 李劲,谢兆阳. SQL Sever 2000 数据库设计与系统管理[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [15] 张海健. SQL Sever 2000 的管理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [16] 李海燕. SQL 查询语句使用技巧[J]. 电脑开发与应用,2002,16(2):39-40.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.012

贵州省种苗管理系统设计与实现

王应泉¹,王洪波²

(1.贵州省林业调查规划院,贵州 贵阳 550003; 2.贵州省林业勘察设计有限公司,贵州 贵阳 550003)

摘要:运用林业信息化技术,以县级林业基础地理信息数据、遥感影像数据为本底支撑数据,以种苗管理相关成果数据为基础建立的贵州省种苗管理系统,采用MapZone平台,SQLite结构为数据库环境,系统功能模块包括地图浏览、数据编辑、种质资源管理、良种基地管理、种子信息管理、苗圃管理、种苗机构管理、辅助功能等诸多模块,通过数据库架构设计、逻辑架构设计和系统容错设计,对县级种苗相关数据和信息进行规范整合与有效管理,为种苗管理部门提供种苗相关信息共享和应用支撑服务。

关键词:种苗管理系统;MapZone平台;SQLite结构;功能模块;逻辑架构;数据库架构;贵州省

中图分类号:S722.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0064-04

引文格式:王应泉,王洪波.贵州省种苗管理系统设计与实现[J].林业调查规划,2019,44(2):64-67.

WANG Yingquan,WANG Hongbo. Design and Implementation of Seedling Management System in Guizhou Province[J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(2):64-67.

Design and Implementation of Seedling Management System in Guizhou Province

WANG Yingquan¹, WANG Hongbo²

(1. Guizhou Forestry Survey and Design Co., Ltd, Guiyang 550003, China;

2. Forestry Survey and Planning Institute of Guizhou Province, Guiyang 550003, China)

Abstract: Based on the basic geographic information data and remote sensing image data in counties, as well as the relevant data of seedling management, the forestry information technology was used to establish the seedlings management system in Guizhou with MapZone platform, SQLite structure as the database environment. The function module of system included map browsing, data editing, germplasm resource management, fine variety base management, seed information management, nursery management, seedling institutions management and auxiliary functions. The designs for the database architecture, the logic structure and the system fault tolerance were used to integrate and effectively manage the relevant data and information of county-level seedlings, which provided information sharing and application support services for seedling management departments.

Key words: seedling management system; MapZone platform; SQLite structure; function module; logic structure; database architecture; Guizhou Province

收稿日期:2018-08-08;修回日期:2018-09-12.

第一作者:王应泉(1979-),男,贵州贵阳人,高级工程师.从事林业信息技术研究工作.

目前贵州省大力推进大数据、大生态、大扶贫三大战略,建设生态文明是时代赋予林业新的使命,林木种苗是林业建设的先导,要实现林业跨越式发展,首先要重视种苗管理工作,种苗建设是生态建设和林业发展的基础和保障。长期以来,在省、市、县、乡各级林木种苗主管部门的共同努力下,贵州省的林木种苗事业取得了长足发展。

贵州省种苗管理系统主要基于北京地林伟业科技股份有限公司研发的 MapZone 平台建立,主要用来服务县级林业种苗管理。县级林业种苗管理站主要负责宣传、贯彻林木相关的种苗法律法规,组织与实施全县(市、区)的林木种苗发展规划,负责全县(市、区)林木种苗行政许可与执法,负责组织全县(市、区)良种选育与推广、种质资源保护与管理工作,负责林木种苗相关工程的建设与管理,指导林木种苗生产技术研究与应用,负责全县(市、区)的林木种苗质量的检测检验以及调运等工作。长期以来,由于受技术条件的限制,贵州省内县级种苗管理仍然处于一个粗放式、图纸化管理模式,目前县级种苗管理站的大部分数据均以纸质档案资料形式存储,每年以相对固定的表格形式提交汇总数据,不仅工作效率低,而且存在诸多问题。

1 MapZone 平台

MapZone 是北京地林伟业科技股份有限公司自主研发的基于 GIS 的平台产品,该平台基于面向服务架构,提供数据服务发布、功能服务发布、外部服务聚合、定制化服务等功能。此外还提供服务配置、服务管理、可扩展的服务接口,是一套标准的高性能企业级 GIS 服务平台产品。

2 SQLite 结构

作为一款轻型的数据库管理系统,SQLite 遵守原子性、一致性、隔离性、持久性原则,属于嵌入式的结构,对数据资源的占用相对有限,可在 Windows 等主流操作系统运行。

3 系统功能模块

贵州省种苗管理系统功能模块包括地图浏览、数据编辑、种质资源管理、良种基地管理、种子信息管理、苗圃管理、种苗机构管理、行政执法、辅助功能等多个模块(图 1)。

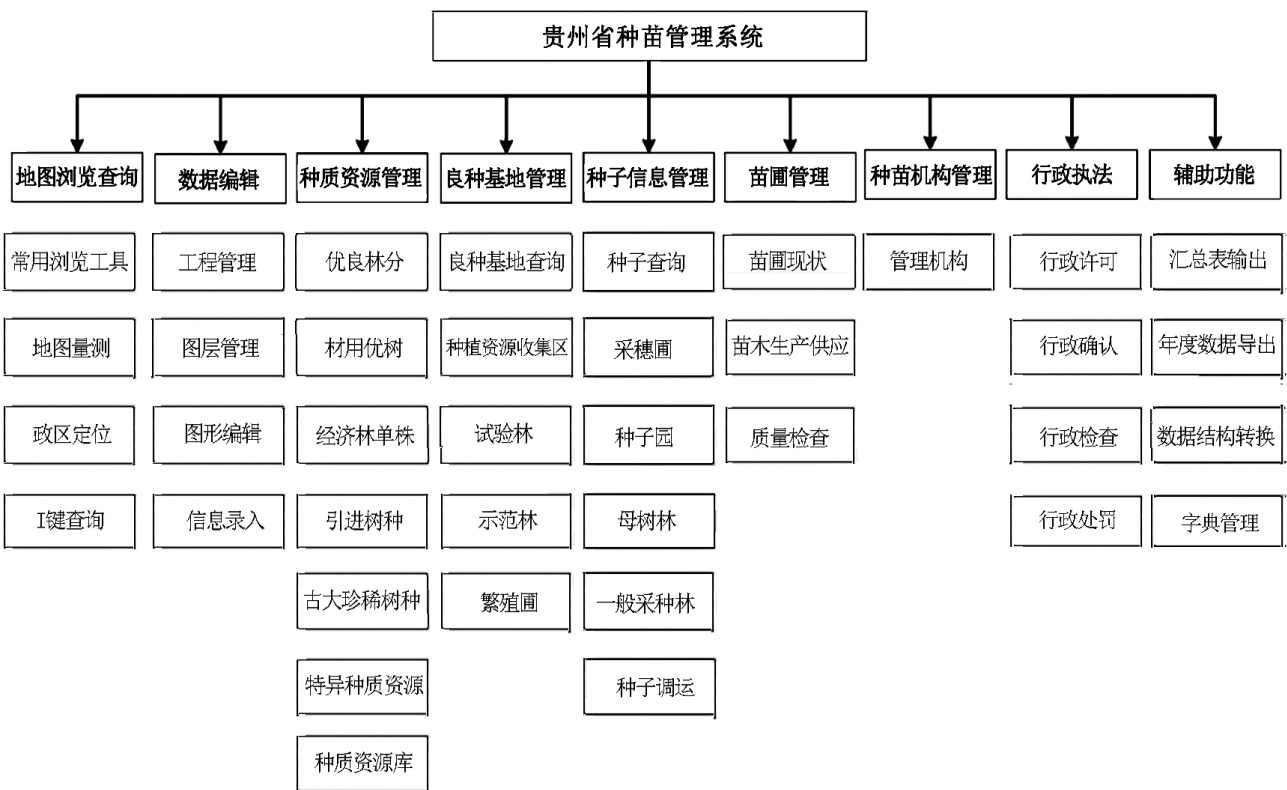


图 1 系统功能模块

Fig. 1 Function module of system

4 功能模块分析

各模块提供的主要功能见表 1 所示。

表 1 功能模块描述

Tab. 1 Description of function module

编号	模块名称	模块描述
01	地图浏览	展示的专题图层主要为政区、各种子/良种基地、苗圃基地位置信息。
02	数据编辑	提供工程文件的打开与保存、图层管理以及图属编辑功能。
03	种质资源管理	提供种质资源信息维护、各类种质资源的查询、信息查看等功能。
04	良种基地管理	提供基地查询,种质资源、试验林、示范林、繁殖圃的信息维护、查询浏览。
05	种子信息管理	提供种子基地及种子信息维护、各类良种基地的查询、信息查看等功能。
06	苗圃管理	主要实现对苗圃信息及苗木的生产供应信息的维护、查询等功能。
07	种苗机构管理	维护和查询种苗管理或质量检验管理单位的相关信息。
08	行政执法	维护和查询种苗相关执法管理信息。
09	辅助功能	包括汇总表输出、年度种苗数据的导出、数据结构转换以及字典管理等。

5 数据库架构设计

采用 SQLite 作为统一管理的数据存储文件。本系统主要基于 SQLite 本地数据库来建设,主要涉及公共基础数据库、种苗专题数据库等。每种类别的数据库又再按照业务逻辑进行划分。

公共基础数据库对森林资源数据进行了初步的逻辑划分,是数据库规划、设计、实施建库、维护、更新、共享和应用的基本依据和基础分类支撑。

数据库的逻辑层次由矢量和栅格数据的存储与组织结构决定。空间数据库的高程基准和坐标系统分别采用 1986 高程基准和西安 80 平面坐标系统。

6 逻辑架构设计

贵州省种苗管理系统在逻辑架构上基于业内成熟的多层架构模式设计,包含硬件支撑基础层、基础数据层、技术支撑平台服务层、客户端应用层。同时,本系统遵循贵州省相关数据库建库标准与更新体系,遵循相关组织保障、安全保障体系,总体逻辑架构如图 2 所示。

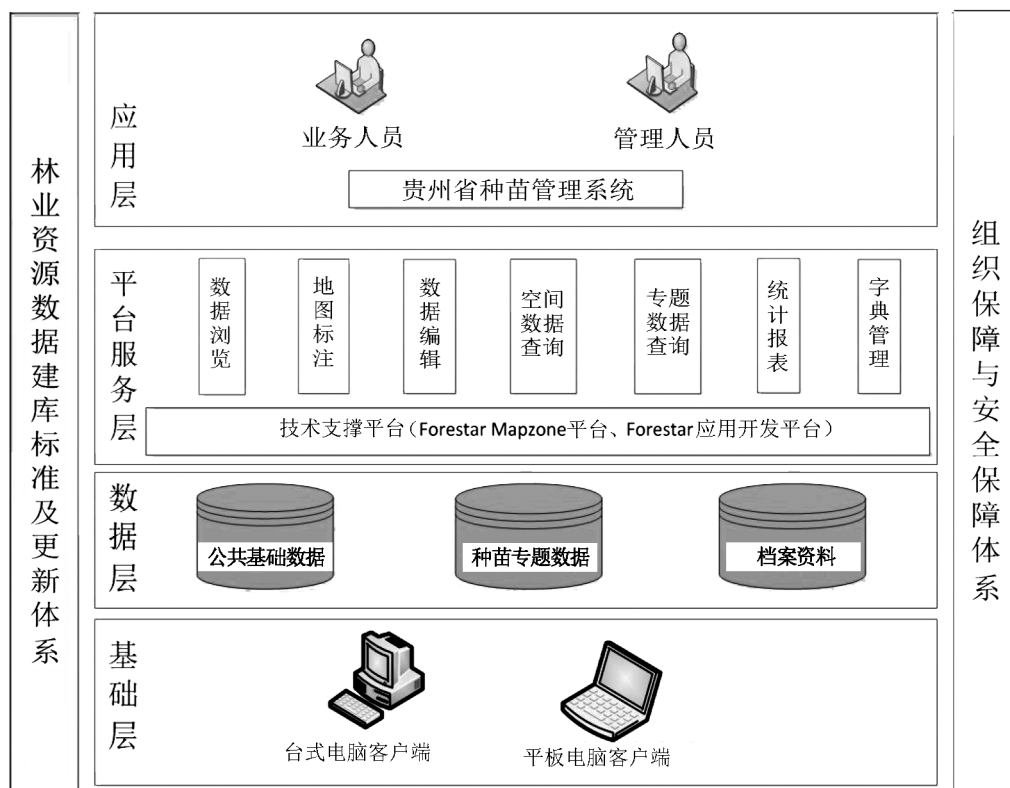


图 2 贵州省种苗管理系统建设总体逻辑架构

Fig. 2 Logical structure of seedling management system in Guizhou

6.1 应用层

应用层是整个系统数据导入导出、交换的界面,系统的使用者主要为县级种苗管理站,主要包括行政区、种子基地、苗圃基地的浏览,数据图属编辑,种质资源信息维护、查询管理,良种基地查询,信息维护管理,种子基地相关信息管理,苗圃信息及苗木生产供应等管理,种苗机构体系、种苗行政执法以及系统辅助工具等功能模块。

6.2 平台服务层

平台服务层也是技术支撑平台,包括 Forestar Mapzone 平台和 Forestar 应用开发平台,其作用是为应用层业务拆分和基础功能提供支撑,辅助应用层灵活搭建应用系统。

6.3 数据层

数据层是为系统正常运行提供数据服务。通过前期的分析和调研,数据层的数据涉及影像数据、栅格数据、矢量数据、图片数据、文本数据等。数据层就是在规范、合理、层次清晰的数据模型基础之上,对整个系统用到的数据进行管理和存储。

6.4 基础层

基础层主要是指硬件设备,作为这个应用系统程序运行的载体,为系统提供硬件支撑保障。

7 系统容错设计

1) 针对录入错误,系统提供数据校验,避免错误数据入库。

2) 针对程序错误,程序方法中添加异常处理代码,当程序出现异常时,进行捕获并处理,同时记录系统日志信息。

3) 针对错误处理,提供统一的错误提示界面,提示错误信息。

8 结束语

随着生态文明建设的推进,林业愈加突显其主体作用,贵州省作为全国生态文明建设实验区,林业可持续发展起着至关重要的作用,贵州省要在 2020 年达到森林覆盖率 60% 的目标,除各类植树造林、封山育林等常规林业工程外,更应从作为林地基础的种苗抓起。

近年来,贵州省林业信息化建设取得了长足发展,“3S”技术、互联网、物联网、数据库存储等信息技术应用逐渐渗透到林业工作中的各个领域。贵州省种苗管理系统建设作为林业信息化建设的一个分支,对贵州省种苗业务信息化、系统化管理具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 于百川,吴保国,宋力. 北京市林木种苗管理信息系统的设计与实现[J]. 林业资源管理,2002(3):81-84.
- [2] 王金增,马小军,马履一,等. 基于 Intranet 的北京市种苗信息管理系统的构建[J]. 北京林业大学学报,2002,24(2):39-43.
- [3] 方陆明,童再康,陈建秀,等. 林木良种管理信息系统的建立[J]. 浙江林学院学报,1998(1):98-102.
- [4] 董素静,李宏志. 张家口市林木种苗信息管理系统建设构想[J]. 河北林业科技,2013(1):66,75.
- [5] 冯仲科. 发展我国的数字林业体系[J]. 北京林业大学学报,2000,22(5):102.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 51 页)

- [44] PETERMANN J S, FERGUS A J, TURNBULL L A, et al. Janzen-Connell effects are widespread and strong enough to maintain diversity in grassland[J]. Ecology, 2008,89(9):2399-2406.
- [45] 刘海霞,许斌杰,范新峰,等. 植物—土壤反馈机制研究综述[J]. 青岛农业大学学报,2014,31(2):142-147.

- [46] 周阳,姜丽丽,李博文,等. 植物—土壤反馈研究进展[J]. 广西植物,2017,37(11):1480-1488.
- [47] EPPSTEIN M J, MOLOFSKY J. Invasiveness in plant communities with feedbacks[J]. Ecology Letters,2007,10(4):253-263.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.013

青岛市即墨区县级多功能森林作业法系统设计

夏泽源¹, 崔君滕², 王健¹, 逢晨²

(1. 云南林业调查规划院营林分院, 云南昆明 650021; 2. 青岛林业调查规划设计院有限公司, 山东青岛 266100)

摘要: 在山东省森林经营规划的基础上, 利用多功能森林经营理念, 以山东省的15种主要森林类型作业法为框架, 根据即墨区的特点、森林类型、森林主导作用、目标树种培育或栽培树种的组成等特点, 设计了即墨区11种森林作业法, 形成了一整套从建群开始(森林形成)到森林抚育、木材采收、更新造林等一系列全周期经营措施, 以期能实现森林的动态平衡, 确保森林生长过程的自然协调发展, 真正实现多功能森林经营。

关键词: 多功能森林经营; 森林作业法; 森林类型; 系统设计; 目标林相; 即墨区

中图分类号: S751; C931.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0068-03

引文格式: 夏泽源, 崔君滕, 王健, 等. 青岛市即墨区县级多功能森林作业法系统设计[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 68-70, 76.

XIA Zeyuan, CUI Junteng, WANG Jian, et al. Design of County-level Multifunctional Forest Operation System in Jimo District of Qingdao City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 68-70, 76.

Design of County-level Multifunctional Forest Operation System in Jimo District of Qingdao City

XIA Zeyuan, CUI Junteng, WANG Jian, PANG Chen

(1. Forest Management Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650021, China;
2. Qingdao Institute of Forest Survey and Planning Co., Ltd., Qingdao 266100, China)

Abstract: Based on the forest management planning of Shandong Province and the concept of multifunctional forest management, the operation method of 15 main forest types in Shandong Province was used for the design of the operation method of 11 forest types in Jimo District considering the regional characteristics, the forest types, the leading role of forest and the composition of target tree species cultivation or cultivated tree species, which formed the entire cycle of management measures from group building (forest formation) to forest tending, wood harvesting, renewal and afforestation, to achieve the dynamic balance of the forest, ensure the natural coordinated development in the growth process of forest, and truly realize the multifunctional forest management.

Key words: multifunctional forest management; forest operation method; forest type; design of system; target forest form; Jimo District

县级森林作业法是在省级经营规划设计的森林作业法体系中, 根据县(区)的特点、森林类型、森林

的主导作用、目标树种的培育或栽培树种的组成等特点而制定的。根据即墨(区)的实际情况, 在省级

收稿日期: 2018-10-30.

第一作者: 夏泽源(1974-), 男, 云南昆明人, 工程师. 从事林业调查规划、森林生态与森林培育方面的研究. Email: xia_zy1974@163.com

作业法之中选择部分作业法,深化补充成为县(区)森林经营作业法,增加了少量省级未涉及的作业法,以满足当地的要求^[1]。

1 多功能森林经营

多功能森林经营是在满足森林主导功能的前提下,通过科学的设计和正确的管理,激发森林的多重功能,从而提高森林的综合效益。它与现行的森林分类经营有所区别,也与过去的森林多种经营有所区别,它是以充分发挥森林整体效益并可恒续为目标的多种功能森林经营^[2]。

多功能森林管理实际上是同时实现森林的供给功能、调节功能、文化功能、支持功能中的两个或两个以上功能的森林经营管理。这意味着放弃人为和规划方法来控制和干预自然轮作管理模式,转向以生态系统为对象的自然管理道路^[4]。

全国森林经营规划在国家大框架下,设计了 7 种森林经营作业法方式,即:一般皆伐、镶嵌式皆伐、带状渐伐、伞状渐伐、群团状择伐、单株木择伐、保护经营作业法^[7]。

山东省结合全省的森林资源实际,从 7 类作业法中选择了一般皆伐(小面积)作业法、群团状择伐(块状)作业法、单株木择伐(抚育)作业法、保护经营(公益林)作业法作为山东省的基本作业法,在此体系的框架下,结合山东森林类型和实际地理区位,设计了 15 种森林类型作业法。

本研究在 15 个森林类型作业法框架下,选择了其中适合即墨区实际的一些森林类型作业法,根据即墨区森林类型的立地环境、功能区设计、林分特征、培育目标进一步细化,在整个培育周期上有序集成整合,规划了涉及作业法设计的 5 个森林类型,为即墨区多功能森林作业法体系的实现设计了第一层作业法基础。

2 即墨区主要森林类型

根据即墨区的森林主要树种、混交情况、立地条件、公益林情况等,以山东省森林经营规划中划分的森林经营类型划分为基础,结合即墨区实际,细化部分主要树种,归并部分较少树种,形成即墨区作业法主要森林类型:

1) 松类纯林。主要分布在东部低山丘陵地区,树种以黑松为主,另外有少量侧柏、赤松、其他杉类、其它松类。其主要特点是幼龄林为主,蓄积量较

低,森林质量较低,生态防护意义重大,以防护功能为主。

2) 阔叶纯林。主要分布在东部低山丘陵和中部丘陵地区,树种主要以刺槐、柞树、五角枫、其它软阔等为主。其主要特点是树种单一、生长量较小,抗病虫害能力较低,以防护林功能为主。

3) 混交林。主要分布在即墨区东部低山丘陵地区,这类森林类型在即墨区分布的面积不大。其主要特点是树种结构相对合理,生态效益良好,有一定的防御病虫害能力,以防护功能为主。

4) 人工杨树纯林。主要分布在西部平原区和东部丘陵区,纯林树种其特点是生长迅速,幼、中龄比重较大,以林产品培育为主导功能。

5) 果树林。全区皆有分布,树种以桃、茶叶、苹果、柿、枣等人工经济林为主,初产期、盛产期居多。集约经营,以培育经济林果为主导功能。

3 森林类型作业法设计

3.1 作业方法设计

即墨区森林经营方法的设计包括:作业法名称、适用条件(森林目标)、目标林相和全周期培育过程 4 个方面^[3]。

作业法名称:命名格式为“主要树种的森林类型+作业法”,如:“松类纯林单木择伐作业法”、“栎类+桤木混交林择伐作业法”等。有较明显特征的可以在名称中加入目标林相的描述,比如“杨树用材林群团状择伐作业法”^[3]。

森林目标(适用条件):描述森林作业法合适的地理环境区域、森林覆盖类型、森林效益类型、主要土类、土层厚度和立地质量等对作业法所适用条件进行规定,明确作业法的具体实施对象^[3]。如:适用于以培育沿海防护林功能为主,兼顾适当经济需求的松类(黑松为主)纯林。主要分布于即墨东部沿海低山丘陵和东部蓝色硅谷金山丘陵区,土类主要为红壤,土厚在 30 cm 以下,林地质量等级为 II、III、IV 级。

目标林相(发展类型):为实现功能齐全、景观优美、健康、稳定、优质、高效特点的森林为主要目标,以适宜的树种、森林结构、林分密度、目标直径、单位蓄积等指标描述特征为目标林相^[3]。只有确定了以上指标,森林经营设计才能适应当地实际^[5-6]。指标描述主要包括目标描述、经营方式等内容。如目标树种为杨树用材林,以大径材为林分目标,单位面积株数达到 400~430 株,生长周期 20~

25 a, 平均胸径达到 ≥ 32 cm (70% 以上), 单位蓄积量达到 $200 \sim 280 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 作业法方式为镶嵌式皆伐或小面积皆伐, 最终培育形成杨树-其它阔叶等为主的小块状混交林。

全周期培育过程设计: 以近自然的恒续林为目标, 根据林分现状, 制定相应的经营管理措施, 对林分生长全过程(从造林、培育和发展到实现目标林相)通过较少的人为干预, 制定与林分生长和管理措施相对应的全周期过程表, 对经营进行描述^[3]。即墨区森林经营目标林相主要以单层同龄林设计为主, 全周期培育过程采用了传统的龄组方法, 即幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林 5 个时期进行设计。

如: 幼龄林(以补植补造和幼龄抚育为主的经营措施)→中龄林(以培育目标树种为主要目的, 进

行少量间伐)→近熟林(以促进生长量为目标的经营措施)→成过熟林(可进行群团状皆伐), 根据不同的林龄、对应标识树高、胸径范围, 给出范围组合阶段的主要经营措施, 简要描述主要名称, 如“用材林群团状皆伐作业法”。

3.2 即墨区森林作业法设计成果

以即墨区 5 个森林类型为基础, 结合即墨区主体功能的区分和森林植被情况, 通过组合的方式, 设计了 11 种县级森林作业法。其中, 皆伐作业法 1 种, 择伐作业法 8 种, 保护经营作业法 1 种, 综合抚育作业法 1 种。该作业法系统包含了即墨区主要森林植被及主要乔(灌)木树种, 如: 黑松、落叶松、柞树、杨树、刺槐、核桃、板栗、茶等。即墨区县级森林作业法及适用对象如表 1 所示。

表 1 即墨区县级森林作业法设计

Tab. 1 Design of county-level forest operation system in Jimo District

主要森林类型	主要林种	主要优势树种	作业法	适用对象
松类纯林	防护林、特种用途林	黑松、落叶松等为主	群团状择伐作业法	林产品为主导的功能的兼用林
			单株木择伐作业法	生态服务为主导功能的兼用林
阔叶纯林	用材林	栎类、刺槐、柞树等	群团状择伐作业法	林产品为主导的功能的兼用林
	防护林、特种用途林		单株木择伐作业法	生态服务为主导功能的兼用林
混交林	用材林	针-阔混、针-针混、阔-阔混	群团状择伐作业法	林产品为主导的功能的兼用林
	防护林、特种用途林		单株木择伐作业法	生态服务为主导功能的兼用林
人工杨树林	用材林	杨树	镶嵌式皆伐作业法	林产品为主导的功能的兼用林
	防护林、特种用途林		群团状择伐作业法 单株木择伐作业法	集约经营的商品林 生态服务为主导功能的兼用林
松类纯林、阔叶纯林、混交林等	防护林、特种用途林	所有涉及国家一级公益林的树种	保护经营作业法	严格保育的公益林
果树林	经济林	核桃、板栗、樱桃、茶等经济林果	综合抚育作业法	集约经营的商品林

4 结论与展望

山东省在全国 7 种森林作业法框架下, 根据不同区域的实际森林情况及所要达到的经营目标, 细化设计了 15 种主要森林类型作业法。即墨区以山东省级经营规划设计的森林经营方法体系为基础,

根据即墨区的特点、森林类型、森林的主导作用、目标树种的培育或栽培树种的组成等特点, 选取了必要的作业法, 深化补充成为县级森林经营作业法, 增加了少量省级未涉及的作业法, 科学合理地满足了即墨区森林经营的实际要求。

(下转第 76 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.014

基于主成分分析法的贵州省生态经济发展评价

寸菲,周汝良

(西南林业大学地理学院,云南昆明650224)

摘要:生态经济评价是城市可持续发展领域的重要组成部分,通过定义生态经济发展指数(EDI)及其计算方法,构建省域尺度生态经济发展水平定量分析的指标体系,指标包括23项,内容涉及农林业经济产值、林业生态建设、水土保持治理、城市废弃物处理等。应用主成分分析法对贵州省2011—2015年的生态经济状况进行定量评价。结果表明,贵州省2011—2015年生态经济发展指数分别为0.093、0.323、0.427、0.660、0.860,生态经济发展可持续性增强。文中根据生态经济发展评价结果,进一步在生态环境改善、经济潜力发展、社会资源利用等方面进行了区域排序,研究认为,贵州省应从发展山地特色农业、加强水土保持治理、落实林业生态红线方面促进生态经济健康发展。

关键词:生态经济发展指数;主成分分析;山地特色农业;水土保持治理;林业生态红线;贵州省

中图分类号:S718.5;F326.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0071-06

引文格式:寸菲,周汝良.基于主成分分析法的贵州省生态经济发展评价[J].林业调查规划,2019,44(2):71-76.
CUN Fei, ZHOU Ruliang. Evaluation of Eco-economic Development in Guizhou Province Based on Principal Component Analysis[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 71-76.

Evaluation of Eco-economic Development in Guizhou Province Based on Principal Component Analysis

CUN Fei, ZHOU Ruliang

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

Abstract: Ecological economy evaluation is an important part in the field of urban sustainable development. The index system for quantitative analysis of eco-economic development at provincial scale was constructed by defining the ecological economy development index and its calculation method, which included 23 items, covering agricultural and forestry economic output, forestry ecological construction, water and soil conservation, and urban waste management. The quantitative evaluation for the ecological economy of Guizhou Province in 2011–2015 by the principal component analysis showed that the ecological economy development index from 2011 to 2015 in Guizhou were 0.093, 0.323, 0.427, 0.660 and 0.860, and the sustainability of eco-economic development was enhanced. Based on the evaluation results of eco-economic development, this paper further ranked the regions in terms of ecological environment improvement, economic potential development, and social resource utilization, etc., and concluded that the healthy development of ecological economy should be promoted in Guizhou by developing characteristic

收稿日期:2018-10-18.

第一作者:寸菲(1994-),女,云南大理人,硕士研究生.研究方向为资源与环境遥感. Email:kexueyuandi2000@163.com

责任作者:周汝良(1963-),男,云南祥云人,教授.研究方向为林业遥感技术与应用.

agriculture in mountainous areas, strengthening soil and water conservation management, and implementing the ecological red line of forestry.

Key words: eco-economic development index; principal component analysis; characteristic agriculture in mountainous areas; soil and water conservation; ecological red line of forestry; Guizhou Province

生态经济是改变以低效开发利用资源和破坏生态环境为代价的经济高速增长方式,实现人与自然和谐发展的经济形态,对其进行科学定量评价一直是可持续发展研究领域关注的热点^[1]。贵州省是我国西南地区资源富集、经济落后的典型区域,该地区自然资源丰富,但生态环境脆弱,具有资源富集、经济落后和生态脆弱三重特性,使得贵州省经济发展与生态环境保护之间关系较为复杂^[2]。目前在生态经济评价领域已有一些方法和理论,但大部分研究存在缺乏可比性的问题,需要进一步研究和完善。黄双双^[3]运用粗糙集理论并结合对应突变模型对江西省生态经济区的等级进行划分;何如海等^[4]采用生态经济协调度评估模型对安徽省的经济发展与生态环境的协调发展水平进行了评价;孙兴丽^[5]应用能值理论对河北省生态经济系统发展趋势及可持续性进行了评价;杨道军等^[6]基于核主成分分析法对安徽省生态经济可持续发展情况进行评价;温晓琴等^[7]运用 TOPSIS 法(多目标决策分析)与主成分分析法相结合的综合评价方法,对福建省的经济差异进行综合评价;杨青等^[8]从资源消耗、环境污染和经济发展 3 个维度建立了生态经济评价指标体系(包括 29 个指标),并运用因子分析方法对陕西省生态经济效益进行评价;罗昆燕等^[9]基于能值理论定量分析了贵州省生态经济系统的能值情况,并构建了基于能值分析的可持续发展指数(ESI)。基于已有研究成果,本文应用主成分分析法并通过定义生态经济发展指数(EDI, Ecological economy development index)及其计算方法,构建了省域尺度生态经济发展水平定量分析指标体系,为丰富生态经济评价理论以及应用提供科学依据。

1 研究区概况

贵州省地处祖国西南腹地云贵高原东部,位于东经 103°36′~109°35′、北纬 24°37′~29°13′,土地总面积 17.61 万 km²,占全国土地面积的 1.8%。研究区气候属亚热带季风湿润气候,全省年均温 15.6℃;年均降水量 1 178.6 mm。研究区植被属亚热带常绿落叶阔叶林,植被类型多样。全省河网密

布,多发源于西部高原,河网平均密度为 0.71 km/km²,水资源总量为 1 213.12 亿 m³,年均径流深为 602.8 mm,水力资源丰富。

2 生态经济综合评价方法

在评价省级或区域生态经济发展水平时主要应用主成分分析法,通过相关研究资料和咨询专家,选择了 23 项生态经济指标(表 1)。以各指标特征值贡献率为权重,加权计算省级不同年度的生态经济指数值,通过定义生态经济发展指数(EDI),综合评价省级生态经济发展状况。生态经济发展指数综合反映了一个城市或区域的生态、经济、社会等协调发展能力,该指数是可持续发展理念框架下的重要组成部分。当 EDI 值为 0~0.3 时,表示生态经济发展水平为“较弱”;当 EDI 值为 0.3~0.6 时,表示生态经济发展水平为“中等”;当 EDI 值为 0.6~0.8 时,表示生态经济发展水平为“良好”;当 EDI 值为 0.8~1 时,表示生态经济发展水平为“较强”。

2.1 数据主要来源

通过对 2011—2015 年的《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《贵州省国民经济和社会发展统计公报》、《贵州省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《贵州省统计年鉴》中有关贵州省自然、社会、经济的资料进行研究分析,确定贵州省的生态经济指标,指标内容涉及农林业经济产值、林业生态建设、水土保持治理、城市废弃物处理等(表 1)。

2.2 数据标准化处理

由于评价指标之间的量纲不同,各指标间绝对值大小和变幅差异较大,甚至差几个数量级,因此,为保证计算结果准确,在应用主成分分析法之前,应对原始数据进行标准化处理。

各评价指标标准化公式为:

$$Q(X_i) = (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin}) \quad (1)$$

式中, $Q(X_i)$ 表示各因子的隶属度值, X_{ij} 为各因子值, X_{imax} 和 X_{imin} 分别为第 i 项因子中的最大值和最小值。

2.3 各指标权重计算

由于评价生态经济发展的各指标重要性不同,

表 1 贵州省 2011—2015 年生态经济指标统计值

Tab. 1 Statistics of eco-economic indicators in Guizhou Province from 2011 to 2015

评价指标	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
农业产值/亿元	655.30	864.86	997.13	1321.86	1772.59
林业产值/亿元	46.66	54.19	69.87	99.62	137.70
畜牧业产值/亿元	381.95	421.55	482.68	569.29	665.17
渔业产值/亿元	19.90	28.21	38.30	47.01	55.90
农林牧渔服务业产值/亿元	61.65	67.80	75.04	80.70	107.30
当年造林面积/10 ⁴ hm ²	13.13	19.93	21.82	30.27	28.00
林产品产量/10 ⁴ t	16.16	18.14	19.29	29.11	31.43
肉类总产量/10 ⁴ t	179.97	190.27	199.74	201.80	201.94
水产品产量/10 ⁴ t	10.88	13.47	16.70	20.99	24.98
粮食作物产量/10 ⁴ t	876.90	1079.50	1029.99	1138.50	1180.00
茶叶产量/10 ⁴ t	5.84	7.44	8.94	10.71	11.80
水果产量/10 ⁴ t	128.03	147.72	167.75	196.38	224.90
水利投入/亿元	151.78	175.18	192.52	211.33	373.56
有效灌溉面积/10 ⁴ hm ²	126.68	131.76	136.77	142.95	150.66
水土流失治理面积/10 ⁴ hm ²	295.60	322.60	581.65	604.64	629.78
工业固体废物综合利用率/%	52.70	60.90	50.50	56.90	59.80
城市生活垃圾无害化处理率/%	47.50	51.60	63.80	78.80	84.70
新增废气治理能力/(10 ⁴ m ³ · h ⁻¹)	725.51	2777.86	7118.49	3348.46	2612.97
水资源总量/10 ⁹ m ³	626.02	974.02	759.78	1213.12	1153.72
城市污水处理率/%	82.00	83.90	84.80	86.90	90.00
新增废水治理能力/(10 ⁴ t · d ⁻¹)	29.91	16.62	7.50	4.46	10.45
森林面积/10 ⁴ hm ²	732.00	828.00	845.00	863.00	880.00
能源消费量/(t 标煤 · 万元 ⁻¹)	1.49	1.43	1.38	1.30	1.20

所以一般用权重系数来表示各指标的重要性程度,运用 SPSS 20.0 软件计算因子主成分负荷量,计算各评价指标的权重公式为:

$$W_i = C_i / \sum_{i=1}^n (C_i) \quad (2)$$

式中, W_i 为各评价指标的权重, C_i 为第 i 个生态经济指标的因子负荷量。

2.4 生态经济发展指数(EDI)的计算公式为:

$$EDI = \sum_i^m K_i [\sum_{i=1}^n W_i \times Q(X_i)] \quad (3)$$

式中, n 为评价指标的个数; m 为所选主成分个数; K_i 为第 i 个主成分的方差贡献率。

3 结果分析

3.1 2011—2015 年生态经济指标主成分特征分析

通过对贵州省 2011—2015 年的 23 项生态经济指标数据进行标准化处理,然后应用主成分分析法

进行分析,得到 3 个主成分。其中,第一主成分的特征根为 19.023,方差贡献率为 82.708%;第二主成分的特征根为 2.288,方差贡献率为 9.948%;第三主成分的特征根为 1.230,方差贡献率为 5.350%。3 个主成分的累计方差贡献率高达 98.006% (高于 85%),完全可以解释 23 个生态经济指标的相关信息成分,3 个主成分信息包括生态环境改善方面、经济潜力发展方面和社会资源利用方面。同时,通过主成分负荷量的大小可以得到各生态经济指标的相应权重(表 2)。

由规格化特征向量(表 2 中的负荷量)得出贵州省生态经济综合评价系统的第一、第二和第三主成分方程如下(以 F1 为例):

$$F_1 = 0.996 X_1 + 0.995 X_2 + 0.995 X_3 - 0.994 X_4 + 0.994 X_5 - 0.991 X_6 + 0.958 X_7 + 0.958 X_8 + 0.979 X_9 + 0.978 X_{10} + 0.963 X_{11} + 0.955 X_{12} +$$

表 2 贵州省 2011—2015 年生态经济指标的负荷量与权重

Tab. 2 Load and weight of eco-economic indicators in Guizhou Province from 2011 to 2015

评价指标	第一主成分		第二主成分		第三主成分	
	负荷量	权重	负荷量	权重	负荷量	权重
农业产值/亿元	0.996	0.049	-0.072	0.014	-0.017	0.004
林业产值/亿元	0.995	0.049	-0.063	0.012	-0.074	0.017
畜牧业产值/亿元	0.995	0.049	0.041	0.008	-0.089	0.021
渔业产值/亿元	0.994	0.048	0.037	0.007	-0.097	0.023
农林牧渔服务业产值/亿元	0.994	0.048	0.031	0.006	-0.102	0.024
当年造林面积/10 ⁴ hm ²	-0.991	0.048	-0.083	0.016	0.099	0.023
林产品产量/10 ⁴ t	0.985	0.048	0.131	0.025	-0.081	0.019
肉类总产量/10 ⁴ t	0.985	0.048	0.086	0.017	-0.146	0.034
水产品产量/10 ⁴ t	0.979	0.048	-0.031	0.006	-0.116	0.027
粮食作物产量/10 ⁴ t	0.978	0.048	0.164	0.032	-0.119	0.028
茶叶产量/10 ⁴ t	0.963	0.047	0.182	0.035	-0.197	0.046
水果产量/10 ⁴ t	0.955	0.047	0.183	0.036	-0.037	0.009
水利投入/亿元	0.940	0.046	-0.124	0.024	0.233	0.055
有效灌溉面积/10 ⁴ hm ²	0.932	0.045	0.194	0.038	-0.239	0.056
水土流失治理面积/10 ⁴ hm ²	0.919	0.045	0.041	0.008	0.376	0.088
工业固体废物综合利用率/%	0.911	0.044	-0.238	0.046	0.289	0.068
城市生活垃圾无害化处理率/%	0.908	0.044	-0.401	0.078	0.116	0.027
新增废气治理能力/(10 ⁴ m ³ · h ⁻¹)	0.893	0.044	-0.393	0.076	-0.194	0.045
水资源总量/10 ⁹ m ³	0.862	0.042	0.317	0.062	-0.287	0.067
城市污水处理率/%	0.851	0.042	0.214	0.042	0.441	0.103
新增废水治理能力/(10 ⁴ t · d ⁻¹)	-0.795	0.039	0.531	0.103	-0.288	0.067
森林面积/10 ⁴ hm ²	0.253	0.012	-0.927	0.180	0.046	0.011
能源消费量/(t 标煤 · 万元 ⁻¹)	0.424	0.021	0.660	0.128	0.585	0.137
特征根	19.023		2.288		1.230	
方差贡献率/%	82.708		9.948		5.350	
累计方差贡献率/%	82.708		92.656		98.006	

$$0.940 X_{13} + 0.932 X_{14} + 0.919 X_{15} + 0.911 X_{16} + 0.908 X_{17} + 0.893 X_{18} + 0.862 X_{19} + 0.851 X_{20} - 0.795 X_{21} + 0.253 X_{22} + 0.424 X_{23}$$

通过分析可知,每个主成分下的评价指标权重存在差异性,可以理解为每个评价指标的贡献值与贵州省的生态经济发展具有耦合性。因此,要保证贵州省生态经济的可持续发展,就需要注重绿色经济的产业生态化建设,为了维护生态环境和保证经济的循环发展,必须走产业生态化的道路。

3.2 2011—2015 年生态经济发展指数综合排序

通过计算各指标的隶属度及其权重值,由生态经济发展指数(EDI)的计算公式(3)可以得到贵州省 2011—2015 年的生态经济综合评价状况,并根据生态经济发展指数进行综合排序(表 3)。

生态经济发展指数计算结果表明:贵州省 2011—2015 年生态经济发展指数分别为 0.093、0.323、0.427、0.660、0.860,发展水平分别为“较弱”、“中等”、“中等”、“良好”、“较强”,生态经济发展可持续性增强。以 2015 年为例,贵州省各州、市

表 3 贵州省生态经济发展指数综合排序

Tab. 3 Comprehensive ranking of eco-economic development index in Guizhou Province

项目	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
生态经济发展指数(EDI)	0.093	0.323	0.427	0.660	0.860
等级	较弱	中等	中等	良好	较强
综合排序	5	4	3	2	1

的生态经济发展指数存在一定的地域差异。其生态经济发展指数大小顺序为:贵阳市>遵义市>黔东南州>黔西南州>安顺市>毕节地区>黔南州>铜仁地区>六盘水市。在生态环境改善方面,遵义市、黔西南州、毕节地区位列前三名;在经济潜力发展方面,贵阳市、六盘水市、遵义市位列前三名;在社会资源利用方面,安顺市、黔东南州、遵义市位列前三名。贵州省自然环境良好、生态区位重要、旅游资源丰富,但其社会经济发展水平相对比较落后,工业化进程缓慢,工业总量和密集度不大,产业结构不够优化。通过在全省开展生态文明建设先行示范,守住发展和生态 2 条底线,努力实现经济发展与资源环境相协调,为全省探索生态文明建设的有效模式起到了积极的推动作用。

4 结论与讨论

4.1 贵州省生态经济发展机遇与挑战

贵州省 2011—2015 年生态经济状况总体为可持续发展状态,在充满机遇的同时也面临着诸多挑战。存在的挑战是全省经济总量不够大、人均水平较低、脱贫任务艰巨、城乡一体化建设存在差距。此外,全省的工业化和城镇化水平还不够高,导致传统产业转型升级受到一定影响,新兴产业规模还不够强大,需要加大供给侧结构性改革力度,加大创新能力提升。在此过程中,森林资源、水资源、耕地资源等生态资源面临的保护压力也在增大,科学转变生产方式、合理调整产业结构显得尤为重要。目前国家已批准贵州省成立生态文明先行示范区、大数据综合试验区、山地特色新型城镇化示范区等,并把生态文明贵阳会议上升为国家级国际性论坛。贵州省应着力建立完善生态文明制度体系,形成一批可复制、可推广的重大制度成果,为推动生态文明建设作出积极贡献。另外,贵州省已纳入“一带一路”、长江经济带、珠江—西江经济带范畴,这些国家战略规

划对全省的生态经济发展产生的影响巨大,但同时也要看到贵州省的生态环境较为脆弱、供给侧结构性改革缓慢、经济增长方式落后等实际,因此,需要坚持生态型经济发展理念,即充分明确生态与发展这 2 条底线,重视生态建设长期规划,加快发展生态型高端技术产业。

4.2 发展山地特色农业,促进生态经济发展

贵州省立体农业特征明显,生物多样性优势突出,非耕地和草地资源丰富。目前,由于生态资源的整合力度不够,农业基础设施不够完善,山地特色农业发展缓慢。在调整结构的过程中对市场的认识不足,发展规模与经济效益不匹配,导致特色产业布局分散、规模较小,农产品市场竞争力不强,特色农业产业化进程滞后,急需加强农业供给侧结构性改革力度。针对贵州省发展山地特色农业的实际提出以下建议:1) 强化对现代山地特色高效农业的宏观指导。积极落实部、省合作推进贵州特色高效农业发展的长效机制,优化农业功能分区,明确工作重点,强化政策扶持,促进农业专业化、标准化、规模化和集约化。2) 支持构建现代山地特色高效农业产业体系和支撑体系。在健全现代山地特色高效农业产业体系上,大力支持贵州省发展生态畜牧业、烟草、蔬菜、茶叶、果业、中药材等产业,形成一批生态环境友好、竞争力强、贡献率高的特色优势产业。3) 着力夯实现代山地特色高效农业发展平台。以园区作为现代山地高效发展平台,进一步整合资源,抓好省级高效农业示范园区建设。

4.3 加强水土保持治理,优化生态经济环境

水土流失是贵州省生态经济发展的重要制约因素之一,严重影响全省的生态经济安全。贵州省水土流失面积为 48 791.87 km²,占土地总面积的 27.71%。全省土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,局部区域存在重力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀和混合侵蚀。水土流失主要发生在坡耕地、荒山荒坡、低森林覆盖林地等地类和生产建设活动集中区,空间分布由西北至东南逐渐减轻;西部、西北部及东北部水土流失最严重,强烈等级以上的水土流失主要分布在这一区域;西南部、中部、东部地区次之;南部、东南部地区主要为轻度流失。当前,水土流失治理也是现实攻坚脱贫战略的重要途径,贵州省经济最贫困的地区基本也是植被退化和水土流失严重的地区,生态系统退化又与经济发展交互作用。根据“十三五”加强生态建设和环境保护的要求,在加强生态环境建设和保护的同时,要大力营造水土保持林,发

展特色经果林,实施封山育林等林草措施,修复和改善生态环境。

4.4 落实林业生态红线,拓展生态经济成果

林业生态红线是林业生态用地和物种数量底线,是维护生态平衡的控制线。按照《贵州省生态文明建设促进条例》、《贵州省国家生态文明先行示范区建设实施方案》等相关要求,可将具有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种天然集中分布地、有特殊价值的自然遗迹所在地和文化遗迹等在全省主体功能区规划中禁止开发区域中的林地、湿地及禁止开发区域以外的国家级和地方公益林地等重要区域划为林业生态红线区域。加强对林业生态红线保护工作的考核和督查力度,把林业生态红线保护目标责任制落到实处,积极拓展生态经济成果。采取有效措施,促进森林面积、森林蓄积量实现持续稳步“双增长”,使石漠化面积逐渐减少,公益林生态功能显著提高,湿地生态系统得到有效管理和恢复,珍稀树木和野生动植物及其栖息地得到有效保护。此外,还要大力发展“森林康养”基地建设,积极打造一批森林康养试点基地,通过林业生态红线制度和森林旅游产业发展需求共同促进生态经济发展。

参考文献:

- [1] 张淑敏,张宝雷. 黄河三角洲高效生态经济区生态经济综合评价[J]. 经济与管理评论,2016(4):119-123.
- [2] 莫洪兰,蔡承智,石蛟. 贵州经济发展与生态保护互动初探[J]. 商场现代化,2016(17):45-48.
- [3] 黄双双. 基于粗糙集和突变模型的江西省生态经济发展水平评价研究[D]. 抚州:东华理工大学,2016.
- [4] 何如海,李欣,董峰,等. 安徽省生态经济系统协调度评价[J]. 经济论坛,2016(12):28-32.
- [5] 孙兴丽. 河北省 2005—2014 年生态经济系统发展趋势及可持续性评价[J]. 生态经济,2016,32(4):100-104.
- [6] 杨道军,钱新,钱瑜,等. 核主成分分析法在生态经济可持续发展评价中应用[J]. 环境科学与技术,2007,30(12):91-94.
- [7] 温晓琴,吴承祯. 基于 TOPSIS 法和主成分分析法的福建省区域经济差异综合评价[J]. 生产力研究,2017(1):46-50.
- [8] 杨青,张彩彩. 基于因子分析的陕西省生态经济效益评价[J]. 科技管理研究,2015(2):36-39.
- [9] 罗昆燕,程鹏,池家西,等. 基于能值分析的贵州省生态经济系统可持续发展研究[J]. 中国农学通报,2012,28(32):215-221.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 70 页)

在即墨区森林作业法体系下,各乡镇(街道)及林场将经营措施落实到山头地块(小班),根据立地条件与树种关系、森林整体过程、林分结构特征、物种进程要素,个体关系差异等经营要素选择适合小班(林分)从建群开始(森林形成)到森林抚育、木材采收、更新造林等一系列全周期经营措施,保持森林的动态平衡,每一次经营都在设计的框架内进行作业,确保森林生长过程中的人与自然协调发展,真正实现森林多功能经营,达到近自然林恒续林的最终目标,形成功能齐全、景观优美、健康稳定、优质高效的森林生态系统。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 县级森林经营规划编制规范(2016—2050)[EB/OL]. <http://www.forestry.gov.cn/main/>

4461/content-892739.html,2016.

- [2] 张会儒,唐守正,雷相东. 我国森林的多功能经营[M]. 北京:中国林业出版社,2011:206-210.
- [3] 国家林业局. 省级森林经营规划编制指南[EB/OL]. <http://www.forestry.gov.cn/portal/slj/s/5279/content-946401.html>,2017.
- [4] 陆元昌,刘宪钊,王宏,等. 多功能人工林经营技术指南[M]. 北京:中国林业出版社,2014.
- [5] 陆元昌. 多功能目标下的近自然森林经营作业法研究[J]. 西南林业大学学报,2011,31(4):1-6.
- [6] 崔鹏程. 近自然森林经营中的目标树作业法[J]. 山西林业,2017(1):20-21,42.
- [7] 国家林业局. 全国森林经营规划(2016—2050)[EB/OL]. <http://www.forestry.gov.cn/main/4461/content-892739.html>,2016.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.015

重庆市石灰岩废弃矿山生态修复植物的筛选与应用

郝桂枝, 祝浩翔, 秦坤蓉, 王海洋

(西南大学园艺园林学院, 重庆 北碚 400715)

摘要:重庆地区废弃矿山分布广、数量大,治理恢复工作非常艰巨。对渝北、北碚部分矿区植物进行实地调研及资料收集,采用层次分析法进行分析评价,筛选出适用于重庆市石灰岩废弃矿山生态修复的乔木、灌木、草本以及藤本植物共计27种,并提出注重选材、因地制宜,尊重自然、科学配置,丰富物种、凸显层次的植物配置建议,为矿山景观恢复重建提供植物选择及配置方式参考依据。

关键词:石灰岩废弃矿山;生态修复;层次分析法;植物筛选;植物配置;重庆市

中图分类号:S718.54;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0077-05

引文格式:郝桂枝,祝浩翔,秦坤蓉.重庆市石灰岩废弃矿山生态修复植物的筛选与应用[J].林业调查规划,2019,44(2):77-81.

HAO Guizhi, ZHU Haoxiang, QIN Kunrong, et al. Selection and Application of Ecological Restoration Plants for Abandoned Limestone Mines in Chongqing[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 77-81.

Selection and Application of Ecological Restoration Plants for Abandoned Limestone Mines in Chongqing

HAO Guizhi, ZHU Haoxiang, QIN Kunrong, WANG Haiyang

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: The abandoned mines are widely distributed and large in number in Chongqing. This paper carried out the field investigation and collected data for plants of mines in YuBei and Beibei. The Analytic Hierarchy Process was used to evaluate and select 27 species of arbors, shrubs, herbs and vines suitable for mine restoration. Such suggestions as paying attention to material selection, adjusting measures to local conditions, respecting nature, scientific allocation, enriching species and community structure, were put forward, which provided reference for selection and configuration of restoration plants in abandoned mines.

Key words: abandoned limestone mine; ecological restoration; analytic hierarchy process; plants selection; plants configuration; Chongqing City

我国西南石灰岩地区面积达50多万 km^2 ,是全球喀斯特集中分布面积最大、生态系统极为脆弱的

典型区域^[1]。重庆地区矿藏资源丰富,矿藏开采为社会经济做出贡献的同时也对生态环境造成了巨大

收稿日期:2018-11-19;修回日期:2018-12-22.

基金项目:重庆市技术创新与应用示范项目—重庆乡村分散式生活污水微型湿地处理及生态景观构建技术研究与示范(cstc2018jcsx-msybX0218).

第一作者:郝桂枝(1993-),女,四川达州人,硕士研究生,主要从事风景园林生态研究. Email: 1774090192@qq.com

责任作者:王海洋(1964-),男,河南人,博士,教授.主要从事城市园林生态研究. Email: 1594845065@qq.com

的破坏。自 2003 年起,重庆市矿山地质环境的治理工作就陆续展开,由国家、市政府和企业共同出资治理矿山地质环境,并取得了一定成效^[2]。然而,目前关于重庆市废弃矿山生态环境修复的相关研究还较少,尤其是植物选择与配置方面的理论极其缺乏。植被恢复作为矿山生态修复的关键步骤,适宜的植物类型和配置方式能够促进矿区群落的建立和稳定。本文通过对重庆市部分矿区进行实地调查和资料收集,筛选出适用于石灰岩废弃矿山生态修复的植物类型,以期矿区景观再造提供植物选择和配置的参考依据。

1 重庆市石灰岩废弃矿山现状

重庆市地处四川盆地东南缘,除南桐、松藻、天府、中梁山和永荣五大主要矿区外,境内分布有许多小规模矿山^[3]。这些采矿区除少数骨干矿区外,开采规模普遍偏小,且不重视矿区规划。重庆市因采矿引起的矿山地质环境问题较多、类型复杂,主要包括矿山地质灾害、矿山占用及土地资源破坏、矿山地下水系统破坏和“三废”污染。根据《重庆市历史遗留和关闭矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作方案》,截至 2018 年,重庆市历史遗留和关闭矿山共 2 156 个,涉及 38 个区县,受损毁土地面积达 4 900.62 hm²,其中自然保护区内受损面积为 237.40 hm²、“四山”管制区为 1 401.58 hm²、生态保护红线管控范围内(除自然保护区、“四山”管制区范围外)为 593.21 hm²、其他区域为 2 668.43 hm²。各区、县待修复矿山面积见表 1。

表 1 2018 年重庆市废弃矿山治理与土地复垦计划
Tab. 1 Plan for abandoned mine management and land reclamation of Chongqing in 2018 hm²

序号	区县	需治理(复垦)总面积	2018 年需治理(复垦)		剩余需治理(复垦)面积
			面积	完成率 / %	
1	渝北区	659.02	110.72	16.80	548.30
2	涪陵区	390.44	33.04	8.50	357.40
3	巫山县	234.29	19.88	8.50	214.41
4	南川区	230.93	11.86	5.10	219.07
5	九龙坡区	227.03	51.27	22.60	175.76
6	奉节县	215.98	18.20	8.40	197.78
7	北碚区	199.48	54.82	27.50	144.66

续表 1

序号	区县	需治理(复垦)总面积	2018 年需治理(复垦)		剩余需治理(复垦)面积
			面积	完成率 / %	
8	巴南区	193.85	30.00	15.50	163.85
9	永川区	180.63	15.40	8.50	165.23
10	合川区	170.85	14.42	8.40	156.43
11	巫溪县	167.79	14.28	8.50	153.51
12	綦江区	147.30	12.60	8.60	134.70
13	南岸区	144.30	16.46	11.40	127.84
14	酉阳县	123.65	10.39	8.40	113.26
15	沙坪坝区	123.33	17.27	14.00	106.06
16	开州区	113.27	7.00	6.20	106.27
17	石柱县	112.53	3.38	3.00	109.15
18	云阳县	110.31	9.27	8.40	101.04
19	铜梁区	109.33	9.24	8.50	100.09
20	黔江区	106.77	9.24	8.70	97.53
21	荣昌区	92.69	7.84	8.50	84.85
22	彭水县	92.45	8.15	8.80	84.30
23	大足区	88.49	7.56	8.50	80.93
24	垫江县	85.38	4.02	4.70	81.36
25	丰都县	77.03	6.50	8.40	70.53
26	万州区	71.24	6.16	8.60	65.08
27	武隆区	66.00	5.60	8.50	60.40
28	万盛经开区	63.40	5.35	8.40	58.05
29	江津区	43.16	4.44	10.30	38.72
30	大渡口区	40.84	9.86	24.10	30.98
31	梁平区	36.51	6.62	18.10	29.89
32	城口县	35.12	3.08	8.80	32.04
33	长寿区	33.86	10.42	30.80	23.44
34	秀山县	32.47	2.80	8.60	29.67
35	忠县	25.79	2.24	8.70	23.55
36	璧山区	22.91	2.31	10.10	20.60
37	江北区	22.31	6.25	28.00	16.06
38	潼南区	9.89	0.84	8.50	9.05
合计		4900.62	568.78	11.50	4331.84

注:剩余需治理(复垦)面积(逐年安排,2030 年前全部完成)。

目前,重庆地区废弃矿山植被恢复主要采取 2 种方式。

1) 自然恢复

主要通过植物种子自然散播,让矿山逐渐恢复生机。但是恢复过程比较缓慢,短期内难以达到修

复目的,如忠县黄金镇绍溪村矿坑修复。

2) 人工恢复

借助各种人工措施将废弃矿山变成绿化用地或者复垦为耕地。例如渝北区华荃村矿坑经整治修复后,通过种植土豆、红薯、番茄等农作物实现矿坑复绿。而渝北区铜锣山矿区则把矿山植被恢复及综合治理与后期开发利用结合起来,将废弃矿区改建成铜锣山国家矿山遗址公园,实现了植被恢复和土地再利用。

然而,目前乡土植物在矿区植被恢复中的应用还较少,部分园林植物应用效果不佳且极易死亡。因此,无论是自然恢复还是人工恢复,植物筛选都是矿区生态修复的重要环节。

2 废弃矿山生态修复难点

2.1 自然条件差

废弃矿区自然条件千差万别,地质环境复杂多变且植物生长条件差。以采石场矿区为例,整个矿区就存在平台或坑口迹地、边坡、石壁、废渣场等多种类型的环境^[4]。平台或坑口迹地是石料挖走后留下的凿痕区域,几乎没有土壤存在,植物生长极为困难。边坡通常是坚硬的碎石和石块结构,坡面含泥量少,虽然上层附有土壤,但植物极易受干旱危害。石壁是由采石后形成的人造“悬崖峭壁”,坡度能达到 80° 以上,壁面几乎没有土壤,要对其进行绿化非常困难。废渣场由剥离的表土、开采或加工产生的废石堆积而成,结构疏松,遇到雨季极易发生水土流失,导致养分缺乏。因此,大多数矿区都存在缺土少水、养分不足等问题。

2.2 修复成本高

土壤、水分、营养的缺乏极大限制了矿区自身的修复功能,而要人工进行生态修复就必须对立地环境进行改造。在人工修复过程中往往需要经历稳固场地、梳理水系、改善土壤条件、筛选物种等一系列步骤才能进行植物种植。植物种植后还需要长期进行管理和维护,以防止暴雨等恶劣天气影响植物正常生长,期间必定会耗费大量的人力、物力。修复成本问题也是废弃矿山治理常常被搁置的重要原因。

2.3 恢复周期长

根据植被演替理论,自然情况下,植被的恢复重建需要经历“适应性物种进入—土壤肥力积累与结构改善—新适应性物种进入—新环境条件变化—群落进入”^[5]。但这往往过程漫长,要人为加快演替速度,就必须采取一系列的立地条件改善措施,并通

过模拟群落种类成分和结构特点,建造某类植物群落,使植物群落顺向演替^[6]。当然,这也只是相对加快了植被演替的速度,仍需要时间才能建立起稳定的生态环境。

3 石灰岩废弃矿区适生乡土植物调查

通过对渝北区、北碚区等多个矿区(少数存在人工植被)进行实地调查,并结合中国植物志、中国高等植物图鉴、中国植物物种信息数据库以及相关文献资料^[7],整理统计得出:石灰岩矿区有植物 58 科 97 属 103 种,其中乔木类 18 科 27 属 30 种,主要有柏科(Cupressaceae Bartling)、豆科(Leguminosae)、漆树科(Anacardiaceae)、无患子科(Sapindaceae)、壳斗科(Fagaceae)等;灌木类 16 科 24 属 26 种,以蔷薇科(Rosaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)、小檗科(Berberidaceae)等为主;草本 16 科 37 属 37 种,有禾本科(Gramineae)、荨麻科(Urticaceae)、菊科(Compositae)等;藤本 8 科 9 属 10 种,以桑科(Moraceae)、豆科(Leguminosae)为主(表 2)。其中,禾草、蕨类植物达到植被覆盖率 80% 以上。

表 2 调查区内植物统计

Tab. 2 Plant statistics in the survey area

类型	科	属	种
乔木	18	27	30
灌木	16	24	26
草本	16	37	37
藤本	8	9	10
合计	58	97	103

废弃矿区内乡土植物类型还较少,矿区修复主要采用园林植物,成本高且恢复效果不佳。为了丰富矿区植被恢复可选择植物类型,基于调查数据筛选出可利用的乡土植物资源。

4 植物筛选与评价

4.1 植物评价

采用层次分析法进行评价,筛选出适宜的植物种类。

4.1.1 指标设计

1) A 目标层:由重庆市废弃矿山生态修复植物类型组成。

2)B 准则层:由生态适应性、生物学特性、经济性、观赏价值以及应用潜力 5 部分组成。

3)P 指标层:共分为 15 个评价指标,体现上述准则层的具体选择指标,对各指标采用定性和定量评价相结合确定分值。

重庆市废弃矿山生态修复植物 AHP 分析法评价指标见表 3。

表 3 AHP 分析法评价指标
Tab.3 Evaluation index of AHP

A (目标层)	B (准则层)	P (指标层)
A 重庆市废弃矿山生态修复植物类型	B1 生态适应性	P1 耐旱性
		P2 耐瘠薄性
		P3 耐盐碱性
	B2 生物学特性	P4 生长速度
		P5 根系固土能力
		P6 覆盖度
		P7 生存年限
		P8 获取难易程度
	B3 经济性	P9 繁殖
		P10 养护管理费用
	B4 观赏价值	P11 观赏特性(花、果、叶)
		P12 季相变化
	B5 应用潜力	P13 分布情况
		P14 市场应用情况
		P15 资源数量

4.1.2 AHP 法确定各指标权重

由数名专家对标准层的指标进行打分,得到判断矩阵并进行一致性验证,通过验证后得到各指标权重(表 4)。

4.2 植物种类推荐

根据建立的植物评价模型对重庆地区常见废弃矿山植物进行评价,推荐石灰岩废弃矿山生态修复植物种类(表 5)。

5 植物配置建议

5.1 注重选材,因地制宜

大多数废弃矿山地质环境恶劣,在选材过程中尤其要注重本土植物与外来物种相结合,利用外来植物改善生长环境,为乡土植物创造优质的条件。

表 4 AHP 法专家评分权重
Tab.4 Evaluation weight of AHP by experts

A (目标层)	B (准则层)	权重	P (指标层)	权重
A 重庆市废弃矿山生态修复植物类型	B1 生态适应性	0.352	P1 耐旱性	0.456
			P2 耐瘠薄性	0.414
			P3 耐盐碱性	0.130
	B2 生物学特性	0.254	P4 生长速度	0.365
			P5 根系固土能力	0.366
			P6 覆盖度	0.141
			P7 生存年限	0.128
			P8 获取难易程度	0.409
	B3 经济性	0.164	P9 繁殖	0.230
			P10 养护管理费用	0.361
	B4 观赏价值	0.097	P11 观赏特性(花、果、叶)	0.690
			P12 季相变化	0.310
	B5 应用潜力	0.133	P13 分布情况	0.437
			P14 市场应用情况	0.262
			P15 资源数量	0.301

注:根据调查情况,对标准层指标进行打分,作为评选依据。以 1~5 分表示,5 分表示极好,1 表示略差。

而对于不同的立地类型,要充分发挥地形优势,营造特色景观。例如边坡可选用黄荆、云实等,石壁可用三角梅、葛藤等。

5.2 尊重自然,科学配置

选择了合适的植物种类,还要根据植被演替、生态位等理论,结合废弃采石场的立地条件和植物生态学特性,注意不同植物种类之间的科学配置也十分重要^[8]。顺应自然演替规律,不仅可以减少资源消耗,还可以让场地迅速形成长期稳固的植被群落。例如葛藤容易迅速扩散,挤占其他植物生存空间,不利于植物群落的形成,所以在使用时需要注意植物的生长特性。

5.3 丰富物种,凸显层次

为增强景观的丰富性,可以选择常绿与落叶,乔、灌、草和藤本相结合,形成多层次、多结构的植物群落,从而营造出丰富的生境,体现出景观层次的多样性和物种的多样性,恢复植被地带性景观^[9]。例如,常绿乔木可选择柏木、马尾松等,落叶乔木可选择无患子、复羽叶栎树、盐肤木等。

表 5 废弃矿山生态修复植物种类推荐
Tab. 5 Recommended plant species for ecological restoration of abandoned mine

分类	植物名称	学名	推荐理由	得分
乔木	复羽叶栎树	<i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.	观花、观果类,喜石灰质土壤,萌蘖能力强	3.94
	无患子	<i>Sapindus mukorossi</i> Gaertn.	观叶类,对土壤要求不严,耐干旱且生长快	4.26
	马尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb.	观形类,对土壤要求不严,能生于岩缝	4.24
	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i> Mill.	观叶类,适应性强,耐干旱、瘠薄	4.62
	白背枫	<i>Buddleja asiatica</i> Lour.	观叶类,适应性强,适用于岩石边种植	3.12
	枹栎	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	观形类,地带性植被,群落稳定树种	3.96
	乌柏	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	观叶类,适应性强,生长快	4.32
	柏木	<i>Cupressus funebris</i> Endl.	观形类,耐干旱、瘠薄,建群树种	4.54
灌木	勾儿茶	<i>Berchemia sinica</i> Schneid.	观花、观果类,野生物种,分布广泛	3.92
	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> (Maxim.) Li	观果类,耐贫瘠、抗干旱	4.97
	小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i> Tratt.	观花类,适应性强	4.45
	多花蔷薇	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	观花类,适应性强	4.65
	马桑	<i>Coriaria nepalensis</i> Wall.	适应性很强,耐干旱、瘠薄	4.58
	黄荆	<i>Vitex negundo</i> L.	观形类,耐干旱、瘠薄,适用于边坡恢复	4.21
	美丽胡枝子	<i>Lespedeza formosa</i> (Vog.) Koehne	观花类,适应性强,耐干旱、贫瘠	4.86
	马棘	<i>Indigofera pseudotinctoria</i> Matsum.	观花类,抗干旱、耐瘠薄	4.58
	云实	<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	观花类,适用于生态防护绿化	4.25
草本	野菊	<i>Dendranthema indicum</i> (L.) Des Moul.	观花类,繁殖力强,多年生草本	4.58
	金发草	<i>Pogonatherum paniceum</i> (Lam.) Hack.	观形类,适用于边坡绿化,根系可深入岩石	4.32
	芒	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	观形类,适应性强,能耐干旱,分布广泛	4.19
	蜈蚣草	<i>Eremochloa ciliaris</i> (Linn.) Merr.	观叶类,适用于岩石边坡	3.96
	白茅	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	观形类,适应性强,耐瘠薄、干旱	4.15
	铁线蕨	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	观叶类,喜石灰质土壤土	3.78
藤本	香花崖豆藤	<i>Millettia dielsiana</i> Harms	观花类,观赏价值高,覆盖性强	3.68
	金银花	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	观花类,适应性强,耐干旱,萌蘖性强	4.54
	地瓜藤	<i>Ficus tikoua</i> Bur.	观果类,分布广泛,适应性强	3.79
	葛藤	<i>Argyrea seguinii</i> (Levl.) Van. ex Levl.	观花类,适应性强,覆盖性强	4.65

6 小结

重庆地区废弃矿山分布广、数量大,生态修复重建工作非常艰巨。因此,在植被恢复过程中需要充分结合场地特点,选择合适的物种并采用科学的配置方式和技术手段,从而实现废弃矿区资源的再利用和景观再造。

参考文献:

- [1] LIU C Q. Biogeochemical Processes and Cycling of Nutrients in the Earth's Surface: Cycling of Nutrients in Soil-plant Systems of Karstic Environments, Southwest China [M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [2] 臧亚君. 重庆市矿山地质环境保护与治理研究[J]. 池州学院学报, 2011, 25(6): 71-74.
- [3] 吴晓, 吴章云, 马小斐, 等. 重庆境内矿山地质环境评价与防治对策研究[J]. 价值工程, 2013, 32(1): 3-5.
- [4] 温庆忠. 废弃石灰岩矿山植被恢复方法探讨[J]. 林业资源管理, 2008(4): 108-111, 123.
- [5] 吴征镒. 云南植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1977-2006.
- [6] 李撰, 王晓红. 我国南方石灰岩地区植被恢复探讨[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(11): 6685-6687.
- [7] 黄晶, 虞豹, 马立辉, 等. 重庆地区废弃矿山恢复及可利用植物资源[J]. 四川林勘设计, 2012(3): 22-25.
- [8] 陈金辉, 陈金亮, 李芳. 矿山生态修复方法与植物配置模式研究[J]. 种子科技, 2016, 34(12): 69-73.
- [9] 李撰, 王晓红. 我国南方石灰岩地区植被恢复探讨[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(11): 6685-6687.

(责任编辑 杨焱焱)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.016

文山州石漠化生态治理模式探讨

苏亚林

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南昆明 650200)

摘要:文山州岩溶极其发育,岩溶土地面积占国土总面积的43.06%,石漠化土地面积占岩溶土地面积的47.84%,州辖8个县(市)均已纳入石漠化土地监测,2009—2016年全州累计完成石漠化综合治理工程104 773 hm²,在多年的石漠化防治过程中总结出了符合本地实际的科技支撑、思路引领、分类施策、整合资源、制度保障等石漠化治理经验。在总结成功经验的基础上,提出森林植被恢复模式、草地植被恢复与合理利用模式、经济利用类工程防治模式、森林生态旅游发展模式、生态经济型治理模式、生态移民治理模式等7个综合治理模式。

关键词:石漠化;治理模式;成功经验;植被恢复;工程防治;生态移民;文山州

中图分类号:S718.5;P931.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0082-04

引文格式:苏亚林.文山州石漠化生态治理模式探讨[J].林业调查规划,2019,44(2):82-85.

SU Yalin. Discussion on Ecological Control Model of Rocky Desertification in Wenshan Prefecture[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 82-85.

Discussion on Ecological Control Model of Rocky Desertification in Wenshan Prefecture

SU Yalin

(Kunming Branch, Yunnan Institute of Forest Survey and Planning, Kunming 650200, China)

Abstract: The area of rocky desertification land accounted for 47.84% of the karst area accounting for 43.06% of the total land area in Wenshan Prefecture where eight counties (cities) had been placed on monitoring for the rocky desertification land and the comprehensive control of rocky desertification with the area of 104 773 hm² was completed from 2009 to 2016. The experience of rocky desertification control in line with the local actual situation was summarized, including technology support, thought lead, classification policy, resource integration and institutional support. This paper put forward 7 comprehensive control models of the forest vegetation restoration, the grassland vegetation restoration and rational utilization, the economic utilization engineering control, the forest eco-tourism development, the eco-economic management, and the ecological migration management.

Key words: rocky desertification; control model; successful experiences; vegetation restoration; engineering control; ecological migration; Wenshan Prefecture

收稿日期:2018-11-12.

第一作者:苏亚林(1966-),男,云南昆明人,助理工程师。从事林业调查规划工作。

“滇黔桂石漠化片区”是我国石漠化重灾区,也是全国 11 个集中连片特困地区之一,该区资源环境承载能力差,生态十分脆弱,同时集革命老区、民族地区和边境地区于一体,是贫困人口最集中、贫困程度最深、扶贫攻坚难度最大的地区。文山州属于“滇黔桂石漠化片区”,贫困人口众多,为了实现 2 个百年目标,综合治理石漠化土地是迫在眉睫的特等大事。

文山州岩溶极其发育,岩溶植被丰富,特种资源丰富,但受石漠化土地的影响,全州贫困面大,改善石漠化地区的生态环境是精准扶贫、精准脱贫的关键。为了从源头上根治石漠化土地,尽快实现绿水青山就是金山银山的发展思路,本文根据文山州石漠化土地现状,结合局部石漠化治理的成功经验,提出了 7 个综合治理模式。

1 石漠化土地现状

根据 2017 年《云南省岩溶地区第三次石漠化监测报告》,文山州辖 8 个县(市)均已纳入石漠化土地监测。

1.1 岩溶土地分布状况

文山州岩溶土地面积 1 352 451.1 hm², 占国土总面积的 43.06%。其中:石漠化土地 646 967.7 hm², 占岩溶土地面积的 47.84%;潜在石漠化土地 311 117.8 hm², 占 23.00%;非石漠化土地面积 394 365.6 hm², 占 29.16%。

1.2 石漠化土地分布状况

在全州石漠化土地中,轻度石漠化土地

252 733.3 hm², 占石漠化土地总面积的 39.06%;中度石漠化土地 306 215.9 hm², 占 47.33%;重度石漠化土地 83 064.1 hm², 占 12.84%;极重度石漠化土地 4 954.4 hm², 占 0.77%。全州石漠化土地以轻、中度为主,两者合计占全州石漠化土地总面积的 89.5%(表 1)。

2 石漠化治理成效

2.1 石漠化治理开展情况

2000—2002 年,文山州西畴县法斗乡以“云南省岩溶地区生态恢复与重建试验示范项目”开展了石漠化综合治理,主要探索实施封山育林、人工造林、沼气池建设、小型水利工程等石漠化防治措施。该项目的实施,不仅增加了当地的森林覆盖率,改善了生态环境,还使农民经济收入有所提高,使部分农民提前走出贫困。2003—2004 年,国家发改委与国家林业局的领导和专家 2 次深入文山州进行石漠化治理情况调研。2008 年文山、砚山、广南 3 县(市)被列为全省第一批 12 个石漠化综合治理试点县,通过 3 年的试点,成功地总结出文山州石漠化治理经验,即“文山舍舍河流域封造结合生态修复”、“砚山阿三龙流域重度石漠化土地生态修复”、“广南里干小流域石漠化土地经济型治理”、“广南胡家寨石漠化土地立体综合治理”,这些成功经验得到云南省和国家有关部门的高度评价。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于 2011 年 4 月 13—15 日在文山市召开。2011 年全州 8 县(市)已全部纳入了国家岩溶地区石漠化综合治理

表 1 文山州各县市石漠化土地分程度统计

Tab. 1 Degree of rocky desertification in counties (cities) of Wenshan Prefecture

统计单位	石漠化土地									
	合计		轻度石漠化		中度石漠化		重度石漠化		极重度石漠化	
	面积/hm ²	/%	面积/hm ²	/%	面积/hm ²	/%	面积/hm ²	/%	面积/hm ²	/%
文山州	646967.7	100	252733.3	39.06	306215.9	47.33	83064.1	12.84	4954.4	0.77
文山市	93989.8	100	26802.8	28.52	54231.9	57.70	12433.7	13.23	521.4	0.55
砚山县	74437.5	100	36082.5	48.47	36374.4	48.87	1927.0	2.59	53.6	0.07
马关县	87467.9	100	54909.2	62.78	29994.1	34.29	2557.5	2.92	7.2	0.01
麻栗坡县	40992.9	100	15354.0	37.46	15734.4	38.38	9229.5	22.51	675.0	1.65
西畴县	33305.0	100	24759.3	74.34	8535.0	25.63	10.7	0.03	0.0	0.00
丘北县	119466.2	100	36802.2	30.81	66844.4	55.95	15516.3	12.99	303.3	0.25
广南县	145514.1	100	41097.7	28.24	71071.3	48.84	32407.5	22.27	937.6	0.64
富宁县	51794.4	100	16925.8	32.68	23430.4	45.24	8981.9	17.34	2456.3	4.74

工程项目中,该项目尚处于实施阶段。

2009—2016 年全州累计完成石漠化综合治理工程 104 773 hm²。其中:人工造林 27 800 hm²,封山育林 76 973 hm²,石漠化治理面积达 1 493 km²。

2.2 成功经验

在多年的石漠化防治过程中,文山州广大林业工程技术人员对石漠化防治技术进行了深入研究探索,总结出了符合本地实际的科技支撑、思路引领、分类施策、整合资源、制度保障经验。

2.2.1 切实加强科技支撑

在石漠化土地防治中,首先要科学选择造林树种,解决好适地适树问题。重点针对不同类型石漠化治理机理和途径,选择当地先锋树种、草种和优质牧草品种,确定水资源开发利用的形式和结构、雨水集蓄利用等技术。州、县相关部门多渠道落实科研和先进适用技术推广所需经费,积极向基层干部群众推广适用技术。

2.2.2 结合本地实际思路引领

在小流域的综合治理石漠化土地中,整合了退耕还林、封山育林、植树造林、农村能源、人畜饮水、农田建设、易地搬迁等工程,取得了明显成效。总结出山顶戴帽子、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“六子”思路,为全州石漠化综合治理积累了宝贵经验。

2.2.3 科学推进分类施策

1)对丧失生存条件、生态环境极为恶劣的局部地区采取异地搬迁、改善居住环境、提升教育水平等模式;2)对生态环境十分脆弱,群众生产生活条件较差,石漠化集中连片的地区,结合“六子”思路统筹治理;3)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;4)对群众发展生产与生态保护矛盾交结的部位采取特殊的种草养畜方式实现和谐发展;5)合理引导建设沼气池、小水窖、茅草房改造等;6)在石漠化地区大力推进木本油料产业发展,提高当地群众收入,建立长效脱贫机制。

2.2.4 集中力量整合资源

石漠化综合治理是一项复杂的系统工程,要改变各职能部门各自为政实施工程项目而导致资金投入分散、治理效果不明显的做法。石漠化综合治理由发改委牵头,国土、农业、林业、水务加强部门间协作,统一规划,整合资金,统一实施,确保工程质量和效果。

3 石漠化综合治理模式

3.1 治理思路

石漠化综合治理以两山理论(绿水青山就是金

山银山)为指导,在造林树种选择中紧紧围绕建立脱贫的长效机制,以乡土树种为主,将宜居、宜业、宜游融入环境整治和面山植被恢复中。

3.2 治理模式

根据文山州的实际,石漠化土地综合治理中采取森林植被恢复模式、草地植被恢复与合理利用模式、经济利用类工程防治模式、森林生态旅游发展模式、生态经济型治理模式、生态移民治理模式、综合治理模式。

3.2.1 森林植被恢复模式

对地势陡峭、基岩裸露度高、土层瘠薄、林草植被盖度较低、自然条件极其恶劣的重度及以上石漠化土地,应充分利用岩溶生境中各类有利小生境(如石缝、石沟、洼地等),在发挥原生性自然植被生长潜能的基础上,局部进行人工促进恢复,丰富石漠化土地上的生物多样性,促进石漠化土地的自然修复。遵循“生态优先、因地制宜”的原则,选用耐干旱瘠薄、喜钙、喜光、岩生、深根、适应范围广的乔木、灌木、藤本和草种先锋物种,通过人工造林进行岩溶生态系统修复,与原生植被构成复层混交、结构完整的林草植被体系,重建已损害或退化的岩溶生态系统。

3.2.2 草地植被恢复与合理利用模式

遵循草畜平衡原则,根据区域牧草资源状况,合理确定区域牲畜养殖数量;利用人畜粪便建设小型沼气池,既解决农村能源与照明,又改善了居住环境,且促进了种植业发展;加强棚圈建设,配置青窖与切草机等,改野外放养为圈养习俗,减轻牲畜对地表林草植被的破坏,确保石漠化地区的林草植被修复,同时促进农村畜牧业发展,实现石漠化土地治理与农村经济协调发展。境内的文山市、广南县、富宁县历史上均有养牛的习惯,但均未建设大规模专用草(牧)场,在石漠化治理中需建设部分草地(场)和牲畜养殖场。

3.2.3 经济利用类工程防治模式

在石漠化土地综合治理中,对坡度 5°~25°、水土流失严重、石漠化等级相对较低、土层较厚的坡耕地实施坡改梯工程,降低耕作面坡度,配套实施作业便道、蓄水池、截(排)水沟等,减少水土流失,保障耕地有效灌溉,达到石漠化治理的目的。对于水资源缺乏区域,通过屋顶集雨和拦蓄坡面水、地表径流等方式收集雨水,修建水窖、水池等贮水设施,在贮水设施中安装水管或渠道形成简易自来水。开发利用岩溶地下水和基岩裂隙水,通过泉水(地下水)一

提水工程、引水管(渠)—水池(水窖)—管网输出—人畜饮用及部分农田灌溉,实现水资源的合理利用。采取工程节水和生物节水措施,发展节水灌溉农(林)业,降低单位面积水资源消耗,提高农(林)业生产经营水平,保障农(林)业的可持续发展。对于生态敏感区的冲沟、边坡等石漠化土地,通过浆砌石、混凝土浇筑等进行加固,配置生物篱,降低地表坡度,防止表土流失与冲刷。

3.2.4 森林生态旅游发展模式

依托石漠化地区优美的自然风景资源及原生态的民族文化,发展森林生态旅游。遵循旅游发展要素,强化旅游基础设施与服务设施建设,重点开展观光、体验、休闲、康养式旅游项目,挖掘景区发展潜力。对生态敏感区域开展以植树造林、绿化美化为主的生态修复治理,营造森林景观资源,以旅游开发带动区域社会经济发展,经济发展促进区域生态环境建设,良好的生态环境为旅游发展提供支撑,最终实现区域可持续发展目标,减少对石漠化土地的直接依存度。

3.2.5 生态经济型治理模式

坚持因地制宜、适地适树的原则,针对海拔相对较低,地势平缓,土层较深厚、交通便利、具备灌溉条件的轻、中度石漠化土地,特别是人均耕地面积相对较大的区域,以科技为先导,以经济效益为中心,以市场需求为导向,以集约化经营、规模化生产的思路,选择品质优良、市场前景好、土地适宜性强、群众易接受的名、特、优经济林品种或速生用材林树种,培育石漠化地区的林果、林药、林饲、林食等特色生态经济品牌,加快石漠化地区经济发展。

3.2.6 生态移民治理模式

结合精准扶贫、精准脱贫的要求建立长效脱贫

机制,对于石漠化地区山高坡陡,交通不便,地表基岩裸露度高,人多地少,缺水少土,土地生态环境承载力极低,生存环境特别恶劣,生存条件基本丧失,经济发展相对滞后,贫困面大的村寨实施生态移民。生态移民坚持自愿原则,充分尊重民意、民俗,以政府主导与群众自发性移民相结合,实施“就近移民”政策。保障移民有相对稳定的土地资源,与当地产业发展、乡村振兴建设紧密结合,确保移民居住地生活条件齐全,同时,统筹考虑就业、教育、卫生与经济发展等,让移民“迁得出、稳得下、富得起来”,实现真正的安居乐业。

3.2.7 综合治理模式

综合治理是指对石漠化山体统一规划,统一治理,实施封山育林、保护植被为主的措施,实现水源涵养与保持水土功能。在石漠化土地平缓地带实施土地平整、栽竹种果、移植中草药、修建沼气池与小型水利水保等措施。

参考文献:

- [1] 赖兴会. 云南岩溶地区石漠化生态恢复的思路[J]. 中南林业调查规划, 2005(1): 12-15.
- [2] 赖兴会. 云南石漠化的生态特征及其危机表现[J]. 林业调查规划, 2004(2): 80-82.
- [3] 赖兴会. 云南的石漠化土地及其治理策略[J]. 林业调查规划, 2002(4): 49-51.
- [4] 赖兴会. 云南石漠化土地的分区及其绿化造林树(草)种选择[S]. 林业调查规划, 2002(增): 109-112.
- [5] 刘丽芳. 云南石漠化坡耕地综合治理模式探讨[J]. 林业调查规划, 2015(4): 49-51.
- [6] 云南省林业厅. 云南省岩溶地区第三次石漠化监测报告[R]. 2017.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.017

山地城市新型道路景观规划设计研究

胡婷婷,秦华,周智勇
(西南大学,重庆北碚400715)

摘要:以重庆市江津区四屏道路景观规划设计项目为例,研究山地城市新型道路景观规划设计的方法。在分析项目上位规划、道路设计技术参数、设计内容与范围、道路现状评估等概况的基础上,结合案例研究,对设计思路、设计主题、目标愿景、功能定位、设计原则和设计策略进行总体构思;总结项目道路景观的带状绿化与节点绿化的设计方法,并从慢行系统设计、海绵城市技术、水体设计、高压走廊植物配置,灯光设计等方面探讨了山地城市新型道路景观规划的专项设计方法。

关键词:山地城市;新型道路景观规划设计;总体构思;绿化设计;专项设计;重庆市江津区四屏道路

中图分类号:S731.8;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0086-06

引文格式:胡婷婷,秦华,周智勇.山地城市新型道路景观规划设计研究[J].林业调查规划,2019,44(2):86-91.

HU Tingting, QIN Hua, ZHOU Zhiyong. Planning and Design of New Road Landscape in Mountainous Cities[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 86-91.

Planning and Design of New Road Landscape in Mountainous Cities

HU Tingting, QIN Hua, ZHOU Zhiyong
(Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: The planning and design project of Siping Road landscape in Jiangjin District of Chongqing was used for the example to study the method of new road landscape planning and design in mountainous cities. The plan of design ideas, design theme, design goal, functional positioning, design principles and design strategy was made based on the analysis for the general situation of project from preliminary plan, technical parameters, design content and scope, and road status evaluation. This paper summarized the design methods of belt greening and node greening in the road landscape, and discussed the special design methods of new road landscape planning in mountainous cities from the aspects of slow moving system design, sponge city technology, water body design, plant configuration of high-tension corridor, and light design.

Key words: mountainous city; planning and design of new road landscape; general plan; greening design; special design; Siping Road in Jiangjin District of Chongqing

收稿日期:2018-10-23.

基金项目:重庆都市观光农业科技示范园建设科技支撑示范工程(课题编号:estc2014fazktjcsf0176).

第一作者:胡婷婷(1993-),女,四川人,硕士研究生.研究方向为园林植物造景设计与景观规划.

责任作者:秦华(1962-),男,重庆人,教授,博士生导师.研究方向为风景园林规划与景观生态.

周智勇(1962-),男,重庆人,高级工程师.从事园林绿化工作.

道路景观是风景园林的重要类型之一,在规划设计方面已取得丰硕的成果。但由于山地道路自身的特殊性和现代化建设的繁荣,传统的道路绿化方法已不能完全适用于现代道路景观规划设计,尝试以重庆市江津区四屏道路景观规划设计为例,从项目概况、案例研究、总体构思、详细设计四大阶段,论述山地城市新型道路景观方案阶段规划设计的程序和方法,以更好地指导现代山地城市道路景观的建设与发展。

1 山地城市道路景观规划设计实践的问题

山地城市地形复杂,道路形态多曲折变化、高低起伏,与交叉路口、周边场地出入口形成众多节点绿地,路侧可用作景观绿化的区域除了带状平地以外,还可能有陡岩、山崖等形成的边坡^[1]。由于山地道路景观项目尺度越来越大,长度可达十几公里,给设计带来了难度,设计师在面对此类项目时,显得有些无法下手,规划设计思维混乱、逻辑性不强,没有对节点绿地、带状绿地、边坡等现状场地进行整合和分类分析,也就导致山地城市道路景观建设出现了一系列问题,如道路特色不明显,同质化现象严重;绿化系统松散,山体保护、边坡处理不到位导致生态危机;崖坡边界缺乏安全防护措施等^[2-3]。新型山地道路景观规划设计应该突破传统的局部视觉艺术效果领域,强调宏观层面进行道路景观规划的意识,从国土区域、城市大环境、项目背景、周边用地性质等多角度来构筑合理的道路景观体系。

其他方面存在的问题主要有:乙方(设计单位)在接手项目之前,有很多其他非专业人士已经自主按照传统行道树结合种植池的模式铺设好了人行道铺装,颠倒了施工建设和规划设计的顺序,使场地规划受限,限制了设计思路;甲方(业主或政府)在和乙方交接过程中,提供的原始资料版本混乱、场地出现了变动却未及时沟通,导致乙方设计做了很多无用功,浪费大量人力和时间成本。涉及多专业建设时,各方都应有合作共赢的意识,让景观规划设计先开展进行。

2 山地城市新型道路景观规划设计的提出

传统城市道路绿化设计普遍存在以下的弊端:①景观整体性和连续性不强,将节点绿地、路侧带状绿地或边坡等零散化处理,忽视了景观空间和氛围的营造,具体体现在植物的空间、种类、层次、季相、

色彩、风格等考虑不足;②功能的定位还停留在绿化、美化阶段,对生活、健身、游憩等功能挖掘不够,不能满足人们日益增长的多功能、高品质道路景观的需求;③设计手法固化单一,千篇一律缺乏创新^[4-6],如路侧平地最常见的处理方法就是采用人行道铺装结合矩形树池的形式。

存在以上弊端的根本原因是没有与时俱进,没有把道路景观规划设计的过程当作一个系统,尽管已有绿道建设、边坡绿化、慢行系统设置、海绵城市建设等诸多相关研究,但实践道路景观方案规划设计的程序与方法较少有研究提及,尤其是山地城市新型道路景观的规划与设计。因此亟须超越传统道路绿化的概念,对山地城市新型道路景观规划设计的程序与方法进行系统的总结:①将节点绿地、路侧带状绿地、边坡或水域当作一个景观系统开展规划设计,并针对具体的场地现状提出详细的解决措施;②功能方面强调步道与休闲空间一体化,将整个道路系统类同于带状公园,设置慢行系统,布置生活、健身、游憩空间和场所;③强调生态设计,运用海绵城市技术,采用雨水花园、生态植草沟等多元化设计手法。

3 山地城市新型道路景观规划设计的方法

研究主要针对有明显山地道路特征的景观规划设计项目展开,如有边坡、带状绿地、水域等复杂多样的现状道路特征。重庆是典型的山地城市,以重庆市江津区四屏镇的玄武大道和四屏大道的道路景观规划设计为例,研究道路与交叉路口或周边场地出入口等形成的重要节点绿地,两侧一定宽度范围内的带状绿地、边坡绿化等内容,结合 XMind 软件绘制的思维导图来论述新型道路景观规划设计的方法(图 1)。

3.1 项目概况分析

从上位规划、道路技术参数、设计与范围、道路现状分析等方面对设计任务进行解读,明确项目背景和现状条件,找到设计难点和重点,为总体构思和详细设计做铺垫,利于后续设计工作的展开。

1) 上位规划

交代清楚项目基本区位情况和周边用地性质以明确方案设计应考虑的方向,如项目位于重庆市江津区四屏镇,四屏镇自然风光优美,道路沿途多为田园村舍、秀美群山及葱翠森林等自然风光。紧邻四面山国家级风景区,距江津城区 90 km,距重庆市区

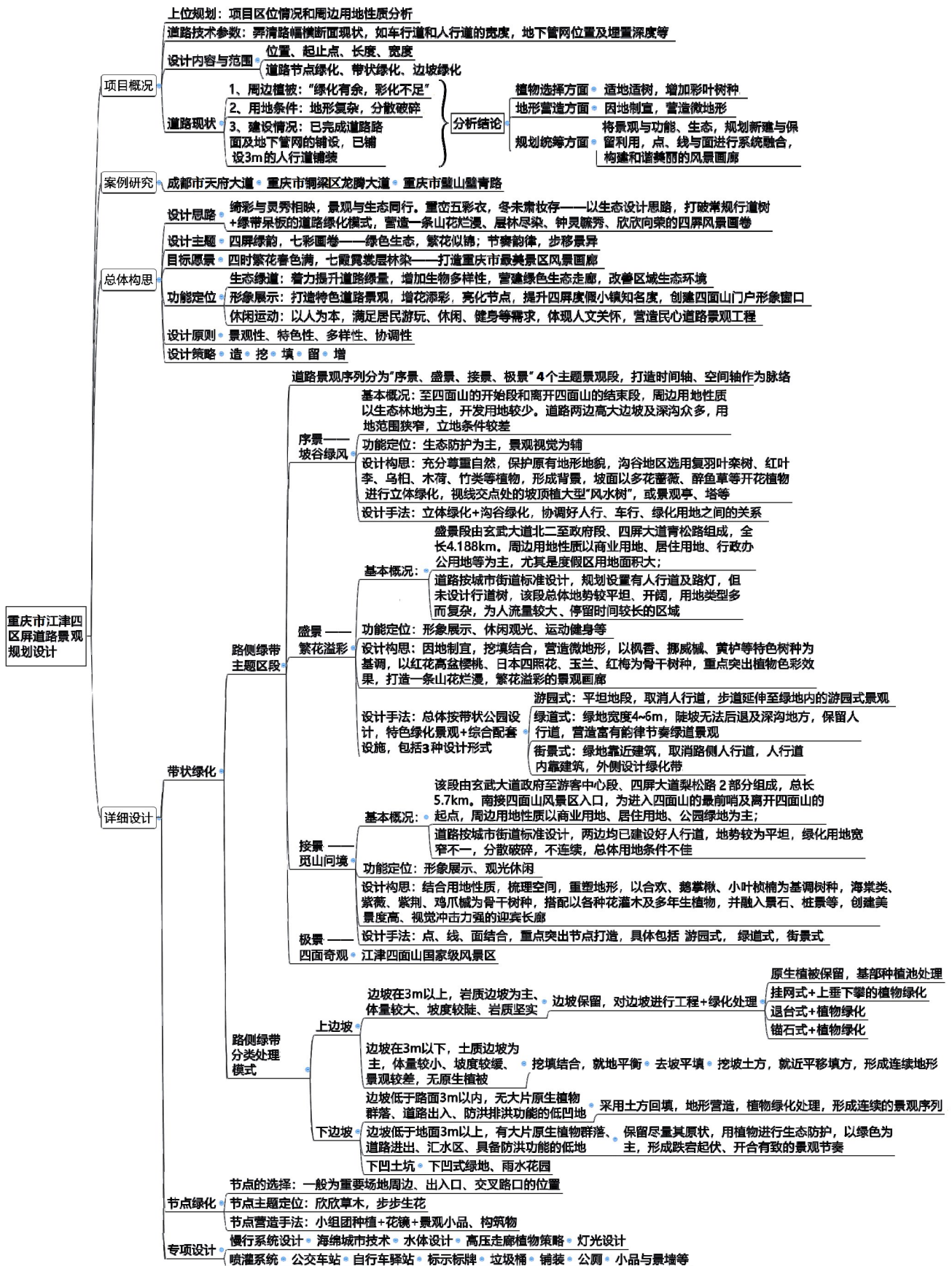


图 1 重庆市江津区四屏道路景观规划设计思维导图

Fig. 1 Planning and design map of Siping Road landscape in Jiangjin District of Chongqing

132 km,综合地位重要。有玄武大道、四屏大道2部分:①玄武大道,四面山旅游度假区规划中的核心主干道,北起刁刁高速四屏互通,南抵四面山景区,全长约10.08 km;②四屏大道,北起凤凰路东段,南至四面山游客中心与玄武大道相连,全长约3.69 km。周边用地性质方面,玄武大道北段主要是以生态林地、娱乐康体用地为主,中段以居住用地、商业用地为主,南段则以商业用地、居住用地、公园绿地为主;四屏大道以防护绿地、娱乐康体用地、居住用地为主。根据上位规划可判断项目总体用地类型复杂多样,方案设计应综合考虑,满足周边用地使用需求。

2) 道路设计技术参数

道路设计技术参数主要包括道路的行车设计时速,横断面布置形式,有无隔离带,车行道和人行道的位臵和宽度,路灯的位臵和间距,以及地下管网位臵及埋置深度等。乙方在进行道路景观设计前需向甲方索要道路的原始横断面图,并进行加工处理,在方案中详细标明技术参数,使道路路幅现状和设计的限制条件直观明了,利于增加设计的合理性。

3) 设计内容与范围

本文研究的道路绿化从绿地类型上主要包括带状绿地、边坡绿化与节点绿化3部分。①带状绿化:玄武大道沿线外侧道路18 m宽的线性绿带,四屏大道沿线外侧道路13 m宽的线性绿带,总面积约为458 916 m²,为本次设计的重点区域。②节点绿化:道路景观节点具有增花添彩、突显特色、满足游憩、提升道路总体环境品质等作用,因此,与道路及其周边环境协调,为民所用,彰显四屏特色等是本次道路绿化设计的又一重点。根据实地情况,在视野开阔的重要道路交叉口及出入口处选取7处节点进行重点营造,其中玄武大道共4个节点,四屏大道共3个节点。③边坡绿化具有保持水土、生态防护、增加景观层次等功能,因此,如何根据不同边坡类型及特点,营造以藤蔓植物为重点的特色性立体绿化是设计的另一重点。

4) 道路现状评估

在进行现状评估时,主要从现状植被、用地条件、建设情况等方面,具体问题具体分析。如道路周边植被:道路沿线植物大多为常绿的乡土植物,如杉树、松树、楠木、竹类等,为道路景观提供了很好的本底背景,但“绿化有余,彩化不足”,四季变化小,层次单一;道路用地条件:道路绿化景观总体用地条件不佳,绿化用地宽度窄,分散破碎,不连续,地形复杂,陡崖深沟众多,挖填土方量大,地下管网密布,立

地条件差;道路建设情况:玄武大道及四屏大道已完成道路路面及地下管网的铺设,除北一段以外,其余道路均已铺设3 m人行道,但无行道树设计,此外玄武大道南段部分绿化景观已施工建设,还需优化,均为设计增加了新的难度。

3.2 案例研究

选取的案例数量以2~3个为佳,一般为具备相似的现状、规模、同一性质的项目类型,案例研究的主要意义在于扬长避短,即找到可借鉴之处,规避出现相同的问题。主要从案例概况、绿化特点、主要问题、借鉴之处等方面对参考案例进行解读分析。如江津区四屏道路景观设计借鉴了成都市天府大道打破传统道路绿化设计手法,取消了传统的行道树设计形式,充分结合现状地形地貌,进行人工微地形的打造;借鉴了重庆市铜梁区龙腾大道推广选用适当的乡土树种,降低成本,利用背景林带,形成层次,彰显中、前景效果;借鉴了重庆市璧山区璧青路科学的微地形处理及景石的应用,丰富植物群落景观层次,使绿量充足。

3.3 总体构思

在正式展开设计制图前,需对设计思路、设计主题、目标愿景、功能定位、设计原则和设计策略进行全面系统的思考构思,以保证后续详细设计清晰地达到对项目宏观把控的作用。前5点与普遍的风景区园林项目的方法大同小异,可结合项目背景、现状条件等按需而定。而山地道路景观的设计策略有其特殊性,在此提出“造、挖、填、留、增”5点策略。

1) 造,营造——造微地形、造景观,对道路两侧的平地,根据设计需要进行微地形的营造,丰富景观要素,提高景观层次性与艺术性,形成起伏变化、开合有致的道路景观。

2) 挖,挖方——对道路两侧植被无利用价值、高度低于3 m的边坡、土堆、土坎及存在安全隐患的地形,进行挖方处理,按土方就近平衡原则,将挖出的土方用于微地形营造或补填低洼地土方。

3) 填,填方——对道路两侧高度低于3 m,填埋工程量相对较小的低凹地形,利用挖坡土方进行回填,对地形进行重塑,为绿化景观提供用地空间。

4) 留,保留——保留道路周边现有长势良好,有利用价值的景观树种、原生植物群落等;保留高于3 m,体量与处理工程量大的高边坡及排泄洪功能沟等,对保留的高边坡进行立体绿化处理。

5) 增,增加——增彩、增景,以色叶、观花植物为特色,结合砾石、景石、景观构筑物等小品的运用,

采用多样化造景手法,营造五彩缤纷、层林尽染,具文化品位的道路景观。

3.4 详细设计

3.4.1 带状绿化设计

1) 路侧绿带主题区段

江津区四屏道路景观主要分为序景、盛景、接景、极景4个主题景观段,这种方式使整体道路景观呈现由低潮(序)到高潮(盛),转至平缓(接),再到最高潮(极)的节奏感变化。每个景观段再分别按基本概况、功能定位、设计构思、设计手法展开讨论,使得整个道路景观既整体统一又富有变化,每个主题段又不失自己的特色,带给游客美好的视觉盛宴。

2) 路侧绿带分类处理模式

四屏大环境为深丘地区,边坡众多,挖填方量巨大,总体可分为上边坡和下边坡2种类型。全线边坡按高度、坡度、地质结构等,又可大致分为陡边坡、缓边坡和平缓坡以及土质和土石混合等类型。根据上边坡类型及其特点,选用相应的绿化形式的模式:①“放坡退台式”是对原有陡峭坡面进行分级放坡处理,设置多层平台,总体减缓坡度,降低安全隐患,形成多层次立体绿化景观;②“挂网式”是对整个坡面运用专用的镀锌铁丝网进行坡面加固防护,绿化植物依附铁丝网生长;③“锚石式”是对坡角较大、坡面较平缓的边坡在局部区域采用人工塑石或天然石材或利用原有山石等对坡面进行局部固定,防止水土流失或滑坡产生,其他区域用植物进行立体绿化,可形成独特的丹霞地貌景观。大多数下边坡基本特点为土壤较厚,沟较深,生境多样性强,原生植被较多,其绿化设计的基本思路是地形地貌基本保持不变,维持原状,保留全部原生植物群落,绿化以生态防护功能为主,突出林冠线及季相变化和群体自然美。

3.4.2 节点绿化设计

节点绿化一般为道路周边重要场地的绿地和交叉路口的绿地。节点绿化具有形象展示、构建景观特色的作用,犹如“绿色项链”(带状绿地)上的“彩色宝石”(节点绿地),应重点打造。确定好节点数量、位置后,进行逐个设计,具体分析每个节点的现状、设计构思等,完成平面图、效果图的绘制。新型节点的设计采用花镜、草境等单元尺度较小的植物组团形式,融入景观石、砾石、景观构筑物等特色精致景观架构,打造自然、生态、雅致、野趣的特色景观节点。

3.4.3 专项设计

1) 慢行系统设计

在“因地制宜,安全连通”原则的指导下,为最大限度地满足市民绿色出行、游憩、健身、休闲等功能,设置二到三级道路,自行车骑行道(约1.8~2.8 m)、步行道(约1.2~1.8 m)、卵石小径(约0.8~1.2 m)等。依据地形明确慢行系统位置,铺装颜色、宽度,自行车道、步道结合模式。

2) 海绵城市技术

海绵城市是新一代城市雨洪管理概念,指城市在适应环境变化和应对雨水带来的自然灾害时像海绵一样具有良好的“弹性”^[7],其建设手段为:渗—透水铺装;滞—生态植草沟;蓄—雨水花园;净—雨水花园;用—绿地用水;排—雨水管网、生态植草沟等。在充分结合道路基地具体情况的基础上,保留内部自然绿地,采取具有针对性的海绵城市建设措施。主要是在规划范围内,根据现状地形以及道路线形、场地的变化,在合适的位置进行海绵城市措施的布设。

3) 水体设计

水体整体设计根据水体的宽度和长度分为线性水流、凼形水域、带形水域3大类型,并可以给每个类型赋予1个主题,根据主题拟营造的景观氛围来展开设计和进行植物选择。①线性水流——流动的风景:依照地形进行梳理,雨水花园结合亲水平台、汀步、滚水坝、栈桥、旱溪等景观营造手段,打造亲近自然、休闲娱乐的线性滨水景观。在水体设计中,避开管线与各种通道。通风井掩藏在绿地中,下料口上种质浅根性草本植物。水流控制在2~6 m宽,深度控制在70 cm以内,宽处增设植物岛。深潭与浅滩交错,丰富河流生境结构。水边种植耐水湿草本与乔木,形成林泽景观。②凼形水域——荷塘月色:水塘里种植荷花(深水凼)或睡莲(浅水凼),水塘四周群植海棠类、樱花类、红梅类花卉进行围合,形成花林环抱的诗意空间。选用海棠类、红梅类、樱花类、桃花、垂柳、荷花、睡莲、水生鸢尾等植物。③带形水域——意境花田:丛植观赏性强的色叶乔木及乡土植物,林下梯田片植油菜花,水边片植各色水生鸢尾,形成明丽疏朗、层次丰富的带形梯田水岸,以湿地景观为特色。选用秋枫、栾树、鸡爪槭、水杉、油菜花、芦苇、石菖蒲、水葱、多色水生鸢尾等植物。

4) 高压走廊植物配置

存在高压电线的地区,需要弄清高压电线杆平均间距和高度,需要架空电力线路保护区,220 kV

高压线下绿带内植物顶部与高压线垂直距离不小于5 m。针对高压线的特殊性质,对高压走廊绿带的植物配置和造景要遵循3个原则:①安全原则——控制乔木高度,避免与高压电线距离过近;②生态原则——合理进行植物多层次配置,发挥其生态效益;③美学原则——采用艺术手法,创造植物美感。

5) 灯光设计

道路景观灯光设计应从人视觉的适应性出发,不过于追求亮,而是通过对比着力表现重点,以减少视觉疲劳,并保证景观序列的节奏感和层次感。主要遵循以下原则:通过夜晚道路视线分析,选择合理的灯具及投光方向以避免眩光;保证安全的前提下营造最佳景观效果;保证效果的同时,选用高效、长寿、节能产品。

6) 其他

喷灌系统可选择埋地式旋转散射喷头与水桩皮管结合方式,埋地式旋转喷头在喷出时自动弹出地面,不喷时缩入,每20 m设置一个,皮管用于旱季浇水,每100 m设置一个。公交车站的主体结构 with 道路两旁的自然风貌相结合,站牌系统可提供详细的公交线路信息,为市民出行提供较大的便利,并设有顶棚与座椅,为行人提供舒适的候车环境。自行车驿站布置在慢行系统沿线,可供行人存取自行车,注意风格尽量与环境融为一体。标示标牌、垃圾桶、铺装、公厕、小品与景墙等应在满足功能的前提下,增加地区文化,彰显地方特色,增加其景观性与文化性。

4 结语

随着山地城市道路景观项目的逐渐繁荣,尤其是大尺度的道路景观项目日益增多,山地城市新型道路景观规划设计的方法就尤为重要。采取合理的设计和方法,可以有针对性地提高山地城市道路景

观规划设计工作的效能,有效地把控项目的工作进度和设计质量,利于山地城市道路景观的建设。而不系统、没有逻辑性的设计程序,不仅会影响规划设计工作的进度,更会对整个项目的实施效果产生恶劣的影响。随着生态设计、海绵城市等设计思潮的涌现,人们对道路景观的品质也有更高的追求,在合理地运用规划设计程序和方法基础上,还应根据每个项目的具体情况细化分析,找到设计难点,比如案例项目位于四面山高海拔地区,气候特殊,就应重点考虑植物的选择。系统化、标准化、科学化的规划设计思维不仅能提高企业的工作效率,也将更好地保证项目实施质量和水平,也希望对风景园林其他类型项目的规划设计现代化产生一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 龚霞,郝春华. 山地城市道路景观一体化设计探讨[J]. 公路交通技术,2010(2):152-154.
- [2] 李伟. 山地城市道路景观设计探析[D]. 重庆:重庆大学,2007.
- [3] 郑丽. 山地城市道路景观规划设计探析[D]. 重庆:重庆大学,2006.
- [4] 欧阳桦,欧阳刚. 山地道路的交叉形态——重庆近代城市道路研究[J]. 重庆建筑,2005(8):18-23.
- [5] 周凌羽. 山地城市绿道使用状况评价(POE)研究——以重庆市九龙坡绿道为例[D]. 雅安:四川农业大学,2016.
- [6] 赵宇,李远,刘磊,等. 重庆主城区绿道步行环境现状研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2018,43(1):110-117.
- [7] 俞孔坚,李迪华,袁弘,等. “海绵城市”理论与实践[J]. 城市规划,2015,39(6):26-36.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.018

太谷县城景观风貌分区设计

李晨曦¹, 郭晋平²

(1. 山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学研究生院, 山西 太谷 030801)

摘要:通过调研以及文献整理研究,分析太谷县的自然景观、历史文化景观、现代科技景观和地域特色景观的风貌特征。结合现有案例,提炼景观风貌分区共性,总结出大地景观的类型、山水格局、建筑的风格和年代、宗教行为类型、民俗民风类型、历史重大事件类型、文化背景类型等7条城市景观风貌分区依据,在此基础上将太谷县城景观风貌划分为农田景观、老城景观、新城景观、历史景观提升、文教景观、滨水景观等6个风貌区,为太谷县城景观风貌规划提供基础。

关键词:景观风貌分区;分区依据;风貌特征;景观差异性;规划设计;太谷县城

中图分类号:S731.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0092-06

引文格式:李晨曦,郭晋平.太谷县城景观风貌分区设计[J].林业调查规划,2019,44(2):92-97.

LI Chenxi, GUO Jinping. Design of Urban Landscape Zoning in Taigu County[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2):92-97.

Design of Urban Landscape Zoning in Taigu County

LI Chenxi¹, GUO Jinping²

(1. College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China;
2. Graduate School, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: The characteristics of natural landscape, historical and cultural landscape, modern science and technology landscape and regional characteristic landscape in Taigu County were analyzed by the investigation and the literature research. This paper concluded the universality of landscape zoning and summarized the 7 zoning criteria of landscape type, landscape pattern, architectural style and building age, type of religious behavior, type of folk customs, type of historical events, type of cultural background. On this basis, the landscapes of TaiGu County were divided into farmland landscape, old city landscape, new city landscape, historical landscape, cultural landscape and waterfront landscape, providing reference for urban landscape planning.

Key words: landscape zoning; zoning criteria; landscape characteristics; landscape diversity; planning and design; Taigu County

城市风貌由形而上的“风”(风格、格调、品格、精神等)和形而下的“貌”(面貌、外观、景观、形态等)组成^[1]。城市景观是城市自然环境与人工环境的外在表现,是城市生活的表象特征,侧重于人们对

城市具体审美对象的审美知觉^[2]。笔者认为城市景观风貌包含了城市的景观和风貌,是人们对城市整体景观环境、文化内涵的综合体验。

景观风貌研究有助于深化对城市的空间结构认

收稿日期:2018-10-30.

第一作者:李晨曦(1994-),女,安徽合肥人,硕士研究生.主要从事风景园林方面的研究. Email:lcx0630@outlook.com

识,并将城市空间结构与城市的经济、政治、文化、历史相结合,揭示城市景观风貌形成的原因和过程,从而为保护城市历史遗迹,突出城市的特色空间,为促进未来城市空间形态的和谐有序发展提供可靠的依据^[3]。

景观风貌分区是城市景观风貌规划的基础,对于城市规划、古城保护、城市设计等相关领域具有十分重要的意义,建立一套科学的景观风貌理论和系统的分区方法十分必要^[3]。施炜等依据建筑的风格和年代对北京陟山门历史城区景观风貌进行分区^[3]。徐有钢等依据大地景观的类型将盘锦市划分为自然湿地景观风貌区和农业景观风貌区^[5]。周俭等指出上海依据文化背景类型将市区分为 44 个风貌区^[9]。虽然我国景观风貌规划实践已经成熟,但提炼共性不足,未形成景观风貌规划分区依据。本文从已落实的优秀景观风貌规划案例中总结出城市景观风貌分区的共性,在城市规划原则的指导下提炼出城市景观风貌分区依据,从历史背景、自然景观风貌和人文景观风貌 3 个角度讨论太谷县城的景观风貌特征。以太谷县城总体风貌特征为基础,结合风貌分区依据对太谷县城景观风貌进行分区设计。

1 太谷县城景观风貌现状分析

1.1 太谷县城总体景观风貌概况

太谷县城位于太谷县境西部,距省会太原仅 60 km,2001 年由原城关乡与城镇合并而成,是县人民政府驻地。太古县城土地总面积 2 219.28 hm²,其中耕地面积 1 211.86 hm²。拥有太谷县境内汾河的一级支流——乌马河,沿太古县城北部自东向西流过。交通干线有南同蒲铁路、108 国道、太邢公路、太徐公路等,交通便利。太谷县城南部属太岳山脉,右侧属太行山边沿,自然风光秀丽。

太谷县城历史悠久,距今已有 1400 多年的历史。在康乾盛世时期是华北的金融中心,太谷商人曾经富甲一方,建造了大量的豪宅大院、庙堂宗祠、票号铺面,极大促进了当时对外贸易的发展,是晋商文化的发祥地之一。目前太谷城内拥有大量富有价值的老宅和大院,一些特色古建筑也得以保存下来,其街道与布局具有很大的研究价值。

1.2 太谷县城景观风貌潜质分析

1.2.1 自然景观风貌

太谷县地貌形态分为山地、丘陵、平原,地势

由东南向西北倾斜,海拔为 767~1 914 m,地形平坦。太谷县南部属太岳山脉,右侧属太行山边沿。县内有乌马、象峪、津水、咸阳、四卦、石河、小河、米峪、水晶城河等大小 9 条时令河。太谷县属暖温带大陆性气候,四季分明。由于其优越的气候、水文和地形优势,使得太谷县拥有巨大的农业生产优势,是国家及山西省重要的商品粮和蔬菜瓜果基地之一。南部山川与太谷县城遥相呼应,与县城北部的乌马河一起构成了良好的城市山水空间格局(图 1)^[4]。

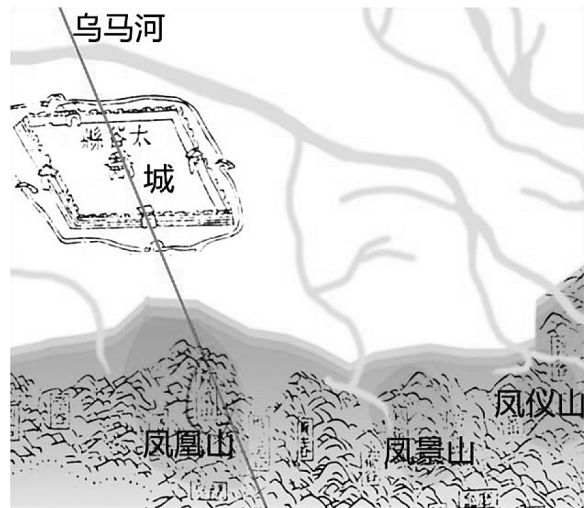


图 1 太谷县自然景观风貌

Fig. 1 Natural landscape of Taigu County

1.2.2 历史文化景观风貌

太谷县城境内古遗址、遗迹数量众多,文化内涵丰富,是晋中文化的重要载体。其中,铭贤旧址和太谷老城中的孔祥熙宅院更是国家级保护文物,是鲜活的晋中文化博物馆(表 1)。

表 1 太谷县城省市级古建筑及历史纪念建筑物文物保护单位统计

Tab. 1 Statistics of provincial and municipal historical buildings and historical monuments in Taigu County

保护单位名称	所在地	时代	备注
无边寺	县城南寺街	西晋	佛教建筑
安禅寺	县城内	宋	佛教建筑
孔祥熙故居	太谷县老城內	清	名人故居
铭贤学校	县城	清	遗址
文庙	太谷中学內		儒家建筑
鼓楼	县城	明	标志性建筑

1.2.3 现代科技景观风貌

以 108 国道为分界线,太谷县被划分为新城和旧城(图 2)。新城之中大规模新建的公共空间与现代建筑,如其子人文广场、农业科技广场、形意拳广场、中央城市广场、饮食文化广场、孟母文化主题园等结合传统文化的现代风貌广场,以及富有现代感的折线设计和现代元素的金谷广场(图 3),都逐渐展现出太谷新城的活力与魅力。

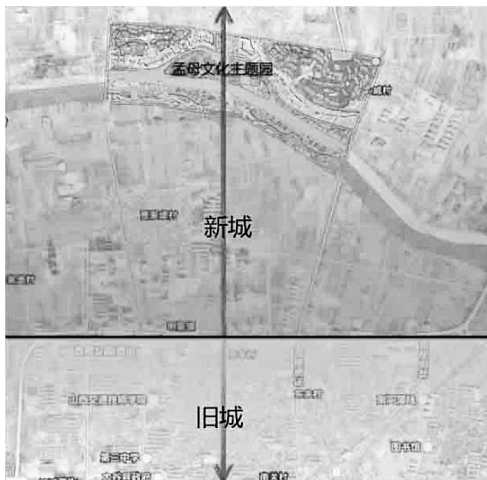


图 2 太谷县新城与旧城

Fig. 2 Old city and new city of Taigu County

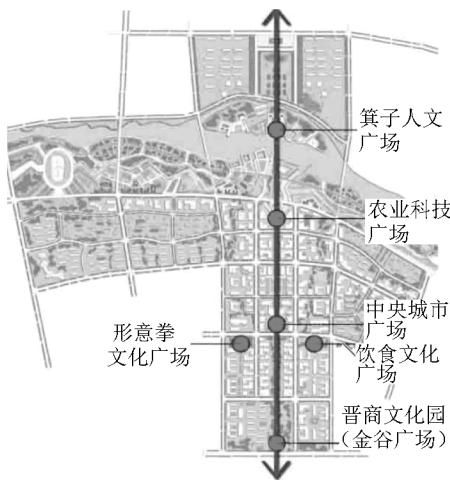


图 3 太谷县新城的新建广场

Fig. 3 Newly-built style square of Taigu County

1.2.4 地域特色文化景观风貌

太谷县城历史悠久,并且在其历史进程中积淀了浓厚的地域特色文化。其地域特色文化极具美学

价值,也为景观风貌规划注入了精神灵魂。

1) 宗教文化

基于太谷县城寺庙建筑遗存,民间一定数量的宗教信仰者以及日益兴起的宗教节日这三大因素,形成了主要包括佛教、儒家思想、太谷学派的多种宗教文化的争鸣。民国年间的太谷城,仅城内就有祠庙、寺观 27 处,可见其佛教文化的发展程度。儒家思想在太谷县最具典型的代表就是太谷中学内的文庙,每年中高考都有学生前来祭拜孔圣人。太谷学派起源于嘉庆、道光年间,在宇宙观、政治思想、性命之学、伦理思想、教育思想、修养观等方面继承、发展和改造了我国传统儒家学说。

2) 民俗文化

民俗文化是人民群众在生产生活的过程中所形成的一系列物质的、精神的文化现象。可以反映文化生活的载体既包括有形的历史遗存,如三多堂在六百多年的历史长河中所遗存的三雕艺术、楹联匾额等;也有无形的地方特色文化,如太谷秧歌、形意拳等(表 2)。

表 2 太谷县非物质文化遗产名录

Tab. 2 List of intangible cultural heritage in Taigu County

名称	特点	附录
形意拳	中国三大著名内家拳种之一	国家级非遗
龟龄集	传统医学中一种长寿药方,有“养生国宝”美称	国家级非遗
壶瓶枣	中国国家地理标志产品	国家级非遗
定坤丹	广誉远独家秘方,早于同仁堂 100 多年	
太谷秧歌	民间自编自演小曲、杂说、歌舞戏曲的综合艺术体	省级非遗
太谷饼	陕西省传统名吃,晋商饮食文化的典型代表	省级非遗

1.3 太谷县城景观风貌特征

1) 山——太谷县城以凤凰山为代表,青山秀峰此起彼伏,层次丰富,城市外围三面环山,相互映衬呼应,山城交融,形成韵律优美的天际轮廓线。从城市任何地方观赏凤凰山,都会得到不同的视觉感受,因此山成为太谷县城的重要风貌。

2) 水——太谷县城有汾河的一级支流——乌马河,沿城北部自东向西流过,在河流两岸规划设计了极具特色的滨水观光带,构筑了一条城市的绿色休闲带,形成了亲近自然的开放空间与独具特色的绿色城市风貌。

3)田——太谷县城地处晋中盆地,地势平坦,气候温和,水源充足,土地肥沃,是国家及山西省重要的商品粮和蔬菜瓜果基地之一,具有显著的大农业生产优势。其田园景观风貌是太谷县景观风貌中不可或缺的一部分。

4)城——太谷县城作为康乾盛世时期的华北金融中心,具有特殊的“丁字形”城市肌理、特色的空间和悠久的历史,是太谷县景观风貌中最具特色的部分。

山、水、田、城是太古县城最重要的风貌特征。

1.4 太谷县景观风貌现状

1)整体风貌尚可,但缺乏合理的定位和引导。太谷县城中随处可见不同类型的风貌特征穿插出现,大面积区域风貌趋于雷同或者并未出现特色风貌特征的现象。

2)民俗文化丰硕,但缺乏整体保护和传承。太谷县城镇有着丰富的民风民俗文化,比如城镇居民的形意拳、太谷秧歌、传统手工艺等。这些丰富的历史遗存是城镇历史的见证,彰显着村镇独特的文化个性。然而如此丰富的人文遗产,却随着村镇的快速发展及城镇化的入侵而逐渐消失。

3)古镇传承与社会发展之间矛盾重重。以前古镇建造所采用的建筑材料都是出自于当地,建筑结构工艺都是由先辈流传下来,体现鲜明的地方特色。但随着时代的变迁,这些原先的建筑形式正受到现代建筑工艺的冲击。青年人对于新潮生活方式的追求,例如看电影、健身、唱歌等,这些新的生活方式若不能合理安排,就会严重危害到太谷县城的传统景观风貌。

2 城市景观风貌分区依据

2.1 自然景观差异性

2.1.1 依据大地景观的类型分区

大地景观是指一个地理区域内的地形和地面上所有自然景物和人工景物所构成的总体特征,如云阳的梯田、喀斯特地貌、合川大山,还包括农田景观、果园景观等。在盘锦市的风貌分区规划中,充分考虑其农业、湿地风貌的景观和文化价值,根据城市布局结构特点,划定了自然湿地景观风貌区和农业景观风貌区^[5]。大地景观的景观性、生产型和生态性是景观风貌分区的重要依据。

2.1.2 依据山水格局分区

山水格局作为景观风貌要素不仅传达了城市自然景观风貌,而且积淀了传统的人文历史特质,对城

市景观风貌特色的形成有重大意义。在厦门市海沧区的分区规划中,充分利用其自然资源丰富、“两城、两湾依两山”的“山水城市”格局设立天竺山景观风貌区和马銮湾景观风貌区^[6]。山水格局是景观风貌分区的重要依据。

2.2 人工景观差异性

2.2.1 依据建筑的风格和年代分区

1) 建筑风格差异性

建筑风格会受到时代的政治、社会、经济等因素的影响而不同。在中国就有徽派建筑、窑洞建筑、吊脚楼、晋商大院等风格迥异的建筑风格。利用建筑类型对景观风貌进行分区不仅突出了不同景观单元各自具有的景观特点和历史性,而且体现了不同景观单元之间的内在联系^[3]。“藏房”是藏族人民融合了纳西族、汉族等民族建筑的艺术特点,形成独具特色的建筑风格和建筑体系,具有浓郁的地方特色。因此,四川省巴塘县根据建筑风格不同建立了“红藏房”景观风貌区。建筑风格差异性是景观风貌分区的重要依据。

2) 建筑年代差异性

中华上下五千年,不同历史时期的建筑风貌也相差甚远。在景观风貌规划中还可按照建造年代进行分类。北京陟山门历史城区将建筑按照年代分成1949年以前和1949年以后两大类以保护景观风貌的完整性^[3]。在历史文化名城平遥,根据建筑年代分为4个重要时期。因此,建筑年代的差异性是景观风貌分区的重要依据之一。

2.2.2 依据宗教行为类型分区

宗教是人类社会发展到一定历史阶段出现的一种文化现象,属于社会特殊意识形态,而不同的宗教又有各自的风貌特点,其中藏区的特色文化是藏传佛教,藏传佛教深刻影响藏族人民的生活。藏族民族宗教风貌主要体现在宗教礼仪空间中所容纳的各种宗教行为和民俗活动^[4]。在西藏林芝,依据宗教行为类型将比日神山划分为单独的宗教礼仪空间风貌区,从而促进宗教文化更好地传播与发展。宗教行为类型是景观风貌分区的重要依据之一。

2.2.3 依据民风民俗类型分区

不同地区、不同民族的风俗习惯各不相同。所谓“百里不同风,千里不同俗”正是反映了风俗因地而异的特点。贵州省施秉县拥有“刻道、卡翁、略搞、板凳舞”^[7]等非物质文化遗产和民族民俗艺术文化瑰宝,针对这些民俗瑰宝,其老城文化景观风貌区就主要依据民风民俗的打造划分。民风民俗的类

型是景观风貌分区的重要依据之一。

2.3 历史背景

2.3.1 依据历史重大事件的类型分区

在历史演变的长河中,景观风貌除了受到当地固有因素影响之外,还可能受到历史重大事件影响,如抗日战争带来了红色文化风貌,北洋大学堂带来了新式教学文化风貌。延安为体现其延安市旧址面貌和党中央革命旧址所在地的特色,将西北川风貌协调区作为独立风貌区划分^[8]。延安的红色文化特色风貌区突出了革命文化对于城市的重要性。重大历史事件的类型是景观风貌分区的重要依据之一。

2.3.2 依据文化背景类型分区

自从鸦片战争之后,中国出现了史无前例的文

化大融合,特别是在上海、香港这类港口型城市。当不同类型的文化集聚在一个城市时,需要将这些文化分开规划与保护^[9]。在上海的最新城市风貌规划中写到,在 24 年后将规划出 44 个历史文化风貌区,有外滩历史文化风貌区、人民广场历史文化风貌区、南京西路历史文化风貌区、老城厢历史文化风貌区等。这些不同的文化风貌区最大程度地保护了上海丰富多彩的文化背景。文化背景的载体是景观风貌分区的重要依据之一。

3 太谷县城景观风貌分区设计

根据景观风貌分区依据将太谷县城景观风貌分为 6 个风貌区(图 4)。



图 4 太谷县城景观风貌分区规划示意图

Fig. 4 Sketch map of landscape zoning planning in Taigu County

1) 农田景观风貌区

该区主要包括太谷城区西部大量农田区域。太谷县城西部农业景观丰富,拥有大面积的农田、种植园,农田景观是其景观风貌最重要的特征。依据大地景观类型将太谷城区西部大面积农田区域划分为农田景观风貌区。利用当地农作物玉米、小麦和高粱等,通过设计搭配,在较大的空间上形成美丽的景观,使得农业的审美性与生产性相结合,成为生态、生活、生产的有机结合体。

2) 老城景观风貌区

该区主要包括太谷县老城区域。太谷县老城是太谷县城市印象的重要感知区。该区域内有浓厚的古城风貌、历史符号和文化遗迹,历史环境气氛浓厚,继承了城市特定的地域历史文化。依据建筑的风格和年代的差异性以及文化背景类型划分老城景观风貌区,其主要呈现历史遗留风貌。

3) 新城景观风貌区

该区包括太古县城老城以北的大片区域。该区

域大规模新建公共空间与现代建筑,结合了“太原后花园”的整体区位定位,凸现代都市商务商业和生态环境,是现代科技风貌最突出的地段。依据建筑风格和年代划分新城景观风貌区。通过绿色城市花园道路景观等风貌控制,让人仿佛行走于城市园林之中。

4) 历史景观提升风貌区

该区包括太谷城区南部的大片区域。该区域长期处于风貌杂乱、无突出风貌特色的状态,因此在设计时赋予其太谷县最突出的景观风貌——老城景观风貌,使其作为太谷县老城景观风貌的过渡区域。该区域主要依据建筑年代和建筑风格划分而成。景观风貌延续太谷县地方晋商文化传统特色,运用太谷县传统晋商符号并就地取材,形成对老城核心历史文化风貌的延续,并与其他地区和谐过渡。

5) 文教景观风貌区

该区主要包括山西农业大学以及周边试验田。对于太谷县城来说,现山西农业大学的前身——铭贤学校的建立是影响县城发展的重大历史事件,直接导致文教风貌成为该区域的风貌特征。根据该风貌区的特征,依据历史重大事件的类型对其进行分区。其景观风貌意在追求自然风貌与人文教育的统一,利用学校周边环境,布置绿化、休憩等设施,通过景观小品营造浓厚的文化氛围,以此烘托出其深厚的文化底蕴。

6) 滨水景观风貌区

该区主要包括乌马河两岸。乌马河两岸具有典型的滨水风貌特点,开阔的视觉特性和生态特性,基于该风貌特征,依据山水格局以及大地景观类型对其进行划分。城市滨水区域除了展现水体的自身特有景观风貌外,还融入历史文化风貌,丰富太谷城区城市景观风貌的内容。

4 结论

1) 总结出太谷县城的总体风貌特征为山、水、田、城。

2) 结合案例,提炼景观分区共性,总结出大地景观的类型、山水格局、建筑的风格和年代、宗教类

型、民风民俗类型、历史重大事件类型、文化背景类型等7条景观风貌分区依据,以指导太谷县城景观风貌分区规划。

3) 以太谷县城景观风貌特征为基础,运用景观风貌分区依据将太谷县城分为农田景观风貌区、老城景观风貌区、新城景观风貌区、历史景观提升风貌区、文教景观风貌区和滨水景观风貌区。此景观风貌分区依据,对太谷县城景观风貌规划具有借鉴的作用。

参考文献:

- [1] 张继刚. 城市景观风貌的研究对象、体系结构与方法浅谈——兼谈城市风貌特色[J]. 规划师, 2007, 23(8): 14-18.
- [2] 张平, 李迎军, 张红娟, 等. 河北省定州市城市景观风貌规划探析[J]. 规划师, 2013, 29(7): 62-69.
- [3] 施炜, 陈颖. 基于城镇平面分析的城市景观分区研究[J]. 西南石油大学学报(社会科学版), 2010, 3(5): 27-31.
- [4] 祝晨琪. 西藏林芝城市风貌评价与发展研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2016.
- [5] 徐有钢, 王仕文. 面向城乡大尺度的景观风貌规划探索——以《盘锦市景观风貌规划(2013—2030)》为例[J]. 城市规划通讯, 2014(8): 15-16.
- [6] 华倩, 周璇, 蒋诗超, 等. 厦门市海沧区城市景观风貌提升研究[J]. 福建林业, 2013(3): 38-40.
- [7] 许欢. 城市景观风貌规划探析——以贵州省施秉县景观风貌规划为例[J]. 中华民居(下旬刊), 2014(5): 126-127.
- [8] 崔冬霞. 策划方法在城市风貌规划中的应用——以延安市为例[D]. 西安: 长安大学, 2010.
- [9] 周俭, 梁洁, 陈飞. 历史保护区保护规划的实践研究——上海历史文化风貌区保护规划编制的探索[J]. 城市规划学刊, 2007(4): 79-84.
- [10] 彭高峰, 李颖, 王朝晖, 等. 面向规划管理的广州市控制性规划导则编制研究[C]//城市规划年会论文集: 城市规划管理, 2005: 837-843.
- [11] 王建国. 现代城市设计理论和方法[M]. 南京: 东南大学出版社, 2001.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.019

基于整体观的国际园林博览园城市展园边界空间设计探究

曾琪芮, 张建林

(西南大学园艺园林学院, 重庆 北碚 400715)

摘要: 调研第八届中国(重庆)国际园林博览园城市展园。引入整体设计的理念,对城市展园边界空间的概念和范围进行探究,阐述整体观在边界景观中的体现。从宏观到微观分三个层面阐述了城市展园边界空间与展园外部空间的整体性。对城市展园边界空间进行分类研究,总结不同类型的边界空间的特征及表现形式,提出基于整体观的城市展园边界空间的设计策略。

关键词: 园林博览园;城市展园;边界空间设计;整体性

中图分类号:S731.2;TU986.6 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0098-06

引文格式: 曾琪芮, 张建林. 基于整体观的国际园林博览园城市展园边界空间设计探究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 98-103, 110.

ZENG Qirui, ZHANG Jianlin. Boundary Space Design of City Garden in International Garden Expo Based on Architectural Holistic View[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 98-103, 110.

Boundary Space Design of City Garden in International Garden Expo Based on Architectural Holistic View

ZENG Qirui, ZHANG Jianlin

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: In view of the investigation for the city garden in the 8th China (Chongqing) International Garden Expo, this paper introduced the holistic view to study the concept and scope of boundary space of city garden and expounded the application of architectural holistic view in boundary landscape. The integrity of the boundary space and the external space of the city garden was illustrated from the macro level to the micro level. According to the classification for the boundary space and the summary for the characteristics and forms of different types of boundary space, this paper put forward the design strategies of the boundary space of the city garden based on the architectural holistic view.

Key words: Garden Expo; city garden; design of boundary space; holism

近年来,园林博览园建设成为城市的热点事件。城市展园作为园林博览园重要的组成部分,起到促进城市间交流、传承城市历史文化、展现城市风采的作用,成为园林博览园中不可缺少的部分。在城市展园设计中涌现出大量优秀的设计作品,对未来展

园设计及相关造园活动提供了创新的设计手法和理念。但过去的研究多着重于城市展园个体的层面,缺乏对展园之间以及展园与片区整体风貌协调的研究,展园与相邻环境间常常呈现不协调的局面。

本文通过实地调研重庆园博园来探讨如何以整

收稿日期:2018-08-13;修回日期:2018-10-08.

第一作者:曾琪芮(1993-),女,四川自贡人,硕士研究生,主要从事风景园林规划与设计研究.

责任作者:张建林(1965-),男,四川中江人,副教授.主要从事风景园林规划设计的研究与教学工作.

体观来规划城市展园的边界空间,使展园与园区整体风貌和谐统一,以为城市展园边界空间的设计提供参考。

1 “整体观”与城市展园边界空间设计

1.1 整体观与整体观设计

整体观最早出现在城市规划和建筑学中,主要针对城市规划设计与建筑设计间的割裂,强调空间形态的完整与功能的统一所提出来,强调建筑与城市空间的整体设计^[1]。建筑领域中,何镜堂院士提出建筑设计的整体观,强调要处理好建筑内部各要素的关系和建筑与外部环境的关系,注重建筑的整体性^[2]。

本文将整体观定义为从全局高度规划设计,处理好设计对象的对立统一关系,注重整体到细部的完整统一,强调整体性、和谐型、统一性^[2]。

1.2 展园边界空间界定和特性

本文研究的展园边界空间指从属于城市展园范围、与绿地周围环境相邻的空间及空间内的各种园林要素。

城市展园的边界空间范围具有一定的模糊性,难以对范围作出具体的结论,因此本文从人的视线范围及活动范围出发,将边界空间分为三种类型:1)若边界空间仅仅是一个界线,那么展园的边界空间就是指这个界线;2)若边界空间具有通透性,则城市展园的边界空间是指从展园红线到展园内部景观之间视觉能及的一个区域;3)若边界空间是一个可以进入的过渡空间,则展园边界空间的范围是指人活动范围的两侧界限之间的可进入空间^[3]。

1.3 展园边界空间“整体观”的设计途径

多数展园侧重强调自身内部的景观效果及文化表达,将其打造成内向型空间,空间的整体性较强,弱化了与周边景观的联系。城市展园的边界空间作为城市展园与展园外部空间的过渡区域,是协调城市展园与园区道路、临近展园、公共空间等场地的空间。从园林博览会的景观效果考虑,不仅要从个体的视角来考虑城市展园内部的景观,还应从整体视角来规划园区内的绿地景观。本文从宏观、中观、微观三个层面阐述边界空间的整体性,从整体规划到细部设计,将城市展园单元整合于整个园区的空间组织、景观设计中^[4]。

1)宏观上:在整体绿地景观层面,边界空间是园林博览会绿地景观的重要组成部分,注重城市展园的展区边界空间与园林博览园绿地空间的衔接。

2)中观上:在城市展园层面,边界空间可以整合展区内部零散展园空间,加强城市展园与邻近展园的融合、过渡与连接,让城市展园协调于园林博览会的大环境中。

3)微观上:在细部设计层面,要关注边界空间的构成要素,注重植物、铺装、墙体、建筑物等的整体性。

2 城市展园边界空间的调研分析

2.1 展园边界空间类型

经过调研分析,将边界空间分为进入型、通透型、隔离型。进入型边界空间是指展园边界中完全开放,人们可以直接进入的空间。通透型边界空间是指展园边界中具有一定隔离效果但是不影响人的视线进入展园内部的空间。隔离型边界空间是指展园边界中与外部环境完全隔离的空间。

2.2 城市展园的边界空间与园林博览园绿地空间整体性

城市展园的边界空间与园林博览园的绿地空间相邻时,城市展园的边界空间会受到园林博览园绿地空间的影响,表现出不同的属性和特点。通过对以第八届中国(重庆)国际园林博览园城市展园的调研,总结出2种与城市展园边界空间相邻的外部环境类型:园区道路、园区公共空间。本文将探讨城市展园的边界空间与2种外部环境类型相邻时如何打造边界空间与外部绿地空间的景观整体性,营造统一和谐的园林博览园绿地景观空间。

2.2.1 边界空间与园区道路

从重庆园博园调研来看,绝大多数城市展园的空间布局都是城市展园沿着道路两侧依次排列的线性空间。从整体视角来分析,城市展园的边界空间与园区道路相邻的景观空间是园林博览园中道路景观空间的重要观赏面,决定了游人对展区整体风貌的视觉感受,要充分考虑城市展园展区的边界空间与道路绿地空间的整体性、和谐性、美观性。

1)隔离型边界空间

在道路两侧,许多展园为了满足自身展区内部的设计表达,将边界空间用植物、挡土墙、建筑等将视线隔离,形成隔离型边界空间。但并未考虑到道路上的景观效果,造成道路两侧的景观效果差异很大。如在重庆园博园中,温州园与三亚园处于道路的两侧,在温州园的边界空间中为了营造封闭的空间感受,在园区道路边用密集的竹子来围合空间,但在其对面的三亚园为了展示三亚的海洋文化,用点

植的椰子树来营造舒朗的入口空间(图 1)。两侧的边界空间景观效果迥异,植物的不协调性及错乱的空间氛围感都会使游人产生不适的游览体验。在隔离型边界空间中,要注重两侧边界空间景观的和谐统一,形成优美的道路景观观赏面。



图 1 温州园、三亚园与道路的过渡空间

Fig. 1 Transition space between Wenzhou Garden and Sanya Garden and road

2) 通透型边界空间

城市展园的边界空间与园区道路相连。道路空间属于开放性空间,没有较大的阻隔,使得边界空间和道路空间存在着视线上的联系,可将展园内部景观直观地呈现在游人面前,引发其进入展园游览的兴趣;也可将展园内部做成道路景观的一部分,增加园区道路的空间层次性和景观美观性。如在重庆园博园济南园边界空间中,利用爬山廊掩映在树林中,将园内与园外的视线打通(图 2)。游人在道路上漫步时,可以通过爬山廊看到园内的景色,而园外的风景也会纳入展园中。当边界空间为通透型时,可以作为一个过渡空间,延展展园空间和道路空间的视线范围。



图 2 济南园边界空间

Fig. 2 Boundary space of Jinan Garden

3) 进入型边界空间

进入型边缘空间在空间感受上是开放的,视觉和交通限制较小,边界空间的景观具有外向性,与道路景观联系较大,能够展示一部分展园的景观特色,往往成为园区景观的一部分。在新疆园中,设计师将面向道路的整个边界空间都打造成一个可休闲、可停留的平台,在此空间内可欣赏园内的水景、植物及异域的建筑(图 3)。通过将边界空间打造成一个可进入的休闲空间,可将展园与道路景观融合在一起,打破空间的壁垒,增加该区域的活跃度。



图 3 新疆园的休闲平台

Fig. 3 Leisure platform of Xinjiang Garden

因此,在设计城市展园边界空间与园区道路相临的情况中,要从整体视角来规划。在 3 种不同边界空间类型中,对每种类型要充分考虑边界空间对道路绿地景观的塑造,注重道路景观与展园内部空间的视线联系,并在一定程度上满足游人驻足休闲的需求。

2.2.2 边界空间与园区公共空间

公共空间能为园中的游人提供休闲活动的场地,是园林博览园中人群性质最丰富、各种活动发生频率最高和最具活力的地方^[5]。城市展园的边界空间是公共绿地空间的重要组成部分,是游人逗留在公共空间中主要的视觉焦点,通过空间的开合、植物的配置、建构物的设立等方式,对游人的视线和行为进行引导^[6],承担文化展示、游憩观赏的功能。

1) 进入型边界空间

城市展园边界空间与公共空间相连的大多是城市展园的入口空间,在展园边界空间的设计中要注重立面景观的展示作用,创造灵活变化、凹凸有致的边界空间,增加边界空间的可视性。如在大连园的边界空间设计中,设计师将前景用疏林草地及主雕塑海鸥结合,后景将几个海豚雕塑有节奏地分布在

沙地上以烘托主雕塑。自此,展园的边界空间增加了公共空间丰富性及趣味性,为游人带来强烈的视觉体验(图 4)。



图 4 大连园的边界空间

Fig. 4 Boundary space of Dalian Garden

2) 通透型边界空间

公共空间和城市展园边界空间都是属于园林博览园整体绿地空间,从视觉上还是要相互因借,互相渗透。当两个空间的形态差异太大时,就需要通过展园边界空间进行调和,将两个不同的空间联系起来,让其成为一个有机的整体。在设计方法上,植物设计要充分考虑到视觉上的感受,注意错落有致,尽量选择低矮的灌木,不宜采用高大的乔木,不然会给游人以闭塞之感。在建构筑物设置上,可采用开窗、或者是矮墙等方式,将展园内部的景色纳入到公共空间中。如在安阳园中,边界空间前景设置了具有地方特色红色的栅栏,作为后景的 1 m 高的开洞矮墙将展园内的景致纳入到公共活动空间中,在一定程度上延伸了公共空间的视觉范围(图 5)。



图 5 安阳园的入口空间

Fig. 5 Entrance space of Anyang Garden

2.3 城市展园的边界空间与邻近展园整体性

在城市展园总体布局中,展园都是紧紧相连,相互间的距离都很近,并且展园占地面积都较小,很容易受到邻近展园影响。因此,很多设计师都会将展园设计成内向型的空间,致使展园与邻近展园的互动联系很少,没有考虑到邻近展园间的风格不同。站在整个园林博览园的角度思考展园设计的就更少了。如在喀什园与西昌园的设计中,两者都设计有表达自身城市文化的建筑物。喀什园的中心是一个新疆地域风格的建筑物,而西昌园的中心景观为一个白色的圆形温室花园(图 6、图 7)。两个展园的风格迥异,但是设计者未考虑遮蔽影响自身景观的不和谐之处,当游人游览其中时,会有一种置身万国展览会之感。



图 6 西昌园的温室

Fig. 6 Greenhouse of Xichang Garden



图 7 西昌园与新疆园的边界空间

Fig. 7 Boundary space between Xichang Garden and Xinjiang Garden

因此,结合自身展园的风格和设计意图,可将邻近展园的优美景色纳入到自己展园的观赏范围内,或者遮挡其他展园的不适宜之处^[7]。通过调研,将展园间的边界空间归纳为隔离型边界空间和通透型

边界空间。

2.3.1 隔离型边界空间

当两个展园因为各自的需要设计成不同风格的时候,边界空间可以通过种植高低层次不同的整形灌木或者是密植竹类植物形成绿“墙”^[8],还可设置景墙或者建筑来屏蔽邻近展园的景色。如在厦门园与温州园的边界空间处理时,厦门园中布置了现代钢架结构的构筑物,整个空间是外向的;而温州园是中国古典园林的风格,整个空间是内敛含蓄的(图 8)。



图 8 温州园与厦门园的过渡空间

Fig. 8 Transition space between Wenzhou Garden and Xiamen Garden

其边界空间植物配置的方式是从现代规则式过渡到自然种植方式,即从整形的灌木自然过渡到球形灌木搭配高大的乔木,自然而然地将两个展园的景观隔离开来。其次,还可通过建、构筑物来隔离两个展园空间,但需要做到过渡自然,而不是生硬的一堵墙或者一个构筑物孤立地设置。如在威海园的边界空间中,用白粉墙搭配植物作为与周边展园的过渡,形成遮挡视线的效果。

2.3.2 通透型边界空间

《园冶》中记载:“园林巧于因借,精在体宜,借者虽别内外,得景则无拘远近”。借景是中国园林中常用的造园手法,对于面积较小且相互排列的城市展园设计具有很好的借鉴意义,利用开洞的景墙、漏窗、疏林草地等将邻近展园的美景纳入其中。如在天津园与太原园的展园边界空间设计中,两者都是采用中国古典园林的风格,利用爬山廊作为边界空间,可互相将对方园子的景色纳入到自己展园的范围内(图 9)。并且边界空间用疏林草坪作为过渡,景观视线通透,建筑掩映在林间,中间还设置道路作为两个园子的连接。



图 9 天津园与太原园的边界空间

Fig. 9 Boundary space between Tianjin Garden and Taiyuan Garden

除通过相互借景可以延展视线,还可通过对边界空间设置节点连接两个展园空间,延续两侧空间的变换序列。通过设置过渡空间,将两个展园紧密联系在一起,从一个展园空间自然过渡到另一个展园空间,扩大展园的空间感。如巴中园与毕节园的边界空间设计中,用假山作为背景并作为连接通道,在假山中设置了一个休闲场地(图 10)。游人不知不觉走到假山中,又通过假山节点进入到毕节园中。假山的设置对空间序列变化起到转折作用,过渡自然地连接两个园子,毫无生硬地给游人以惊喜之感。



图 10 毕节园与巴中园以假山作为过渡的边界空间

Fig. 10 Rockery as a transition boundary space between Bijie Garden and Bazhong Garden

综上所述,城市展园虽然有具体的红线范围,形状也是既定的,但其作为园林博览园中一个小小的细胞,应该从整体视角来考虑展园边界空间与邻近展园的关系,要将展园作为其中一个景观单元来考虑。只有一个个的景观单元间相互联系,协调于整个园林博览园空间当中,才能打造出和谐统一的景观空间。

2.4 边界空间的构成要素

2.4.1 植物

在城市展园的边界空间中,植物不仅起到装饰和美化边界空间的作用,还具有界定空间、强化边界空间的作用。在与外部绿地环境的协调上,植物搭配选择应在兼顾展园内部设计,并结合园林博览园外部绿地的功能要求及美学要求的情况下,以城市展园为核心,重点考虑外部绿地空间,使边界空间的植物在边界两边相互联系。在与邻近展园的空间联系上,可通过植物遮蔽其他展园不美的地方,或用植物空间来联系邻近展园的美景。

在植物搭配上,不同边界空间的功能需求要选择与之匹配的配置方式。对于要求隔离的空间,可采用密植灌木或乔木的方式形成“绿墙”。对于营造通透的空间,可采用低矮的灌木或者小乔木搭配或采用植物组群栽植于草坪边缘形成背景;当需要营造丰富的边界空间时,可采用不同高度和颜色的乔灌木搭配栽植,形成吸引人的观赏点。

2.4.2 铺装

城市展园的边界空间的铺装大部分存在于展园的出入口及活动硬质场地。地面铺装是区别空间的一种方式,常给人一种非常强烈的感觉,这是由于人的视觉感受决定的^[9]。展园入口空间可以用铺装来区分空间,强化或者弱化分隔感。在调研中发现,大部分展园入口空间的铺装设计还是考虑与园区道路和公共空间的铺装设计的和谐统一,在形式上和色彩上弱化了边界感,使展园与园林博览园绿地空间融为一体,让两者过渡更加自然。而在少数几个展园中,设计者过多关注展园内部的景观表达,没有考虑到周边展园和园林博览园绿地空间。如在武汉园、湛江园与中山园三个展园中,入口空间的铺装设计在色彩、质地和图案的组合方面进行了改变,单看每个展园入口空间的铺装设计都是美观的,但当 3 个展园依次排列在道路边,没有考虑过渡或者遮挡时,就呈现出空间分隔明显、色彩混乱等情况,对绿地景观的整体性造成很大的影响(图 11)。

2.4.3 墙体

墙体在景观中可以起到垂直方向上的分隔作用,能明确地表明空间的界限,起到围合、联系和分隔空间的作用。在调研中发现,由于展园面积较小,很多城市展园都常用景观墙体来分隔内外空间。墙体的高度对于空间的围合以及空间内外联系影响很大,当墙体在 30~150 cm 时,能区分出空间内外的关系。虽然封闭感随着高度增加而加强,但是视觉



图 11 武汉园、湛江园、中山园的入口铺装设计

Fig. 11 Entrance pavement design of Wuhan Garden, Zhanjiang Garden and Zhongshan Garden

上是有渗透感和连续感的。当墙体高度大于 150 cm 时,封闭感增加,视觉被遮挡了。一般墙体结合植物景石等来分隔空间,更具有层次感。或者用廊、矮墙或者有窗洞的高墙来围合空间,可以加强展园内与展园外的联系,增加空间的渗透性。

3 结语

边界空间作为展园的重要组成部分,是连接园区道路、展园、公共活动空间的纽带,具有重要的展示意义。在展园边界空间设计时,要以整体视角来全局把控,从整体到细部各个方面处理好与周边环境的关系。设计师只有深入全面地分析处理这些联系,才能将城市展园融入到园区内,形成整体和谐统一的园林绿地景观。结合对第八届中国(重庆)国际园林博览园城市展园的调研情况,提出对其边界空间的几点设计策略:

1) 自上而下,整体规划园林博览园

在进行边界空间的设计时,要先从园区整体布局考虑,分析城市展园周边的用地情况,针对不同的外部环境,确定展园边缘的设计要点及功能作用,有针对性地对其进行设计。

2) 展区整体边界空间的纵向及横向的景观变化序列

城市展园边界空间自身组成了一个系统化的绿地空间,这个系统环绕着城市展园与园区绿地系统,融合成为外界对园林博览园的直观印象。加强边界空间横向及竖向的序列变化,对园林博览园整体绿地景观是有重要影响的,有起有伏、有疏有密、有曲有直的横向序列景观可以加强整体边界空间的连续

(下转第 110 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.020

滇东南博吉金国家森林公园旅游资源评价研究

丁智强¹, 王平¹, 李玉辉¹, 吕雪蕾²

(1. 云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500; 2. 国家林业局昆明勘察设计院, 云南 昆明 650216)

摘要:以博吉金国家森林公园为例,通过实地考察和分析,选取景观资源质量、环境条件、资源开发建设条件3方面的7个属性,23个指标因子,构建博吉金国家森林公园旅游资源评价指标体系,基于AHP法对旅游资源进行定量评价,总结公园旅游资源开发的优劣势。结果表明,公园内的旅游资源分属8个主类、31个亚类和114个基本类型,分别占全国旅游资源主类、亚类、基本类型的100%、100%和73.55%,说明公园内景观类型丰富;对博吉金旅游资源评价有重要影响的综合层因子为“景观资源质量”,准则层因子为“自然属性”,指标层因子为“与附近景点的异同”,说明要提高博吉金国家森林公园的旅游地位,应注重公园自身独特资源的挖掘,保持旅游资源的自然属性,避免旅游地景观均质化、模式化,同时加大资金投入,科学规划,完善基础设施。

关键词:旅游资源评价;AHP法;景观资源质量;环境条件;资源开发;建设条件;博吉金国家森林公园

中图分类号:S759.91;S788.2;P964 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0104-07

引文格式:丁智强,王平,李玉辉,等.滇东南博吉金国家森林公园旅游资源评价研究[J].林业调查规划,2019,44(2):104-110.

DING Zhiqiang, WANG Ping, LI Yuhui, et al. Evaluation on Tourism Resources of Bojijin National Forest Park in Southeastern Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2):104-110.

Evaluation on Tourism Resources of Bojijin National Forest Park in Southeastern Yunnan

DING Zhiqiang¹, WANG Ping¹, LI Yuhui¹, LYU Xuelei²

(1. School of Tourism and Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China;

2. Kunming Survey & Design Institute of State Forestry Administration, Kunming 650216, China)

Abstract: Based on the field investigation and analysis, 23 indicators of 7 attributes of landscape resources quality, environment condition and resource development condition were selected to build the evaluation index system of tourism resources in Bojijin National Forest Park. This paper quantitatively evaluated the tourism resources by the AHP method and summarized the advantages and disadvantages of tourism resource development in the park. The results showed that the tourism resources were divided into 8 main categories, 31 subcategories and 114 basic types, accounting for 100%, 100% and 73.55% of

收稿日期:2018-10-30.

基金项目:滇东岩溶高原峰林湖盆水源枯竭机制研究(41261007);森林植被影响岩溶水源地产流功能的观测研究(41262013);亚热带高原表层喀斯特带结构和植被的协同演进机制研究(41371514).

第一作者:丁智强(1993-),男,云南禄劝人,硕士研究生.主要从事保护地可持续发展研究. Email:1220629745@qq.com

责任作者:王平(1965-),男,云南昭通人,副教授,硕士生导师.主要从事自然地理和自然环境保护研究. Email:ynwangping@163.com

the national tourism resources respectively, indicating that the landscape types in the park were rich. The dominant factors affecting Bojijin tourism resources were the quality of landscape resources in composite layer, the nature in criterion layer and the nearby attractions in index layer, which indicated that the raise of tourism status should pay attention to the development of unique resources, keep the nature of tourism resources, avoid the landscape homogenization, increase the capital investment, make the scientific planning and perfect the infrastructure.

Key words: quantitative evaluation on tourism resources; AHP method; quality of landscape resources; environment condition; resource development condition; Bojijin National Forest Park

保护森林、湿地、海洋等生态系统,维护生态系统安全,是实现新时代美丽的社会主义强国的基础保障。习近平总书记指出“山水林田湖草是一个命运共同体”、“绿水青山就是金山银山”,道出了生态文化的思想精髓。生态旅游是一种更注重保护生态环境的旅游模式^[1-2],是旅游开发与保护地自然生态环境和谐发展的活动。通过开展生态旅游,有助于人们更好地了解自然及自然与人类生存发展的关系,并自觉培养起尊重自然、顺应自然、保护自然的生态情怀。在大部分地区,保护地已成为娱乐和旅游业的重要对象之一,为更好地保障保护地生态旅游的可持续性,进行旅游资源调查与评价^[3-4],明确保护地的不足和定位,成为迫在眉睫的问题。更进一步来说,保护地系统由多种要素组成,理清和分析这些错综复杂的关系,并系统、科学地对保护地进行评价是关键所在。本研究以滇东南博吉金国家森林公园为例,在前期实地调查的基础上,基于层次分析法(AHP)对公园内的旅游资源进行评价,以期为公园旅游开发提供依据,促进公园可持续发展。

1 研究区概况

博吉金国家森林公园位于滇东南文山州广南县西北,距州府 111 km,地理坐标为 104°42'42"~105°04'08"E,24°09'27"~24°20'09"N(图 1)。分九龙山和坝美 2 个片区,其中,九龙山片区 1 603.82 hm²,海拔 1 346~1 933.7 m,为“万山鼻祖,江河之源”,是珠江流域的重要发源地之一,山上保存大片原生的半湿性常绿阔叶林,其中,伯乐树、香果树、云南拟单性木兰、马关含笑、水青冈、肥皂荚、细齿稠李等众多古树胸径在 1.5~2.5 m,是中国特有、起源古老的活化石。坝美片区 2 066.03 hm²,海拔 790~1 276 m,坝美河穿越汤拿洞,流经桃花谷、天生桥之后,蜿蜒流入坝美坡立谷,再经桃源洞流出坡立谷,横贯整个坝美片区,其突出特点是在较短的水平距离范围内,地面河与地下河交替出现,先后 2 次伏入地下转

为地下河,2 次出露地表转为地表河,和陶渊明笔下的桃花源十分相似。公园所在地气候类型为亚热带低纬高原季风气候,月均温 14.5~18.5℃,气温垂直变化明显,年降水量 1 150~1 300 mm,年日照时数 1 843.9 h,年均相对湿度 79%~85%。植被类型以典型湿性常绿阔叶林为主,半湿润常绿阔叶林为辅,植被覆盖率 85.02%。地带性土壤为红壤,受地形和成土母岩的影响,坝美片区发育石灰土、水稻土,九龙山片区发育黄红壤和黄壤。

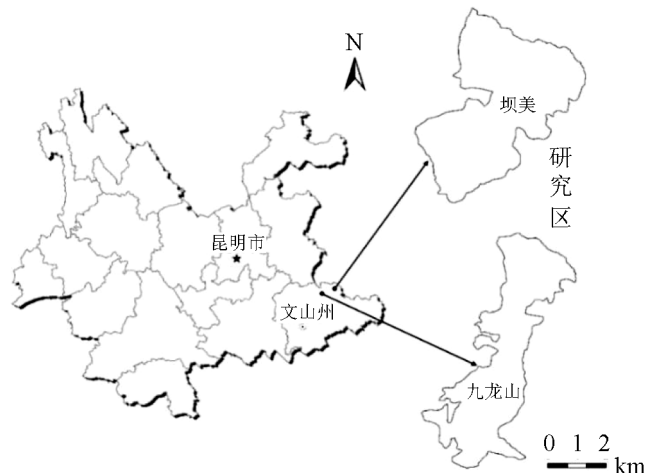


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of study area

2 研究方法

2.1 旅游资源类型划分

依据国标《旅游资源分类、调查与评价》中的分类系统,将公园旅游资源划分为主类、亚类、基本类型 3 个等级。

2.2 旅游资源评价

2.2.1 AHP 原理

层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, 简称 AHP) 是一种多目标决策分析法,由美国运筹学家萨蒂 (T. L. Saaty) 提出,在景观资源评价中受到广泛应用,评价结果可信,得到相关学者的认可。其基本

原理是将决策问题的有关元素分解成综合、准则、方案 3 个层次,然后对每个层次的因素进行判断,最后给出各因素相对重要性的定量指标,从而为决策提供依据和建议。

2.2.2 指标体系构建

对影响评价对象的各因子的准确判断是确保评价科学性的重要前提。本研究的因子选取遵循科学

性、系统性、可比性、独立性、可操作性的原则^[6],设置目标层为博吉金旅游资源评价指标体系,结合森林公园的特殊性,并参考其他学者的研究和相关专家的意见,将景观资源质量、环境质量条件、资源开发建设条件 3 个方面设置为综合层(B),其余为准则层(C)和方案层(D)(图 2)。

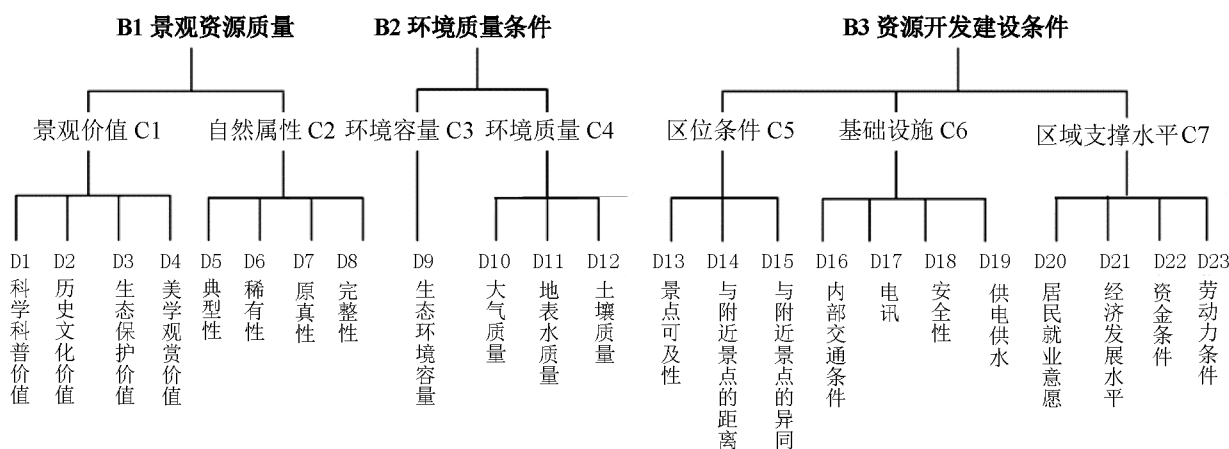


图 2 博吉金旅游资源评价指标体系

Fig. 2 Evaluation index system of Bojijin tourism resources

2.2.3 构建比较判断矩阵和确定评价指标权重

从 AHP 法的基本原理出发,比较判断矩阵是指在构建的评价指标体系中,从综合层、准则层、方案层内部建立各层的评判矩阵,从而判断同一层次中各因子对上一层的重要性,重要性标度为 1/9~9,各标度的含义见表 1。

表 1 判断矩阵重要性标度及其含义

Tab. 1 Significance scales of judgment matrix

重要性标度	含义
1	表示因素 u_i 与 u_j 比较,具有同等重要性
3	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 稍微重要
5	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 明显重要
7	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 强烈重要
9	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 极端重要
2,4,6,8	分别表示相邻判断的中值
倒数	表示 u_j 与 u_i 比较得判断 $u_{ji} = 1/u_{ij}$

注: u_i 与 u_j 表示评价的任意 2 个因子。

由于比较判断矩阵中同一层次各因子对上一层的相对重要性判断直接影响到各层因子对总目标层的权重值计算,所以构建好的博吉金旅游资源评价指标体系通过 yaahp 软件制作成调查问卷,让相

关专家及当地管理部门的工程师对各因子的重要性进行判断,以避免研究结果偏向某一专家的主观判断,使结果更具科学性和客观性。对返回来的调查问卷结果要进行一致性检验,yaahp 软件会自动进行非一致性判断,原理为:

$$CI = \frac{1}{n - 1}(\lambda_{max} - n), CR = CI/RI$$

式中,CI 表示一致性指标,CR 表示一致性比例, λ_{max} 表示最大阈值,n 表示判断矩阵的阶数,RI 表示平均随机一致性指标,若 $CR < 0.1$,即认为判断矩阵具有满意一致性。最终得到的判断矩阵一致性比例小于 0.1,可以得出满意的结论。最后 yaahp 软件会根据判断矩阵得到各层因子的权重指标。

3 结果分析

3.1 旅游资源类型结构

按郭来喜等的体系,对博吉金国家森林公园的旅游资源进行分类,由于资源单体数量的确定存在主观差异性^[6],所以在“资源单体”一列中并没有计算资源单体的数量,而仅作了举例。全国旅游资源有 8 个主类、31 个亚类、155 个基本类型,野外调查分析确定博吉金旅游资源单体分属 8 个主类、31 个

亚类和 114 个基本类型,分别占全国的 100%、100% 和 73.55%。博吉金与全国旅游资源主类、基本类型对比见表 2。

表 2 博吉金旅游资源类型结构

Tab. 2 Category structure of tourism resources in Bojijin Forest Park

主类	基本类型			基本类型举例
	全国	博吉金	占比 / %	
地文景观类	37	27	72.97	九龙山、坝美锥状峰丛洼地、桃花谷、汤拿洞、桃源洞、天生桥、江心洲等
水域风光类	15	10	66.67	坝美地上河、地下暗河、坝美岩溶大泉、九龙神泉、九龙飞瀑等
生物景观类	11	11	100.00	九龙山原始森林、名木古树林、坝美黄葛榕古树、白鸟鸣唱等
天象与气候景观	8	5	62.50	九龙日出、九龙云海、坝美雾纱等
遗址遗迹类	12	8	66.67	句町文化发源地、那文化发源地、猴爬岩功德碑、坝美村遗迹等
建筑与设施	49	33	67.35	风雨桥、生态歌舞广场、坝美传统马车服务、故乡、干栏式传统村落建筑群、坝美龙神庙、老人厅、龙山、龙树等
人文活动类	16	14	87.50	九龙山神田、神泉传说、诗赋、句町古乐、铜鼓舞、芦笙舞、壮剧、沙戏、手巾舞、九龙之恋、祭祖活动、方玉洞、柯仲平故乡、三月花街节等
旅游商品类	7	6	85.71	野生藤茶、壮锦、银饰、五彩饭、八宝米、辣椒、八角、草果、油桐、三七等

从表 2 可以看出,博吉金森林公园旅游资源景观类型丰富,其中生物景观类、人文活动类和旅游商品类分别占全国旅游资源的 100.00%、87.50% 和 85.71%,符合博吉金国家森林公园的定位,适宜开展以生物景观类为主的体验、观光型旅游活动,同时配合丰富的文化活动和独具地方特色的旅游商品,给游客带来不一样的体验。

3.2 各指标权重分析

在影响博吉金旅游资源综合评价的指标体系中,各评价因子的权重分析见表 3。

由表 3 可知,综合层的重要性权重值大小排序为景观资源质量(0.443) > 资源开发建设条件(0.387) > 环境条件(0.169);在各综合层的下级准

则层中,自然属性对景观资源质量的影响大于景观价值,环境质量对环境条件的影响大于环境容量,对资源开发建设条件产生主要影响的是区位条件,其次是基础设施和区域支撑水平。为考虑准则层各因子对总目标层的重要性,通过计算得到准则层单排序结果。在准则层中,对总目标层影响最大的是景观资源质量下层的自然属性,权重值为 0.296,其次为环境条件中的区位条件(0.213)和景观资源质量中的景观价值(0.148),对总目标层影响最小的是资源开发建设条件中的区域支撑水平(0.081)和环境条件中的环境容量(0.056)。

最后,在准则层下级的指标层中,对选取的 23 个因子进行单排序结果显示,美学观赏价值(0.409)、稀有性(0.496)、生态环境容量(1.000)、与附近景点的异同(0.729)、安全性(0.554)、资金条件(0.418)是对景观价值、自然属性、环境容量、环境质量、区位条件、基础设施、区域支撑水平等 7 个准则层指标影响最大的措施因子。对于总目标而言,方案层的总排序结果显示了各因子对总目标层的重要性程度,在选取的 23 个因子中,与附近景点的异同(0.155)、稀有性(0.147)、典型性(0.101)、美学观赏价值(0.061)、生态保护价值(0.060)是对总目标层最重要的因子,最重要的前 5 个因子分布于景观资源质量下的景观价值和自然属性 2 个准则层,以及资源开发建设条件下的区位条件准则层,环境条件下的准则层没有涉及。而内部交通条件(0.012)、电讯(0.012)、居民就业意愿(0.013)、科学科普价值(0.013)、劳动力条件(0.015)是对目标层最不重要的因子。

3.3 博吉金旅游资源优劣势分析

3.3.1 旅游资源优势

1) 资源类型多样

旅游资源是发展旅游和促进区域可持续发展的重要基础。博吉金国家森林公园的旅游资源单体众多,景系、景类、景型占全国总类型的比例均超过 50%,说明公园的旅游资源类型丰富。如九龙山片区的原始森林及多样的植被、植物资源,尤其以古树资源见长;坝美片区主要为典型的喀斯特地貌、峡谷、溶洞等地质景观,特别是坝美河和溶洞的完美结合营造了我国最具意境的“桃花源”,灿烂的壮族文化为公园添光加彩,独特的水文景观为公园增添了万千灵感。

2) 垂直景观丰富

公园海拔为 790 ~ 1 933.7 m (坝美片区 790 ~

1 276 m, 九龙山片区 1 346~1 933.7 m), 相对高度

表 3 博吉金风景资源评价体系因子权重

Tab. 3 Factors weight in evaluation system of Bojijin tourism resources

子目标层 (B)	权重	准则层 (C)	权重	准则层单排序结果	指标层 (D)	权重	指标层总排序结果		
景观资源 质量 B1	0.443	景观价值 C1	0.333	0.148	科学科普价值 D1	0.088	0.013		
					历史文化价值 D2	0.099	0.015		
					生态保护价值 D3	0.403	0.060		
					美学观赏价值 D4	0.409	0.061		
		自然属性 C2	0.667	0.296	典型性 D5	0.342	0.101		
					稀有性 D6	0.496	0.147		
					原真性 D7	0.107	0.032		
					完整性 D8	0.055	0.016		
环境条件 B2	0.169	环境容量 C3	0.333	0.056	生态环境容量 D9	1.000	0.056		
					环境质量 C4	0.667	0.113	大气质量 D10	0.505
							地表水质量 D11	0.294	0.033
							土壤质量 D12	0.201	0.023
资源开发建设 条件 B3	0.387	区位条件 C5	0.550	0.213	景点可及性 D13	0.162	0.035		
					与附近景点的距离 D14	0.109	0.023		
					与附近景点的异同 D15	0.729	0.155		
		基础设施 C6	0.240	0.093	内部交通条件 D16	0.131	0.012		
					电讯 D17	0.130	0.012		
					安全性 D18	0.554	0.052		
					供电供水 D19	0.185	0.017		
		区域支撑水平 C7	0.210	0.081	居民就业意愿 D20	0.157	0.013		
					经济发展水平 D21	0.231	0.019		
					资金条件 D22	0.418	0.034		
					劳动力条件 D23	0.194	0.015		

1 143.7 m。山体高大雄伟,从坝美的河谷到博吉金山顶,天象、气候、土壤、植被等景观要素垂直变化较显著,海拔 1 100 m 以下的河谷坝区,为南亚热带季风气候,属落叶季雨林、季风常绿阔叶林—赤红壤景观;海拔 1 100~1 500 m 的中山下部,为中亚热带季风气候,属湿性常绿阔叶林、云南松林—红壤景观;海拔 1 500~1 933.7 m 的山体上部,为北亚热带季风气候,属常绿与落叶阔叶林—黄壤景观。自然景观较显著的垂直变化可让游客在较短时间和较近空间范围内获得丰富多样的观赏体验和感受,为开展生态旅游创造了优越的条件。

3) 资源组合状况好

博吉金主峰为广南境内北部第一高峰,巍然屹

立在公园的顶峰,气势雄伟。坝美片区拥有壮美的喀斯特峰丛洼地及典型的喀斯特峡谷景观。山峰突兀矗立,基部相连,顶部塔状,一座座如雨后春笋般拔地而起。地缝式峡谷隐蔽深陷,尽显雄奇险峻。四周森林繁茂苍翠,风光如诗如画,美不胜收。天生桥高 16 m,底宽 11 m,横跨坝美河,两侧悬崖峭壁,怪石嶙峋。轿子山、八峰画屏、江心洲各具特色,巧夺天工。汤拿洞、桃源洞内的石幔、石柱、鹅毛管、石珊瑚鬼斧神工,规模宏大,造型奇特。且溶洞、盆地、山体的空间布局与陶渊明笔下的“桃花源”高度契合,形神皆似,吸引力强,品级很高。

4) 科普、科研价值高

九龙山片区:①古树资源种类多、数量多,发现

18 种、112 株胸径超过 1 m, 树高甚至超过 60 m 的苍天古树;②我国原生枫香树、伯乐树和香果树最集中的分布区域、最古老的分布点, 拥有我国最高大的伯乐树种群和香果树个体^[7];③木兰科种类丰富, 分布集中, 甚至形成以木兰科植物红花木莲和马关含笑为优势的森林群落, 现场调查到 10 种木兰科植物, 其中 8 种是我国特有物种, 木兰科是现存被子植物最原始的种类, 对揭示现代被子植物的起源具有重要价值^[7-9];④森林公园地处中国—日本植物区系的西翼, 是中国—日本植物区系西翼类型的典型代表, 是研究该区系演变规律的重要地区^[10]。

在坝美片区, 锥状喀斯特具有锥峰造型多样、分布密集、形态优美、地貌组合类型多样等特点, 是云南省乃至全国锥状喀斯特最集中、连片分布面积最大、景观最为典型、形态最为多样、发育演化过程最为完整、最具代表性的区域之一^[11]。坝美世外桃源的洞穴沉积物丰富、多样且独特, 所记录的环境演变信息丰富, 其多达 5 层的洞穴系统是地壳运动多期次、间歇性、递进性构造抬升和河流侵蚀基准面阶段性变化的结果^[12], 是高原向平原丘陵过渡斜坡区的喀斯特洞穴发育模式的代表, 展示了云贵高原发育演化的历史, 对于研究该区域乃至云贵高原的新构造运动性质和升降幅度、恢复重建古地理环境具有重要意义^[13-16]。

3.3.2 旅游资源劣势

1) 生态环境脆弱, 易破坏, 难恢复

九龙山片区土壤和风化壳大多深厚, 河流下切和侧向侵蚀强烈的河段, 旅游基础设施建设等可能诱发山体滑坡、崩塌等地质灾害, 对公园管护、游客活动带来不利影响。坝美片区是典型的石灰岩山区, 山体陡峻, 部分旅游设施的修建存在一定困难。同时, 该片区土壤、植被系统发育演替十分缓慢, 基岩出露面积大, 生态环境十分脆弱, 一旦干扰加剧, 植被和土壤必然遭受破坏, 导致发生石漠化, 最终破坏景观, 影响生态旅游的持续发展。

2) 区域支撑水平低, 基础设施建设落后

旅游开发投入的资金不足, 旅游资源的开发及旅游基础设施的建设较为滞后, 总体发展水平不高。如九龙山片区目前只有简异的游客接待服务中心, 仅基本具备登山向导、停车、超市等服务功能, 服务人员较少, 医疗急救没有保障, 而且由于山中地处偏僻、人烟稀少、植被繁茂, 如旅行者遇到紧急情况, 求救信号无法发出, 外界救援难以进入, 容易造成生命财产损失; 坝美片区游览路线相对平坦, 安全系数更

高, 但旅游机遇带来的是村民们的无序建设, 大量现代化的房屋替代了传统的民居, 虽然当地居民有追求更好生活方式的权利和诉求, 并且这也可能会提高旅游服务的水平, 但极易造成游客意境感的缺失^[4, 17-18]。坝美以“世外桃源”的美誉闻名遐迩, 旅游者来此便是逃离都市的喧嚣, 追寻陶渊明笔下“土地平旷, 屋舍俨然, 有良田美池桑竹之属。阡陌交通, 鸡犬相闻。其中往来种作, 男女衣着, 悉如外人。黄发垂髫, 并怡然自乐”的“桃花源”。如果穿过昏暗的洞穴, 呈现在眼前的是高度同质化的村舍, 可能脑中无尽的遐想便会戛然而止, 大失所望。

4 讨论与结论

在综合层的 3 个因素中, 对目标层最重要的是景观资源质量, 说明博吉金国家森林公园的景观资源是开展旅游活动的基础条件, 其质量的高低直接影响到公园的旅游发展水平。在准则层中对目标层最重要的是自然属性, 说明旅游资源的自然属性是维系旅游发展的重要条件。博吉金国家森林公园的旅游景观包括河流、瀑布、森林、洞穴、峡谷等, 这些景观的自然结构、过程和功能是自然属性的直接体现。各景观之间的自然属性相互联系和影响, 一旦旅游活动超出环境的承载能力, 自然属性受到干扰和破坏, 不仅使旅游资源的观赏价值下降, 还会威胁周围居民的生存发展。方案层中对目标层最重要的因子是与附近景点的异同, 说明博吉金国家森林公园的旅游资源和附近景点的异同是形成公园巨大吸引力的根本原因。公园内的旅游资源与附近景点的差异越大, 其自身的独特性就越强, 越能够给游客以旅游观光的享受。所以公园本身应该不断挖掘旅游资源的价值, 赋予旅游资源新的内涵, 引导社区居民参与开发具有当地特色的饮食和娱乐产品, 从而提升旅游资源独特性, 促进旅游业的发展。虽然 AHP 法提出了博吉金国家森林公园旅游资源评价的重要性影响因子, 但也应该认识到由于环境条件的差异性, 九龙山片区和坝美片区所面对的生态环境问题是严峻且有所不同的, 所以在生态保护和提升景区安全性方面, 应该分区域制定不同的措施。

本研究在旅游资源分类的基础上对博吉金国家森林公园旅游资源进行定量评价, 选取 3 个综合层因子、7 个指标层因子和 23 个方案层因子构建评价体系。各层指标的设置不仅很好地体现了旅游资源评价的影响因素, 而且通过不同层次因子的权重值计算, 揭示了在博吉金国家森林公园旅游开发建设

过程中应该注意的问题,并提出切实有效的建议。相比于其他复杂的分析方法,本文中选择的旅游资源分类、评价和优劣势分析可以有效促进公园旅游开发和环境保护之间的协调性,而且具有高度可操作性和实际指导性。但是 AHP 法的主观性比较强,人为地对各因子的重要性比较判断还需要更多的思考,指标体系构建还有待进一步的完善,重点应该将管理系统纳入旅游地综合评价的体系中,考虑管理系统评价的指标体系和测量方法,同时应该关注旅游地系统外部的社会、经济、政治以及相关旅游地之间的相互作用关系。

参考文献:

- [1] 钟林生,陈田. 生态旅游发展与管理[M]. 北京:中国社会科学出版社,2013.
- [2] 高峻,孙瑞红,李艳慧. 生态旅游学[M]. 天津:南开大学出版社,2014.
- [3] 尹泽生,宋关福. 区域旅游资源评价基本原理[J]. 旅游学刊,1995(5):39-42.
- [4] 保继刚,楚义芳. 旅游地理学(第三版)[M]. 北京:高等教育出版社,2012.
- [5] 郭来喜,吴必虎,刘锋,等. 中国旅游资源分类系统与类型评价[J]. 地理学报,2000,55(3):294-301.
- [6] 邵辉,宋力,支晓晶,等. AHP 法综合评价医巫闾山森林

- 公园景观资源[J]. 辽宁林业科技,2007(1):34-38.
- [7] 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2013.
- [8] 昆明植物研究所. 云南植物志[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [9] 吴征镒,朱彦丞. 云南植被[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [10] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1995.
- [11] 陈伟海,朱德浩,张远海,等. 洞穴探测、研究、开发与保护[C]//全国洞穴学术会议论文选集(二). 北京:地质出版社,2008.
- [12] 张美良,林玉石,冉景丞. 贵州荔波岩溶洞穴发育特征[J]. 中国岩溶,2000(1):13-20.
- [13] 朱学稳. 桂林岩溶地貌与洞穴研究[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [14] 汪福顺,万国江,黄荣贵. 洞穴沉积物的环境记录研究进展[J]. 地球与环境,2000,28(4):83-87.
- [15] 陈伟海. 洞穴研究进展综述[J]. 地质论评,2006,52(6):783-792.
- [16] FORD D C, WILLIAMS P W. Karst hydrogeology and geomorphology[M]. Hoboken: Wiley, 2007.
- [17] 吴必虎. 区域旅游规划原理[M]. 北京:中国旅游出版社,2001.
- [18] 南木子. 回乡之路:寻皈审美生存的家园意境[M]. 杭州:浙江大学出版社,2011.

(责任编辑 杨竣榕)

(上接第 103 页)

性。竖向上的空间变化,通过植物组群、地形、水体和建筑的高低错落可加强展园内部与外部环境的联系性。

3) 加强城市展园间视觉联系,相互因借,虚实结合

“因景互借”体现的是一种设计的整体观,协调展园内外、联合园区环境,达到内聚外联的效果。设计者应站在整体视角下设计展园,不要“闭门造车”,加强展园内部空间与外部空间渗透联系,将外界的美景借入展园内部,屏蔽外部不适宜处。

4) 边界空间细部设计的协调统一

边界空间的细部设计是园林博览园整体性绿地景观的重要组成部分。景观细部的协调设计对展园与外部空间的融合具有直接的指导作用,游人只有通过细部设计的观察才能对整体景观有完整的评价。作为设计师,要根据展园周边环境及展园内部的设计,对植物、铺装、景墙以及更具体的材质、尺寸、色彩进行选择应用,让展园的边界空间整体协调

于整个园林博览园绿地空间。

参考文献:

- [1] 凌亚琼. 城市主题公园景观环境的整体性研究[D]. 合肥工业大学,2016.
- [2] 何镜堂. 基于“两观三性”的建筑创作理论与实践[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2012,40(10):12-19.
- [3] 夏昕昕. 重庆主城区山地公园边缘空间景观规划设计研究[D]. 西南大学,2016.
- [4] 彭希茜. 中国博览型园林城市展园景观规划设计研究[D]. 重庆大学,2015.
- [5] 李映彤,郑杰. 基于人的行为心理视角下的城市公共空间边界设计探析[J]. 现代装饰(理论),2017(1):135.
- [6] 张树楠,尚改珍,董英魁,黄涛. 开放式公园边界空间设计研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(28):15860-15861,15873.
- [7] 石磊. 中国第七届花卉博览会北京展区室外展园规划设计浅析[D]. 北京林业大学,2010.
- [8] 夏昕昕,张建林. 北碚山地城市公园边缘形态研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2017,42(01):128-135.

[9] 禹忠云. 街旁绿地边界空间景观设计研究[D]. 北京
林业大学, 2009.
doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.021

(责任编辑 刘平书)

社区居民参与乡村旅游开发的途径

——以大理州漾濞县金牛村为例

胥晓

(云南财经大学, 云南 昆明 650221)

摘要: 阐述社区居民参与的含义及其在乡村旅游开发中的重要作用。社区居民可通过资源产品化、产业多样化、服务专业化等途径参与旅游开发,对旅游社区的发展分担责任、共享成果。以大理州漾濞县金牛村的乡村旅游规划为研究案例,从村级集体产业规划、乡村旅游产业规划、服务专业化以及乡村旅游规划效益等方面进一步阐明乡村旅游开发中社区居民参与的途径及其重要性。

关键词: 乡村旅游;社区居民参与;参与途径;旅游规划;金牛村

中图分类号:S788.2 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2019)02-0111-04

引文格式:胥晓. 社区居民参与乡村旅游开发的途径——以金牛村为例[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 111-114.

XU Xiao. Approaches for Community Residents to Participate in Rural Tourism Development—Jinniu Village in YangBi County of Dali as an Example[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 111-114.

Approaches for Community Residents to Participate in Rural Tourism Development

— Jinniu Village in YangBi County of Dali as an Example

XU Xiao

(Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China)

Abstract: The meaning of community residents' participation and its important role in rural tourism development were illustrated. Community residents participated in tourism development by resource productization, industry diversification, service specialization and other ways, and shared responsibilities and achievements for the development of tourism communities. This paper studied the rural tourism planning of Jinniu Village in YangBi County of Dali, discussed the approaches of community participation in the rural tourism development and its importance from village collective industry planning, rural tourism industry planning, professional service and rural tourism planning benefit.

Key words: rural tourism; community residents' participation; approach of participation; tourism planning; Jinniu Village

收稿日期:2018-10-10.

第一作者:胥晓(1992-),女,四川盐亭人,硕士,助教.研究方向:城乡规划.

乡村旅游是以乡村资源(包括自然资源、村寨聚落、民居建筑、田园风光、农耕文化、人文历史、民俗风情等)为载体进行观光旅游、休闲娱乐、康养度假、生活体验等为目的的活动。截至 2017 年底,我国乡村旅游接待游客 25 亿人次,旅游消费超过 1.4 万亿元,带动数千万农民受益,已成为繁荣农村、富裕农民的新兴支柱产业,是落实“乡村振兴战略”的重要抓手,在实现“农业强、农村美、农民富”的美好乡村建设中起到了重要作用^[1]。乡村旅游正成为城市和乡村之间的纽带,促进了社会资源和文明成果在城乡之间的共享以及财富的重新分配,并为地区间经济发展差异和城乡差别的逐步缩小、产业结构优化等做出重大贡献,推动欠发达、开发不足的乡村地区经济、社会、环境和文化的可持续发展,因此,乡村旅游对于加快实现社会主义新农村建设及城乡统筹发展具有重要意义。

1 社区居民参与的概念

社区是指在一定的地域范围,有一定的数量组成的,具有内在互动关系的文化组织的社会共同体。社区居民作为社区管理的客体,更作为社区管理的主体,自觉自愿地参加社区各种活动或事务的决策、管理和运作的过程和行为,其意味着社区内的每一个成员所拥有的权利同时也是所需尽的义务^[2]。

社区居民参与是指在乡村旅游中,社区居民自觉自愿地参加到开发中,每个人都有机会为谋取利益而贡献自己的才能和力量,发表看法和建议,并影响旅游发展的决策,对旅游社区的发展分担责任、共享成果。只有社区居民的充分参与,才能促进乡村旅游持续健康地发展。

2 社区居民参与的重要性

乡村旅游要将农业、农民和乡村高度结合起来,使旅游业成为乡村社区重要的产业。在乡村旅游开发中社区居民具有重要的作用:是乡村旅游资源的拥有者;是乡村文化的传承者;是旅游产品的供给者;是乡村旅游真正的受益者。

2.1 乡村旅游资源的拥有者

不管乡村旅游资源如何划分,社区及其居民是资源的实际拥有者,旅游开发首先应理顺与社区居民的关系,不与民争利,着重长远,乡村旅游开发后社区居民们能够直接从中获益,只有有效地保证居民的根本利益,从资源的拥有者变为受益者,“绿水

青山,就是金山银山”,得到居民的拥护,才能现实乡村旅游的可持续发展。

2.2 乡村文化的传承者

乡村旅游中浓郁的乡土文化、独特的民俗风情、多彩的民族特色、美丽的乡村景观,是社区居民多年以来的文化遗产和物质积淀。只有社区居民的积极参与和投入,乡村旅游才有核心的吸引力和内容,才能实现“乡风文明、生活富裕”的目标。

2.3 乡村旅游产品的供给者

乡村旅游的本质就是为旅游者提供乡村生活体验,通过乡村自然风景与文化的结合,使旅游者在感受乡村生活的同时,获得身体及心灵的愉悦^[3]。社区居民既是乡村生活的主角,也是乡村旅游产品(如农家美食、农事体验、亲子农家乐、土特产品、民俗风情体验等)的供给者,只有社区居民真正认识到本区域的特色、特质,乡村旅游产品才具有竞争性。

2.4 乡村旅游真正的受益者

乡村旅游是乡村振兴战略的重要组成部分,乡村旅游开发能吸引大量社区居民参与,增加乡村就业机会,增加村民非农收入,有利于农村产业结构调整,从而加速城乡一体化发展,使社区居民成为乡村旅游真正的受益者,最终实现乡村社会经济可持续发展。

3 社区居民参与的途径

社区参与乡村旅游发展,是提高居民生活水平,促进社区经济发展,实现旅游可持续发展的关键,只有社区居民参与到旅游决策和利益分配中,才会对旅游持积极的态度。因此,应注重提高社区居民的参与程度和广度,增强社区居民的归属感,促进乡村旅游的健康发展。社区居民可以通过资源产品化、产业多样化、服务专业化等途径参与到乡村旅游开发中来。

3.1 资源产品化

乡村旅游资源的拥有者是社区居民,但资源只有成为旅游产品才能吸引旅游者,才能转化为效益。将村民或村集体所有的房屋、土地、山林、果园、湖泊、鱼塘等资源开发成具有观光、休闲、娱乐、度假等具有体验价值的产品,如民宿、农家餐饮、采摘、垂钓、主题景区、主题乐园、民俗体验、科普旅游、探险运动等,资源以租赁或入股的形式参与,通过“合作社+村集体”、“村集体+企业”、“政府+村集体+企业”等模式,建立村集体股本,激活集体资源要素,

村集体除了扮演引导者、协调者角色外,更多的是以“合伙人”身份参与开发旅游项目,合作开发,利益共享。这种模式扩大了村集体和农民的经营份额,有利于乡村旅游规模化发展,使村民能够从公共资源开发中获得一定收益^[4]。

3.2 产业多元化

乡村旅游的发展,可以使村民以旅游业为主,种植业为副,形成农商并举的格局,围绕乡村旅游七要素(吃、住、行、游、娱、购、养),形成产品结构体系,各个板块互补,村民可根据资源、条件、资金等,独立、合作或入股经营相关产业,如观光采摘、大棚生态餐厅、农家乐、农家大院、民俗村、垂钓鲜食等,并带动观赏经济作物种植、蔬菜瓜果消费、家禽家畜消费、餐饮住宿接待、民俗文化消费、旅游纪念品生产、休闲运动等产业的全面发展。

3.3 服务专业化

乡村旅游开发和建设中服务的专业化,最重要的是对村民素质的提升,只有高素质的村民才具有服务的能力,才能发挥服务主体作用。

通过政府的正确引导,提升居民素质,根据居民现实情况和实际诉求、社区旅游发展现状,开展以旅游观念、旅游从业知识和技能为主要内容的教育培训,提高居民参与能力,强化服务意识。并聘请经验丰富的旅游从业者和专家,以知识讲授、案例分析、现场演示等方式开展专题讲座和服务技能培训,举办乡村旅游服务知识竞赛活动,对优秀者给予物质奖励,同时组织文化素质较高的居民开展对外交流、考察学习活动,提高居民的素质,逐渐将乡村旅游服务专业化,使其在乡村振兴及乡村旅游目的地可持续发展中发挥重要作用,最终达到提升乡村旅游发展品质的目的。

4 乡村旅游规划案例研究

4.1 规划区概况

大理州漾濞县金牛村属苍山西镇,距县城7 km,距州府下关30 km,位于石门关4A级风景名胜区前,是全国500个重点旅游扶贫村之一,90个景区带动型旅游扶贫村之一,共辖8个自然村,摆依地村为村委会所在地,有农户86户(建档立卡贫困户17户),总人口330人,人均收入5780元,低于云南省农村常住居民人均值(8242元),规划面积39.97 hm²。乡村旅游规划以石门关景区带动旅游开发为切入点,依托当地资源,围绕金牛村的经济建

设,突出金牛文化、民族特色、旅游商品生产的优势,将金牛村建设成为生态环境有管控、自然景观和文化遗产有保护、农村人居环境改善有措施、宜居宜业宜游的旅游特色村。

4.2 居民参与旅游开发规划

4.2.1 村级集体产业规划

根据财政部及云南省委、省政府扶持村级集体经济发展的相关精神:“新形势下,扶持村级集体经济发展”是解决当前“三农”问题,建设发展农村各项事业的一项重要工作,是增强基层组织凝聚力、战斗力和向心力的基础保障。规划将金牛村内闲置的村集体园地、建设用地建设成为旅游步行街,通过“集体经济合作社+农户”的模式,利用村集体资源、资产及各类扶贫、扶持资金,以用地入股的方式成为村集体产业,总面积约5000 m²,包括2家民宿(或客栈)、5家旅游品加工与销售、5家旅游商店、5家餐饮店。步行街成为村集体经济,合作社统一经营、管理,先期通过免费扶持各类旅游服务商户入驻,旅游市场形成后,通过商铺的租赁获得收入,增加村集体收入,壮大村集体经济,反哺农村贫困户。

4.2.2 乡村旅游产业规划

金牛村属“景区带动型”旅游村,关键是“带”字,以石门关景区旅游构成七要素(吃、住、行、游、购、娱、养)的相关内容为主,带动种养殖业、旅游服务业、旅游商品生产加工工业等业态。

1) 种养殖业。为满足景区餐饮的需求,需要大量的物资供应,包括粮油、蔬菜、水果、肉、乳、蛋、禽、土特产等,这是金牛村最容易与景区对接的产业。同时,也可在旅游步行街上直接向游客出售自家的农副产品、土特产品,形成旅游“后备箱”工程,既能拓展农副产品的销售渠道,提高销售价格和价值,又实现带动贫困群众脱贫致富。

2) 旅游服务业。景区带来的游客能够促进乡村的发展,鼓励支持有条件、有能力的贫困户和贫困群众,依托石门关景区和金牛村独特的自然风光、浓郁的民族文化特色,建设精品农庄、农家乐、乡村客栈、民宿旅馆、购物商店、文化娱乐设施等,接待和服务游客。并逐步开发民族文化演艺、民族风情体验活动、美食街、美食节等,使其成为旅游服务业的主角,通过非农经营收入实现增收致富和脱贫的目标。

同时,景区内需要大量的服务人员,如景区管理、导游、表演、餐饮住宿服务、商品销售、保洁、保安等,村庄内人员经过就业培训后可以直接参与就业,既解决景区服务人员问题,又能提供就业机会,增加

村民的收入。

3) 旅游商品生产加工。旅游中的“购”是指游客在游览过程中所购买的商品,包括生活用品、旅行和纪念用品等,随着经济、社会的变化,旅游者的需求也在变化,特色旅游商品的新趋势正在形成。金牛村的核桃、金牛、大理石、石门关形象等内容均可设计加工为旅游商品。

4.2.3 服务专业化

从旅游扶贫资金中划出一部分专项资金开展乡村旅游经营户、乡村旅游带头人、能工巧匠传承人、乡村旅游创客等 4 类人的专业化培养,根据金牛村的实际情况,以“请进来、走出去”的培训方式进行,聘请专业的旅游培训机构、高校教授、旅游专家、景区经营管理者对金牛村的村干部、旅游扶贫带头人等进行产品开发、协会建设、产业发展、市场推广等方面的培训;还可针对乡村旅游经营户进行餐饮、住宿、休闲娱乐等旅游接待服务培训,对涉旅农户进行特色农副产品、工艺品和旅游商品开发等实用技术培训;对推荐进入景区或旅游服务单位就业的农民进行就业服务指导、礼仪方面的培训。同时,选拔金牛村的年轻人到高校、景区、公司进行半年或一年的专业培训,学习旅游产品开发、互联网技术、种养殖技术等方面的专业知识,成为未来金牛村旅游发展的骨干人才,入住旅游创客基地,推动旅游产业的可持续发展。

4.3 乡村旅游规划效益

4.3.1 社会效益

1) 17 家建档立卡户脱贫。通过旅游扶贫工程的实施,可带动 5 家建档立卡户参与种植,5 家参与养殖工程,5 家参与旅游商品的生产加工,1 家成立农家乐,1 家从事小商店经营,达成 2020 年全部实现脱贫致富的目标。

2) 69 家贫困户致富。通过旅游扶贫工程的实施,促使 15 家贫困户参与到生态种植业中,15 户进行生态养殖,19 家提供旅游配套服务(包括农家乐、客栈、商店、民宿等),20 家参与旅游商品生产加工

业,达成至 2020 年金牛村 69 家贫困户逐渐实现从第一产业向第三产业的转换。

3) 增加就业机会。通过进行专业的就业培训,金牛村的创客基地、服务中心可提供 15 人的直接就业机会,进行旅游商品的创意、旅游服务咨询、旅游培训、网络宣传推广、旅游商品直销等工作。

4) 推荐就业机会。大部分人员通过旅游服务中心进行培训后,推荐到景区或旅游经营单位进行就业,规划期内培训和推荐就业 250 人次。

4.3.2 经济效益

根据市场平均收益对金牛村社会经济收入进行估算,至 2020 年人均收入达 10 109.26 元,达到脱贫的目的;至 2030 年人均收入达 40 897.58 元,到达致富的目的。

4.3.3 生态效益

通过村庄的建设与整治改造,逐步实现村庄生活用能清洁化,卫生干净,乡村环境优美,把生态优势转化为生态效益,实现青山绿水变为金山银山的目的。

5 结语

乡村旅游开发应以社区参与为主导,提高居民参与旅游的积极性,社区居民可以通过资源产品化、产业多样化、服务专业化等途径参与,让居民共建共享乡村旅游业发展成果,实现稳定就业、持续增收、乡风文明、生活富裕的目的,促进乡村旅游持续健康地发展。

参考文献:

- [1] 王敏娟,唐代剑. 乡村旅游未来发展趋势探讨[J]. 旅游学刊,2018,33(7):13-16.
- [2] 徐燕. 中国乡村旅游发展中的社区参与模式研究[J]. 农业与技术,2011,30(5):69-72.
- [3] 亚·尼玛. 乡村旅游的本质解读与村庄规划策略[J]. 重庆社会科学,2018(5):98-104.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.022

惠州市高潭镇生态旅游型森林小镇规划研究

刘轩,谢茂林,王雅祺

(广东省岭南综合勘察设计院,广东 广州 510000)

摘要:森林小镇是森林城市建设向基层的延伸,是推动城乡统筹协调发展与产业转型升级的重要举措。以惠州市高潭镇为研究对象,阐述了高潭镇森林小镇建设的红色文化和绿色生态旅游资源优势,针对存在的镇区绿化有待改善、旅游产品结构不够丰富、公共服务设施水平有待提高等问题,明确了森林小镇建设的规划目标和城镇定位。依据生态为基、特色为要、文化为魂、核心引领的规划思路,提出空间重塑、产业重组、风貌重建、生态重构、文化重现的发展策略,从森林生态旅游、绿色生态体系、城镇人居环境、生态文化体系等方面着手详述森林小镇的建设内容,并对建设应注意的问题进行探究。

关键词:森林小镇;生态旅游;文化特色;规划目标;产业重组;风貌重建;高潭镇

中图分类号:S788.2;F731.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0115-07

引文格式:刘轩,谢茂林,王雅祺. 惠州市高潭镇生态旅游型森林小镇规划研究[J]. 林业调查规划,2019,44(2): 115-121.

LIU Xuan, XIE Maolin, WANG Yaqi. Planning on Forest Town of Eco-tourism Type in Gaotan of Huizhou City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 115-121.

Planning on Forest Town of Eco-tourism Type in Gaotan of Huizhou City

LIU Xuan, XIE Maolin, WANG Yaqi

(Lingnan Integrated Exploration and Design Institute of GuangDong, Guangzhou 510000, China)

Abstract: As an extension of the forest city to the grass-roots level, the construction of forest town promotes the coordinated development of urban and rural areas and the industrial transformation and upgrading. This paper studied the advantages of ecological tourism resources and red revolution culture in Gaotan Town of Huizhou City, illustrated the existing problems on township afforestation, tourism product structure and public service facilities, and pointed out the planning objectives and construction orientation of forest town. Based on the planning ideas of ecology as the base, characteristic as the primary, culture as the soul and core as the guide, this paper put forward development strategies from space remodeling, industry restructuring, landscape rebuilding, ecological reconstruction and cultural regeneration, discussed the construction contents of the forest eco-tourism, the green ecological system, the urban living environment, and the ecological culture system, and explored the problems should be noted in the construction.

收稿日期:2018-10-26.

基金项目:广东省惠东县高潭森林小镇建设规划(2017-2021年).

第一作者:刘轩(1990-),男,湖南岳阳人,工程师.主要从事林业调查规划设计.Email:sun648140951@163.com

责任作者:谢茂林(1990-),男,工程师.主要从事林业调查规划设计.Email:762417482@qq.com

配套水平低,暂未形成集商贸、行政、娱乐、文化为一体的中心区;部分公共服务设施建设缺乏规划指导,其空间布局与功能分工不合理,公共设施的分布对城镇景观组织欠缺考虑。

2 规划目标及定位

2.1 规划目标

结合广东省森林小镇的建设标准要求,规划充分利用高潭镇独特的自然、人文资源禀赋,以绿色发展为主题,以产业创新为突破,通过优化空间布局,改善人居环境,强化生态体系,凝聚文化特色,发展规模化产业集群等一系列工程,努力实现高潭镇向旅游目的地的转型,力求将其打造为人与自然和谐、生态环境优美、功能布局合理、森林景观丰富、文化特色鲜明、旅游品质优良的活力小镇。

2.2 城镇定位

规划依托高潭镇“革命红土、文化厚土、生态净土、资源沃土、开发热土”这一主要特质,将高潭镇定位为以红色旅游为主体,集森林康养、生态观光、教育培训、休闲度假等多功能为一体的“生态旅游型”森林小镇。

3 规划思路及策略

3.1 整体思路

3.1.1 生态为基:以人为本,绿色发展

森林小镇特殊魅力在于自然,坚持生态引领,做好生态文章是保障森林小镇健康发展的基本要求。规划中应突出体现生态优先的理念,在宏观层面上,优化高潭资源布局及用地结构,构建景观生态安全格局;在中观层面上,加强绿色开敞空间与城镇公共活动的互动;在微观层面上,对重要廊道、主要公园等开敞节点提出具体景观调控策略。

3.1.2 特色为要:挖掘内涵,塑造品牌

现有森林小镇建设大多聚集于发展森林旅游产业,雷同化倾向明显^[6]。打破森林小镇“千城一面”格局,突出特色是关键。规划应深度挖掘高潭资源潜力,发挥其独特的红色资源与绿色生态优势,并融入地方文化特色元素,通过强调差异化、突出个性化,实现旅游产品的新、特、奇,建立品牌效应,增强城镇核心竞争力。

3.1.3 文化为魂:传承文脉,留住乡愁

文化是森林小镇的灵魂,也是森林小镇发展的精神力量^[7]。作为一种柔性生产力,规划应将高潭

文化基因融入到森林小镇建设的方方面面,通过城镇特有文化印记的提炼与打造、传播与推广,实现地方文化的传承与发展。一方面,规划需要深度挖掘高潭地方文化资源,打造“独一无二”的小镇文化印记;另一方面,应加强高潭文化的展示与传播,激发文化活力,提升区域“文化软实力”。

3.1.4 核心引领:以点带面,辐射全局

森林小镇的建设是一个长期动态的过程,优先发展乡镇核心区域及支柱产业,通过典型示范、辐射带动,能极大的缩短小镇建设周期、降低资金投入,使城镇发展少走弯路。规划重点开发高潭圩镇和中洞旅游资源,发展农业光伏生态产业园等新能源产业,积极推进王谷崇森林公园、黄沙村国防军事教育基地、月湖高山茶叶种植示范基地等建设,以多个发展核心为切入点,逐渐扩大其辐射影响范围,实现森林小镇整体联动发展。

3.2 规划策略

3.2.1 空间重塑

规划依托全域空间布局要素,对小镇的资源分布、交通条件、生态网络结构等进行空间耦合分析,形成“二核、二轴、多点”的空间布局。其中,“二核”:指高潭圩镇和中洞红色旅游发展区,以两个红色旅游区为发展极核,带动全域旅游发展。“二轴”:将S242、S356两条主干道作为串联镇内各大景区及产业节点的主要轴线,使其发挥生态廊道的服务效益,提升核心区的辐射作用,打造为高潭独具特色的“生态旅游发展带”。“多点”:指高潭镇域内零散分布的红色遗址、度假区、特色农业观光园等生态旅游节点,通过培育高潭旅游业新的增长点,带动革命老区关联产业发展和当地人民就业,推进高潭经济社会协调发展(图2)。

3.2.2 产业重组

产业是森林小镇的支撑,构建可持续发展的产业生态圈不是将各类产业简单堆砌,而是结合森林小镇自身条件和发展阶段,深度挖掘产业内涵和潜力,通过有机糅合及重组各类产业平台,实现产业功能互补和资源优化配置。高潭森林小镇产业结构优化,需要突破当地传统农、林、旅、工单线发展的产业模式,发挥其支柱产业——旅游特色产业的集聚效应,将度假休闲旅游业与森林康养、农业观光、文化体验等有机融合,逐渐开发“文化+旅游”、“森林+旅游”、“农业+旅游”等新型产业模式,形成“产业有主导、多业互配套、业态多创新”的集约型产业结构,实现全域产业融合,保障森林小镇建设的长远、

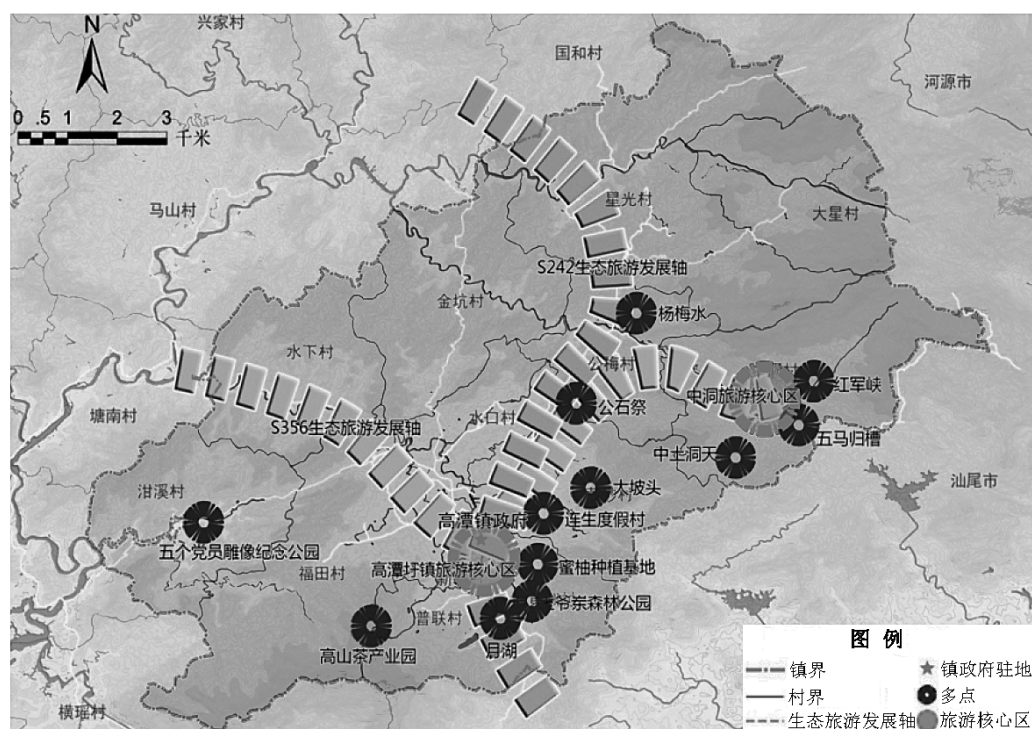


图 2 高潭镇空间布局

Fig. 2 Spatial layout of Gaotan Town

健康、可持续发展。

3.2.3 风貌重建

城镇风貌是反映城镇形象、风采和神态的重要途径^[8],是一座城镇区别于其他城镇的特殊表象。风貌重建的关键在于挖掘地域特色与提升城镇品质,对于森林小镇创造“宜居宜游”的环境和避免“千篇一律”的现象具有重要意义^[9]。高潭城镇风貌重建,一方面需要改善乡镇脏、乱、差的现状,可通过完善基础设施建设、提升乡村环境品质,逐步塑造整洁美观的城镇形象;另一方面需要重塑街区特色,通过修复历史建筑、打造高潭特色建筑风貌、注入传统文化元素符号,在建筑风格、形制上体现小镇民众的生活习惯与审美趣味,折射出高潭地方文化的风貌特征。

3.2.4 生态重构

生态重构的目的在于通过优化及修复生态网络结构为城镇居民提供生态安全空间。高潭镇生态重构主要从以下几点着手:1)优化绿地系统,打破现有绿地空间结构分散、绿植品种单一的现状,通过道路和河流绿廊有机串联绿地斑块,形成点、线、面相结合的绿地网络体系,同时优化植物配置,打造良好绿色景观空间。2)提升森林质量,采用适地适树、良种壮苗、低效林改造和森林抚育等措施精准提高

森林质量,提供良好生态支撑。3)强化生态保护,通过牢固树立生态保护理念、大力实施生态保护建设工程,筑牢绿色生态屏障。

3.2.5 文化重现

随着城镇化速度加快,城镇往往缺少足够的时间来沉淀和积累文化内涵,导致城镇文化遗产不断缺失,文化传承严重断裂^[10]。文化重现是在此背景下对历史文化元素进行深度挖掘和保护,通过唤醒城镇文化记忆来延续文脉、留住乡愁。

高潭镇以红色文化为主要文化脉流,并融合客家文化、历史文化、民俗文化等,形成高潭独特的文化氛围。规划按照“找出来”、“保下来”、“亮出来”、“用起来”、“串起来”的思路对高潭文化要素进行系统梳理,在重点保护传统聚居地的原真性和历史文物古迹、非物质文化遗产的基础上,着重从建筑、景观、品牌策划等方面凸显小镇的文化特质,将文化主题贯穿于乡村改造、旅游项目中,营造文化互动空间,实现文化传承。

4 规划内容

高潭镇将以生态资源为载体,深入挖掘红色资源,打造红绿相融的生态型森林小镇。文中从森林生态旅游、绿色生态体系、城镇人居环境、生态文化

体系等方面详述森林小镇的建设内容(图 3,表 1)。

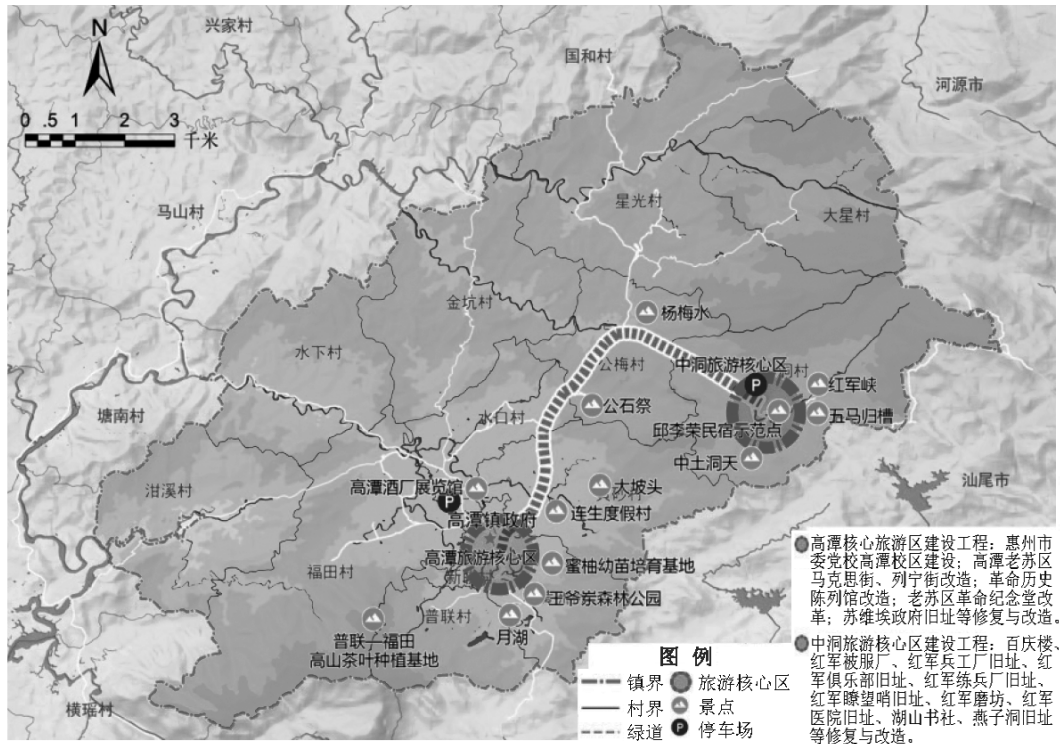


图 3 高潭镇生态旅游规划

Fig. 3 Eco-tourism planning of Gaotan Town

4.1 森林生态旅游建设

生态旅游产业是高潭森林小镇综合发展的重要支柱。规划以高潭创建“红色旅游小镇”为契机,在完善红色旅游景点的同时,重点开发绿色生态旅游,强力打造“红+绿”旅游发展模式,实现红色旅游与绿色产业双翼齐飞。同时,整合镇域内旅游和产业资源,优化产业链设计和产品组合,做好旅游相关的产业配套,重点突出红色文化游、生态风景游和特色农业游,逐步建设高潭新型生态红色旅游目的地。

规划将高潭圩镇和中洞作为红色旅游核心发展区,改造老苏区马列街、纪念堂、革命陈列馆等红色遗址,综合发展文化展示、特色餐饮、民俗体验等多元化旅游业态,建立复合型红色文化产业,使其成为高潭红色体验的重要品牌;建设王爷崇森林公园、连生生态园、五马归槽旅游区等一批以优越生态环境为依托、适应不同层次旅游需求的休闲度假地,开展山地观光、养生度假、森林健身、野外露营等特色项目,为游客提供优质服务;依托优良的山地自然气候条件,建设普联—福田高山茶叶种植基地和高潭特色蜜柚种植基地,将生态旅游与生态农业相结合,设计科普教育、采摘体验、瓜果认购等体验项目,打

造以生态农业体验为主题的生态旅游区。通过精心设计旅游线路,逐步开展绿道慢行系统、生态停车场、特色民宿、特色餐饮设施、生态公共厕所等旅游配套设施建设,补齐旅游发展短板,全面提升高潭旅游整体水平。

4.2 绿色生态体系建设

规划结合高潭区域特征,在城镇密集区注重绿色生态空间构建,发挥绿地系统服务价值;而在人烟稀少的山区,则更加注重森林质量提升及生态保护,发挥森林生态安全屏障作用。

在镇区,结合王爷崇森林公园、高潭党校、生态停车场等建设工程及马列街、罗家祠等改造工程,配套绿地系统建设,逐步扩大城镇绿化用地;充分利用居民聚集区的荒废、闲置及边角地块,建设袖珍公园、口袋公园等各种微型公园,提高绿地的服务半径,满足居民步行 10 分钟可到达的需要;同时,优化城镇绿地结构,采用乔—灌—草—花—藤相结合的复式种植方式,建立多层次、近自然的绿地群落系统,为居民提供休闲游憩的绿色场所。

在山区,开展一系列林业生态工程,实现森林质

表 1 高潭森林小镇规划主要建设工程

Tab. 1 Main construction contents of Gaotan Forest Town

建设工程	建设内容	项目描述
森林生态旅游建设	红色文化旅游发展区	对高潭圩镇核心旅游区、中洞旅游核心区的老苏区马克思街、列宁街改造;对革命历史陈列馆、红军医院旧址等红色遗址进行修复及改造
	绿色生态旅游发展区	新建王爷崇森林公园;升级连生农庄生态园,将其打造为惠东特色度假村;开发普联—福田高山茶叶种植基地、高潭特色蜜柚种植基地等生态农业示范区;发展月湖茶文化、大坡头农业休闲等一批生态休闲度假区
	旅游配套设施建设	新建总长度约 19 km 的绿道慢行系统;在镇区重要交通枢纽节点配备 2 个生态停车场,总面积约 2.33 hm ² ;发展 40~50 家旅游特色民宿并提高接待能力;发展一批以革命年代红色文化为主要元素的餐厅
绿色生态体系建设	森林质量提升工程	结合宜林地、迹地,新增人工造林面积;以乡土树种为主的阔叶混交复层林为改造目标,改造全镇林地结构;加大新植幼苗和未成林地的抚育管理
	绿地系统建设	结合现有工程,配套绿地建设。提升现有公园绿地质量;结合镇区周围自然条件,培育花圃、果园等生产绿地;结合主要道路两侧、污水处理厂等配置防护绿地;对比附属绿地现状与建设指标,对不达标准的区域进行补植
	森林资源保护	加强现有防火林带管理,完善防火基础设施;加强松材线虫和薇甘菊等有害生物防控;落实生态公益林及古树名木保护政策
城镇人居环境建设	城镇风貌改善	统一建筑风格,融入地方特色,强化建造结构,修缮破损建筑;加强乡村绿化美化;补植绿化断档街道,配合马列路整体风貌整治,新建立体绿化示范点
	环境卫生整治	制定街道清扫办法,注意街道、工地扬尘控制,垃圾实行定点收集、日常清理;结合公共活动空间建设无害化公厕;疏通整治主要河流,对高潭罗家祠门前的河涌进行景观整治
	基础设施建设	完善高潭镇污水处理厂后续建设,规划新建公梅至汕尾段公路,改建公梅至中洞公路,在高潭中学对面建设客运站、中转站、停车场等交通枢纽和相关配套设施;规划建设农业光伏生态产业园、抽水蓄能电站观光项目等新能源产业
生态文化体系建设	生态文化传播	利用新媒体传播生态文化,扩展生态文化传播广度和深度;编排高潭特色的文艺汇演,对高潭文化等进行联合宣传与促销;以青少年儿童为主要受众组织开展红色周末主题活动;新建社会主义植树造林基地,组织义务植树活动
	科普教育宣传	每年至少开展 3 次生态文化科普主题活动;在黄沙村建立国防军事教育训练基地;结合王爷崇森林公园开展森林生态科普教育基地建设;结合科普教育基地,建设科普知识文化长廊和完善科普解说系统

量的精准提升。1)对天然林实施择伐优化及结构调控,对人工林尽量采用近自然森林经营方式,通过

持续进行人工造林、低效林改造及森林抚育等工程,优化森林整体结构。2)加大生态公益林管护力度,全面落实森林资源保护和发展目标责任,促进生态公益林布局优化及质量提升。3)加强森林资源保护与管理,成立高潭森林资源监测保护中心,对森林防火、病虫害防治、古树名木管护等进行全面监测与管理。

4.3 城镇人居环境建设

按照森林小镇宜居宜业的要求,规划从村镇风貌改善、环境卫生整治、基础设施完善等方面入手,整体提高高潭人居环境。重点控制马列街沿线建筑整体风貌,规划以岭南传统建筑风格为主,植入红色文化元素、客家文化风情,体现高潭地方风貌特征;完善给排水工程、道路系统等基础设施建设;推进以污水治理、河道整治、垃圾处理、扬尘控制等为重点的乡镇生态环境综合治理;结合农村环境整治,加强镇内道路、主要出入口、公共场所和农户庭院绿化,做到拆违建绿,见缝插绿,应绿尽绿,通过建设绿色景观,栽植环村绿化带,营造成片风景林,以点、线、面相结合,构建农村绿化美化新模式。

4.4 生态文化体系建设

规划通过深入挖掘、包装及传播高潭文化特质,重现高潭传统历史文化风貌,逐渐打造高潭特色鲜明、内容丰富、极富感染力的核心文化品牌体系。1)将文化元素融入建筑及街景设计中,通过史料挖掘,恢复和展示“广隆商号”、“晨钟剧社”等历史景观节点,重现高潭民国时期文化风貌。2)将文化元素融入形式多样的旅游体验中,通过开展红色文艺汇演、红色集结号少年周末营等形式多样的生态文化体验活动,逐渐打造出具有高潭特色的红色文化体验模式。3)将文化基因融入到青少年科普教育中,通过建设高潭国防军事教育训练基地、王爷崇森林生态科普教育基地、科普知识文化长廊,完善科普解说系统等,整体提升高潭科普宣教水平。4)充分发挥微信公众号、微博等新媒体作用,不断扩大高潭文化的传播力、影响力及知名度。

5 森林小镇建设应注意的问题

5.1 森林小镇建设应彰显地方特色

资源条件决定发展方向,而森林小镇大多具有相同的特质—森林资源丰富、自然环境优越等,各镇在发展过程中极易选择类似的发展模式及道路,导致普遍缺乏核心竞争力,容易出现“千镇一面”的现象。因此,在规划中因重点思考与挖掘小镇的特色

元素,找准特色、凸出特色、放大特色,使其成为森林小镇的品牌生命力与核心竞争力。例如在本次规划中,发掘高潭红色文化特色,以红色景点建设、红色文化传播为重点,辅以各项绿色生态工程建设,打造“红+绿”旅游模式,既能带动区域经济增长,又形成了高潭独具特色的旅游品牌。

5.2 森林小镇建设应强化部门协作

森林小镇建设并不是某一个部门的工作,需要多个部门共同协作。应建立有效的部门协作机制,将林业与国土、旅游、园林、水利、环保等有关部门进行有机整合,同时强化各部门与市、县、镇、村之间的协同配合机制,减少部门之间、城乡之间在森林小镇建设过程中的矛盾和不协调现象,形成共同推进森林小镇建设的强大合力。

5.3 森林小镇建设应创新投融资渠道

森林小镇是一个建设周期长、投资规模大的工程,单靠政府拨款显然不足,创新投融资模式成为必然选择。因此,在创建森林小镇过程中,应积极采取政府主导,市场运作,全民参与的模式,充分发挥政府资金的“引导作用”,社会资金的“主体作用”、政策性资金的“助推作用”,引进开发性金融资本和商业金融资本^[11],共同助力森林小镇建设。同时,应加大项目整合力度,将森林小镇建设与新农村建设、乡村绿化美化等工程结合,形成共建模式,推进森林小镇发展。

6 结语

尊重城镇原有地理、自然及人文特征,实现生态、生产、生活、文化多个维度协同发展是推进森林小镇可持续发展的基本要求。文中从城镇整体视角

分析森林小镇的布局及发展方向,针对城镇建设中存在的问题,从不同维度提出森林小镇建设策略及建设内容,总结了生态旅游型森林小镇全流程规划的思路及实践,对类似的城镇规划具有一定的借鉴意义,但仍需进一步研究及完善。

参考文献:

- [1] 曾江,慈锋. 新型城镇化背景下特色小镇建设[J]. 宏观经济管理,2016(12):51-56.
- [2] 张升. 对森林小镇发展的几点思考[J]. 中国经济报告,2017(3):95-98.
- [3] 陶一舟,刘颂,张宏亮,等. 浙江安吉“两山”示范森林特色小镇规划研究[J]. 中国城市林业,2017,15(1):43-46.
- [4] 黄应来,林荫. 珠三角成为首个国家森林城市群建设示范区[N]. 南方日报,2016-8-29.
- [5] 黄应来,林荫. 珠三角3年内建成国家森林城市群[N]. 南方日报,2017-6-5.
- [6] 庞波,倪建伟. 中国森林小镇发展报告(2018)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2018.
- [7] 李敬. 新型城镇化进程中文脉传承问题研究[J]. 学习论坛,2018,34(1):81-85.
- [8] 魏红卫. 庆阳建筑风貌规划特色与方法[J]. 城乡建设,2013(9):32-34.
- [9] 冯姿霖,张吉祥. 浅谈我国历史文化街区的景观风貌重建[J]. 现代园艺,2016(12):126-128.
- [10] 范明英,蔡宁. 快速城市化中的文化缺失与理性再生[J]. 上海城市管理,2012(2):11-15.
- [11] 陈青松,任兵,王政. 特色小镇与PPP[M]. 北京:中国市场出版社,2017.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.023

有机肥与不同类型复合肥配施对核桃幼树生长的影响

温琼文¹, 赵保荣², 蒋志东³, 王青叶¹

(1. 元江县林业科技推广管理工作站, 云南 元江 653300; 2. 元江县林果产业发展办公室, 云南 元江 653300;
3. 玉溪市林业科技推广站, 云南 玉溪 653100)

摘要:在元江县业白及它吉克试验点,以栽培4~6 a的漾濞泡核桃幼树为试材,选用有机肥和不同复合肥进行配施对比试验。一年后的生长量调查结果表明,9个处理组合对2个试验点的核桃幼树地径生长影响不显著,说明施肥量、施肥种类对核桃幼树的地径生长影响不大;但对核桃幼树冠幅生长影响显著。在试点一,以每株15 kg有机肥和1 kg硫酸钾型复合肥料配施有利于树冠的生长;在试点二,以每株5 kg有机肥和1 kg史丹利复合肥料配施有利于树冠的生长,可在同类区域的核桃种植区推广应用。

关键词:核桃幼树;肥料配施;有机肥;复合肥;冠幅;地径

中图分类号:S792.13;S753.532 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0122-05

引文格式:温琼文,赵保荣,蒋志东,等.有机肥与不同类型复合肥配施对核桃幼树生长的影响[J].林业调查规划,2019,44(2):122-126.

WEN Qiongwen, ZHAO Baorong, JIANG Zhidong, et al. Effects of Organic Fertilizer and Different Compound Fertilizers on the Growth of *Juglans sigillata* Seedlings[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 122-126.

Effects of Organic Fertilizer and Different Compound Fertilizers on the Growth of *Juglans sigillata* Seedlings

WEN Qiongwen¹, ZHAO Baorong², JIANG Zhidong³, WANG Qingye¹

(1. Forestry Technology Extension Station of Yuanjiang County, Yuanjiang, Yunnan 653300, China;
2. Office of Forest and Fruit Tree Industry of Yuanjiang County, Yuanjiang, Yunnan 653300, China;
3. Forestry Technology Extension Station of Yuxi City, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: The combined application of organic fertilizer and different compound fertilizers were used for the contrast test of *Juglans sigillata* seedlings (4~6a) in Yebai and Tajike sites in Yuanjiang County. The growth investigation in one year showed that the 9 treatments had no significant influence on the ground diameter growth of *Juglans sigillata* seedlings in the 2 test sites, indicating that the amount and the type of fertilizer had little influence on the diameter growth but significant influence on the canopy growth of *Juglans sigillata* seedlings. The combined application of 15 kg organic fertilizer and 1 kg potassium sulfate compound fertilizer per plant was beneficial to the canopy growth in site 1, and the application

收稿日期:2018-09-05.

基金项目:2015年中央财政林业科技推广示范项目([2015]TZYN07).

第一作者:温琼文(1969-),女,云南元江人,高级工程师.从事森林培育、林业科技推广及种质资源的收集管理工作. Email:xyjwqw@163.com

责任作用:蒋志东(1965-),男,正高级工程师.主要从事林业技术推广工作. Email:1969440369@qq.com

of 5 kg organic fertilizer and 1 kg of Stanley compound fertilizer per plant was conducive to the canopy growth in site 2, which could be applied in *Juglans sigillata* planting areas in the same region.

Key words: *Juglans sigillata* seedlings; combined application of fertilizers; organic fertilizer; compound fertilizer; canopy; ground diameter

核桃 (*Juglans regia* L) 又名胡桃, 系胡桃科核桃属落叶乔木干果, 与扁桃、腰果、榛子一起, 并称为世界四大干果^[1]。随着人民生活水平的不断提高, 对坚果需求量愈来愈大, 优质坚果在市场上供不应求。近年来, 我国优良核桃生产得到快速发展, 大面积的核桃优良种植园基本形成, 但是, 有关核桃合理施肥方面的研究较少, 远不及其他果树全面深入。为此, 本文针对有机肥与不同复合肥配施对核桃幼树生长的影响开展相关试验研究, 为核桃幼树的快速生长提供技术支持^[2]。

1 试验点基本情况

试点一: 业白核桃基地。海拔 1 550~1 650 m, 土壤为石灰岩发育而成的山地红壤土, 属温暖雨量适中霜农业气候区。位于山顶, 日照充足, 冬季凉爽, 夏季温暖, 霜冻中等, 雨量适中, 年平均气温 16~18℃, 年均降水量 1 000~1 200 mm, 是核桃种植的最适宜区。距离元江县城 42 km, 距元洼公路 2 km。人畜饮水是靠天然雨水储备来满足^[3]。

试点二: 它吉克核桃基地。海拔 1 400~1 600 m, 年平均气温 18℃, 年平均降雨 1 013.9 mm; 典型的喀斯特地貌; 属阴坡核桃园。距离元江县城 53 km, 距元洼公路 3 km。人畜饮水是靠天然雨水储备来满足^[4]。

2 试验地及肥料基本情况

2.1 试验地核桃幼树基本情况

品种为漾濞泡核桃幼树, 种植密度 7 m×8 m; 管理中等, 长势一般, 树龄为 4~6 a; 种植模式为套种, 套种作物主要是烤烟、玉米、红薯等^[5]。

2.2 肥料

1) 农红达有机肥。总养分≥5%; 氨基酸、腐殖酸≥10%; 有机质≥45%; 包装规格: 40 kg/包, 单价 1.05 元/kg。生产厂家: 云南野马生物有机肥有限公司。

2) a 类复合肥: 史丹利复混肥料。含 N-P₂O₅-K₂O 为 18-18-18, 总养分≥54%。包装规格 40 kg/包; 单价 4.75 元/kg。生产厂家: 史丹利化肥贵港有

限公司(广西)。

3) b 类复合肥: 硫酸钾型复合肥料。含 N-P-K 为 14-16-15, 总养分≥45%。包装规格 40 kg/包; 单价 4.00 元/kg。生产厂家: 云南省个旧市绿保复合肥有限责任公司。

4) c 类复合肥: 西洋复合肥料。含 N-P-K 为 15-15-15, 总养分≥45%。包装规格 50 kg/包; 单价 3.20 元/kg。生产厂家: 贵州西洋肥业有限公司。

2.3 施肥的时间和方法

施肥时间是在每年的 11—12 月; 施肥方法以环状和条状施肥为主, 具体根据地块实际来选择。

3 试验设计与实施

3.1 设计试验方案

采用有机肥和复合肥, 确定复合肥料种类和有机肥的施肥量。因素包括有机肥(A)、复合肥料种类(B)及其用量(C), 每因素包括 3 个水平(表 1)。

表 1 施肥试验的因素水平

Tab. 1 Factor level of fertilization test

水平	A-有机肥 /(kg·株 ⁻¹)	B-复合肥料 种类	C-复合肥料 施肥量 /(kg·株 ⁻¹)
1	5	a	1.0
2	10	b	2.0
	15	c	3.0

注: a、b 和 c 分别代表 N、P 和 K 不同配比的 3 种复合肥料(N、P 和 K 比例在包装袋上标识为 N-P-K 的百分比, 以确定那种比例的最好)。

根据因素水平表, 采用 L₈(2⁷) 进行试验实施(表 2)。

试验共 9 个处理组合, 单株小区(每重复每一处理组合仅包含 1 株参试核桃), 3 次重复。完整的试验共需 27 株大小基本一致的核桃幼树, 而且在立地条件相同地段完成; 试验需要有机肥 9×5+9×10+9×15=270 kg, a、b 和 c 类复合肥料分别为 3×1+3×2+3×3=18 kg。试验分别在业白和它吉克核桃基地各选 2~3 户农户, 每户完成一个完整的试验。

表 2 施肥的 $L_9(3^4)$ 正交试验设计

Tab. 2 $L_9(3^4)$ orthogonal test of fertilization

试验号	1 (A)	2 (B)	3 (C)	4 (B×C)	处理组合	处理组合的实施方案
1	1	1	1	1	$A_1B_1C_1$	5 kg/株有机肥, a 类复合肥 1 kg/株
2	1	2	2	2	$A_1B_2C_2$	5 kg/株有机肥, b 类复合肥 2 kg/株
3	1	3	3	3	$A_1B_3C_3$	5 kg/株有机肥, c 类复合肥 3 kg/株
4	2	1	2	3	$A_2B_1C_2$	10 kg/株有机肥, a 类复合肥 2 kg/株
5	2	2	3	1	$A_2B_2C_3$	10 kg/株有机肥, b 类复合肥 3 kg/株
6	2	3	1	2	$A_2B_3C_1$	10 kg/株有机肥, c 类复合肥 1 kg/株
7	3	1	3	2	$A_3B_1C_3$	15 kg/株有机肥, a 类复合肥 3 kg/株
8	3	2	1	3	$A_3B_2C_1$	15 kg/株有机肥, b 类复合肥 1 kg/株
9	3	3	2	1	$A_3B_3C_2$	15 kg/株有机肥, c 类复合肥 2 kg/株

3.2 土壤养分抽样分析

按照土壤采样分析的技术要求,邀请县土肥站技术员采用 GPS 现场定位、“S”型布点、“四分法”留样的标准,钢卷尺测量取样深度,用竹片直接采集样品,用塑料袋分袋包装,现场填写采样标签。选择 10 个样点,每个样点取 2 个样本,共取 20 个样本,采样深度为 40 cm。土壤分析结果见表 3。

表 3 土壤样品分析结果

Tab. 3 Analysis results of soil samples

样点编号	村委会	有机质 / (g · kg ⁻¹)	全氮 / (g · kg ⁻¹)	碱解氮 / (mg · kg ⁻¹)	有效磷 / (mg · kg ⁻¹)	速效钾 / (mg · kg ⁻¹)	pH 值
2016-1	业白	27.4	1.55	66	31.5	237	8.2
2016-2	业白	24.5	1.61	109	9.9	325	7.2
2016-3	业白	19.1	1.51	70	10.4	394	7.9
2016-4	业白	30.0	1.50	65	49.4	244	8.2
2016-5	业白	17.9	1.17	69	6.9	251	8.0
2016-6	它吉克	17.8	1.28	59	3.8	276	7.1
2016-7	它吉克	17.9	1.27	70	6.4	276	6.2
2016-8	它吉克	14.6	1.28	58	5.7	257	6.7
2016-9	它吉克	18.5	1.23	70	3.2	269	6.6
2016-10	它吉克	11.2	1.01	46	5.9	301	6.8

注:表中的数据是每个样点的样本平均值。

4 调查的方法

4.1 试验植株的标记

在施肥前,对试验范围内的核桃树干 1.3 m 以上涂白,用红油漆或不锈钢牌进行逐株标记,例如,第一试验区, $A_1B_1C_1$ 表示每株施 5 kg 有机肥和 a 类复合肥 1 kg。若树体编号不清楚时,重新添加,保持编号在树体上清晰可见。

4.2 调查方法和调查时间

在试验过程中,指定专人进行核实登记和建立调查表,并对其加强技术培训,以提高调查的科学性和准确性。

调查的方法是在每年的秋季施肥前,分别测量各处理植株的冠幅和地径,从下一年的 3 月份开始,每 3 个月调查一次,调查的具体时间是每次调查最后一个月的最后 3 天进行调查,1 年调查 4 次(3 月、6 月、9 月和 12 月各一次)。最后计算出 1 年的平均生长量。

5 试验结果

5.1 有机肥与复合肥配施对核桃幼树生长的影响

通过 1 年的调查,其结果详见表 4。

表 4 有机肥与不同类型复合肥配施对核桃幼树生长的影响

Tab. 4 Effect of combined application of organic fertilizer and different compound fertilizers on *Juglans sigillata* seedlings

序号	处理组合	试点一 (平均生长量)		试点二 (平均生长量)		不同施肥量的化肥投入资金 / (元 · 株 ⁻¹)
		冠幅 / (cm · a ⁻¹)	地径 / (cm · a ⁻¹)	冠幅 / (cm · a ⁻¹)	地径 / (cm · a ⁻¹)	
1	$A_1B_1C_1$	33.33	0.63	64.83	1.19	10.00
2	$A_1B_2C_2$	35.33	1.11	46.33	1.07	13.25
3	$A_1B_3C_3$	43.67	0.65	52.67	1.13	14.85
4	$A_2B_1C_2$	45.00	0.69	46.67	1.11	20.00
5	$A_2B_2C_3$	38.00	0.77	47.33	1.08	22.50
6	$A_2B_3C_1$	43.67	0.79	58.00	1.11	13.70
7	$A_3B_1C_3$	42.83	0.75	50.17	1.16	30.00
8	$A_3B_2C_1$	33.33	0.67	49.53	1.11	19.75
9	$A_3B_3C_2$	43.67	1.00	46.80	1.11	22.15

注:冠幅是东西和南北的平均值,化肥投入资金包括有机肥和复合肥。

表 4 表明,在试点一,以 $A_2B_1C_2$ 处理对促进冠

幅的生长量最大,年平均生长量为 45.00 cm; A₁B₂C₂ 配施对地径生长量最大,年平均生长量为 1.11 cm。从投入资金上来看,年地径生长量最大的 A₁B₂C₂ 处理的每株需要投入资金 13.25 元/株,而比它投入资金高,年地径生长量又小的处理分别是 A₁B₃C₃、A₂B₁C₂、A₂B₂C₃、A₂B₃C₁、A₃B₁C₃、A₃B₂C₁、A₃B₃C₂,每株分别比 A₁B₂C₂ 多投入资金 1.60 元、6.75 元、9.25 元、0.45 元、16.75 元、6.00 元和 8.90 元,在促进核桃幼树地径生产上不宜应用。

在试点二,以 A₁B₁C₁ 处理对促进冠幅和地径的生长量最大,年平均冠幅和地径生长量分别为 64.83 cm 和 1.19 cm,是所有处理中投资最小,冠幅和地径生长量最大的处理,在生产实践中宜大力推广应用。

5.2 采用方差分析的结果

5.2.1 有机肥与不同类型复合肥配施对试点一核桃幼树生长的影响

对有机肥与不同类型复合肥配施对试点一核桃幼树地径和冠幅生长的影响进行方差分析,其结果见表 5 和表 6。

表 5 对核桃幼树地径生长的方差分析结果

Tab. 5 Variance analysis of ground diameter growth of *Juglans sigillata* seedlings

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	5.309	2	2.655	1.000	0.371
B	1.633	2	0.817	0.308	0.736
C	1.464	2	0.732	0.276	0.759
B×C	4.814	2	2.407	0.907	0.406
误差	334.408	126	2.654		
和	347.629	134			

表 6 对核桃幼树冠幅生长的方差分析结果

Tab. 6 Variance analysis of canopy growth of *Juglans sigillata* seedlings

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	0.005	2	0.002	0.174	0.840
B	0.092	2	0.046	3.399	0.036 *
C	0.309	2	0.155	11.465	0.000 *
B×C	0.149	2	0.075	5.537	0.005 *
误差	1.699	126	0.013		
和	2.254	134	2.254		

注: * 表示在 5% 的显著性水平下拒绝原假设,下同。

根据表 5,所有因子均没有通过显著性检验,所以对业白地区核桃幼树地径的生长来说,因子 A、B、C 和交互作用 B×C 的促进作用均不显著。

根据表 6,在 5% 的显著性水平下,因子 B、C 及其交互作用均通过显著性检验,所以对业白地区的核桃幼树来说,施加一定量的复合肥有助于冠幅的生长。进一步计算出 B 和 C 的所有不同搭配下冠幅生长的均值如表 7。

表 7 试点一地区 B×C 的搭配

Tab. 7 Combined application of factor B and C in site 1

	site 1		
	C ₁ (1 kg/株)	C ₂ (2 kg/株)	C ₃ (3 kg/株)
B ₁ (a)	33.3	35.3	43.7
B ₂ (b)	45.0	38.0	43.7
B ₃ (c)	42.8	33.3	43.7

由表 7 可知,因子 B、C 的搭配以 B₂C₁ 最好,即 N、P、K 的比例为 b,复合肥施肥量为 1 kg/株,也即促进核桃幼树冠幅生长最快的的肥料配施比例是每株 15 kg 有机肥和 1 kg 硫酸钾型复合肥料配施。

5.2.2 有机肥与不同类型复合肥配施对试点二核桃幼树生长的影响

对有机肥与不同类型复合肥配施对试点二核桃幼树地径和冠幅生长的影响进行方差分析,其结果见表 8 和表 9。

表 8 对核桃幼树地径生长的方差分析结果

Tab. 8 Variance analysis of ground diameter growth of *Juglans sigillata* seedlings

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	<0.01	2	<0.01	0.002	0.998
B	0.013	2	0.007	0.220	0.803
C	0.081	2	0.041	1.321	0.271
B×C	0.024	2	0.012	0.394	0.675
误差	3.865	126	0.031		
和	3.984	134			

根据表 8,所有因子均没有通过显著性检验,所以对试点二核桃幼树地径生长来说,因子 A、B、C 和交互作用 B×C 的促进作用均不显著。

根据表 9,在 5% 的显著性水平下,因子 B、C 及其交互作用均通过显著性检验,所以对试点二核桃

表 9 对核桃幼树冠幅生长的方差分析结果
Tab. 9 Variance analysis of canopy growth of
Juglans sigillata seedlings

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	0.026	2	0.013	1.061	0.349
B	0.078	2	0.039	3.249	0.042 *
C	0.094	2	0.047	3.88	0.023 *
B×C	0.277	2	0.138	11.464	<0.01 *
误差	1.521	126	0.012		
和	1.996	134			

幼树来说,施加一定量的复合肥有助于冠幅的生长。进一步计算出 B 和 C 所有不同搭配下冠幅生长的均值如表 10。

表 10 试点二 B×C 的搭配
Tab. 10 Combined application of factor B and C in site 2

	C ₁ (1 kg/株)	C ₂ (2 kg/株)	C ₃ (3 kg/株)
B ₁ (a)	64.8	46.3	52.7
B ₂ (b)	46.7	47.3	58.0
B ₃ (c)	50.2	49.5	46.8

由表 10 可知,因子 B、C 的搭配以 B₁C₁ 最好,即 N、P、K 的比例为 a,复合肥施肥量为 1 kg/株,也即促进核桃幼树冠幅生长最快的的肥料配比是每株 5 kg 有机肥和 1 kg 史丹利复合肥料配施。

6 结论

1) 整个实验设计的配方施肥种类对 2 个试验

点的核桃幼树地径生长影响不显著,说明施肥量、施肥种类对核桃幼树的地径生长影响不大。

2) 配方施肥对 2 个试验点的核桃幼树冠幅生长影响显著。在试点一,以每株 15 kg 有机肥和 1 kg 硫酸钾型复合肥料配施有利于树冠的生长;在试点二,以每株 5 kg 有机肥和 1 kg 史丹利复合肥料配施有利于树冠的生长,年平均冠幅和地径生长量分别为 64.83 cm 和 1.19 cm,是所有处理中投资最小、冠幅和地径生长量最大的处理,在类似的核桃种植区宜大力推广应用。

3) 本试验结合土壤养分抽样分析,在元江县不同海拔、不同土质条件下进行不同肥料配比施肥对核桃幼树冠幅和地径生长进行对比试验^[6],对节本增效,减少肥料浪费具有一定的指导和借鉴作用。

致谢:本研究得到西南林业大学李莲芳老师和王慷林老师的指导,特此表示感谢!

参考文献:

- [1] 杨源. 核桃丰产栽培技术[M]. 昆明:云南科技出版社,2002.
- [2] 杜洋文,曾博,邓先珍,等. 不同施肥配方对美国山核桃生长的影响[J]. 经济林研究,2015(1):95-96.
- [3] 温琼文,赵宝荣,蒋志东,等. 核桃叶面喷施磷酸二氢钾对幼树生长的影响[J]. 林业调查规划,2017(3):113-116.
- [4] 李玲. 核桃测土配方施肥肥效试验研究初报[J]. 农技服务,2014(6):103-104.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.024

昭通市毛竹防护型经济林丰产培育试验研究

白祖云¹, 李正银², 丁永平², 曹安江³, 杨梅¹

(1. 昭通市林业局能源科技推广站, 云南 昭通 657000; 2. 昭通市林业科学研究所, 云南 昭通 657000;
3. 云南乌蒙山国家自然保护区管护局, 云南 昭通 657000)

摘要:为提高毛竹林的经济效益, 巩固退耕还林成果, 促进群众脱贫致富, 针对昭通市毛竹林经营管理粗放现状, 通过密度调控和覆盖、调整竹笋采集时间等技术措施, 试验探索毛竹防护型经济林丰产培育技术。结果表明, 采用相应技术措施后的毛竹林比未经采取措施的毛竹林竹笋笋芽出土时间提前30 d左右, 竹笋产量增加93.95%~125.54%, 毛竹的平均粗度增加15.29%~28.89%。

关键词:毛竹; 防护型经济林; 丰产培育; 结构调整; 竹笋采集

中图分类号: S795.7; S727.3; S725 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0127-04

引文格式: 白祖云, 李正银, 丁永平, 等. 昭通市毛竹防护型经济林丰产培育试验研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 127-130, 134.

BAI Zuyun, LI Zhengyin, DING Yongping, et al. Experiment on High Yield Cultivation of Protective Economic Forest of *Phyllostachys edulis* in Zhaotong City [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 127-130, 134.

Experiment on High Yield Cultivation of Protective Economic Forest of *Phyllostachys edulis* in Zhaotong City

BAI Zuyun¹, LI Zhengyin², DING Yongping³, CAO Anjiang³, YANG Mei¹

(1. Energy and Technology Extension Station, Zhaotong Forestry Bureau, Zhaotong, Yunnan 657000, China;
2. Zhaotong Institute of Forestry, Zhaotong, Yunnan 657000, China;
3. Administration Bureau of Wumengshan National Nature Reserve, Zhaotong, Yunnan 657000, China)

Abstract: Based on the extensive management status of *Phyllostachys edulis*, this experiment studied the high yield cultivation techniques of *Phyllostachys edulis* from the measures of the density regulation and coverage, and the time adjustment of bamboo shoot collection to improve the economic benefit of *Phyllostachys edulis*, consolidate the results of returning farmland to forest, and promote the people to get rid of poverty and become better off. The results showed that the time of bamboo shoots sprout was 30 days earlier, the yield of bamboo shoots increased by 93.95%~125.54%, and the average diameter of *Phyllostachys edulis* increased by 15.29%~28.89%.

Key words: *Phyllostachys edulis*; protective economic forest; high yield cultivation; structural adjustment; bamboo shoot collection.

收稿日期: 2018-07-16.

第一作者: 白祖云(1968-), 男, 云南水富人, 高级工程师. 从事森林资源管理、农村能源项目管理及科技推广工作. Email: ztbzy666@126.com

责任作者: 曹安江, 男, 云南威信人, 正高级工程师. 主要从事保护区管理工作.

1 研究的目的及背景

毛竹是我国种植面积最大,分布最广,而经济效益也最高的竹种之一,占全国竹林面积的 70% 左右,并且面积还在不断扩大^[1],也是昭通市竹产业发展中笋材两用竹的主要竹种之一。国内外学者对毛竹作了大量研究,但大多只是针对其经济功能或防护功能进行,在兼顾统筹二者效益最大化方面研究较少。昭通地处长江上游、赤水河源头,是长江中上游和赤水河源头的重要生态安全屏障,地理区位十分特殊。全境国土面积的 64.3% 是山区,且贫困面大、贫困程度深,林业建设既要注重生态效益,也要注重经济效益,切实增加群众收入。因此,对毛竹防护型经济林进行研究,探索不对其生态功能产生较大影响,又能提高经济效益的技术措施,对昭通乃至我国山区林业的发展都具有重要的参考作用。

毛竹过去在昭通市北部几个县区均有零星分布,主要分布于二半山区。在退耕还林工程开始时,为了发挥自然资源优势,发展地方经济,帮助农民尽快脱贫致富,威信、绥江等县从广西引进种子进行有性繁殖苗木,并大量种植,目前已经达到 3 997.9 hm^2 ,生态效益初步显现,但经济效益尚不显著。

为更好地指导竹产业健康可持续发展,昭通市林业局及时成立了竹产业项目组。针对 2001 年以来退耕还林工程种植的毛竹林进行调研,发现普遍存在管理差、效益低的问题,年产笋量约 0.3 万 t,竹笋产量仅 750 kg/hm^2 ,产值约 3 750 元/ hm^2 。主要原因是重造轻管,具体表现为:毛竹生产区群众由于没有经营管理的意识,长期放任不管,不抚育,不施肥,让其自生自灭。抚育管理的缺乏和不科学的采笋,尤其是采笋时不分竹笋大小、长度、出笋时间随意采集,导致竹林林分质量、竹笋产量、经济效益低下。

为提高毛竹林分质量,增加单位面积竹笋产量和竹材质量,最大限度发挥毛竹林的生态和经济效益,实现退耕还林“退得下,稳得住,不反弹,能致富”的目标,竹产业项目组选择在威信县开展了毛竹林丰产培育技术试验研究。

2 研究方法

2.1 试验地选择及其概况

绥江、威信、彝良、水富是昭通市毛竹的主要栽培区。从调研的情况看,威信的栽培管理更为粗放,种植后基本没有后期管理,竹笋的采集也不科学。

结合当地林业部门和群众的意愿,选择在威信县开展试验研究。

威信现有毛竹林面积 392.7 hm^2 ,试验地位于威信县(北纬 27°、东经 105°)扎西镇。全境地形北高南低,地势起伏,山峦纵横交错,地形复杂多样,最高海拔 1 820.5 m,最低海拔 1 100 m,年降雨量 868~1 351 mm;年平均气温 13.5℃,月均最高气温 21.6~23.9℃(7月),极端最高温度 36℃;月均最低温度 0.4~5.2℃(1月),极端最低温度 -9.6℃,常年日照时数 850~1 339 h,湿度 83%~87%,全年无霜期 231~264 d。该竹林属退耕还林时种植的毛竹林,自种植后从未进行过抚育、施肥,大部分地块基本没有进行过采笋,完全处于自然生长状态。林分密度过大,自然死亡率高,平均竹径较小,竹笋小、质量低,林分严重退化。

2.2 试验设计

2.2.1 设计原则

1) 坚持生态优先的原则。由于该项目属于退耕还林生态工程项目,毛竹林具有重要的生态作用^[2],培育毛竹林的首要目的是起到水土保持等防护作用,不得采取严重影响其功能发挥的措施。

2) 坚持简便易行的原则。设计的措施要便于群众掌握,易于成果的推广。

3) 坚持竹农增收的原则。在坚持生态优先的前提下,提高竹林质量,确保竹农能够增加经济收入。

2.2.2 相关概念

度:立竹年龄。1 度竹为 1 a 生,2 度竹为 2~3 a 生,3 度竹为 4~5 a 生,4 度竹为 5~6 a 生,以此类推^[3]。

2.2.3 试验内容及技术要点

试验内容:密度调控、竹龄结构调控、覆盖措施、采笋时间及规格。

1) 密度调控:由于经营目的不同,合理的毛竹经营密度是不一致的。根据潘对灿对闽南毛竹林合理的经营密度研究,认为不同地区所得到的合理经营密度不能相互应用^[5];郑郁善等对毛竹林的合理经营密度研究认为,笋用、材用、笋材两用毛竹林的合理密度也是不相同的,材用竹密度最大为 4 050~4 950 株/ hm^2 ,笋用竹的密度最小为 1 650~2 250 株/ hm^2 ,笋材两用毛竹林密度居于二者之间,为 2 100~2 700 株/ hm^2 ^[6]。在坚持生态优先的前提下,试验设计采用了 2 项指标进行控制:一是采伐后郁闭度不得低于 0.6^[4],二是采伐后密度控制在 6 000~8 250 株/ hm^2 。

2) 竹龄结构调控:考虑到要满足生态功能的需求,在进行年龄结构调控时,不对采伐后的毛竹各年龄要求具体比例,但应采伐死亡竹和 4 度以上竹子。在采伐死亡竹和 4 度以上竹子后郁闭度小于 0.6 的,应适当保留 4 度竹子中的健壮竹,使郁闭度保持在 0.6 以上,同时通过调节采笋时间增加 1 度竹的比例。

3) 覆盖措施:考虑试验的可行及方便程度,采用当地易得、成本较低的玉米秸秆作为覆盖材料,覆盖厚度 10 cm。

4) 采笋时间及规格: I 号样地采笋时间和规格不作限制,但应统计数量。 II、III 号类型采笋须在出笋 10 d 后方可采,并且只能采 15~20 cm 左右的竹笋。

5) 采伐技术要点:在采伐时要考虑毛竹的分布、生长和病虫害情况,除砍老留幼外,还要坚持砍密留疏、砍小留大、砍弱留强。

2.2.4 试验样地设计

本实验设计分 3 个试验样地,每个样地 1 334

m², 共计 4 002 m²。

I 号样地:保持传统的经营模式,不采取任何技术措施。

II 号样地:采取密度调控、竹林结构调控、采笋时间调控技术措施。

III 号样地:采取密度调控、竹林结构调控、采笋时间调控、玉米秸秆覆盖技术措施。

2.3 研究方法

做好竹林伐前、伐后及现存活立竹、死亡竹数据统计,记录新笋出土、初笋期、终笋期时间,测量竹林伐前、伐后及新生竹地径。对所得数据采用 EXCEL 2003 进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 立竹株数及密度

间伐作业前后竹林立竹株数、密度等情况详见表 1。

表 1 间伐前后立竹株数

Tab. 1 Quantity of bamboo before and after thinning

类型	伐前			伐后			一年后		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
株数									
活立竹	1840	1335	1465	1840	370	540	1980	880	1080
死亡竹	165	290	210	165	0	0	305	0	0
自然死亡率/%	8.23	17.85	12.54	8.23	0	0	13.35	0	0
郁闭度	1.0	0.9	0.9	1.0	0.6	0.7	1.0	0.8	0.9
活立竹密度/株·hm ⁻²	13800	10020	10995	15225	2775	4050	14850	6600	8100
立竹密度(含死亡竹)/株·hm ⁻²	15045	12195	12570	16470	2775	4050	17145	6600	8100
粗度/cm	3.05	4.25	3.6	3.05	4.7	4.4	2.95	4.9	4.64
新生竹/cm	--	--	--	--	--	--	2.9	5.7	5.6

从表 1 可以看出,采取相应技术措施后, I、II、III 号样地活立竹均有增加,分别增加 140 株、510 株、540 株,分别增加 7.61%、137.84%、100%。 I 号样地活立竹密度从 13 800 株/hm² 增加到 14 850 株/hm², II、III 号样地活立竹密度分别从 10 020 株/hm²、10 995 株/hm² 下降到 6 600 株/hm²、8 100 株/hm²。

3.2 郁闭度

从表 1 可以看出,经过采伐的 II、III 号样地,郁闭度分别从 0.9 下降到 0.6、0.7。虽然采伐的株数

多,但由于采伐的是死亡竹、老竹、弱竹、分布密度大的竹,对样地整体郁闭度的影响并不与采伐的株数呈一定的比例关系。通过一年时间的恢复,郁闭度便分别达到了 0.8、0.9。

3.3 自然死亡率

从表 1 可以看出,采伐前 3 个类型的竹林都存在一定量的死亡竹,自然死亡率分别为 8.23%、17.85%、12.54%。 I 号样地伐前自然死亡率为 8.23%,一年后自然死亡率为 13.35%,有增长的趋势,但采取技术措施的 II、III 号样地一年后的自然死

亡率为 0。

3.4 新生竹粗度

从表 1 可以看出, II、III 号样地通过采取技术措施后,新生竹的粗度均明显增加,分别为 I 号样地的 1.36 倍、1.33 倍,新生竹还有效提高了 II、III 号样地竹林的平均粗度,分别提高 15.29% 和 28.89%。而没有采取技术措施的 I 号样地竹林的平均粗度还略有下降,下降了 0.1 cm。

3.5 笋期

采取相应技术措施后竹林的笋期及竹笋产量如表 2 所示。

表 2 笋期及竹笋产量

Tab. 2 Bamboo shooting period and yield

类型	I	II	III
笋出土时间(月·日)	3.20	2.20	2.17
初笋期(月·日)	3.24	3.15	3.16
终笋期(月·日)	4.17	4.15	4.15
竹笋产量合计/kg	119	231	269

从表 2 可以看出:

1) 竹笋出土时间:采取过技术措施的 II、III 号样地比未采取技术措施的 I 号样地竹笋出土时间提前 30 d 以上,但 II、III 号样地并无明显差异。

2) 初笋期:采取过技术措施的 II、III 号样地比未采取技术措施的 I 号样地初笋期分别提前 9 d 和 8 d,但 II、III 号样地的初笋期并无明显差异。

3) 终笋期: I、II、III 号样地均无明显差异。

3.6 竹笋产量

从表 2 可以看出, II、III 号样地竹笋产量是 I 号样地竹笋产量的 1.94 倍、2.26 倍。试验表明,适当的间伐强度可提高竹笋产量,通过采取相应措施,增加了竹林的通风、透光性,提高了竹林土壤温度,减少了竹林的退笋率,从而提高了竹笋成笋量。III 号样地竹笋产量是 II 号样地竹笋产量的 1.16 倍,表明采取覆盖措施也会提升竹笋产量。

4 结论与讨论

4.1 技术措施明显提前了竹笋的出土时间

采取技术措施后的竹林比未采取技术措施竹林的竹笋笋芽出土时间提前 30 d 左右。主要原因是抚育间伐及覆盖措施增加了林地的通风、透光性能,特别是增加了林地的光照强度,提高了土壤温度,使

竹林提前出笋。

4.2 明显提高了竹笋产量

II 号样地比 I 号样地竹笋产量增加了 93.95%、III 号样地分别比 I 号和 II 号样地竹笋产量增加了 125.54% 和 16.31%,说明采取技术措施可明显提高竹笋的产量。主要原因:1) 伐除了 4 度生以上老龄竹,降低了密度,保留了 3 度以下及其新生竹,从根本上解决了母竹的萌生能力。2) 通过降低密度和采取覆盖措施,增加了林内温度,有利于母竹的生长发育,提高发笋率。3) 通过降低密度,减少母竹对土壤养分和水分的竞争,保障了母竹生长发育的营养供给,有利于竹笋的萌发与生长,降低退笋率,提高竹笋产量。4) 通过控制采笋的时间和规格,为竹笋成长、优质母竹创造了有利的条件,确保了竹林年龄结构的调整,形成合理的林龄结构。同时,也增加了单个竹笋的重量,从而有效地增加了单位面积上竹笋的产量。

4.3 明显提高了竹林的质量

通过采取技术措施,减少了毛竹自然死亡率,明显增加了竹林的平均粗度,使竹林郁闭度及时恢复到了 0.8 以上。主要原因是推迟了初次采笋时间,留足了第一批竹笋,确保了新生竹的数量。同时,通过降低密度,减少了林内竹子间营养的竞争,增加了光照,提升了林内土壤温度,促进了保留竹的生长发育和竹笋萌发。

4.4 在没有对生态环境造成明显影响的前提下实现了竹笋产量的大幅提高

采伐后竹林的郁闭度均保持在 0.7 以上,且在采伐时注意保护了林下灌木,加上合理采笋,竹林的密度控制在 7 500 株/hm² 左右。郁闭度很快恢复到了 0.8 以上,没有造成水土流失,并显著提高了竹笋的产量。主要原因是采伐的是死亡竹、老竹、弱竹、分布密度大的竹,对样地整体郁闭度的影响并不与采伐的株数呈一定的比例关系。

4.5 经济效益显著

竹笋产值从 8 925 元/hm² 提高到 17 325 ~ 20 145 元/hm²,增加 8 400 ~ 11 220 元/hm²,比全市平均产值 3 750 元/hm² 增加 13 575 ~ 16 395 元/hm² (按单价 5 元/kg 计算),主要原因是单位面积上竹笋产量增加。

5 结语

综上所述,按郁闭度结合竹子年龄进行采伐,控

(下转第 134 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.025

山茶水插接穗靠接技术研究

徐先银,李祖文

(紫溪山省级自然保护区管护局,云南 楚雄 675000)

摘要:楚雄市紫溪山原生云南山茶分布广、数量多,且其环境适应山茶生长,山茶栽培历史悠久。紫溪山山茶栽培多采用传统的靠接繁殖方式,本文从靠接时间选择、砧木和接穗的选择、靠接技术操作、嫁接后管护 4 方面介绍水插接穗靠接繁殖技术,并进行对比实验。结果表明,水插接穗靠接技术的山茶成活率与传统靠接方式相近,但其在嫁接劳动成本、管护方便程度、母树树体恢复方面更具优势,应推广应用于紫溪山山茶繁育工作。

关键词:水插接穗;靠接技术;砧木;成活率;树体恢复;紫溪山

中图分类号:S723.132.1;S571.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0131-04

引文格式:徐先银,李祖文. 山茶水插接穗靠接技术研究[J]. 林业调查规划,2019,44(2):131-134.

XU Xianyin, LI Zuwen. Inarching Technique of *Camellia japonica* Scions in Water [J]. Forest Inventory and Planning, 2019,44(2):131-134.

Inarching Technique of *Camellia japonica* Scions in Water

XU Xianyin, LI Zuwen

(Administration of Zixishan Provincial Nature Reserve, Chuxiong, Yunnan 675000, China)

Abstract: The native *Camellia japonica* is widely distributed and abundant in Zixi Mountain of Chuxiong City where the environment is suitable for the growth of *Camellia japonica* with the long cultivation history. This paper introduced the inarching technique of *Camellia japonica* scions in water from grafting time selection, stock and scion selection, grafting technique operation, and management after grafting, which was compared with the traditional inarching technique mainly adopted in Zixi Mountain. The results showed that the survival rate of the inarching technique of scions in water was similar to that of traditional grafting, but it had more advantages in grafting labor cost, convenient management and protection, and tree recovery, which should be popularized and applied in *Camellia japonica* cultivation in Zixi Mountain.

Key words: scions in water; inarching technique; stock; survival rate; tree recovery; Zixi Mountain

山茶(*Camellia japonica* L.)别称薷春、山椿、耐冬、晚山茶、茶花、洋茶、山茶花,山茶科、山茶花属植物。山茶是灌木或小乔木植物,高 9 m,嫩枝无毛。叶革质,椭圆形,长 5~10 cm,宽 2.5~5 cm,先端略尖,或急短尖而有钝尖头,基部阔楔形,上面深绿色,

干后发亮,无毛,下面浅绿色,无毛,侧脉 7~8 对,在上下两面均能见,边缘有相隔 2~3.5 cm 的细锯齿。叶柄长 8~15 mm,无毛。花顶生,红色,无柄;苞片及萼片约 10 片,组成长约 2.5~3 cm 的杯状苞被,半圆形至圆形,长 4~20 mm,外面有绢毛,脱落;花

收稿日期:2018-09-19;修回日期:2018-11-26.

第一作者:徐先银(1982-),男,云南楚雄人,工程师.主要从事林业管理及自然保护区方面的工作.

瓣6~7片,外侧2片近圆形,几离生,长2 cm,外面有毛,内侧5片基部连生约8 mm,倒卵圆形,长3~4.5 cm,无毛;雄蕊3轮,长约2.5~3 cm,外轮花丝基部连生,花丝管长1.5 cm,无毛;内轮雄蕊离生,稍短,子房无毛,花柱长2.5 cm,先端3裂。蒴果圆球形或有棱,直径2.5~3 cm,2~3室,每室有种子1~2个,3片裂开,果片厚木质。花期1—4月。

山茶原产于我国南部、西南部,在四川、云南、福建、浙江、江苏、湖南、安徽等省广泛栽培。山茶在楚雄市栽培历史悠久,楚雄市紫溪山在宋代就有茶花栽培的历史记载。

1 紫溪山茶花栽培历史

紫溪山有分布很广、数量很多的原生云南山茶,同时栽培有一定数量的古茶花,是云南省重要的茶花种质资源基因库。据历史记载,800多年前宋代大理国时,宰相高量成偕夫人昭庆公主于1150年退位归隐封地薇溪山,在山上建城堡(被称为“山中宰相府”的石桑城)和佛教寺院,开始人工栽培山茶花。明、清时期,紫溪山是拥有近百座寺、庵、林、堂的佛教名山,佛教称山茶花为“曼陀罗”,是佛祖诵念《法华经》时显瑞圣花,供佛之花,故佛教寺院都种植山茶花以增寺院景色,彰显神圣吉祥之气。‘紫溪’、‘东林’、‘西林’、‘大理’、‘紫宝’、‘松子壳’、‘童子面’、‘法云’、‘鹿城红’等茶花古树都生长在寺院的遗址上。

紫溪山山茶物种园,占地1.47 km²,除分布一定数量的茶花古树外,在近20年里收集定植了从腾冲、大理、凤庆、宜良、昆明、丽江等地引种的云南茶花‘雪皎’、‘恨天高’、‘紫袍’、‘玛瑙’、‘狮子头’、‘松子鳞’、‘静安’、‘云峰’、‘松子壳’等数十个品种1 000余株。形成了品种较为齐全的云南山茶专类物种园,既浓缩了紫溪山丰富的原生、原有山茶科植物又广泛收集引种云南各地山茶花品种。正是因为有大量人工栽培茶花,所以在大自然的作用下,许多野生单瓣云南山茶发生了变异,其变异瓣形有蝶翅、曲瓣、牡丹、蔷薇等形状,瓣数有12~18枚半重瓣、20~40多枚重瓣,花径10~15 cm不等,花色有大红、桃红、粉红、银红,花色艳丽,五彩缤纷。在近20年里发现命名并鉴定登录了‘紫霞’、‘立禅’、‘昭庆’、‘灵峰’、‘紫宝’、‘紫莲’、‘威楚红’、‘紫溪’、‘紫蕾’、‘东林’、‘西林’、‘丽芳’、‘紫蝶’、‘紫玉’、‘紫丹’、‘薇溪红’、‘紫蝶’、‘皎渊’、‘紫玳’、‘紫廷’、‘石桑’、‘指南’、‘法云’、‘紫灵’、

‘梅葛红’、‘鹿城红’、‘08之春’、‘紫鹃’、‘色奔’等40多个特有原生自然变异品种,丰富了云南茶花谱。这充分说明,楚雄市紫溪山是云南山茶花的主要原生地和自然变异地之一。

2 紫溪山适宜茶花栽培环境

山茶花性喜温暖、湿润和半阴环境,怕高温,忌烈日。山茶的生长适温为18~25℃,3—9月为13~18℃,9月至翌年3月为10~13℃。山茶适宜水分充足、空气湿润环境,忌干燥。高温干旱的夏秋季,应及时浇水或喷水,空气相对湿度以70%~80%为好。雨季注意排水,以免引起根部受涝腐烂。露地栽培,要选择土层深厚、疏松、排水性好的土壤,酸碱度以5~6最为适宜,碱性土壤不适宜茶花生长。盆栽土用肥沃疏松、微酸性的壤土或腐叶土。

紫溪山山脉处于太平洋东南季风区,属亚热带山地湿润气候,年均温为12.1~14.9℃,年降雨量为938~1 056.9 mm,干湿季交替明显,雨量充沛,日照时间较少(日照率为56%)。紫溪山森林覆盖率高,森林郁闭度大,枯枝落叶堆积较厚,土壤肥厚湿润,为山茶较适宜的生长和栽培环境。

3 水插接穗靠接繁殖技术

山茶花可采用播种、扦插、嫁接、压条等方法繁殖。但因地区小气候、繁殖方式、品种特性等不同,直接影响到繁殖成活率和种质遗传特性。紫溪山茶花栽培根据气候特点,为保持古茶花的优良遗传基因,较多采用传统的靠接嫁接繁殖方式,但传统的靠接方式需要在母树上搭建支架支撑砧木或用绳索吊挂(视砧木土球的轻重和母株的支撑能力而定),费时费力,嫁接操作和日常管理不方便;同时靠接时间多选择在春梢半木质化时,嫁接成活后新株下架需剪去母树上的枝条,对母树树体伤害大,此时母树树体恢复生长又错过了旺盛生长期,树体恢复较难。基于传统靠接方式的诸多不便,结合各种嫁接技术的优缺点,经过近5年的实验,水插接穗靠接技术取得了一定的成功。该方法无需搭架操作,省时省力,嫁接成活率有保障;在嫁接成活期内,母树在夏雨季高峰期迅速恢复生长,树体树势同期得到了恢复。水插接穗靠接技术应注意4个方面。

3.1 靠接时间选择

水插接穗靠接选择在母树春梢萌发生长至25 cm左右,穗条呈现半木质化时进行较为适宜。一般

在 6 月中旬至 7 月上旬进行。

3.2 砧木和接穗的选择

砧木用 1~2 年生山茶、白花油茶、华东茶及茶梅,地径 6~8 mm,苗干通直的实生苗,也可用白秧茶扦插苗作砧木。接穗选择长 20~30 cm,生长健壮,顶芽饱满,无病虫害,粗细等同于或相当于砧木粗细且半木质化的当年生枝条。半木质化的枝条有一定的韧性,在嫁接捆绑时更容易,接口更严密,能有效提高成活率。

3.3 靠接技术操作

接穗以当年生半木质化枝条,长 20~30 cm 为宜,在接穗根部整枝剪下。选择离地径 5 cm 处与接穗中部粗细相当的砧木,中部抹去 1~2 个叶位置。在接穗的中部与砧木抹去叶且粗细相当部位,各削去茎粗的 1/4~1/3,直达木质部(不宜太深),长 3~4 cm,切削面要平整、光滑;如果两者粗细不等,干粗的削得浅些,干细的削得深些,使两者切削面宽度相同或相近(图 1);然后将两者切削面靠拢,对齐两边或一边的形成层,接口用棉绳捆绑或用棉纸包裹,再在上面绑缚黑色薄膜,防止接口的水分蒸腾以及下雨或喷洒时水分的渗入;用塑料瓶或玻璃容器盛满清水,将接穗根部剪成马蹄状斜口插入水中(图 2)。嫁接后 20 d 内,采取遮阳、遮光等荫蔽措施。



图 1 砧木和接穗接口的切削

Fig. 1 Cutting of uniting stock and scion

3.4 嫁接后管护

嫁接后管护主要是根据扦插容器中水位情况,



图 2 完成水插接穗靠接的新植株

Fig. 2 Plant after inarching the scions in water

适时补水,对砧木和接穗接口以下部位进行抹芽控芽,对砧木进行正常的浇水施肥养护。嫁接后约 100~120 d,砧木与接穗可完全愈合,即可剪除砧木嫁接口以上部位枝梢,再经过 20 d 左右的培育,即可拆除扦插容器,剪去嫁接口部位以下接穗。为防止嫁接口跳芽,嫁接口可用黑塑料膜包裹加固一段时间。

4 实验结果

经过 5 年的水插接穗靠接实验,该技术取得了一定的成果(表 1)。

实验数据显示,水插靠接大理茶综合成活率为 70%,传统靠接大理茶综合成活率为 70%;水插靠接楚雄茶综合成活率为 72%,传统靠接大理茶综合成活率为 68%。水插接穗靠接成活的山茶植株见图 3。实验表明,水插接穗靠接成活率与传统靠接水平相当。

另外,与传统靠接方法相比较,水插接穗靠接方法在地面就可实施靠接,在嫁接工时及管护养护方面,操作更方便,很大程度上节约了嫁接成本;在母树管理和树势恢复方面,只在生长旺盛期剪下部分枝条用于嫁接,与传统靠接方法相比,在靠接成活下架与母树分离之前的这段时间,正处于树木生长旺盛期,水插靠接采穗的母树已最大限度恢复了生长,萌发出了新枝,树势基本恢复,而传统靠接方法中母树几乎没有恢复树势的时机,树势得不到恢复。在嫁接劳动成本、嫁接管护方便程度、母树树体恢复方

表 1 水插接穗靠接与传统靠接植株成活率对比

Tab. 1 Comparison of plants survival rate between inarching technique of scions in water and traditional inarching technique

实验年度	水插靠接(大理茶)			传统靠接(大理茶)			水插靠接(楚雄茶)			传统靠接(楚雄茶)		
	实验株数 /株	成活株数 /株	成活率 /%	实验株数 /株	成活株数 /株	成活率 /%	实验株数 /株	成活株数 /株	成活率 /%	实验株数 /株	成活株数 /株	成活率 /%
2014	10	5	50	10	7	70	10	6	60	10	6	60
2015	10	7	70	10	6	60	10	7	70	10	5	50
2016	10	8	80	10	7	70	10	7	70	10	8	60
2017	10	7	70	10	8	80	10	8	80	10	8	70
2018	10	8	80	10	7	70	10	8	80	10	7	70



图 3 水插接穗靠接成活的植株

Fig. 3 Survival plant after inarching the scions in water

花新品种具有重大的实践和指导意义。将在今后一段时间内推广水插接穗靠接技术,更好地服务紫溪山山茶花繁育工作。

参考文献:

[1] 云南省紫溪山森林公园资源质量评价和等级评定报告 [R]. 昆明:云南省林业调查规划院昆明分院,2000.

[2] 孙桂海. 云南山茶接穗供水靠接[J]. 中国花卉盆景, 1992(3):7.

[3] 王世俊. 山茶花的水扦插嫁接法[J]. 中国花卉盆景, 1988(12):24.

[4] 楚雄市城乡建设局. 紫溪山志[M]. 昆明:云南民族出版社,2000.

[5] 冯国楣,张方玉. 楚雄紫溪山植物资源考察[R]. 楚雄:楚雄州城乡建设委员会,1993.

(责任编辑 杨焱熔)

面综合考虑,水插接穗靠接方法优势明显。

5 结论

水插接穗靠接方法较传统靠接方法有很大的优势,对保留紫溪山古茶花优良种质资源,繁育更多茶

(上接第 130 页)

制竹林的密度,并采取覆盖、调节采笋时间等措施,即对密度大的毛竹林 4 度以上老竹进行采伐,但郁闭度要保持在 0.6 以上,只采集 15~20 cm 高竹笋,既不会对毛竹林的生态防护功能产生较大影响,还能增加竹笋的产量,提高竹林的质量。

参考文献:

[1] 漆良华,刘广路,范少辉,等. 不同抚育措施对闽西毛竹林炭密度、炭贮量与炭格局的影响[J]. 生态学杂志, 2009,28(8):1482-1488.

[2] 牛梨敏,秦华,等. 长期种植毛竹土壤丛枝菌根真菌群

落演变趋势[J]. 土壤学报,2017(3):26-30.

[3] 广西壮族自治区质量技术监督局. 毛竹丰产栽培技术规程(DB/T469-2007)[S]. 2007.

[4] Stumpf K A. The estimation of forest vegetation cover descriptions using a vertical densitometer [EB/OL]. (1993) http://www.grsgis.com/publications/saf_93.html.

[5] 潘金灿. 闽南毛竹林合理经营密度的研究[J]. 经济林研究,2015,18(3):22-26.

[6] 郑郁善,洪伟,陈礼光. 毛竹林合理经营密度研究[J]. 林业科学,1998(S1):11-15.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.026

云南省野生动物收容救护现状调查分析

肖军,陆琳,王怡敏

(云南森林自然中心,云南昆明 650224)

摘要:为了解云南全省收容救护机构的数量、性质、规模、场地、设施设备、人员结构、工作方法、存栏动物等情况,采用资料收集与实地调查相结合的方式,对全省共计28家收容救护单位进行了调查。结果表明,28家相关单位中,固定资产由国家投资的非常少,日常运作资金由财政投入的仅占11.9%;大部分机构基础设施不足,管理不规范。籍此提出公益性的收容救护机构应有编制和资金,以调动、提高相关单位和人员积极性;以及建立收容救护单位统一管理的机构和体系,完善野生动物收容救护工作等建议。

关键词:野生动物;收容救护;机构数量;资金来源;工作程序;云南省

中图分类号:S863 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0135-09

引文格式:肖军,陆琳,王怡敏.云南省野生动物收容救护现状调查分析[J].林业调查规划,2019,44(2):135-143.

XIAO Jun, LU Lin, WANG Yimin. Investigation and Analysis on Current Situation of Wildlife Rescue in Yunnan Province [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 135-143.

Investigation and Analysis on Current Situation of Wildlife Rescue in Yunnan Province

XIAO Jun, LU Lin, WANG Yimin

(Yunnan Forest Nature Center, Kunming 650224, China)

Abstract: A total of 28 rescue units were investigated by data collection and field investigation to know the number, nature, scale, site, facilities, personnel structure, working methods, and animals on hand of rescue organizations in Yunnan. The results showed that, among the 28 related units, the fixed assets invested by the state were very few, and the daily operating funds only accounted for 11.9% of the financial input. Most organizations had inadequate infrastructure and poor governance. This paper suggested that the public welfare rescue work should be authorized and funded to mobilize and improve the enthusiasm of relevant units and personnel. The institutions and systems for the unified management of reception and rescue should be established, and the work of wildlife reception and rescue should be improved.

Key words: wildlife; reception and rescue; number of organizations; capital source; working routine; Yunnan Province

收稿日期:2018-10-18;修回日期:2019-01-15.

第一作者:肖军(1967-),男,工程师.主要从事野生动物收容救护及疫源疫病监测工作.Email:1353670256@qq.com

责任作者:陆琳(1983-),女,工程师.主要从事野生动物保护工作.Email:245703848@qq.com

建设野生动物收容救护机构,实施野生动物收容救护工作,是保护野生动物资源的重要措施之一。但作为野生动物保护的重要组成,我国野生动物收容救护工作起步较晚,直到 20 世纪八十年代,才有第一个野生动物收容救护机构^[1]。由于没有统一的工作方法和体系,存在诸多问题急需解决^[2]。通过对云南省以往野生动物收容救护工作状况观察,发现同样存在诸多问题,与全省野生动物保护工作和生态文明建设发展的要求存在较大差距,主要体现在:①未对全省野生动物收容救护工作做过全面系统的调查研究,相关部门不完全掌握野生动物救护机构的数量、性质、编制、规模、人员组成、技术力量、救护能力以及救护资金来源等情况;②未对全省收容救护机构场地、设施设备及专业技术人员水平等做过摸底调查;③未能就收容救护行为、收容救护方法、被收容救护动物的处置方式等形成系统、科学、统一的操作标准,急需摸清情况,为相关部门制定统一的标准打好基础。因此,对全省野生动物收容救护工作现状进行一次完整的摸底调查、分析,找出问题和不足存在的原因,提出解决问题的建议和不断完善的方法,对促进野生动物保护工作有重要意义。

1 调查方法

1.1 资料收集

查阅国内野生动物收容救护相关法律法规(如《中华人民共和国野生动物保护法》、《野生动物收容救护管理办法》)、技术标准和与野生动物收容救护相关的资料(书籍论文等)。以 2014—2017 年为调查期间,依查询到的法规和资料,设计制作《云南省野生动物收容救护机构调查表》等表格。调查全省收容救护机构基本信息,包括救护机构的数量、性质、编制、投资规模、人员组成、技术力量、救护能力、救护资金来源等;各州市野生动物收容救护工作方法和过程,被收容救护野生动物的处置程序和状况(放归、康复饲养、调配移交、死亡处理),以及当前被收容救护动物的存栏状况等。调查表发放到各州市林业主管部门,由其安排相关单位如实、完整填写。收容救护工作完全委托给第三方救护机构的州市,由该救护机构填写;收容救护工作部分委托给第三方救护机构的州市,由该州市林业主管部门和接受委托机构分别填写;没有收容救护机构的州市,由林业主管部门填写。

1.2 资料分析

1.2.1 存疑数据排除

对回收调查表存疑数据通过电话进行核实,矫正数据,排除非野生动物收容救护从业单位。

1.2.2 数据汇总

对调查表各项数据归纳汇总,统计单位数量、性质、编制、人员组成、技术力量、救护能力、救护资金来源、场地、设备设施等,汇总各单位收容救护野生动物种类、存栏数量、健康状况。

1.2.3 汇总数据处理和划分

1) 机构划分

①专职救护机构:指林业主管部门建设,主营业务范围为野生动物收容救护、放归、治疗、野化、调配、安置的单位。

②委托救护机构:指主营业务与合法利用或保护野生动物相关,如野生动物保护、人工繁育、野生动物展演等,接受林业主管部门委托,利用自身场地、技术、设备设施,收容救护、治疗野生动物,经林业主管部门同意进行收容救护野生动物野化、放归、调配、安置的单位。

③临时救护点:指林业主管部门、执法部门、自然保护区等设置的收容救护野生动物临时安置点。

2) 机构性质、编制

性质划分为事业、企业、NGO 三类。编制指从事野生动物收容救护工作的岗位编制。

3) 资金来源划分

对国家、地方财政资金统称“财政拨付资金”,企业、自有、募集资金统称“自筹资金”。

4) 机构收容救护能力调查

设置部分常用设施、设备及条件,由被调查单位勾选,根据勾选结果判断该单位基本救护能力,日常工作负责和认真程度,对外交流、培训状况等。被调查机构进行简单的回答,如“有”或“无”,或做简单陈述。设置内容包括①治疗室:作为最基本的治疗和检查场所,是机构最基本的设施;②隔离区:按照相关规定,为防范动物疫病的传播,新进入的野生动物与机构原有野生动物应进行隔离观察(通常不应少于 45 d),设立隔离区是对机构最基本的要求;③野化训练场:回归前训练其适应野外生活环境的能力,这对动物的放归非常重要,野化训练场及野化手段体现收容救护机构救护能力;④焚烧炉:按照相关规定,传染性动物组织、尸体等应进行焚烧处理,以防范疫病传播,因此焚烧炉也是机构的基本设备;⑤化粪池:为防止疾病传播、防范环境污染,生产过程中产生的废水和动物粪便,应有化粪池进行

发酵等无害化处理后方可排放;⑥ 紫外灯、喷雾器、灭菌锅、个人防护用品:消毒和防范病原微生物传播是这几项设施的基本用途,调查结果可间接反映日常工作的认真程度;⑦ 常用救护工具、药品、治疗器械。

5) 培训需求及对外交流

设置非常需要、可考虑参加、需要三项指标调查。对外交流列举研究所、大学、动物园、养殖场、其它类型单位和个人六项内容,可多选。

6) 收容救护动物处置方式

指被收容救护野生动物在收容救护过程中放归野外、康复饲养、调配移交、死亡处理四种方式。

7) 收容救护动物存栏数

按调查要求,各机构上报收容救护动物存栏数量至 2017 年底,与实地调查核实存在 8 个月的时间差,为方便调查,以实地调查核实数量为最终存栏数据。存栏数量达到十位数级的物种,认定为存栏数量较大物种。

1.3 实地调查

1.3.1 调查程序

① 制定实地调查核实提纲,依提纲与被核实机构座谈、问询,由调查人员和被核实机构人员记录填写;② 调阅管理档案;③ 前往机构救护现场,依实地调查目的进行调查评估。

1.3.2 实地调查方法

① 对各收容救护机构上报数据进行核实,确保数据能反映收容救护工作真实状况;② 实地调查救护机构场地、设备设施、技术条件;③ 调查救护机构是否对某一类动物的救护比较擅长,为合理整合利

用各机构救护能力、提高收容救护效率提出建议;④ 调查救护机构目前在收容救护工作登记、建档管理、康复饲养、处置等关键节点的操作方式和程序;⑤ 对回收数据中有突出特点的内容进行调查访问,查找成因。

1.3.3 实地调查对象选择

选取不同性质、不同区域的 20 个收容救护单位实地调查,占总数 70%。

2 调查结果

2.1 存疑数据排除

回收数据汇总统计到 32 个野生动物收容救护机构。按调查方法进行核实,德宏州畹町野生动物收容站、陇川县野生动物拯救收容站、盈江县野生动物拯救收容站 3 个机构,仅存名称、编制,未再从事野生动物收容救护工作,原职能已统一由德宏州野生动物收容救护中心行使,3 个单位予以排除。昆明市宜良县的云南林野动物养殖有限公司,不符合野生动物收容救护机构条件,予以排除。普洱市野生动植物救护繁育中心和普洱五湖国家湿地公园野生动物临时收容救护点为同一机构,使用两个不同名称,仍保留为 2 个机构。

2.2 收容救护机构基本情况

2.2.1 数量、分布

全省野生动物收容救护机构共 28 个(表 1),除曲靖、楚雄 2 个州外,其余 14 个州市都设置有收容救护机构。

表 1 收容救护机构数量

Tab. 1 Number of rescue organizations

项目	昆明	曲靖	玉溪	保山	昭通	丽江	普洱	临沧	文山	红河	版纳	楚雄	大理	德宏	怒江	迪庆	合计
数量	2	0	4	1	1	2	3	2	1	2	4	0	3	1	1	1	28

2.2.2 机构属性

专职救护机构 6 个,委托救护机构 11 个,临时救护点 11 个(表 2)。

2.2.3 机构明细及其设立或委托单位

机构明细及其设立或委托单位见表 3。

2.3 投资规模

全省收容救护机构固定资产投资总额 5 091.8 万元,总占地面积 123.24 hm²,笼舍总面积 27 918

m²(表 4)。

2.4 资金投入及来源

2.4.1 日常运作资金投入

2014—2017 年收容救护机构合计投入野生动物收容救护资金 3 415.118 万元(表 5)。

2.4.2 资金来源

收容救护机构资金来源有 5 种:国家财政拨款、国家财政及地方财政拨款、地方财政拨款、地方财政

表 2 收容救护机构基本属性

Tab. 2 Basic attributes of rescue organizations

机构职能	数量 /家	单位性质/家			编制状况/家		资金来源方式/家		
		事业	企业	NGO	有编	无编	财政资金	自筹资金	两者均有
专职救护	6	6			3	3	3	3	
委托救护	11	2	8	1		11		9	2
临时救护点	11	11				11	11		
合计	28	19	8	1	3	25	14	12	2

表 3 收容救护机构基本情况

Tab. 3 Basic situation of rescue organizations

机构职能	机构名称	设立/委托单位	单位性质	编制状况	资金来源
专职救护	云南省野生动物收容拯救中心	云南省林业厅	事业	有	自筹
专职救护	昆明市濒危动植物收容拯救中心	昆明市林业局	事业	有	地方财政
专职救护	德宏州野生动物收容救护中心	德宏州林业局	事业	有	地方财政
专职救护	普洱市野生动植物救护繁育中心	普洱市林业局	事业	无	自筹
专职救护	怒江州野生动物收容救护中心	怒江州林业局	事业	无	国家财政
专职救护	西双版纳州野生动物收容救护中心	西双版纳州林业局	事业	无	自筹
委托救护	云南金杰康生物科技有限公司	元江县林业局	企业	无	自筹
委托救护	保山市隆阳区太保公园管理所	保山市林业局	事业	无	地方财政、自筹
委托救护	丽江雪山户外乐园有限公司	丽江市林业局	企业	无	自筹
委托救护	丽江丽鸣绿色生物开发有限公司	丽江市林业局	企业	无	自筹
委托救护	普洱太阳河国家森林公园	普洱市思茅区林业局	企业	无	自筹
委托救护	个旧市园林绿化局宝华公园	个旧市林业局	事业	无	自筹
委托救护	砚山县三和养殖场	文山州林业局	企业	无	自筹
委托救护	西双版纳野象谷景区有限公司	西双版纳州自然保护区管护局	企业	无	国家财政、自筹
委托救护	大理市鹰匠猛禽保护中心	大理州林业局	NGO	无	自筹
委托救护	大理旅游集团有限责任公司洱海公园	大理市林业局	企业	无	自筹
委托救护	祥云县红云蛇类养殖场	大理州林业局	企业	无	自筹
临时救护点	澄江县野生动植物保护管理委员会	澄江县林业局	事业	无	地方财政
临时救护点	云南哀牢山国家级自然保护区新平管护局野生动物救护站	哀牢山国家级自然保护区新平管护局	事业	无	地方财政
临时救护点	玉溪市林业局野生动物临时收容救护点	玉溪市林业局	事业	无	地方财政
临时救护点	云南大山包黑颈鹤国家级自然保护区管理局大海子救护站	大山包黑颈鹤国家级自然保护区管护局	事业	无	国家财政
临时救护点	普洱五湖国家湿地公园野生动物临时收容救护点	普洱市林业局	事业	无	国家财政
临时救护点	云南永德大雪山国家级自然保护区野生动物救护点	大雪山国家级自然保护区管护局	事业	无	国家财政
临时救护点	云南南滚河国家级自然保护区野生动物救护点	南滚河国家级自然保护区管护局	事业	无	国家财政
临时救护点	云南黄连山国家级自然保护区丫口野生动物救助站	黄连山国家级自然保护区管护局	事业	无	国家财政
临时救护点	白颊长臂猿动腊保护站	勐腊县林业局	事业	无	国家财政
临时救护点	勐海县林业局野生动物保护站	勐海县林业局	事业	无	国家财政
临时救护点	云南白马雪山国家级自然保护区野生动物救护站	白马雪山国家级自然保护区管护局	事业	无	国家财政

表 4 收容救护机构投资规模

Tab. 4 Investment scale of rescue organizations

机构职能	机构总占地 面积/hm ²	笼舍占地 面积/m ²	固定资产 投入总额/万元
专职救护	27.82	16956	1403.41
委托救护	94.58	9120	3370.57
临时救护点	0.84	1842	317.82
总计	123.24	27918	5091.80

表 5 收容救护机构近四年资金投入情况

Tab. 5 Capital investment of rescue organizations
in the past four years 万元

机构职能	2014	2015	2016	2017	合计
专职救护	232.21	238.46	371.61	328.170	1170.450
委托救护	373.08	412.31	551.56	677.640	2014.590
临时救护点	33.00	38.00	93.50	65.576	230.076
总计	638.29	688.77	1016.67	1071.386	3415.116

及自筹、完全自筹。其中:财政资金 407.206 万元,占 11.9%;自筹资金 3 415.116 万元,占 88.1%(表 6、表 7、图 1)。

2.5 从业人员

全省收容救护从业人员共 195 人(表 8)。

表 6 资金来源状况

Tab. 6 Capital source of rescue organizations 万元

机构职能	财政资金		自筹资金		合计
	国家财政	地方财政	企业资金	募集资金	
专职救护	48.130	119.000	1003.320		1170.450
委托救护		10.000	1974.590	30.000	2014.590
临时救护点	199.000	31.076			230.076
小计	247.130	160.076	2977.910	30.000	
总计	407.206		3007.90		3415.116

表 7 2014—2017 资金投入状况

Tab. 7 Status of funding from 2014 to 2017 万元

资金来源	2014	2015	2016	2017	合计
财政资金	62.300	77.000	171.550	127.356	438.206
自筹资金	575.990	611.770	845.120	944.030	2976.910
合计	638.290	688.770	1016.670	1071.386	3415.116

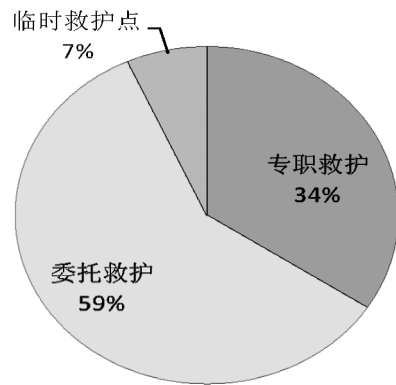


图 1 2014—2017 不同职能机构资金投入占比

Fig. 1 Proportion of capital investment in different functional organizations from 2014 to 2017

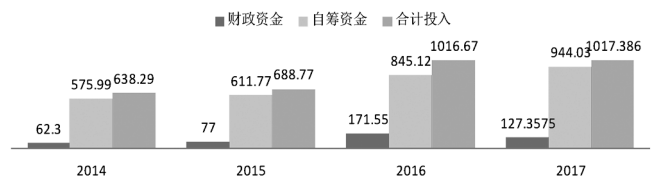


图 2 2014—2017 资金投入比较

Fig. 2 Comparison of funding from 2014 to 2017

2.6 救护能力

2.6.1 设施设备

设备设施调查结果见表 9。

2.6.2 工具、药品、治疗器械、防护用品

调查结果见 10。

2.6.3 培训需求及对外交流

调查结果见表 11。

2.7 收容救护动物存栏状况

2.7.1 存栏动物概况

统计到全省野生动物收容救护机构共存栏收容救护动物 131 种,2 253 只,其中身体健康 2 012 只,伤残 241 只(表 12)。

2.7.2 存栏数量较大物种

存栏数量较大的收容救护动物数量及其状态见表 13。

2.8 收容救护动物途径

收容救护的动物以森林公安执法移交为主,少部分为公众送交。大部分州市对外公布了野生动物收容救护电话,但电话号码不一;有的是 110 报警电话,如玉溪市;有的是州市林业部门野生动植物保护办公室电话及 110 报警电话,如普洱、西双版纳等;有的州市没有明确的野生动物收容救护电话。

表 8 收容救护机构人员结构
Tab. 8 Personnel structure of rescue organizations

人

机构职能	从业人员	人员结构数量			学历状况				专业人员数量		
		管理人员	技术人员	工人	本科及以上	大专	中专	其他	动物相关专业	兽医相关专业	其他
专职救护	59	5	40	14	38	14	1	6	16	11	28
委托救护	105	30	22	53	13	12	9	71	13	16	76
临时救护点	31	11	12	8	15	4	4	8	3	1	25
合计	195	46	74	75	66	30	14	85	32	28	129

表 9 收容救护机构常用设备设施拥有状况
Tab. 9 Status of equipment and facilities used in rescue organizations

家

机构职能	治疗室		隔离区		野外场地		焚烧炉		化粪池	
	有	无	有	无	有	无	有	无	有	无
专职救护	5	1	4	2	3	3	2	4	4	2
委托救护	9	2	9	2	6	5	5	6	6	5
临时救护点	4	7	4	7	1	10	2	9	0	11
合计	18	10	17	11	10	18	9	19	10	18

表 10 收容救护机构常用工具药品器械和防护用品拥有状况

Tab. 10 Status of common tools, medical instruments and protective equipment of rescue organizations

家

机构职能	紫外灯		喷雾器		灭菌锅		救护工具		防护用品		药品		治疗器械		
	有	无	有	无	有	无	有	无	有	无	充足	不足	无	有	无
专职救护	3	3	5	1	3	3	5	1	5	1	3	2	1	5	1
委托救护	4	7	8	3	3	8	8	3	9	2	1	10	0	2	9
临时救护点	2	9	2	9	3	8	3	8	3	8	0	3	8	2	9
合计	9	19	15	13	9	19	16	12	17	11	4	15	9	9	19

表 11 收容救护单位培训需求及对外交流情况

Tab. 11 Status of training needs and foreign exchange of rescue organizations

家

机构职能	培训需求				对外交流单位						
	非常需要	考虑参加	需要	未填	研究所	大学	动物园	养殖场	其它单位	个人	
专职救护	5	0	1	0	3	4	6	2	0	0	
委托救护	2	4	5	0	3	2	4	3	4	1	
临时救护点	6		3	2	1	1	2	2	2	2	
合计	13	4	9	2	7	7	12	7	6	3	

2.9 收容救护动物接收程序

调查到各机构都有收容救护接收程序,但程序不一,有的仅作记录,有的有接收单(通常是 3~5

联,相关方各执一联),但接收单格式不一,不能完全保证被收容救护动物信息完整及收容救护工作记录全面。

表 12 收容救护动物存栏状况

Tab. 12 Status of rescue animals on hand

类群	科数/科	种类数/种	数量/只	身体健康/只	伤残/只
兽类	18	38	552	475	77
鸟类	19	56	693	629	64
爬行类	16	36	1 001	905	96
两栖类	1	1	7	3	4
节肢动物类	0	0	0	0	0
合计	54	131	2 253	2 012	241

表 13 存栏数量较大的收容救护动物

Tab. 13 Rescue animals on hand in great amount

物种名称	保护等级		存栏数/只	健康/只	病残/只
	国内	CITES			
兽类					
蜂猴属(种不明) <i>Nycticebus</i>	I		53	50	3
短尾猴 <i>Macaca arctoides</i>	II		18	10	8
熊猴 <i>Macaca assamensis</i>	I		24	19	5
猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	II		188	154	34
豚尾猴 <i>Macaca nemestrina</i>	I		17	14	3
白眉长臂猿 <i>Hylobates hoolock</i>	I		11	8	3
白颊长臂猿 <i>Hylobates leucogenys</i>	I		14	13	1
黑熊 <i>Selenarctos thibetanus</i>	II		55	54	1
亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	I		11	8	3
梅花鹿 <i>Cervus nippon</i>	I		21	20	1
赤鹿 <i>Muntiacus muntjak</i>	三有		28	27	1
野猪 <i>Sus scrofa</i>	三有		29	28	1
豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>	三有		20	20	
鸟类					
高山兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	II		10	8	2
蓝孔雀 <i>Pavo cristatus</i>		III	51	51	0
白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	II		10	10	0
白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	II		10	10	0
原鸡 <i>Gallus gallus</i>	II		22	21	1
棕胸竹鸡 <i>Bambusicola fytchii</i>	三有		13	13	0
环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	三有		88	84	4
斑鸠(种不明)	三有		18	18	0
亚历山大鸚鵡 <i>Psittacula eupatria</i>	II		80	70	10
鸚类 <i>Strigiformes</i>	II		15	13	2
八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i>	三有		16	16	0

续表 13

物种名称	保护等级		存栏数/只	健康/只	病残/只
	国内	CITES			
鸚哥 <i>Gracula religiosa</i>	三有		37	37	0
麻雀 <i>Passer domesticus</i>	三有		11	8	3
画眉 <i>Garrulax canorus</i>	三有		187	177	10
爬行类					
凹甲陆龟 <i>Manouria impressa</i>	II		26	24	2
缅甸陆龟 <i>Indotestudo elongata</i>	三有		59	59	
黑靴陆龟(靴脚陆龟) <i>Manouria emys</i>		II	10	10	
平胸龟 <i>Platysternon megacephalum</i>	三有		13	10	3
鳄龟 <i>Macrochelys temminckii</i>		III	74	38	36
巴西红耳龟 <i>Trachemys scripta</i>		非附录	12	12	
齿缘摄龟 <i>Cyclemys dentata</i>	三有		51	51	
安布闭壳龟 <i>Cuora amboinensis</i>		II	14	14	
巨蜥 <i>Stellio salvator</i>	I		16	14	2
绿鬣蜥(种不明)			23	20	3
蟒 <i>Python molurus</i>	I		30	30	
球蟒 <i>Python regius</i>		II	45	38	7
眼镜蛇 <i>Naja naja</i>	省级		121	121	
眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i>	省级		36	13	23
黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	三有		413	413	

2.10 救护动物建档及档案管理程序

除少数机构,如野象谷外,基本没有设立被收容救护动物的建档及档案管理程序。对大部分被收容救护的野生动物通常只知道接收情况和最后处置结果。而对动物接收后的检查、治疗、康复、野化过程没有相对应的记录,缺乏跟踪,不能做到对动物个体或该批动物的一一对应记录,动物来龙去脉不完整、不清晰。

2.11 对动物的处置程序

各州市野生动物主管部门、森林公安、收容救护机构收容救护野生动物处置程序有很大区别,特别是在放归野外环节。部分州市森林公安查获野生动物后,自行放归,未经物种确定或评估,甚至当地野生动物主管部门都不知道;部分林业主管部门虽熟知收容救护野生动物放归程序,但由于没有经费(运作费、评估专家费等),不愿操作;还有部分收容救护机构不详细知晓什么样的动物需要什么样的批准程序,什么样的动物可放什么样的动物不可放,导

致放归不严谨,不合规。有的收容救护机构主业是野生动物展演、人工繁育,收容救护的动物已经被利用,但未办理任何审批、调配手续。

2.12 擅长收容救护某类动物的情况

元江云南金杰康生物科技有限公司在收容救护猕猴属动物方面比较擅长,且该单位也愿意承担更多的此方面工作;西双版纳野象谷景区有限公司场地、设备、设施、技术能力在救护亚洲象方面较好,可比较好地承担起全省乃至全国亚洲象收容救护工作;大理市鹰匠猛禽保护中心有较多猛禽养殖经验,愿更多地参与到猛禽方面的收容救护工作;个旧市咸羿养殖有限公司虽不是收容救护点(龟鳖类人工繁育场所),但公司负责人愿意参与龟鳖类的收容救护,公司的场地条件对龟鳖类收容救护比较有利。此外,大理蛇缘养殖有限公司有较好的蛇类养殖经验,愿意参与收容救护蛇类,尤其是眼镜蛇、眼镜王蛇。

2.13 反映较多的问题

受调查机构多反映野生动物收容救护工作最大的难题是没有动物收容救护岗位编制和专项资金。多地将野生动物收容救护委托给经营利用单位,日常工作、费用基本由经营利用单位承担,管理难以到位。由于没有编制、资金,多地野生动物主管部门对野生动物收容救护工作的开展并不积极。多地野生动物主管部门反映,希望对野生动物收容救护工作进行“顶层设计”,从根本上解决对野生动物收容救护工作混乱、不规范的问题。

2.14 情况汇报制度

调查到的州市基本没有单独的野生动物收容报告制度,一般在年底年终总结中会出现几个相关数据。有的州市野生动物主管部门和森林公安各自掌握、管理、使用各自收容救护数据,使得有关部门需要获得相关数据时需从头查起。

3 结论与讨论

除曲靖市、楚雄州外,其它州市都有不同职能的野生动物收容救护机构,共计 28 个,其中专职救护单位 6 个,委托救护单位 11 个,临时救护点 11 个。事业、企业和 NGO 性质的单位都有参与,比例为 19:8:1。有 3 个专职救护机构:云南省野生动物收容拯救中心、昆明市濒危动植物收容拯救中心、德宏州野生动物收容救护中心,它们有野生动物收容救护岗位编制。28 家收容救护机构中,有 13 家主营业在野生动物展出、人工繁育等方面。收容救护工

作多委托给动物展演、人工繁育等性质的单位,包括云南省野生动物收容拯救中心、西双版纳野生动物收容救护中心这样的专职救护单位,日常工作也交由此类企业运行。

全省收容救护机构固定资产投资总额 5 091.8 万元,总占地面积 123.24 hm²,建有 27 918 m² 笼舍。但固定资产由国家进行投资的收容救护机构非常少。怒江州野生动物收容救护中心和云南白马雪山国家级自然保护区野生动物救护站为收容救护怒江金丝猴、滇金丝猴,国家各有约 40 万元左右固定资产投资;昆明市濒危动植物收容拯救中心 267.61 万元、德宏州野生动物收容救护中心 485 万元固定资产由地方财政投资。西双版纳野象谷有限公司由于救护亚洲象需要,国家财政有部分固定资产投资。其它机构,包括云南省野生动物收容拯救中心这样的省级机构,国家固定资产投资为零。

日常运作资金中,财政资金投入非常有限,投入占比低,且每年增减幅度变化不大,自筹资金占比高,且逐年递增。2014—2017 年收容救护机构合计投入野生动物收容救护资金 3 415.116 万元,财政资金 407.206 万元,占 11.9%,自筹资金 3 007.91 万元,占 88.1%。2014—2017 年,专职救护机构投入 1 170.45 万元,占 34%;委托救护机构投入 2 014.59 万元,占 59%;临时救护点投入 230.076 万元,占 7%。对委托救护机构投入资金多于专职救护机构,原因一是亚洲象收容救护资金相对较多,二是部分委托救护机构不能把收容救护动物经费投入和自身饲养动物经费投入分割开。比较 6 个专职救护机构,以云南野生动物收容拯救中心投入最大,4 年达 642.32 万元,占专职救护机构投入的 54.9%,总投入的 18.8%。

救护单位人员结构基本合理,但部分机构缺乏兽医,特别是临时救护点。全省收容救护工作从业人员共 195 人,其中管理人员 46 人,技术人员 74 人,工人 75 人;拥有学历人数 110 人,其中本科及以上学历 66 人,大专 30 人,中专 14 人;动物类专业 32 人,兽医类专业 28 人。

收容救护机构场地、设备、设施不能满足收容救护工作需求,大部分机构连调查表中列出的最基本的设备设施都没有或不全,救护工具、治疗器材、治疗药品、个人防护用品严重不足,大部分机构希望得到业务培训。据调查,元江云南金杰康生物科技有限公司、景洪西双版纳野象谷景区有限公司场地、设备、设施、技术能力较好;普洱市野生动植物救护繁

育中心、怒江州野生动物收容救护中心、德宏州野生动物收容救护中心场地、设备、设施较好,但技术能力薄弱;其余机构有一些场地、设备、设施、设备,但投入明显不足。包括日常工作接触了解较多的云南省最重要的收容救护机构——云南省野生动物收容拯救中心,场地、设备、设施甚至技术力量的投入也严重不足。

各类技术人员多存在于被委托的企业中,由于企业人才流动性大,导致技术人员不稳定,影响到收容救护日常工作。

缺少针对某一类或某种物种的专门收容救护机构、设备、设施及救护技术能力,导致收容救护成功率不高,动物死亡率高。收容救护野生动物种类众多,习性复杂,场地条件要求不一。收容救护机构自身能力有限,不可能什么动物都能收容救护。有如人类的专科医院,如果收容救护机构在对某一类动物的收容救护方面比较擅长,其场地、设备、设施、技术能力更符合该类动物收容救护需求,将大幅提高收容救护成功率。实地调查到,元江云南金杰康生物科技有限公司在收容救护猕猴属动物方面比较擅长,且该单位也愿意承担更多的此方面工作;西双版纳野象谷景区有限公司场地、设备、设施、技术能力在救护亚洲象方面较好,可比较好地承担起全省乃至全国亚洲象收容救护工作;大理市鹰匠猛禽保护中心愿更多地参与到猛禽方面的收容救护工作;个旧市咸羿养殖有限公司虽不是收容救护点(龟鳖类人工繁育场所),但公司负责人愿意参与龟鳖类的收容救护,经实地调查,该公司的场地条件对龟鳖类收容救护比较有利。此外,大理蛇缘养殖有限公司对收容救护蛇类,尤其是眼镜蛇、眼镜王蛇具有场地、技术等优势。对这些机构若能加以引导和建设,规范收容救护行为,有可能成为野生动物收容救护的“专科医院”。

工作程序不完整,部分管理环节缺失,使收容救护工作不规范,主要体现在:①接收表格不能完整记录整个接收程序。②接收动物后的日常管理记录缺乏。建档及档案管理程序体现收容救护机构日常工

作规范程序,也体现了被收容救护动物的福利,缺乏此过程,意味着收容救护机构日常工作规范需要加强。③放归不严谨,未经物种确定或评估就放归,甚至当地野生动物主管部门都不知道。部分机构虽知道收容救护野生动物放归程序,但由于没有经费(运作费、评估专家费等),不愿操作;还有部分收容救护机构不详细知晓什么样的动物需要什么样的批准程序,什么样的动物可放什么样的动物不可放;有的收容救护机构本身主业是野生动物展演、人工繁育,收容救护的动物已经被利用,但未办理任何审批、调配手续;④缺乏统一的报告对象和沟通报告制度。

经统计,全省野生动物收容救护机构共存栏收容救护动物 131 种,2 253 只,其中身体健康 2 012 只,占 89.3%,伤残 241 只,占 10.7%。猕猴、黑熊等 42 个物种存栏数量较大,可考虑调配移交一部分,具备放归条件的评估后放归。

4 建议

公益性的收容救护工作应有编制和资金,以调动、提高工作单位和人员积极性;应建立全省收容救护单位统一管理的机构和体系,完善全省野生动物收容救护工作;加强野生动物收容救护工作财政资金投入,以保障工作顺利开展,促进社会生态文明建设。规划好野生动物收容拯救中心,建设、配备良好的场地、设备、设施,保障被收容救护动物福利;大力培育“专科医院”式的收容救护机构,提高动物收容救护成功率。

参考文献:

- [1] 中国野生动物保护协会,北京市野生动物救护中心,湖北省野生动物救护研究中心. 野生动物救护技术手册[M]. 北京:中国农业出版社. 2015.
- [2] 梦梦,张志明,卢琳琳,等. 我国野生动物救护现状及发展分析[J]. 林业资源管理,2016(2):19-24.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.027

云南省野猪人工繁育产业调查评估

严艳伶¹, 王怡敏², 张雁辉², 刘波²

(1. 昆明市盘龙区动物卫生监督所, 云南 昆明 650224; 2. 云南森林自然中心, 云南 昆明 650224)

摘要:云南省野生动物主管部门于 2017 年组织了全省野生动物人工繁育产业调查评估, 野猪作为野生动物人工繁育产业的重要品种成为本次调查的重要组成部分。调查结果表明, 云南省现有从事野猪人工繁育的单位有 257 家, 野猪存栏 62 350 头, 主要品种为特种野猪, 种源来自购进以及家猪与纯种野猪杂交选育 2 个渠道, 因受规模限制, 野猪产品在云南还未真正形成产业进入市场。文中分析了野猪人工繁育产业发展的限制因素: 规模小、发展缓慢, 品种选育滞后, 审批程序繁琐, 缺乏技术交流等。藉此, 提出选育优良品种, 简化审批程序, 建立行业协会等建议, 并就品种选育技术重点以及猪肉品质提升等问题进行了讨论。

关键词:野猪; 人工繁育; 产业发展; 调查评估; 品种选育; 血缘含量; 云南省

中图分类号: S865; S828; F416.88 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0144-03

引文格式: 严艳伶, 王怡敏, 张雁辉, 等. 云南省野猪人工繁育产业调查评估[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 144-146, 152.

YAN Yanling, WANG Yimin, ZHANG Yanhui, et al. Investigation and Evaluation on Artificial Breeding Industry of Wild Boar in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 144-146, 152.

Investigation and Evaluation on Artificial Breeding Industry of Wild Boar in Yunnan Province

YAN Yanling¹, WANG Yimin², ZHANG Yanhui², LIU Bo²

(1. Panlong District Institute of Animal Health Inspection, Kunming 650224, China;
2. Yunnan Forest Nature Center, Kunming 650224, China)

Abstract: The wildlife authorities in Yunnan organized the investigation and evaluation on the province's artificial breeding industry of wild animal in 2017, and the wild boar, as the primary species in the wild animal artificial breeding industry, was an important part of this investigation. The results showed that 257 units engaged in artificial breeding of wild boar with 62,350 wild boars of livestock on hand in Yunnan. The main variety was special wild boar, and the breeding sources were from two channels, namely, the purchase of domestic pigs and the hybridization and breeding of domestic pigs and boars. Limited by the scale, the products of wild boar in Yunnan had not really formed an industry into the market. This paper analyzed the limiting factors for the development of wild boar artificial breeding industry, such as small scale, slow development, lagging breed selection, cumbersome approval procedures and lacking of

收稿日期: 2018-11-05.

第一作者: 严艳伶(1972-), 女, 云南昆明人, 兽医师. 从事动物卫生监督工作.

责任作者: 王怡敏(1968-), 女, 云南昆明人, 高级工程师. 从事野生动物保护工作. Email: maichongwym@163.com

technical exchanges. On this basis, some suggestions were put forward, including breeding fine varieties, simplifying approval procedures and establishing trade associations.

Key words: wild boar; artificial breeding; industry development; investigation and evaluation; variety selection and breeding; blood relationship; Yunnan Province

人类驯养野猪的历史源远流长。家猪的各地方品种就是利用不同的野猪地理亚种经驯养改良而来^[1]。由于人口的不断增长,为满足需求,人们在家猪品种的选育中看重于产子多、出栏快及猪肉产量高等特性,在长期的选育和生产过程中,猪肉品质有下滑趋势^[2]。随着生活水平的提高,人们对猪肉消费提出了新的要求,在增加数量,满足需求的同时,也在追求更高的品质。人们再次将目光转向野猪的人工繁育,但野猪野性强、不易饲养,加之其体型小、生长缓慢、产子少以及肉质嫩度不足等缺陷^[3-6],纯种野猪的驯养开展较少,更多的是用野猪和家猪杂交,期望得到兼具两者优良特性的品种。

用纯种野猪和家猪杂交选育的后代也称特种野猪,杂种优势较为明显,既保留了纯种野猪抗病力强、适应性广、耐粗饲等优良特性,又吸收了家猪性情温顺、易饲养、生长快、产子多的优点^[6-8];肌肉特性既保留纯种野猪肉中蛋白质、不饱和脂肪酸及微量元素含量高,氨基酸种类齐全等优点,又改善了嫩度的不足^[2,5,9]。特种野猪人工繁育产业作为家猪生产的有益补充,既能满足人们不断提高物质需求,又能促进经济社会的发展,已成为野生动物人工繁育产业的热门选项。特种野猪人工繁育产业已于 1998 年 3 月被列入国家级“星火计划”,面向全国推广,市场前景广阔。

虽然各地选育的杂交后代还未经猪品种审定委员会评定,其动物学特性及肌肉品质性状的优劣还未能确定,但特种野猪的人工繁育在全国各地均有开展,品种选育工作尚处于积极摸索中^[5-10]。云南省野猪人工繁育产业起步较晚,发展很快,与国内的情况一样,尚未形成广泛认同的优良品系^[11-14]。作为动物王国的云南省对野生动物的人工繁育产业非常重视,已将其列为云南八大林业产业之一。野猪是野生动物人工繁育产业的重要品种,其人工繁育产业将得到更多的政策扶持。

关于云南省野猪人工繁育产业状况,在之前进行的调查中涉及过^[15],但评估不够深入,发展方向尚不明确。为了找准政策扶持的着力点,推动云南省野猪人工繁育产业的发展,有必要进一步开展调查、分析和评估,了解其发展现状、存在的问题及发

展方向。

1 材料与方法

1.1 调查地点

云南省位于我国西南,地形复杂,气候多样,资源丰富,野生动物多样性居全国之首,是野生动物繁育产业发展的基础。云南省野生野猪资源丰富^[16],随着保护工作的持续开展和加强,野生野猪数量有不断增加的趋势。

为了解全省野生动物人工繁育产业现状,更好地支持和促进野生动物人工繁育产业健康快速发展,云南省野生动物主管部门于 2017 年组织了全省野生动物人工繁育产业的调查和评估,野猪是野生动物人工繁育产业的重要物种,其人工繁育产业是整个产业的重要组成部分。

1.2 调查方法

收集整理云南省相关调查中各州市野猪人工繁育产业资料,并通过向州市野生动物管理部门发送调查问卷,补充收集全省野猪人工繁育产业数据。

收集整理省内外野猪人工繁育相关研究资料,包括饲养技术、品种选育方式等方面内容。

根据收集的数据和资料进行统计分析,选择约 10%有代表性的人工繁育单位进行实地调查和电话访问调查,在此基础上对全省野猪人工繁育产业进行评估,找出存在的问题,并提出解决的办法和发展方向。

2 结果与分析

2.1 调查结果

经统计,云南省现从事野猪人工繁育的单位有 257 家,野猪存栏 62 350 头。野猪存栏 1 000 头以上的单位有 10 家,500~1 000 头的有 12 家,100~500 头的有 96 家,100 头以下的有 139 家。

云南省人工繁育的野猪主要是特种野猪,种源来自购进以及由人工繁育单位选择家猪与纯种野猪杂交选育 2 个渠道。选择与纯种野猪杂交的家猪有杜洛克、陆川猪、香猪及小耳猪等品种;纯种野猪则多来自人工驯养和繁育,也有一些来自野外。人工

繁育单位无论规模大小均有自己开展特种野猪选育的意愿,并进行了不同程度的尝试。

产品销售方面,有的野猪人工繁育单位开设了野猪肉专卖店,有的在市场设有专门的野猪肉摊位,有的在网上推销,也有的进行了深加工,但规模都不大,野猪产品在云南还未真正进入市场。

2.2 分析评估

调查分析发现,云南省野猪人工繁育产业存在一些问题,限制了产业的发展壮大,主要表现在 4 个方面。

2.2.1 人工繁育规模小,发展缓慢

通过此次调查,结合以前的调查资料分析,在考虑了统计误差之后发现,自 2011 年以来,云南省野猪产业未得到明显发展,人工繁育单位数量和存栏数量基本持平,规模未扩大,未能提供足够的产品。

2.2.2 品种选育滞后,特种野猪的杂交优势尚未充分发掘

对于特种野猪的品种选育,各人工繁育单位的积极性虽高,但均处于摸索和尝试阶段;相关技术部门针对杂交品种的特性以及肉质的优劣做过一些选育研究,但不够深入,选育工作严重滞后,尚未选育出被广泛认同的优良品种,特种野猪的杂交优势尚未充分发掘,尚未能提供真正的优质产品。

2.2.3 审批程序繁琐,妨碍产业的发展

野生动物主管部门和其它管理部门均希望扶持野猪人工繁育产业发展壮大,但在野猪饲养、产品销售、野猪产品合法性认定及产品检疫等方面的审批程序较繁琐,影响到产品销售渠道的畅通,削弱了人工繁育单位的积极性。人工繁育单位在投入方面尚存顾虑,妨碍了产业的发展。

2.2.4 各自为政,影响技术进步

人工繁育单位各自为政,缺乏交流。因条件各异,饲养规模不同,对技术认识不同,饲养方法也各不相同,好的技术和方法得不到推广,影响人工繁育技术的提高,阻碍了产业的发展壮大。

3 讨论

1)对于特种野猪品种选育,省内外均做过诸多尝试^[8,9,10,15,16],实地调查中发现,人工繁育单位也有开展选育的意愿,并在努力尝试,但均未培育出被市场和行业认同的优良品种。所培育的特种野猪品种均未经猪品种委员会评定。选育工作尚处于探索和积累经验阶段,技术部门和人工繁育单位在特种野猪品种选育过程中应重点探索选用参与杂交的

家猪品种以及杂交后代的野猪血缘含量,以期培育出尽可能吸收双亲优质特性的特种野猪,使其肌肉品质特性也尽可能兼具双亲的优点。

2)收集和查阅资料时发现,从业者对特种野猪肉的宣传略有夸张,一些文献资料也不够严谨,把特种野猪肉写得十全十美,不仅营养丰富,还鲜嫩无比。据研究,与家猪相比,特种野猪肉中蛋白质、不饱和脂肪酸及微量元素等营养物质较为丰富,氨基酸种类齐全,比例适宜,但影响鲜味的几种氨基酸含量高,因此,特种野猪肉营养丰富,鲜味足不假,但因肌间脂肪含量低,缺乏大理石花纹而影响其嫩度^[2,5,9]。在品种选育中,通过与不同的家猪品种杂交,选择不同的野猪血缘含量,选育出来的优良品种有可能在保留丰富营养和鲜味的同时,改善其肌肉的嫩度。

4 建议

4.1 选育优良品种,满足市场需求

相关技术部门和人工繁育单位应深入开展选育研究,从家猪品种以及野猪血缘含量 2 方面进行选择,经过长期选育和实验对比,能够证实确认选用的家猪品种以及野猪血缘含量,以期选育出兼具更多野猪和家猪优良特性的特种野猪品种。只有选育出真正优质的品种,其产品才能真正占领市场,满足市场的需求。

4.2 简化审批程序,保障市场销售渠道畅通

野生动物主管部门和其它管理部门应协调统一出台扶持政策,简化饲养和销售审批程序,提高人工繁育单位生产效率,保护特种野猪产品的合法性,规范产品检疫,建立健全产品市场准入机制,促进产品销售渠道畅通,提高繁育单位开展选育研究的积极性,打消投资顾虑,促进产业发展。

4.3 建立行业协会,培育龙头企业,促进技术进步和产业发展

主管部门牵头,协助成立行业协会,改变人工繁育单位各自为政的局面,便于各单位间技术交流,促进人工繁育技术的整体进步,同时,加大扶持力度,培育行业龙头企业,发挥其影响力和示范作用,带动产业发展壮大。

参考文献:

- [1] 王京仁,李淑红. 野猪资源的利用现状[J]. 经济动物学报,2001,5(2):59-62. (下转第 152 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.028

保健型芳香植物在居住区景观中的应用

——以重庆市北碚区星海家园为例

牟泳宇, 刘磊

(西南大学园艺园林学院, 重庆 北碚 400715)

摘要:以重庆市北碚区星海家园居住区为例, 调查分析其入口景观区、中心景观区、活动区、休闲漫步区、月季花园区和果林种植区6个功能区域的保健型芳香植物配置现状。结果表明, 北碚区星海家园保健型芳香植物的配置存在缺少冬季开花的芳香植物、与环境设施的关系不密切、部分区域的芳香过于浓郁混杂等问题。在此基础上, 提出优先打造具有安全性的植物景观, 根据居住区内不同功能区域配置相应需求的保健型芳香植物, 合理与传统居住区植物组团景观搭配, 适当利用藤本芳香植物打造立体景观等应用建议。

关键词:居住区景观; 保健型芳香植物; 功能区域; 植物配置; 北碚区星海家园

中图分类号: S718.521.2; S731.5; Q149 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0147-06

引文格式:牟泳宇, 刘磊. 保健型芳香植物在居住区景观中的应用——以重庆市北碚区星海家园为例[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 147-152.

MU Yongyu, LIU Lei. Application of Healthy Aromatic Plants in Residential Landscape——Xinghai Home in Beibei of Chongqing as an Example[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 147-152.

Application of Healthy Aromatic Plants in Residential Landscape

——Xinghai Home in Beibei of Chongqing as an Example

MU Yongyu, LIU Lei

College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: The configuration status of healthy aromatic plants of 6 functional areas in Xinghai Home of Beibei, Chongqing, namely the entrance landscape area, the central landscape area, the activity area, the leisure area, the Chinese rose garden area and the fruit tree planting area was investigated and analyzed. The results showed that the healthy aromatic plants in Xinghai Home were arranged with some problems, such as the insufficiency of fragrant plants flowering in winter, the lack of close relationship with the environmental facilities, and the strong mixed fragrance in some areas. Therefore, this paper suggested to construct the safe plant landscape as a priority, arrange the corresponding healthy aromatic plants according to the different functional areas, reasonably match with the plant cluster landscape in the traditional residential area, and appropriately create the three-dimensional landscape with aromatic vine plants.

收稿日期: 2018-10-08; 修回日期: 2018-12-04.

第一作者: 牟泳宇(1994-), 女, 重庆万州人, 硕士研究生. 主要从事风景园林方面的研究.

Key words: residential landscape; health aromatic plants; functional area; plants configuration; Xinghai Home of Beibei

伴随着城市快速的经济发展和高效的生活节奏,城市居民的经济水平和生活压力均显著提升,保健型的生活环境也越来越受到人们的重视。居住区是人们的重要生活场所,居民对于其环境多功能的需求日益突出。在居住区植物景观设计中,除了传统的园林植物,保健型芳香植物的运用对于环境品质与功能的进一步提升功不可没,如何将其合理地利用在传统园林景观之中将成为未来居住区植物设计的重要研究内容。本文将结合重庆市北碚区星海家居居住区植物景观设计,对保健型芳香植物在居住区景观中的应用进行研究和讨论。

1 保健型芳香植物及其研究现状

许多芳香植物能合成释放带有芳香气味并含有抗菌素和抗病毒作用的化合物,当这些化合物扩散到空气中,被人体吸收,能够起到强身健体的功效。同时,芳香的气味能使人感受到愉悦和放松,对人们的心理健康也起到积极作用,这些芳香植物常被称为保健型植物^[1]。

保健型芳香植物不同于药用植物和加工保健植物,能在自然环境中起到保健与康养的作用,因此,保健型芳香植物在园林景观的建设中具备极高的功效价值和较高的观赏价值^[2]。常见的植物类型有花香保健型如玫瑰、桂花、茉莉、栀子、广玉兰、腊梅等,叶香保健型如白千层、菖蒲等,果香保健型如柠檬、花椒、金桔等,树香保健型如香樟、肉桂等。

国外对保健型芳香植物的研究集中在园艺疗养、康复治疗方面,主要运用在医疗场所和儿童、残疾人、军人等特殊人群活动场所的园林景观设计之中,结合医学及人类神经学等多学科研究,通过其颜色、气味等刺激人类的感官感受,从而达到治疗的效果^[3]。相关案例有日本就农研修院、芝加哥植物园的伊丽莎白及诺娜·埃文斯康复花园等。目前对于保健型芳香植物的研究与应用已经达到将不同植物挥发的化合物与医学治疗手段相互影响进行综合治疗的深度,其研究方法也多以医学临床实验手段与化学研究手段为主。

国内对保健型芳香植物的运用非常早,但其相关研究多为药用价值方向,对芳香植物的园林运用起步较晚,多为借鉴国外应用案例并在我国本土加以改良运用。相关研究多为植物种类调查和功能应

用形式的总结及其植物的开发和保健机理的研究。其调查对象也多为芳香主题产业园、高校景观、城市公园等,对于城市居住区的保健型芳香植物应用的调查与研究较少^[4],相应的研究手段也多以传统的实地调研为主。

然而,在居住区景观中,存在以保健功能为主要目的,服务居住区中不同年龄层次人群的空间,如老人的休闲疗养区,儿童的户外活动区,以及成人常会使用的休闲区域和社交区域。在这些功能景观之中,根据不同使用人群的生理、心理特征及其活动时间规律,在其植物搭配的设计中,保健型芳香植物可以发挥更为多样的作用。研究居住区保健型芳香植物的运用能够为居住区住户提供更加良好舒适的居住环境,保障居民的身心健康,维持城市更加稳定高效的发展。

2 保健型芳香植物的分类及其作用

2.1 按保健功效分类

根据保健型芳香植物的保健功效,可以将其划分为消菌类、辅助治疗类、舒缓神经类。

1) 消菌类的植物挥发的化合物具有消毒杀菌的作用。常见植物有香樟、海桐、米兰等。此类植物能够净化活动空间的空气,祛除蚊虫,适当预防疾病的传播^[1],可设计在老人与儿童活动较为密集的区域。

2) 辅助治疗类的植物挥发的化合物能够对人体的各种系统产生有利效益,防治某些呼吸性或神经性疾病^[5]。常见植物有桂花、银杏、桉树、白兰、海桐等。此类植物常作为行道树种植于整个园区的主道路系统两侧,在某些治疗类花园中作用更为突出。

3) 舒缓神经类的植物挥发的化合物能够有效助人舒缓紧张的情绪,降低人体心率,加强活动空间的舒适感和愉悦感,提高社区活力^[6]。常见植物有含笑、栀子、天竺葵、紫薇、香蜂草、水仙、茉莉等。此类植物常种植在适宜安静休闲的区域和主要观景的区域,帮助日常工作压力大的人舒缓神经。

2.2 按适宜人群分类

根据保健型芳香植物的适宜人群,可将其划分为儿童保健类、青年保健类、老年保健类。

1) 儿童保健类的植物选择应以安全性和多样

性的特征为主,以具备杀菌驱蚊效果的植物为优,还应考虑到其色彩和造型是否具备吸引力,以及其是否具备科普教育的功效。常见植物有香樟、金桔、薄荷、茉莉、柠檬等。

2)青年保健类的植物选择应侧重舒缓和安神的功效,点缀在全区景观表现较好的植物组团之中^[7]。常见的植物种类有桂花、荷花、女贞、含笑、火棘等。

3)老年保健类的植物选择侧重于强身健体、保健养生的功效,主要针对老年人群体的呼吸系统与心血管系统有特定的保健效果,可治疗气喘、高血压、肝硬化、神经衰竭等病症^[6]。常见的植物种类有洋甘菊、薰衣草、桉树、迷迭香等。

3 星海家园居住区保健型芳香植物调查与设计

北碚区星海家园位于重庆市北碚区缙云山麓,是一个以芳香疗养植物景观为特色的城市居住小区。本文根据保健型芳香植物的适用人群分类,划分星海家园居住区功能区域,对其特定使用人群和相应植物配置进行调查,并绘制成植物配置图册。

3.1 星海家园居住区功能区域调查

星海家园居住区功能区域布置严格按照场地日照条件进行了合理规划与实施,在场内地内冬季日照条件与夏季遮阴条件相对较好的区域设置功能空间,极其利于植物组团的生长和人群的使用(图 1)。

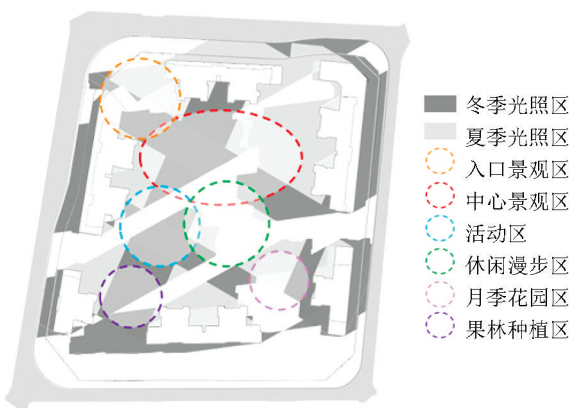


图 1 星海家园居住区主要功能分区

Fig. 1 Main function zoning of Xinghai Home residential area

3.2 星海家园居住区保健型芳香植物配置调查

依据其功能空间和不同景观效果的空间分布,本文将星海家园居住区景观划分为 6 个区域,分别

为入口景观区、中心景观区、活动区、休闲漫步区、月季花园区和果林种植区,并分析 6 个功能区域的保健型芳香植物配置现状。

3.2.1 入口景观区

入口景观区域包含入口广场、岗亭、樱花大道、景墙等建筑及景观,以精致又大气的景观格调为主,是展现小区风貌的门户区域。此区域的保健型芳香植物配置中(图 2),运用了侧柏、栀子、天竺葵作为灌木带,以达到安神、舒缓、镇静、消除疲劳的效果。主入口两侧主要的景观树为东京樱花,使主入口空间在花季更加别致温馨。白兰、含笑、桂花等乔木点缀,其挥发物易起到安神镇静之效。最后用红枫、紫叶李作为色彩点缀,使植物景观在色彩上层次更为丰富。

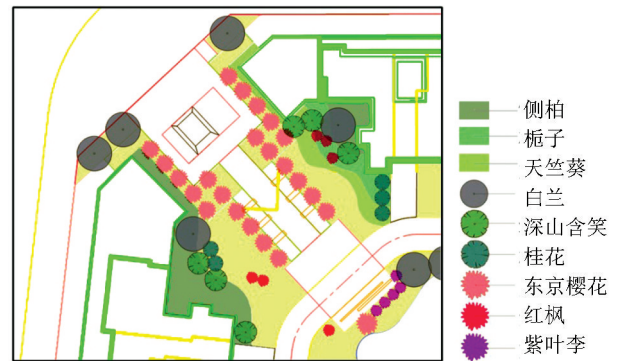


图 2 入口景观区植物配置

Fig. 2 Plants layout in entrance landscape area

3.2.2 中心景观区

中心景观区域包含亲水步道、花田、大草坪、河流剧场等设施及景观,以休闲浪漫、优美自然的景观格调为主,是小区住户散步游玩的好去处。此区域的保健型芳香植物配置中(图 3),运用了薰衣草、金银花、紫丁香作为灌木带,具备丰富色彩层次的同时散发出清香宜人的味道,让人轻松平静,缓解紧张的情绪。湖边乔木配以银杏,其挥发物对呼吸道疾病有所疗效。同时,白兰、桂花、海桐、木槿等乔木提升舒缓神经、安神镇静的效果,使得使用此区域空间的居民身心得到最大的放松。

3.2.3 活动区

活动区包括儿童活动区、中心活动广场、多功能活动区以及鱼塘水景区。儿童活动区的设计关注儿童心理和行为偏好,注重分龄和人性化细节,打造全新多功能式儿童游戏场地。此区域的保健型芳香植物配置中(图 4),运用了侧柏作为灌木带,侧柏质感

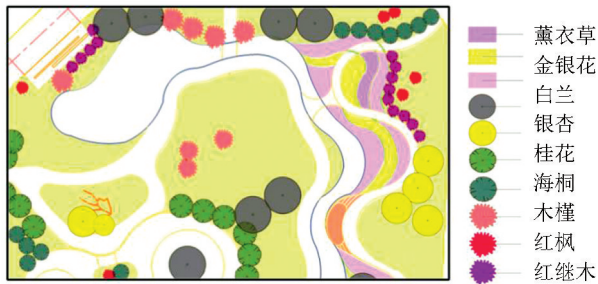


图 3 中心景观区植物配置

Fig. 3 Plants layout in central landscape area

柔和,不具备杀伤性,且对结核菌和肺炎杆菌具备杀伤效果。活动区域周边乔、灌木种植以白兰、金桔、柠檬、丁香、海桐等。在保健功效方面,这类植物也起到了抑制病菌、驱虫防蚊的效果,且金桔、柠檬等观果类植物也具备色彩吸引力,能起到科普教育的功能,使得此空间趣味性与安全性并存,方便运动者和儿童的使用。

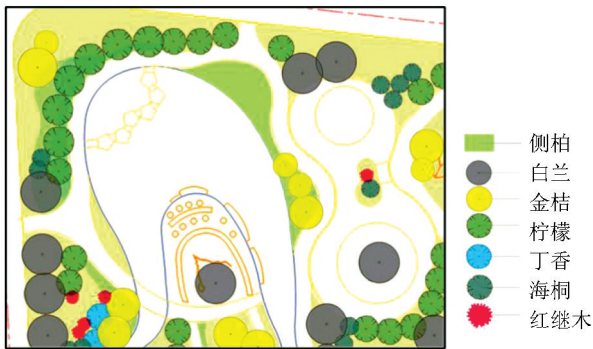


图 4 活动区植物配置

Fig. 4 Plants layout in activity area

3.2.4 休闲漫步区

休闲漫步区域包含 3 个林下休息平台,设置休闲座椅等设施,环境安静舒适,是老人们休息聊天的好场所。此区域的保健型芳香植物配置中(图 5),侧柏、丁香、罗汉松等植物具备杀菌消毒的功能,且罗汉松的挥发性物质被人体吸入,能起到疏通经络、养生保健的功效,对老年人常患的关节疾病有一定帮助。白兰、桂花等挥发出清香的气味,有助于消除疲劳、舒缓心情。广玉兰的挥发物有驱散风寒的效果,配以海桐、含笑等植物将区域保健养生的功效发挥得更甚。非常适合老人和日常工作压力大、身体疲倦的成人在此休息。

3.2.5 月季花园区

月季花园区域,造型独特、边缘可休息的种植池

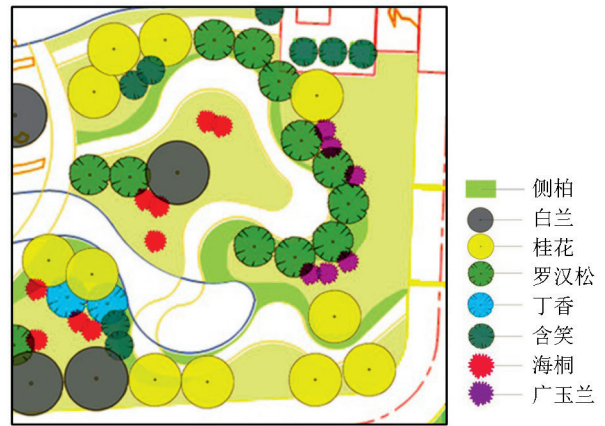


图 5 休闲漫步区植物配置

Fig. 5 Plants layout in leisure area

配以精致的月季及芳香植物景观,是人们放松散步的好去处。此区域的保健型芳香植物配置中(图 6),选用月季、玫瑰作为主景植物,芳香浓郁,食用玫瑰也具备杀菌和活血消肿的功效。在花园周边的植物配置中,配以薄荷、含笑、沙地柏等具备安神效果的芳香植物。乔木种植有白兰、桂花、广玉兰、栀子、海桐等,使得空间内的香味更为丰富多变。人们在使用该空间时,对香味的感受程度在整个居住区得到最大化。



图 6 月季花园区植物配置

Fig. 6 Plants layout in Chinese rose garden area

3.2.6 果林种植区

果林种植区域,日常不予开发,果子成熟期可提供给居民新鲜的水果。此区域的保健型芳香植物配置中(图 7),种植的作物有花椒、薄荷、柠檬、金桔、石榴、蜜柚、琵琶、杨梅等,不仅具有经济价值,在保健功效上也兼具芳香疗效和食物疗效。为避免果林施肥造成的气味影响,种植区位于居住区较为隐蔽

的位置且日常不予进入,致使其芳香保健效果并未产生太大的功效。

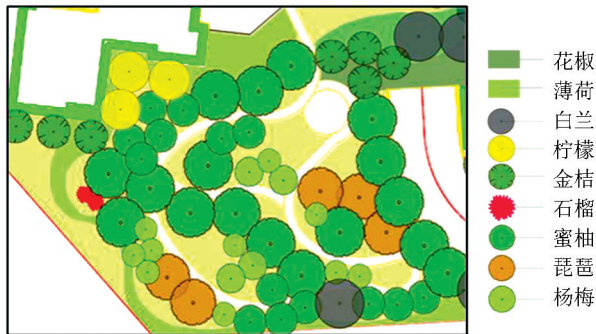


图7 果林种植区植物配置

Fig. 7 Plants layout in fruit tree planting area

4 星海家园居住区保健型芳香植物配置问题分析

4.1 缺少冬季开花的芳香植物

星海家园运用的芳香植物中有很多是开花期散发花香的植物,如丁香、薰衣草、月季、桂花、白兰等,其芳香疗效维持的时间集中在其开花期,丁香花期4—5月,薰衣草花期7—8月,月季花期4—9月,桂花花期9—10月,白兰花期较长,4—10月均有开花。整个小区在4—10月均有不同类的花香环绕,但在冬季和初春缺少花香,可适当补种腊梅等冬季开花的芳香植物。

4.2 与环境设施的关系不密切

星海家园的植物多种植为灌木带和乔木组团,与空间内的廊架、景墙、休闲设施等的关系不够紧密,使得居民接触到植物的方式过于单一,可适当考虑在景观设施中增加芳香类植物的应用,让植物的景观效果发挥得更好。

4.3 部分区域的芳香过于浓郁混杂

在星海家园月季种植园中,除了主要种植的月季、玫瑰等植物,空间周边也种植有大量花香类芳香植物,如栀子、白兰、桂花等,花期均与月季主要观赏的季节4—9月重叠,影响了空间主要的花香类型,显得气味过于浓郁混杂,使得“月季园”这一主题不够突出。且过分浓郁的香气会对人体的保健效果带来反作用,使人产生头昏、缺氧的感受。故可适当减少其他类型的花香植物种植,使得空间的气味更加清新纯粹。

5 保健型芳香植物在居住区景观中的应用建议

5.1 优先打造具有安全性的植物景观

在选择搭配居住区的保健型芳香植物时,首先应考虑植物的安全性。所选植物的挥发物不能损害人体健康,也不宜选用易产生飞絮、花粉等易过敏和感染污染源的植物。部分针叶植物应优先选择种植在不易被小孩及老人接触的区域。在不同种类芳香植物的配置中,应注意植物挥发物之间不应产生有害物质对人体造成危害。

5.2 根据居住区内不同功能区域配置相应需求的保健型芳香植物

在居住区景观的设计中,针对不同的功能区域应配以不同的植物设计,以满足不同使用人群的需求。如在儿童的活动区域,应配置以防虫驱蚊、消毒杀菌功效为主的保健型芳香植物;在安静休闲区或中心景观区,可配置以提神醒脑、安神养心功效为主的植物;在篮球场、塑胶跑道等运动场所周边,推荐配置有助于心肺功能的保健型芳香植物,如菊花、白兰等;在老年人活动交谈较多的场所,应配置有杀菌和理疗功能,有助于呼吸系统与神经系统的保健型芳香植物,在色彩和形态的选择上不宜太过突出。

5.3 合理与传统居住区植物组团景观搭配

在居住区保健型芳香植物景观设计中,也应注重植物的景观效果,在植物组团的设计中,可以搭配其他不具备保健功效但景观效果较好的植物,将保健功效与视觉效果做到均衡和结合。在保障该区域保健功能的前提下,选择不同色彩、形态和质感的植物相互搭配。

5.4 适当利用藤本芳香植物打造立体景观

在居住区景观中,存在大量的廊架、景墙、观景亭、花坛等立体设施,可以合理利用景观中的构架,种植具有攀援能力的藤本芳香植物,如木香、七姊妹等,能最大程度扩大空间内的芳香度,使保健效果更佳。

5.5 合理利用居住区内风向规划芳香植物种植区域

由于芳香植物特有的香气会随着气流在空气中散播,在居住区内的空间中,可以适当考虑将具有芳香效果的植物种植在靠近风向的区域,让区域的香气得到最大化的扩散。同时在居住区景观设施的布置中,要充分考虑对气流的疏通和阻隔功能,保证不同功能空间的芳香植物保健性能得到充分提升又不至于使其香气四处流窜。

5.6 具有浓郁香气的植物种植不宜过多过杂

居住区公共景观是所有小区住户共同的使用空间,虽然保健型芳香植物有利于人们的健康生活,但其种植总量不宜过多,避免造成气味过于浓郁反而降低生活环境舒适度的状况。在植物的搭配上还是主要选择以普通园林植物为主,保健型芳香植物为辅的方式。部分具有特色气味的植物不宜在同一空间种植品种类别过多,或可适当集中种植在芳香植物专类空间,但在种植时也要充分考虑到不同植物散发的气味是否能相互协调,避免不同香气间混合产生过于浓郁的气味。

5.7 不同季相变化的植物合理搭配

不同芳香型植物散发香气的时间是不同的,在搭配芳香植物景观时,要特别留意其散香的季相变化,特别是对于花香、果香类的植物要尤为考虑。在这些植物的组团设计中,将不同季节散香的植物搭配到一起,即可避免同一时间不同植物的香气过于混淆,又可使居住区天天有景赏,四季有香来。

6 总结

通过对星海家园的调查研究,对其居住区保健型芳香植物的运用进行总结分析,发现其在植物种植方式、季相变化搭配等方面的不足,再针对其问题

和优势对未来居住区保健型芳香植物种植设计提出安全性、功能性、季相性、立体性、主题性、区位性等方面的植物种植建议,希望能为该领域的相关研究提供绵薄之力。

参考文献:

[1] 廖萌. 芳香植物在保健型园林中的应用研究进展[J]. 上海农业科技, 2016(5): 82-83.

[2] 王春玲, 胡增辉, 沈红, 等. 芳香植物挥发物的保健功效[J]. 北方园艺, 2015(15): 171-177.

[3] 蒋妮, 覃柳燕, 陈乾平, 等. 10种香料植物挥发油的抑菌活性研究[J]. 植物保护, 2012, 38(1): 104-107.

[4] 李红武. 园林保健植物分类及应用探讨[J]. 消费导刊, 2008(10): 186.

[5] 郑丽, 郭继明. 保健观赏植物的开发与利用[J]. 园林, 1996(6): 38.

[6] MUCHTARIDI, DIANTINI A, SUBARNAS A. Analysis of indonesianspice essential oil compounds that inhibit locomotor activity in mice[J]. Phar-maceuticals, 2011, 4(4): 590-602.

[7] 吴克宁. 探索城市园林绿地的新功能——植物保健园规划设想[J]. 中国园林, 1995(2): 40-41.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 146 页)

[2] 王永辉, 马俪珍, 张建荣, 等. 杂种野猪肉和本地白猪肉营养品质的研究[J]. 农产品加工学刊, 2006(1): 11-16.

[3] 王京仁, 李淑红, 夏维福, 等. 野猪生物学特性及驯养方法[J]. 经济动物学报, 2002, 6(3): 52-54.

[4] 李益得, 龚洵胜, 李继仁. 野猪人工养殖技术研究进展[J]. 家畜生态学报, 2012, 33(6): 116-117.

[5] 郭洪杞, 向素芬, 王文强, 等. 野猪的人工饲养及杂交效果[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2008(1): 97-98.

[6] 徐尚喜. 特种野猪养殖技术及发展前景[J]. 农业科技与信息, 2010(13): 46-46.

[7] 张馨丹. 特种野猪养殖技术探讨[J]. 吉林畜牧兽医, 2015(8): 30-31.

[8] 金成. 特种野猪养殖技术探讨[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2013.

[9] 马俪珍, 王永辉, 韩俊文. 华北野猪与家猪杂交后的品质鉴定[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(8): 24-28.

[10] 杨朋友, 吴超, 张建录. 特种野猪育种方法及其在生产

中的应用[J]. 河南畜牧兽医, 2017, 38(8): 13-15.

[11] 王怡敏, 刘波. 云南省野猪产业发展现状和对策分析[J]. 林业调查规划, 2013, 38(4): 89-92.

[12] 孙逸平, 岩砍伦, 李云辉, 等. 勐腊县野猪杂交后代养殖发展及对策[J]. 畜牧兽医科技信息, 2015(3): 15-16.

[13] 杨晓琼, 连林生, 邹建华, 等. 云南热带雨林地区野猪生物学特性与驯养方法[J]. 经济动物学报, 2008, 12(3): 145-148.

[14] 李月体, 卢靖, 周长富, 等. 德宏小耳猪与野猪杂交效果[J]. 当代畜牧, 2011(7): 36-39.

[15] 云南省林业厅. 云南省野生动物驯养繁殖产业现状分析报告[R]. 2011.

[16] 国家林业局. 中国重点陆生野生动物资源调查[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.029

抗战时期重庆校园景观研究

彭双飞, 李良

(西南大学园艺园林学院, 重庆北碚 400715)

摘要:基于档案资料的收集和分析归纳,从选址、校园规划布局、校园建筑、校园绿地四个方面阐述了战时重庆校园景观的特征。对社会人文与自然地域等影响因素进行分析,认为追求功能实用的诉求是重庆校园景观营造的主要理念,而爱国主义、民族主义情结及地形因素使得校园景观呈现出多元化的形式。

关键词:抗战时期;校园景观;规划布局;功能分区;校园建筑;重庆

中图分类号:S731.9;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0153-06

引文格式:彭双飞,李良.抗战时期重庆校园景观研究[J].林业调查规划,2019,44(2):153-158.

PENG Shuangfei, LI Liang. Research on Campus Landscape in Chongqing during War of Resistance Against Japan[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 153-158.

Research on Campus Landscape in Chongqing during War of Resistance Against Japan

PENG Shuangfei, LI Liang

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: Based on the collection and analysis of archival data, this paper expounded the characteristics of campus landscape in Chongqing during War of Resistance Against Japan from four aspects of site selection, campus planning and layout, campus architecture and campus green space. The analysis for factors such as humanities and natural regions showed that the pursuit of functional and practical appeal was the main concept of campus landscape construction in Chongqing, which also presented diversified forms influenced by the patriotism, the nationalism and the topographical factors.

Key words: during War of Resistance Against Japan; campus landscape; planning and layout; functional division; campus architecture; Chongqing

1937年抗日战争全面爆发后,国民党政府迁都重庆,重庆由区域性中心城市转变成为了全国的政治、军事、经济、文化中心。于是,出现了中国历史上第一次教育中心的西移,大批学校西迁至重庆及其附近地区,使得重庆迅速被推至中国文化教育的前沿阵地。再加上战时重庆人口数量暴增及工商

业发展,都急剧地扩大了国民教育的需求。同时,为了适应抗战与建国的需要,国民政府采取了大量的措施来扶植和发展教育。因此,重庆的教育事业得到了空前的发展和繁荣^[1]。

抗战时期,在重庆地区掀起了大范围的校园建设活动,包括内迁而来的学校、新办的学校以及为躲

收稿日期:2018-11-19;修改日期:2019-01-09.

资助项目:2018—2019年度重庆市人文社会科学重点研究基地重点项目“巴蜀景观史”项目(18SKB006)资助.

第一作者:彭双飞(1994-),女,湖南郴州人,在读硕士研究生.主要从事风景园林历史与理论方面的学习与研究.

避轰炸而迁往市郊的学校等。抗战时期重庆校园景观建设普遍呈现出初期发育不全,后期逐步完善的特点,改变了战前重庆校园景观分散无规划的状态,丰富了校园建筑及校园绿地的形式,促成了校园景观完整格局的形成。抗战时期的重庆校园景观为重庆乃至西南地区的现代校园景观的形成奠定了重要的基础。此外,抗战时期重庆亦是近代中国校园建设活动最为活跃的地区,代表了抗战这一时期中国校园景观的发展。

1 抗战时期重庆学校发展概况

抗战期间,重庆近代教育达到了有史以来的黄金时期,重庆各等级学校的数量和规模与战前相比都有了大幅度的增加,尤其是中等学校和高等院校

的数量增长最多,中等学校由战前 41 所增至 96 所,而高等学校由于大量西迁高等院校如国立中央大学、中央政治学校、国立交通大学等,使得重庆高等学校数量猛增,加上重庆原有高等院校,数量最高时达 38 所,名列全国各大城市之首,并形成了以沙坪坝和北碚夏坝为主体的若干文化区。

抗战时期的校园景观建设类型主要有两类(表 1)。第一类是完全新建的学校,对校园功能与形态都进行了系统、合理的规划布局;第二类是改建学校,包括利用原有祠堂、庙宇、学校及其他公共房屋、民房等加以改造暂作校舍,随后逐渐在原有校园的基础上进行扩建;有的则是另辟新址进行新校区的建设,以满足学校教学活动的需要,这类校园占了当时学校的绝大多数^[2]。

表 1 抗战时期重庆校园景观建设类型及案例

Tab. 1 Types and cases of campus landscape in Chongqing during War of Resistance Against Japan

类型	案例	选址	初期发展	后期发展
新建学校	南开中学	沙坪坝约 53.3 hm ² 荒地	对校园进行了系统性的规划,具有功能合理、完整的校园格局	
	树人学校	沙坪坝小龙坎	形成轴线对称的校园景观,校园环境宽敞、整齐、美观	
改建学校	国立复旦大学	北碚夏坝	租用当地庙宇和农舍改做教室和宿舍	学校逐步扩建,依校园轴线布置教学区、学生宿舍、活动场地,形成规则有序的校园格局。
	育才学校	合川草街镇寺庙	利用寺庙建筑改造作为学校	
	重庆清华中学	鸳鸯镇胡家湾祠堂	租用一座祠堂,并搭建了数座草房补充校舍	后迁至巴县李家沱土桥地区的一块山地平坝上,利用周围环境营造出良好的山地自然校园景观,如校前瀑布、石刻景观等。
	重庆市立女子中学	南岸皇经庙杨家岗,位于山脊之上	借用新农工所的旧屋暂作校舍	逐步形成完整的校园格局,以礼堂和行政办公区域为中心,其余建筑及活动设施围绕其布置
	国立中央大学	重庆大学松林坡,约 13.33 hm ²	因地制宜,校园建筑及活动设施整体沿着地形呈环型分散布置,形成台地式重叠错落的校园。	后期在小龙坎、柏溪等地建立了分校区,都进行了系统而完整的区划,并对松林坡校区进行了改造和扩张。
	文德女子中学	南岸弹子石龙井湾(迁)	利用精益中学一栋校舍和空地修建临时校舍	后逐渐建成礼堂、运动场、图书馆等,形成功能完善的校园

2 抗战时期重庆校园景观

抗战时期重庆校园景观在西迁学校所带来的先进校园规划理论的基础上,结合实际社会经济背景,深受现代设计“功能主义”理论的影响,与战前重庆校园景观相比,有了非常大的发展:校园景观整体趋向于完整、有序,注重校园内部景观空间的营造,又因地形的差异,呈现出多元化的校园景观。以下主

要从校园景观选址、校园规划布局、校园建筑、校园绿地四个方面来阐述战时重庆校园景观。

2.1 选址

抗战时期重庆校园的选址首先考虑到战争因素的影响。为避免日军空袭、轰炸造成损失,学校选址向安全、交通相对便利的市郊区扩散转移。其次,学校选址对山水环境的重视自中国传统书院时期以来从未改变过。一方面,幽静之地有助于学生修身养

性、静心读书;另一方面,风景优美的山水、地形有利于校园景观的营造。最后,非常关键的一点就是选址以平坦、宽阔的地形为佳。

2.2 校园规划布局

战时重庆校园景观的规划布局形式在很大程度上受到地形因素的影响,从而呈现出规则对称式、自然式、混合式三种完全不同的校园规划布局形式。

2.2.1 规则对称式

平面上的校园往往采用规则对称式的,且具有以下特征:

1) 以轴线为中心

轴线是规则对称式规划布局中的重要构成元素,起到控制、组织校园内部结构秩序及生长方向的作用^[3]。规则对称式布局是以轴线为中心,校园建筑和设施都尽可能地对称形式分布在中轴线两侧。校园的中轴线一般由校门、道路(林荫道)、重要建筑(如教学楼、行政楼、礼堂)、操场等其中的两种或以上串联而成,通常也承担着校园礼仪性主干道的功能。校园的礼仪性主干道是在南京十年期间受倡导恢复中国古典和儒家文化的“民族主义”的影响,为体现出对传统“礼”制文化的承续而形成的一种校园景观营造法式(图 1)。

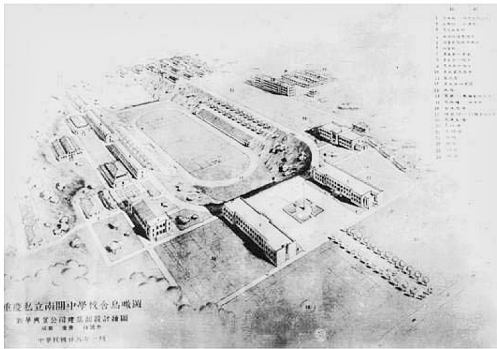


图 1 南开中学鸟瞰图

Fig.1 Aerial view of Nankai Middle School

2) 有序的道路交通系统

校园的道路交通系统往往与其轴线具有一定的重合性。规则对称式校园道路交通系统通常由校园主轴线衍生出来的多条平行或垂直于主轴线的次轴线组成正交网格型道路系统。然后,将不同的功能区布置于道路边界围合而成的区域中,就形成了完整的规则对称式校园布局形式(图 2)。

校园的道路交通系统构成了校园景观的基本形态,因此也被称作为校园的“骨架”。在规则对称式

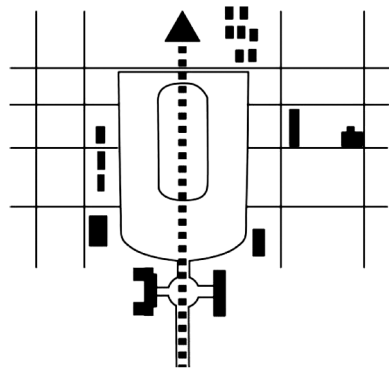


图 2 南开中学校园的轴线与路网

Fig.2 Axis and road network of Nankai Middle School

布局中,主要是以正交网格型道路系统作为主要道路形式,但是也会采用平面几何图形化的道路形式作为次要道路。而几何图案化道路通常结合校园绿地形成图案式的绿地形式。

3) 明确的功能分区

规则对称式校园布局是以功能分区原则为前提,一般将学校划分为教学区、公共活动区、学生宿舍区、教学实验区、教职工住宿区等。教学区是校园的中心区域,包括教学楼、办公楼、图书馆、礼堂等建筑群^[4]。公共活动区主要是以室外的操场及各类运动场组成开敞空间,是学生的体育活动和集会场所,有时也会成为校园的中心。如南开中学校园中,以开阔的操场为中心,校园建筑循其三边布置,类似于西方草陌式校园布局。学生宿舍区和教职工宿舍区,包括宿舍、食堂、澡堂等。教学实验区主要是出于学校课程的实践需要而设立区域,包括农场、花圃、畜牧场等。如复旦大学的校舍,整个校园是沿着岸线横向发展的,教学区与道路构成了整个校园的横向主轴线,教学实验区、体育活动区、宿舍区沿着主轴线对称布置(图 3)。

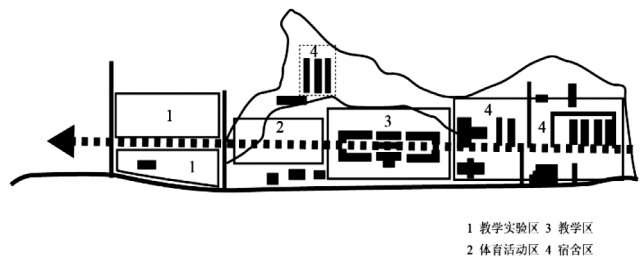


图 3 国立复旦大学功能分区平面图

Fig.3 Functional division of National Fudan University

2.2.2 自然式

山地上的校园受地形因素影响较大,其规划布局大多因地制宜,采用山地适应性的规划布局方式,校园建筑、活动设施、道路等都顺应地形来布置。校园建筑大多呈分散布置,不要求严整对称,形成自然式校园布局模式。自然式校园布局的道路主要是以顺应地形的不规则曲线型道路为主,如国立中央大学松林坡规划布局,道路顺应等高线形成环型道路,校园建筑及活动场地也沿着环型等高线逐层分散布置,形成重叠交错的校园景观,自然的山体环境成为了山地校园景观的天然基底(图4)。

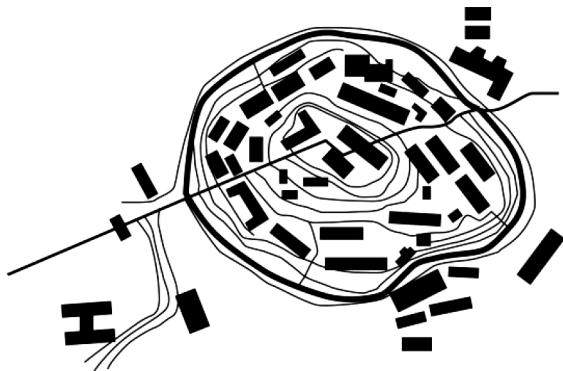


图 4 国立中央大学校园布局
Fig. 4 National Central University campus

自然式布局的校园得益于周围良好的自然山地环境资源,因而能够充分地将原有的地形、水、植物等元素加以艺术化的改造和利用,形成意趣盎然的校园自然景观。如重庆清华中学就将原有的河流引入校园内部,并改造成小型的瀑布和河流等水体景观,而且还将自然山石加以改造利用形成石刻景观^[5](图5)。

此外,还会利用天然的地形,如山顶制高点来突出校园的重要建筑如图书馆、礼堂等,形成校园的点景,并且登高望远能给人提供良好的视觉景观体验。如文德女子中学在山地中结合直线型的道路,将老礼堂布置在校园的最高点,可以俯瞰校园全景(图6)。

2.2.3 混合式

混合式校园布局形式是具有规则对称和自然两种特征的布局形式。在进行功能分区的前提下,受到一定程度上的地形因素的影响,没有形成完全规则对称的形式,但是将重要建筑集中布置,形成规则



图 5 重庆清华中学花滩溪石刻
Fig. 5 Huatanxi stone carving of Chongqing Tsinghua Middle School



图 6 文德女子中学鸟瞰
Fig. 6 Aerial view of Wende Girls' High School

的核心区域,其它功能区则随地形分散布置在周围。如重庆市立女子中学位于狭长的山脊上,因而在平地上集中布置,形成以礼堂和行政办公区、体育功能区、教学区为中心区域的规则对称布局形式,其它如校园入口景观、宿舍、防空洞等则顺应地形分散布置在中心区域周围(图7)。

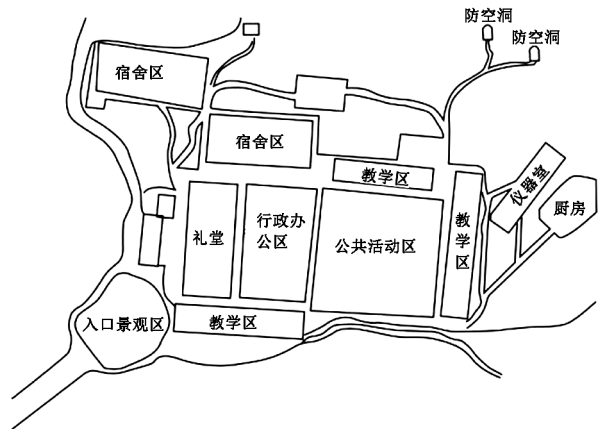


图 7 重庆市立女子中学功能分区图
Fig. 7 Functional division of Chongqing Municipal Girls' High School

以上 3 种校园规划布局形式主要是受到地形因素影响而呈现出一定的差异性,但是都会充分结合周围环境的山水、地形,以中国传统古典园林的造园手法来进行景观营造。

2.3 校园建筑

重庆抗战初期新办或西迁的学校大多都是租用当地公有祠堂、庙宇及其他公共房屋或借用民房暂作校舍,并未改变其建筑的形式、风格。如育才学校就是租用合川草街的古圣寺作为学校,将寺庙的传统建筑如大雄殿、观音殿、牛王殿等改作学校的教室、小礼堂、办公室等。因此,这类校园建筑具有典型的重庆本土建筑风格^[6]。

而对于新建的建筑来说,内迁带来了国内先进建筑设计理论及建筑工程领域的新技术、新材料,使得校园建筑平面布局形式、立面造型、建筑风格都产生了明显的变化。

1) 建筑平面布局及立面造型

强调以功能为前提,形式服从于功能,其平面形式多表现为功能聚合型平面,通常仅用简单的几何形式进行组合、叠加构成,平面简洁实用。对建筑外立面的装饰进行了简化或是完全不加以装饰,但是通常会将建筑主入口外凸或内凹及加以简洁的装饰来达到强调主入口的目的^[7]。战时重庆的校园建筑为追求经济、适用性,从而减少了建筑装饰性,主要通过简洁的线条和体量关系来体现建筑美感。此外,校园建筑屋顶主要体现为三种形式。第一种代表着现代主义建筑极简风格的平屋顶形式;第二种则蕴含着中国传统古典文化的传统建筑屋顶的组合简化形式;第三种是将平屋顶与中国传统建筑屋顶组合起来的折衷式屋顶,如南开中学的午晴堂(图 8)。

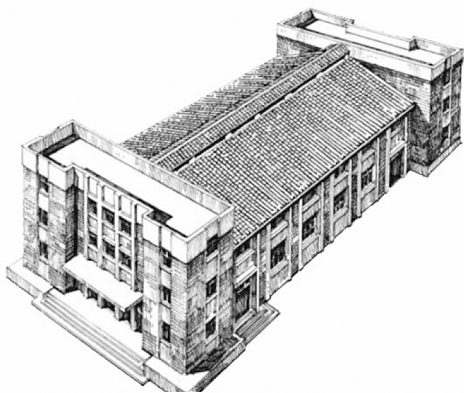


图 8 南开中学午晴堂

Fig. 8 Wuqing Building of Nankai Middle School

2) 建筑材料与技术

建筑材料与技术上的进步主要表现为钢筋混凝土结构的使用和砖石结构的大力发展,但是由于战时物资与教育经费的紧缺,因而仅有重要的建筑如图书馆、礼堂等才使用这类材料,而一般的教室和宿舍则大多因陋就简。

2.4 校园绿地

战时重庆校园景观更加注重校园内部绿地景观的营造。一方面,在校园入口空间及重要校园建筑如礼堂前广场都会布置宽阔绿地,用来展示学校的形象和突出其校园建筑的重要性。如重庆市立女子中学在校园入口通道及礼堂前都布置了几何图案式校园绿地。再如,国立复旦大学的登辉堂前采用了几何图案形的绿地结合对称种植的塔型树等,类似于法国勒诺特尔式园林的植物造景方式(图 9)。另一方面,在校园中也运用了中国传统园林植物造景的方式,在校园内布置小型的园林绿地,如南开中学,在校园内分别布置了七口池塘,遍植桃、柳、腊梅和茉莉。此外,在校园的一条道路两旁,也种植松、竹、梅,并取名为“三友路”,寄寓着吾人当效岁寒三友,独傲霜雪,自强不息的园林意趣^[8]。



图 9 登辉堂

Fig. 9 Denghui Building

3 抗战时期重庆校园景观的形成

抗战时期重庆校园景观的营造主要受到社会人文因素的影响,而又因为自然地域因素的差异而呈现出不同的形式。也正是这一时期,重庆汇聚了国内先进的校园规划设计思想与建筑工程技术,促进了近代校园景观的发展,改变了在此之前分散且不完整、不合理的格局状态。

3.1 社会人文因素的影响

1) 校园景观诉求转变下“功能主义”的校园景观趋势

抗战以前重庆的校园景观营造刚刚摆脱传统书院布局的限制,以模仿具有西方校园景观特征的教会学校校园建筑为主,规划布局零散^[9]。

而战前国内已经形成的深受墨菲校园规划设计思想影响,带有强烈“国家主义”和“民族主义”意味的“中国固有之形式”的校园景观,在此时此地则显得十分不经济也不实用。

于社会而言,抗战时期重庆社会生产力受到了毁灭性的破坏,物资异常匮乏,学校的教育经费也十分有限。战时校园景观的诉求由先前以表征西方文明为主转变为以经济、适用的实际性需求为核心。

同时期在国际上流行的现代建筑和现代设计的核心内容,“采用简单的形式达到低造价低成本的目的,从而实现为整个社会服务”与战时重庆校园景观诉求正好相符,因而现代主义建筑形式与受现代功能主义理论影响的城市规划模式被战时重庆校园景观所普遍采用。

重庆部分学校已经形成了完整的校园格局,将体现强烈控制与秩序性的功能分区原则与道路交通系统的规划设计结合起来,以道路作为边界进行功能区域的围合,营建出合理、有序的校园景观。抗战时期重庆校园建筑是以功能为前提,讲究形式服从功能,对装饰进行简化,追求经济、实用和简洁之美。

2) “爱国主义”与“民族主义”情结下对中国传统文化的延续

在战时重庆校园校园建筑形式方面,仍多沿用最能代表中国传统建筑文化特征的屋顶形式,或是在建筑局部加以中国传统建筑装饰符号。在校园规划布局方面,也经常结合中国传统古典园林造园手法如借景、点景及意境进行的营造。

3.2 自然地域因素的影响

1) 地形因素对校园景观规划布局的影响

于地形而言,重庆地貌复杂多样,以丘陵、低山为主,平地较少,因而大多学校都是修建在山地上。修建在山地上的校园,一方面由于山地地形的高差变化大,讲求因地制宜,易形成多层台地式的校园景观。道路也尽可能地顺应地形而设计。另一方面,山地校园能很好地利用自然山地环境进行景观营

造,将校园建筑融入自然环境中。

2) 校园景观中的地域特征

于地域而言,在重庆的校园中必然会利用本土的材料或植物等进行景观的营造,从而体现出重庆地域性风格。

4 小结

抗战以前重庆的近代校园景观与国内核心城市及沿海地区相比具有一定的后延性。然而,在抗战八年期间内,重庆校园景观建设快速发展,达到了近代时期的巅峰状态,呈现出中西文化交融的多元化形式,注重功能性与实用性,逐步形成了完整的校园景观格局,具有鲜明的地域特征,充分体现了特殊历史背景下中西文化的交流与融合,具有丰富的历史文化内涵和价值。

在当前的校园景观建设发展过程中,景观趋同化问题突出,其根源则是校园文化内涵与精神的缺失。通过对抗战时期重庆校园景观的研究,能够更为全面、深入地挖掘其历史文化内涵,一方面对当前的校园景观建设具有一定参考意义,另一方面能够促进校园历史文脉的延续,为景观设计的可持续发展奠定一定基础。

参考文献:

- [1] 隗瀛涛. 近代重庆城市史 [M]. 成都: 四川大学出版社, 1991.
- [2] 谢璇. 1937-1949 年重庆城市建设与规划研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [3] 陈晓恬, 任磊. 中国大学校园形态发展简史 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2011.
- [4] 朱钧珍. 中国近代园林史 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [5] 李波. 重庆抗战遗址遗迹图文集 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2011.
- [6] 邱扬. 重庆近代教育建筑研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2006.
- [7] 屈仰. 重庆抗战时期建筑研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [8] 欧阳桦, 李竹汀. 校舍百年: 重庆中小学校近代建筑 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2014.
- [9] 郭剑锋. 重庆高校校园规划及形态建设研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2004.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.030

福州市城市园林景观设计中槭树科植物的应用研究

陈蕊

(咸阳师范学院设计学院,陕西 咸阳 712000)

摘要:针对目前城市园林景观设计中槭树科植物数量多,但应用效果普遍不佳的问题,以福建省福州市为例,基于槭树科植物的观赏性能、生态性能、生长性能以及社会性能等方面,分析其在城市景观中的应用途径及方式。应用实践表明,合理适当的应用方式可以有效地提高槭树科植物在城市园林景观设计中的应用效果。

关键词:城市园林;景观设计;槭树科植物应用;综合性能;福州市

中图分类号:S792.35;TU986.2;S731.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0159-05

引文格式:陈蕊.福州市城市园林景观设计中槭树科植物的应用研究[J].林业调查规划,2019,44(2):159-163.

CHEN Rui. Application of Aceraceae Plants in Urban Landscape Design of Fuzhou City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019,44(2):159-163.

Application of Aceraceae Plants in Urban Landscape Design of Fuzhou City

CHEN Rui

(School of Design, Xianyang Normal University, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract: This paper analyzed the application approaches of Aceraceae plants in urban landscape design from the ornamental, ecological, growth and social performance with Fuzhou City of Fujian Province as an example to effectively resolve the problem of the poor application effect of numerous Aceraceae plants in urban landscape design. The application practice showed that the reasonable and appropriate application method could effectively improve the application effect of Aceraceae plants in urban landscape design.

Key words: urban landscape; landscape design; application of Aceraceae plants; overall performance; Fuzhou City

城市园林景观设计不仅是花草树木的种植设计,还必须使园林的植物具有生态性、观赏性等特点。槭树科植物由于树姿优美、叶形秀丽,观赏价值极高,在城市园林设计中应用广泛。唐代著名诗人杜牧曾以诗赞美槭树科植物的观赏性,即“远上寒山石径斜,白云深处有人家。停车坐爱枫林晚,霜叶红于二月花。”我国具有丰富的槭树科植物资源,具

有150多种槭树科植物,占据世界槭树科总数的 $\frac{3}{4}$ ^[1-2]。但我国关于槭树科植物的研究起步较晚,特别是在应用方面,同发达国家相比,还存在很大的差距。在城市园林建设中,槭树科植物在应用的量上已经不少,但在应用的质上还有很多的不足。为此,在城市园林景观设计中,选择适合的槭树科植物对提高其在城市园林景观设计中的应用效果具有重

收稿日期:2018-09-12;修回日期:2018-10-12.

基金项目:咸阳师范学院“青年骨干教师”项目(XSYGG201704),陕西省教育厅项目(16JK1814).

第一作者:陈蕊(1981-),女,陕西咸阳人,硕士,讲师.主要研究方向为环境艺术设计、景观设计及古建筑维护与发展.

要作用。

1 槭树科植物分布及观赏价值

槭树科包括金钱槭属和槭属^[3]。在世界范围内,槭树科植物有 202 种,主要分布在欧亚大陆、北美洲等地区^[4-5]。金钱槭属属于我国特有,主要分布在西南部;槭属有 200 种,主要集中在东亚,特别是我国长江流域以及云南地区。地理环境以及气候条件的差异,使得槭树科植物种类繁多,且已成为我国温带落叶阔叶林、针阔混交林等的重要组成部分。

槭树科植物树形优美、叶色绚丽、叶形多姿,在秋色树叶中独树一帜,具有极强的观赏价值。槭树科植物属于乔木或灌木,乔木高且大,树冠以及树形优美且有韵味,树姿形态多种,或者婆娑、或者层叠、或者下垂。叶形多种,包括单叶和复叶,单叶又包括三裂、五裂、七裂、十一裂以及十三裂;复叶则有羽状、掌状以及三出。叶色变化也极为丰富:青榨槭等春天表现为紫红色、紫色以及红色等,在秋天则呈现为黄色等,观赏价值高。花呈现为黄色、绿色、白色。其果实则为翅果,开始是绿色,成熟后表现为红色、紫色以及褐色;果实的姿态变化多样,包括锐角、直角、钝角等。

槭树科植物既可以提高城市园林的观赏性,还具有其他附加价值,包括可以作为枫叶糖浆食用、也可以作为室内装饰材料^[6],还可以作为药材,如其中的毛果槭就可以有效治疗肝病以及眼疾等^[7]。

2 福州市槭树科植物种类及生长概况

2.1 种类

福州市位于 25° 15' ~ 26° 39', 东经 118° 08' ~ 120° 31', 处于福建省中东部。地形为河口盆地,四周群山环绕,海拔较高,地势自西向东倾斜。属亚热带海洋性季风气候。代表植被为常绿阔叶林。槭树科植物大部分为乔木,多呈现为阳性树种,只有极少数属于常绿树。福州市槭树科植物及其系统排列情况如表 1 所示。

2.2 生长概况

通过调查发现,福州地区槭树科植物的生长环境有四种类型:①在大面积草坪当中形成小面积植物群落或孤植,主要用于点缀群落景观(图 1),这种类型的槭树科植物包括鸡爪槭、三角槭、红枫;②在小溪岸边,主要通过与景桥、水生植物等相呼应,形

表 1 福州市槭树科植物概况

Tab. 1 Status of Aceraceae plants in Fuzhou City

亚属	组	系
槭亚属	桐状槭组	元宝槭
		色木槭
		青皮槭
	鸡爪槭组	紫花槭
		鸡爪槭
	小果槭组	岭南槭
		中华槭
		毛脉槭
		五裂槭
		秀丽槭
三角槭系		
全缘叶槭组	三脉槭系	
	三脉槭系	
栲叶槭亚属	菱叶槭组	菱叶槭系

成层次丰富的景观(图 2),这种类型的槭树科植物有鸡爪槭、樟叶槭;③生长在常绿、落叶混交林中,与其他秋色植物共同形成壮丽景观(图 3),这种类型的槭树科植物包括五裂槭、中华槭、色木槭;④作为盆景景观。



图 1 生长在大面积草坪中的毛脉槭

Fig. 1 Acer pubinerve growing on large areas of lawn

3 福州市槭树科植物性能评价

本文主要从槭树科植物的观赏性能、生态性能、生长性能以及社会性能方面进行分析。对于观赏性能,主要有以下几个方面:果实、叶、花等的观赏性、



图 2 生长于小溪岸边的樟叶槭

Fig. 2 *Acer cinnamomifolium* growing on bank of brook



图 3 生长在常绿、落叶林中的小紫果槭

Fig. 3 *Acer cordatum* var. *Microcordatum* growing in evergreen deciduous forest

彩叶比例、景观色彩的明暗度、色彩的寓意、轮廓线突出性、季相变化、声效特点、芳香性、景观的时序性、株型效果。生态性能则主要包括生态适应性、调温效益、噪声效果、绿地接纳率、水土流失情况、涵养水源量等。生长性能则包括抗逆性、生长情况、可塑性、寿命长短、繁殖容易度等。社会性能则主要包括地域特色、文化契合度、社会认同特性以及教育价值等。经过认真研究以及相关专家指导,对于各类型槭树科植物的性能分析,主要从观赏性能当中的株

型效果、枝干美感、果型、果色、叶型、叶色以及花色,从生态性能当中的季相变化、生态效益以及适应性、协调共生性几个方面考虑。针对生长特质,则主要从耐修剪性、可塑性以及寿命方面分析;针对社会特质,则主要从历史文化价值、教育价值以及社会接受度方面进行分析。表 2 为福州市各槭树科植物各种性能所给出的专家评分情况,其中 5 分表示性能效果最佳,从 5 分到 1 分,性能效果逐渐降低,1 分效

表 2 专家针对各类槭树科植物的性能打分情况

Tab. 2 Performance scores of various Aceraceae plants by experts

名称	观赏性能					生态性能				生长性能			社会性能		
	株型效果	枝干美感	果形果色	叶形叶色	花型花色	季相变化	生态适应性	生态效益	协调共生性	耐修剪度	可塑性	寿命长短	文化价值	教育价值	社会认同度
元宝槭	3.54	3.12	3.24	3.58	2.32	2.54	3.33	3.58	3.52	2.53	3.34	3.42	3.47	2.52	3.38
色木槭	3.25	3.36	3.12	3.57	2.24	3.45	3.22	3.59	3.68	2.66	3.33	3.13	3.46	2.88	3.35
青皮槭	3.68	3.83	3.36	4.13	2.48	3.17	2.59	3.18	3.78	2.62	3.32	3.41	2.58	2.62	2.55
紫花槭	4.32	4.18	3.42	4.58	2.28	3.37	2.58	3.27	3.58	2.58	3.32	3.17	2.63	2.73	2.18
鸡爪槭	4.42	4.26	2.55	4.18	1.53	3.42	2.55	3.17	4.32	2.63	3.33	3.15	3.62	3.24	3.72
岭南槭	3.56	3.62	3.24	4.33	2.14	3.25	2.58	3.32	3.62	2.66	3.42	3.33	2.58	2.61	2.72
中华槭	3.62	3.58	3.14	4.28	2.24	3.27	2.58	3.21	3.59	2.62	3.33	3.27	2.58	3.42	2.74
毛脉槭	3.21	3.56	3.34	4.26	2.43	3.24	2.63	3.25	3.62	2.63	3.22	3.32	3.46	2.58	3.21
五裂槭	3.32	3.64	3.42	4.23	2.46	3.32	2.53	3.46	3.72	2.54	3.25	3.26	3.28	2.52	3.35
秀丽槭	3.57	3.61	3.31	4.22	2.24	3.28	2.55	3.12	3.62	2.56	3.31	3.24	2.55	2.63	2.48
三角槭系	3.26	3.14	3.27	3.62	2.24	3.22	3.18	4.24	4.35	2.58	3.13	3.25	3.28	2.58	2.55
三脉槭系	3.55	3.57	3.61	4.13	2.15	3.56	3.16	3.62	4.13	2.58	3.23	3.24	2.58	2.55	2.65
菱叶槭系	3.55	3.58	3.13	4.24	2.26	3.15	2.61	3.15	3.62	2.63	3.15	3.26	2.64	2.58	2.76

果最差。

胡洁^[8]在其研究生毕业论文中利用层次分析方法对各种槭树科植物的性能进行分析。层次分析方法属于多目标决策分析方法,通过定性以及定量方式,对复杂系统的决策思维进行模拟、量化以及简单化处理,解决无法使用定量分析法进行分析的问题,增强评价系统的可行性、有效性以及可靠性。具体来讲,层次分析方法通过将复杂问题分解形成多个层次,在这一层次基础上进行逐步分解,形成若干因素,通过各因素之间的对比分析以及判断获得各因素权重,基于权重大小对问题进行定量分析。表 3 为各种槭树科植物的综合得分情况以及所对应的性能等级。其中,Ⅰ级(>1.20),Ⅱ级(1.10~1.20),Ⅲ级(<1.10)。

表 3 基于层次分析法所得槭树科植物的综合性能情况
Tab. 3 Comprehensive performance of Aceraceae plants based on Analytic Hierarchy Process

名称	综合得分	排序	等级
元宝槭	1.2359	1	Ⅰ级
色木槭	1.1134	7	Ⅱ级
青皮槭	1.1181	6	Ⅱ级
紫花槭	1.1853	2	Ⅱ级
鸡爪槭	1.1813	3	Ⅱ级
岭南槭	1.1053	8	Ⅱ级
中华槭	1.1047	9	Ⅱ级
毛脉槭	1.0873	13	Ⅲ级
五裂槭	1.0986	10	Ⅲ级
秀丽槭	1.0967	11	Ⅲ级
三角槭系	1.1219	5	Ⅱ级
三脉槭系	1.1694	4	Ⅱ级
鼓叶槭系	1.0935	12	Ⅲ级

由表 3 可知,现有栽植的槭树科植物表现出景观效果整体较佳的特点。对于评价等级属于Ⅰ级的槭树科植物,其具有极为明显的季相变化,色彩鲜艳亮丽,且具有较长的持续时间和较强的城市环境适应性,整体形态效果极佳,可以在城市园林景观设计中广泛应用;评价等级属于Ⅱ级的槭树科植物,四季景观变化显著,但色彩灰暗,在应用过程中需要重点维护;评价等级属于Ⅲ级的槭树科植物,没有极为明显的季相变化特点,没有明显的观赏性能,在城市园林景观设计过程中应作为辅助树种,同其它种类植物

结合种植形成群落景观。

4 槭树科植物在福州市园林景观设计中的应用

在城市园林景观设计当中,槭树科植物由于具有极佳的观赏性,应用极为广泛,从用途角度考虑,主要有以下几种应用途径或方式。

1) 作行道树

行道树主要用于人行道绿化带、分布线绿岛、广场四周等,其主要作用在于美化城市道路,增强道路服务质量。行道树可以有效吸收热量,也可以进行光合作用,释放氧气,改善空气质量,对路面形成保护作用;也可遮蔽眩光,增强汽车的行车安全;还可以通过降低噪声改善居民生活质量。

因此,对于行道树应选择树干高大挺直、树冠宽广、叶多且茂密、树姿优美的槭树科植物。对于元宝槭、色木槭、三角槭等槭树科植物,树形挺拔、冠幅极大,且具有较高的分支点和浓密的枝叶,树形婆娑等特点,可以广泛应用为行道树。春夏两季,槭树科植物树冠相连,绿叶成荫;秋季则在道路两旁呈现黄色,表现出槭树科植物效果极好的景观作用。

2) 作园景树

槭树科植物种类很多,既可以观赏叶,也可以观赏花与果实,并且槭树科植物既有气势雄伟的乔木,也有小巧的灌木,叶色的四季变化显著,因此可以在庭院、草地、山坡等处作为园景树单独使用,如其中的元宝槭、鸡爪槭、色木槭、青榨槭等。此外,槭树科植物还可同不同叶色的树种混合使用,形成“万绿丛中一点红”的效果。如图 4 所示为园景树使用槭树科植物前后的变化情况。

3) 作绿篱树

鸡爪槭、羽毛枫等由于树形低矮、叶色多变化,且具有生长缓慢、耐修剪、抗性强等特点,可将其作为绿篱树,应用在住宅小区、公园、广场以及道路两旁作为隔离绿化带。如图 5 所示为住宅小区使用槭树科植物前后的变化情况。此外,一些耐修剪的槭树乔木,譬如三角槭,也可作为绿篱树种使用。

5 结语

分析、评价槭树科植物的性能,筛选其中景观效果较好的应用于福州市园林景观设计、建设,可以有效地提高该科植物在城市园林景观中的应用性能。槭树科植物用途广泛,可以作为绿篱树使用,也可以作为园景树或行道树使用,但针对使用地点与目的

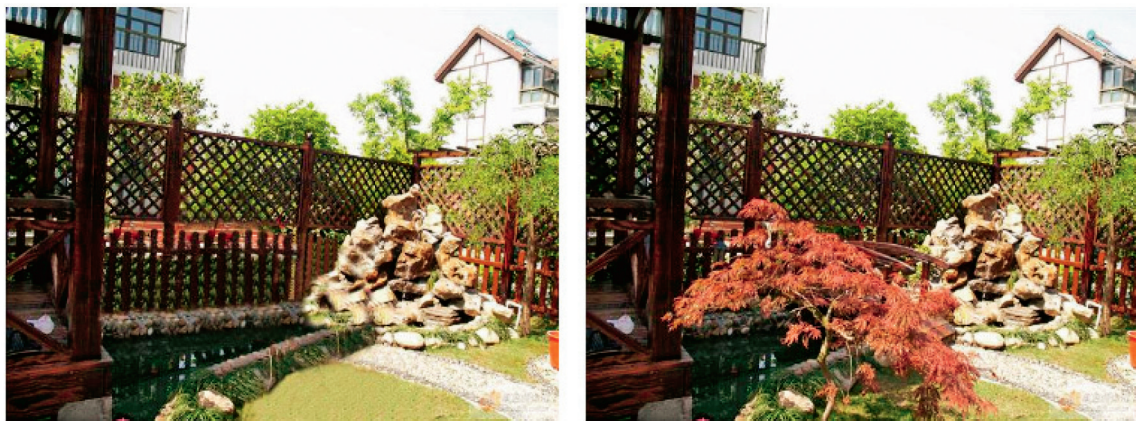


a 配置前

b 配置后

图 4 园景树使用槭树科植物前后变化

Fig. 4 Changes of landscape trees before and after the application of Aceraceae plants



a 配置前

b 配置后

图 5 住宅小区使用槭树科植物前后的变化情况

Fig. 5 Changes of residential areas before and after the application of Aceraceae plants

的差别,应该因地制宜,选择合适的植物,增强其应用效果。但需要注意的是,在进行槭树科植物栽植时,应注意周围建筑与植物的遮挡情况,避免槭树科植物长期处在荫蔽的环境中。

参考文献:

[1] 徐廷志. 槭树科的地理分布[J]. 云南植物研究, 1996, 18(1):43-50.
 [2] 徐廷志. 翅果形态及其在槭树科分类与演化上的意义[J]. 广西植物, 1996, 16(2):109-122.
 [3] 方文培. 中国植物志(46卷)[M]. 北京:科学出版社,1981.
 [4] VAN GELDEREN D M. Taxonomy and reproductive biolo-

gy: taxonomic synopsis[M]// VAN GELDEREN D M, DE JONG P C, OTERDOOM H J. Maples of the World. Oregon, Portland: Timber Press, 1994.

[5] 徐廷志. 槭属的系统演化与地理分布[J]. 云南植物研究, 1998, 20(4):383-393.
 [6] 孟庆法, 田朝阳, 高红莉, 等. 河南省槭树科植物资源及开发利用研究[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(1): 65-69.
 [7] 唐雯, 王建军, 徐家星, 等. 槭树科药用植物的化学成分研究进展[J]. 北方园艺, 2012(18):194-200.
 [8] 胡洁. 福州槭树科植物资源调查及景观应用评价[D]. 福建农林大学, 2013.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.031

重庆市北碚公园植物景观调查与评价

张婉婷, 张建林

(西南大学园艺园林学院, 四川 重庆 400715)

摘要:以重庆市北碚公园为调研对象,通过查阅相应资料和实地调查其植物景观现状,在园林植物配置和植物造景的基本理论基础上,对公园中的植物种类选择、植物配置形式、植物构成的空间类型等方面做系统分析,总结出以北碚公园为代表的重庆传统山地公园的植物景观营造特点,找出其在后期养护方面存在的问题,从植物修剪移植、生长养护、病虫害防治和养护成本控制等方面提出相应对策。

关键词:植物景观;配置形式;空间类型;景观特色;北碚公园

中图分类号:S731;Q149;TU986 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0164-07

引文格式:张婉婷,张建林.重庆市北碚公园植物景观调查与评价[J].林业调查规划,2019,44(2):164-170,176.

ZHANG Wanting, ZHANG Jianlin. Investigation and Evaluation of Plant Landscapes in Beibei Park of Chongqing[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 164-170, 176.

Investigation and Evaluation of Plant Landscapes in Beibei Park of Chongqing

ZHANG Wanting, ZHANG Jianlin

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: The species selection, configuration forms and space types of plants in Beibei Park of Chongqing was analyzed by the literature review and the field investigation based on the basic theory of plant configuration and plant landscaping. This paper summarized the characteristics of plant landscape construction in traditional mountain parks like Beibei park in Chongqing, found out the problems in the later maintenance, and put forward corresponding countermeasures from the aspects of plant pruning and transplantation, growth and maintenance, pest control and maintenance cost control.

Key words: plants landscape; configuration form; space type; landscape characteristic; Beibei Park

北京林业大学苏雪痕对植物景观的定义是“指由于自然界的植被、植物群落、植物个体所表现的形象通过人们的感观传到大脑皮层,产生一种实在的美的感受和联想。”^[1]文中选取具有典型山地地貌的重庆北碚公园作为调研对象,主要对其植物景观进行调查,总结分析公园植物种类及配置应用状况,希望能对重庆山地公园的植物营造特点得出一个较

为系统的认识,并对传统山地公园植物配置问题提出解决措施。

1 北碚公园概况

北碚公园历史悠久,是北碚的爱国实业家卢作孚先生在1930年筹建的,公园位于嘉陵江南岸北碚

收稿日期:2018-10-23.

第一作者:张婉婷(1993-),女,湖北荆门人,硕士研究生.研究方向:山地园林规划设计,城市山地墓园现状调研,节约型园林理论与实践.

Email:952580886@qq.com

区中心地带(北碚老城至高点—火焰山上),现已建成面积约 7.43 hm²,四面临街,交通便捷,远可眺望著名的缙云山、观音峡、嘉陵江温塘峡等自然山水景色,近可俯瞰北碚中心城区城市景观(图 1)。全园由 4 个主要山头以及山头之间连接的缓坡与陡坡构成,是典型的山地公园,整体地形地貌较为复杂,缺少平地 and 缓坡,且没有天然水体。园内绿化覆盖率高,植物品种繁多,整体景色优美,并有作孚纪念园、盆景园、动物展览区及休闲茶园等景点(图 2)。北碚公园在重庆城区是建园较早的公园,具有浓厚的人文历史底蕴和典型的山地植物景观特色,是一个人文与自然景观相融合的综合性的区域公园。

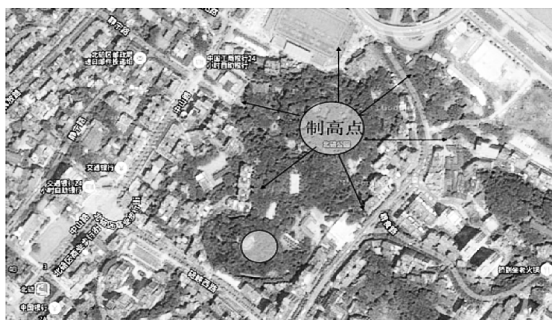


图 1 北碚公园区位图

Fig. 1 Location of Beibei Park



图 2 北碚公园平面图

Fig. 2 Plan of Beibei Park

2 北碚公园植物现状调查

2.1 调查内容与方法

2.1.1 北碚公园植物种质资源调查

实地调查记录北碚公园不同功能分区内的骨干乔木和主要的灌木地被品种,包括主要植物品种、应用形式及整体配置方式等方面的内容。

2.1.2 北碚公园植物景观配植调查

将現地调查与文献资料查找相结合,按功能分

区抽选观赏性较强、有完整的植物景观布局且植物品种较为丰富的群落,拍照记录植物配置形式,作为后期分析的重要资料。

2.2 植物种类

北碚公园植被茂密,森林郁闭度大于 0.6,临近缙云山国家风景区且历史悠久,植物品种多样,有一批树龄长达近百年的黄葛树、香樟、小叶榕、苦楝、朴树、栎树等重庆乡土树种,且整体长势良好。现根据实地调查,统计出北碚公园不同功能分区的骨干树种、灌木地被及其应用情况(表 1)。

表 1 北碚公园各分区植物品种
Tab. 1 Plants species in different areas of Beibei Park

功能分区	植物类型	植物品种	应用形式
植物景观区	骨干树种	黄葛树、香樟、苦楝、构树、合欢、紫叶李、黄钟木、栎树、朴树、小叶榕、南洋杉、桂花、蒲桃、海棠	行道树、孤植、列植、群植
	灌木地被	南天竹、十大功劳、大野芋、曼陀罗、六月雪、马缨丹、美人蕉、肾蕨、玉簪、薛荔、迎春、绣球花、络石、菖草、麦冬	山坡及广场边丛植、群植、篱植
动物景观区	骨干树种	香樟、苦楝、构树、蒲葵、南洋杉、小叶榕、三角槭	孤植、列植、丛植
	灌木地被	棕竹、红叶石楠、铺地柏、八角金盘、小叶黄杨、迎春、地锦	丛植、群植
文化功能区	骨干树种	香樟、黄葛树、罗汉松、龙爪槐、紫薇、樱花、木瓜	孤植、对植、列植
	灌木地被	山茶、紫藤、龟背竹、杜鹃、金叶女贞、南天竹、蜘蛛抱蛋、菖草、地锦、肾蕨、麦冬	列植、丛植、群植、篱植
人文景观区	骨干树种	银杏、蓝花楹、黄葛树、苏铁、罗汉松、荷花玉兰、紫荆、楠竹、凤尾竹、合欢花、紫薇、三角槭	孤植、行道树、树阵、丛植、群植
	灌木地被	腊梅、三角梅、红千层、红背桂、春羽、睡莲、麦冬、冷水花	孤植、丛植、群植
儿童功能区	骨干树种	天竺桂、红枫、樱花、紫叶李、黄钟木、日本珊瑚树	孤植、对植、列植、丛植、篱植
	灌木地被	红花檵木、冬青卫矛、山茶、三角梅、双荚决明、花叶良姜、凤尾竹	孤植、篱植、群植
管理办公区	骨干树种	香樟、小叶榕、栎树、桂花、紫薇	孤植、列植、群植
	灌木地被	日本珊瑚树、南天竹、小叶黄杨、红枫、大野芋、紫鸭跖草、麦冬	孤植、丛植、篱植

2.3 乔灌木配置形式

景观植物设计是根据场地自身条件特征以及对场地的功能需求,利用植物特性组合配置,充分发挥植物本身的观赏特性,创造具有空间、色彩及韵味变化的植物空间^[2]。在景观植物设计中,乔灌木是其应用形式最多、数量最大的部分,决定了植物景观的整体展现效果。北碚公园的乔灌木配置形式可以分为孤植、对植、列植、丛植、群植、篱植等几类:

2.3.1 孤植

孤植是指单独种植一株乔木或栽植几株同种乔木使其紧密地生长在一起从而表现单株效果的种植形式^[2]。主要功能就是构成区域的主景或提供荫庇。北碚公园是山地公园,基本没有开阔的草坪景观,孤植多出现在小型活动广场作为庇荫树,应用较少(图 3,图 4)。



图 3 作孚园下方入口广场
Fig. 3 Entrance square below Zuofu Garden



图 4 怡园
Fig. 4 Yiyuan Garden

2.3.2 对植

对植是指按一定的轴线关系,对称或均衡地种植两株整体效果的两组树木的种植形式,主要是做配景、夹景以烘托主景或加强透视,增加景观的层次感^[2]。北碚公园具有明显的轴线关系,对植的景观

形式较为普遍。如在入口广场对植 2 棵荷花玉兰增强广场的序列感(图 5),作孚纪念园入口对植的 2 棵大型银杏营造出庄严肃穆的氛围(图 6)。



图 5 入口广场
Fig. 5 Entrance square



图 6 作孚园入口
Fig. 6 Entrance of Zuofu Garden

2.3.3 列植

列植是将乔木、灌木按一定的行间距成排或者成行地栽种。列植景观整齐、单纯、有韵律、有气势,常起到引导视线、提供庇荫、做背景或树屏、烘托气氛等作用^[2]。如作孚园列植南洋杉,增强纪念园气势(图 7);下山梯步两侧列植蓝花楹,形成规模式景观效果(图 8)。

2.3.4 丛植

丛植是一种由两株至十几株同种或不同种的乔灌木按照一定规律组合种植的形式,丛植形成的树丛可做主景、配景和背景,并起到隔离作用^[2]。北碚公园作为以传统园林构图形式为主的公园,丛植形式十分普遍,在山坡、路边、广场上均可看到。如怡园小广场中心绿化岛,配置桂花、马尾松形成景观层次(图 9);作孚园两侧对称种植香樟、玉兰、桂花形成高低错落的景观(图 10)。



图 7 作孚园背景林

Fig. 7 Background landscape of Zuofu Garden



图 10 作孚园

Fig. 10 Zuofu Garden



图 8 休憩亭下山步道

Fig. 8 Footpath of going downhill from recreation pavilion



图 11 清凉亭下方坡地

Fig. 11 Hillside field below Qingliang Pavilion



图 9 怡园

Fig. 9 Yiyuan Garden



图 12 九道拐

Fig. 12 Nine turns

2.3.5 群植

群植是二三十至上百株左右的乔灌木成群配置的种植形式^[2],具有“成林”的景观效果,并在功能上可防止强风吹袭,遮挡隐蔽等。公园多数山坡都以群植布景形成成片的林地,荫蔽性较好,植物层次结构复杂,种类很多,有一个比较稳定的生态系统(图 11,图 12)。

2.3.6 篱植

由同一种小乔木或者灌木以近距离密集栽植,形成紧密规整的种植形式。公园绿篱的形式主要出现在公园出入口轴线两侧、广场边缘以及作孚纪念园等较为规则正式的地方(图 13,图 14)。

2.4 植物配置的空间类型

园林植物以各种方式组合,其构成的空间分为开敞式空间、半开敞式空间、覆盖式空间、封闭空间



图 13 北入口

Fig. 13 Northern entrance



图 15 南入口广场

Fig. 15 Southern entrance square



图 14 北入口

Fig. 14 Northern entrance

通过植物景观的遮蔽引导作用营造出一种蜿蜒曲折,疏密得益,引人入胜的感觉。其典型的植物搭配为“结缕草+杜鹃+罗汉松+紫荆+含笑+桂花+荷花玉兰+香樟”,这组植物生长茂盛,层次鲜明,因地制宜地将乔木、灌木、地被植物配置在一个群落中,有层次、厚度、色彩,使具有不同生物特性的植物各得其所,从而构成了一个和谐、有序、稳定而又能长期共存的复层立体植物群落,有很强的植物景观观赏效果^[4](图 16)。

和垂直空间 5 种类型^[3]。

2.4.1 开敞空间

植物围合的开敞空间是指在一定区域范围内,人的视线高于四周景物的植物空间,具有四周开放性、外向性、无私密性等特点^[4]。作为山地公园,北碚公园开放空间除广场外,山顶、亭台以及疏林草地等均是其重要部分。如公园的入口广场前以“金叶女贞+樱花+玉兰+黄葛树”的植物组合形式围合广场,后侧上升台阶两侧以“狗牙根+小叶黄杨+南天竹+红枫+荷花玉兰+香樟”形成广场主体景观。春季可观樱花与玉兰,初夏有荷花玉兰,同时常绿大型乔木搭配红枫、南天竹等色叶小型乔灌,形成植物种类多样,层次结构感强,季相分明的入口植物景观(图 15)。

2.4.2 半开敞空间

半开敞空间是指在一定区域范围内,周围不完全开敞,而是有部分视角用植物阻挡了人的视线^[4]。北碚公园通往怡园的部分道路就是一个典型的半开敞空间,一侧是高大乔木形成的密林,另一侧是 2 m 左右的小乔木和灌木组团降低压迫感,并



图 16 怡园

Fig. 16 Yiyuan Garden

2.4.3 覆盖式空间

覆盖空间通常位于树冠与地面之间,通过植物树干的分枝点高低,浓密的树冠来形成空间感^[4]。北碚公园作为一个八十多年建园史的老公园,部分行道树及园景树树龄较大,已形成浓密的树冠,覆盖式空间是其最典型的空形式。例如公园硯山馆广场两侧道路根据起伏的高差种植香樟、苦楝、天竺桂、楠竹等,形成覆盖式空间,增强道路的进深感(图 17)。



图 17 砚山馆东侧道路

Fig. 17 Eastern road of Yanshan Pavilion



图 18 公园边缘坡地

Fig. 18 Border slope of park

2.4.4 封闭空间

封闭空间是指人所处的区域范围内,四周用植物材料封闭,这时人的视线受到制约^[4]。公园的封闭空间多位于边缘地区高差较大的坡地上,由于缺少养护,植物在人工种植的基础上自然生长,几十年的演化形成浓密的乔灌木混交林,为公园增添了野趣(图 18)。

2.4.5 垂直空间

垂直空间是指用植物封闭垂直面,开敞顶空间的形式^[3],根据植物应用形式垂直空间一般可以分

为 2 种:1)利用分支点低、树冠茂密、形态挺拔的中小乔木以及修剪整齐的高灌木形成的树阵和绿篱构成的空间;2)在陡坡、堡坎以及建筑外立面利用藤本、小型灌木和地被对垂直立面进行覆盖形成的空间。北碚公园是典型的山地公园,地形起伏较大,堡坎、挡土墙多,部分空间还设置有廊架,垂直空间主要以第二种形式为主。从清凉亭通往影园的道路一侧均为堡坎,主要的植物搭配形式可分为以下几种(图 19):



A



B



C



D

图 19 堡坎垂直空间植物景观

Fig. 19 Plant landscape of fortress vertical space

1) 1 m 以下的堡坎:“绣球花+鸢尾+棕竹”(图 19A);

2) 1~2 m 堡坎:“结缕草+迎春”(图 19B);“葎草+马缨丹+大野芋/曼陀罗”(图 19C);“地锦+迎春+腊梅+麦冬”(图 19D)。

公园垂直绿化中除了堡坎外,其景墙和廊架绿化更为出彩。作孚园入口景墙的植物搭配为“麦冬+地锦/薜荔+杜鹃+龟背竹+棕竹+紫薇+凤尾竹”。景墙后山坡密植凤尾竹,形成质感统一的绿色背景,也将白色景墙凸显出来,在景墙底部边缘种植杜鹃

镶边,减少建筑边界的生硬感,红色的杜鹃花也可作为植物组团的点缀,同时在景墙顶部搭配地锦与薜荔柔化景墙边界,紫薇作为唯一花廊起到点景作用,丰富景观季相(图 20,图 21)。

3 植物景观特色

3.1 植物配置形式多样

北碚公园历史悠久,整体风格体现了中国古典园林的自然式布局,植物配置灵活多变,形式十分丰



图 20 作孚园入口景墙

Fig. 20 Landscape wall of entrance in Zuofu Garden



图 21 盆景园入口廊架

Fig. 21 Gallery of entrance in potted landscape garden

富,根据公园活动空间功能、形式的不同采用孤植、对植、丛植、群植等形式,同时也注重植物之间的搭配,给人和谐的感觉。

3.2 植物空间类型多变

北碚公园的植物空间囊括了空间的五大基本类型,且由于时间的修饰,还形成各种变化多样的过渡空间形式。公园植物整体配置疏密有致,错落不一,乔灌木搭配合理,形成开合变化丰富的植物空间。

3.3 群落类型十分丰富

整个公园生境稳定,群落类型丰富,不仅具有配置形式丰富多样的人工植物群落,而且还在时间的催化下形成了多种野生树种与园林树种共生的混合型自然群落,很大程度上改善了周边城市环境,改良了局部小气候。

3.4 季相变化丰富多彩

公园在植物季节景观营造上也十分成功,不仅四季常绿,而且季季有景,季季不同。春天迎春、樱花、白玉兰、紫玉兰竞相争艳;夏季黄葛荫郁,蓝花楹绽放;秋季银杏、黄钟木的黄,红枫、鸡爪槭的红漫山

遍野,如一幅美丽的画卷;冬季小叶榕、黄葛树、香樟、桂花、罗汉松翠绿挺拔,保证四时之景各具特色。

4 存在的问题与建议

北碚公园绿化植被丰茂,种类繁多,特别是在时间的雕琢下,部分景点的植物配置堪称典范,造就了一批生长几十年的黄葛树、栾树、香樟、苦楝、朴树等高大乡土树种,这些骨干树种成为公园的一大特色,见证了公园八十多年的变迁。同时,公园边缘坡地以及人群较少涉及的山谷区域野生灌木和地被花卉品种丰富,与高大乔木搭配,构成富有野趣的稳定生态系统,这也是区别于重庆其他公园的植物景观特色。但作为一个建造近九十年的公园,在后期维护运营方面仍存在问题。

4.1 存在的主要问题

4.1.1 后期养护不到位

公园景观的营造较大部分是植物景观的营造,因此不仅需要考虑四维空间的呈现样式,同时还有时间维度上的生长变化,想要发挥出景观的最好效果,就需要后期持续不断地养护与改良。一般公园绿地的后期管理包括植物的修剪移植、病虫害防治、施肥浇水、除草等养护工作。北碚公园整体绿化环境较好,但由于公园部分地区坡度较大,空间变化多样,导致部分地区植物杂乱,非常影响景观效果的整体呈现。

4.1.2 部分区域种植密度过大

公园边缘坡地植物种植的密度较大,多是不同品种的混植,导致地被层植物难以得到充足阳光,后期生长缓慢,需要移植或选择性别除来保证大部分植物正常生长。

4.2 改进建议

作为重庆市历史最为悠久的公园之一,北碚公园在植物景观方面的主要问题是出在后期养护与运营上,针对前面的问题提出以下几点建议:

4.2.1 植物的修剪移植

公园部分植物景观杂乱,需定期进行修剪整形,以此来调节和控制公园植物生长态势和开花结果,同时通过移植和加种解决植物更新问题,满足观赏要求,达到美观与可持续发展的效果。

4.2.2 植物的生长养护

植物的生长养护主要通过土质改良,提高土壤肥力来促进植物生长。土质改良主要采用人工疏松表层土壤,增加透气性和湿度来促进肥料和植物组

(下转第 176 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.032

国家植物博物馆建设的必要性及解读

杨清¹, 吴展奎²

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650201; 2. 昆明市机关事务管理局呈贡苗圃, 云南 呈贡 650205)

摘要: 结合国家发展需求和云南省实际, 阐述国家植物博物馆建设的必要性和重要性, 以及其落户昆明市的先天优势: 地缘优势、资源优势、技术优势、气候优势和人和优势。对博物馆的分类和植物园的发展历史进行分析, 提出了“植物园就是活的植物博物馆”的“馆园一体”国家植物博物馆的基本形态, 并探讨其展陈形式和建设布局, 提出了国家植物博物馆选址的几大核心要素以及“国际一流, 国内领先”的建设目标。

关键词: 国家植物博物馆; 植物多样性; 优势分析; 基本形态; 展陈形式; 建设规模

中图分类号: S718.521.2; G268 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2019)02-0171-06

引文格式: 杨清, 吴展奎. 国家植物博物馆建设的必要性及解读[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 171-176.

YANG Qing, WU Zhankui. Necessity and Interpretation of the Construction of National Botanical Museum[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 171-176.

Necessity and Interpretation of the Construction of National Botanical Museum

YANG Qing¹, WU Zhankui²

(1. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China;
2. Chenggong Nursery, Kunming Administration of Government Affairs, Kunming 650205, China)

Abstract: The necessity and importance of the construction of the national botanical museum, as well as the innate geographical, resource, technological, climatic and favorable human advantages of its location in Kunming were expounded based on the national development needs and the actual situation of Yunnan Province. This paper analyzed the classification of the museum and the development history of botanical gardens, put forward the basic form of the “integration of museums and gardens” with the idea “botanical garden is a living museum”, explored the exhibition form and construction layout of the basic form, and indicated the core elements of site selection and the construction goal of “world-class and domestic leading” for national botanical museum.

Key words: national botanical museum; plant diversity; advantage analysis; basic form; exhibition form; scale of construction

植物是这个星球上最古老的“居民”, 是人类赖以生存的物质基础, 为人类提供氧气、食物、药材等, 在维护生态平衡、改善生态环境方面的作用尤其突出, 也为地球上其他生物提供了赖以生存的栖息和

收稿日期: 2018-10-18.

第一作者: 杨清(1969-), 男, 重庆忠县人, 博士, 副研究员. 主要从事植物多样性保护与建设研究. Email: yangqing@mail.kib.ac.cn

繁衍后代的场所。除了经济价值和生态价值外,还具有重大的社会价值,如艺术价值、美学价值、文化价值、科学价值、旅游价值等,与人类的关系最密切。可以说,植物伴随着人类诞生、发展、前进的全过程,也是人类继续走向未来、实现可持续发展不可或缺的宝贵资源。中国是世界上植物种类最丰富的国家之一,拥有高等植物 3.2 万多种。其中苔藓植物、蕨类植物、种子植物分别占世界已知种类的(苔藓未统计确定数)22%、36.7%,仅次于巴西和哥伦比亚,据世界第三位^[1]。裸子植物占世界已知种类的 26.7%,位列世界第一,被誉为“裸子植物的故乡”。而我国一直缺少一座展示植物多样性、植物历史、文化和保护成就的国家级博物馆,历经多次的建议与提议,国家植物博物馆于 2017 年正式落户云南省昆明市。笔者尝试从国家需求、昆明优势分析这一国家级项目建设的必要性,从博物馆的发展历史、形式、规模和功能布局的分析比较中,梳理出国家植物博物馆选址中需考虑的众多要素,为选址乃至以后的规划、建设提供参考借鉴。

1 国家植物博物馆的需求分析

1.1 是我国植物多样性在全球地位的集中体现和诠释

进入 21 世纪以来,对生物多样性的保护和可持续利用已成为人类文明发展的主旋律。对生物多样性的认识和保护已成为衡量一个国家生态文明水平和可持续发展能力的重要标准。以植物为主的全球 34 个生物多样性热点地区中,“中国西南山地”、“东喜马拉雅山地”、“印缅区”和“中亚山地”均全部或部分位于云南的疆域内。国家植物博物馆的建设可直接有效地向世人集中展示我国丰富的植物资源及其在全球的地位,诠释我国植物对世界可持续发展与普世文明传播的重要作用。近年来,随着生态文明建设的持续推进,绿色发展理念日益成为社会各界的广泛共识,人们越发重视植物保护在经济社会发展中的重要作用,世界各国对中国植物资源及其保护、开发、研究等的关注度也在日益上升。

1.2 是展示我国植物多样性保护成就的重要平台

中国政府近年来提出的生态文明、美丽中国等一系列战略和相关政策均体现出在生物多样性保护上的努力与作为。建设国家植物博物馆是落实《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》中提出关于“维护生物多样性,建设救护中心和基因库”要求的具体行动,是实施国务院

批准的“生物多样性保护重大工程”的重要内容,是我国履行《生物多样性公约》和推进生物多样性保护与可持续利用的必然选择,也是实施《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011-2030)》的重要任务。国家植物博物馆建设,集中向世界展示我国对全球生物多样性保护计划采取的行动和推进植物多样性保护与可持续利用方面所做出的贡献,更好地体现国家履行《生物多样性公约》的诚意,树立良好的大国形象,体现当代中国将生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设和社会建设的现实成果。

1.3 是提升社会公众科学文化素养的讲堂

当前,国民环境意识的觉醒需要全民性科学精神与文化素养的提升,而社会公众对植物作用的认识水平也很大程度上反映了国民科学文化水平。建设国家植物博物馆功能体系,可利用丰富多彩的内容,通过富有知识性、教育性、体验性及启迪、探索性的展示与活动,结合现代虚拟技术和互联网技术等,多渠道、多层次、全方位地展示丰富多彩的植物世界及其演化过程,为公众提供一处生态文明教育的场所,增强公众对植物多样性保护的认识、认同和实践。引导公众树立欣赏大自然、珍惜大自然的理念,唤起公众对保护生物多样性的责任感和使命感,促进公众对传统文化和健康文化的传承。

1.4 是我国生物产业在“一带一路”战略上的窗口

2013 年国务院印发的《生物产业发展规划》中明确,到 2020 年,把生物产业发展成为国民经济支柱产业等目标。我国生物产业的“爆发”式发展,带动了生物产业外向型经济转型。尤其是随着“一带一路”战略的实施,生物产业板块在外向型经济格局中所扮演的角色愈发重要。建设国家植物博物馆,一方面可以充分展示宣传我国对植物资源的有效与可持续利用成就,另一方面也有利于生物产业积极融入“一带一路”战略。云南省是我国植物资源最丰富、生物产业较发达的地区,其生物特色产业能够支撑云南建成面向东南亚及全世界的辐射中心,国家植物博物馆功能体系可以作为云南省乃至全国展示生物产业外向发展的窗口。

1.5 是引领昆明“大健康”产业发展的必然要求

“大健康”产业已逐渐成为当前引导全球经济发展和社会进步的重要产业之一。我国把“大健康”产业作为国家战略性新兴产业,提出了新医改方案和“健康中国 2030”的发展战略。2013 年国务院发布《促进健康服务业发展的若干意见》也明确

提出发展健康服务业是我国全面建成小康社会的重要标志。建设国家植物博物馆功能体系,既可以从植物与人类关系和植物科技等内容入手,全方位展示我国乃至世界的生物健康技术;也可以从科学研究入手,以推动产学研用相结合的模式为大健康产业提供支持,是引领昆明大健康产业有序发展的必然要求。

综上所述,通过建立一个集植物多样性宣传教育及展示、资源收储和研究、国际合作与交流等多功能为一体的国家植物博物馆,让公众系统地了解中国的植物多样性,了解人类、各种动植物及整个大自然环境相互之间的关系,深刻理解和体会以植物为主的生物多样性的的重要性,使生态文明建设扎根于公众心中,对激发公众积极参与建设美丽中国和实现中国梦具有重要意义。

2 国家植物博物馆落户昆明市的优势分析

云南是全国植物多样性最为丰富的省份,在我国乃至全球生物多样性保护中具有十分重要的地位。云南具有较为完善的以植物为主的生物多样性保护科研平台和人才队伍,其研究和保护工作在全国处于领先水平。在云南省建立国家植物博物馆具有良好的自然禀赋和扎实的工作基础。昆明市作为云南省的社会、经济、政治的中心,在建设生物多样性博物馆上具有不可比拟的优势和先天条件。

2.1 地缘优势

2015年1月习近平总书记视察云南时强调,要把云南努力建设成为面向南亚、东南亚的辐射中心。昆明市是云南省省会,是中国面向南亚、东南亚开放的前沿和门户城市,在我国“一带一路”对外开放格局中具有重要的战略地位,已经明确提出,在本世纪中叶把昆明市建设成为面向南亚、东南亚的区域性国际中心城市。建设国家植物博物馆最有利于展示我国植物资源保护与利用的新成果,可以促进我国与南亚、东南亚国家在植物多样性领域的交流与合作,加强我国与南亚、东南亚邻国在跨境植物多样性保护方面的联动性和科技共享,传递中国在植物多样性保护与可持续利用方面的“好故事”,进一步巩固我国与周边国家和地区的睦邻友好关系。

2.2 资源优势

云南素有“植物王国”、“天然花园”、“香料之乡”、“药物宝库”等美誉,因得天独厚的立体自然环境,几乎集中了从热带、亚热带至温带甚至寒带的所有植物种类,共有高等植物 274 科 2 076 属 1.7 万

多种,占全国高等植物总数的 62.9%。云南中药材资源种类有 6 559 种,占全国中药材种类总数的 51.4%,无论是品种还是数量均居全国之首;其中植物药资源 6 157 种,尤其是三七、天麻、云茯苓、虫草等道地药材质地优良,享有很高的声誉^[2]。昆明市还拥有“石林”、“轿子雪山”等一批世界自然遗产和国家级自然保护区,五百里滇池宛如“高原明珠”璀璨夺目,五万亩滇池湿地绵延百公里美如仙境。目前,昆明市辖区内从事植物迁地保护的单位众多,保存的植物极其丰富,有中国科学院昆明植物研究所、云南省林科院、云南省林业厅珍稀濒危植物保护中心、西南林业大学、世博园等,迁地保护的植物种类丰富。“西南野生生物种质资源库”已成为全球第二大的植物野生种质资源库,有效保存了 9 484 种植物种质资源(2017 年底数字),其植物标本馆是中国第二大植物标本馆,馆藏植物标本近 150 万份,昆明植物园保存活体植物 7 000 余种,是中国科学院战略资源植物保存体系的重要基地。综上所述,表明昆明市建设国家植物博物馆具有得天独厚的植物活体展示与植物实物收藏基础。

2.3 技术优势

建国初期,中国科学院就将植物研究所和动物研究所落地昆明,胡先骕、郑万钧、俞德浚、吴征镒等中国老一辈植物学家都长期在昆明从事科研工作。在吴征镒、蔡希陶等老一辈科学家的带领下,昆明市辖区内的昆明植物研究所、中国科学院西双版纳热带植物园、云南大学、西南林业大学、云南农业大学、云南中医学院、云南省林业科学院、云南省农业科学院等知名的科研机构和大学聚集了中国一大批植物学领域的专家和专业人才,搭建了较为完善的科研平台,具备了植物资源研究、收集和保藏、科普教育等方面的雄厚基础和人才队伍,植物基础研究和保护工作在全国处于领先水平,培养了大批优秀人才,为国家植物博物馆的规划建设提供了最坚实的人才和技术保障。

2.4 气候优势

昆明素有“天气常如二三月,花枝不断四时春”。昆明四季如春,夏无酷暑,冬无严寒,是全国年温差最小的城市,年均温 15℃ 左右,年均日照时间 2 200 h 左右,无霜期 240 d 以上,年均风速 2.2 m/s,四季均有温暖的阳光,每天都有清新的空气,空气质量在全国省会城市中排前三位,这样的气候既适合植物的生长,也适合于康养和旅游等行业的发展。1999 年,昆明市成功举办了世界园艺博览

会,在全球产生了巨大影响。

2.5 人和优势

所谓“人和”,指的是多方支持的强大合力。2015年1月,中国国家主席习近平在云南考察时强调,要着力推进生态环境保护,希望云南主动服务和融入国家发展战略,努力成为我国民族团结进步示范区、生态文明建设排头兵、面向南亚、东南亚的辐射中心,谱写好中国梦的云南篇章。2017年1月,国务院总理李克强到云南考察时,对在昆明建设“中国国家植物博物馆”的设想给予了充分肯定和明确支持。2017年5月,在国家有关方面研究论证的基础上,中国政府明确同意在云南省昆明市建设中国国家植物博物馆。同时,中国科学院与昆明市政府已达成了双方共建国家植物博物馆的意愿。此外,云南省政府明确表示将支持昆明市建设国家植物博物馆,在昆明辖区内的科研机构都希望并支持在昆明建设国家植物博物馆。在昆明建设国家植物博物馆已形成空前少有的人和优势。

综上所述,在昆明建设中国国家植物博物馆顺应了天时、地利与人和,完全符合云南绿色发展和加强生态文明建设的内容,符合“我国重要的生物多样性宝库和西南生态安全屏障”的生态环境保护定位和“生态文明建设排头兵”的发展定位,其规划建设有助于落实绿色发展理念、推动生态文明建设,有助于更好地保护我国的植物资源和生物多样性,有助于为人类的可持续发展发挥应有的作用。

3 国家植物博物馆的形态与形式研究

国际博协对博物馆的定义进行过多次修订,目前大家基本认同的表述是:博物馆是一个不追求营利的,为社会和社会发展服务的,向公众开放的永久性机构,以研究、教育和欣赏为目的,对人类和人类环境的见证物进行搜集、保存、研究、传播和展览。我国现阶段的博物馆定义与此基本相同(见《博物馆条例》草案)^[3]。

3.1 博物馆的定义与分类

国际上通常以博物馆的藏品和基本陈列内容作为类型划分的主要依据。按照这个标准主要划分为:历史博物馆、艺术博物馆、科学博物馆、综合博物馆、其它。随着社会文化、科学技术的发展,博物馆的数量和种类越来越多。国际博物馆协会将动物园、植物园、水族馆、自然保护区、科学中心和天文馆以及图书馆、档案馆内长期设置的保管机构和展览厅均划入博物馆的范畴。中国的博物馆在1988年

以前都是按照专门性博物馆、纪念性博物馆和综合性博物馆进行划分,国家统计局也是按照这三类博物馆来分别统计干部发展数字的。目前中国博物馆事业的主管部门和专家认为,在现阶段,参照国际上一般使用的分类法,根据中国的实际情况,将中国博物馆划分为社会历史类、自然科学类、文化艺术类和综合类。同时,明确把动物园、植物园、水族馆、自然保护区等归为园囿性的自然博物馆范畴。形态上包含建筑物、植物园、动物园、水族馆、户外史迹、古城小镇博物馆化、长期仿古代生活展示(民俗村)以及视听馆、图书馆、表演馆、档案资料馆等皆可纳入。内容上一般分为美术馆、历史博物馆、人类学博物馆、自然历史博物馆、科学博物馆、地区性博物馆及特别专题博物馆等。

3.2 植物博物馆现状分析

鉴于活体植物展示条件的特殊性,目前全世界以植物为主题的大型专题植物博物馆比较少,只是在个别大学、研究所或植物园内建立了植物博物馆,如美国哈佛大学的植物博物馆(Botanical museum, Harvard University)、德国柏林植物园和植物博物馆(botanic garden and botanical museum berlin-dahlem)、英国剑桥大学植物博物馆(Cambridge, Botanical Museum)、拉脱维亚大学植物博物馆(Botanical Museum - University of Latvia)、希腊锡阿蒂斯塔植物博物馆(Botanic Museum of Siatista)、喀山(伏尔加河地区)联邦植物博物馆(Botanical Museum - Kazan (Volga region) Federal)等。国内植物博物馆就更少,目前只有西北农林科技大学植物博物馆和哈尔滨师范大学动植物博物馆。这些国内外植物博物馆的前身几乎都是以前的植物标本馆,为了向公众开放,实现科普教育改造而成植物博物馆。

与植物相关的博物馆主要包括植物园(标本馆、科普馆)、自然博物馆、博物馆自然部等,自然类博物馆中植物的展陈占据相当大的比重,特别是国内外许多专家都认为植物园就是“活的植物博物馆”。据不完全统计,目前全球120多个国家约有3100多座植物园,中国植物园有280多个,综合性植物园有10家,其面积均在133.3 hm²以上。它们致力于植物分类、药用植物、经济植物和园林园艺等研究,同时因植物种类多样、园林景观优美、科学内涵丰富、环境清新幽雅、科普设施完备,使植物园成为公众普及科学知识和休闲游憩的重要场所。

因此,建设一座高水平大型国家植物博物馆,系统地展示植物相关知识,甚至引入温室进行活体植

物展示,在世界范围内均是一项创新。

3.3 国家植物博物馆的基本形态与建设形式

3.3.1 国家植物博物馆的基本形态

根据博物馆的定义和范围,依据我国博物馆的划分标准,认为国家植物博物馆应属于自然科学类博物馆范畴,其形态上与植物园更接近。胡玉熹等专家早在 1995 年就明确提出植物园是“活的植物博物馆”^[4]。在与植物园界、自然博物馆界的一些专家交流过程中,大家均认同“植物园就是活的植物博物馆”的观点,认为应打破传统博物馆单一实体建筑的概念,尝试掀开“博物馆的屋顶”,侧重打造由山水、树木、花鸟、建筑和风景园林相互衬托的,有利于生物、植物、动物和人类和谐发展的外部生态空间,激发人们热爱自然、热爱科学、热爱艺术的热情,2017 年 7 月在深圳举办的第 19 届国际植物学大会期间,昆明市委市政府会同中国科学院昆明分院、昆明植物所、西双版纳植物园等组织召开了国家植物博物馆建设国际咨询会,来自中国、美国、英国、加拿大、澳大利亚等国内外 20 名植物学领域的专家对提出的“植物园就是活的植物博物馆”的“馆园一体”形式给予了高度认可,认为在国内外都是一种创新,也是国家植物博物馆最重要的特色。

3.3.2 国家植物博物馆的展陈形式

根据国家植物博物馆的形态与功能要求,在展陈形式上应将传统的自然博物馆以实物(标本、化石、种子)为主的室内展陈方式和植物园以活体植物为主的室外展示方式进行有机结合。同时融入植物艺术、文化、历史三大元素,除展示药用植物、食用植物等与人类生活息息相关的内容外,还应展示中国几千年的农业文明、植物文化(茶文化、中药文化等)以及植物利用等方面的成就,特别要关注植物的美学价值、诗歌、绘画等成果,以及多样的少数民族文化和多民族植物利用方式及其传统工艺等,体现中国对世界植物资源的贡献和取得的成就。依据昆明市现有的各种资源优势和建设周期,可考虑把中国科学院昆明植物研究所的昆明植物园和西南野生生物种质资源库、云南省林科院的树木园与国家植物博物馆的主场馆建设有机结合,形成整体,真正把国家植物博物馆建设成为世界上少有的且特色鲜明、展陈形式多样的“鲜活的植物博物馆”。

3.3.3 国家植物博物馆的建设规模

依据国家植物博物馆的形态和功能要求,按照“馆园一体”的建设形式,其属于自然类博物馆和植物园的结合体。因此,其建设规模要参考自然类博

物馆和植物园的规模。从我国目前的自然类博物馆来看,自然类博物馆的建筑面积均在 15 000 m² 以上,最高的江西自然博物馆达 71 000 m²;从已知的藏品数量来看,自然类博物馆的藏品数量在 5 万~40 万件,与国际自然类博物馆的藏品数量相距甚远(表 1)。因此认为,作为一个代表国家水平的植物博物馆,其规模应属于大型的自然类博物馆,主场馆的建筑面积应不少于 50 000 m²。近期内植物相关的藏品应不少于 10 万件。同时,从现有国内植物园的发展情况来看,要建设一个国内一流的植物园区,其植物园的核心园区应在 100 hm² 以上,近期活体植物保存数量应不少于 10 000 种(含品种)(表 2)。

表 1 我国综合性自然博物馆基本情况

Tab. 1 Basic situation of comprehensive natural museums in China

博物馆名称	始建(修建)年份	建筑面积 /m ²	藏品数量 /万件
天津自然博物馆	1998	30000	40
大连自然博物馆	1998	51000	20
吉林省自然博物馆	2001	15000	5
山东省天宇自然博物馆	2004	32000	39
陕西自然博物馆	2007	16000	-
江西自然科学博物馆	2008	71000	-
北京自然博物馆	2009	24000	20
上海自然博物馆	2009	45000	27
浙江自然博物馆	2009	26000	18
重庆自然博物馆	2009	31000	11
西藏自治区自然科学博物馆	2010	33000	-
青藏高原自然博物馆	2011	16000	-

国家植物博物馆建设以国际一流、国内领先为目标,在收藏与展示上应具有全球视野和中国责任。可以肯定,国家植物博物馆的建设一定会成为昆明城市文明建设的重要标志和城市文明程度的一张名片。因此,项目建设的前期工作应与城市规划工作紧密结合,保证重点项目建设顺利进行是取得良好经济效益、社会效益和环境效益的重要条件。笔者希望通过对这一项目的解读与选址要素研究,为以后的重大项目选址,特别是大型场馆选址规划提供参考。

表 2 我国综合性植物园建设情况

Tab. 2 Construction situation of comprehensive botanical gardens in China

植物园名称	始建年份	面积 /hm ²	专类园区数量 /个	保存数量/种 (含品种)
中国科学院华南植物园	1929	318	37	14500
江苏省(中国科学院)南京中山植物园	1929	186	≥20	≥9000
江西(中国科学院)庐山植物园	1934	33	15	5000
中国科学院昆明植物研究所昆明植物园	1938	44	15	≥7000
北京植物园	1956	200	10	10000
中国科学院植物研究所植物园	1956	74	13	≥7000
中国科学院武汉植物园	1958	184	16	11340
广西(中国科学院)桂林植物园	1958	73	≥10	5600
中国科学院西双版纳植物园	1959	1125	38	12000
深圳(中国科学院)仙湖植物园	1983	546	≥20	9000
上海(中国科学院)辰山植物园	2011	207	26	11000

注:数据主要来源于《中国植物园联盟 2016 年报》。

区建设指挥部的全体工作人员均为国家植物博物馆的前期建设作了大量工作。同时,本文写作过程中得到国家发改委政策研究室孙涛副主任和原首都博物馆馆长、现任中华世纪坛世界艺术中心总监韩永教授的指导与帮助,在此一并致谢!

参考文献:

[1] 陈炳浩. 我国森林野生动植物多样性的特点和保护概况[J]. 生态学杂志,1993,12(3):39-43.

[2] 朱兆云. 云南天然药物图鉴(第一卷)[M]. 昆明:云南科技出版社,2001.

[3] 王宏钧. 中国博物馆学基础修订本[M]. 上海:上海古籍出版社,2001.

[4] 胡玉慧. 植物博物馆(当代博物馆丛书)[M]. 郑州,河南教育出版社,1995.

[5] 刘权. 博物馆选址及筹建工作探讨——以广州十三行博物馆为例[J]. 科技经济导刊,2017(6):122-123.

[6] 权东计,李建伟,刘兴昌. 贺兰山岩画博物馆选址分析[J]. 人文地理,2004(6):67-70.

致谢:国家植物博物馆和中国昆明大健康产业示范

(责任编辑 许易琦)

(上接第 170 页)

织的分解,促进植物根系的良性生长;提高土壤肥力适用于需肥量较高的大型乔木,可在根系周围土壤定点施肥,维持土壤肥力,保证公园植物的良性生长。

4.2.3 植物病虫害防治

北碚公园建园时间较长,基本形成了较为稳定的生态系统,病虫害较少,调查到的病害主要有叶斑病和灰霉病,且危害范围较小,在病虫害防治方面主要需要进行前期防护,可通过合理施肥增强植株的抗性,对已发病的植株尽早防治,对症下药,适时下药。

4.2.4 植物养护成本控制

植物养护成本主要有 2 方面:1)运营管理的人力成本,2)植物养护导致的资源消耗成本。具体措施主要有以下几方面:对植物养护人员采用定员、定

额、定任务、定经费和超额奖惩制度;科学合理地采用灌溉方式,更新为喷灌、滴灌等现代灌溉设施,根据情况可以适当选用一些保水剂;对植物修剪下的枝叶、杂草就地变成植物生长基质,实现废物循环利用。

参考文献:

[1] 苏雪痕. 植物造景[M]. 北京:中国林业出版社,1994.

[2] 徐敏,陈涵子. 景观植物设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.

[3] 陈敏捷. 中国古典园林植物景观空间构成研究[D]. 北京:北京林业大学,2005.

[4] 刘辉. 菏泽赵王河公园植物景观调查分析[J]. 安徽农业科学,2013(2):707-709,712.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.033

山西历史文化古城综合价值评价研究

——以太谷古城为例

温媛媛¹, 武小钢²

(1. 山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学 城建学院, 山西 太谷 030801)

摘要:为解决近年来山西历史文化古城保护工作中出现的片面化保护问题,构建了以物质性价值、非物质性价值、保护修复措施为基础,24个指标的评价体系模型。应用Delphi法和AHP法对指标进行权重分析,得出历史文化古城综合价值评价体系。随后以太谷古城为实例,说明了该评价体系的应用流程,通过具体分析评价指标得分情况,为古城的开发、保护提供有针对性的意见。

关键词:太谷古城;综合价值;评价体系;Delphi法;AHP法

中图分类号:K928.71 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0177-06

引文格式:温媛媛,武小钢.山西历史文化古城综合价值评价研究——以太谷古城为例[J].林业调查规划,2019,44(2):177-182.

WEN Yuanyuan, WU Xiaogang. Evaluation for Comprehensive Value of Historical and Cultural Ancient City in Shanxi——Taigu Ancient City as an Example[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 177-182.

Evaluation for Comprehensive Value of Historical and Cultural Ancient City in Shanxi

——Taigu Ancient City as an Example

WEN Yuanyuan¹, WU Xiaogang²

(1. College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China;

2. College of Urban Construction, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: In order to solve the one-sided protection situation for historical and cultural ancient cities in Shanxi in recent years, the evaluation system model of 24 indicators based on material value, non-material value and protection and restoration measures was constructed. The Delphi method and the AHP method were used to analyze the weights of the indicators and obtain the comprehensive value evaluation system of historical and cultural ancient cities. Based on the study for Taigu Ancient City, the application process of the evaluation system was illustrated and the evaluation indicators were specifically analyzed to provide the targeted reference for the development and protection of the ancient city.

Key words: Taigu Ancient City; comprehensive value; evaluation system; Delphi method; AHP method

收稿日期:2019-01-28;修回日期:2019-01-31.

第一作者:温媛媛(1992-),女,山西太原人,风景园林学研究生.主要研究方向为城乡规划设计. Email:824006432@qq.com

责任作者:武小钢(1977-),男,山西忻州人,教授,博士,硕士生导师.主要从事景观生态学、森林生态学的教学、科研和管理工作. Email:wuxg@sxau.edu.cn

古城作为经济、历史、文化以及居民生活形态的积淀,具有较高的综合价值,是人类历史文化的重要组成部分。面对新建筑的围堵及旧城区改造,古城的损耗现象日益严重。资源的过度商业化利用,导致古城本土特色丧失与文化同一。现有研究大多基于历史文化古城建筑保护,对古城整体保护和探索相对较少。要实现古城的整体保护与可持续发展,需要科学评价其综合价值,进行有针对性的保护更新。

目前国内关于历史文化古城评价的研究大多数均以定性评价为主^[1-3],对定量评价还处于探索阶段。现有的研究方向主要以对历史文化街区、名城的建筑评价^[4-6]、空间活力评价^[7]及旅游环境评价^[8-10]等为主。评价案例主要围绕一批已有较高知名度、开发度的历史文化名城、街区展开,如西安^[11]、武汉^[12]、哈尔滨^[13]、北京什刹海^[14]、福州市三坊七巷^[15]等,对未完全开发的独具特色的历史文化古城评价研究极少。由于历史文化古城构成的复杂性,需建立一个全面、客观的评价体系,对构成古城的各个要素进行综合评价,从而正确地认识评价对象的价值特色,为古城研究、保护、规划工作提供科学依据。因此,本研究结合历史文化古城特征,基于 AHP 法和 Delphi 法构建历史文化古城综合价值评价指标体系,并以山西太谷古城为例进行实证研究。

1 历史文化古城综合价值评价体系构建

1.1 综合价值评价体系模型

住房城乡建设部于 2016 年下发的《中国历史文化名城名村评价指标体系》为现行最为常用的评价体系,主要包括价值特色和保护措施两大指标,12 项评价指标因子。其中价值特色 70 分,包括镇或村庄建成区文物等级与数量、镇或村庄建成区历史建筑数量、重要职能特色、镇或村庄建成区不可移动文物与历史建筑规模、历史环境要素、历史街巷(河道)规模、核心保护区(风貌完整性、历史真实性、空间格局特色功能)、核心保护区生活延续性、非物质文化遗产共 9 项。保护措施 30 分,包括保护规划、保护修复措施、保障机制共 3 项。在对该体系的研究实践过程中,发现《中国历史文化名城名村评价指标体系》侧重于评价对象的建筑、街区等的规模数量,不能很好地反映评价对象非物质文化方面的特殊地域文化价值以及发展潜力、居民认同感等因素,导致评价结果不合理。

对历史文化古城基本特征进行研究,参考《中国历史文化名城名村评价指标体系》及相关文献^[16-18]研究中出现的高频指标,基于选取指标的整体性、科学性、可比可量原则,对指标进行相关性分析和信度、效度分析,取舍与增添后得出以下综合价值评价体系模型(图 1)。模型共四层,即目标层 A、综合评价层 B(3 项指标)、准则层 C(8 项指标)、因子评价层 D(24 项指标)。

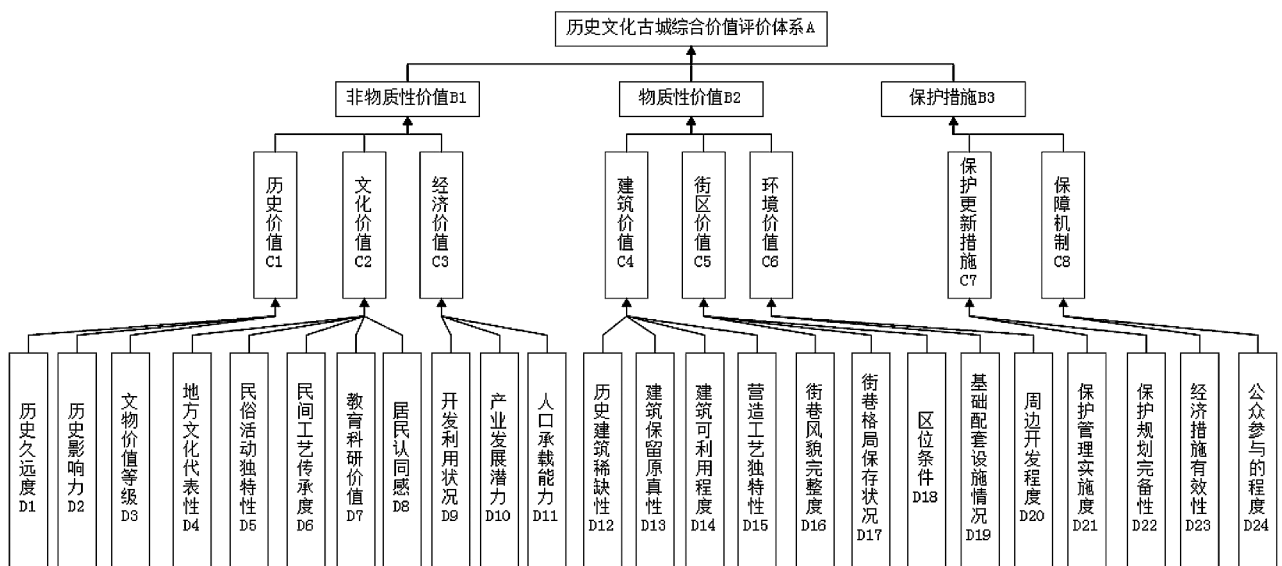


图 1 历史文化古城综合价值评价体系模型

Fig. 1 Evaluation system model of comprehensive value of historical and cultural ancient city

1.2 层次分析法计算评价体系权重

1.2.1 构造权重判断矩阵表

1) 获取判断数据

本研究根据建立的历史文化古城综合价值评价体系,设计专家成对比较问卷,创建 12 组重要性比较辨别表。根据 AHP 法^[19]专家人数奇数原则,选定山西农业大学城乡规划、风景园林学科教授,以及山西省建科院与规划院等专家共 11 名。采用 Delphi 法进行重要性成对比较打分。

2) 构建成对比较矩阵

专家根据 T. L. Saaty 提出的 AHP 法 1-9 重要性标度值^[20]在成对比较问卷中进行评分,根据评分构建成对比较判断矩阵 $T=(t_{ij})_{n \times n}$,其中 $t_{ij} > 0, t_{ij} = 1, t_{ij} = 1/t_{ji}$ 。

1.2.2 计算指标相对权重步骤

1) 将已得问卷数据结果构成的矩阵 T 按列归一化计算,设 $T=(t_{ij})$ 为 n 阶方阵, T 归一化得 $B=(b_{ij})$,其中 $b_{ij} = t_{ij} / \sum_{i=1}^n t_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 。

2) 将归一化后矩阵 $B=(b_{ij})$ 按行求和,得 $C=(C_1, C_2, C_3, \dots, C_n)^T$,其中 $C_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} (i = 1, 2, \dots,$

n)。

3) 矩阵 C 归一化,得 $W=(W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)^T$,

即得权重 $W_i = C_i / \sum_{i=1}^n C_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 。

1.2.3 检验判断矩阵一致性

由于评价因子过多,容易造成逻辑上的错误,因此需进一步检验判断矩阵一致性。如满足一致性要求,所得权重值可用。否则需要对矩阵进行修正,将不满足一致性条件的问卷返回打分者修正后重新计算。

计算作为最大特征值的近似值。

1) 计算 $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n (TW_i) / W_i$ 作为最大特征值的近似值。

2) 将最大特征值代入求得一致性指标 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ (n 为矩阵阶数)。一致性系数值 $CR = CI / RI$,从一致性指标中查找 RI(表 1)。当 $CR < 0.10$ 时,判断矩阵一致性合理;当 $CR > 0.10$ 时,判断矩阵不满足一致性要求。经返回问卷修正数据后,利用加权算术平均法对数据进行综合计算,得到权重值(表 2)。

表 1 一致性指标

Tab. 1 Consistency index

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

表 2 历史文化古城综合价值评价权重值

Tab. 2 Weights of comprehensive value evaluation for historical and cultural city

决策层	准则层	权重	子准则层	权重	因子层	权重	
历史文化古城综合价值评价体系 A	非物质性价值 B1	0.4278	历史价值 C1	0.1716	历史久远度 D1	0.0465	
					历史影响力 D2	0.0587	
					文物价值等级 D3	0.0668	
	文化价值 C2	0.1657		地方文化代表性 D4	0.0437		
				民俗活动独特性 D5	0.0342		
				民间工艺传承度 D6	0.0295		
				教育科研价值 D7	0.0293		
	经济价值 C3	0.0906		居民认同感 D8	0.0289		
				开发利用状况 D9	0.0247		
				产业发展潜力 D10	0.0351		
				人口承载能力 D11	0.0295		

续表 2

决策层	准则层	权重	子准则层	权重	因子层	权重	
物质性价值 B2	0.4133	建筑价值 C4	0.1887	历史建筑稀缺性 D12	0.0597		
				建筑保留原真性 D13	0.0476		
				建筑可利用程度 D14	0.0385		
				营造技艺独特性 D15	0.0429		
		街区价值 C5	0.1640	风貌完整度 D16	0.0741		
				街巷格局保存状况 D17	0.0551		
		环境价值 C6	0.0606	0.0606	区位条件 D18	0.0348	
					基础配套设施情况 D19	0.0347	
					周边开发程度 D20	0.0259	
					保护措施 B3	0.1589	保护更新措施 C7
		保障机制 C8	0.0865	保护规划完备性 D22	0.0326		
				经济措施有效性 D23	0.0400	公众参与的程度 D24	0.0512

2 以太谷古城为例的实证研究

2.1 现状分析

太谷县为山西省级历史文化名城。古城位于县境西北部乌马河冲击平原区,范围为古城池之内和古城南门外的东庄、西庄以及东门外的古建筑群落。区域为南山南路以东,东海南路以西,金谷西大道以南,箕城东街以北,面积约 2 km² [21]。

太谷作为山西曾经的商业中心,有“中国华尔街”之誉,发展鼎盛时期商号遍及全国各大商埠。古城始建于北周建德年间,迄今已有 1 400 多年历史。境内至今仍保存着数量众多的文物古迹,类型多样的民俗活动、国家非物质文化遗产。

“旧城改造”活动使大量重要历史建筑被损毁,城墙不复存在。幸而城内大部分区域暂未商业开发,街区肌理和风貌保存较为完整,现保留的建筑基本保持与清代规模形制一致。明清建筑群年久失修,许多民居院落遭暴力加建,原有建筑风貌受到不同程度破坏,使古城渐渐丧失其独特历史文化风貌,沦为—座普通的北方小城,逐渐被忽视。为了更好地保护与开发古城,需应用上文所述历史文化古城综合价值评价体系进行量化评价,判定其主要价值特色,从而进行有针对性的提升。

2.2 评价体系应用

国内历史文化古城种类繁多且位置较为分散,不同类型、地域的古城各有特点。因此,评价标准应

根据不同类别古城具体分析,做出一定程度的调整。根据对太谷古城的实地调研结果与价值特征分析,参考《中国历史文化名镇名村评价指标体系》等评分标准,将历史影响力、地方文化代表性、产业发展潜力、民间工艺传承度等主观模糊指标采取专家分级评判方法精确量化,采用 5 分四档的评分标准,制作相应的太谷古城综合价值评分问卷。

在对古城实地调研期间,2018 年 8—11 月针对太谷县志办、文旅局工作人员、当地居民及游客等—共发放 150 份太谷古城综合价值评分问卷。回收有效问卷 124 份,有效率约 82.67%。评价得分结果如(表 3)所示。

2.3 调研评价结果分析

根据评价标准,将结果分为 3 个等级:分值>75 的综合价值较高;分值为 50~75 表明综合价值—般;分值<50 的表示综合价值较差。对调研数据与权重值加权计算得出,太谷古城总分为 79.23 分,综合价值较高。古城非物质性价值与物质性价值均为良好,街巷保存状况、地方文化代表性均为优秀。但主要由于保护措施评分较低,保护规划完备性较差,将整体分数拉低。其得分动力机制逐项分析如下:

1) 历史价值得分优秀

太谷商业发展鼎盛时期,商号遍及全国各大商埠。中国最早的票号志成信总部便在太谷,折射出晋商百年历史的发展与太谷人民生活的变迁,历史影响力较高。太谷始建于六世纪中叶,现存白塔为

表3 太谷古城综合价值得分

评价指标	5	4	3	2	平均得分	权重值	加权得分
历史久远度 D1	68	42	10	4	4.4032	0.0465	4.0950
历史影响力 D2	62	39	23	0	4.3145	0.0587	5.0652
文物价值等级 D3	30	63	22	7	3.8871	0.0668	5.1932
地方文化代表性 D4	71	19	23	11	4.2097	0.0437	3.6793
民俗活动独特性 D5	69	34	19	2	4.3710	0.0342	2.9897
民间工艺传承度 D6	72	26	23	3	4.3468	0.0295	2.5646
教育科研价值 D7	64	35	4	12	4.0000	0.0293	2.3440
居民认同感 D8	81	32	8	3	4.5403	0.0289	2.6243
开发利用状况 D9	5	29	43	47	2.9355	0.0247	1.4501
产业发展潜力 D10	78	36	9	2	4.5565	0.0351	3.1986
人口承载能力 D11	51	40	23	10	4.0645	0.0295	2.3981
历史建筑稀缺性 D12	77	23	13	11	4.3387	0.0597	5.1804
建筑保留真实性 D13	69	23	19	13	4.1935	0.0476	3.9923
建筑可利用程度 D14	22	68	27	7	3.8468	0.0385	2.9620
营造技艺独特性 D15	56	49	9	10	4.2177	0.0429	3.6188
风貌完整度 D16	43	65	10	6	4.1694	0.0741	6.1790
街巷格局保存状况 D17	61	48	12	3	4.3468	0.0551	4.7901
区位条件 D18	64	32	11	7	3.9919	0.0348	2.7784
基础配套设施情况 D19	5	15	43	61	2.7097	0.0347	1.8805
周边开发程度 D20	22	25	62	10	3.3548	0.0259	1.7378
保护管理实施度 D21	8	29	66	21	3.1935	0.0397	2.5357
保护规划完备性 D22	18	28	67	11	3.4274	0.0326	2.2347
经济措施有效性 D23	9	20	27	68	2.7581	0.0400	2.2065
公众参与程度 D24	14	47	44	19	3.4516	0.0512	3.5345

宋代所建,体现为历史价值综合得分良好。

2) 文化价值也属于得分较高

太谷秧歌、形意拳、太谷饼、龟龄集等国家级非物质文化遗产众多,还保留晋剧、太谷社火、祁太秧歌等民俗活动,民间工艺太谷灯等^[21]。太谷的各种非物质文化要素的发展与成型大多与晋商文化相关,围绕晋商文化构成完整的地方文化生态系统。明清历史街区及鼓楼、白塔等历史遗留建筑的研究价值较高,并且作为晋商文化的要素组成,对于晋商历史的研究具有重要意义。

3) 经济价值评价总体得分较低

古城内部开发较少,仅52号院、祥记公司、彩霞蔚等东、西、南大街临街商铺经过私人开发,几乎没有大规模的商业开发。院落民居类特色建筑保留完好,产业发展潜力优秀。现城内多为流动人口租住,预计在开发过程中,人口外迁,接待游客能力提高,人口承载能力得分较高。

4) 建筑价值评价得分较高

现存建筑以明末清初及民国时期的居多,主要建筑以钱庄、商铺、票号、民居院落为主。国家级重点文物保护单位有安禅寺、无边寺、孔祥熙宅院;省级重点文物保护单位太谷鼓楼;县级文物保护单位城隍庙、文昌阁、关帝庙、吕祖庙等31处。与平遥古城相比,太谷沿街店铺多为二层重楼式,体现出特殊性。木构架的院落民居多采用三三制,向内设窗成封闭状态,防盗性极强。其屋顶为了使室内空间增大,使用“弓背顶”,在全国来说稀缺性较高。商业性开发较少,还保留原有建筑的特色,但由于年久失修,部分建筑结构老化,质量较差,建筑可利用度低。

5) 街区价值评价得分较高

风貌完整度评分为6.1790,在所有指标中得分最高,可作为价值开发基础,保证其余功能的开发。现存西街570m,东街600m,南街630m,街巷格局保存完整,新辟道路很少,原有四街八井七十二巷脉络清晰。在“旧城改造”下,明清城墙被拆毁,城内原有资福寺被毁,庙内藏经阁整体搬迁至太原市迎泽公园。离相寺、万安寺、武庙、七圣庙均被损毁,牌坊、城墙等特殊功能建筑均损毁,导致街区功能结构缺失,分数较低。

6) 环境价值评价得分一般

太谷古城位于晋中市东南部,距离省会太原仅55km,车程一小时内可达,区位条件良好。古城内南大街以西违建超高楼房较多,街区内部消防措施缺失,电线乱拉,排水管道不完善,基础设施建设分数低,有待提高。街区路网狭窄,大量过境交通导致拥挤,应根据具体街道设置交通限制区,对交通及周边环境进行针对性的改善。

7) 保护更新措施评价得分较差

太谷保护建设情况仍处于较低水平,主要表现为规划管理方面的滞后,仅有《山西省历史文化镇村保护条例》,且实施度较差,没有专项机构对古城进行保护。省、县级文物保护单位有缺少文物保护单位标志牌的情况,三条大街中破坏程度较高的建筑未设置围栏,长期无人维护。

8) 保障机制评价得分较差

以 52 号院为例,公众自发性的参与保护与开发的占比较高,公众参与程度得分较高。大部分民居院落为公产房,以廉租形式出租,租金收入较低。旅游开发程度低,居民收入低。综合来看,经济来源较少,保护资金不足,难以保证对古城的日常维护,从而导致总体评分较低。

通过上述分析可知,在古城的保护与开发过程中,首先应提高古城保护修复措施,其次重点提升晋商历史文化价值,继承和发扬晋商传统文化,以物质性价值的建筑、街区作为非物质性文化价值的载体,恢复古城活力。

3 结论

研究所建历史文化古城综合价值评价体系包括非物质性价值、物质性价值和保护修复措施三个部分的内容。综合考虑了古城与文化、历史、经济、建筑、街区、环境的关系,是针对古城较为完整的综合性评价体系。权重值的确定采用 Delphi 法与 AHP 法,将主观判断客观化,提高了评价的准确性和客观性。实证研究表明,历史文化古城综合价值评价体系的评价结果与定性分析结果基本一致,体系适用性较强,说明本研究结果具有一定的指导意义。但是由于历史文化古城保护评价工作的复杂性,评价指标的选取以及权重的确定都有待进一步完善。

综上所述,历史文化名城综合价值评价体系的应用,有助于分析评价对象的价值特色和在规划开发过程中对主体价值进行把握,避免因价值认识不全面而产生的方向性错误。也可以用于古城进行自我评定,找出存在问题与不足,为古城的研究、保护、规划工作提供科学依据。

参考文献:

- [1] 魏益军,付凯. 旧城更新下历史文化名城的保护与发展[J]. 低温建筑技术,2016(8):27-28.
- [2] 陈蔚. 我国建筑遗产保护理论和方法研究[D]. 重庆大学,2006.
- [3] 柳林杰. 历史文化街区保护与活力复兴研究[D]. 山西大学,2015.
- [4] 王岳. 构建基于历史建筑保护的价值评价体系[D]. 青岛理工大学,2011.
- [5] 郑晓华,沈洁,马菟艺. 基于 GIS 平台的历史建筑价值综合评估体系的构建与应用——以《南京三条营历史文化街区保护规划》为例[J]. 现代城市研究,2011,26(4):19-23.
- [6] 徐进亮,吴群. 历史建筑价值评价关键指标遴选研究——以苏州历史民居为例[J]. 北京建筑工程学院学报,2013,29(2):7-11,31.
- [7] 何善思. 历史街区公共交往空间综合评价体系研究[D]. 华南理工大学,2015.
- [8] 沙春蕾. 辽宁地区历史文化遗产旅游价值评价与开发研究[D]. 辽宁师范大学,2013.
- [9] 江荣生. 历史建筑旅游资源评价指标体系的构建及其实证研究[D]. 福建师范大学,2009.
- [10] 吴晓颖,王飞. 历史文化街区旅游开发适宜性评价指标体系构建[J]. 中国高新区,2017,(11):3-4.
- [11] 樊海强,刘淑虎. 历史文化名城保护模糊综合评价研究——以西安市为例[J]. 建筑与文化,2014,129(12):128-129.
- [12] 熊忠阳,汪洋. 基于 DPSIR 的历史街区可持续更新评价——以武汉市江岸区为例[J]. 土木工程与管理学报,2017,34(6):141-145,152.
- [13] 程新宇,张勇. 历史文化街区活化再生策略研究——以哈尔滨中华巴洛克街区改造项目为例[J]. 华中建筑,2015,(6):171-175.
- [14] 董乐. 历史街区公共空间景观评价体系探究——以什刹海为例[J]. 建筑与文化,2018,168(3):129-130.
- [15] 盛成,甘萌雨. 历史文化类旅游景区综合价值评价——以福州市三坊七巷为例[J]. 泉州师范学院学报,2015,33(2):66-71.
- [16] 于红霞,栾晓辉. 青岛历史文化街区价值评价与可持续发展对策研究[J]. 城市规划,2014,38(3):65-69.
- [17] 邵甬,付娟娟. 历史文化村镇价值评价的意义与方法[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2012,44(5):644-650,656.
- [18] 杨波. 历史文化名城资源综合价值评价研究[D]. 西安建筑科技大学,2010.
- [19] 胡永宏. 综合评价方法[M]. 北京:科学出版社,2000:57.
- [20] Saaty T. L. Concepts theory and techniques, Rank generation preservation and reversal in the AHP[J]. Decision Sciences, 1987(18):157-177.
- [21] 太谷县志编纂委员会. 太谷县志[M]. 北京:中华书局,2015.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.034

上安古村聚落格局与民居形态分析

郭启航¹, 郭晋平²

(1. 山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学研究生院, 山西 太谷 030801)

摘要: 太谷县范村镇上安古村是山西传统村落中的典型代表, 具有鲜明的建筑风格和聚落格局。采用实地考察与理论分析相结合的方法, 对该聚落的选址思想、布局特征、街巷组织及民居的建筑形制、空间组织、宅院入口等的形态特征等进行分析, 展现其具明显地域特色的古村落风貌, 以对传统村落的研究与保护提供参考。

关键词: 上安古村; 选址; 聚落格局; 建筑形制; 空间形态; 山西省

中图分类号: K928.71 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0183-04

引文格式: 郭启航, 郭晋平. 上安古村聚落格局与民居形态分析[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 183-186, 190.

GUO Qihang, GUO Jinping. Morphology of Settlement Pattern and Residences in Shang'an Village [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 183-186, 190.

Morphology of Settlement Pattern and Residences in Shang'an Village

GUO Qihang¹, GUO Jinping²

(1. College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China;

2. Graduate School, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: The Shang'an Village in Fancun Town, Taigu County is one of the typical traditional villages in Shanxi Province with distinctive architectural style and settlement pattern. This paper analyzed the idea of location selection, the layout characteristics, the streets organization, and the architectural form, spatial organization and house entrance of residences by field investigation and theoretical analysis to show the obvious local characteristics of the ancient villages and provide reference for research and conservation of traditional villages.

Key words: Shang'an Village; location selection; settlement pattern; architectural form; spatial form; Shanxi Province

传统村落是体现当地传统文化、建筑艺术、民俗民风的宝贵文化遗产, 是对村落与周边自然环境和諧关系的真实反映。传统村落客观地展现了该地区的历史进程与演变, 具有重要的保护与研究价值。山西省太谷县范村镇上安村至今保留着较为完整的

古代村落格局和大量民居建筑。本文基于实地考察, 对上安村的区位特征、历史背景、聚落形态、民居形态等方面进行分析研究, 以揭示其丰富的地域特色^[1]。

收稿日期: 2018-12-12.

基金项目: 面向科学发展的山西省城镇园林绿化建设发展战略研究(2016HX79).

第一作者: 郭启航(1992-), 男, 硕士研究生. 研究方向为城市景观生态与规划设计. Email: 362808753@qq.com

责任作者: 郭晋平(1963-), 男, 山西原平人, 博士, 教授, 博士生导师. 研究方向为城市景观生态与规划设计. Email: jinpguo@126.com.

1 上安古村区位特征与历史背景

上安村位于范村镇东北部,距离太谷县城 25 km,北离晋中市 28 km,距离太原市区约 50 km。村子呈南北走向,北靠土崖,南临金水河,是典型的黄土丘陵地貌。

据地方志,“上安,原名豆角村,大多牛姓,历代兴旺。妒恨牛姓的人说给牛身上备一个鞍它就不行了,因将豆角村改名‘上安’”。据牛氏现存家谱记载:“世传原籍潞安府,迹显于唐。”始祖牛满。明末清初,宗祖牛思明迁居山西太谷,定居金水河畔,繁衍成为村落。在清乾隆年间,曾有村户上千,村民达五千余人。

上安人祖辈注重道德与学问的修养,入仕做官者众多。据村中石碑记载,品级以上官员有 71 人,封爵位名号者 5 人,贡生 8 人,武举人 5 人,监生 6 人,太学生 74 人。入仕做官者在家乡修建宅园,由于在不同地方为官,因此会吸收借鉴不同的地方特色,形成了独特的村落格局与风貌。村子里有众多祠堂、学校,忙时务农,闲时读书,入仕后兴国兴家,是中华民族耕读文化的缩影。这里曾建有 10 多座庙宇和 3 个公共戏台,佛教及儒家文化源远流长。

2 上安古村聚落形态特征分析

2.1 选址原则

中国古代传统人居聚落历来对选址格外重视。《管子·乘马篇》中记载,“凡立国都,非於大山之下,必於广川之上。”这是古人对国都选址的基本法则。靠山、近水,是古人所追求的人居自然环境。靠山可抵挡寒风,又易猎取食物,还可抵御外敌;近水则便于生活生产灌溉。

上安古村的选址虽然不及国都对地理环境的要求,但大体继承了古代传统聚落选址的基本思想。上安古村坐北朝南,北靠土崖,南临金水河,整体上为山地型村落,是较为理想的聚居地点。

2.2 布局特征

上安古村历史悠久,迹显于唐,先民营造房舍聚居于此始成村落。明代之前的村落形态已无历史资料可考。明代之后,到清乾隆年间上安古村的格局和规模逐渐成型,其后虽屡有修建扩展,但村落大体格局没有变化,整体格局清晰,呈南北走向,如图 1 所示。

上安村位于黄土丘陵地区,坡度较缓,地面崎岖



图 1 上安村整体格局

Fig. 1 Overall pattern of Shang'an Village

不平。整体呈长方形,东西 300 m,南北 400 m^[1]。古村完全是按照城池型建筑规划建造,村北三道门,村南有吊桥,村东西各有一道门。

十字形主街贯穿全村,以此为主要轴线,使村落呈现出“点”、“线”、“面”相结合的布局特征。“点”即轴线中点,也是村中公共空间的节点;“线”即主街与副街道路;“面”即沿街道两侧延展分布的民居组团。主街的公共场所将村内个体紧密相连,是居民生活、交流的主要场所。副街两侧的民居组团则更为紧凑,家族较多。组团边界的高耸院墙构成了街巷的边界。大小不同的院落组团既遵循整体街巷路网的框架,又不拘泥于南北街巷的走势,使得次要街道变化丰富,空间层次多变。

2.3 街巷组织

街巷组织构成了村落交通的基本框架,承担着分隔与联系村落各个空间的作用,并且对聚落的整体布局产生影响^[2]。一般来讲,道路交通多为“东西街、南北路”,而上安村却是“南北街、东西巷”。

上安村主干道为十字形中街,承载着四方人流,与周边各巷几乎垂直相通,共同形成街巷的骨架。中街南北长约 200 余 m,宽 2~8 m,尺度宜人,是村民集会休闲的重要场所。东侧为丁字形次要街道,宽 2~4 m。相较于主干道,院落布置更为紧凑,相对幽深狭窄,更加僻静。这些街巷既满足了居民的交通和商贸需要,也为居民提供了人流集散、日常交往

的场所,具有重要的社会联系功能^[3]。上安村街巷布局满足了当地居民的生产生活需要,通过街巷将村内个体紧密联系,不仅影响着居民的生活方式,同时还影响着聚落形态的景观特征。

3 上安古村民居形态特征分析

传统民居是古村落物质文化的主体,是对历史与文化的综合反映。上安村独特的自然与人文环境,使得民居呈现出特有的地域风貌,体现了附加在自然景观之上的人类活动形态,阐释着环境与文化的关系以及人类的各种行为系统,为人们呈现出了十分珍贵的历史民居景象^[4]。上安村地处晋中地区黄土高原上,土厚林丰,春夏季天气干燥,秋冬季多风沙,昼夜温差较大。在这样的自然条件作用下,造就了上安村特定的民居形态。

3.1 建筑形制

由于受到当地自然地理因素的影响和制约,上安村房屋采用砖木结构,多为单层传统四合院(图2),也有一些明清时期的下窑上楼式建筑(图3)。面阔3~5间,进深五檩,抬梁式构架。上安村民居建筑中的主梁大多就地取材,所以木料呈略微弯曲状。屋顶形式大多为单坡顶,部分正房为双坡顶。这主要是由于晋中地区少雨多沙,单坡屋顶可以将

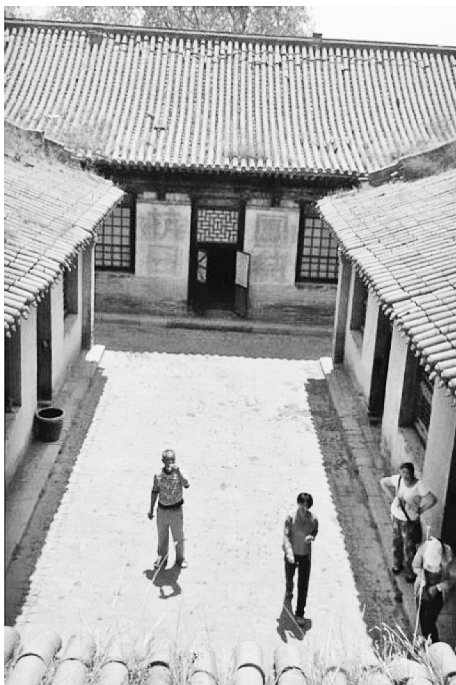


图2 传统四合院

Fig. 2 Traditional quadrangle



图3 二层窑楼

Fig. 3 Two-storey caves

雨水引流入院内,也寓意着肥水不流外人田。高大的外墙在防盗的同时,也起到了阻挡风沙的作用。

3.2 空间组织

上安村的院落多为“四大四小”的院落形式,均采用中轴线对称的布局方式。“四大”指的是院落中的正房、倒座、东西厢房;“四小”指的是四间大房之间所围合成的四间耳房^[5]。但大多数院落受到地形、使用功能等因素的限制,院落形式产生了相对应的变形,没有完整的四间耳房。

传统的四合院在使用过程中,居民会将其进行横向或纵向的拓展。上安村现存民居院落中的二进院就是四合院纵向拓展的结果,整个院落呈中轴对称形式,入口位于轴线一端;合院之间设置了起分隔作用的过厅或垂花门,可起到缓冲与过渡的作用。二进院的形制体现了在封建社会等级制度下院主人的身份(表1)。

上安村的宅院门楼多为木构双开式,其上有精美的木雕或石雕。从入口形式上可划分为平入式和上入式。在上入式的入口空间,除设置门楼之外,还会设置3~5级的台阶,通过台阶提升门楼高度,彰显大气与庄重(表2)。从空间性质上讲,宅门起到了衔接内外的过渡作用,院内空间通过宅门向外延伸,院外空间通过宅门向内渗透。

3.3 艺术形态

上安村在整体上维持着古老的建筑风格,集庄严与华丽于一身,青砖黛瓦中略带着江南建筑的秀气。而从整体的构件尺度来看,又维持着北方建筑的大气和淳朴。上安村的建筑装饰融合了多地建筑装饰的精华,以其精美的雕工和美好的寓意展现了其自身文化与艺术价值。

表 1 主要院落形态
Tab.1 Courtyard form

院落形制	典型院落平面	典型院落模型	典型院落现状
四大四小			
二进院			

表 2 主要入口形态
Tab.2 Entrance form

示意图	照片	说明
		上安村中最为常见的门楼形式,平入的入口形式,整体入口空间较为朴素。
		通过台阶提升门楼高度,上入的入口形式,台阶位于院落之外。
		砖砌拱券门,木门双开,平入的入口形式,两侧设门枕石。

石雕作品是上安村古建筑中的精华所在,整体上比较洗练,与徽派细腻的石雕形成了鲜明的对比^[6]。上安村传统民居的石构件没有采用昂贵的名石,一般采用天然、带有泥土气息的普通石料。在当时,石雕艺术很是盛行,家境殷实的院主大多会邀请能工巧匠制作石雕来铺装地面或者装饰墙面,雕刻石狮守在门外意图吉祥。位于房屋正面的墀头,立面造型丰富,是民居建筑中的重要装饰部分(图 4、图 5)。在盘头部分之下有一段须弥座装饰,束腰部分有许多精美的雕刻,包括人物、动物、花卉等吉祥如意之物。石构件装饰的每一个图案都真切地表

达了屋主人对生活的热爱以及对未来的美好向往。上安村传统民居的石构件美学特色鲜明,质朴与繁复、写实与写意、细腻与粗犷在形式上得到了统一,表现了先人们的生活理想与精神追求,建筑艺术可谓独具地方文化特色。



图 4 墀头砖雕 1

Fig. 4 Brick carving on decorating eaves of lateral wall



图 5 墀头砖雕 2

Fig. 5 Brick carving on decorating eaves of lateral wall

4 结语

上安古村是山西传统村落中的典型代表,其聚落形态受到当地自然和人文环境的共同影响,具有鲜明的地域性。深入研究上安古村聚落形态特征,
(下转第 190 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.035

易门县森林重点火险区火灾防控对策

张占兴,张丽珍

(易门县林业局,云南 易门 651100)

摘要:介绍易门县扒河流域等3个森林重点火险区及其历年发生火灾情况。对森林重点火险区森林连片面积大,防火通道建设不足,防火林地面积大、野外用火管控难等森林防火难点进行分析。提出了强化责任落实,完善网格化管理体系,提升森林火灾应急处置能力,营建有效的林火阻隔网,加大林火监测力度等森林火灾综合防控对策。

关键词:森林火灾;防控对策;重点火险区;火源管控;林火阻隔;林火监测;易门县

中图分类号:S762.34 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2019)02-0187-04

引文格式:张占兴,张丽珍.易门县森林重点火险区火灾防控对策[J].林业调查规划,2019,44(2):187-190.

ZHANG Zhanxing,ZHANG Lizhen.Prevention and Control Countermeasures of Forest Fire Key Area in Yimen County[J].

Forest Inventory and Planning,2019,44(2):187-190.

Prevention and Control Countermeasures of Forest Fire Key Area in Yimen County

ZHANG Zhanxing, ZHANG Lizhen

(Yimen Forestry Bureau, Yimen, Yunnan 651100, China)

Abstract: This paper introduced the three key fire danger areas and their fire situations in the past years and analyzed the forest fire prevention difficulties, such as large area of continuous forest, insufficient construction of fire prevention passageway, large area of fire prevention forest and difficulty in fire control in the field. The comprehensive prevention and control measures for forest fires were put forward including intensifying the implementation of responsibilities, perfecting the grid management system, enhancing the emergency response capacity, building effective forest fire barrier network and strengthening forest fire monitoring.

Key words: forest fire; prevention and control measures; key fire danger areas; fire control; forest fire barrier; forest fire monitoring; Yimen County

森林是社会的共同财富,是人类赖以生存和发展的基础。森林火灾是对森林破坏较为严重的自然灾害,其不仅烧毁林木及林下资源,造成对生态环境的破坏,有的还严重威胁到人民生命和财产安全,给社会经济建设造成巨大损失。易门县扒河流域等重

点火险区历史上曾发生多次森林大火,造成了较大经济损失和社会影响,一直以来被国家林业局和云南省林业厅列为森林火灾重灾区。因此,开展重点火险区综合治理是易门县做好森林防火,预防森林大火的一项重要工作。

收稿日期:2018-08-06;修回日期:2018-08-15.

第一作者:张占兴(1966-),男,云南易门人,正高级工程师。从事林业项目规划和建设管理工作。

责任作者:张丽珍(1966-),女,云南红塔区人,高级工程师。从事林业项目规划和林权改革管理工作。Email:2896384652@qq.com

1 概况

易门县位于滇中高原西部,红河流域一级支流——绿汁江上域,生态区位极为重要。其地理位置为东经 $101^{\circ}54' \sim 102^{\circ}18'$,北纬 $24^{\circ}27' \sim 24^{\circ}57'$ 。东接安宁市、晋宁区,南连峨山县,西邻双柏县,北与安宁市、禄丰县接壤。全县国土总面积为 $153\,080\text{ hm}^2$,其中,林地面积 $112\,492\text{ hm}^2$,占国土总面积的 73.49% ;非林地面积 $40\,587.4\text{ hm}^2$,占 26.51% 。森林蓄积 $343.097\,0\text{ 万 m}^3$,森林覆盖率为 60.09% ^[1]。全县山间盆地占县域面积的 3% ,山地和河谷占 97% ,是典型的山区县。气候属中亚热带季风气候,夏湿春旱,雨热同季,年均温 16.7°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $5\,807.3^{\circ}\text{C}$,年均降水量 817.4 mm ,年均相对湿度 76% 。全县辖 1 镇 4 乡 2 街道 58 个行政村 787 个自然村 756 个村民小组,16.8 万人,人口密度为 109 人/km^2 ,境内居住有彝、回、苗等 19 个少数民族,占总人口的 26.5% 。县城距省会昆明市 86 km ,地理区位较优越。

2 重点火险区及其历年火情

据史料记载,易门县 1991~2017 年的 26 年间共发生森林火情、火警及火灾 208 起^[2]。纵观林火起因主要是吸烟、取暖、玩火、野炊、上坟烧纸、烧地埂及桔杆等人为活动引起,自燃火源起火极为罕见。县境内易发生森林大火的主要有 3 个:龙泉和六街两街道与安宁市交界的扒河沿线区;六街三尖山(易门与安宁、禄丰三县交界地);浦贝三尖山(易门与安宁、晋宁三县交界地),这 3 个区域被列为易门县的森林重点火险区,特别是扒河流域区在国家和省都挂名为“森林火灾重灾区”。扒河流域重点火险区位于易门县东北部,是易门县六街街道、龙泉街道与安宁市的禄裱、县街、草铺、八街街道交界地,山高箐深、森林茂密且连片面积大(连片森林总面积达 3 万 hm^2 以上,且全部是天然林中的国家级公益林),村庄稀少(仅有六街白泥田 1 个村庄和部分散居苗族),交通不便,发生山火较难扑灭。1995 和 1998 年分别发生了连烧 7 个昼夜和 9 个昼夜的森林火灾,近 10 年内发生的“4.6”火灾(2008 年)和“3.18”火灾(2012 年)均发生在此区域。1995 年 4 月 17 日发生的森林大火牵动了国家、省、市各级政府,时任林业部副部长祝光耀以及云南省委书记令狐安亲临火场指挥灭火^[3]。

六街三尖山位于易门县正北方,是易门县六街

街道与安宁市的禄裱街道以及禄丰县的土官镇交界地,而浦贝三尖山位于易门东南方,是易门县浦贝乡与安宁市的县街、八街街道以及晋宁区的夕阳乡交界地,两片区森林连片面积均在 $6\,000\text{ hm}^2$ 以上,且全部是天然林中的国家级公益林。1993 和 2003 年分别发生了连续燃烧 3 个昼夜的森林火灾,每次森林大火均出动军、警、民上万人,影响了全县农业生产和各机关企事业单位的正常工作,造成了较大的经济损失和社会影响。

3 重点火险区森林防火难点分析

易门县 3 个森林重点火险区究其火灾发生及小火烧成大火的主要原因:

1) 大部分区域没有防火通道,特别是在上世纪尤为突出,投送扑救力量和扑火物资靠走路及人背马驮,有的区域虽然有防火通道,但因建设不足,且通畅性差,一旦发生火情得不到及时处置,难以做到“打早、打小、打了”,从而酿成森林大火。

2) 森林连片面积大,没有预先开设必要的防火隔离带(生物林带或生土隔离带)阻隔、缓冲林火,从而造成大面积的连片森林被烧毁。

3) 年度森林防火工作面临防火林地面积大、野外用火难管控等困难,加之实施公益林生态效益补偿及天然商品林停伐保护政策后,森林资源得到有效保护的同时,地被可燃物亦不断增多,森林防火压力增大。

4 重点火险区综合防控对策

4.1 强化责任落实,完善网格化管理体系

4.1.1 落实管理责任

首先要始终把责任落实作为森林防火工作的重要抓手,对涉及森林重点火险区的龙泉、六街和浦贝 3 个乡镇(街道)逐级、逐户签订森林防火责任书。其次,建立完善县级领导和林业部门干部包乡镇(街道)、乡镇领导包村(社区)、村(社区)干部包村民小组、村民小组包户、巡山护林员包山头地块的“五包保”责任制,将监管责任落实到重点火险区防火一线,并形成健全稳定、责任明确、点面结合的森林防火“网格化”管理体系。

4.1.2 加强宣传教育

宣传教育到位是做好防火工作的重要途径,每年要对重点火险区周边村庄和林区的村庄以及散居苗族居民开展全方位的防火宣传,集中宣讲、发放户

主通知书、张贴防火标语,主要路口建置永久或临时森林防火警示牌等,提高当地群众森林防火意识,鞭策其学习森林防火知识。通过宣传教育,提高广大干部群众对预防森林火灾、保护森林资源重要性和必要性的认识,使全民自觉参与到森林防火中来。

4.1.3 严格用火管控

要切实落实森林防火以预防为主方针,始终把火源管控作为森林防火工作的重点工作抓紧抓好。依据3个重点火险区森林分布较为集中且林区村庄稀少的地域特性,可采用封山设卡管护森林资源和开展森林防火工作。在重点火险区每个路口建盖固定或临时的入山人员火种火源检查站(点),每个站(点)设置必要的卡杆、书写火源检查及防火宣传标语,对进山人员及车辆进行实名登记、火种火源检查收缴,落实对森林防火法律法规及防火政策的宣传教育工作。在森林防火期,县、乡、村要开展全方位火源隐患排查,始终坚持“见烟就查,见火就罚”的对野外用火行为的高压态势,杜绝野外用火行为。公益林和天然林停伐保护巡山护林员要划片包段流动巡护,做好责任区内一切火灾隐患排查,掌握各类动态信息,及时汇报相关情况,充分发挥一线火源管控主力军的作用。

4.2 加强能力建设,提升森林火灾应急处置能力

4.2.1 加强专业队伍建设

森林灭火专业队伍是扑救森林火灾、保护森林资源的生力军,要确保县级不少于50人、乡级不少于20人的专业扑火队伍。要对专业扑火人员进行严格的扑火技术、安全避险培训及体能训练,并配备防火防护装备和必备的扑火机具,统一组织管理,强化素质体能建设,一旦发现山火,能够快速到达火场,及时有效地控制火情,最大限度地控制森林火灾面积,从而实现“打早、打小、打了”的目标。

4.2.2 加大应急物资储备

扑火物资储备是应急处置森林火灾的重要保障,县、乡、村要投入一定的资金,并坚持“按需储备、统筹兼顾、重点保障、满足急需”的扑火物资储备原则,做好物资采购储备工作,要始终做到随用随补,储备充分,调拨及时。建议按县级常规扑火物资储备不少于300万元,3个重点火险区乡镇(街道)不少于100万元,涉及重点火险区的村(居)委会不少于10万元的标准配足物资,确保重点火险区森林火灾应急之需。

4.3 科学规划,营建林火阻隔网

4.3.1 建设必要的防火通道

2005年以前易门县防火通道建设十分落后,扒

河流域重点火险区仅有茶树办事处至东山水库原修水库时留下的6 km便道、六街钢铁厂至白泥田村庄6 km便道、六街钢铁厂至上火房矿8 km山路,以及水桥丰收坝水库至尖山槽子矿5 km山路,合计25 km深入林区的老旧便道,且通畅性较差,而其他2个三尖山重点火险区均无防火通道。2009年以后,按相关要求,本着因害设防,突出重点,有利于预防、扑救森林火灾与自然地形、地势阻隔相结合的原则,逐年在3个火险区设计修建了合计134.6 km的防火通道(含扩建后的老通道),但森林连片面积仍然较大,有的区域仍在2 000 hm²以上,防火通道显然不足。因此,继续加强重点火险区防火通道建设势在必行。首先要维修好已建防火通道,确保通道畅通,为及时处置林火提供运输通道。其次要不断整合项目资金,在森林连片面积达2 000 hm²及以上的林地斑块中增建防火通道,逐渐实现森林防火通道里程建设目标。

4.3.2 建设有效的防火隔离带

在各种防火措施中,有计划地营造阻火性能强的防火林带是一项长期、经济、有效的措施。易门县重点火险区生物防火林带和生土隔离带建设滞后,要认真思考并规划生物林带和生土隔离带建设工作。1)在已建防火通道两侧各营造水平宽度不小于10 m的生物防火带,使之形成运输以及阻火隔火通道带;2)在防火通道分隔林地的基础上,选择适宜的山脊营造水平宽度不小于25 m的生物防火隔离带;3)将原本集中连片的林地分隔,逐渐形成较为完善的生物林火阻燃网。亦可选择适当的山脊修建一定宽度的生土隔离带。生物林带营建树种可选择适宜易门气候和土壤条件的麻栎、厚皮香、旱冬瓜、木荷、油茶、桉木等耐火、难燃树种,营造后可变被动防火为主动防火,最大限度地减少森林火灾的发生。

4.4 加大林火监测力度,建置全覆盖的林火监测网

4.4.1 瞭望塔监测林火

防火瞭望塔是火情观察最为宽广且火情信息传递最为迅速的防火设施,在森林防火中应用较为广泛。易门县3个重点火险区中,2个三尖山片区未建防火瞭望塔(借助其它瞭望塔观察火情),扒河流域火险区于1988年和1990年分别在六街街道大尖山和龙泉街道军哨横山各修建了一座80 m²的瞭望塔,每年防火期防火人员24 h住守瞭望,发现火情及时报告,2座瞭望塔在易门县森林防火中发挥着积极的作用,但2座瞭望塔瞭望覆盖区域仅80%左

右,尚有 20%的盲区死角。建议在六街街道东山顶增建一座瞭望塔,这样可弥补扒河上域瞭望不足,实现扒河上域重点火险区瞭望全覆盖,同时还可兼顾六街三尖山片区以及二街社区和茶树社区坝子周边林地火情观察。在浦贝三尖山重点火险区选点增建一座瞭望塔,以弥补不足。

4.4.2 视频监控林火

为确保森林重点火险区林火监测无盲区全覆盖目标的实现,建议在原建防火瞭望塔观察瞭望火情的基础上,在瞭望盲区以及海拔相对较高、人工监控困难的重点区域、林区重要路口安装远程监控探头,通过网络与县、乡防火指挥中心的林火视频监控系统连接,通过监控设备对林区火情以及进山人员、车辆进行实时有效监控和跟踪^[4]。

4.4.3 流动巡护监测林火

流动巡护监测林火是预防森林火灾的一项重要措施,首先要督促各巡山护林人员认真做好责任区巡山护林和林火监测工作;其次是县、乡森林防火指挥部(所)要组织人员定期不定期深入重点火险区开展流动巡护,真正做到林火监测不留空隙、不留死角。

5 结语

纵观易门县历年森林火灾及森林大火发生状况,3个重点火险区极易发生森林大火,是森林火灾高发区。为能做好这些重点区域的森林防火工作,在落实好防火网格化管理体系建设、增强应急处置能力的同时,尚需投入大量资金完善林火阻隔网和林火监测网,以确保无重大森林火灾发生,早日脱掉易门县“森林火灾重灾区”的帽子。

参考文献:

- [1] 云南省林业科学院. 易门县森林资源规划设计调查报告[R]. 2016.
- [2] 易门县林业局. 易门县森林防火统计表[Z]. 2017.
- [3] 易门县林业局. 易门县林业志[M]. 2000.
- [4] 李成梅,杨伟娟,佟友贵. 东川区森林火灾成因试论[J]. 林业调查规划,2017,42(1):51-53.
- [5] 邹全程,王丽娜. 我国县(区)级单位森林防火能力建设研究[J]. 林业调查规划,2017,42(6):33-37.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 186 页)

进而把握整个聚落的发展文脉,可为古村落的发展和保护提供科学有效的参考,为保持古村落特有的文化识别性和脉络提供帮助。

参考文献:

- [1] 陆元鼎,杨谷生. 中国民居建筑[M]. 广州:华南理工大学出版社,2003:116.
- [2] 王金平,成春舂. 右卫古镇聚落与民居形态浅析[J]. 南方建筑,2010(6):47-51.

- [3] 宋毅飞,王金平. 屯城传统村落空间形态分析[J]. 太原理工大学学报,2016,47(2):244-248.
- [4] 高兴玺. 晋商聚落市居空间环境与店铺民居形态研究[J]. 科学技术哲学研究,2011,28(4):94-100.
- [5] 王金平,徐强,韩卫成. 山西民居[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [6] 黄文茂. 徽商与晋商治理模式的比较研究[D]. 安徽农业大学. 2013.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.036

山西农业大学校园学生场所依恋研究

陈田张珂,武小钢

(山西农业大学,山西 太谷 030800)

摘要:高校校园为师生营造了具有依恋感与归属感的场所,使人的情感与场地有机连接。文章以山西农业大学校园为例,采用李克特量表法及问卷调查方法,对学校师生的环境满意度和场所依恋度进行测度,并对各因素进行相关性分析。结果表明,使用人群对校园整体的场所认同程度略高于场所依靠程度,体现了底蕴深厚的校园文化对使用人群具有重要的影响;情感性依恋大于功能性依恋,说明校园场所营造水平有待提升。

关键词:大学校园;大学生;场所依恋;场所认同;校园文化;山西农业大学

中图分类号:S731.9;G0 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0191-04

引文格式:陈田张珂,武小钢.山西农业大学校园学生场所依恋研究[J].林业调查规划,2019,44(2):191-194,202.

CHEN Tianzhangke, WU Xiaogang. Students' Place Attachment to Campus of Shanxi Agricultural University [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 191-194, 202.

Students' Place Attachment to Campus of Shanxi Agricultural University

CHEN Tianzhangke, WU Xiaogang

(Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: College campus is a place for teachers and students to have a sense of attachment and belonging, and connect students' emotions with the places. This paper took the campus of Shanxi Agricultural University as the research sample, measured the environmental satisfaction and the place attachment degree by the Likert scale method and the questionnaire survey method, and analyzed the correlation of each factor. The results showed that the degree of place identity was slightly higher than the degree of place dependence, which reflected that the profound influence of campus culture on the use of people; and that the emotional attachment was greater than the functional attachment, which indicated that the construction of campus places should be improved.

Key words: college campus; college students; place attachment; place identity; campus culture; Shanxi Agricultural University

Daniel R. Williams 和 Joseph W. Roggenbuck 于 1989 年正式提出场所依恋概念,指人与场所之间基于感情(情绪、感觉)、认知(思想、知识、信仰)和实践(行动、行为)的一种联系^[1]。学者们从场所依恋

的维度、程度、影响与活动涉入的关系等诸多方面进行了大量的理论与实践研究,其中为了使“场所依恋”更易被测定,威廉姆斯(Williams et al, 1992),以环境心理学中提到的地方依恋与休闲行为中活动涉

收稿日期:2019-01-02.

第一作者:陈田张珂(1991-),女,湖南张家界人,硕士研究生.研究方向为风景园林规划等. Email:277814745@qq.com

责任作者:武小钢(1977-),男,教授,博士,硕士生导师.主要从事城市化生态过程与功能、城市环境与植物、风景园林规划与管理研究.

入形成问项的主要来源,为量化“场所依恋”做出卓越贡献^[2]。黄向等人^[3]第一次把场所依恋这个概念引进到国内,中国的学者借鉴 Williams 等开发的场所依恋量表进行了大量的实证研究。

高校校园作为大学生日常生活学习的主要场所,为师生营造具有依恋感与归属感的场所,将学生的情感与场地有机连接。校园不断潜移默化,使学生对熟悉的校园环境产生场所认同,赋予场所时空性、延伸性和综合性,最终使学生产生归属感与依恋感。本研究以山西农业大学校园公共空间为研究对象,对校园空间进行场所营造的量化分析,研究影响校园场所的因素,为优化场地设计提供科学依据。

1 研究样本及研究方法

1.1 样本基本情况

山西农业大学源于 1907 年的铭贤学堂,占地面积 149.07 hm²,建筑面积 64.59 万 m²,其中校区绿化面积 47 万 m²(图 1)。



图 1 山西农业大学校园总平面

Fig. 1 Plan of Shanxi Agricultural University

选取图书馆及其附属绿地、孟家花园、思想湖、勤耕园以及玉兰园作为公共空间样本(表 1)。

1.2 研究方法

主要采取问卷调查形式,采访使用者的感受。在场所依恋程度研究调查中,采用 5 分制的李克特量表(表 2),用数字 1~5 依次代表“非常不满意、不满意、一般、满意、非常满意”^[4]。再用 SPSS 软件进行相关性分析,得出 9 个因子与场所依恋的关系(表 3)以及校园满意度与 8 个句法的关系(表 4)。

2 结果与分析

2.1 场所满意度

从学生对校园公共场所的熟悉程度调查可知,

表 1 样本基本情况

Tab. 1 Basic information of sample

地形条件	公共空间	面积/m ²	特点
内部有山水景观	勤耕园	25500	多以广场和草地为主,乔木较少
	玉兰园	1900	多以植物草地为主,地势平坦
	思想湖	2123	以广场、构筑物为主,地势平坦
内部无山水景观	孟家花园	9888	以广场、建筑物为主,地势平坦
	图书馆其附属绿地	5770	以硬质铺装为主,规则式种植,地势平坦。

表 2 满意度

Tab. 2 Degree of satisfaction

校园满意度	5	4	3	2	1
1. 户外空间尺度大小					
2. 植物种类及其配置情况					
3. 植物生长状态					
4. 景观构筑物及其小品(拍摄点)					
5. 遮阴、避雨、取暖措施					
6. 道路交通可达性					
7. 基础设计(座椅、灯具、垃圾桶、标识)					
8. 户外建筑物具有山西特色					

大部分学生对校园有较高的熟悉程度,有较好的整体印象,但大部分都是基于对校园的视觉与知觉感知,较少有对校园公共场所的深入思考。样本 200 份问卷,收回有效问卷 199 份。学生对校园的满意度是场所依靠的反映,主要表现在校园环境和活动体验方面。根据李克特量表法得到学生对校园环境的环境满意度均值为 3.85(表 4)。学生们对校园环境满意度较高,这与山西农业大学的校园文化、古建筑的保留和太谷县当地的地域文化有密不可分的关系。

校园沿用孟家花园的原门为其主校门,“校址约百四十亩”,以孟家花园的建筑样式和格局作为学校新建设模仿的样本,并在传统儒家思想和道教自然、无为主义的影响下,形成了独具特色的大学文化场所。校园中的读书长廊、思想湖等一定程度上为学生提供了休闲驻足的场所,一定程度上丰富了观景需求,在增加趣味性的同时一定程度上使学生身心愉悦,压力得到释放。但由于学校历经百年沧

表 3 整体依恋量表

Tab. 3 Measure of place attachment

场所依靠	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
活动形态					
1. 当我在想学习时,我一定会到这里来					
2. 这里的条件最适合我想做的事情					
3. 只要有时间我就会来这里					
场所认同					
活动形态					
4. 我对这里有很深的感情					
5. 我觉得这里成了我生活不可或缺的一部分					
6. 当我待在这里时,我会觉得非常放松,可以做任何我想做的事情					
7. 我会时常回想起在这里发生的事情					
8. 当我有相当长时间不能来这里的时候,我会想念这里					
9. 我和我的朋友/爱人/家人的情感联系有一部分建立在这里的活动上					

表 4 环境满意度均值

Tab. 4 Mean of environmental satisfaction

	平均值	个案数
户外空间尺度大小	3.9347	199
植物种类及其配置情况	3.9045	199
植物生长状态	3.9497	199
景观构筑物及其小品(拍摄点)	3.7437	199
遮阴、避雨、取暖措施	3.8291	199
道路交通可达性	3.8894	199
户外建筑物具有山西特色	3.8442	199
总体满意度	3.8500	

桑,校园中一些亭廊色泽不复从前,公共场地的铺装不再平整等,这些状况有待改善。

研究表明,调查对象对活动体验满意度较低,这主要是由于学校公共场所中活动体验设施过于不足且活动场地较少,师生们只能在课余时间在场中散步、聊天、进行简单的体育运动等,缺少场所本应具有多样性、丰富性和趣味性。

2.2 场所依恋

样本 200 份问卷,收回有效问卷 199 份。整体依恋量表从场所依靠和场所认同两个方面着手分

析,将句法 1、句法 2 和句法 3(表 5)进行相关性比较,相关性分别为 0.006,0.001,<0.01,呈较强的正相关性。句法 1,2,3 分别反映了因子 1 场所依赖,其活动形态的均值为 3.785;句法 4,5,6,7,8,9 分别反映因子 2 场所认同(表 6)。

表 5 场所依赖相关性

Tab. 5 Correlation of place dependence

	句法 1	句法 2	句法 3
句法 1			
皮尔逊相关性	1	0.195**	0.086
显著性(双尾)		0.006	0.226
个案数	200	200	200
句法 2			
皮尔逊相关性	0.195**	1	0.234**
显著性(双尾)	0.006		0.001
个案数	200	200	200
句法 3			
皮尔逊相关性	0.086	0.234**	1
显著性(双尾)	0.226	0.001	
个案数	200	200	200

注:**表示在 0.01 级别(双尾)相关性显著,下同。

在比较中可以看出,句法 6 的相关性较弱,其他的相关性较强。句法 6 反映的是对于场所的轻松感,而校园本就拥有较深厚的文化传统内涵,景观具有一定的严肃性,所以句法 6 与其他句法呈现负相关。因子 1 活动形态的均值为 3.785,因子 2 的均值为 3.895。以上因子的均值反映出因子 1 均值<因子 2 均值,场所认同程度高于场所依赖的程度,且情感性依恋较大,归因于山西农业大学一百多年来的深厚文化底蕴。在上述 9 个句法中,句法之间除了句法 6 相关性较弱之外,其余均反映出较强的相关性,这表明学生对校园公共场所产生了一定程度的场所依恋。

2.3 场所依恋影响因素

分析以上 5 个场所人流量大的原因,从构成空间的 12 个景观要素(尺度和距离、实体、边界、色彩、线条、形体、瞬时自然景象、植被、质地、水体、动态景象、阳光)等出发,探究其在提高景观丰富度的同时是否吸引了大量的使用者^[5]。

2.3.1 线条

组成空间各个要素的线条优美度给人视觉和心理上不同的感受,从而影响景观效果^[6]。在表格中得分最高的玉兰园由流水瀑布、单置石、乔灌木等植物与场地内多样的铺装物组成,营造出变换多样的小空间。由小到大的景观要素或自然天成或人工营

表 6 场所认同相关性
Tab. 6 Correlation of place identity

	句法 4	句法 7	句法 5	句法 6	句法 8	句法 9	
句法 4	皮尔逊相关性	1	0.146 *	0.091	-0.084	-0.022	0.238 **
	显著性(双尾)		0.039	0.198	.238	0.762	0.001
	个案数	200	200	200	200	200	200
句法 7	皮尔逊相关性	0.146 *	1	0.279 **	0.037	0.031	0.085
	显著性(双尾)	0.039		0.000	0.605	0.663	0.233
	个案数	200	200	200	200	200	200
句法 5	皮尔逊相关性	0.091	0.279 **	1	-0.029	0.184 **	0.044
	显著性(双尾)	0.198	0.000		0.684	0.009	0.534
	个案数	200	200	200	200	200	200
句法 6	皮尔逊相关性	-0.084	0.037	-0.029	1	0.011	-0.100
	显著性(双尾)	0.238	0.605	0.684		0.876	0.159
	个案数	200	200	200	200	200	200
句法 8	皮尔逊相关性	-0.022	0.031	0.184 **	0.011	1	0.248 **
	显著性(双尾)	0.762	0.663	0.009	0.876		0.000
	个案数	200	200	200	200	200	200
句法 9	皮尔逊相关性	0.238 **	0.085	0.044	-0.100	0.248 **	1
	显著性(双尾)	0.001	0.233	0.534	0.159	0.000	
	个案数	200	200	200	200	200	200

注: *表示在 0.05 级别(双尾),相关性显著; **表示在 0.01 级别(双尾)相关性显著。

造的景观中,线条的优美度成为吸引来往者的重要因素之一。

2.3.2 质地

在使用人群常去的场地中,前往玉兰园的使用者最多。玉兰园由软质景观植物、水体和硬质景观置石、铺装组成。而孟家花园凭借悠久的历史吸引了部分使用者前来。山西农业大学校园建造和发展中保留了原有的建筑形态和场地形态,蕴含较多的历史韵味,但缺少硬质与软质景观的结合,以及标识不清等因素,导致使用者较少。

2.3.3 山石水体植被

在中国古典园林发展中,山水是组成园林形态的两大要素,自古便是“石令人古,水令人远”,山环水抱的形态在校园景观的营造中也有一定的体现^[7]。玉兰园中的水体形成是造型简单的瀑布流水,将山水相依的形态进行微缩,形成微缩的山水小景,合宜的体量尺度让使用者既能感受到场所的趣味性又能满足观赏、游憩的需要,成为最喜爱的场所^[8]。思想湖是校园中占地面积大且景观要素齐全的场所,但水域面积较小,石块与水体植被布置未

能形成统一的整体,在湖边休憩时会让人缺少安全感,因此使用者较少。

分析各个样本的场所依恋,其主要由场地内部线条、质地、山石、水体、植被等要素表现,场所使用满意度高的地方均是由这些因素构成,如果缺乏某一因素或者尺度不适宜,使用者就会较少。

3 结论与讨论

通过分析山西农业大学校园整体依恋水平及公共空间依恋水平,发现使用者的整体依恋及场所依恋程度较高;校园整体的场所认同程度略高于场所依赖程度,体现了底蕴深厚的校园文化对学生身心的发展有一定的促进作用;校园内具体的场所认同程度略高于场所依靠程度,说明情感性依恋大于功能性依恋,其中校园文化、地域文化具有一定的影响。因此,将景观各要素从宏观上出发进行安排与布置;微观上,对每一个场所借助精妙的造园手法赋予其独特的精神内涵,将在弘扬校园传统文化、打造校园精神、提升校园环境等方面发挥积极的作用,增加师生们对校园的认同感和归属感。

(下转第 202 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.037

基于LID理念的西农成教学院周围景观改造研究

刘冠,王诚吉

(西北农林科技大学风景园林艺术学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:以西北农林科技大学南校区成教学院周边区域为研究对象,在场地调研勘测和相关资料研究的基础上,分析研究区域场地的水文、植物、土壤及土地利用情况。运用低影响开发水文分析法,计算场地现状、开发前、预期3部分径流曲线数值,确定设计降雨量及维持开发前CN所需雨水储存量,计算3个不同区域综合管理措施达到预期效果所需面积,并提出相应的景观提升与雨水排水改造措施。

关键词:低影响开发理念;水文分析;综合管理措施;径流曲线数值;景观改造;西北农林科技大学

中图分类号:S731.9;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0195-08

引文格式:刘冠,王诚吉.基于LID理念的西农成教学院周围景观改造研究[J].林业调查规划,2019,44(2):195-202.

LIU Guan, WANG Chengji. Landscape Reconstruction around College of Adult Education in Northwest A&F University Based on the Concept of Low Impact Development[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 195-202.

Landscape Reconstruction around College of Adult Education in Northwest A&F University Based on the Concept of Low Impact Development

LIU Guan, WANG Chengji

(College of Landscape Architecture and Arts, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The hydrology, plant, soil and land use status of the surrounding area of Adult Education College in the south campus of Northwest A&F University was studied based on the site investigation and the relevant data. The concept of Low Impact Development was used to calculate the pre-development, present and expected Runoff Curve Number of the research region, and determine the design rainfall and rainwater storage to sustain the pre-development CN. This paper calculated the needed areas of the three different regions to achieve the desired effect by the comprehensive management measures, and proposed the corresponding measures in landscape improvement and rain drainage.

Key words: Low Impact Development; hydrological analysis; comprehensive management measures; Runoff Curve Number; landscape reconstruction; Northwest A&F University

城市化发展导致自然林地、农田被开发,大量的不透水铺装被应用于城市各个角落,雨水径流量显

收稿日期:2018-11-05.

基金项目:大学生创新创业训练计划项目.

第一作者:刘冠(1995-),女,宁夏吴忠人,硕士研究生.研究方向为园林景观规划设计及园林植物应用. Email:1076425892@qq.com

责任作者:王诚吉(1963-),男,甘肃甘谷人,副教授,硕士生导师. Email:544812071@qq.com

著增大,城市内涝现象严重。为解决城市内涝问题,满足城市景观需求,20世纪90年代初,美国提出开发前后水文状况基本持平的低影响开发(LID)理念^[1]。LID主要是通过模拟天然排水模式,对雨水下渗、储蓄、净化、回用等进行管控,从而起到控制径流峰值、径流总量和径流污染的作用^[1]。LID最初是作为传统暴雨水管理措施(BMPs)的替代选择方法出现,直至20世纪90年代末,才逐渐成熟^[2]。美国西雅图High Point社区的改造就很好地应用LID方法,解决了城市内涝问题^[1]。

我国对LID的利用主要体现在大范围海绵城市的建设中,如武汉、重庆、西咸新区等^[1]。为填补对LID在小范围场地研究的空白,选取西北农林科技大学南校区成教学院周边环境进行水文分析与计算,因地制宜地提出相应的解决方法。这对小范围场地应用LID理念,改造提升校园景观、解决场地内涝、合理应用雨水具有重要的现实意义。

1 研究对象

成教学院隶属于陕西省杨凌示范区西北农林科技大学(以下简称西农)南校区,地处关中平原中部,地理位置为110°E,35.5°N。学院楼周边研究区域总面积为18 667.4 m²,地面有大量不透水铺装,每逢大雨,大面积不透水铺装无法就地消纳雨水而形成内涝。适合于应用LID研究解决小范围场地内涝、景观提升和雨水利用等。

2 研究方法及技术路线

2.1 研究方法

研究区场地面积较小,雨水汇聚时间短。LID中2个反映场地开发前后水文变化的特征值,即径流曲线数值(Runoff Curve Number, CN)和流域中雨水汇聚时间(Time of Concentration, TC),对不同尺度场地均可使用,因此,在小面积场地忽略雨水汇聚时间这一特征值的情况下,LID研究方法既合理又方便。

2.2 技术路线

LID理念在西农南校区成教学院周边环境景观的应用研究技术路线见图1。

3 研究内容及步骤

3.1 场地分析

通过对场地现状调研勘测,掌握西农南校区成

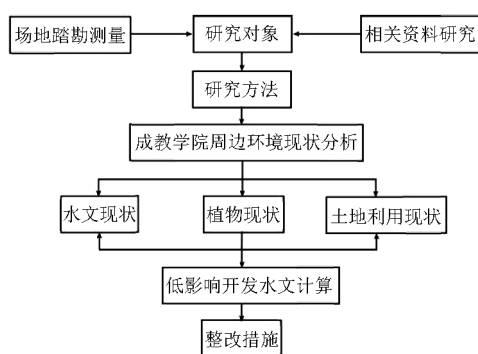


图 1 技术路线

Fig. 1 Technical route

教学院周边环境的水文、植物以及土地利用情况,对各项指标特征进行综合分析。

3.1.1 水文现状

研究区场地为大陆性季风气候,表现为春暖多风、夏热多雨、秋季凉爽而多连阴雨、冬寒干燥的特征。根据气象数据得知,杨凌年降水量约为327~980 mm,年均降水量为635.1 mm,且降水量年内分布不均衡,春季约占23%,夏季约占43%,秋季约占31%,冬季约占3%。近十年最大降雨量为215.1 mm/24 h,月降雨量峰值为409 mm。年均蒸发量约为993.2 mm。

经现场勘查,场地不透水铺装面积大(10 027.5 m²,占比为54%),建筑主要通过落水口排放雨水,其中22个落水口的雨水可排至绿地,剩余12个落水口将雨水排至不透水铺装。不透水铺装及路面雨水主要以雨水管网排放,但不同的雨水井状况不一,汇集的水量也有所差异,有的井口因久未疏通丧失排水功能,导致雨水不能全部通过雨水口汇集排放,造成路面积水严重,尤其在暴雨过后,路面积水滞留时间长,影响行人通行安全(图2)。

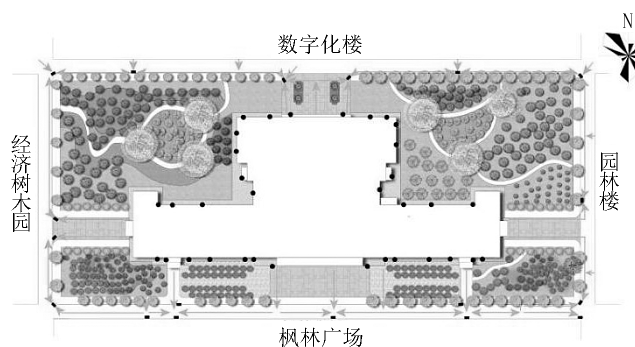


图 2 场地水文分析

Fig. 2 Site hydrological analysis

3.1.2 植物现状

场地现有树种主要为桃树、龙爪槐、油松、栾树、腊梅、接骨木、臭椿、鹅掌楸、紫叶李、海棠、日本晚樱、棕榈、玉兰等,地被植物以草地早熟禾草为主。总体而言,乔木种类多样,林地郁闭度达 85%,林地覆盖度 100%,但植物耐水湿能力较差。

植物对雨水有较好的截流作用,叶茂密较大、粗糙者,其截流能力较强^[3]。据研究表明,林冠截留率可达 23.1%~29.3%,平均值为 25.3%^[4]。草地对雨水的削减程度依草种有所不同,草地早熟禾的削减率为 30%~35%^[5]。

3.1.3 土壤现状

依资料可知,杨凌地区土壤类型为斑斑黑油土,属壤土类,瘠土亚类。瘠土中砂粒平均值为 299.71 g/kg,粉粒平均值为 436.8 g/kg,粘粒平均值为 263.47 g/kg,有机质平均值为 13.30 g/kg。滞留含水量为 0.071 g/g,取土容重为 1.48 g/cm³^[6],饱和质量含水量为 0.48 g/g^[7]。经计算可知,土壤持水量为 0.61 g/cm³。为满足最大降雨量的 80%被消纳,土壤持水量需为 0.72 g/cm³。

3.1.4 土地利用现状

研究区场地的土地利用类型主要分为绿化用地、道路用地以及建筑用地 3 类;按照雨水能否下渗分为透水用地和不透水用地 2 类。绿化用地为透水用地,其余为不透水用地。经测量,透水用地面积为 8 639.9 m²,占场地面积的 46%,不透水用地的面积为 10 027.5 m²,占 54%。用地类型划分见图 3。

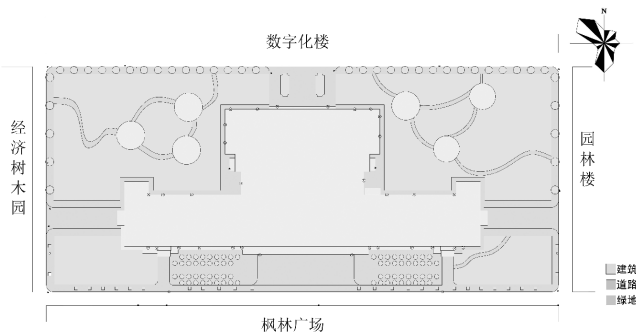


图 3 土地利用分析
Fig. 3 Land use analysis

3.2 低影响开发场地计算

3.2.1 低影响开发水文计算流程

通过查阅低影响开发水文分析(Low Impact Development Hydrologic Analysis)手册以及综合考虑场地现状,将适用于流域计算的 TC(Time of Concen-

tration)值进行忽略,得到简化后的水文分析计算流程图(图 4)。

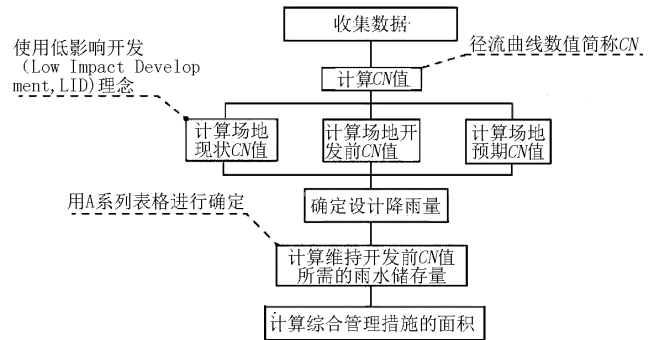


图 4 低影响开发水文分析计算流程

Fig. 4 Calculation process of hydrological analysis

3.2.2 计算径流曲线数值

径流曲线数值(Runoff Curve Number)简称 CN,是表征场地水文学特征的值,CN 值越小,场地的雨水径流量就越小,即该地对雨水的消纳情况就越好^[8]。根据低影响开发水文分析手册给出的 CN 值计算方法,求出 3 部分 CN 值(现状 CN、开发前 CN、预期 CN)。

1) 现状径流曲线数值

经过场地踏勘测绘得到成教学院周边环境的具体数据,并标注排水口的数量和位置,为了便于研究和计算综合管理措施的面积,将场地划分为 3 个区域,同时,屋顶面积的分配是依据区域排水口所占比例而得(图 5)。经过合理分配和计算得出 A、B、C 3 个区域面积分别为 3 946.2 m²、3 474.4 m²、11 246.8 m²。

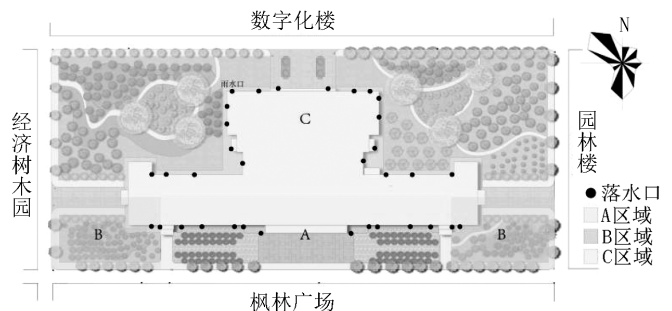


图 5 场地分区

Fig. 5 Site Zoning

分析现状土壤以及查阅相关资料,得知杨凌地区的土壤属 C 类^[9]。由此,查阅 TR-55 中的图 2-

2a 可知不透水地、草地、状况一般的林地所代表的 CN 见表 1^[10]。

表 1 场地不同土地利用类型所占面积

Tab. 1 Areas of different land use types

土地利用类型	水文土壤分组	代表 CN	面积 /m ²	所占比例/%
不透水地	C	98	10027.5	54
草地	C	74	1250.8	7
状况一般的林地	C	73	7389.1	39

LID 理念下的现状 CN 计算方法是在考虑不透水面积连通性情况下得到的,该方法提出了不透水面积不连接性的概念,即不与管道系统或其他不透水表面直接连接的不透水面积。由此,通过增加不相连的不透水面积与透水面积的比率,以达到雨水径流量和 CN 减小的目的^[8]。这种方法更加明确地解释了不透水面积、透水面积以及不相连的不透水面积之间的关系,便于对低影响开发理念下 CN 的理解。具体计算公式为:

$$CN_c = CN_p + \left(\frac{P_{imp}}{100}\right) \times (98 - CN_p) \times (1 - 0.5R) \quad (1)$$

式中:CN_c 为复合曲线值,R 为不连接的不透水面积与总不透水面积的比率,P_{imp} 为不透水面积的百分比,CN_p 为透水部分的复合曲线值,透水部分的复合曲线值计算公式为:

$$CN_p = \frac{CN_1 A_1 + CN_2 A_2 + \dots + CN_j A_j}{A_1 + A_2 + \dots + A_j} \quad (2)$$

式中:CN_p 为透水部分的复合曲线值,A_j 为透水地用地类型面积,CN_j 为透水地用地类型的曲线值。

由此可得低影响开发现状 CN 为 86。

2) 开发前径流曲线数值

根据场地开发前的土壤水文分组以及场地历史调查得知,场地在开发前的自然状况为草地,因此,所代表的 CN 为 74。

3) 预期径流曲线数值

一般情况下,预期 CN 是通过评估场地各项指标特征,在开发前 CN 的基础上增加 5 左右^[8],通过综合分析西农成教学院周边环境的水文、土壤、植物情况,将预期 CN 定为 79。

3.2.3 确定设计降雨量

低影响开发对于径流总量提出了 3 个控制目标:①设计重现期下 24 h 的降雨径流总量开发后不超过开发前;②对于年径流总量百分比有一定的控

制;③对于降雨量厚度进行控制^[8,10,12]。这 3 个目标可被设计者作为设计目标直接采用。

《海绵城市建设技术指南——低影响雨水开发系统构建》对我国近 200 个城市年、日降雨量进行了统计分析,将我国大陆地区分为 5 区,并给出了对应区域年径流降雨量控制率范围,根据该范围可确定设计降雨量数值。杨凌区属第 II 区,年径流总量控制率目标为 80% ≤ α ≤ 85%。综合杨凌降雨特征、土壤条件以及成教学院周边环境,将其年径流总量控制目标定为 80%^[13]。

查阅气象数据得知,近十年杨凌降雨量峰值为 215.1 mm/24 h。为解决研究区内涝问题,将十年一遇最大降雨量峰值的 80% 定为设计降雨量,即 172.08 mm/24 h。

3.2.4 确定维持开发前 CN 所需雨水储存量

明确设计降雨量后,查阅低影响开发水文分析 A 系列图表,得出开发前 CN、预期 CN、设计降雨量、储水深度等 4 个因子之间的具体关系(图 6),从而确定维持开发前 CN 所需储水深度为 14 mm^[8]。

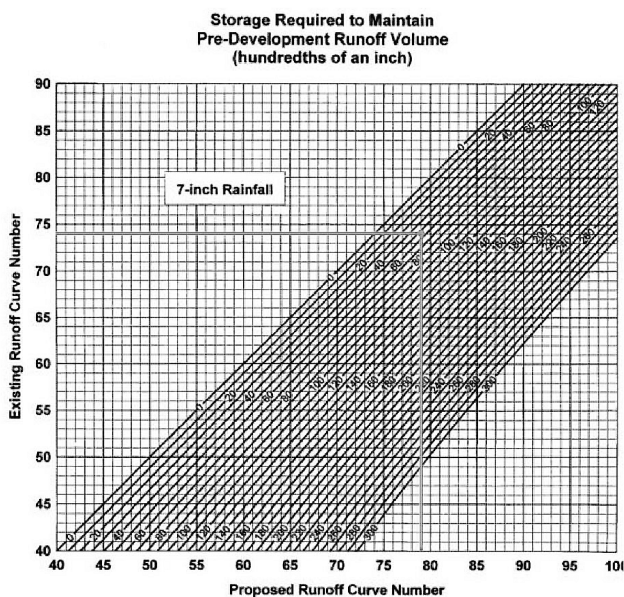


图 6 保持开发前径流量所需储水量

Fig. 6 Water storage capacity for pre-development runoff

3.2.5 计算综合管理措施的面积

低影响开发综合管理措施是采用微尺度和分布管理的方式,以满足开发后水文条件的需求。其不仅可以维持开发前的径流量,还可以用于场地设计之中,兼具景观和实用价值^[8]。综合管理措施运用

源头控制理念对雨水径流进行控制,通过将雨水进行入渗、过滤、蒸发和调蓄等方式,减少雨水径流。

根据 LID 手册中推荐的设施深度,设计综合管理措施深度为 150 mm。参考低影响开发水文分析中给出的综合管理措施的计算公式,在设计综合管理措施深度为 150 mm 时,计算公式为:

$$\text{综合管理措施面积} = \text{区域面积} \times \frac{\text{储水深度}}{\text{设施设计深度}} \quad (3)$$

场地共划分为 3 个区域,分别对 3 个区域的综合管理措施面积进行计算,为保证 C 区域雨水花园的景观效果,符合水生植物生长要求,将 C 区域设计综合管理措施深度定为 200 mm,计算结果如表 2。

表 2 综合管理措施面积

Tab. 2 Areas of comprehensive management measures

区域	综合管理措施面积 /m ²	设计综合管理措施深度/mm
A(包含部分教学楼屋顶、人行道、两侧小南门、南门前广场及 2 处停车场)	361.74	150
B(包含教学楼部分屋顶、人行道以及教学楼南侧 2 块绿地)	318.49	150
C(包含剩余屋顶部分、2 块绿地、人行道、教学楼北门以及东西两端侧门)	787.30	200

考虑雨水下渗和蒸腾作用的影响,雨水储存深度并不是 100%,因此,在综合场地现状以及参考有关资料的基础上,假设有 10% 的储水量通过蒸腾和下渗被消纳,从而得出更加合理的低影响开发综合管理措施的面积(表 3),计算公式为:

$$\text{综合管理措施面积} = \text{储水量} \times (100 - X) / 100 \quad (4)$$

式中:储水量为式(3)所得综合管理措施面积;X 为蒸腾和下渗所占比例。

表 3 合理的综合管理措施面积

Tab. 3 Reasonable areas of comprehensive management measures

区域	综合管理措施面积 /m ²	设计综合管理措施深度/mm
A(包含部分教学楼屋顶、人行道、两侧小南门、南门前广场及 2 处停车场)	325.6	150
B(包含教学楼部分屋顶、人行道以及教学楼南侧 2 块绿地)	286.6	150
C(包含剩余屋顶部分、2 块绿地、人行道、教学楼北门以及东西两端侧门)	708.5	200

3.3 误差分析

误差自始至终都存在于任何研究之中,在本研究中误差主要来源于实际调查勘测中的读取误差和测量误差,场地 CAD 图中数据量取误差以及一些不确定因素产生的误差。由于所研究场地面积较小,该误差可忽略不计。

4 整改措施

低影响开发设计是通过模拟自然生态环境的机理来达到对雨水的消纳作用,以冗余、弹性和分布式为设计原则,提高景观的弹性和承载力^[14]。通过水文分析计算,求得 3 个区域综合管理措施面积,根据每个区域的不同情况,设置对应的低影响开发设施。

通过前文分析,可知土壤对雨水的吸纳、林冠对雨水的截留以及草地对雨水的削减等情况,经计算、分析、归纳得出场地内绿地可完全消纳设计降雨量,因此,不予以对绿地进行改造。

4.1 区域 A 改造措施

区域 A 包含部分教学楼屋顶、人行道、两侧小南门、南门前广场及 2 处停车场。广场上大量不透水铺装使雨水大多沿地势流向路面,造成路面严重积水。为解决这一问题,将枫林广场一侧的道路路缘石设置为双溢流路缘石(图 7)。双溢流路缘石对雨水起到导流、下渗、过滤的作用,避免雨水径流排放过程中的杂质堵塞雨水管网。除此之外,将广场铺装换为透水性铺装(图 8)。

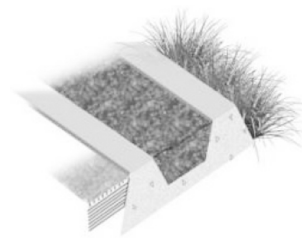


图 7 双溢流路缘石

Fig. 7 Double overflow curb

2 处停车场紫叶李树池面积较小,且树池间隔不能被有效利用,因此,将 2 个小型树池连接起来,形成长条形绿带,留出开口供雨水流入(图 9)。此外,为了更加有效地利用停车位空间使其消纳地面径流,停车位除保留车胎撵轧部位为硬质铺装外,车轮之间可设置植草铺装,规格为 80 cm×400 cm(图 10)。

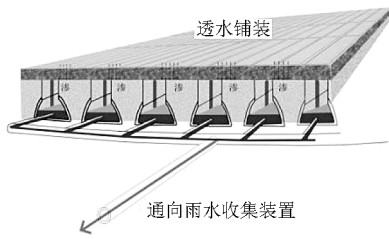


图 8 透水铺装

Fig. 8 Permeable pavement



图 9 开口路缘石

Fig. 9 Open curb

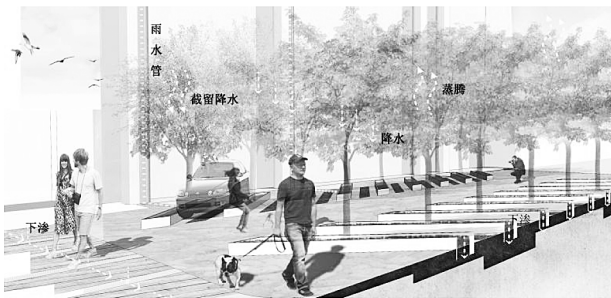


图 10 停车场改造效果

Fig. 10 Rendering of the parking lot reconstruction

人行道上的行道树移至路边并将行道树的围牙开口处理为镶嵌式路缘石(图 11),使路面雨水被树池消纳。两侧小南门外道路横向铺设 4 条砾石带,就地消纳沿着地势而来的雨水,减轻道路积水压力。



图 11 镶嵌式路缘石

Fig. 11 Mosaic curb

4.2 区域 B 改造措施

该区域包含教学楼部分屋顶、人行道以及教学楼南侧 2 块绿地。人行道的处理方法与 A 区域相同;西南侧绿地在靠近道路边缘设置植草沟,面积为 111.44 m²,东南侧绿地在靠近散水一侧设置 170.2 m² 的植草沟(图 12)。屋顶雨水通过在建筑落水管下方散水部分设置考登钢雨水管将雨水导入植草沟内被消纳(图 13)。植草沟可以对雨水起到净化作用,还可以消纳来自教学楼屋顶的雨水。

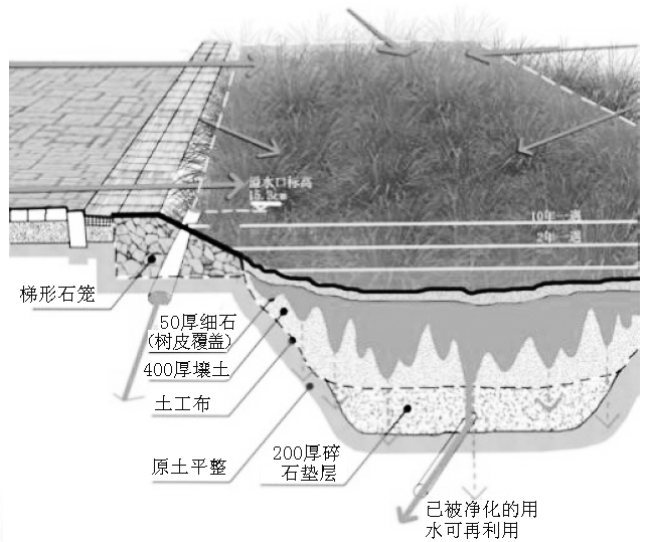


图 12 植草沟结构图

Fig. 12 Structure of grass planting ditch



图 13 考登钢雨水管意向图

Fig. 13 Intention map of Corten steel rain pipe

4.3 区域 C 改造措施

区域 C 面积最大,由剩余屋顶部分、2 块绿地、人行道、教学楼北门以及东西两端侧门组成。2 块绿地作为成教学院周边最大的雨水消纳载体,结合雨水花园,打造水生态景观,丰富生物多样性和景观资源。雨水花园的建造不仅起到消纳来自建筑和道

路雨水径流的作用,而且合理储存、过滤、回用雨水,对学生节约用水具有很好的教育意义。雨水花园的建设基于 2 块绿地,西北边绿地保留原场地 1 个亭子,雨水花园为自然河流状,景观效果极佳,面积为 417 m²,靠近该绿地的建筑落水口通过考登钢雨水管引入雨水花园中消纳;东北边绿地将 3 个亭子去除,重新设计木栈道,配以小溪,充分表达雨水花园

景观,面积为 291 m²,同时消纳建筑东北部分经考登钢雨水管引流落水管的雨水(图 14)。2 个雨水花园形成独立景观。人行道的处理与前两个区域相同,北门入口区域通过将 2 个树池的缘石开口,解决雨水径流。东西 2 个侧门设置 6 条砾石带,使下流雨水得以渗透。

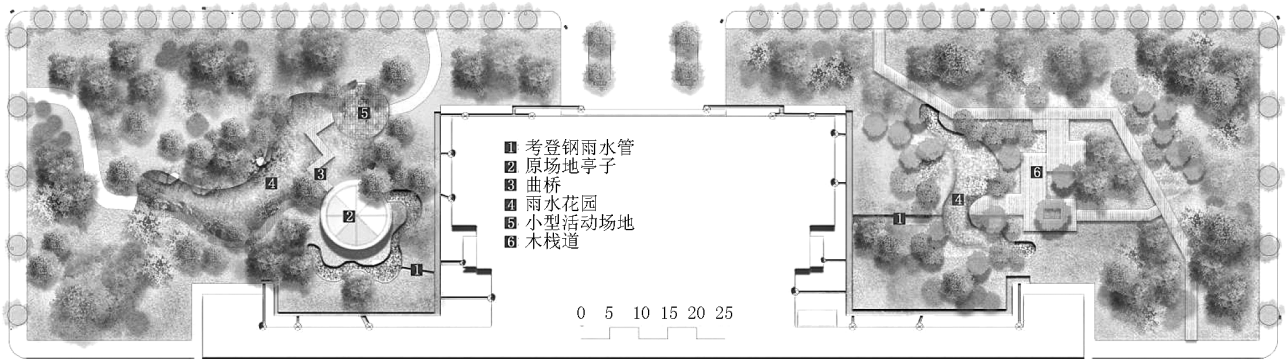


图 14 北边绿地改造平面图

Fig. 14 Plan of northern greenland reconstruction

关中地区降雨主要集中在夏秋,其他季节都处于干旱期,因此,在雨水花园植物的选择上,要因地制宜地综合考虑关中地区生态因子,选择既耐水湿又具一定耐旱能力的植物。湿生、沼生植物有水葱、再力花、泽泻、慈姑、香蒲、千屈菜、黄菖蒲、马蔺、水生美人蕉等;驳岸植物有迎春、紫穗槐、河北杨、旱柳、怪柳、雪柳、水杉、垂柳、丝棉木、君迁子、枫杨、火炬树等。

4.4 雨水收集

主要收集进入植草沟以及从透水铺装下渗到暗管中的雨水,其中植草沟自带过滤功能,可以直接收集(图 15),而透水铺装的雨水需经过装置过滤(图 16)。植草沟和透水铺装收集的雨水均通过地下管道连接雨水花园,即可用于灌溉又可补给雨水花园造景用水。

5 结论

国内在小范围低影响开发技术方面的发展缺乏具体的实践措施以及水文分析方法,通过借鉴国外给出的低影响开发水文分析法,以西农成教学院周围景观作为小范围场地进行研究,给出具体的计算过程和解决流程。以收集现状数据及计算径流曲线

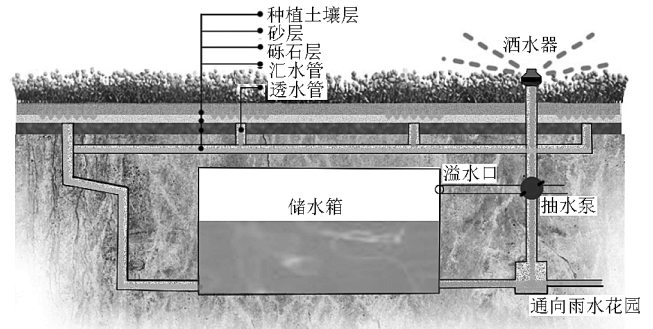


图 15 雨水直接收集装置

Fig. 15 Device of direct-collecting rainwater

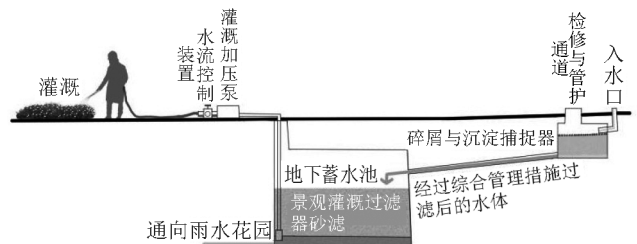


图 16 雨水过滤收集装置

Fig. 16 Device of rainwater filtration and collection

数值为基础,制定设计降雨量,求取综合管理措施的面积,从而应用在具体的区域,实施景观提升与雨水

排水改造设计,最终起到消纳雨水的作用。本研究得出 4 点结论。

1) 土壤条件为壤土的杨凌地区及其周边,草地、林地可完全消纳强降雨。

2) 对于解决小范围场地的雨水消纳问题,可利用 LID 水文分析法。

3) 小范围场地雨水消纳可通过双溢流路缘石、开口路缘石、镶嵌式路缘石、植草沟、砾石带、地下雨水收集装置、雨水花园等措施,对雨水进行过滤、收集、回用。

4) 根据关中地区的气候、土壤条件,可供营造水体景观的湿生、沼生植物有水葱、再力花、泽泻、慈姑、香蒲、千屈菜、黄菖蒲、马蔺、水生美人蕉等;驳岸植物有迎春、紫穗槐、河北杨、旱柳、怪柳、雪柳、水杉、垂柳、丝棉木、君迁子、枫杨、火炬树等。

参考文献:

- [1] 徐芄. 低影响开发景观规划设计[D]. 南京:南京农业大学,2015.
- [2] 张善峰,宋绍杭,王剑云. 低影响开发——城市雨水问题解决的景观学方法[J]. 华中建筑,2012(5):83-88.
- [3] 计燕,郭欢欢,宋良红,等. 关于 9 种绿化树种林冠雨水截留量的研究[J]. 河南科学,2017,35(7):1075-1078.
- [4] 谷宁. 校园人工绿地不同植被类型雨水蓄滞能力研究——以西北农林科技大学为例[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017.
- [5] 尼玛次仁. 城市绿地系统对雨水径流削减作用的实验

研究[D]. 天津:天津大学,2010.

- [6] 付晓莉,邵明安,吕殿青. 土壤持水特征测定中质量含水量、吸力和容重三者间定量关系 II. 原装土壤[J]. 土壤学报,2008,45(1):50-55.
- [7] 吕殿青,邵明安,王全九. 土壤持水特征测定中的容重变化及其确定方法[J]. 水利学报,2003,34(3):110-114.
- [8] Environmental Resources Programs and Planning Division. Low--Impact Development Hydrologic Analysis[Z]. Prince George's County, Maryland, 1999.
- [9] SCS. Streamflow Data Part 630 Hydrology National Engineering Handbook[M]. Washington D. C. :USDA, 2005.
- [10] NRCS. Urban Hydrology for Small Watersheds. Technical Release 55[N]. Washington D. C. :USDA, 1986.
- [11] Department of Environmental Resources Programs and Planning Division. Low - Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach [Z]. Prince George's County, Maryland, 1999.
- [12] USEPA. Technical Guidance on Implementing the Stormwater Runoff Requirements for Federal Projects under Section 438 of the Energy Independence and Security Act [Z]. 2009.
- [13] 张亮. 西北地区海绵城市建设路径探索——以西咸新区为例[J]. 城市规划,2016(3):108-112.
- [14] 阿肯色大学社区设计中心著,卢涛译. 低影响开发:城区设计手册[M]. 南京:江苏凤凰科学技术出版社,2017.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 194 页)

参考文献:

- [1] Williams D R, Roggenbuck J W. Measuring Place Attachment; Some Preliminary Results[C]// National Parks and Recreation, Leisure Research Symposium, 1989.
- [2] 刘婷. 城市公园场所使用及场所依恋研究[D]. 北京林业大学, 2010.
- [3] 陈浩,肖玲. 场所依恋量表在城市公园中的测量及其应用[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2015, 47(5):140-146.
- [4] 赵宏杰,吴必虎. 大陆赴台自由行游客地方认同与休闲

效益关系研究[J]. 旅游学刊,2013,28(12):54-63.

- [5] 刘滨谊,范榕. 景观空间视觉吸引要素量化分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2014, 38(4):149-152.
- [6] 万禹. 城市综合性公园主游路植物景观审美评价[D]. 西南大学, 2015.
- [7] 高洁. 四川古典园林山石理水艺术研究[D]. 西南交通大学, 2017.
- [8] 姜莎莎. 综合性公园使用状况评价(POE)研究[D]. 北京林业大学, 2013.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.038

城市绿地植物群落优化配置方法初探

葛佩琳, 郭利平, 邓伟

(江西省水土保持科学研究院 土壤侵蚀与防治重点实验室, 江西 南昌 330029)

摘要:植物群落是城市绿地的基本组成单元,群落结构的合理性是影响城市绿地健康稳定发展的关键。针对城市绿地群落结构中存在的树种选择违背适地适树原则、多样性不足,初植密度过大,植物配置跟风、结构不合理等问题;从优化植物群落配置的角度出发,分别从“树种选择—种植密度—配置模式—组合评价体系”等角度总结出当前国内对于城市绿地植物群落优化调控的方法和先进经验,提出了从物种选择、密度指标和格局设计等方面进行源头控制,加强群落结构动态发展管理和控制配置比例,根据评价体系不断升级城市绿地群落结构等优化策略。

关键词:城市绿地植物;群落结构;优化策略;树种选择;种植密度;配置模式;评价指标

中图分类号:S731.2;S718.542 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0203-06

引文格式:葛佩琳,郭利平,邓伟.城市绿地植物群落优化配置方法初探[J].林业调查规划,2019,44(2):203-208,215.

GE PeiLin, GUO Liping, DENG Wei. Preliminary Study on Plant Community Optimization of Urban Green Space[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 203-208, 215.

Preliminary Study on Plant Community Optimization of Urban Green Space

GE PeiLin, GUO Liping, DENG Wei

(Jiangxi Provincial Key Laboratory of Soil Erosion and Prevention, Jiangxi Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China)

Abstract: Plant community is the basic unit of urban green space, and the rationality of community structure is the key to the healthy and stable development of urban green space. The problems on the selection of tree species in the community structure of urban green space included that the principle of suitable location and tree species was violated, the diversity was insufficient, the initial planting density was too high, the plant configuration followed the crowd, and the structure was unreasonable. The system of “species selection—planting density—configuration mode—combination evaluation” was utilized to sum up the optimizing control method and the advanced experience of current domestic garden plant community from the perspective of the optimizing allocation of plant community. Some optimization strategies, such as controlling the source from species selection, density index and landscape design, strengthening the management of community structure dynamics and allocation controlling, and upgrading the community structure according to the evaluation system, were put forward.

收稿日期:2018-10-23.

基金项目:江西省土壤侵蚀与防治重点实验室开放研究基金项目(JXSB201803);江西省科技计划项目(20161BBH80072);江西省水利科技项目(KT201620;201821ZDKT17;201821ZDKT15).

第一作者:葛佩琳(1988-),女,河南驻马店人,工程师.主要从事水土保持植物与园林景观等方面的研究. Email:466404329@qq.com

责任作者:郭利平(1984-),女,四川南充人,博士,工程师.主要从事生态学方面的研究. Email:guolp.10b@igsnr.ac.cn

Key words: plants of urban green space; community structure; optimization strategies; species selection; planting density; configuration mode; evaluating indicator

植物群落是指在自然或栽培条件下,各种植物在环境相对均一的地段内有规律的组合,进而形成相对稳定的种类组成和结构特征,即植物之间以及植物与环境之间具有某种相互作用^[1-2]。城市绿地植物群落是在城市环境背景下,由人为规划管理而形成的生命系统,具有生境特殊性、人为干扰性以及过程动态性特征,即“人工种植形成-自然演替发展-人为干预与调控”的动态过程^[3]。植物群落根据形成方式可分为人工群落和自然群落,园林植物群落属于人工群落,文中研究的城市绿地即是由人工园林植物群落组成,城市绿地因其所处特殊的小气候(如城市热岛、内涝)、区域环境及地域文化,使其与自然植被群落有很大差别。人们按照固有的群落属性和特征,以建群种或优势种的群落结构及生活型、种类组成为依据,将城市绿地植物群落分为类、型、配置组、配置 4 个等级^[4]。根据不同生态功能及景观相似性特征又可分为:观赏型、环保型、科普型、保健型、科普知识型、文化艺术型和生产型植物群落^[5]。

群落结构的合理性是影响城市绿地健康稳定发展的关键。植物群落优化调控的本质是解决种类、数量和配置模式 3 方面的问题,即“种什么、种多少、怎么种”的问题。传统城市绿化在这 3 个方面存在着多种误区,比如:1) 树种选取误区:树种选择在一定程度上存在盲目化、跟风化的现象,违背适地适树的原则。同时,还存在着树种种类单一、景观单一的不良状况,不但难以抵御病虫害的突发侵袭和蔓延,也使城市绿化“千城一面”共性有余而特色不足^[6-7]。2) 绿植数量误区:在“一次成型”的理念误区下,伴随着工程便利和贪快求简的做法,植物种植越来越密,导致群落在剧烈的种间竞争中“伤筋断骨”,生长形态遭到抑制,群落的多样性和稳定性受到很大阻碍。3) 植物配置误区:目前,城市绿地在植物配置上一味追求流行风格,忽视了植物的生物学特性和当地植物的建群群落,适得其反的有损美观,且削弱了城市绿地的生态功能。此外,只要是所谓的“乔、灌、草”结构,就会被冠以“生态绿地”称号,但实际上,其群落的自维持机制可能并未形成或未发挥作用。文中分别从树种选择、种植密度、配置模式以及评价方法等方面展开论述,指出目前我国城市绿地植物群落构建存在的问题,并提出相应的优化发展对策。

1 树种选择优化

科学合理地选择和搭配树种是构建城市绿地植物群落的关键。一般而言,通过增加植物种类来提高生物多样性有利于植物群落的稳定,也有利于提高景观的多样性。群落结构的复杂程度与系统的稳定性呈正相关,单一树种结构不仅降低群落的景观和外貌,还会对群落的生态功能产生负面影响^[8]。因此,文中从遵循“生态位”法则、乡土树种、功能保健树种、文化特色树种等方面给出绿地植物群落树种选择优化的建议。

1.1 从生态位角度规划树种

一般而言,人们在构建生态园林植物群落时,都严格遵循“生态位”法则来确定群落中建群种、优势种和伴生种的种类。不同树种的生态服务价值相差很大,在同等占地面积下,乔木的叶面积指数是灌木的 2~4 倍,是草坪的几十倍至上百倍,乔木在固碳除尘、调节微气候的生态功能上具有很大优势^[6]。程政红等^[9]比较了南方地区常见阔叶乔木树种在单位叶面积的滞尘量差异,发现广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、大叶女贞(*Ligustrum lucidum*)等要明显大于栎树(*Koelreuteria paniculata*)和枫香(*Liquidambar formosana*)等树种。总之,乔木对群落的结构和功能起着决定性作用,它在群落中的数量也是占多数的,故多为优势种。因此,根据种植环境特征(如干旱、贫瘠、污染严重、病虫害严重等)的不同,有针对性地选择植物种类,尤其是高大乔木优势种的选配,直接决定了绿地生态效益的发挥程度。在选择植物种类时,确定优势种的同时也要兼顾按照生态功能的贡献大小选择生态高效树种。将建群种和优势种定为城市绿化的基调和骨干树种,适当引进少量相邻气候带树种和已驯化外来树种作为补充的生态配置才是科学的方法。骨干树种每一种类的数量不应超过树种组成总量的 10%~15%,基调树种 5%~8%合适,一般树种作少量配置^[10]。

1.2 选用乡土树种

近年来,许多城市为力求新奇,将未经驯化的外来树种引进城市,如江南地区引种银海枣等热带树种,到了冬季必须穿“暖衣”御寒;另外一些北方城市一味追求常绿树种,盲目建绿。这些做法造成的严重损失都警示我们城市绿化树种的选择必须遵循

自然规律,要充分开发乡土树种资源。乡土树种是在长期自然选择下优胜劣汰的结果,是最适宜当地生境的树种,配置适当的乡土树种不仅可以提高绿地的抗逆性和稳定性,还能塑造出具有地域性的群落特色景观。乡土树种与外来树种的比例约为 5 : 1 比较合适,外来种要选用驯化良好的品种^[11]。

1.3 开发功能保健树种

在古代,人们就已认识到树木和人体健康的关系;现代科学研究也进一步表明,植物枝叶分泌的杀菌素以及对人体有益的萜烯类挥发物,可以提高人体免疫力,调节神经平衡,达到防治多种疾病的效果^[12]。国外目前在积极尝试将“森林医院”、“香花医院”作为病人的辅助治疗,但与此同时,部分植物的花粉及分泌物也会给易感人群带来过敏反应^[13]。因此,科学合理的选择合适的保健植物种类,减少致敏和污染植物种类,可以帮助营造健康舒适的城市人居环境。

1.4 注重文化特色树种的应用

景观的风格和艺术文化倾向也会影响植物种类的选择,如北京的红叶文化,广州的木棉文化,海口的椰树文化,成都的芙蓉文化和洛阳的牡丹文化等,无不凸显出当地独特的文化风貌。园林树木的选择和配置带有较强的民族性和地域性特征,如中国古典园林植物文化内涵中的“比德”、“吟诵雅趣”、“形实兼丽”、“礼制”和“法天象地”等五种类型^[14]。因此,城市绿地植物配置也应考虑树种的文化特色。

2 种植密度优化

密度是表征植物群落数量特征的重要指标,更是影响群落结构的最直接因子^[3]。种植密度过大会导致群落个体间对于资源和环境的激烈竞争,从而影响植物的生长速率以及生物量的积累,体现在胸径、冠幅、高度和叶面积等方面的差异^[15-16],如城市绿地中出现大量“豆芽树”和“高脚苗”就是因为植株密度过高造成的畸形生长。张静等^[17]对上海市公园绿地植物群落密度进行了调查及数据分析,指出群落构建初期,种植密度的偏大导致竞争加剧,严重影响了群落的正常发育和整体的景观效益。张朝阳等^[18]指出在强调绿地尽快成型的思路下,群落密度问题比较突出,需要适度干预调整。

对于高密植物群落的优化主要是通过留优去劣、间密留匀,对林分进行抽稀调整,满足植物对生长空间的要求。1) 在恰当的时机,对不同年龄结构的植物群落采取生长伐,协调绿地短期、中期和长期

的适宜群落密度,制定动态阶段性抽稀计划。2) 选择合适的方法,按照劣势种避让优势种,速生种避让慢生种,灌木避让乔木等原则,参照群落自然演替的规律,通过创建林隙改善群落生境,并制定密度控制表,实现密度的定量化控制^[19]。3) 对于枝干畸形、郁闭度过高和病虫害植株可适当提高疏解强度,进行卫生伐以激发群落的恢复潜力。

对于纯林改造主要是调整病虫害严重、生长势弱、枝干畸形和树冠缺失的植株;对于混交群落,抽稀调整应促进不同习性的树种形成合理结构,确定目标类植物和干扰类植物,如对乔木层中的“霸王树”采用“间伐”方式,移植部分被“压顶”植株,可增加其它乔木生长空间。灌木层可根据节点景观和功能需要,调整群落空间异质性,形成半开敞或开敞空间,体现中层植物多样的结构特点和景观效果。有学者提出,对郁闭度 0.8 以上的上层乔木或灌木,将郁闭度调整到 0.5 左右,才能确保植物的生长空间,促进植物群落的正常发育^[20]。具体的种植密度要根据正常生长条件下健康成年树木树冠的大小来确定,在种植前期合理预测栽植密度是很必要的;同时必须要明确的是,人工植物群落不是一次栽植就能成型的,要明确“三分种,七分养”的观点,在日常的绿地维护中及时实施疏伐、补植、移栽、修剪等调控措施。

3 配置模式优化

目前,对于绿地群落配置模式方面的研究主要集中在公园、居住区、道路绿化等典型的城市绿地类型上^[21-22],从差异比较和定量分析的角度提出相应的植物配置模式;但是,对于已经出现不良表征的植物群落优化或者以重构的方法提升植物的适应性和景观效果的研究却鲜少涉及。

3.1 制定合理的树种配置比例

在进行复层植物配置时,适宜的配置比例既能创造均衡的空间层次感,又能促进植物的健康生长,使绿地发挥最好的生态效益。陈自新等^[23]针对以北京地区为代表的北方城市,提出了乔木(株)、灌木(株)、地被(草坪)(m^2)、绿地面积(m^2)的适宜比例约为 1 : 6 : 20 : 29(即在 $29 m^2$ 的绿地上应设计 1 株乔木、6 株灌木、20 m^2 草坪)的建议方案,可供参考和借鉴。翁殊斐等^[24]对广州城市公园植物景观进行调查,根据景观评价结果从优秀景观单元中得出乔、灌木、地被、绿地面积比例约为 2 : 6 : 23 : 30,与陈自新的研究结果大体一致,其中乔木配置的数

量略多于温带地区是由于广州地处南亚热带,当地气温高且日照时间长,因此,从生态和景观效益的角度考虑亦是合理的。

常绿与落叶树,速生树与慢生树的比例是在绿地近远期效果控制中比较重要的一点。李淑凤^[25]认为速生树在群落中占 40%左右比较合适。孙庆立^[26]指出,落叶树一般生长较快,对恶劣环境及污染物抗性也强,栽培管理简便易行,所以一般种植比重较大;常绿树种虽然使城市四季都有良好的绿化效果和防护作用,但生长慢,栽植时需带土球,大树移栽耗时费力,故所占比重宜小,一般为 30%左右。当前各地都有逐步提高常绿树比重的倾向,南北方因气候差异种植比例也有较大不同,可根据各个地区的自然和经济条件来确定具体比例关系。

3.2 群落结构的优化

3.2.1 构建合理的复层结构

研究表明,乔木的生态效益高于灌木和草坪,乔、灌、草结合的复层结构绿地的生态效益明显大于双层或单层结构绿地^[27-29]。高成广等^[30]对昆明城市绿地群落结构在景观效果、生态效益上进行数量化对比分析,指出乔灌草相结合的立体结构模式是城市绿地结构模式的最优选择。在复层结构设计中要尽量避免或减少生态位重叠,有学者^[31]就明确指出在城市绿地的组合中,上层乔木应配置阳性树种,第二层的亚乔木可以是半阴性,分布在外缘的灌木可以是阳性的,下层或者建筑物背阴区配置中性或阴性树种,从而保证所有植物均能充分的接受光照。

3.2.2 提高群落生物多样性

城市绿地的物种多样性低于自然森林群落是不言而喻的,但是乔木层和灌木层却呈现两极化趋势,乔木层优势种的数量多于自然植物群落,灌木层物种远低于自然群落^[32]。因此,在城市中营建植物群落时,突出群落的生物多样性,适当降低乔木层优势度,增加林下耐阴灌木及地被,尤其要注重缓解植物群落冠层空间的过度重叠,增大树型、冠层结构、冠型的形态差异混交度,可有效提升对光的利用及抵御干扰和风险的弹性^[33]。另外,通过引进蜜源、招鸟类植物吸引昆虫、鸟类及小型野生动物,也有助于提高生物多样性。

3.2.3 注重树种种间关联

目前,树种之间关联性的研究多以天然或次生群落为主,而对城市绿地人工植物群落种间的关联研究较少。由于不同树种在生态学特性上的差异会导致林分结构发生变化,有必要加强对引种、原生种

之间的种间关联研究。王晓春等人^[34]通过对扬州市绿地群落主要树种的关联分析,指出树种之间关联度越高的组合,群落结构越合理。因此,除了考虑树种本身外,还要使混合配对的树种处于最大正关联,才能营造出最佳树种配置组合。

3.2.4 模拟地带植被

针对群落内出现的因一些植物长势衰退或死亡而影响群落整体空间结构的问题:1)调查借鉴城市周边次生林或天然林植被的群落类型,把握地带性植物群落的结构特点和景观效果,选用适应性强且满足景观功能需求的乡土植物进行替换,模拟地带性优良乡土植物群落的合理配置,改善群落生境并提升完善群落格局^[35]。模拟地带性植被以及近自然园林植物群落设计构建技术,为科学营造植物群落提供了理论与技术支撑,但在具体的设计和栽植过程中,一定要重视实际的环境背景。2)有选择性地保护更新植被,通过引入潜在植被和管理演替(Managed Succession)技术,利用不同物种在时空和营养生态位上的差异来配置植物,通过密度和频度制约等方式调整群落的种间关系,使植物群落与潜在植被特征接近并逐渐向近自然结构方向调控,逐步达到相对稳定、多样化的近自然群落结构^[36]。

3.3 景观优化

植物群落的优化配置是城市绿地中植物群落景观营造的一个至关重要的方面。要提高植物群落的景观效果,就应注重植物群落的林相和季相美,在配置时把不同花期、果期、色叶的植物进行合理搭配;其次,水平结构上的疏密会产生空间形态的开合及光影的变化;竖向结构上树种和树龄的变化则能丰富林冠线。另外,重视植物的文化寓意和与其他园林要素的协调,达到富有自然气息的美学价值和文化底蕴^[37]。

4 通过评价指标体系进行优化

科学、客观地对园林植物群落进行评价已逐渐受到人们的重视,将评价模型应用于城市绿地的植物景观优化,通过评价找出问题所在,就可以采用适宜的优化手段有针对性地进行群落优化。同时,还可以在后期改造完成后,对优化结果进行检验,具有较大的实际意义。目前,园林中运用到的植物景观评价方法主要有层次分析法(Analytic Hierarchy Process 简称 AHP),美景度评价法(Scenic Beauty Estimation,简称 SBE),审美评判测量法(Law of Comparative Judgment,简称 BIB-LCJ),语义分析法

(Semantic Differential Method, 简称 SD) 和人体生理心理指标测试法 (Psycho-physiological Indicator 简称 PPI) 等。其中, AHP 法和 SBE 法运用最多^[38-39], 被广泛运用于城市公园^[39-41]、居住区^[42]、道路绿化^[43]和风景区^[44]等的植物群落景观评价中。

4.1 层次分析法(AHP)

AHP 法主要用于多目标复杂问题的分析, 所需要的定量数据不多, 是 Saaty 教授在 20 世纪 70 年代提出的一种定性定量相结合的分析方法^[45]。该方法可根据专家咨询法或问卷法确定评价指标和权重, 通过测试者的评分而采用相应的标准进行量化分析, 从而衡量植物景观的配置情况。国内也是近十多年, 才开始引入 AHP 法对园林植物配置进行评价。如唐东芹等^[46]采用 AHP 法构造出植物景观的综合评价模型, 选取了植物空间多样性、物种多样性、植物与整体环境协调性等 8 个对景观效果贡献较大的指标对植物造景进行了实例分析。

此外, 还有很多学者利用 AHP 法对公园植物景观进行评价。芦建国等^[40]以南京玄武湖公园植物景观为研究对象, 通过视觉质量、生态效能及服务功能 3 个评价目标, 提出采用自然斑块状交错种植方式, 以乔灌草复层形式提高植物群落层次丰富度等优化策略。翁殊斐等人^[24]分别采用 AHP 和 SBE 两种方法, 对广州 5 个城市公园内 20 个植物景观单元进行研究评价, 结果表明这两种方法的结果一致性很高, 但是 AHP 法更为公平准确。雷金睿等人^[47]对海口 9 个主要公园绿地植物群落进行评价, 根据评价结果推选出 5 个优秀群落配置模式, 并提出了采用“近自然”复层结构的配置模式优化海口热带滨海城市植物景观。

4.2 美景度评价法(SBE)

SBE 法是一种心理物理模式评价方法, 以归类评判法为依据, 根据不同测试者对风景图片的评分得到植物景观的美景度量表。SBE 法的最大优点是能够同时对大量景观进行评价, 但是各个景观之间缺乏相互的比较。SBE 法最初应用于大尺度的风景区及林分美学等评价中^[48-49]。在有关公园植物景观的评价方面, 翁殊斐等^[50]通过广州市公园植物景观的研究发现, 非专业学生组的评判可作为公众对植物景观的评判, 而专业学生组可作为评判者。杨善云等^[51]将 SBE 法引入居住区评价, 对柳州市 6 个高质量居住区采样并建立多元线性回归模型, 分析结果表明对居住区植物景观影响较大的因子为季相色彩、健康状况、植物层次和树种组成。但是, 采用

SBE 法时, 评判者会更多的注重植物景观功能和视觉美感, 容易忽视其生态效益; 而且该方法是以照片为评价基础, 拍摄的水平 and 拍摄时间也会成为影响准确度的因素, 且很难兼顾植物的全生命周期特征。

总之, 选择恰当的评价方法可以收到事半功倍的效果。关于公园、道路绿地、居住区、广场绿化等常采用 AHP 法, 方便将复杂的问题逐层分解, 简单明了; 对较大尺度的景观评价多考虑 SBE 法或 BIB-LCJ 法; SD 法和 PPI 法则多强调植物景观对人的影响, 是利用心理或生理指标评价人对植物景观的感受。

5 结语

城市绿地植物群落是一个不稳定且未成熟系统的临时框架, 在历史中形成和演替中发展, 更是在人为的干扰中嬗变^[52]。因此, 对于城市植物群落结构构建与优化调控的研究具有重要的理论价值与实践意义。文中从优化群落结构的角度出发, 提出在遵循群落发育客观规律的同时, 将自然调控机制和人工干预措施有机结合, 构建稳定、持续、高效和经济的绿地群落思路。1) 在植物群落形成初期对群落的物种选择、密度指标和格局设计进行源头控制, 即对群落未来的发展空间和所要达到的景观效果进行合理预测评估, 则对建设节约型园林绿地大有裨益。2) 加强群落结构动态发展的内在机制与管理, 如适时对高密植物群落抽稀调整、控制合理的树种配置比例。3) 根据评价体系及时发现新问题并不断优化升级群落结构, 才能逐步引导形成种类多样、结构优化、密度合理的稳定城市绿地植物群落。

参考文献:

- [1] 侯学煜. 中国的植被[M]. 北京: 人民教育出版社, 1960.
- [2] 王万鹏, 李正平, 钟芳. 兰州市郊人工林植物群落结构及稳定性初探[J]. 中国沙漠, 2006, 26(4): 569-573.
- [3] 王旭东, 杨秋生, 张庆费. 城市绿地植物群落构建与调控策略探讨[J]. 中国园林, 2016(1): 74-77.
- [4] 彭重华, 巫涛. 长株潭城市人工植被景观分类及其优化模式[J]. 中南林学院学报, 2005, 25(3): 52-57.
- [5] 陈波, 章晶晶. 城市园林植物群落配置模式研究[J]. 浙江农业科学, 2011(6): 1274-1279.
- [6] 郟光发, 王成, 彭镇华. 我国城市森林建设树种选择现状与策略[J]. 世界林业研究, 2012, 25(4): 63-66.
- [7] 刘妙琴, 刘化荣. 城市绿地群落构建中存在的问题及优化途径[J]. 现代农业科技, 2008(11): 74-75.

- [8] 吴小芹,郑茂灿,王焱,等. 上海杨树生态林病虫害发生状况及其综合治理[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(3):109-112.
- [9] 程政红,吴际友,刘云国. 岳阳市主要绿化树种滞尘效应研究[J]. 中国城市林业,2004,2(2):37-40.
- [10] 刘仲健. 深圳市园林绿化的植物配置和树种选择的分析[J]. 中国园林,1992(1):26-32.
- [11] 郑彦妮. 论城市风景林的营造[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2008,2(6):56-59.
- [12] 贾梅,金荷仙,王声菲. 园林植物挥发物及其在康复景观中对人体健康影响的研究进展[J]. 中国园林,2016(12):26-31.
- [13] 王成. 城市森林建设中的植源性污染[J]. 生态学杂志,2003,22(3):32-37.
- [14] 梁明捷. 岭南与北方、江南园林植物文化内涵的对比研究[J]. 湖南社会科学,2014(5):193-196.
- [15] 付立华,张建国,段劳国,等. 最大密度法则[J]. 生态学报,2008(2):1-11.
- [16] CHU C J, MAESTRE F T, XIAO S, et al. Balance between facilitation and resource competitions determines biomass-density relationships in plant populations [J]. Ecology Letters,2008(11):1-9.
- [17] 张静,张庆费,陶务安,等. 上海公园绿地植物群落调查与群落景观优化调整研究[J]. 中国农学通报,2007(6):454-457.
- [18] 张朝阳,周凤霞,许桂芳,等. 长沙市绿地植物群落结构特征与优化构建[J]. 林业调查规划,2009,34(3):45-47.
- [19] 惠光秀,吴海萍,张庆费,等. 上海浦东公路绿带意樟和香樟群落密度量化控制[J]. 东北林业大学学报,2010(3):20-22.
- [20] 张庆费,李燕. 城市绿地调整优化理论与技术[J]. 园林,2011(3):8-11.
- [21] 于忻,童开林,胥耀平. 西安兴庆宫公园园林植物配置分析[J]. 西北林学院学报,2012,26(6):207-212.
- [22] 段斐,邹志荣. 西安水景住区植物配置研究[J]. 西北农业学报,2007(1):244-248.
- [23] 陈自新,苏雪痕,刘少宗,等. 北京城市园林绿化生态效益的研究(6)[J]. 中国园林,1998(6):53-56.
- [24] 翁殊斐,柯峰,黎彩敏. 用AHP法和SBE法研究广州公园植物景观单元[J]. 中国园林,2009(4):78-81.
- [25] 李淑凤. 北京公园绿地中的植物配置[J]. 中国园林,1995(3):34-39.
- [26] 孙庆立,苏元勋. 城市园林的树木规划[J]. 河南林业,2000(4):27-28.
- [27] 祝宁,李敏,柴一新. 哈尔滨市绿地系统生态功能分析[J]. 应用生态学报,2002,13(9):1117-1120.
- [28] 王洪俊. 城市森林结构对空气负离子水平的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(5):96-98.
- [29] 张卫军,秦俊,胡永红,等. 上海园林植物生态功能评价——以上海绿色建筑环境绿化植物为例[J]. 东北林业大学学报,2007,35(1):73-75.
- [30] 高成广,谷永丽,胥辉. 昆明市城市森林结构模式及植物配置研究[J]. 林业调查规划,2008,33(3):49-52.
- [31] 冷平生. 城市植被生态学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995.
- [32] 董仕萍,王海洋,吴云霄. 重庆城市园林植物群落树木多样性研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(2):290-294.
- [33] PRETZSCH H. Canopy space filling and tree crown morphology in mixed-species stands compared with monocultures[J]. Forest Ecology and Management,2014,327:251-264.
- [34] 王晓春,徐强,周晓峰,等. 扬州城市绿地植物群落树种组合的选择[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2008,32(3):74-78.
- [35] 储亦婷,杨学军,唐东芹. 从群落生活型结构探讨近自然植物景观设计[J]. 上海交通大学学报,2004,22(2):176-180.
- [36] 张庆费,张峻毅. 城市生态公园初探[J]. 生态学杂志,2002(3):61-64.
- [37] 骆天庆. 近现代西方景观生态设计思想的发展[J]. 中国园林,2000(3):81-83.
- [38] 张哲,潘会堂. 园林植物景观评价研究进展[J]. 浙江农林大学学报,2011,28(6):962-967.
- [39] 苏佩萍,弓弼,吉鑫森. 三门峡天鹅湖城市湿地公园植物景观质量评价[J]. 西北林学院学报,2015,30(2):262-267.
- [40] 芦建国,李舒仪. 公园植物景观综合评价方法及其应用[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2009,33(6):139-142.
- [41] 孙明,杜小玉,杨炜茹. 北京市公园绿地植物景观评价模型及其应用[J]. 北京林业大学学报,2010(S1):163-167.
- [42] 陈翠玉,杨善云,严莉,等. 基于AHP的柳州市居住区植物景观评价体系构建[J]. 中南林业科技大学学报,2014,34(6):134-140.
- [43] 王颖,王云,孔亚平,等. 基于层次分析法和模糊数学的中巴喀喇昆仑公路沿线景观综合评价[J]. 生态科学,2014,33(6):1106-1113.

(下转第215页)

晋城市道路绿化现状分析与植物配置模式探究

郭昕懿¹,米美霞²,郭佩²,郭晋平²

(1. 山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学 城乡建设学院, 山西 太谷 030801)

摘要:以山西省晋城市主要道路绿带为研究对象,调查不同等级道路(快速路,主干道,次干道)绿化断面形式、分车带和行道树带绿化植物种类与生长状况,分析道路绿化植物配置模式并评估其合理性。结果表明,晋城市道路绿化断面形式以三板二带和三板四带的形式为主,植物应用共计26科35属45种,占晋城市园林绿化树种的31.3%,尚有较大的选择空间,乔木与灌木种植比例不均衡,配置模式简单。藉此,提出合理规划道路,适当增加绿化带宽度,丰富植物种类,增加乡土树种的选择与运用,注重乔灌草的合理配置等建议。

关键词:道路绿化;植物配置模式;道路绿化断面形式;植物种类;行道树;晋城市

中图分类号:S731.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0209-07

引文格式:郭昕懿,米美霞,郭佩,等.晋城市道路绿化现状分析与植物配置模式探究[J].林业调查规划,2019,44(2):209-215.

GUO Xinyi, MI Meixia, GUO Pei, et al. Current Situation and Plants Configuration Mode of Road Greening in Jincheng City [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 209-215.

Current Situation and Plants Configuration Mode of Road Greening in Jincheng City

GUO Xinyi¹, MI Meixia², GUO Pei², GUO Jinping²

(1. College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China;

2. College of Urban and Rural Construction, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: This paper studied the greening belt of the main road in Jincheng City, Shanxi Province to investigate the greening section forms of expressways, main roads and sub-main roads and the species and growth of greening plants in dividing stripes and roadside tree strips, and analyze the configuration mode of road greening plants and evaluate its rationality. The results showed that the greening sections of roads were mainly in the form of single carriageway with two green belts and three carriageways with four green. There were 45 species greening plants belonging 35 genera and 26 families, accounting for 31.3% of the landscape greening trees in Jincheng city. The proportion of arbors and shrubs was unbalanced and the configuration mode was simple. Therefore, some suggestions were put forward, such as rational planning of roads, increasing the width of greening belts, enriching plant species, increasing the selection

and application of native tree species, and paying attention to the rational configuration of arbors, shrubs and herbs.

Key words: road green greening; configuration mode of plants; forms of greening sections; plant species;

收稿日期:2018-12-22;修回日期:2019-01-28.

基金项目:山西省优秀博士来晋工作奖励资金科研项目(SXYBKY201753).

第一作者:郭昕懿(1992-),女,山西太原人,硕士研究生.研究方向:风景园林.Email:115028889@qq.com

责任作者:郭晋平(1963-),男,山西原平人,博士,教授,博士生导师.从事景观生态学、森林生态学和森林资源的教学与研究工作.
米美霞(1986-),女,陕西榆林人,讲师.

roadside tree; Jincheng City

道路绿化是城市绿化的重要组成部分,明确城市道路绿化现状,评估绿化模式,是完善城市道路绿化景观,提升城市绿化建设的关键。美国著名的城市规划专家凯文·林奇(Kevin Lynch)^[1]指出,道路在城市意象中占主导地位,具有重要作用。城市道路绿化的规划布局和形式随城市时空变化而决定城市的人文环境,集中反映了一个城市的生产力发展水平、市民的审美意识、生产习俗、精神面貌、文化修养和道德水准。

植物是城市道路绿化的基本元素,其结构组成特点、适应性和绿带的美学运用对城市道路绿化规划具有重要影响^[2]。丰富的植物种类不仅可以使园林绿化的景观层次丰富,而且还能发挥植物的生态功能^[3-5]。在一些经济欠发达的中小城市往往只重视道路的交通功能,忽略道路的绿化工作,导致道路绿化的发展速度缓慢,生态问题日益严重^[6]。如陕西省咸阳市城市道路规划建设与城市道路绿化建设脱节,绿化树种单一,绿化种植配置方式落后,缺乏系统研究^[7];四川省安岳县道路绿化缺乏整体规划,老城区道路绿化绿量不足,绿带宽度较小,道路绿化植物单一,生态效益差^[8]。因此,研究此类城市道路绿地植物的配置模式,评估各配置模式下道路的生态环境状况,对发挥道路绿地生态功能具有重要意义。

山西省晋城市被国家建设部正式命名为“国家园林城市”,绿化建设发展非常迅速,已见成效。该市绿化中树种的选用和配置仍存在树种单一、配置单调、草花比重偏小等问题^[9]。因此,进一步调查该市道路树种及配置模式,是解决目前城市绿化中存在的问题,进一步改善和提高城市环境的基础。本文根据山西省晋城市道路绿带的作用和配置要求,对主要道路绿化断面形式、树种的应用和配置模式进行分析,总结出城市道路绿化的现状与不足之处,以便对今后的城市道路绿化建设提供参考。

1 研究区概况

晋城市位于山西省东南部(35°11'~36°04'N, 111°55'~113°7'E),全市总面积 9 490 km²。晋城市属暖温带半湿润大陆性季风气候区,受大陆性季

风影响,四季分明。属“长日照地区”,年均温 10.2~12℃。年均降水量 626~750 mm。境内年均无霜期 165~198 d。全市森林覆盖率达 33.6%,中心城市建成区绿化覆盖率为 45.3%,绿地率为 37%,基本形成了点、带、网的城市绿化格局。

2 研究方法

2.1 样带选择

晋城市的道路分布以“三纵三横两环”的城市骨干道路框架为基础(图 1)。所调研的道路包括主干道 11 条,次干道 5 条及支路 4 条。

晋城市 20 条主次干道的调查结果显示(表 1),三板四带为道路主要绿化断面形式,占总道路数的 55%。其次是一板二带式的道路绿化断面形式,占总道路数的 25%,且一板二带式的道路多运用于城市中心区域,道路古老,断面形式单一。由于老旧道路建设时人口和车辆较少,道路比较狭窄,因此道路绿化设计受限。两板三带和四板五带的道路绿化断面形式分别为 1 条和 3 条。

表 1 晋中市道路断面形式及数量统计
Tab. 1 Forms and quantity of road sections in Jinzhong City

道路绿化断面形式	道路名称	数量	占比/%
一板二带	武庄路(侯匠路)、新市东街、新市西街、红星西街、建设路	5	25
两板三带	白水西街	1	5
三板四带	太岳街、兰花路、苑北路、前进路、书院街、凤台西街、凤台东街、文昌街、凤城路、红星东街、黄华街	11	55
四板五带	景西路、泽州路、文博路	3	15

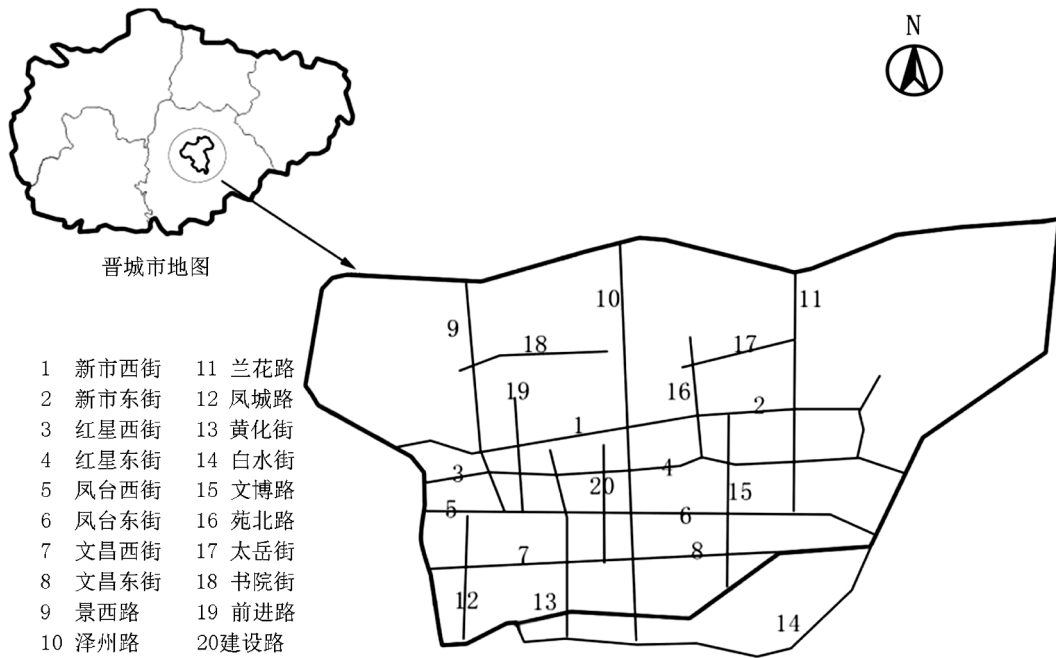
2.2 调查方法

根据晋城市道路分布情况,选取环路以内各城区典型道路(共 20 条)的主干道(11 条)、次干道(5 条)和支路(4 条)的分车绿带和行道树绿带进行调查。

每条道路绿化带选取 2 条 50~100 m 长,植物配置模式完整的样带进行调查,同时记录道路绿化

图 1 晋城市道路分布

Fig. 1 Roads distribution of Jincheng City



带的宽度。野外调查与室内分析结合进行研究,于 2017 年 11 月进行第一次调查,2018 年 6 月进行了补充调查。调查主要针对绿带内乔木、灌木和地被植物进行。主要调查乔木的名称、数量、冠幅、胸径和生长状况;灌木的名称、数量、冠幅、胸径和成长状况;地被植物的名称、种植面积和生长状况。

3 结果与分析

3.1 晋城市道路绿地率

绿地率是指在一定或特定区域内的各种用于绿化的土地面积占该区域总面积的百分比,是反应总体绿化环境质量的重要指标。道路规划设计阶段一般采用道路绿地率来评价道路绿化是否达标。各种道路绿带宽度之和占道路总宽度的百分比近似等于道路绿地率(道路绿地面积与道路总面积的百分比)。计算时,对种植乔木的行道树绿带宽度按 1.5 m 计算,对乔木下成带状配置的地被植物,宽度大于 1.5 m 的行道树带按实际宽度计算^[10]。

晋城市主干道的宽度在 40 m,主干道道路绿地率应不低于 25%,有 5 条道路的宽度超过 50 m,分别为景西路、书院街、凤台西街、白水西街、泽州路,主干道绿地率应不低于 30%,次干道道路绿地率应不低于 20%^[10]。将 20 条道路的绿地率和达标率列于表 2。

道路断面形式	道路名称	绿地率/%	是否达标	
一板二带	武庄路(侯匠路)	12.0	否	
	新市东街	17.6	否	
	新市西街	18.9	否	
	红星西街	16.8	否	
	建设路	12.5	否	
两板三带	白水西街	29.4	否	
	太岳路	19.4	否	
	兰花路	25.0	是	
	苑北路	25.2	是	
	前进路	26.0	是	
	三板四带	书院街	24.6	否
		凤台西街	31.0	是
		凤台东街	28.7	是
		文昌街	23.6	是
		凤城路	20.0	是
四板五带	红星东街	20.6	否	
	黄华街	21.4	是	
	景西路	24.6	否	
	泽州路	35.5	是	
	文博路	20.0	否	

表 2 晋城市道路绿地率统计

Tab.2 Greening rate of roads in Jincheng City

调查结果表明,一板二带和两板三带的道路绿地率基本不达标,而三板四带和四板五带的道路达标率显著提高,未达标的道路仅为 5 条。原因可能是在城市建设之初就已种植的绿化已无法满足城市发展所要求的绿化指标,植物配置的不合理也导致一些树种被砍伐或自然死亡,而后期管理又未及时补种和维护,道路建设和绿化管理脱节。

3.2 道路绿地植物应用现状

3.2.1 行道树与分车带植物应用现状

道路绿带是道路绿地的重要组成部分,主要是指道路红线范围内的带状绿地,包括分车绿带、行道树绿带和路侧绿带,其中分车绿带又包括中分绿带和侧分绿带。绿带的绿化设计根据道路作用进行植物选择与配置。

在所调查的 20 条道路中,行道树乔木树种共有 14 种,主要为落叶乔木树种,应用最为广泛的行道树是法桐和国槐。其中 6 条道路使用了法桐,7 条道路使用了国槐,应用频率分别为 30% 和 35%。栾树的使用频率也达到了 20%,而馒头柳、二球悬铃木、毛白杨、银杏、构树、青桐、千头椿、合欢等树种仅在 1 条道路上作为行道树被栽植(表 3)。对行道树进行科属统计,植物共计 11 科 12 属 14 种,骨干树种为法桐、国槐和栾树。其中被子植物有 10 科 11 属 13 种,裸子植物有 1 科 1 属 1 种,相比较而言,裸子植物与被子植物的运用并不均衡;而杨柳科有 2 属 3 种,分别为馒头柳、垂柳、毛白杨(表 4)。

表 3 行道树应用频率

Tab. 3 Application frequency of greening plants in roadside strips

植物种	物种数	频率(f)/%
法桐 国槐	2	30≤f<40
栾树	1	20≤f<30
五角枫 毛泡桐 垂柳	3	10≤f<20
馒头柳 二球悬铃木 毛白杨 银杏 构树 青桐 千头椿 合欢	8	1≤f<10

对晋城市道路中分带植物进行统计,共有植物 15 科 22 属 32 种,骨干树种为大叶黄杨、红叶小檠等。其中被子植物 15 科 21 属 25 种,裸子植物 2 科 4 属 7 种。常绿树种 15 种,落叶树种 10 种,比例约为 1.5 :1;乔木树种 14 种,灌木树种 11 种,比例约为 1.27 :1,草本植物 6 种,藤本植物 1 种。从植物的应用频率和数量来看,主要运用了圆柏和白皮松

表 4 行道树带植物应用现状

Tab. 4 Application status of of greening plants in roadside strips

科	属	植物种	观赏特性	生长状况
悬铃木科 Platanaceae	悬铃木属	法桐	观叶	极好
		二球悬铃木	观叶	良好
杨柳科 Salicaceae	柳属	馒头柳	观叶、观资	良好
		垂柳	观叶、观资	极好
	杨属	毛白杨	观叶	良好
槭树科 Aceraceae	槭属	五角枫	观叶	良好
蝶形花科 Papilionaceae	槐属	国槐	观叶	极好
无患子科 Sapindaceae	栾树属	栾树	观叶、观花	良好
银杏科 Ginkgoaceae	银杏属	银杏	观叶	一般
桑科 Moraceae	构属	构树	观叶、观果	良好
梧桐科 Sterculiaceae	梧桐属	青桐	观叶	良好
苦木科 Simaroubaceae	臭椿属	千头椿	观叶	良好
玄参科 Scrophulariaceae	泡桐属	毛泡桐	观花	良好
含羞草科 Mimosaceae	合欢属	合欢	观叶、观花	一般

2 种大乔木,在小乔木层玉兰和紫薇的应用频率比较高,多在分车绿带中作为植被层次的过渡或者与大乔木间植。另外,红叶石楠、女贞、黄杨类等植物也在灌木层有较大频率的应用,与红叶小檠、金边黄杨等彩叶植物交叉种植,在道路绿带景观多彩性的营造方面起着重要作用。从整体看,目前晋城市的道路绿化多数还是“乔木+灌木”的模式,按一定比例搭配种植。但是一些新修建的道路(例如文博路)采用了“乔木+小乔木+灌木+地被”的 4 层结构类型,植物种类多,层次感强,道路景观丰富多彩(表 5)。

表 5 分车绿带树种应用频率

Tab. 5 Application frequency of greening plants in dividing stripes

植物种	频率(f)/%	物种数
红叶小檠 女贞 紫薇 大叶黄杨	20≤f<30	4
玉兰 圆柏	10≤f<20	2
龙柏 紫叶李 白皮松 小叶黄杨 鸢尾 月季 卫矛 油松 樱花 红叶石楠 八宝景天	5≤f<10	11
刺柏 金边黄杨 铺地柏 碧桃 五角枫 雪松 木槿 玉簪 马兰 金鸡菊 萱草 华山松 山桃 藤本月季 贴梗海棠	1≤f<5	15

3.2.2 道路绿地植物观赏特性分析

植物的观赏特性主要表现在花、叶、果、枝干、姿态等方面。在晋城市的所有绿化树种中,观花植物有 19 种;观叶植物有 30 种;观果植物有 3 种,观干植物有 3 种,观姿植物有 3 种。而一些植物的观赏特性有多种,并且随着季节的变化呈现不同的特性,如五角枫随不同季节叶子色彩的变化。观花植物开花与结果也呈现不同的景色,如兰花路运用了圆柏、紫叶小檗、紫薇、紫叶李和女贞,紫色和红色的紫叶小檗和紫叶李,夏季观花植物紫薇与四季长青的圆柏与女贞,形成四季景色各有千秋的景观(表 6)。

3.2.3 道路绿地植物生长状况分析

园林树木的生长状况决定着园林树木生态作用和观赏价值^[11],因此,分析植物的生长状况对于明确道路生态与景观作用具有重要意义。生长状况根据叶色(正常、失绿、坏死)、叶密度(稠密、稀疏)和活力(好、中、差)3 个方面进行评价。晋城市生长状况较好及良好的植物有 33 种,占 71.7%,而表现一般的有 11 种,占 23.9%,表现极差的有 2 种,占 4.3%,说明大部分植物生长状况表现良好。行道树中仅合欢和银杏表现一般,其余树种的生长状况均良好,行道树应选择耐修剪、抗瘠薄的树种,而合欢喜温暖湿润和阳光充足环境,银杏不耐盐碱土及过湿的土壤,再加之缺乏后期管理,导致生长状况一般。分车绿带中仅红叶小檗、八宝景天表现较差,因受人为践踏和后期养护管理影响,生长受到严重抑制。总体来看,乔灌木的生长状况明显好于草本植物,草本植物中鸢尾、金鸡菊和玉簪表现较好,而萱草、八宝景天和马兰的生长状况较为一般,因草本植物的环境适应能力较差,也更容易出现病虫害等问题,而乔木和灌木的生长适应能力较草本植物更好,适应力更强。在草本花卉的应用中应推广观赏价值高、生长良好的花卉,研究发现,金鸡菊、鸢尾和玉簪 3 种草本花卉相对于其他草本植物生长状况要好,并且花色鲜艳,适应性强,对这些植物应加强引用与推广。同一种植物在不同道路上也出现生长状况不一的现象,出现这种现象的原因可能是:由于不同区域管理人员和养护水平有所差别;此外,由于不同植物种之间可能会出现相生相克,因此产生不同的生长效果。

3.2.4 道路绿地植物生态保护功能分析

晋城市的道路绿化植物的选择具有如下特点: 1) 骨干树中的法桐、国槐和栾树的使用频率分别为 30%、35% 和 20%,这 3 类树种对二氧化硫,氯气等

表 6 分车绿带植物现状

Tab. 6 Application status of greening plants in dividing stripes

科	属	植物种	观赏特性	生长状况
木兰科	木兰属	玉兰	观花	良好
柏科	刺柏属	圆柏	观叶	极好
		刺柏	观叶	良好
蔷薇科	圆柏属	龙柏	观叶	良好
		铺地柏	观叶、观形	极好
	李属	紫叶李	观叶、观花	良好
		碧桃	观花	一般
桃属	山桃	观花、观干	一般	
	月季	观花	良好	
藤本月季	藤本月季	观花	一般	
	石楠属	红叶石楠	观叶	一般
樱属	樱花	观花	良好	
	木瓜属	贴梗海棠	观花、观果	良好
千屈菜科	紫薇属	紫薇	观花、观干	良好
		白皮松	观叶、观干	良好
松科	松属	油松	观叶	良好
		华山松	观叶	良好
雪松属	雪松	观叶、观姿	极好	
	木犀科	女贞属	金叶女贞	观叶
小檗科	小檗属	红叶小檗	观叶	较差
黄杨科	黄杨属	小叶黄杨	观叶	一般
卫矛科	卫矛属	大叶黄杨	观叶、观果	良好
		卫矛	观叶	良好
金边黄杨	金边黄杨	观叶	一般	
	鸢尾科	鸢尾属	鸢尾	观花
槭树科	槭属	五角枫	观叶	良好
锦葵科	木槿属	木槿	观花	一般
菊科	金鸡菊属	金鸡菊	观花	极好
		马兰属	马兰	观花
景天科	八宝属	八宝景天	观花	较差
百合科	萱草属	萱草	观花	一般
		玉簪属	玉簪	观花

有毒气体抗性较强,并能吸收有害气体,改进大气质量效果显著。2) 石楠与木槿的使用频率较低,为 10% 和 5%。吴中能的研究表明,悬铃木、石楠、木槿的滞尘能力较好,年滞尘量分别为 8.010 t/hm²、4.741 t/hm² 和 0.951 t/hm²^[12]。因此,在今后道路

绿地植物的选择上应尽量推广与应用此类植物。另外,晋城市柳树应用频率较高,为 30%,在进行绿化树种的选择时应尽量避免有飞絮、有刺激性气味的植物,因此,在今后的绿化中应适当减少此类植物的栽植。

3.3 道路绿地的植物配置

3.3.1 行道树植物配置

目前晋城市行道树的树种较为单一,多数道路以法桐和国槐为主。由于行道树绿带狭窄,一般不超过 1.5m,而大多数路段的行道树林下缺乏多层次搭配,多数为只栽植乔木的配置模式,太岳路、苑北路、前进路、武庄路、景西街、文昌街和建设路均只列植了一种行道树法桐,泽州路、新市街和书院街运用了 2 种行道树交替列植,泽州路运用了二球悬铃木和构树,新市街运用了国槐和毛白杨,书院街运用了国槐和白皮松。单一树种的配置模式因地面裸露程度较大,景观效果较差,植物种类选择较少,导致生态功能和观赏效果均较差。红星街作为晋城市的主要道路之一,为增加绿化面积,运用了行道树树池,并采用乔木+小乔木+灌木的配置模式,一层乔木为刺柏,二层小乔木为紫薇,与刺柏形成高低错落有致的景观,三层灌木选用大叶黄杨,整体景观效果佳,形成有景可赏,有花可看的视觉效果,增强了道路的层次感与美感。

3.3.2 侧分绿带植物配置

一般道路的侧分绿带宽度为 1.5~5 m,根据不同宽度,晋城市的植物配置主要为“乔木+灌木”、“乔木+灌木+绿篱”和“乔木+灌木+绿篱+地被”3 种模式。侧分带因其位于机动车与非机动车之间,植物配置也与行人关系密切,不同的层次搭配也会带来不同的视觉效果。泽州路作为晋城市第一条主干道和中轴线道路,配置为乔木+灌木+地被,乔木以“市树”雪松为主景,以黄杨球和草坪为衬托,形成了四季常青、庄严壮观的雪松一条街;凤台街的配置为大乔木+小乔木+灌木+绿篱,大乔木运用了高耸的圆柏,小乔木运用了紫叶李与紫薇 2 种观叶和观花植物,灌木和绿篱运用了大叶黄杨球和卫矛,整体层次丰富,色彩、形式多变,是较为合理的配置之一,但 2 种配置模式均未运用草本植物,实为较为欠缺的植物配置。

3.3.3 中分绿带植物配置

晋城市的大多道路没有中央分车绿带,在所调查的道路中仅白水街、景西路和文博路 3 条道路有中分绿带。景西路的配置模式为“乔木+灌木+绿

篱”,乔木选用秋季观叶的五角枫和春季观花的碧桃,灌木选用了常绿的铺地柏和金边黄杨构成的模纹绿篱,草本地被选用鸢尾和藤本月季。虽然在季相颜色搭配上较为合理,但灌木和绿篱层植物较少,空间层次过于单薄和稀疏。白水街乔木选择樱花,灌木选择大叶黄杨球,以 4 株为一组交替列植在绿带中间,周围种植红叶石楠和月季,绿篱选用了大叶黄杨,树种选用较少,难以形成层次丰富、季相多变的景观。文博路的种植模式为“乔木+灌木+绿篱+地被”的复层结构,大乔木为华山松和油松,小乔木则选择观叶的紫叶李和春季观花的樱花,灌木和绿篱选用女贞、大叶黄杨和“市花”月季,并修剪成模纹种植,色彩丰富;地被物选择玉簪、马兰、萱草和金鸡菊,层次丰富,结构多变,整体效果即大气恢弘,又不失灵动感,是中分绿带中较好的一种植物配置模式。

4 讨论与结论

1) 晋城市道路绿地率总体达标的道路有 9 条,未达标的有 11 条。约有 55%的道路绿地率达不到规定标准,在一些老城区或城市边缘的道路基本不种植行道树,在晋城市的环路上,中间分车绿带也较为少见,这些道路的绿地率则会更低。而未达标的道路大多是老旧道路,道路普遍较窄,绿化空间有限,平均绿化率仅为 18.67%;有些道路由于市政建设施工,绿化设计与施工进度较慢,未重视对原有绿量的保护与维持,造成路面状况比较杂乱的局面。因此,晋城市应逐步完善道路整体规划,适量增加拓宽绿带,以适应道路的交通功能需求和景观需求。

2) 晋城市所调查的道路中绿化树种共 26 科 35 属 46 种,而晋城市的园林树种有 46 科 93 属 147 种,占晋城市园林绿化树种的 31.3%,在植物材料的应用上尚有较大的选择空间,应加大对养护成本低、适应性强的乡土树种的选择和应用。晋城市道路绿地常绿树种有 15 种,落叶树种有 24 种,比例约为 1:1.6,乔木有 28 种,灌木有 14 种,比例为 2:1,应适当增加落叶和灌木树种,既能较好地体现北方的冬季景观,又能形成四季赏景、三季赏花的特色景观。行道树为国槐和法桐,虽然 2 种树种均具有枝繁叶茂、遮荫抗尘、适应性强、抗性强的优点,能够较好地适应城市道路绿地环境。但过多地应用造成了整个城市变化简单、景观单一、缺乏个性的局面。晋城市对于“市花”、“市树”运用较为普遍,能较好地体现晋城市的地方特色。

3) 晋城市的植物配置模式较为单一,行道树的配置基本为 1~2 种乔木列植,分车带的植物配置也以“乔木+灌木”的配置模式为主,忽视了林下空间的种植,导致结构层次单一、景观千篇一律的局面。植物配置要求整齐美观,配置形式可采用自然式或抽象式等多种形式,使之层级更加丰富,具体配置模式为:一层可采用龙柏,雪松等大乔木,二层可采用紫薇、樱花作为小乔木,三层加以点缀常绿植物黄杨球和女贞等灌木,下坠一些宿根花卉月季、金鸡菊和地被。运用了市花、市树,不仅体现了晋城市的植物文化,还能尽量做到乔、灌、草的多层次绿色复合空间,提高道路绿化的潜在生态效益。

参考文献:

- [1] 凯文·林奇(美). 城市意象[M]. 北京:华夏出版社,2001.
- [2] 梁芳. 玉林市城区道路绿化树种调查及配置模式研究[J]. 中国园艺文摘,2013(4):56-58.
- [3] 王浩,孙新旺,赵岩. 江宁开发区道路绿地系统规划[J]. 南京林业大学学报,2000,24(1):77-80.
- [4] 李团胜. 城市景观生态建设[M]. 北京:中国城市出版社,1996.
- [5] 史素珍,李红星. 西安市道路绿化树种的调查研究[J]. 陕西林业科技,2005(2):21-24.
- [6] 孟欣慧. 中小城市道路绿化存在的问题及发展对策[J]. 安徽农业科学,2007,35(15):4499-4500.
- [7] 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):145-147.
- [8] 刘异婧,沈一. 中小城市道路绿化与植物配置——以四川省安岳县城市道路景观设计为例[J]. 安徽农业科学,2012,40(3):1557-1559,1824.
- [9] 贺艳萍,郭晋平. 晋城市园林绿化现状与发展对策[J]. 山西林业科技,2009(1):59-61.
- [10] 中国城市规划设计研究院. 城市道路绿化规划与设计规范:CJJ75-97[S]. 1997.
- [11] 初丛相,杨义波. 长春市广场树木生长状况与园林植物多样性相关关系的研究[J]. 吉林林业科技,2006,35(5):23-25.
- [12] 吴中能,于一苏,边艳霞. 合肥主要绿化树种滞尘效应研究初报[J]. 安徽农业科学,2001,29(6):780-783.
- (责任编辑 许易琦)
- (上接第 208 页)
- [44] 张瑞英,席建超,姚予龙,等. 基于视觉廊道的青藏铁路沿线旅游动态景观评价[J]. 生态学报,2014,34(12):3320-3330.
- [45] 张哲,潘会堂. 园林植物景观评价研究进展[J]. 浙江农林大学学报,2011,28(6):962-967.
- [46] 唐东芹,杨学军,许东新. 园林植物景观评价方法及其应用[J]. 浙江林学院学报,2001,18(4):394-397.
- [47] 雷金睿,辛欣,宋希强,等. 基于 AHP 的海口市公园绿地植物群落景观评价与结构分析[J]. 西北林学院学报,2016,31(3):262-268.
- [48] 王雁,陈鑫峰. 心理物理学方法在国外森林景观评价中的应用[J]. 林业科学,1999,35(5):110-117.
- [49] 陈波. 杭州西湖园林植物配置研究[D]. 杭州:浙江大学,2006.
- [50] 翁殊斐,陈锡沐,黄少伟. 用 SBE 法进行广州市公园植物配置研究[J]. 中国园林,2002,18(5):84-86.
- [51] 杨善云,陈翠玉,刘云峰,等. 柳州市居住区植物景观美学评价与优化策略[J]. 北方园艺,2014(11):80-84.
- [52] 张庆费,吴寿国. 优化城市绿地群落的思考[J]. 上海建设科技,2002(1):33-35.
- (责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.040

西藏高寒地区带状景观空间艺术特征营造及实践

——以昌都市达玛拉滨江公园设计为例

刘学锋, 韩慧丽

(成都农业科技职业学院, 四川 成都 610000)

摘要: 西藏地区整体海拔较高, 高寒山地、峡谷地貌较多, 带状景观空间特征明显。以西藏昌都市达玛拉滨江公园在建市政项目为研究对象, 对设计方案进行系统剖析, 结合项目实际地貌、气候、文化等因素, 分析其功能区、入口展示区、商业休闲区、休闲漫步区景观设计, 植物分区设计以及配套设施设计等手法, 以展示高原景观营造独特地域性特征的方法。

关键词: 西藏高寒地区; 带状景观空间; 艺术特征; 景观设计; 达玛拉滨江公园; 昌都

中图分类号: S731.1; S717.17; Q149 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2019)02-0216-06

引文格式: 刘学锋, 韩慧丽. 西藏高寒地区带状景观空间艺术特征营造及实践——以昌都市达玛拉滨江公园设计为例[J]. 林业调查规划, 2019, 44(2): 216-221.

LIU Xuefeng, HAN Huili. Construction and Application of Artistic Characteristics of Ribbon Landscape Space in Alpine Region of Tibet[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 216-221.

Construction and Application of Artistic Characteristics of Ribbon Landscape Space in Alpine Region of Tibet

LIU Xuefeng, HAN Huili

(Chengdu Agricultural College, Chengdu 610000, China)

Abstract: The characteristics of ribbon landscape space was obvious in Tibet with high altitude, and large alpine mountains and valleys. This paper took the Damara Riverside Park in Qamdo City of Tibet, a municipal project under construction, as the research object to analyze its landscape design of functional area, entrance exhibition area, business and leisure area and stroll area, its design of plants partition and supporting facilities by the systematic analysis for the design plan based on the actual landform, climate, culture and other factors of the project, to show the construction method of plateau landscape with unique regional characteristics.

Key words: alpine region of Tibet; ribbon landscape; artistic characteristics; landscape design; Tamarara Riverside Park; Qamdo City

收稿日期: 2018-09-29; 修回日期: 2018-12-27.

基金项目: 成都农业科技职业学院院级科研项目成都城市民俗景观特色营造(cny13-08).

第一作者: 刘学锋(1982-), 男, 山东滨州人, 讲师. 主要研究方向为地域景观营造及建筑文化.

责任作者: 韩慧丽(1984-), 女, 河南漯河人, 讲师. 主要研究方向为环境艺术设计.

西藏自治区地域辽阔,民族文化丰富灿烂,自然景观瑰丽,平均海拔在4 000 m以上,素来就有“世界屋脊”之称,高寒山地、峡谷地貌较多,带状景观空间特征明显。西藏的景观特征与“古象雄文化”和“藏族林卡”密不可分。“象雄文化”被称为西藏的根基文化,从民俗到信仰,处处都有“古象雄文化”的痕迹。“林卡”是藏语词汇,汉语为园林之意。西藏和平解放前,上层达官贵族、庄园、寺院等大多都建有各式林卡,罗布林卡、德吉林卡、贡觉林卡就是典型的代表。

1 相关理论

1.1 带状景观

带状景观在以“点、线、面”构成的景观形态系统中充当“线”的角色,长度一般远大于宽度,是景观类型中重要的组成部分。带状景观具体表现形式主要有道路绿地和带状公园两类,带状公园又可分为滨水景观、带状游憩绿地、带状生态防护绿地等。本项目位于西藏昌都达因卡片区的澜沧江岸边,场地呈带状,地形以陡坡为主,高差变化大。

1.2 古象雄文化

古象雄文化是西藏的源头和根基文化。充满神秘传奇色彩的象雄王朝作为西藏文化的源头,在那片高耸在世界屋脊的雪域高原上,它所展示出的灿烂文明之光直到现在也依然映照着整个藏区,由此而延伸出的种种传统民俗文化也一直流传至今。现代人所熟知的转神山、拜圣湖、磕长头、撒隆达、挂五彩经幡、堆石供、火供、水供、会供、煨桑、朵玛、酥油花、擦擦、金刚结,还有藏文、天珠、天铁,以及跳锅庄、宣舞、绘画艺术等都源自于古老的象雄文化。

1.3 林卡

林卡即藏族园林,是中国园林体系中的重要组成部分。林卡主要分布于青藏高原藏族聚居区,受到当地自然地理环境和藏文化的影响,形成了极具民族特色和地域性特征的独特园林风格。西藏现代城市景观的艺术特征主要源于藏族林卡,无论是从意境构思、空间特点、山水利用、植物配置还是建筑经营等方面,都体现出藏族林卡的艺术特点。

2 西藏地区园林景观艺术特征

西藏地区园林景观艺术特征的形成与藏族人民生活的自然环境、宗教信仰、民俗文化活动密切相关。青藏高原地区山高多风、寒冷干燥、交通闭塞,

与内地相对隔离,使得藏族人民生活非常困苦艰难,但同时也为当地景观营造带来了独特的造园物质条件,即通过对山脉和高原环境的利用使之转化为丰富的景观要素。

2.1 意境营造

藏族的景观意境充满浓浓的宗教韵味。意境是一种极具玄幻色彩的高峰体验,是中国古典园林的造园核心,通过对植物、水体、地形等造园要素的合理设计达到情景交融的审美体验。藏族地区景观营造追求俄国仙境的宗教化意境,受佛教思想和自然和谐思想的共同影响,演化为一种特殊的神性空间,利用自然环境表现佛境化的意向。

2.2 空间布局

由于藏族园林景观意境的宗教化影响,其空间平面布局注重宗教和民俗功能的结合,布局多蕴含佛教教义,疏朗大气。巍峨的群山常常作为景观背景,善于运用借景和象征的手法,景观空间多用建筑群和植物分割,线条硬朗,宗教氛围浓厚。

2.3 叠山理水

在中国传统园林景观中,山水是极为重要的造景要素,但藏族园林景观在营造上却不重视山水,这主要是受自然观和宗教信仰的影响。他们对山充满景仰与虔诚,对水却是爱恨交加,立足自然山水,不过分改造,不人为刻意地叠山理水。

2.4 植物配置

藏族园林景观植物配置充满寓意化特征,即每种植物都有特定的含义,这主要还是受到宗教和民俗文化影响,从植物品种的选择到植物配置方式的运用均有所体现。藏族高寒地区植物种类的选择有很大的局限性,多以高原本土原生为主(如高山杜鹃、松柏),注重形色搭配、季相变化和构图形式。

2.5 建筑艺术

藏族园林景观中的建筑极具民族特色,宗教特征明显,常在景观中占主体地位。建筑形式以碉房式建筑居多,粗旷雄奇,体量及高度因景观类型不同差异较大。材料以石木为主,建筑平面简洁。建筑以柱子为单位,象征世界中心;屋顶多装饰经幡、宝瓶等宗教元素;墙面多装饰有色彩绚丽的宗教壁画,每种颜色代表不同的宗教教义。

3 西藏昌都市达玛拉滨江公园设计方案

3.1 建设条件、建设内容及规模

西藏昌都市位于西藏东部三江流域(金沙江、澜沧江、怒江),与云南、四川、青海三省接壤,共辖

11 个县、138 个乡镇。昌都县位于昌都市中北部,东与昌都市江达、贡觉相邻;南与察雅、八宿两县接壤;西与类乌齐县交界;北与青海囊谦、玉树两县毗邻。拟建昌都市达玛拉滨江公园位于达因卡片区的澜沧江岸边,场地呈带状,地形以陡坡为主,高差变化大,平均海拔 3 500 m 以上,属于高寒地区。临近澜沧江堤岸处局部地势平坦、最宽处约 40 m,最窄处约 10 m。最大坡度约 75°、最小坡度约 15°,大部分地段未设护栏等安全防护设施。顶部有德吉路贯穿,拟建范围内无道路,车辆无法通行。项目景观工程面积 39 860 m²、绿化种植面积 31 749 m²、道路硬质铺装面积 7 906 m²、建筑面积 205 m²。

据区域地质资料和现场观察,场地附近无大的断裂构造通过,构造和地震活动不强烈。测区内有冻土危害,其最大冻土深度 81 cm,冻土期在 11 月至次年 2 月,3 月和 11 月冻土深度在 0~10 cm。由于昼夜温差悬殊,土壤常夜冻日化。钻探资料显示,场地坡面有风化土、倾填土、强风化和中风化岩石出现。拟建公园位于澜沧江左岸边坡上,无地表径流,场地地质适宜公园园林建设。拟建工程将保持原地形风貌,加以绿化和景观改造,公园内主要修建人行步道(阶步)、公共厕所及小茶楼,无高大建筑,以满足居民休闲游玩及户外运动需要。

3.2 总体规划方案

3.2.1 总体布局与规划特色

项目采用以人行步道串联各点景观,以沿线植物格桑花为主,景观季相变化为特点的总体规划结构。本项目着力体现本土风情(设计风格和元素援引地方花型、水系形态和山地肌理)、自然之美(将自然生态景观融入到游赏过程的生态性原则)、开放式(供广大市民休闲娱乐,享受城市生活的乐趣)市政公园特色。

采用现代景观设计思想,合理利用坡、地、林、路资源,在方案设计时充分考虑建筑的空间布置及景观环境艺术设计。整个设计强调绿地内部的多点渗透,通过借景、引入、对景等设计手法,使景观绿地纵深发展,让空间呈现出起伏变化、均衡对称的效果,从而达到整个滨河绿地的和谐统一(图 1)。总体建设要素包括土石方建设(堆坡、挡墙),绿地建设(植草、乔木灌木),服务、公用建筑建设(公共厕所、服务用房),铺装建设(健康人行步道),设施建设(护栏栏杆、座椅标识),电气照明建设等。

3.2.2 功能分区

依据资源属性、景观特征及其环境,并保持原有的自然地形和人文单元的完整性,也考虑到未来发展和客观需要,将该工程景观划分为休闲商业区、景



图 1 公园鸟瞰

Fig.1 Aerial view of park

观台地区、入口景观区、休闲漫步区等功能分区,其中入口景观区和休闲商业区为核心区域(图2)。



图2 功能分区

Fig.2 Functional division

3.3 景观设计

1) 入口展示区

入口展示区是公园的重要节点,位于公园中部,紧邻商业休闲区和德吉路,是整个公园的主要出入口及中心广场所在地。入口强调中心维和,中部利用场地高差地带形成观景区。站在观景悬挑平台上,峡谷的幽长、雄浑,澜沧江的奔流不息尽收眼底(图3)。

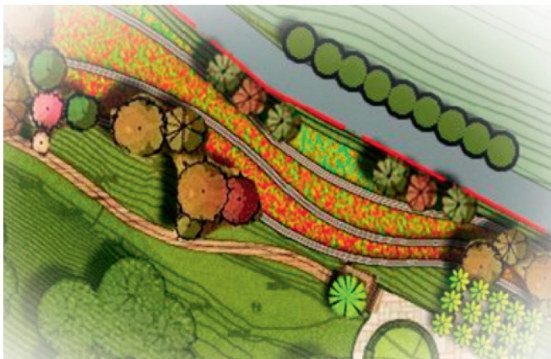


图3 入口展示区

Fig.3 Entrance exhibition area

2) 商业休闲区

在本地块相对平坦的区域内设置三层退台的观景平台,区域内配置低层商业建筑,形成商业休闲区,使游客在观赏壮丽江景的同时,又能在暖阳下品茗畅谈。商业建筑通过吸收藏式建筑的符号与肌理,以现代建筑的处理手法进行揉合,形成新藏式建

筑的独特风格。并且考虑当地居民生活习惯,设置了露台和阳光房等功能区间,以打造一个倍感亲切、风景绝佳的餐饮休闲区域(图4)。



图4 休闲商业区

Fig.4 Business and leisure area

3) 景观台地区

由于本区域高差较大,通过设置台地的方式,与原始地形肌理进行高度契合。在台地范围内种植各色杜鹃花,从而塑造台地自然野趣的自然景观(图5)。

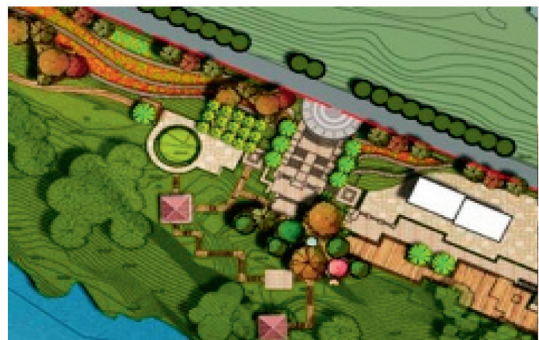


图5 景观台地区

Fig.5 Landscape platform area

4) 休闲漫步区

该区域位于高差最大的西南部,通过观景平台、人行步道将绿地景观、步行系统、多个独立景点完美地串连在一起,使他们既相对独立,又联系紧密,使人与大自然亲密接触,有融为一体之感(图6)。

3.4 绿化配置

3.4.1 绿化配置原则

藏语“达玛拉”的意思为杜鹃花盛开的地方。因此,本项目的植物设计主要采用台地造景手法,以周围的建筑为背景,场地内的高差使得对外展示的



图 6 生态体验区

Fig. 6 Ecological experience area

界面形成“台地”景观。对已有的树林进行修复及保护,植物总体以高山“杜鹃”为基调。主要考虑“人与自然”间的和谐关系,以生态环境优先为原则,大处着眼,整体设计。

1) 选择适宜的乡土植物,坚持生物多样性原则

选择适应本地区生态环境及气候的乡土树种,注重绿地的生态效益,坚持适地适树的原则,采用丰富的植物品种,坚持以常绿树种为主,落叶树种与常绿树种相结合,做到乔、灌、草、花相结合,营造季相分明、色彩丰富、层次错落有致的特色植物景观。充分体现植物色(大自然的季色)香(植物的芳香)内涵,辅以四季观花、观形、芳香的植物,同时运用各种保健型植物,从而营建生态型的环境景观。以人为本,强调人的参与性,充分注重植物的生态作用,使其成为城市氧吧。

2) 协调性原则

协调生态、社会、经济效益的关系,保证生态效益的充分发挥;协调保护与开发、景观与生态、投入与产出、建设与养护的多重关系,保证绿化体系的可持续发展。植物造景以满足绿地的各项功能为前提,设计中注意韵律,做到小中见大,步移景异。

3.4.2 植物分区设计

植物设计主要采用台地造景手法,以周围的建筑为背景,对已有的树林进行修复及保护,植物总体以高山“杜鹃”为基调。主要考虑“人与自然”之间的和谐关系,以生态环境优先为原则,大处着眼,整体设计。根据不同分区采用不同的植物配置类型,选用不同类型的植物营造独具特色的植物景观氛围。

1) 入口展示区

景观区都采用藏川杨做为点景树木,随季相变

化色彩交替。树阵广场采用四季常绿的林芝云杉,灌木则都以杜鹃花为主。采用规则式种植,配合其他景观要素形成庄重大气的景观氛围。

2) 台地景观区

台地景观以草地为基调,以杜鹃为主做点缀。草坪上局部点缀草本植物。

3) 景观步道及观景平台区

景观步道及观景平台处以针叶树种如冷杉、林芝云杉、桧柏为主,沿步道种植光核桃、杜鹃及青藏蒿等灌木形成杜鹃花海,增加游览趣味。

3.5 配套设施设计

3.5.1 铺装

本项目中的道路主要为游园步道,分为 1.5 m 和 2.4 m 宽两种。步道构成了一个动态的人流交通网络,使整个道路系统兼具交通、连接、动态引导、景观元素等多种功能。

本项目可采取多种铺地方式组合的形式,如游园步道采用青石和卵石搭配的方式,入口广场、中心景区采用花岗石铺装,临时休憩节点采用青石及透水砖形式铺装等,在不同区域使用不同的铺装材料和手法,力求达到营造地域特色,使空间层次丰富且富于变化,视觉景观得到引导和强化,以及通过铺装的变化达到突出意境和凸显设计主题的作用。

3.5.2 景观小品

1) 在竖向设计中充分利用台阶高差,不同层面不同处理。

2) 利用特色起伏的草坡、景墙、置石、雕塑等景观小品创造一个具有地域特色的生态性文化园林景观空间,为市民提供一个更加贴近自然、适宜休闲的绿色环境,让人们可以完全置身于“绿景”之中。

3) 在景观带中适当位置布置特色垃圾箱、指示牌及座椅等配套的服务设施,满足人们的需要。

4) 适当设置康体设施,以丰富山地文化活动内容;采用通透式栏杆,以体现文化元素。

5) 适当设置椅、凳、桌等休息设施,位置选择要求风景好,可安静休息,夏能遮荫,冬能避风,如小路边、树荫下、建筑物附近等。色彩风格应与周围环境相协调,体现民族特色。

6) 室外设置庭院灯、景观灯柱、草坪灯、泛光灯等,采用节能灯光源或低压钠灯、LED 光源。照明设计均采用泛光照明,避免夜间照明强度过高对周围居民产生影响。灯具设计风格体现民俗风情。以上部分配套设施如图 7 所示。

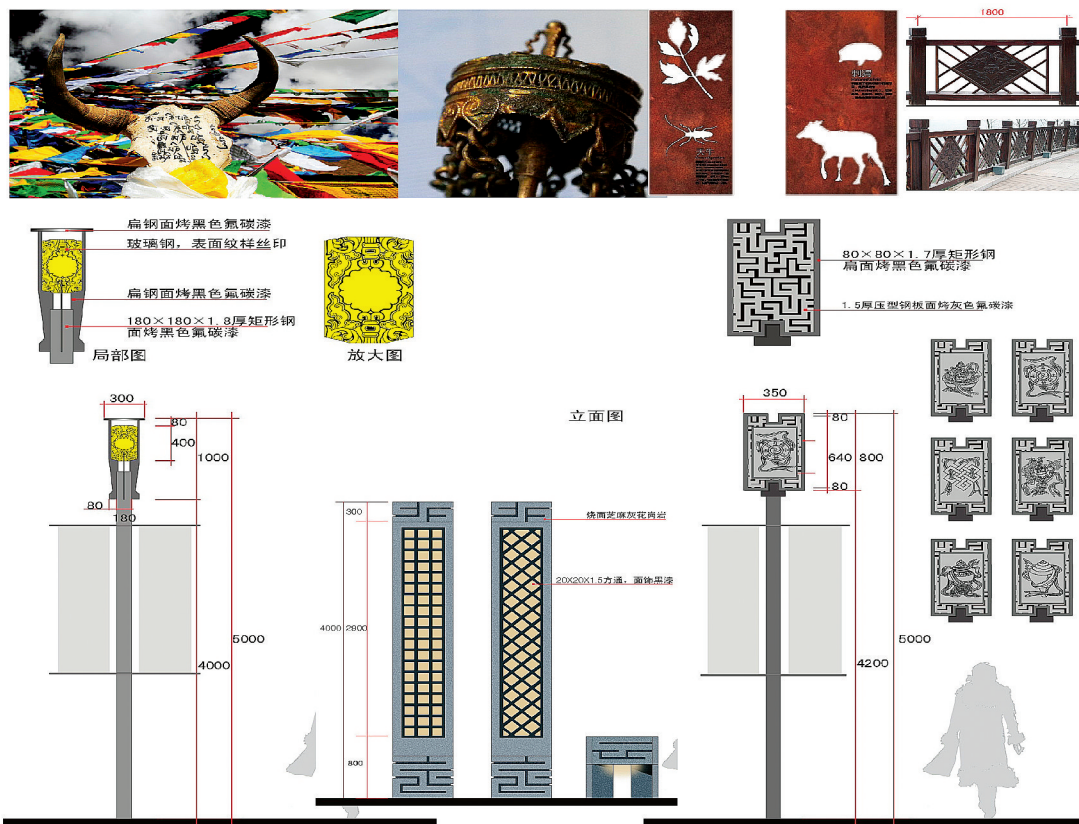


图 7 部分配套设施示意

Fig. 7 Partial supporting facilities

4 结语

综上所述,本文在分析西藏地区景观艺术特征的基础上,对昌都市达玛拉滨江公园设计方案进行了深入剖析,西藏地区特殊的自然和文化造就了其独特的造景手法。景观的营造不应只是停留在表现实体或实体形成的空间本身层面上,而是更应该关注地域性和民族文化等更加深层次要素的组织,使游人处在具有一定意义和特征的环境之中。特殊地域性景观在这方面尤其值得进一步体现。

参考文献:

- [1] 刘学锋. 基于文化传承的济南城市民俗景观初探[D]. 四川农业大学,2013.
- [2] 尤婧. 成都民俗景观特色研究[D]. 四川农业大学,2009.
- [3] 谭璐. 地域文化下成都宽窄巷子历史街区的景观营造研究[D]. 四川农业大学,2010.
- [4] 祝后华. 论藏族林卡的造园艺术特点[J]. 福建林业科技,2008(1):180-184.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.02.041

太原市居住区绿地植物应用与配置模式研究

郝征艺¹, 张芸香², 白晋华², 郭昕懿², 郭晋平²

(1. 山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学城乡建设学院, 山西 太谷 030801)

摘要:以太原市绿化达标的40个居住区为研究对象,将居住区绿地分为公共绿地、宅旁绿地、道路绿地和配套公建绿地4类,对居住区内植物种类、植物配置、植物空间效果进行调查,总结归纳了植物组成与主要节点植物空间特征;采用层次分析法(AHP)构建太原市居住区植物配置适宜性与景观效果评价体系,并对45种植物配置模式进行评价。结果表明:太原市居住区绿地适用植物共有356种,绿地植物景观节点类型10类,绿地植物配置综合评价总体得分值较高,结合综合评价结果得出10种典型植物配置模式。

关键词:居住区绿地;植物应用;空间特征;配置模式;层次分析法(AHP);植物景观节点类型

中图分类号:S731.5;S718.521.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2019)02-0222-09

引文格式:郝征艺,张芸香,白晋华,等.太原市居住区绿地植物应用与配置模式研究[J].林业调查规划,2019,44(2):222-230.

HAO Zhengyi, ZHANG Yunxiang, BAI Jinhua, et al. Application and Configuration Model of Greening Plants in Residential Areas of Taiyuan City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(2): 222-230.

Application and Configuration Model of Greening Plants in Residential Areas of Taiyuan City

HAO Zhengyi¹, ZHANG Yunxiang², BAI Jinhua², GUO Xinyi², GUO Jinping²

(1. College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China;

2. College of Urban and Rural Construction, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: The greening space of 40 residential areas in Taiyuan City was divided into four categories of public greening space, residential greening space, road greening space and supporting public facilities construction greening space. This paper investigated plant species, plant configuration and plant spatial effect in residential areas, summarized the plant composition and plant spatial characteristics of main nodes, established the evaluation system of plant configuration suitability and landscape effect in residential areas of Taiyuan by AHP to evaluate 45 plant configuration models. The results showed that there were 356 species suitable for residential greening space in Taiyuan City, and 10 types of landscape nodes in the greening space. Based on the comprehensive evaluation results which had relatively high score in plant configuration, 10 typical plant configuration models were obtained.

Key words: residential greening space; plant application; spatial characteristics; plant configuration model; analytic hierarchy process; plant landscape node

居住区绿地是城市绿地系统的重要组成部分, 城市居住区绿化水平也直接决定了城市整体的绿化

收稿日期:2018-12-28;修回日期:2019-01-30.

第一作者:郝征艺(1993-),女,山西晋中人,硕士研究生.研究方向:城市生态与景观规划.

水平。作为与居民生活连接最为紧密的公共空间,居住区绿地为居民创造了良好居住环境、促进了居民身心健康,同时美化了城市环境^[1]。居住区绿地绿化水平的高低,直接影响居民生活质量^[2]。植物景观是居住区绿地中的基本景观要素,是由丰富的植物应用、多样的植物配置结合居住区的空间需求共同构成^[3]。研究居住区绿地植物应用与配置模式,可为居住区景观规划提供科学依据,对有效整合居住区绿地植物空间、科学合理地进行植物应用与配置有重要意义。

本研究基于太原市创建国家生态园林城市对居住区绿地普查摸底的需要,通过现场调研与文献查阅,对居住区绿地的植物应用和空间特点进行总结,运用层次分析法对植物配置模式进行适宜性与景观效果综合评价,探讨和总结典型绿化模式,为太原市居住区植物景观规划提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

太原市地处山西中部,太原盆地北端,地理位置为东经 111°30′~113°09′,北纬 32°27′~38°27′,最高海拔 2 760 m,最低海拔 760 m。属于暖温带亚湿润大陆性季风气候类型,季节差异明显。冬季干冷漫长,夏季湿热多雨,春季升温急剧,秋季降温迅速,春秋两季短暂多风,干湿季节分明,昼夜温差较大,无霜期较长,日照充足。年均温 9~10℃,1 月均温 -6.8℃(-5.8~-8℃),7 月均温 23.5℃(23~24.2℃);年均降雨量约 442 mm,每年的 7—9 月占年降水量的 62%~65%,冬春降水较少;全年盛行偏北风^[4]。

在太原市城市建成区范围内,2002 年后新改建的居住区共有 534 个,总占地面积为 2 843.41 hm²,总绿地面积为 809.27 hm²。依据(CJJ/T 85-2017)《城市绿地分类标准》^[5],太原市共有 284 个小区绿地率达标,达标居住区总面积为 1 723.72 hm²,绿化达标率为 60.62%。归纳居住区的植物选择与应用,进一步提升太原市居住区绿化水平,势必要对居住区绿化模式进行总结。

1.2 研究内容与方法

根据 GB50180-93(2016 年版)《城市居住区规划设计规范》^[6]将居住区绿地划分为公共绿地、宅旁绿地、道路绿地和配套公建所属绿地 4 类。经过全面勘察比较,在绿地率达标的 284 个小区中,确定 40 个居住区为研究对象,对植物种类进行调查。

根据植物景观特点,归纳出不同绿地类型下的 10 种植物节点类型,分别选取若干配置模式单元进行评价。按各类型节点在居住区内的总体数量及分布情况,确定植物配置单元数量,在居住区中分布较广且数量较多的类型,选取的配置单元较多,反之则较少。公共绿地和道路绿地植物配置单元面积控制在 100~400 m²。宅旁绿地和配套公建绿地以建筑周围的植物配置作为调研对象。为使评价更具有科学性,在选取植物配置单元时只注重类型而不考虑其质量优劣,同时植物配置单元应该是一个独立和完整的植物组合。最终选择居住区入口 5 例,核心绿地 6 例,滨水景观区 5 例,宅间活动广场 5 例,住宅单元入口 5 例,宅间绿地组团 5 例,消防道路绿化 4 例,人行道路绿化 4 例,外部围合绿化 3 例,配套公建绿地 3 例,共 45 例植物配置单元,总结其配置模式并进行评价。

1.3 数据分析

层次分析法(analytic hierarchy process,简称 AHP 法)是由美国匹兹堡大学运筹专家 Thomas L. Saaty 提出的一种层次权重决策分析方法。根据问题的性质和要达到的总目标,将复杂问题分解为若干层次,通过分析、比较、量化、排序,形成一个多层次的的分析结构模型^[7-8]。

根据调研结果与文献资料,对居住区绿地植物种类应用和植物空间节点进行总结,运用层次分析法(AHP)对各节点植物配置的适宜性和景观效果进行综合评价分析。结合植物应用、植物空间特点以及植物配置评价结果筛选出太原市居住区绿地植物配置的典型模式。

1) 评价指标体系的确立

根据植物景观特征及其应具备的功能,在相关研究的基础^[9-13]上,构建太原市居住区植物配置适宜性与景观效果综合评价体系。从居住区植物配置的生态性、景观性、栽培适宜性和防护功能性 4 个方面构建评价体系的准则层(表 1)。

2) 评价指标权重确定及一致性检验

构建层次分析模型,对定性因子进行评价,邀请 5 位从事园林植物应用的高校教师及 20 位园林及风景园林专业 4 年级本科生对 35 种植物配置模式进行评分,评分分值以 2,4,6,8,10 分别代表差、较差、中等、好、极好。利用 yaaph 软件构造判断矩阵,并对判断矩阵中各指标重要性进行赋值打分。各判断矩阵分别进行一致性检验,一致性比例均小于 0.1,符合一致性要求(表 2)。

表 1 植物配置适宜性与景观效果综合评价体系及权重

Tab. 1 Evaluation system and weight of plant configuration suitability and landscape effect

目标层	准则层	指标层	指标层权重	指标层描述
A 居住区植物景观综合评价	B1 景观性(0.1697)	C1 植物观赏特性	0.0435	将所应用植物分别以观花、观叶、观果、观干等观赏特性归类统计
		C2 植物色彩与季相变化	0.0459	色彩丰富度与协调性
		C3 植物景观尺度	0.0336	尺度的视觉效果和空间舒适度
		C4 植物组合层次丰富度	0.0175	植物的层次变化程度
		C5 植物组合的意境美	0.0168	植物景观氛围对人的感染力
		C6 与环境的协调性	0.0076	与周边建筑及地方人文环境的协调程度
		C7 植物组合成景效果	0.0048	直观视觉效果的美观程度
	B2 生态性(0.2986)	C8 物种多样性	0.0631	对植物组合内的植物种类、株数、面积等进行统计
		C9 植物的乡土性	0.1301	乡土树种所占比例
		C10 植物生活型结构	0.0224	将植物按照乔灌木进行归类
		C11 植物之间协调共生性	0.0831	植物与其他植物的共生状况
	B3 栽植适宜性(0.4588)	C12 植物抗逆性	0.2444	耐瘠薄、耐旱、耐寒、抗污染、抗虫害
		C13 养护要求	0.1284	后期保养维护更换费用
		C14 种苗成本	0.0508	植物种苗成本
		C15 栽植成本	0.0351	栽植耗费人力物力
	B4 防护功能性(0.0729)	C16 隔离性	0.0457	遮挡不良景观与噪声
C17 滞尘效果		0.0272	阻滞灰尘	

表 2 植物配置模式评分标准

Tab. 2 Evaluation standard of plant configuration models

评价因子	评价等级标准				
	极好(10~8.1)	好(8~6.1)	一般(6~4.1)	较差(4~2.1)	差(2~0)
C1	形成独特景观, 三季有花, 四季有景	植物具备观赏特性 3 种以上, 独立成景	植物具备 2 种观赏特性	植物具备 1 种观赏特性	植物不具备观赏特性
C2	植物色彩丰富且协调, 四季皆有明显特色, 极具感染力	植物色彩丰富且协调, 有突出季相, 较有感染力	植物色彩与季相变化一般, 有一定感染力	植物色彩不够丰富, 季相变化不明显	植物色彩单调, 或搭配杂乱, 没有季相变化, 缺乏感染力
C3	景观尺度非常宜人, 视觉与空间体验极好	景观尺度宜人, 视觉与空间体验好	景观尺度一般, 视觉效果与空间体验一般	景观尺度不够宜人, 视觉效果与空间体验较差	景观尺度极不合理, 视觉效果与空间体验极差
C4	植物层次极为丰富, 富有变化, 乔灌木搭配非常合理	植物层次丰富, 有变化, 乔灌木搭配合理	植物层次一般, 有一定变化, 乔灌木搭配尚可	植物层次变化不明显, 乔灌木搭配不合理	植物层次单一, 乔灌木搭配很不合理
C5	植物搭配注重意境诠释, 并形成极好的景观氛围	植物搭配有一定意境, 植物组合形成景观氛围	植物搭配所表示的意境与氛围一般	植物搭配的意境体现不突出, 形成的氛围不佳	没有植物意境地融入, 植物组合形成的氛围很差
C6	植物与环境很协调, 极好地融入环境	植物与环境协调, 并且融入环境	植物与环境较为协调	植物与环境不协调	植物与环境极不协调
C7	植物成景效果极佳, 极吸引人	植物成景效果好, 吸引人	植物成景效果一般, 对人群的吸引力一般	植物成景效果不好, 不吸引人	植物成景效果极差, 对人群的吸引力极差
C8	植物种类很丰富, 群落由 10 种以上植物构成, 群落结构很稳定	植物种类丰富, 群落由 6~10 种植物构成, 群落结构稳定	种类较为丰富, 群落由 3~5 种植物构成, 群落结构较为稳定	植物种类不是很丰富, 群落由 1~2 种植物构成, 群落结构不稳定	几乎没有植物栽植, 与周围植物群落没有交流

续表 2

评价因子	评价等级标准				
	极好(10~8.1)	好(8~6.1)	一般(6~4.1)	较差(4~2.1)	差(2~0)
C9	乡土植物>0.9,与引进植物间互相促进	乡土植物占比为 0.5~0.9,与引进植物间竞争和谐	乡土植物占比为 0.3~0.5,与引进植物间竞争一般和谐	乡土植物占比为 0.1~0.3,与引进植物竞争不太和谐	乡土植物占比<0.1,与引进植物竞争能力明显较差
C10	乔灌比为 1:1.5 常绿与落叶比为 1:2.5	乔灌比为 1:1.5~3:4 常绿与落叶比为 1:2.5~3.0	乔灌比低于 1:2,常绿与落叶比低于 1:3	乔灌比低于 1:3,常绿与落叶比低于 1:4	乔灌比低于 1:5,常绿与落叶比低于 1:6
C11	植物长势极好,能与周边植物很好共生	植物长势好,能与周围植物共生	植物长势一般,与周围植物共生情况一般	植物长势不好,与周围植物共生情况不好	植物长势极差,与周围植物共生情况极差
C12	植物满足 3 项以上的抗性条件,抗逆性强	植物满足 2 项抗性条件,抗逆性强	植物满足 1 项抗性条件,抗逆性一般	植物抗逆性不好,对环境条件要求苛刻	植物抗逆性极差,所在地不适合植物生长
C13	粗放,不需要任何养护	较为粗放,可不养护	需要一定人工养护	需适当人工养护	需人工精细管养
C14	单元内苗木单价不超过 50 元	苗木单价不超过 100 元	苗木单价在 300 元以上	苗木单价在 500 元以上	苗木单价在 1000 元以上
C15	极为容易栽植,易于繁殖	容易栽植,繁殖系数高	较容易栽植,繁殖系数一般	较难栽植,繁殖系数低	难以栽植,繁殖系数极低
C16	植物隔离噪声效果极佳	植物隔离噪声效果好	植物隔离噪声效果一般	植物隔离噪声效果不好	植物没有隔离噪声
C17	植物可以极好地阻滞空气中的污染物	植物对空气污染物阻滞效果好	植物对空气污染物阻滞效果一般	植物对空气污染物阻滞效果不好	植物没有阻滞空气污染物

3) 计算综合评价指数

通过景观综合评价指数法,得到每个植物景观单元的综合评价指数。

$$B = \sum_i^n 1X_i F_i \quad (1)$$

式中,B 为某植物景观单元质量综合分值; X_i 代表某评价因子的权重; F_i 代表该因子的评分; $X_i F_i$ 是该因子的评价分值。为使评价因子的量纲一致,对定量因子每项数值均乘 10。利用公式(2)计算出综合评价指数。

$$C_{CEI} = S/S_0 \times 100\% \quad (2)$$

式中, C_{CEI} 为综合评价指数; S 为某植物景观单元综合评价分值; S_0 为理想值(取每一个因子的最高级别与权重相乘叠加而得)。

计算植物绿化单元综合评价分值,并根据 C_{CEI} 得出综合评价指数,以百分比分级法将 80%~100%,60%~80%,40%~60%,0~40% 分别划分为 I, II, III, IV 级,依据综合评价指数得分情况,得出各植物配置的综合评价等级。

2 结果与分析

2.1 居住区绿化植物应用现状

依据太原市城市规划区木本植物、草本植物名录和太原市木本植物指数调查报告及其他文献资料^[14-18],结合调研结果,居住区的主要造景植物共

有 246 种,隶属 78 科 133 属,其中乔木树种有 30 科 47 属 107 种,灌木树种 18 科 38 属 78 种,草本植物 25 科 40 属 54 种,藤本植物 4 科 5 属 5 种,竹类 1 科 2 属 2 种。落叶与常绿的种数比为 3:1,常绿乔灌木种类较少,主要由白皮松、圆柏、油松、沙地柏等针叶乔灌木和大叶黄杨、小叶黄杨等阔叶灌木组成。

2.2 太原市居住区绿地植物空间特点

居住区内不同类型的绿地对于植物景观的空间布局要求不同,现对居住区内 4 种绿地类型进一步细化总结,依据调研居住区绿地内的景观特征,将其划分为 10 种主要植物节点,并对植物节点的空间特征和植物配置特点进行归纳总结(表 3)。

表 3 居住区绿地植物空间特点
Tab. 3 Spatial characteristics of plants in residential greening space

绿地类型	编号	节点分类	空间特征	植物配置特点
公共绿地(G)	G1	居住区入口	强调入口空间	对称植物组团
	G2	核心绿地	开敞或半开敞	灌木花坛或自然群落
	G3	滨水景观区	半开敞空间	滨水植物组团
	G4	宅间活动广场	半开敞空间	多层次植物围合,植物造型塑造

续表 3

绿地类型	编号	节点分类	空间特征	植物配置特点
宅旁绿地 (Z)	Z1	住宅单元入口	低密度低矮围合空间	绿篱和观赏性小乔木、花灌木、多年生草本观赏花卉
	Z2	宅间绿地组团	半围合空间	多层次片林或植物组团搭配点景树
道路绿地 (D)	D1	消防道路绿化	开阔疏朗空间	以大乔木行道树为主
	D2	人行道路绿化	半封闭指引性空间	观花观叶的乔灌草植物组团
	D3	外部围合绿化	封闭围合空间	防护性乔灌草植物组团
配套公建绿地 (P)	P1	公建周边绿化	半封闭空间	绿篱搭配大乔木为主

2.3 居住区植物配置模式与评价

2.3.1 居住区植物配置模式

调查发现太原市居住区绿化植物的主要组合形式为乔木-灌木-草坪地被、乔木-乔木、乔木-灌木、灌木-草坪地被、乔木-草坪地被 5 种。根据树种搭配,将居住区中各植物节点配置单元汇总,结合太原市各类其他绿地绿化情况,最终选取出 45 例植物配置模式。共应用植物 101 种,其中:乔木 45 种,灌木 25 种,地被植物 26 种,藤本 3 种,竹类 2 种(表 4)。

2.3.2 植物配置适宜性与景观效果综合评价结果与分析

1) 评价指标权重值分析

根据已建立的评价体系(表 1),计算得到各评

表 4 太原市居住区植物配置模式

Tab. 4 Plant configuration model in residential area of Taiyuan City

空间节点	绿化模式	编号
G1	乔木(银杏+白皮松+紫叶李+山杏)—灌木(白丁香+大叶黄杨+金焰绣线菊)—地被(铺地柏)	G1-1
	乔木(国槐+碧桃+紫叶李)—灌木(大叶黄杨+小叶黄杨)	G1-2
	乔木(丛生蒙古栎)—灌木(华北卫矛+金银木+金叶女贞)—地被(非洲凤仙)	G1-3
	乔木(对节白蜡)—灌木(小叶黄杨)—地被(紫叶酢浆草)	G1-4
	灌木(大叶黄杨球)—灌木(大叶黄杨球)	G1-5
G2	乔木(云杉+白蜡+栾树+玉兰+木槿+西府海棠)—灌木(棣棠+连翘+沙地柏)—地被(白三叶)	G2-1
	乔木(法桐+油松+千头椿+日本晚樱+紫叶矮樱)—灌木(紫丁香+棣棠+金叶女贞)	G2-2
	乔木(雪松+合欢+油松+紫叶碧桃)—灌木(金银木+红王子锦带)—地被(八宝景天+丝兰)	G2-3
	乔木(银杏+垂丝海棠+白蜡)—灌木(金银木+水蜡球+小叶黄杨)	G2-4
	乔木(毛白杨+金枝槐+雪松+山楂+西府海棠)—灌木(紫叶小檗+金叶女贞+月季)	G2-5
	乔木(栾树+红花刺槐+山桃)—地被(沙地柏+蒲公英)	G2-6
G3	乔木(青杆+白皮松+银杏+垂柳+山杏+紫叶李+八棱海棠+黄庐)—灌木(胶东卫矛+平枝栒子)—水生植物(芦苇+旱伞草)	G3-1
	乔木(白皮松+垂柳+圆柏+碧桃)—灌木(迎春)—水生植物(水菖蒲+香蒲+细叶芒)	G3-2
	乔木(白皮松+紫叶李)—水生植物(狼尾草+千屈菜)	G3-3
	地被(大花萱草+宽叶麦冬)—水生植物(荷花)	G3-4
	乔木(垂柳)—地被(混播冷季型草)	G3-5
G4	乔木(青杆+白皮松+新疆杨+刺槐+栾树+五角枫+白玉兰+紫叶李+绚丽海棠+山楂+山杏)—灌木(胶东卫矛+金银木+紫丁香)—藤本(紫藤)—地被(八宝景天)	G4-1
	乔木(国槐+丛生五角枫+西府海棠)—灌木(大叶黄杨+金银木+红瑞木+水蜡)—地被(月季)	G4-2
	乔木(垂柳+白皮松+龙爪槐+木槿)—灌木(小叶黄杨+紫叶小檗+金叶女贞)	G4-3
	乔木(青杆+栾树)—灌木(胶东卫矛+金叶女贞+棣棠)—地被(鸢尾)	G4-4
	乔木(千头椿+榆叶梅+紫叶矮樱)—地被(沙地柏+月季)	G4-5

续表 4

空间节点	绿化模式	编号
Z1	灌木(山桃+金银木+西府海棠+丛生紫丁香+胶东卫矛+金叶女贞)—地被(宿根福禄考+鸢尾)	Z1-1
	灌木(紫叶碧桃+大叶黄杨+紫叶小檗)—地被(三七景天)—竹类(箬竹)	Z1-2
	灌木(山杏+紫丁香+胶东卫矛+金叶女贞)	Z1-3
	灌木(紫叶李+山楂+胶东卫矛+紫叶小檗)	Z1-4
	灌木(金银木)—灌木(金叶女贞+胶东卫矛)	Z1-5
Z2	乔木(青杆+洋槐+法桐+元宝枫+白蜡+紫叶李+紫丁香+西府海棠)—灌木(胶东卫矛+金叶女贞球)—地被(金娃娃萱草+玉簪)—竹类(早园竹)	Z2-1
	乔木(油松+银杏+白蜡+五角枫+紫叶李+西府海棠+日本晚樱)—灌木(金银木+胶东卫矛+小叶黄杨)	Z2-2
	乔木(新疆杨+蒙古栎+丛生五角枫+白蜡)—灌木(大叶黄杨+小叶黄杨)	Z2-3
	乔木(圆柏+合欢+紫叶碧桃)—灌木(平枝栒子+迎春+棣棠)	Z2-4
	乔木(雪松+榆树+华北卫矛+白玉兰+紫丁香)—地被(丝兰+麦冬)—竹类(早园竹)	Z2-5
D1	乔木(白皮松+国槐+玉兰+山杏)—灌木(紫叶小檗+雀舌黄杨)—地被(鸢尾)	D1-1
	乔木(白蜡+紫叶李)—灌木(金叶女贞)—地被(铺地柏+麦冬+冷季型草混播)	D1-2
	乔木(银杏+枫杨+紫叶碧桃+白丁香)—灌木(紫叶小檗+金叶女贞)	D1-3
	乔木(法桐)—乔木(法桐)	D1-4
D2	乔木(法桐)—灌木(绣线菊)—地被(波斯菊)	D2-1
	乔木(云杉+国槐+西府海棠+山桃)—灌木(大叶黄杨+金银木+金叶女贞+水蜡)	D2-2
	竹类(早园竹)—竹类(早园竹)	D2-3
	灌木(胶东卫矛球)—地被(混播冷季型草)	D2-4
D3	乔木(雪松+国槐+五角枫+朴树+碧桃+木槿)—灌木(黄刺玫+水蜡球+紫叶小檗)	D3-1
	乔木(油松+新疆杨+白蜡)—灌木(丁香)—藤本(攀援月季)	D3-2
	乔木(白皮松+千头椿)—灌木(华北卫矛+金银木)—藤本(五叶地锦)	D3-3
P1	乔木(国槐)—灌木(美人梅+胶东卫矛+紫叶小檗+金叶女贞)—地被(大花萱草)	P1-1
	乔木(法桐+油松+紫叶晚樱)—灌木(郁李+大叶黄杨+金叶榆)	P1-2
	乔木(毛白杨+侧柏+白皮松+紫薇)—灌木(天目琼花+棣棠+大叶黄杨)	P1-3

价因子的权重值。准则层的权重值由高到低依次为栽植适宜性、生态性、景观性、防护功能性。说明在居住区植物配置上,设计师更关注在满足植物栽植适宜性的基础上,构建兼具美感和生态效益的植物景观,以维持居住区绿地的生态平衡与景观效果。防护功能性的权重值较低,表明人们对于居住区植物配置更侧重于视觉体验。

2) 评价结果分析

计算植物配置模式综合评价分值,并根据 C_{CEI} 得出综合评价指数和植物配置模式的评价等级(表 5)。由表 5 可知,45 个植物配置模式的评价结果为,Ⅰ级:共 18 个,占评价单元总数的 40%,Ⅱ级:23 个,占总数的 51.1%,Ⅲ级:4 个,占总数的 8.9%,无Ⅳ级。

Ⅰ级植物配置模式的共同特点是:与居住区环

境相得益彰,植物景观季相和色彩变化明显;植物种类多样,层次丰富;注重乡土树种应用,同时也引入外来植物,植物生长情况好,可辨识度强且具有防护功能。Ⅱ级相对Ⅰ级来说,植物种类较少,层次较为丰富,绿化单元具有一定的功能性。评价等级较低的Ⅲ级植物单元的植物种类和层次较为单一,季相变化不明显,防护功能较差。

2.3.3 太原市居住区绿地典型绿化配置模式

依据综合评价得分,将 10 种节点类型下得分最高的植物配置模式推荐为典型配置模式,典型植物配置模式在景观性,生态性,栽植适应性和防护功能性上均表现良好,可在太原市居住区绿地中推广应用,总结绘制出典型植物配置模式示意图(图 1~图 9)。其中各类树种依据实际情况可选用树形与生长习性相似的树种替换,形成更为丰富的植物景观

表 5 太原市居住区植物配置适宜性与景观效果
综合评价结果

Tab.5 Evaluation results of plant configuration suitability and landscape effect in residential areas of Taiyuan City

绿化模式	综合评价指数/%	等级
G1-1	82.32	I
G1-2	67.15	
G1-3	75.09	II
G1-4	70.87	
G1-5	57.94	III
G2-1	90.04	
G2-2	83.47	I
G2-3	88.65	
G2-4	76.85	
G2-5	76.93	II
G2-6	73.23	
G3-1	96.02	
G3-2	92.54	I
G3-3	85.90	
G3-4	84.01	
G3-5	55.12	III
G4-1	86.12	I
G4-2	82.33	
G4-3	63.27	II
G4-4	75.93	
G4-5	73.04	
Z1-1	81.50	I
Z1-2	80.92	
Z1-3	64.98	II
Z1-4	69.31	
Z1-5	51.39	III
Z2-1	86.70	
Z2-2	85.19	I
Z2-3	75.28	
Z2-4	77.84	II
Z2-5	79.35	
D1-1	85.21	I
D1-2	68.29	
D1-3	73.12	II
D1-4	72.07	
D2-1	85.24	I
D2-2	83.29	
D2-3	76.30	II

续表 5

绿化模式	综合评价指数/%	等级
D2-4	50.36	III
D3-1	79.04	
D3-2	74.35	II
D3-3	72.47	
P1-1	80.47	I
P1-2	74.50	II
P1-3	71.90	

组合。未推荐的 I 级植物配置模式亦可在居住区内选择应用, II 级植物配置模式建议适当应用, III 级植物配置模式不建议直接应用,可在进一步优化后应用。

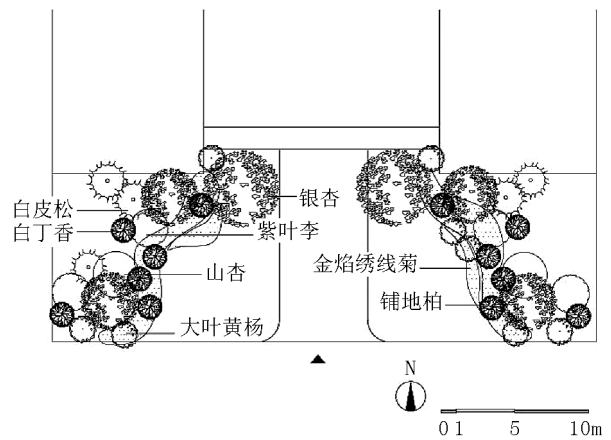


图 1 居住区入口绿化

Fig.1 Greening of entrance in residential area

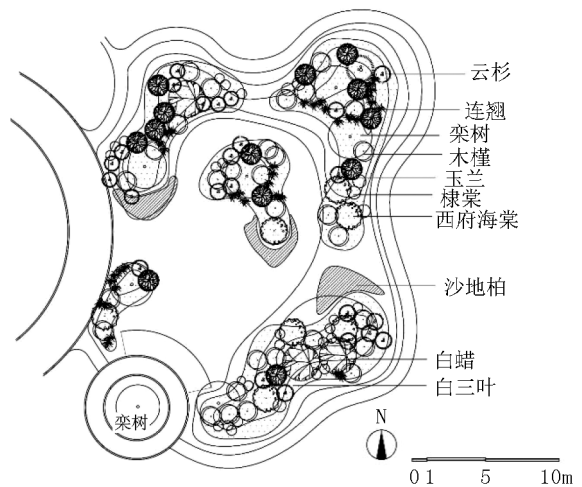


图 2 核心绿地组团绿化

Fig.2 Group greening of core greening space

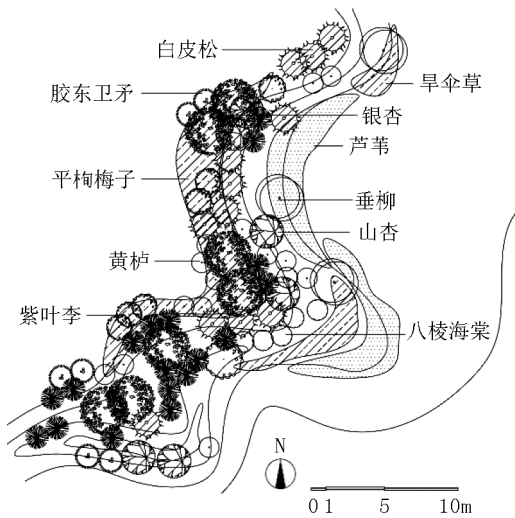


图 3 滨水景观绿化

Fig. 3 Greening of waterfront landscape

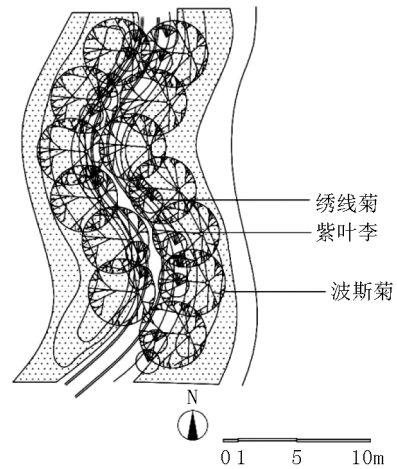


图 6 人行道路绿化

Fig. 6 Greening of sidewalk

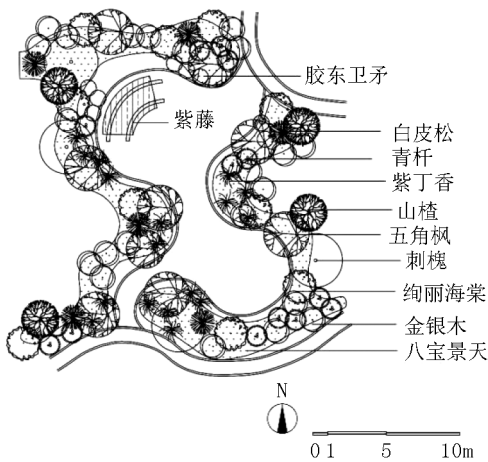


图 4 宅间活动广场

Fig. 4 Greening of activity square

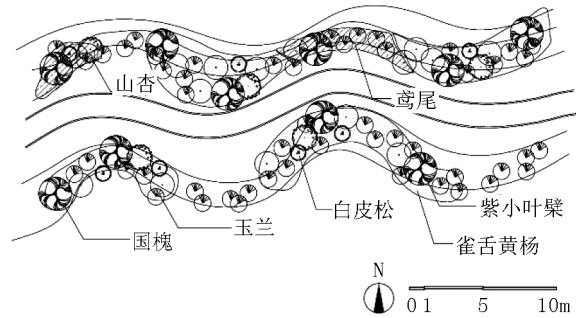


图 7 消防道路绿化

Fig. 7 Greening of fire road

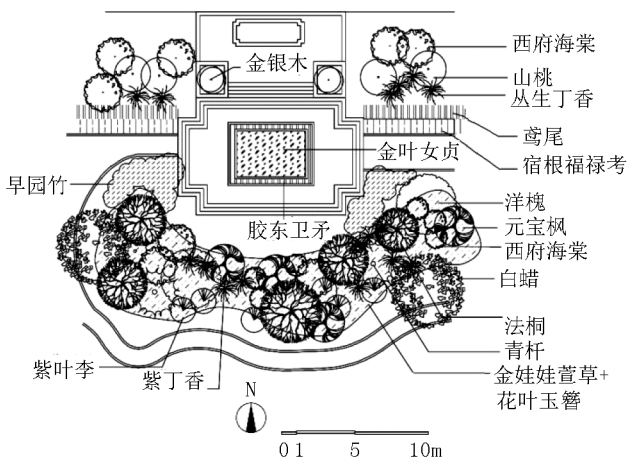


图 5 住宅单元入口与宅间绿地组团绿化

Fig. 5 Group greening of housing unit entrance and space among houses

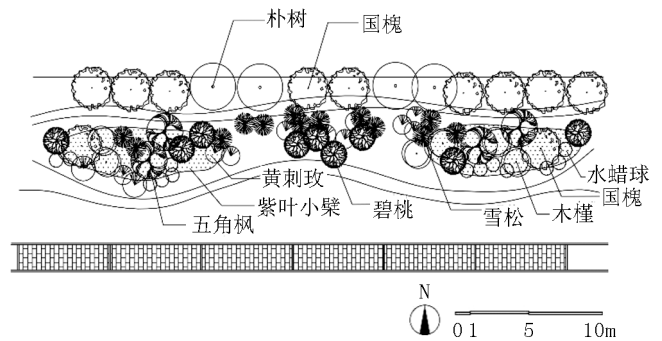


图 8 外部围合绿化

Fig. 8 Greening of enclosed external space

3 讨论与结论

通过现场调查与文献查阅,对太原市居住区绿地的植物应用和空间特点进行总结,并用层次分析法对 45 例植物配置模式进行综合评价,总结出典型植物配置模式。但在研究中,定性评价存在一定主观性,人为因素对评价结果也有一定影响,因此,今

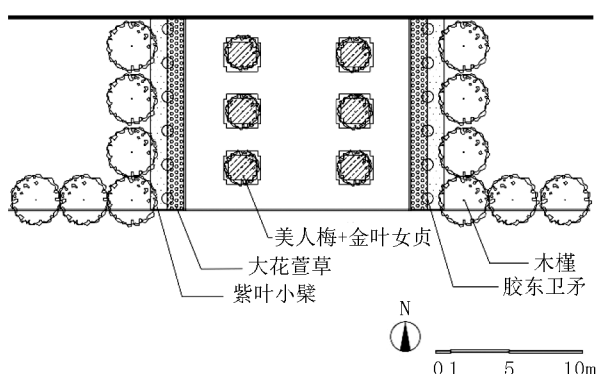


图 9 配套公建绿化模式

Fig. 9 Greening of supporting public facilities construction space

后要科学地选择评价因子开展进一步研究。

结合太原市居住区绿地植物应用、空间特点以及植物配置模式适宜性与景观效果评价结果,得出以下主要结论:

1) 在居住区绿地植物应用方面,适用植物共有 356 种,其中:乔木 131 种,灌木 78 种,草本植物 102 种,藤本植物 42 种,竹类 3 种。实际应用中乔木、灌木、草本植物较为丰富,藤本植物和竹类应用明显不足,建议增加藤本植物和竹类的栽培和应用。

2) 居住区绿地植物空间主要包括居住区入口、核心绿地、滨水景观区等 10 种景观节点。在实际应用中,可以此为基础,结合居住区景观规划对景观节点的植物空间进行搭配与组合,营造多变的植物空间。

3) 基于综合评价结果得到 10 种典型植物配置模式,可为太原市居住区绿地植物配置提供参考。在实际应用中,可选择树形与生长习性相似的同类型植物变换成景。

参考文献:

- [1] 白伟岚,任建武. 居住区环境绿化质量的探讨[J]. 中国园林,2000(1):37-42.
- [2] 董丽. 北京居住小区景观规划与设计分析[J]. 科技信息,2007(10):70-71.
- [3] 赵博,邹志荣. 城市住宅区景观设计中植物配置的问题

与对策[J]. 陕西农业科学,2013(6):122-123,182.

- [4] 太原市园林局. 太原市园林志[M]. 太原:山西经济出版社,2015.
- [5] 徐波. 城市绿地分类标准 CJJ/T 85-2017[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [6] 住房和城乡建设部. 城市居住区规划设计规范 GB50180-93(2016 年版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [7] 唐东芹,杨学军,许东新. 园林植物景观评价方法及其应用[J]. 浙江林学院学报,2001,18(4):394-397.
- [8] 赵焕臣,许树柏,和金生. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [9] 蔡如,蔡鑫,谭祎. 珠三角居住区植物景观评价与配置研究[J]. 福建林业科技,2015(1):166-172.
- [10] 孙蕴路,贾建强,柴明良. 杭州居住区秋冬季植物景观评价——基于层次分析法的研究体系[J]. 华中建筑,2012,30(1):102-105.
- [11] 宁惠娟,邵锋,孙茜茜,等. 基于 AHP 法的杭州花港观鱼公园植物景观评价[J]. 浙江农业学报,2011,23(4):717-724.
- [12] 蔡鑫,蔡如,陆绮薇. 居住区植物景观评价体系的构建——以珠三角为例[J]. 广东园林,2016,38(3):80-82.
- [13] 郑芷青,杨颖仪,周平德. 广州居住区园林植物景观配置模式探讨[J]. 广州大学学报(自然科学版),2010,9(4):50-55.
- [14] 裴淑兰,梁林峰. 太原市园林绿化树种的调查与分析[J]. 中国园林,2008,24(8):90-94.
- [15] 姜悦,张海松. 奔跑在斑斓的四季——奥林匹克森林公园北园 5、6 标段植物景观设计[J]. 中国园林,2017,33(6):67-71.
- [16] 郭华慧,张芸香,郭晋平. 基于树种多角度类型的太原市园林绿化树种应用现状与问题诊断[J]. 山西农业科学,2017(6):1-10.
- [17] 韩晶,王超琼,张皖清,等. 北京市居住区园林植物景观特色研究[A]. 中国观赏园艺研究进展[C]. 北京:中国林业出版社,2016:765-773.
- [18] 王娜. 基于 SBE 对太原市公园植物配置的研究[D]. 西北农林科技大学,2011.

(责任编辑 张林艳)

《林业调查规划》征稿简则

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖,在云南期刊奖评选中,连续二届荣获“优秀期刊奖”。

1 来稿要求

1.1 文章内容与字数: 要求文稿真实、准确地反映当前林业生产、科研的新成果,内容具有先进性、科学性、实用性。来稿字数以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: 第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

1.4 单位: 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

1.5 摘要和关键词: 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结果和结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在300字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

1.6 正文: 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

1.7 图和表: 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

1.8 量、单位和符号: 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm²、m²、dm²、cm²;体积单位:m³、L、mL;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

1.9 数字的写法: 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

1.10 参考文献: 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并

用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[C]//编著者。论文集名。出版地:出版单位,出版年;起止页码。④电子文献:[序号]主要责任者。电子文献题名[电子文献及载体类型标识]。电子文献的出处或可获得地址,发表日期/引用日期(任选)。参考文献类型代码分别为:普通图书[M]、会议录[C]、汇编[G]、报纸[N]、期刊[J]、学位论文[D]、报告[R]、标准[S]、专利[P]、数据库[DB]、计算机程序[CP]、电子公告[EB]。电子文献载体类型标志如下:磁带[MT]、磁盘[DK]、光盘[CD]、联机网络[OL]。对于专著、论文集中析出的文献,其文献类型标识采用[C]//,对于图书中析出的文献采用[M]//,对于其他未说明文献类型的标识采用[Z]。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。作者对以上要求如有不明,可参考本刊近期文章或咨询编辑部。投稿前请对稿件认真逐项修改,补充有关内容。

2 投稿与稿件处理

1)投稿前,请登录本刊网站(<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>)认真阅读本刊征稿简则中的各项说明,投稿后请电话告知编辑部以便查对。

2)本刊实行严格的审稿制度,稿件送相关专家审阅,并由编委会讨论定稿。来稿请勿一稿多投。编辑部收稿后将在10日内通知作者审稿结果。

3)来稿一经刊用,将按规定收取专家审稿费,根据论文所占版面情况收取论文发表费,并付给作者稿酬。具体数额以本刊所发通知为准。来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册期刊。对具创新性、高质量稿件,优先安排发表,并根据创新性水平减、免审稿费和版面费,稿酬从优。

4)来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

5)为拓宽学术交流渠道,本刊已加入“中国期刊全文数据库”和“数字化期刊群”等期刊数据库,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

6)本刊编辑部保留对来稿进行必要的文字修改、删节的权利,如作者不允许修改,请在来稿中注明。

2009年第三届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”

2012年第四届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”



云南香格里拉森林地貌



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

