中国科技核心期刊
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING

第46卷 第4期
Vol.46 No.4

2021 4

云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心 主办

林业调查规划
第46卷 第4期 Vol.46 No.4
二〇二一年七月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

（双月刊　1976 年创刊）

第 46 卷 第 4 期（总第 244 期）2021 年 7 月

Forest Inventory and Planning

（Bimonthly, Started in 1976）

Vol. 46 No. 4（Sum No. 244）July 2021

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

编辑出版　《林业调查规划》编辑部

地　　址　昆明市人民东路 289 号
云南省林业调查规划院

邮　　编　650051

电　　话　0871-63318347;63332538

传　　真　0871-63318347

电子信箱　ynfip@vip.163.com

http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx

印　　刷　昆明锦润印刷有限公司

国内发行　中国邮政集团公司云南省分公司

订　　购　全国各地邮政局

中国标准连续出版物号　ISSN 1671-3168 / CN 53-1172/S

广告经营许可证号　5300004000093

国内定价　20.00 元（全年 120.00 元）

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

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347;63332538

Fax: 86-0871-63318347

Email: ynfip@vip.163.com

http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Distributed by: Yunnan Branch of China Post Group Co., Ltd.

Subscription Office: Post Bureau of China

ISSN 1671-3168 / CN 53-1172/S

Ad. Licence: 5300004000093

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

林 业 调 查 规 划

第46卷　第4期　（总第244期）　2021年7月

目　　次

(本期责任编辑:许易琦,刘平书,杨焌熔)

[期刊基本参数] CN 53-1172/S * 1976 * b * A4 * 200 * zh * P * 20.00 * 1500 * 35 * 2021-07

Forest Inventory and Planning

Vol. 46 No. 4 (Sum No. 244) July 2021

Contents

● Forest Park

● Ecological Tourism

● Forest Resource Management

● Forest Cultivation

● Forum

● Landscape Architecture

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 001

沙地樟子松林分密度对林木生长的影响研究

韩照日格图[1],白玉荣[1],王立军[1],李向飞[1],宋 辉[2]
(1. 呼伦贝尔市林业和草原科学研究所,内蒙古 呼伦贝尔 021008;
2. 红花尔基林业局,内蒙古 呼伦贝尔 021112)

摘要:以红花尔基地区沙地樟子松人工林为研究对象,研究林分密度与胸径、树高、生物量等林分因子之间的关系。结果表明,沙地樟子松林分密度对其林木生长因子的影响有显著相关性和规律性,随林分密度的递增,林分平均胸径、平均冠幅、单株材积、林木各器官生物量等各项指标呈减小趋势,二者呈幂指函数相关关系,$y = ax^b$,对树高影响不显著,但树木的高径比随密度增加呈增大趋势;林分密度对单株和不同器官生物量均有显著影响,随林分密度的增加而减小;林下植被生物量和多样性与林分密度呈极显著负相关。

关键词:林分密度;林木生长;生物量;林下植被;沙地樟子松

中图分类号:S791. 253;S725. 6;S718. 43 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0001-06

引文格式:韩照日格图,白玉荣,王立军,等. 沙地樟子松林分密度对林木生长的影响研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):1-6. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 001

Hanzhaorigetu, BAI Yurong, WANG Lijun, et al. Effects of Stand Density of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* on Forest Growth in Sandy Land[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):1-6. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 001

Effects of Stand Density of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* on Forest Growth in Sandy Land

Hanzhaorigetu[1], BAI Yurong[1], WANG Lijun[1], LI Xiangfei[1], SONG Hui[2]
(1. Hulunbuir Academy of Forestry and Grassland, Hulunbuir, Inner Mongolia 021008, China;
2. Honghuaerji Bureau of Forestry, Hulunbuir, Inner Mongolia 021112, China)

Abstract: This paper studied the relationship between stand density and stand factors such as DBH, tree height and biomass of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantation in sandy land. The results showed that the effects of stand density on forest growth factors had significant correlation and regularity, and the indexes such as average DBH, average crown width, individual plant volume and biomass of various organs showed a decreasing trend, with the correlation of power exponential function, $y = ax^b$, which had no significant effect on tree height, while the height diameter ratio of trees increased with the increase of density; the stand density had significant effect on the biomass of individual plant and different organs, which decreased with the increase of stand density; the biomass and diversity of understory vegetation were negatively correlated with stand density.

收稿日期:2020-11-12.
资助项目:沙地樟子松人工林改造成母树林的关键技术研究项目资助.
第一作者:韩照日格图(1983-),男(蒙古族),内蒙古兴安盟人,硕士,高级工程师. 从事森林培育理论与碳汇技术研究.
Email:347809990@ qq. com

Key words: stand density; forest growth; biomass; understory vegetation; *Pinus sylvestris* var. *mongolica* in sandy land

林分密度在森林经营培育过程中是人为调控的重要因子之一。林分密度对林木生长具有一定的制约作用,两者之间产生密度效应规律。合理控制林分密度对人工林群落的稳定、健康发展有直接影响,密度是否合理关系到林分生产力的提高和功能的发挥,因此,林分密度的管理调控是人工林培育与经营的核心问题之一。

樟子松(*Pinus sylvestris* L. var. *mongholica* Litv.)是呼伦贝尔乡土树种,是呼伦贝尔地区主要造林树种之一,具有抗风沙、抗寒、抗旱、生长快的生物学特性,特别适合干旱沙区造林,而且干形通直,材质优良,适应范围广,是防风固沙、城镇绿化的优良树种。通过林分密度对其林木生长影响的研究,为管理调控林分结构,维持生态效益和森林可持续经营具有重要意义。

1 试验地概况

试验地设于红花尔基林业局辉河林场施业区内,地理坐标为119°46′E,40°56′N,气候类型属中温带大陆性季风气候,干燥严寒,风大雨少,昼夜温差大,夏季短促炎热,冬季漫长寒冷。年均温-2.2 ℃,极端最高温37.7 ℃,极端最低温-49.3 ℃。年均降水量350 mm,海拔850 m左右,土壤类型为沙土。试验地为樟子松人工纯林,林下植被多为禾本科(Gramineae)、蔷薇科(Rosaceae)、百合科(Liliaceae)植物。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

在对红花尔基地区林分踏查的基础上,选择不同造林密度林分为试验地,按立地条件相似或相同,林相整齐,具代表性的林分中按不同造林密度设置样地。对样地内的林木进行每木检尺,测算林分平均树高、胸径、冠幅、枝下高等林分因子(表1)。依据林分平均胸径和树高,在各林分样地内选取标准木1~2株用于测定地上生物量。

2.2 生物量测定

1)地上部分生物量调查

在不同林分样地内选取1株标准木。采用分级标准枝法,把选取的标准木树冠分为上、中、下3层,按南北方向每层各选取1个标准枝,每个标准枝以各龄枝、叶、果分别烘干称重。在获取各器官生物量基础上,求得单株生物量,再推算单位面积生物量。

2)林下植被调查

采用样方法测定林下草本植被,在样地内按照对角线共设置5个1 m×1 m的小样方,把样方内的草本(地上)带回室内进行植物种的鉴定,并烘干测定重量,求得小样方内草本生物量,最后求得平均值。

表1 样地调查

Tab. 1 Sample plot survey

样地号	林分密度/(株·hm^{-2})	平均胸径/cm	平均树高/m	平均冠幅/m	枝下高/m
1	442	14.8	7.12	3.26	0.76
2	625	14.4	7.25	3.10	1.16
3	1150	14.1	7.30	2.52	1.64
4	1600	13.5	6.85	2.21	2.12
5	2556	12.6	6.61	2.07	2.07
6	2940	12.1	6.45	2.02	2.16
7	3125	12.2	6.50	1.87	2.23

3 结果与分析

3.1 林分密度与胸径的关系

林分密度与胸径的关系见图1。

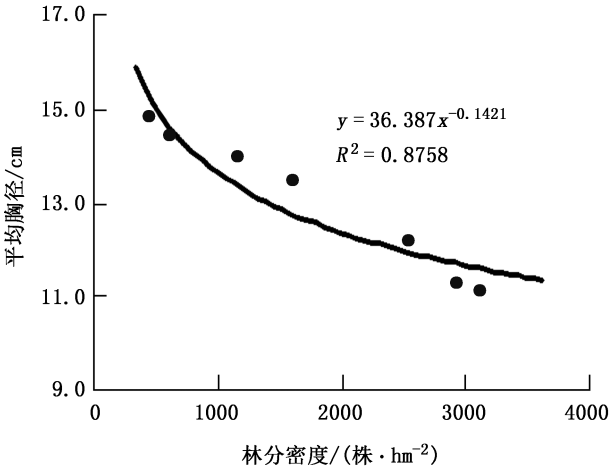


图1 林分密度与平均胸径的关系

Fig. 1 Relationship between stand density and average DBH

从表 1、图 1 可以看出,密度对林分平均胸径的影响显著,两者呈负相关关系。随着林分密度的递增,林分平均胸径逐渐变小;反之,林分平均胸径变大。这是因为随单位面积林木株数的减少,增加林木生长空间,促进了枝、干、叶的生长;同时增强了林间光照,改善了林地条件,使其林地肥力提高,林木生长得到更多的营养供给。从图 1 可以看出,在林分密度达到 3 000 株/hm^2 时,密度对林分平均胸径影响明显下降,其关系表达式为: $y = ax^b$ 。

3.2 林分密度与树高及高径比的关系

从表 1 可知,在一定的密度范围内,林分密度与林木树高并无显著的相关性。这是因为林分树高与多个影响因子有关,其中立地条件对林木高生长影响尤为显著。在相同立地条件下,一定的林分密度范围内,密度对林分树高的影响甚微,或者说密度效应比其它生长因子的作用要弱很多。但林分密度对林木高径比的影响具有明显的规律性,林分密度与高径比呈正相关关系(图 2),随林分密度的增大而呈明显递增趋势。高径比是林木树高和直径的比值,随林分密度的逐渐增大,树高变化不明显,胸径逐渐减小,高径比值增大,反之减小。

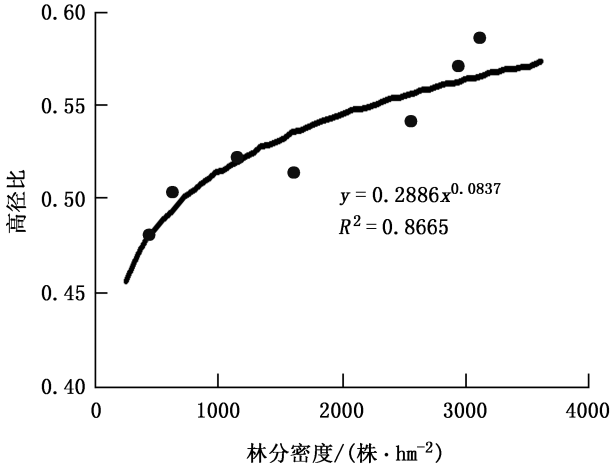


图 2　林分密度与高径比的关系

Fig. 2　Relationship between stand density and height diameter ratio

3.3 林分密度与冠幅的关系

林木冠幅随着林分密度的增加呈逐渐减小的趋势,即密度越大,冠幅越小。林分密度与冠幅呈负相关关系,生长空间的大小造成树冠生长差异(图 3)。林分密度越大,林木个体生长空间越小,林木之间竞争越强烈,冠幅越小;反之,林分密度越小,林木的生长空间增大,冠幅就越大。

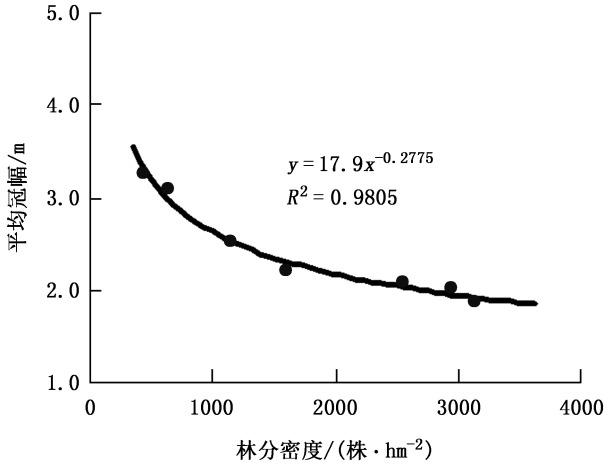


图 3　林分密度与冠幅的关系

Fig. 3　Relationship between stand density and crown width

从图 3 可以看出,林分密度与冠幅的影响分两个临界点,即 1 000 株/hm^2 和 3 000 株/hm^2,林分密度小于 1 000 株/hm^2 时,林分密度对林木冠幅影响不显著,主要林木生长空间充足,未产生种间竞争。大于 1 000 株/hm^2 密度时,林分密度对林木冠幅影响明显增强,直至林分密度达到 3 000 株/hm^2 时,对平均冠幅生长的影响逐渐减弱并维持在一定数值范围内。

3.4 林分密度与枝下高的关系

密度对林木枝下高的影响与其对冠幅生长的影响是相反的(图 4),两者之间呈显著对数函数关系,即林分密度越大,林木枝下高越大,反之越低,可由公式 $y = a + b\ln(x)$ 来表述。枝下高是反映林木生长空间变化的指示指标,随林分密度的变化,林木生长空间的不同造成树木枝下高差异,也是林木之间竞争生存环境的结果。这一时期,在一定林分密度范围内,枝下高随林分密度的递增而变大,直至林分密度达到 3 000 株/hm^2 时,对枝下高的影响逐渐减弱。

3.5 林分密度与单株材积及林分蓄积量的关系

沙地樟子松单株材积受林分密度的影响显著,与其对胸径生长的影响是一致的。随密度逐渐增大,生长空间减小,林木个体生长受到抑制,导致林木单株材积减小(图 5)。

从图5可看出,林分密度对单株材积生长和平

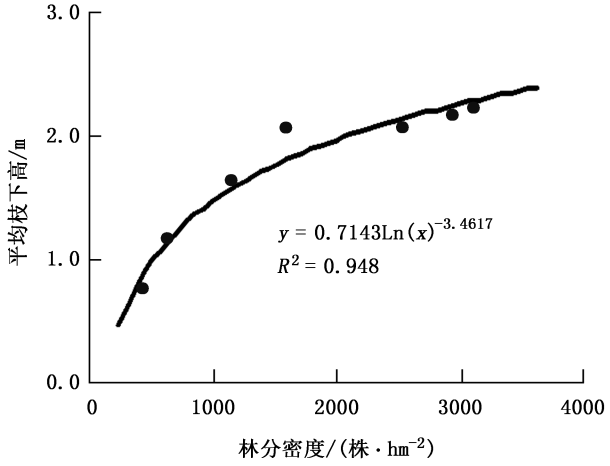


图4　林分密度与平均枝下高的关系

Fig. 4　Relationship between stand density and average branch height

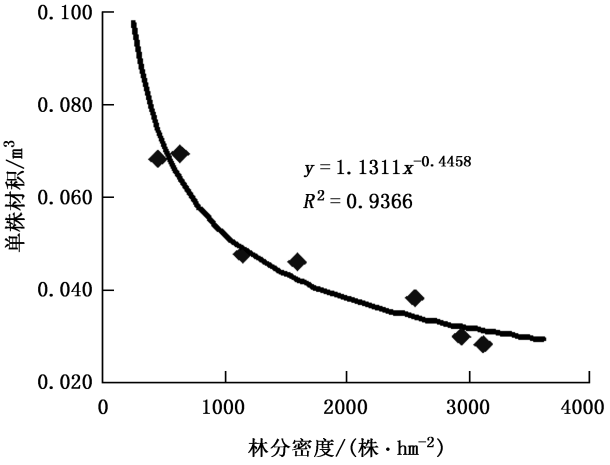


图5　林分密度与单株材积的关系

Fig. 5　Relationship between stand density and individual plant volume

均胸径生长的影响具有一定的相似性,两者之间呈幂函数关系,可由公式 $y = ax^b$ 来描述。即在相同的条件下,随林分密度的逐渐增大,单株材积逐渐减小;反之,单株材积越大。在林分密度达到 3 000 株/hm^2 时,其对单株材积生长的影响明显下降。

沙地樟子松林分蓄积量随密度的递增呈上升趋势,两者关系显著,可由公式 $y=ax^b$ 来表述(图6),这与林分密度对单株材积作用规律相反,而密度效应临界值却很接近。

3.6 林分密度与林木生物量的关系

3.6.1 林分密度对单株生物量及不同器官生物量的影响

沙地樟子松单株生物量受林分密度的影响显

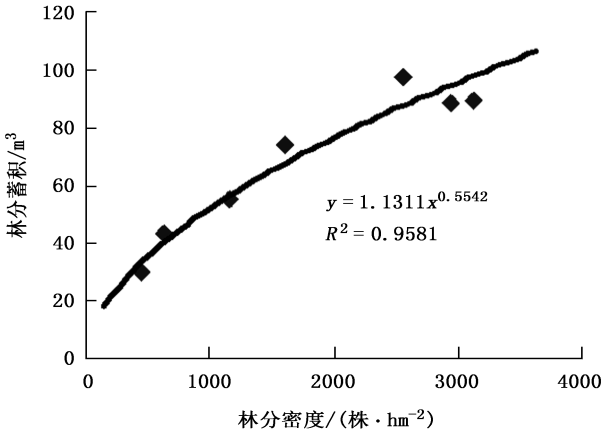


图6　林分密度与林分蓄积的关系

Fig. 6　Relationship between stand density and stand volume

著,在相同立地条件下,随密度逐渐增大,生长空间减小,林木个体生长受到抑制,导致单株生物量减小(图7)。

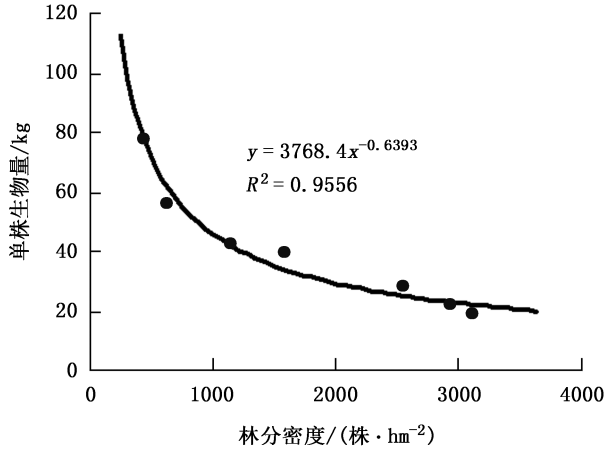


图7　林分密度与单株生物量的关系

Fig. 7　Relationship between stand density and individual plant biomass

从图7可以看出,林分密度对单株生物量和平均胸径生长的影响具有一定的相似性,两者之间呈幂函数关系,可由公式 $y = ax^b$ 来描述。即在相同的条件下,随着林分密度的逐渐增大,单株生物量逐渐减小;反之,单株生物量越大。在林分密度达到 3 000 株/hm^2 时,其对单株生物量影响明显下降(图8)。

从图8可以看出,单株立木各器官生物量随林分密度的增大而下降,且影响变化较显著,呈递减趋势,且变化的幅度越来越小。在林分密度为 1 000 株/hm^2 范围内,枝生物量大于干生物量,超过这一密度范围后,对干、枝、叶生物量分配比例的影响较

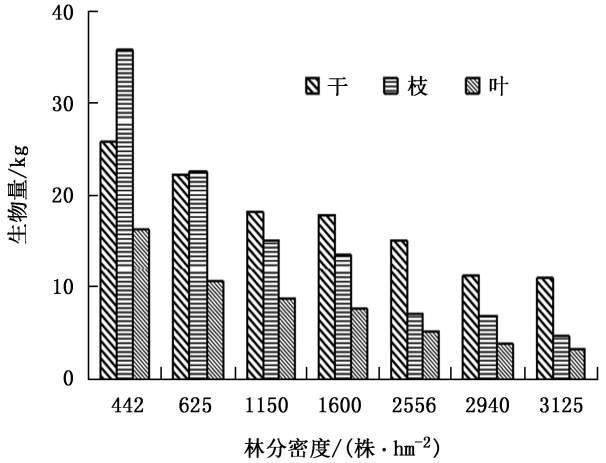


图 8　林分密度与林木不同器官生物量的关系

Fig. 8　Relationship between stand density and biomass of different organs

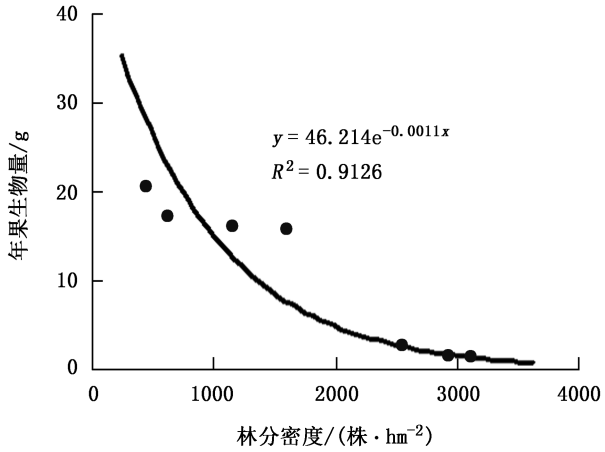


图 10　林分密度与年果生物量的关系

Fig. 10　Relationship between stand density and annual fruit biomass

为稳定,各器官分配比例为:干>枝>叶。干生物量的变动范围为 40%~55%,枝生物量的变动范围为 25%~35%,叶生物量的变动范围为 15%~20%。随林分密度的增大,干生物量所占比例增加,枝、叶生物量随密度增大比例有所减小。

从球果调查发现,林分密度对林木球果产量具有明显的影响,林木单株结实数量随林分密度的增大而减少。反之,密度越小,结实越早,且结实数量也相对较多(图 9)。但由于单位面积株数少,其总产量并不高(图 10)。

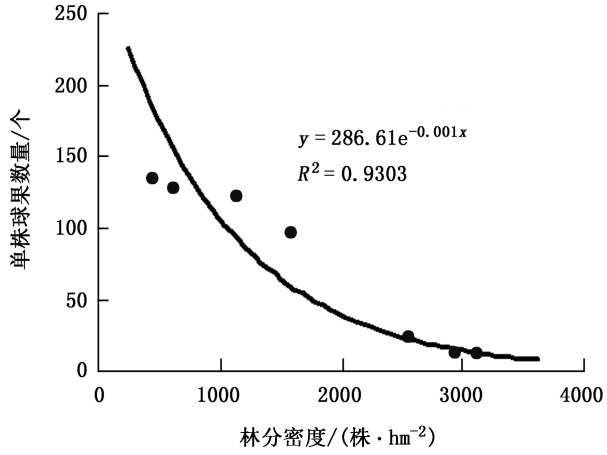


图 9　林分密度与单株球果数量的关系

Fig. 9　Relationship between stand density and cones number of individual plant

3.6.2　林分密度对单株不同林龄枝、叶生物量分配的影响

沙地樟子松林分密度对枝、叶生物量的影响有明显的规律性,随着密度的递增,林木枝、叶生物量减少,且变化趋于平缓。这是因为林分密度越大,林木种间竞争越激烈,抑制其生长,导致林木的枝和叶生物量随密度变大而减小。随林龄的增长,林木枝和叶生物量逐渐增加(表 2),其中单株林木生物量分配中多年枝和多年叶所占比例最大。林木单株生物量多年枝比例范围为 90.04%~96.40%,多年叶比例范围为 42.95%~76.14%,单株林木生物量不同林龄枝、叶的分配规律一致,分配比例为:多年>2 年>1 年。

表 2　沙地樟子松单株不同林龄枝、叶生物量分配

Tab. 2　Biomass distribution of branches and leaves of individual plant at different ages

林分密度/(株·hm⁻²)	不同林龄枝生物量比例/%			不同林龄叶生物量比例/%		
	一年枝	二年枝	多年枝	一年叶	二年叶	多年叶
442	2.59	3.22	94.19	31.56	17.16	51.28
625	3.30	5.41	91.30	26.11	43.66	30.24
1150	2.46	2.85	94.69	20.58	23.36	56.06
1600	4.07	4.35	91.58	19.10	37.95	42.95
2556	3.28	6.67	90.04	28.14	20.65	51.21
2940	1.63	4.36	94.01	2.53	21.35	76.14
3125	1.41	2.19	96.40	17.45	15.47	67.08

3.7　林分密度与林下植被的关系

林分密度对林下草本植被的多样性及生物量的影响较为显著,两者之间呈负相关(图 11,图 12)。即随着林分密度的增加,林下草本植被多样性及生

物量呈递减趋势,反之,密度越小,草本植被多样性及生物量呈上升趋势。其主要原因是林分密度递增时,单位面积林木增多,导致林分郁闭度逐渐变大,林内光照减弱,从而影响了林下草本植物的生长。因此,在林业生产经营过程中要人为地调控林分密度,以促进林下植被生长,避免产生种内和种间竞争,出现密度制约效应。

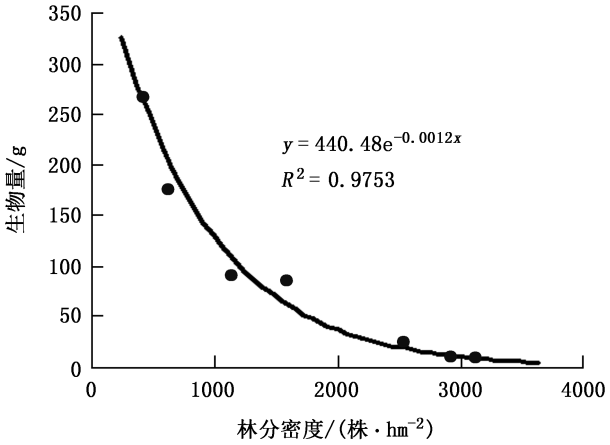


图11 林分密度与林下植被生物量的关系

Fig. 11 Relationship between stand density and understory vegetation biomass

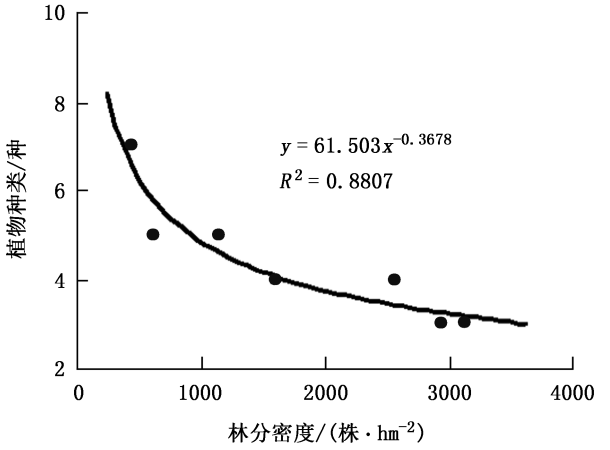


图12 林分密度与林下植被多样性的关系

Fig. 12 Relationship between stand density and understory vegetation diversity

4 结论

1)研究结果表明,林分密度与林分各因子之间有显著相关性和规律性,呈幂指函数关系 $y = ax^b$。林分平均胸径、平均冠幅、单株材积随着林分密度的增大呈减小趋势,而林分蓄积量呈递增趋势。林分密度对树高的影响不显著,而树木的高径比随密度增加呈增大趋势。沙地樟子松人工林单株材积及各器官生物量随林分密度的增加而下降,单位面积生物量则呈上升趋势。

2)林下植被生物量与林分密度呈极显著负相关,在相同相似条件下,林下植被多样性和生物量受其林分密度限制,随林分密度的增加,呈递减趋势。

3)在试验区特定的条件下,综合林分密度对林分生长的作用规律,不同森林经营目的可将林分密度1 000 株/hm^2 和3 000 株/hm^2 作为该地区樟子松人工林密度效应临界值。林分密度控制在1 000 株/hm^2 以下时,林分生长空间较大,有利于林木个体生长,林木的冠幅较大,轮枝数较多,枝下高低,树干通直圆满,适合培育母树林。沙地樟子松林分密度控制在2 000~3 000 株/hm^2 时,林木个体生长旺盛,生物量较高,单位面积生物量处于高峰值,林分结构较为合理,具有较强的更新能力和稳定性,另外,群落结构配置合理,物种多样性处于较高水平,也有利于群落稳定性的维持和生态功能的持续发挥,适合培育防护林。林分密度在3 000 株/hm^2 以上时,则用于培育用材林,但根据用材目的,在不同林龄阶段应采取不同抚育措施。

4)本研究仅限于试验区内沙地樟子松林的调查结果,缺少对沙地樟子松人工林不同生长期的综合研究,有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 韩照日格图,白静,田有亮,等. 大青山区油松人工林密度对林木生长影响的研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2007,28(4):67-70.

[2] 刁淑清,沈海龙,潘建中,等. 樟子松人工幼林密度与个体生长指标的关系[J]. 东北林业大学学报,2002,15(1):66-75.

[3] 白静,田有亮,韩照日格图,等. 油松人工林地上生物量、叶面积指数与林分密度关系的研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(3):183-187.

[4] 杜少杰,胡喜山,刘海,等. 落叶松人工林最适密度的探讨[J]. 防护林科技,2003,6(2):59-60.

[5] 薛立,杨鹏. 森林生物量研究综述[J]. 福建林学院学报,2004,24(3):283-288.

[6] 王克勤,王百田,王斌端, 等. 集水造林不同密度林分生长研究[J]. 林业科学,2002,38(2):54-60.

责任编辑:许易琦
校 对:张林艳 许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 002

2020 年森林资源管理“一张图”年度更新质量管控方法研究

——以烟台市为例

曲宏辉[1],张舒洁[2],徐晓丹[2],孙中元[1],刘金秋[3]
(1. 烟台市森林资源监测保护服务中心,山东 烟台 264003; 2. 烟台市土地储备中心,山东 烟台 264003;
3. 山东省林业科技培训中心,山东 济南 250013)

摘要:质量是森林资源管理“一张图”年度更新工作的核心和生命,做好质量管控是确保森林资源管理“一张图”实用性的关键环节之一。在质量管控环节中,市、县两级的质量管控方法最为基础、最为重要。根据烟台市 2020 年森林资源管理“一张图”年度更新工作研究制定了一套适用于市、县两级的质量管控方法,文中阐述现有的质量管控方法,以及市、县两级质量管控方法的制定思路和区划检查方法,从 11 个方面重点阐述属性检查方法的具体步骤。

关键词:质量管控;森林资源管理“一张图”;年度更新;第三次国土调查;区划检查;属性检查

中图分类号:S758. 61;S757 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0007-04

引文格式:曲宏辉,张舒洁,徐晓丹,等. 2020 年森林资源管理“一张图”年度更新质量管控方法研究——以烟台市为例[J]. 林业调查规划,2021,46(4):7-10. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 002

QU Honghui, ZHANG Shujie, XU Xiaodan, et al. Quality Control Method of Annual Update of Forest Resources Management “One Map” in 2020——A Case Study of Yantai City[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):7-10. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 002

Quality Control Method of Annual Update of Forest Resources Management “One Map” in 2020

——A Case Study of Yantai City

QU Honghui[1], ZHANG Shujie[2], XU Xiaodan[2], SUN Zhongyuan[1], LIU Jinqiu[3]
(1. Yantai Service Center of Forest Resources Monitoring and Protection, Yantai, Shandong 264003, China;
2. Yantai Land Reserve Center, Yantai, Shandong 264003, China;
3. Shandong Center of Forestry Science and Technology Training, Jinan 250013, China)

Abstract: Quality is the core and life of the annual update of forest resources management “one map”, and the quality control is one of the key links to ensure the practicability of the “one map”. In the process of quality control, the quality control methods at the city and county levels are the most basic and important. According to the annual update of “one map” in Yantai in 2020, a set of quality control methods suitable for cities and counties were developed. This paper expounded the existing quality control methods, the formulation ideas and zoning inspection methods of quality control methods at city and county levels, and explained the specific steps of attribute inspection methods from 11 aspects.

收稿日期:2020-11-19.

第一作者:曲宏辉(1986-),男,山东烟台人,硕士,工程师. 主要从事森林资源监测方面的工作. Email: wquhonghui@ 163. com

Key words: quality control; "one map" of forest resources management; annual update; the third land survey; zoning inspection; attribute inspection

森林资源管理"一张图"(以下简称"一张图")是一个覆盖全境的森林资源监测矢量图,其为林地保护利用、林业规划编制、森林督查、森林资源监管及森林经营提供科学、详实、高效的数据支持与服务[1]。为保持"一张图"的现势性、准确性和时效性,国家林业和草原局每年组织开展"一张图"年度更新工作[2],每年度依据调查结果实时更新"一张图"数据库。因此,"一张图"年度更新成果的质量是该项工作的核心和生命[3],质量控制是确保"一张图"实用性的关键。

2020年1月,自然资源部明确了以第三次国土调查(以下简称"三调")工作为基础,集成现有森林资源、湿地资源、草原资源等数据成果,形成自然资源调查监测"一张底图"的工作要求。在新形势下,山东省自然资源厅要求2020年"一张图"年度更新工作要全面融合第三次国土调查工作成果,形成全新的森林资源"一张图"数据库,将森林资源调查监测数据逐步融入自然资源统一调查监测体系中。本文以烟台市2020年"一张图"年度更新工作为例,结合多年森林资源调查监测工作经验,在已有的质量控制方法基础上,综合利用ArcGIS软件和Excel表,研究制定了一套适用于市、县两级的质量检查方法,用于进一步提升2020年"一张图"年度更新工作质量,同时为全国下步"一张图"和"三调"的融合提供些许参考。

1 现有的质量管控方法

"一张图"年度更新工作的质量控制主要包括4个环节,分别是县级自查、市级检查、省级核查和国家级核查[4]。

1.1 县级自查和市级检查

县级自查和市级检查两者均是对辖区内的森林资源现状数据库、森林资源变化数据库进行全面自查。

1.2 省级检查和国家级检查

省级检查和国家级检查均采用抽查的方式,分为内业检查和外业检查两部分,其中内业检查是对县级调查单位上报的成果进行检查验收,重点检查森林资源变化图斑边界与影像的吻合程度,是否存在漏划、错划图斑,属性因子填写是否正确等;外业抽查比例视内业检查情况确定,一般抽取比例为地类变化图斑总数的2%~3%,重点检查遥感影像特征变化明显但未变更的图斑。

1.3 缺点与不足

现有的质量管控方法中省级和国家级检查有明确的方法,但仅为抽查的方式,难以全面检查,尤其是在属性检查环节中,省级和国家级检查虽有质量检查软件,但针对的是全省乃至全国的情况,对具体到市、县两级的特殊情况无法检查。市、县两级的检查虽为全面自查,但缺少具体可操作性的检查方法,在实际工作中主要依靠省级和国家级的质检软件。

2 市、县两级质量管控方法

2.1 检查方法制定思路

质量管控主要分为两部分,一是区划检查,二是属性检查。根据2020年"一张图"年度更新的工作要求,以"三调"时点更新地类图斑为工作底图,参考2019年"一张图"和最新遥感影像,重新区划森林资源,在区划过程中,对"三调"的图斑界线不修边、不合并、只分割。在区划检查过程中,重点查看是否修改了"三调"数据,以及参考2019年"一张图",重点查看公益林资源的区划情况。在属性检查过程中,重点检查地类、林种、起源、森林类别、事权等级、国家级公益林保护等级、林地保护等级、优势树种等重要因子之间的逻辑性,确保"一张图"数据的合理性。

2.2 区划检查方法

2.2.1 "三调"数据稳定性检查

2020年"一张图"工作,要求对"三调"数据不合并、不修边,只在"三调"图斑内分割区划森林资源。确保"三调"数据的稳定性的具体方法为:利用ArcCatalog进行拓扑检查,新建拓扑,导入本期"一张图"数据和"三调"数据两个要素类,拓扑规则为"必须被其他要素覆盖",查看是否修改"三调"边界。如有拓扑错误则证明修改了"三调"边界线,返回修改,直至无此拓扑错误。

2.2.2 公益林区划检查

此环节是重点查看2019年"一张图"上的公益林地在本期是否有遗漏,具体方法如下:

1)在ArcMap软件分别添加2019年"一张图"和本期"一张图"。首先通过属性选择,选中2019

年“一张图”中森林类别为重点公益林和一般公益林的所有图斑,并导出生成单独图层,命名为“前期公益林”。其次通过属性选择,选中本期“一张图”地类为林地的所有图斑,并导出单独图层,命名为“本期林地”。

2)在 ArcMap 中,打开 ArcGIS 分析工具中“擦除”工具,先添加“前期公益林”数据,后添加“本期林地”数据,运行“擦除”工具,导出单独图层,命名为“疑似遗漏公益林数据”。

3)重点检查“疑似遗漏公益林数据”的每个图斑,判断是否为遗漏的林地数据。

2.3 属性检查方法

属性检查是本文讨论的重点,属性逻辑关系不正确,直接影响后续森林资源的年度分析评价工作。本文结合烟台市森林资源的地域特点,充分利用 Excel 表的筛选功能,有重点地查看重要属性因子之间的逻辑关系。

2.3.1 导出 Excel 表

在山东省森林资源动态监测系统—县级版中导出本期森林资源现状标准库,打开 ArcMap,打开标准库中的本期小班图层,在“图层”栏里右击本期小班图层,选择“导出”,导出格式为“txt”,命名“本期属性表”,关闭 ArcMap 软件,将“本期属性表.txt”重新命名为“本期属性表.csv”,用 Excel 打开此文件。

2.3.2 检查地类和林种的关系

在属性表中筛选地类为国家特别规定灌木林地和地方灌木林地,查看其林种是否为其他经济林。

2.3.3 检查地类和起源的关系

在属性表中筛选地类为灌木林地和未成林地,查看其起源填写是否正确。一般而言,地类为一般灌木林地的起源为天然,但也可能是人工,具体要查看相应的优势树种,而国家特别规定灌木林地、地方灌木林地和未成林造林地的起源为人工。

2.3.4 检查地类和优势树种的关系

在属性表中筛选地类为国家特别规定灌木林地、地方灌木林地和竹林地,查看其优势树种是否正确,反之查看相应的优势树种是否归类到相应的地类中。国家特别规定灌木林地的树种包括茶、花椒、枸杞、蚕桑、蚕柞、蓝莓、紫穗槐、柳灌、杞柳和其他经济树种。地方灌木林地的树种包括油用牡丹、葡萄、金银花、猕猴桃、玫瑰、月季。

2.3.5 检查森林类别和林地保护等级的关系

在属性表中筛选森林类别为重点公益林,查看其林地保护等级是否填写为 4 级,填 4 级则为错误;在属性表中筛选森林类别为一般公益林,查看其林地保护等级,是否填写为 1、2、4 级,如填 1 和 2 级,请进一步确认,填 4 级则为错误;在属性表中筛选森林类别为重点商品林,查看其林地保护等级是否正确填写为 3 级;在属性表中筛选森林类别为一般商品林,查看其林地保护等级是否填为 4 级,如填写其他等级,对其进一步确认。

2.3.6 检查国家级公益林保护等级和林地保护等级的关系

在属性标准中分别筛选国家一级公益林和国家二级公益林,分别查看对应的林地保护等级填写是否正确,国家一级公益林的林地保护等级为 1 级,国家二级公益林的林地保护等级为 2 级。

2.3.7 检查森林类别和事权等级的对应关系

在属性表中筛选事权等级为国家级公益林和省级公益林,查看其森林类别是否正确填写为重点公益林;在属性表中筛选事权等级为市级公益林和县级公益林,查看其森林类别是否正确填写为一般公益林。

2.3.8 检查优势树种和林种的关系

在属性标准中筛选防护林和特用林,查看其对应的优势树种是否有明显错误,如存在苹果、梨等;在属性标准中筛选用材林,查看其对应的树种是否正确;在属性标准中筛选经济林,查看其对应的树种是否正确,是否出现黑松、赤松等。

2.3.9 查看优势树种和起源的关系

在属性表中筛选天然,查看其优势树种是否正确,一般酸枣、荆棘等一般灌木为天然起源,深山赤松为天然起源,勿出现苹果、梨等经济树种为天然起源。

2.3.10 图斑地类一致性

查看地类对应性,在属性表中筛选林地地类为乔木林,查看其国土地类是否也为乔木林和果园;在属性表中筛选林地地类为一般灌木林,查看其国土地类是否也为灌木林;在属性表中筛选林地地类为国家特别规定灌木林,查看其国土地类是否相对应,尤其是茶叶,三调是否为茶园;在属性表中筛选林地地类为地方灌木林,查看国土地类是否为其他园地。如上述一致,查看图斑一致性是否填为“一致”,如不一致,查看图斑一致性是否填为“不一致”。

2.3.11 检查“一张图”上的林地各地类在“三调”地类上分布的合理性

林业标准认定的林地和国土标准认定的林地二

者之间存在一定的差异性[5-6]。2020 年“一张图”要全面融合“三调”成果数据,本着求同存异的原则,在“三调”时点更新的地类图斑上重新区划森林资源。本次检查要排查林业标准的林地在“三调”不同地类上的不合理分布,主要包括:“一张图”的乔木林,分布在“三调”的耕地、茶园、竹林地、灌木林地、草地、裸土地、裸岩石砾地等地类上的现象;“一张图”的竹林地,分布在“三调”竹林地之外的其他地类的现象;“一张图”国家特别规定的灌木林地和地方灌木林地,分布在“三调”园地之外地类的现象;“一张图”的一般灌木林地,分布在“三调”灌木林地之外地类的现象;“一张图”的未成林造林地,分布在“三调”果园和其他林地之外地类上的现象。“一张图”的苗圃地,分布在“三调”除其他林地的地类上的现象。“一张图”图上的无立木林地和宜林地是否分布在“三调”上的其他林地中。

3 结论与讨论

在“一张图”年度更新各个环节中,县级是具体实施,市级是技术指导,工作所产生的数据对于指导市、县两级森林资源规划和管理工作发挥着基础性作用。因此,市、县两级的质量管控方法是极重要的工作手段,本文所研究制定的质量管控方法能快速排查出全县乃至全市“一张图”数据中不合理的部分。烟台市 2020 年“一张图”年度更新中,市、县两级利用此方法进行质量管控,省级验收时,烟台市“一张图”成果数据差错率在 2‰以下,顺利通过。本文所述的质量管控方法在全国范围内具有普适性,同时也有一定的差异性,如要引用此方法,可视当地的具体情况对方法中的差异性进行适当修改。

参考文献:

[1] 刘玉军. 森林资源管理“一张图”在桦甸市森林资源保护中作用探析[J]. 林业勘查设计,2019,48(4):7-9.

[2] 关梅,杨志军,刘政,等. 以第三次国土调查成果为森林资源“一张图”细化调查基础底图数据融合技术路线的探讨[J]. 山东国土资源,2020,36(8):68-71.

[3] 温晨晓. 浅谈县级林地年度变更调查数据质量控制[J]. 现代园艺,2016(9):155-156.

[4] 曲宏辉,王正茂,古力,等. ArcGIS 在林地变更工作质量管控上的应用[J]. 华东森林经理,2019,33(3):61-64.

[5] 申屠惠良,邱尧荣,陆亚刚. “多规合一”背景下林地与国土数据衔接情况分析及处理建议[J]. 华东森林经理,2019,33(2):34-37.

[6] 陶吉兴,徐达,戴韫卓,等. 基于林业与国土“一张图”的林地数据协同处理实证研究[J]. 林业资源管理,2017(1):37-42.

责任编辑:许易琦
校　　对:邓砚　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 003

广东星湖国家湿地公园生物多样性及保护对策

武 锋[1],王伟恒[1],甘建文[1],胡喻华[2],郭盛才[2], 刘新科[2]
(1.肇庆星湖国家湿地公园管理中心,广东 肇庆 526060;
2.广东省林业调查规划院,广东 广州 510520)

摘要:采取样方调查与样线调查相结合的方法,对广东星湖国家湿地公园生物多样性进行调查。结果发现,湿地公园现有植物 141 科 419 属 604 种,鸟类 15 目 54 科 151 种,鱼类 9 目 21 科 37 属 45 种,蛙类 5 科 12 种,爬行类 5 科 15 种。针对湿地公园面临的水生植物较少、候鸟栖息地亟待改造、生物多样性受到冲击、水体富营养化等威胁,提出大力开展湿地恢复,全面保育生物多样性,加强开展科研监测,掌握生物多样性动态变化,广泛开展宣传教育,提高公众生物多样性保护意识等生物多样性保护对策。

关键词:生物多样性;植被类型;候鸟栖息地;富营养化;广东星湖国家湿地公园

中图分类号:S759. 91;Q178. 5;Q16;S76　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0011-05

引文格式:武锋,王伟恒,甘建文,等. 广东星湖国家湿地公园生物多样性及保护对策[J]. 林业调查规划,2021,46(4):11-15. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 003

WU Feng,WANG Weiheng,GAN Jianwen,et al. Biodiversity and Protection Strategies of Xinghu National Wetland Park in Guangdong [J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):11-15. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 003

Biodiversity and Protection Strategies of Xinghu National Wetland Park in Guangdong

WU Feng[1], WANG Weiheng[1], GAN Jianwen[1], HU Yuhua[2], GUO Shengcai[2], LIU Xinke[2]
(1. Administration Center of Xinghu National Wetland Park, Zhaoqing, Guangdong 526060, China;
2. Guangdong Institute of Forest Inventory and Planning, Guangzhou 510520, China)

Abstract: The biodiversity of Xinghu National Wetland Park in Guangdong was investigated by the method of sample plot and sample line survey. The results showed that there were 604 species of plants belonging to 419 genera and 141 families, 151 species of birds belonging to 54 families and 15 orders, 45 species of fish belonging to 37 genera, 21 families and 9 orders, 12 species of frogs belonging to 5 families and 15 species of reptiles belonging to 5 families. In view of the threats faced by wetland parks, such as the lack of aquatic plants, the urgent need to transform the habitat of migratory birds, the impact of biodiversity, and the eutrophication of water, this paper proposed to vigorously carry out wetland restoration, comprehensively conserve biodiversity, strengthen scientific research and monitoring, master the dynamic

收稿日期:2020-10-12.
基金项目:广东省林业科技创新平台建设项目(2017CXPT004).
第一作者:武锋(1987-),男,陕西咸阳人,博士研究生. 主要研究方向为湿地保护与科普宣教. Email:wf26@ caf. ac. cn
责任作者:胡喻华(1977-),男,湖南双峰人,高级工程师. 主要从事湿地资源监测工作. Email:452690264@ qq. com

changes of biodiversity, and widely carry out publicity and education, and improve the public awareness of biodiversity conservation.

Key words: biodiversity; vegetation type; migratory bird habitat; eutrophication; Xinghu National Wetland Park in Guangdong

湿地、森林与海洋并称为全球三大生态系统,如同森林被称为“地球之肺”一样,湿地被称为“地球之肾”、鸟类的天堂、物种的基因库。湿地为人类生产、生活提供了直接经济价值,如水产养殖、种植水稻等提供的丰富动植物产品;间接经济价值,如调节局部小气候、降温增湿,通过调节洪水保护人民财产等。湿地生物服务功能基本都建立在生物多样性载体上,人与自然的和谐相处也依附于生物多样性[1]。

前人对湿地公园生物多样性的研究也非常丰富,如植物多样性调查[2-3]、鸟类调查[4-5]、科研监测规范[6]、生物多样性全面调查[7-11]等。在调查研究基础上,蒋秀丽[12]提出了湿地公园生物多样性评价体系,并估算了湖南东安紫水国家湿地公园的生物多样性价值。刘金亮等[13]调查和研究了漩门湾国家湿地公园的草本植物、鸟类和底栖动物群落的物种组成和物种多样性(α 多样性和 β 多样性)与环境因子的关系。有关湿地公园生物多样性的研究正在不断深入。为摸清广东星湖国家湿地公园生物资源现状,更好地保护和利用湿地资源,本文对星湖国家湿地公园生物多样性开展调查研究,以期为湿地生物多样性的保护和利用提供科学依据。

1 研究区概况

广东星湖国家湿地公园位于广东省肇庆市端州区,地理坐标为东经 112°26′36″~112°30′11″,北纬 23°03′26″~23°05′19″。公园总面积约 826 hm^2,其中湖泊湿地面积达 677 hm^2,包括互为流通的仙女湖、青莲湖、中心湖、波海湖、里湖(红莲湖)5 个湖泊及七星岩(阆风、玉屏、石室、天柱、蟾蜍、仙掌、阿坡等 7 座石灰岩峰)等。

湿地公园位于亚热带季风气候区,冬季盛行东北季风,天气较为干冷;夏季盛行西南和东南季风,高温多雨。湿地公园年均温 22.2℃,年均相对湿度 80%,年降雨量 1 649 mm,年日照时数 1 748 h。湿地公园内的石山大多岩石裸露,只在石缝隙和缓坡地段有浅薄的土层,pH 值 6.5,富含腐殖质,棕黑色。

2 研究方法

2.1 植物调查

采用样线和样方相结合的调查方法。样线法主要沿游览线路两侧进行调查。同时对景区内几种生态系统类型(包括湖泊湿地、池塘湿地、森林沼泽、草地沼泽等湿地生态系统,以及亚热带半常绿阔叶林、亚热带石灰岩灌丛、亚热带石灰岩草坡等陆地生态系统)的典型植物群落采取样方调查。在林下设置 20×20 m^2 的样方开展植物群落调查,包括建群种、群落类型、群落结构等,调查记录样方内所有植物种类、数量、高度、盖度、密度等特征;同时关注植物的健康状况,共设置 291 个有效样本,从树干病虫害、枝活率(枯枝率)、完整度、病叶比等 4 个方面进行调查分析。根据 Cronquist 分类系统进行植物分类统计。

2.2 动物调查

鸟类调查主要采用样线法。把湿地公园内鸟类主要生境类型分为水域、沿岸陆地和林内,采用分层取样法在山坡、道路两侧、湖岸线等各类生境设置样线。记录样线两侧的鸟类实体,结合听到的鸟叫声进行调查。

两栖类、爬行类调查主要采取样线法进行。在山坡、道路两侧、湖岸线、游览步道等各类生境设置样线,调查记录两栖类和爬行动物。

鱼类的调查采用定置渔具、抄网等采集方式不定期对各个湖泊进行鱼类的采集,采集后记录种类、数量。

3 结果与分析

3.1 植物物种多样性

3.1.1 植物种类分布

湿地公园内植物成分为以热带常绿树种为主的热带-亚热带分布型,共有植物 141 科 419 属 604 种,多样性较高。其中前 10 科为大戟科(Euphorbiaceae)、菊科(Compositae)、马鞭草科(Verbenaceae)、禾本科(Graminae)、棕榈科(Palmae)、天南星科(Araceae)、蝶形花科(Papilionaceae)、茜草科(Rubiaceae)、夹竹桃科(Apocynaceae)、苏木科

(Caesalpiniaceae)。

大戟科植物包含的属最多,物种最丰富,是构成灌木层的重要科,如红背桂(*Excoecaria cochinchinensis*)、琴叶珊瑚(*Jatropha integerrima*)、变叶木(*Codiaeum variegatum*)等常见的灌木层植物。菊科植物次之,是地被层的主要组成部分,同时也是入侵植物物种较多的一个科,包括白花鬼针草(*Bidens alba*)、假臭草(*Praxelis clematidea*)、南美蟛蜞菊(*Sphagneticola trilobata*)、翼茎阔苞菊(*Pluchea sagittalis*)和钻叶紫菀(*Aster subulatus*)等多种入侵植物。桑科植物包含的属虽少,仅有波罗蜜属(*Artocarpus*)、榕属(*Ficus*)和构属(*Broussonetia*)3 属,但榕属包括的种类很多,种数仅次于大戟科,包括榕(*Ficus microcarpa*)、高山榕(*Ficus altissima*)、黄葛榕(*Ficus virens*)等,是构成上层乔木层的主要树种。

湿地公园水生植物种类一般,常见的有落羽杉(*Taxodium distichum*)、莲(*Nelumbo nucifera*)、密刺苦草(*Vallisneria denseserrulata*)、水龙(*Jussiaea repens*)、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、水生黍(*Panicum paludosum*)、李氏禾(*Leersia hexandra*)等,珍稀水生植物有水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)、细果野菱(*Trapa maximowiczii*)、金银莲花(*Nymphoides indica*)。

3.1.2 植物健康状况

各科属植物及总体生态健康情况如图 1 所示。

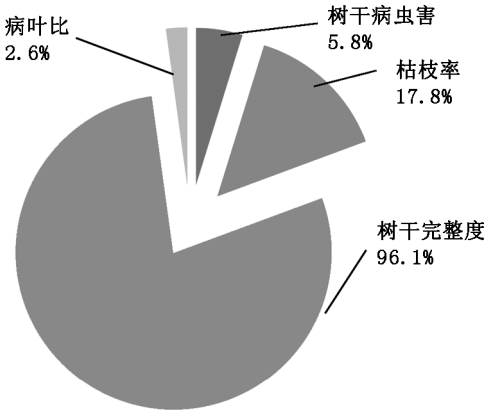


图 1　星湖国家湿地公园植物健康情况统计

Fig. 1　Statistics of plant health in Xinghu National Wetland Park

由图 1 数据可以看出,湿地公园的植物整体生长状况良好,完整度高达 96.1%,总体病叶比仅占 2.6%,虫害仅占 5.8%,枯枝率仅有 17.8%。其中女贞属和相思子属的树叶病虫害较为严重;而紫薇属(*Lagerstroemia*)、刺桐属(*Erythrina*)、樟属(*Cinnamomum*)、羊蹄甲属(*Bauhina*)等少数几个属的植物枯枝较多;有病叶的状况仅仅发生在翅子树属和醉鱼草属的少数植株上。其余超过 80%的其他属植物几乎没有枯枝、病叶和病虫害,生长健康状况良好。

3.2 植被类型多样性

湿地公园内七星岩的植被属人工植被和自然植被兼有的混合型。石山上的树木最早为人工栽培,由于保护较好,加上有野生树种混交,古树经数百年自然繁衍更新,所以林型呈半野生状态的峭壁森林。现存古树有龙眼(*Dimocarpus longan*)、鸡蛋花(*Plumeria rubra*)、榕等,在其周围种有假苹婆(*Sterculia lanceolata*)、山乌桕(*Sapium discolor*)、黄槐(*Cassia surattensis*)、朴树(*Celtis sinensis*)。灌木有干花豆(*Fordia cauliflora*)、马缨丹(*Lantana camara*)、黄荆(*Vitex negundo*)等。攀缘植物或附生植物有量天尺(*Hylocereus undatus*)、麒麟尾(*Epipremnum pinnatum*)、球兰(*Hoya carnosa*)等。公园内常见植物中岩山适生植被形成独特的峭壁森林,古榕盘根附石,有温润之气,苍翠欲滴。土岗山地则以人工风景林为主,另有部分果林,主要植物有凤凰木(*Delonix regia*)、台湾相思(*Acacia confusa*)、鸡蛋花、榕、黄葛榕、海红豆(*Adenanthera pavonina*)、银合欢(*Leucaena leucocephala*)、龙眼、枇杷(*Eriobotrya japonica*)和霸王花(*Hylocereus undatus*)等。

另外,星湖现存大部分植被为次生植被类型,按其生态外貌和结构组成划分为亚热带半常绿阔叶林、亚热带石灰岩灌丛、亚热带石灰岩草坡,具有明显的南亚热带南缘植物区系特征。湿地公园主要植被类型及其代表植物群系见表 1。

3.3 动物物种多样性

3.3.1 鸟类

星湖国家湿地公园区域自然条件维持较好,适合鸟类停留栖息,共有鸟类 15 目 54 科 151 种。其中国家一级保护鸟类有引进的丹顶鹤(*Grus japonensis*),国家三有保护鸟类有苍鹭(*Ardea cinerea*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、小白鹭(*Egretta garzetta garzetta*)、大白鹭(*Egretta alba*)、牛背鹭(*Bubulcus ibis*)、鸬鹚(*Phalacrocorax carbo*)等 23 种。

3.3.2 两栖类和爬行类

蛙类有泽陆蛙(*Fejervarya multisriata*)、虎纹蛙

表 1　星湖国家湿地公园主要植被类型及其代表植物群系

Tab. 1　Main vegetation types and representative flora in Xinghu National Wetland Park

植被类型	植物群系
石灰岩半常绿阔叶林	黄葛树+榕树群系
	小栾树+圆叶乌桕群系
	潺槁树+八角枫群系
	海红豆+圆果化香树群系
	潺槁树+铁榄群系
	银合欢群系
	鸡蛋花+黄荆群系
石灰岩灌丛	黄荆+马缨丹+野菊群系
	马缨丹+红背山麻杆+雀梅藤群系
	量天尺群系
石灰岩草坡	水蔗草+臭根子草群系
森林沼泽植物	落羽杉群系
湖泊水生植物	莲+密刺苦草+金鱼藻群系

(*Hoplobatrachus rugulosa*)、福建大头蛙(*Limnonectes fujianensis*)、黑眶蟾蜍(*Bufo melanostictus*)、花狭口蛙(*Kaloula pulchura*)、花姬蛙(*Microhyla pulchra*)、饰纹姬蛙(*Microhyla ornata*)、小弧斑姬蛙(*Microhyla heymonsi*)、沼水蛙(*Hylarana guentheri*)、大绿臭蛙(*Odorrana graminea*)、斑腿泛树蛙(*Polypedates megacephalus*)、锯腿小树蛙(*Philautus odontotarsus*)等 5 科 12 种,其中虎纹蛙为《中国国家重点保护野生动物名录》中的二级保护两栖类动物。

爬行类有蛇 3 科 12 种,分别为棕脊蛇、三索锦蛇(*Elaphe radiate*)、黑眉锦蛇(*Elaphe taeniura*)、中国水蛇(*Enhydris chinensis*)、铅色水蛇(*Enhydris plumbea*)、紫沙蛇(*Psammodynastes pulverulentus*)、滑鼠蛇(*Ptyas mucosus*)、红脖颈槽蛇(*Rhabdophis subminiatus*)、金环蛇(*Bungarus fasciatus*)、银环蛇(*Bungarus multicinctus*)、眼镜蛇(*Naja naja*)等;还有鬣蜥科的变色树蜥(*Calotes versicolor*),石龙子科的四线石龙子(*Eumeces quadrilineatus*)和蓝尾石龙子(*Eumeces elegans*)等。

3.3.3 鱼类

鱼类有 45 种,隶属于 9 目 21 科 37 属,其中鲤形目(Cypriniformes)种类最多,有 2 科 8 亚科 18 属 19 种,占星湖鱼种类的 42%;其次是鲈形目(Perciformes),有 7 科 7 属 11 种,占 24%;鲇形目(Siluriformes)7 种,占 16%;其余 6 个目的鱼类较少,分别为 1~2 种。

从鱼类食性上分析,杂食性鱼类有 25 种,占鱼类总数的 55%,种类和数量均占绝对优势;其次是肉食性鱼类 17 种,占 38%;草食性鱼类 3 种,占 7%。

4 生物多样性面临的威胁

4.1 水生植物较少

除湿生植物外,星湖挺水植物、浮叶植物、漂浮植物、沉水植物种类较少。湿地公园湖泊水深大多超过 1.5 m,光照条件欠佳。中心湖水深 2.5~3.5 m,仙女湖水深 2~3.0 m,波海湖水深 1.5~3.5 m,青莲湖水深 1.8~3.0 m,里湖水深 1~1.5 m。水生植物基本在水深 0.1~1.0 m 之间,一般水深超过 1.5m 难以生长。大部分驳岸较陡,植物生长条件不足。

4.2 候鸟栖息地亟待改造

由于风浪冲刷,鸟岛陆域面积在不断减小。虽然岛屿众多,但适宜候鸟捕食、栖息的湿地生境较少。鸟岛周边缺乏适合候鸟捕食、筑巢的生境,如沼泽、滩涂。鸟岛本身面积小,如果没有了栖息地,候鸟的生存会受到影响。

4.3 生物多样性受到冲击

湿地公园外来物种入侵的种类中,植物以南美蟛蜞菊、五爪金龙(*Ipomoea cairica*)、白花鬼针草为典型。动物以市民放生的巴西龟(*Trachemys scripta elegans*)、锦鲤以及外来的罗非鱼(*Oreochromis* ssp)、清道夫(下口鲇,*Hypostomus punctatus*)、金鱼和福寿螺(*Pomacea canaliculata*)为主,对星湖的鱼类造成严重影响。生境片段化,适宜野生动植物生长的生境受到干扰。星湖是城中湖,湖中山和湖中岛是典型的生境片段化、破碎化,破碎化的生境在中岛和小岛上影响最大。岛屿面积越小,生物多样性指数越低。

4.4 水体污染负荷增加,水体富营养化

内外污染源的增加导致仙女湖水体透明度和水生植被生物量下降。湖泊水体富营养化会导致藻类大量繁殖,透明度降低,水下光照不足是沉水植物生长受限甚至死亡的主要原因。星湖水体富营养化特征明显。

4.5 渔业生产与放生影响鱼类种群数量

星湖鱼类种群结构很大程度上受制于人类活动。据星湖渔业生产记录,近 50 年来主要放养的经济鱼类有鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、鲮(*Cirrhina molitorella*)、草鱼

(*Ctenopharyngodon idellus*)、奥利亚非鲫(*Oreochromis aureus*)、尼罗非鲫(*Oreochromis nilotica*)、鲤(*Cyprinus carpio*)、露斯塔野鲮(*Labeo rohita*)、革胡子鲇(*Clarias garieptinus*)和大口黑鲈(*Micropterus salmoides*)等,奥利亚非鲫、尼罗非鲫在星湖大量繁殖,迅速发展为绝对优势种群。鱼类放养种类、数量主要受市场影响,如近 10 年罗非鱼市场需求增加,便加大了罗非鱼放养量。此外,星湖周边渔业开发也直接或间接影响着星湖鱼类群落结构,在星湖周边建有许多鱼塘,洪水季节常出现池塘漫顶,鱼类逃逸随洪水进入星湖,麦瑞加拉鲮鱼(*Cirrhina mrigala*)、斑点叉尾鮰(*Ictalurus punetaus*)、短盖巨脂鲤(*Colossoma brachypomum*)、云斑尖塘鳢(*Oxyeleotris marmorata*)等鱼类主要来自星湖周边鱼塘;清道夫等少数鱼类则来自肇庆城市居民的放生习俗。

星湖近年渔业产量增加与水生植被减少几乎同步,鱼类结构发生了较大变化,除了草鱼因水草资源枯竭减产外,鲢、鳙、罗非鱼产量增幅较大,其中罗非鱼在仙女湖大量繁殖已成为优势种群,其对水生植被的破坏作用不可低估。罗非鱼可直接摄食苦草等沉水植物,其寻觅水草根茎和繁殖筑巢挖掘行为可导致沉水植物漂浮和底泥营养盐的释放,加快水体营养化进程,直接胁迫仙女湖沉水植被生存与恢复。

5 生物多样性保护对策

5.1 大力开展湿地恢复,全面保育生物多样性

铺设截污管道,生活污水可通过净化池就近接入市政排污管道。加快星湖水质整治工程进度,分片区干湖清淤,开展水体富营养化治理以及湿地生态修复工程。改善鹭鸟栖息地,提供良好的生境。重点做好栖息地保护,防止其被直接冲刷。在植被恢复方面,选用植物时以乡土植物为主,兼顾其他植物,提高湿地植物多样性。

5.2 加强开展科研监测,掌握生物多样性动态变化

在全面调查的基础上,开展湿地生态系统功能和生物多样性及濒危珍稀物种保护的研究,包括物种的分布、数量、濒危趋势及其威胁因素等。重点监测入侵动植物的扩散、种群变化等动态信息。

5.3 广泛开展宣传教育,提高生物多样性保护意识

通过每年的生物多样性日、世界湿地日、广东省野生动物保护日等重点节日开展一系列专题的普及型宣传,深入社区、学校、机关事业单位举办各种培训活动等,增强全社会的湿地保护意识,提高公众参与湿地保护的积极性,严厉打击排污、非法捕捞、捕鸟、掏鸟蛋等行为,引导公众爱护动植物,正确处理开发与保护、长远利益和当前利益、整体利益和局部利益的关系,促进形成人与生物和谐共生的良好氛围。

参考文献:

[1] 马春艳,张守富,安静,等. 日照地区湿地生物多样性及保护利用研究[J]. 山东林业科技,2019,49(3):41-44.

[2] 廖雯,向红,王绪英,等. 明湖国家湿地公园蕨类植物资源调查研究[J]. 六盘水师范学院学报,2018,30(3):47-51.

[3] 刘亚恒,曾亚鹏,赵洪波. 白莲河国家湿地公园植物多样性及群落特征研究[J]. 绿色科技,2019(8):19-20.

[4] 刘钊,谢宗平,孔东升,等. 甘肃省金塔北海子国家湿地公园水鸟多样性调查初报[J]. 甘肃林业科技,2018,43(3):17-22.

[5] 唐桂财,李佳,庄贤良,等. 长白泥粒河国家湿地公园鸟类资源调查[J]. 吉林林业科技,2019,48(1):41-43.

[6] 周记超,张开峰,马波涛,等. 书院洲国家湿地公园湿地科研监测技术研究[J]. 绿色科技,2019(8):35-38.

[7] 桂良英,王倩,莫苑敏,等. 基于生物多样性保护的会仙湿地生态旅游开发探究[J]. 安徽农业科学,2019,47(10):112-115.

[8] 田应佳,何龙. 贵州石阡鸳鸯湖国家湿地公园生物多样性及保护对策[J]. 四川林勘设计,2018(4):46-51.

[9] 孔东升. 青海省布哈河湿地公园生物多样性及生态现状[J]. 福建林业科技,2018,45(3):112-115.

[10] 薛爱爱. 山西古城国家湿地公园生物多样性及保护研究[J]. 山西农业科学,2018,46(6):998-1000.

[11] 孙浩冉. 郑州黄河湿地公园生物多样性保护研究[J]. 山东化工,2017,46(20):158-159.

[12] 蒋秀丽. 湖南东安紫水国家湿地公园生物多样性评价[D]. 长沙:中南林业科技大学,2016.

[13] 刘金亮,赵洪,方平福,等. 漩门湾国家湿地公园动植物群落物种多样性[J]. 湿地科学,2014,12(2):204-213.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 004

供水工程建设对生物多样性影响评价

——以临沧澜沧江省级自然保护区为例

郑天水[1],郑静楠[1],宋 波[2],王 勇[1],郑进烜[1]
(1. 云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051; 2. 中国科学院昆明植物研究所,云南 昆明 650201)

摘要:以临沧澜沧江省级自然保护区供水工程建设为例,系统调查分析评价供水工程建设对保护区评价区域生物多样性造成的影响程度。具体从供水工程建设对景观/生态系统、生物群落、物种/种群、主要保护对象、生物安全、社会因素 6 个方面产生的影响进行评价。评价结果表明,因工程建设涉及的区域小,不会对影响评价区的景观美学价值造成影响,不会造成天然生物群落的分割和破碎化,不会造成特有野生动植物物种的灭失或大量减少,对其栖息地环境的影响不显著,不会造成保护区生态环境的大面积破坏,造成其他外来物种及有害生物入侵的可能性较小,在施工期会对当地从事旅游业的社区群众产生一定影响。因此,拟建供水工程项目对评价区域生物多样性的影响程度为“较小影响”。提出在工程建设完成后建立澜沧江流域储水量变化监测站点等建议。

关键词:供水工程;生物多样性;影响评价;临沧澜沧江省级自然保护区

中图分类号:S718;TU731. 5 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0016-06

引文格式:郑天水,郑静楠,宋波,等. 供水工程建设对生物多样性影响评价——以临沧澜沧江省级自然保护区为例[J]. 林业调查规划,2021,46(4)16-21. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 004

ZHENG Tianshui, ZHENG Jingnan, SONG Bo, et al. Impact Evaluation of Water Supply Project Construction on Biodiversity——A Case Study of Lancangjiang Provincial Nature Reserve in Lincang[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(4):16-21. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 004

Impact Evaluation of Water Supply Project Construction on Biodiversity

——A Case Study of Lancangjiang Provincial Nature Reserve in Lincang

ZHENG Tianshui[1], ZHENG Jingnan[1], SONG Bo[2], WANG Yong[1], ZHENG Jinxuan[1]
(1. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China;
2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China)

Abstract: This paper systematically investigated and evaluated the impact of water supply project constructionof Lancangjiang Provincial Nature Reserve in Lincang on biodiversity in the evaluation area of the reserve from six aspects of landscape/ecosystem, biological community, species/population, main protected objects, bio-safety and social factors. The evaluation results showed that the small area involved in the project construction would not affect the landscape aesthetic value of the evaluation area, not cause the division and fragmentation of natural biological communities or the loss and reduction of unique wild

收稿日期:2021-02-01.
第一作者:郑天水(1970-),男,云南昆明人,高级工程师. 从事林业调查规划和自然保护地调查规划工作. Email: ghydsyszts@ 126. com
责任作者:郑进烜(1981-),男,福建大田人,硕士,高级工程师. 从事林业调查规划、生物多样性保护与自然保护地研究工作. Email: zjx3410@ 163. com

animal and plant species, which had no significant impact on the habitat environment, and would not cause the large-scale damage to the ecological environment or the invasion of other alien species and pests, while the construction periodhad a certain impact on the local people engaged in tourism . The impact of the proposed water supply project on the regional biodiversity was "minor impact". Therefore this paper proposed to establish a monitoring station for water storage change in Lancang River basin after the completion of project construction.

Key words: water supply project; biodiversity; impact evaluation; Lancangjiang Provincial Nature Reserve in Lincang

近年来,国家、云南省及临沧市等各级政府积极推动区域基础设施建设,切实加快解决重大民生问题。临沧市临翔区平村乡的饮用水均采用就近的山泉、河流、水库取水,水源点较为分散,且受季节性影响较大,旱季时常断流,供水量也不稳定,无法保证常年供水的需求,供水严重不足。由于近年来平村乡的经济社会发展较快,集镇规模的不断扩大和生产用水量增长较快,供需矛盾日益凸显,严重影响了当地居民的生产生活用水,在一定程度上制约了区域经济发展和脱贫致富步伐。为此,以澜沧江水电站水资源综合利用项目为基础,在临翔区平村乡建设供水工程具有现实必要性,是作为一项兴边富民的民生工程,是推进群众脱贫致富及民族团结的重大基础设施。为加强生物多样性保护工作和澜沧江流域生态安全,妥善处理生物多样性保护与当地社会经济发展和基础设施建设的关系[1-2],对临沧澜沧江省级自然保护区的供水工程建设评价区域生物多样性现状进行调查,进行科学定量定性分析,为在以内陆湿地和水域生态系统类型自然保护区内的供水工程等基础设施建设提供科学指导依据。

1 评价区与供水工程占地概况

临沧澜沧江省级自然保护区(以下简称"保护区")位于云南省西南部,东部及东南部与普洱市相邻,北部与大理白族自治州接壤,西北部靠保山市,南部与缅甸相望。地理坐标为东经 99°40′34″~100°22′01″,北纬 23°17′52″~24°57′28″[3-4]。保护区范围涉及临沧市的临翔区、云县、凤庆县、双江县、耿马县共 5 个县(区),总面积 89 504 hm^2。

供水工程建设项目在澜沧江省级自然保护区临翔马台-平村片区的实验区的澜沧江边建设提水泵站和提水管道,二级提水泵站和输水管线在保护区外,根据《自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范》中建设项目影响评价区的范围规定,影响评价为拟建供水工程的一级泵站和在保护区内提水管道工程周边直线距离 1 000 m 范围。根据《澜沧江水电站水资源综合利用临翔区平村乡供水工程可行性研究报告》(云南省水利水电勘测设计研究院,2020 年 9 月),运用 ArcGIS 软件进行求算,供水工程建设项目评价区总面积 159.124 9 hm^2,占整个保护区面积的 0.18%,影响评价区处于保护区东南部,总体为椭圆形的块状,整个地势呈现东高西低态势;供水工程建设直接占用保护区实验区面积 0.206 0 hm^2,其中江边路占用 0.117 0 hm^2,一级泵站占用 0.074 3 hm^2,一级泵站提水管占用 0.147 hm^2。

2 评价方法与内容

以科学、客观、实事求是的态度,收集保护区的各类调查成果(总体规划、综合科学考察报告)、临翔区森林资源规划设计调查资料及图件、评价区涉及的平村乡和马台乡两个乡的基础地理信息数据等相关资料,开展对评价范围内的生物多样性现状实地调查。根据相关规范要求,确定建设工程对景观/生态系统、生物群落(栖息地)、物种/种群、主要保护对象、生物安全、社会因素的影响 6 个层次作为评价内容[1,4]。

3 评价结果与分析

3.1 对景观/生态系统的影响

3.1.1 对影响评价区内景观/生态系统类型面积的影响

拟建供水工程开挖占地直接影响的景观类型为具有明显次生性的思茅松林景观和河流景观,并非保护区的主要保护对象和特有的景观类型(表 1)。

由表 1 可以看出,影响评价区因工程建设评价区的景观主类、亚类和景观基本型均未增加,仅在基本型的面积上发生变化。面积变幅相对较大的是建

表 1　影响评价区内现有景观类型开发前后面积对比

Tab. 1　Area comparison of existing landscape types before and after construction in evaluation area　hm^2

景观类型	开发前	开发后	变化	变幅/%	备注
河流	86.9432	86.7515	-0.1917	0.22	减少
阔叶林景观	12.1803	12.1803			
针叶林景观	31.3023	31.2997	-0.0026	0.01	减少
竹林景观	5.5403	5.5403			
人工乔木景观	12.3863	12.3863			
人工灌木景观	3.3107	3.3107			
农田地景观	6.0804	6.0804			
建设工程与生产地	0.0700	0.1590	0.0890	127.14	增加
码头	0.5638	0.5638			
村庄与民居	0.0447	0.0447			
道路景观	0.7029	0.8082	0.1053	14.98	增加
合计	159.1249	159.1249			

设工程与生产地景观,减幅达 127.14%。项目建设充分考虑到澜沧江沿岸原始的景观风貌,建设与当地旅游景区相适应的水泵外观;但项目建设将使占主体地位的河流景观面积减少 0.191 7 hm^2,思茅松林景观面积各减少 0.002 6 hm^2。可以看出,两种景观类型的影响面积极小。

3.1.2 对影响评价区各景观类型斑块数量的影响

项目建设对影响评价区各景观类型斑块数量的影响情况见表 2。

表 2　对影响评价区景观类型斑块数量的影响

Tab. 2　Impact on patch quantity of landscape types in evaluation area

景观类型	开发前斑块数	开发后斑块数	变化	变幅/%
河流	1	2	1	100
阔叶林景观	8	8		
针叶林景观	5	6	1	20
竹林景观	6	6		
人工乔木景观	9	9		
人工灌木景观	4	4		
农田地景观	9	9		
建设工程与生产地	1	2	1	100
码头	2	2		
村庄与民居	1	1		
道路景观	5	8	3	60
合计	51	57		

由表 2 可以看出,供水工程项目建设将增加 3 个道路景观斑块,增幅为 60%;增加 1 个河流景观斑块,增幅为 100%;增加 1 个针叶林景观斑块,增幅为 20%;增加 1 个建设工程与生产地斑块,增幅为 100%。在一定程度上影响到评价区景观的破碎化,但增幅单一且数量小。

3.1.3 项目建设对原有景观美学价值的影响

供水工程建设期间将产生粉尘污染,植被的剥离将使表土和岩石裸露,会造成澜沧江流域景区的视觉污染,影响景区的景观美学价值。项目建设主要增加道路景观和水工建筑景观,不会造成影响评价区内具有较好美学观赏价值的河流景观和思茅松林景观的局部分割。后期植被恢复会使原被剥离破坏的景观得到改善,因此,工程建设对原有景观的美学价值只产生中低度影响。

3.1.4 项目导致影响评价区土壤侵蚀的程度及发生地质灾害的可能性

供水工程建设区段构造位置地处澜沧江深大断裂带内,澜沧江深断裂大致沿南北方向延伸,断裂沿线构造岩非常发育,次级小断裂、节理、裂隙较为发育。各类结构面均以陡倾为主,多表现为张扭性。全强风化岩体节理裂隙面闭合性差,呈网纹状分布,相互交错发育,岩体完整性差;弱风化岩体中的节理裂隙闭合性好,岩体较为完整[3]。拟建的 1 个一级泵站提水管道工程地块位于澜沧江东岸,为全风化—强风化千枚岩,不存在地质灾害点。拟建项目施工期间工程的开挖会产生少量弃土、弃石等,由此造成临时的地表裸露,但项目开挖面积比例较小,施工区域原本为裸露地且相对平缓,只须在施工和营运期间加强监测和防护,不会由此导致滑坡、泥石流、溃坝等地质灾害的发生。

3.1.5 影响评价区内自然植被覆盖率减少程度

拟建项目将使 0.002 6 hm^2 的思茅松林变成建设工程与生产地景观及道路景观,将造成影响评价区自然植被覆盖率减少 0.02%,但降幅很小,属中低度影响。

3.2 对生物群落的影响

3.2.1 受影响生物群落类型的特有性

影响评价区的植被类型主要是思茅松林(Form. *Pinus kesiya*)、云南紫薇林(Form. *Lagerstroemia intermedia*)、毛枝青冈林(Form. *Cyclobalanopsis helferiana*)、红皮水锦树林(Form. *Wendlandia tinctoria* subsp. *intermedia*)、巨桉林(Form. *Eucalyptus gran-*

dis)、牡竹林(Form. *Dendrocalamus strictus*)、白背枫-虾子花灌草丛(*Buddleja asiatica Woodfordia fruticosa*)、橡胶林(Form. *Hevea brasiliensis*)、勃氏甜龙竹林(Form. *Dendrocalamus brandisii*)。影响评价区会受到拟建供水工程建设影响的植被类型为云南紫薇林和牡竹林,非该区域特有类型,也非云南特有类型和中国特有类型。

3.2.2 对生物群落面积的影响

供水工程建设用地将占用保护区生物群落面积 0.048 3 hm^2,其中:云南紫薇林面积 0.017 6 hm^2,牡竹林面积 0.008 8 hm^2,果园面积 0.021 9 hm^2,占有的生物群落只有云南紫薇林为天然植被群落,工程占用面积占影响评价区该类型总面积的 0.01%,若拓展到整个保护区,则占用的比例更小。

3.2.3 对栖息地连通性的影响

维持森林植被的连通性有利于野生动植物种群之间的遗传交换,以及帮助物种扩展到新的栖息地。当生物群落连接度较大时,生物群落在其栖息地中交换、繁殖和生存较容易,受到阻力较小;相反则运动阻力大,生存困难。影响评价区不属于保护区重要物种的主要栖息地,供水工程建设占用云南紫薇林和牡竹林的天然植被面积较小,不会对影响评价区内的天然植被群落/栖息地造成局部分割,因此不会影响其连通性。

3.2.4 对生物群落关键种类和生物群落结构的影响

影响评价区群落建群种包括思茅松等,这些物种在保护区及滇南地区分布极广,均为常见物种,而受该工程建设影响的植被类型主要为云南紫薇林和牡竹林,但因面积较小,工程建设对其影响不大,工程建设不会造成某种天然植物群落组成种类的变动或群落结构的改变。

3.3 对物种/种群的影响

3.3.1 特有物种

保护区分布有云南特有植物 4 种,中国特有植物 22 种。但在影响评价区内未发现有保护区特有种分布,由于拟建供水工程项目在影响评价区内主要分布的物种为思茅松林、云南紫薇林、毛枝青冈、红皮水锦树林、巨桉林和牡竹林,工程建设对其影响极小。拟建一级泵站输水管道紧靠澜沧江边,建设不会导致特有植物出现个体数量减少情况,且中国特有植物、云南特有植物在保护区内分布较广,数量相对较多,保护区外也有大量分布,因此,工程建设不会导致某个特有物种因项目建设而在保护区内消失或减少,只要严格控制乱砍滥伐、私挖乱采等违法行为,工程建设对特有种的影响不大。

影响评价区内记录有中国特有动物种 4 种,保护区特有种 3 种。7 种特有种分别为:滇绒鼠(*Eothenomys eleusis*)、西南兔(*Lepus comus*)、大头蛙(*Rana kuhlii*)、绿点湍蛙(*Amolops viridimaculatus*)、奇额墨头鱼(*Garra mirofronits*)、黑线安巴沙鳅(*Ambastaia nigrolineata*)和宽额鳢(*Channa gachua*)。兽类具有迁徙能力强等特征,工程建设不会导致特有动物物种种群数量减少;两栖爬行类分布在箐沟,不在项目建设范围内,不会对特有两栖爬行类物种造成直接的影响;特有鱼类主要分布于浅水湾区,供水一级水泵是建在澜沧江边水流较急区域,且占地极小,故不会对特有鱼类造成直接影响。

3.3.2 保护物种

影响评价区分布有国家Ⅱ级重点保护植物千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、大叶木兰(*Lirianthe henryi*)、红椿(*Toona ciliata*)和合果木(*Michelia baillonii*)等 4 种;分布有 CITES 公约保护植物和 IUCN 保护植物野柿(*Diospyros kaki* var. *sylvestris*)、飞扬草(*Euphorbia hirta*)、钝叶黄檀(*Dalbergia obtusifolia*)、多裂黄檀(*Dalbergia rimosa*)、禾叶贝母兰(*Coelogyne viscosa*)、显脉鸢尾兰(*Oberonia acaulis*)、白点兰(*Thrixspermum centipeda*)、白柱万代兰(*Vanda brunnea*)、土瓜狼毒(*Euphorbia prolifera*)、大叶木兰和长果砂仁(*Amomum dealbatum*)等 11 种。这些保护植物及 GITES 公约保护植物和 IUCN 保护植物均未分布在拟建工程占地区域内。

影响评价区内分布有国家Ⅰ级重点保护动物圆鼻巨蜥(*Varanus salvator*)1 种;国家Ⅱ级重点保护动物 11 种,分别为:猕猴(*Macaca mulatta*)、巨松鼠(*Ratufa bicolor*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、松雀鹰(*Accipiter virgatus*)、普通鵟(*Buteo buteo*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、白鹇(*Lophura nycthemera*)、原鸡(*Gallus gallus*)、楔尾绿鸠(*Treron sphenura*)、斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*)、长尾阔嘴鸟(*Psarisomus dalhousiae*)。供水工程建设对当地野生动物的影响主要是施工期的施工爆破和大型机械作业产生的噪声,由于这些动物具有趋避性,会就近寻找栖息场所或到远离施工区域的相同生境生存,因此受到的影响较小。

3.3.3 重要物种食物网/链结构

在影响评价区分布的哺乳动物中,中国特有物

种安氏白腹鼠(*Niviventer andersoni*)、西南绒鼠(*Eothenomys custos*)、西南兔均为小型植食性哺乳动物;豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、青鼬(*Martes flavigula*)为肉食性动物,主要以鼠类、松鼠、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食,猕猴为杂食性动物。施工期,工程占用一定数量的土地,包含森林、果园等,将使重要哺乳动物食物分布面积有所减小。运营期间,随着部分临时工程占地的生态恢复,部分生境可以得到恢复,重要哺乳动物食物链所受影响减轻,但作为永久性占地部分,包括水泵站、输水通道等则不能再恢复原状。由于工程占地范围仅属保护区域中的一小部分,因而工程建设对上述重要哺乳动物主要食物的分布、数量不会造成重大影响。

3.4 对主要保护对象的影响

保护区的主要保护对象是以中山湿性常绿阔叶林为主的森林生态系统和以黑长臂猿(*Nomascus nasutus*)(滇西亚种)、灰叶猴(*Presbytis phayrei*)、印支虎(*Panthera tigris* ssp. *corbetti*)、黑颈长尾雉(*Syrmaticus humiae*)、绿孔雀(*Pavo muticus*)、冠斑犀鸟(*Anthracoceros coronatus*)、绯胸鹦鹉(*Psittacula alexandri*)、云南红豆杉(*Taxus yunnanensis*)、滇山茶(*Camellia reticulata*)、野生古茶树、滇楠(*Phoebe nanmu*)等为代表的珍稀濒危动植物种群及其栖息地。

通过实地调查,拟建项目位于与澜沧江东岸的江边和沿现有公路布设输水管道,且为人为活动多的区域,拟建项目施工区域不涉及中山湿性常绿阔叶林为主的森林生态系统;不会对黑长臂猿(滇西亚种)、灰叶猴、印支虎、黑颈长尾雉、绿孔雀、冠斑犀鸟、绯胸鹦鹉、云南红豆杉、滇山茶、野生古茶树、滇楠等为代表的珍稀濒危动植物种群及其栖息地造成影响。受工程建设直接影响的植被为澜沧江边的云南紫薇林和牡竹林,但面积极小,且不属于保护区的主要保护对象。

3.5 对生物安全的影响

调查表明,影响评价区海拔不超过930 m,属于外来入侵植物危害的主要区域。在影响评价区内发现了鬼针草、假酸浆、金盏花、紫茎泽兰、飞机草等常见的外来入侵植物,分布于现有公路沿线林缘、田边路旁及村庄附近,较为零散且种群数量相对较低,并未明显造成挤占乡土植物生存空间的现象。影响评价区和供水工程项目建设区域目前已发现分布有紫茎泽兰等危害性最强的外来入侵植物。影响评价区地处码头区域,常年有摆渡人员往来,由于飞机草、紫茎泽兰种子和繁殖方式较为特殊,旅游活动可能会加速该物种的入侵,项目建设在施工期将会形成小面积的带状裸露地表,存在被紫茎泽兰种子以其特殊生态适应性和繁殖方式迅速入侵的可能,需要在施工结束后对裸露表土及时采用乡土植物进行绿化,由此可将外来物种或有害生物入侵的影响降低至可控范围。在影响评价区内未发现外来两栖和鱼类动物物种。项目建成后,加强对澜沧江流域的监督和管理,严禁引入澜沧江本土鱼种以外的鱼类进行放养,可避免对澜沧江本土鱼类和河流生态系统造成危害。影响评价区干湿季节分明,植被为思茅松林和中山湿性常绿阔叶林,思茅松阻燃率相对较低,为易发生森林火灾的森林植被类型,但中山湿性常绿阔叶林的阻燃率高,在工程施工和运营期加强对森林防火的管理,火灾影响也会得到控制。

3.6 对社会因素的影响

通过调查,项目所在地各级政府及其相关职能部门、企业、社会团体、社区及周边群众等均充分理解项目建设的重要性和必要性,对项目建设表示十分支持,认为供水工程项目的建设将大力缓解当地用水问题,将会整体提升临沧澜沧江流域的旅游形象,改善区域用水紧缺的状况;认为在项目施工期间可以解决当地部分剩余劳动力的就业问题,进而带动当地经济发展。但在供水工程施工和运营期间,在一定程度上会增加保护管理难度和强度,特别是增加了巡护监测等保护管理难度。就现地调查情况看,结合访谈结果,因该工程属于重大民生工程项目,目前项目对保护区保护管理无直接投入。

4 结论与讨论

4.1 结论

1)澜沧江水电站水资源综合利用临翔区平村乡供水工程建设项目拟占用保护区土地0.206 0 hm^2,占整个保护区土地面积的0.000 2%,涉及区域极有限。受拟建工程建设用地直接影响(开挖)的景观不属特有类型,项目的实施使景观的亚类和基本型均仅增加1个,景观斑块数量的增幅较小,不会使占主体地位的河流景观和思茅松林景观面积减少很多并造成分割,不会对影响评价区景观美学价值造成影响。项目建设不会导致滑坡、泥石流、溃坝等地质灾害风险的存在,对保护区自然植被覆盖率不会造成影响。

2)拟建供水工程项目影响的生物群落主要为云南紫薇林和牡竹林地类,不属于保护区的主要保护对象;项目施工区域不涉及中山湿性常绿阔叶林为主的森林生态系统,也不会对黑长臂猿(滇西亚种)、灰叶猴、野生古茶树、滇楠等为代表的珍稀濒危动植物种群及其栖息地造成影响;项目建设对影响评价区内天然生物群落不会造成分割和栖息地破碎化,也不会导致某种生物群落在影响评价区或保护区内消失。

3)供水工程项目建设影响评价区内分布有国家Ⅱ级重点保护植物千果榄仁、大叶木兰、红椿和合果木等 4 种、国家Ⅰ级保护动物圆鼻巨蜥 1 种和国家Ⅱ级重点保护动物 11 种,这些物种均分布于项目建设区以外,不会导致其个体减少或种群消失。项目建设评价区内还有 22 种中国特有植物和 4 种云南特有植物,但这些特有植物在滇南、滇西南地区分布较广,因此拟建项目的建设仅会使部分特有植物在短期内出现个体数量略为减少的现象,不会导致某个特有物种因项目建设而在保护区内消失或大量减少;拟建供水项目建设不会直接造成影响评价区内分布的特有野生动物和保护野生动物个体数量灭失,对栖息地环境的影响不显著,项目施工期间仅会使少量的野生动物种群数量因施工的干扰而减少,营运期栖息地植被稳定恢复后影响将逐步消失,不会明显改变这些重要物种在影响评价区内食物网/链结构,对其迁移、散布、繁衍影响有限。

4)拟建项目占地面积较小,不会造成保护区生态环境的大面积破坏,造成其他外来物种及有害生物入侵的可能性较小。

5)拟建项目得到临沧市和临翔区各级政府、相关职能部门和 2 个社区群众的支持。项目建设在施工和运营期间,在一定程度上增加了保护区保护管理的难度和强度。目前对保护区保护管理未投入,且占用了保护区的少量土地,在施工期会对当地从事旅游业的社区群众产生一定影响。

4.2 讨论

拟建供水工程项目与临沧澜沧江省级自然保护区区域内的澜沧江流域有直接的关系,工程建设营运后的提水将一定程度上减少澜沧江流域的水量,特别是在欠水(干旱)期将表现得更为突出。本文仅对供水工程对区域生物多样性的影响进行评价并得出相应的结论,而对流域储水量和水文的影响需要根据不同时期提水量与降水量等进行长期监测和对数据进行科学分析才能得出结论。因此,建议供水工程建设完成后相关部门在工程建设评价区范围内建立澜沧江流域储水量变化监测站点,为开展流域生态评估提供基础数据。

参考文献:

[1] 吴兴华,郑进烜,余昌元. 铁路建设工程对元江国家级自然保护区生物多样性影响评价研究[J]. 林业调查规划,2016,41(6):42-48.

[2] 梁学功,张亮. 我国建设项目环境影响评价中生物多样性保护的现状和展望[J]. 环境保护,2006:50-52.

[3] 王娟,杜凡,杨宇明,等. 中国云南澜沧江自然保护区综合考察研究[M]. 北京:科学出版社,2010.

[4] 赵金发,张宓,郑进烜,等. 云南省自然保护地建设发展研究[J]. 林业调查规划,2016,45(3):69-75.

[5] 李建军,蒋明康,贺昭和. 涉及自然保护区建设项目的环境管理[J]. 生态与农村环境学报,2009(1):45-49.

[6] 郑进烜,温庆忠,余昌元,等. 玉磨铁路建设工程对自然保护区生态环境影响评价[J]. 林业调查规划,2017,42(4):85-90.

责任编辑:许易琦
校　　对:张林艳　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 005

白马雪山国家级自然保护区曲宗贡区域鸟兽多样性调查

提 布,木艳春,马运军,江次农布,张鹏万,史 岩,杨建强,习东生
(白马雪山国家级自然保护区曲宗贡生态定位监测站,云南 德钦 674599)

摘要:曲宗贡地处白马雪山国家级自然保护区北部,该区域野生动植物资源十分丰富,是白马雪山保护区重点建设的科研、科普教育和生态旅游基地,但对该区域的野生动物多样性系统调查较少。为了摸清曲宗贡区域分布的野生动物资源情况,2016—2020 年,曲宗贡生态定位监测站通过设置固定监测样线、红外线相机监测样点、社区访谈、日常观察等方式对野生动物(鸟类、兽类)进行调查。结果表明,该区域分布的兽类有 5 目、13 科、24 属、27 种,其中国家Ⅰ级重点保护动物有 5 种,即滇金丝猴、金钱豹、林麝、马麝(高山麝)、黑麝;鸟类有 12 目、26 科、47 属、57 种,其中国家Ⅰ级重点保护动物有 3 种,即金雕、四川雉鹑、斑尾雉鸡。基本掌握了该区域野生动物种类、种群数量变化、活动规律等。

关键词:野生动物资源;鸟类;兽类;白马雪山自然保护区;曲宗贡

中图分类号:S791. 93;S718. 6;Q16 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-3168(2021)04-0022-05

引文格式:提布,木艳春,马运军,等. 白马雪山国家级自然保护区曲宗贡区域鸟兽多样性调查[J]. 林业调查规划,2021,46(4):22-26. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 005

Tibu, MU Yanchun, MA Yunjun, et al. Investigation on Bird and Mammal Diversity in Quzonggong Region of Baimaxueshan National Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):22-26. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 005

Investigation on Bird and Mammal Diversity in Quzonggong Region of Baimaxueshan National Nature Reserve

Tibu, MU Yanchun, MA Yunjun, Jiangcinongbu, ZHANG Pengwan, SHI Yan, YANG Jianqiang, XI Dongsheng
(Quzonggong Ecological Positioning and Monitoring Station of Baimaxueshan National Nature Reserve Administration, Deqin, Yunnan 674599, China)

Abstract: The wildlife resources are abundant in Quzonggong which is located in the north of Baimaxueshan National Nature Reserve, and is the key developing platform for scientific research, popular science education and ecotourism, but systematic studies on wildlife biodiversity in this region are still limited. To understand the wildlife resources in the region, the Quzonggong Ecological Positioning and Monitoring Station conducted bird and mammal diversity investigation from 2016 to 2020 based on transect survey, infrared camera survey, household survey and daily observation. The results showed that 27 species of mammals belonged to 24 genera, 13 families and 5 orders in this area, including 5 species of national first-class key protected animals, namely *Rhinopithecus bieti*, *Panthera pardus*, *Moschus berezovskii*, *Moschus chrysogaster* and *Moschus fuscus*; 57 species of birds belonged to 47 genera, 26 families and 12

收稿日期:2021-03-01.

第一作者:提布(1972-),男,云南迪庆人,高级工程师. 从事自然保护区科研监测工作.

orders, including 3 species of national first-class key protected animals, namely *Aquila chrysaetos*, *Tetraophasis szechenyii* and *Bonasa sewerzowi*. This investigation basically mastered the species, population changes and activity laws of wildlife in this area.

Key words: wildlife resources; bird; mammal; Baimaxueshan National Nature Reserve; Quzonggong

自党的十八大将生态文明建设纳入中国特色社会主义事业总体布局以来,国家不断加强自然保护区管理,促进生态文明建设。白马雪山国家级自然保护区积极响应“五位一体”整体战略布局,为实现“绿水青山就是金山银山”的理念,提出将白马雪山曲宗贡区域建设为保护区生态文明建设主阵地的目标内容。白马雪山国家级自然保护区从 2012 年开始,为满足自然保护区科研、科普教育和资源有效管护要求,设立了曲宗贡生态定位监测站,把曲宗贡作为开展科研、科普教育和生态旅游的主阵地。为此,从 2016 年开始,通过设置固定监测样线、红外线相机布控监测、社区访谈、日常观察等方式对该区域的野生动物(鸟类、兽类)资源进行调查研究,基本掌握了野生动物(鸟类、兽类)资源的种类和分布情况,为今后开展科研、科普教育和生态旅游奠定了基础。

1 区域概况

曲宗贡又名 U 型谷,位于白马雪山主峰扎拉雀尼脚下,平均海拔 3 800 m,主峰扎拉雀尼海拔 5 429 m。曲宗贡生态监测站管辖面积 23 887.76 hm^2,占保护区总面积 8.47%。这里是白马雪山保护区内金沙江最大的支流——珠巴洛河的发源地。众多的高山湖泊、沼泽地、冰川等造就了独特的自然景观和生态系统,成为白马雪山开展科普教育和走向世界的最好窗口。其位于云南省迪庆藏族自治州德钦县,处于青藏高原南延部分横断山脉中段,辖区受青藏高原气团影响,年均气温 4.7 ℃,极端最低温 -30 ℃左右,每年 5—10 月为湿季,日照少,云量多,降水集中,湿度大;11 月至翌年 4 月为干季,光照充足,风速大,气温低,湿度小,具有季风气候突出、干湿季节分明、长冬无夏、气温年差较少、日差较大的气候特征。独特的地理气候条件为树木的保存和生长提供了必要的条件,高山湖沼、低温多水的环境是高山草甸和灌木生长发育的前提条件;年降水量不低于 1 000 mm,有利于高山针叶林的生长,终年积雪环境是耐寒动物生长发育的必要条件[1];辖区范围内分布有针阔混交林带、亚高山暗针叶林带、高山灌丛草甸带、流石滩稀疏植被寒漠带 4 个植被类型。曲宗贡的动植物资源丰富而独特,主要植被类型为寒温性针叶林,分布面积较大,且形成一种稳定的植被垂直带,保持着原始面貌。主要植物群落有冷杉林、云杉林和大果红杉林等;同时,这里是各种国家重点保护野生动物的重要栖息地,尤其是兽类和鸟类生存和繁衍的天堂。这里有滇金丝猴、林麝、高山麝、黑熊、小熊猫、毛冠鹿、岩羊和中华鬣羚等国家重点保护兽类动物。有四川雉鹑、斑尾榛鸡、金雕等国家重点保护鸟类动物。

2 调查方法

2.1 设置固定监测样线

设置两条固定监测样线(表 1),其中一条顺着山脊从海拔 3 926 m 的瞭望台到海拔 4 278 m 的称贡牧场,样线长 3 500 m,主要监测兽类动物;另外一条顺珠巴洛河沟从海拔 3 786 m 的曲宗贡大本营至海拔 4 000 m 的粗瓦拉杂牧场,样线长 3 000 m,主要监测对象是森林鸟类。

表 1　动物监测样线设置

Tab. 1　Animal monitoring sample line setting

监测类型	样线编号	经纬度	样线长度/m	样线宽度/m
动物样线	曲宗贡 BMXS-L04	起点:28°20′31.2″N,99°02′37.38″E 终点:28°19′46.98″N,99°00′56.88″E	3000	兽类 20 鸟类 40
	曲宗贡 BMXS-L07	起点:28°20′6.6″N,99°03′3.12″E 终点:28°20′56.94″N,99°01′14.4″E	3500	兽类 10 鸟类 20

固定监测样线每年监测 2 次,时间为 5 月和 10 月各 1 次。每条样带间隔 7 d 后做一次重复监测。

2.1.1 固定样线监测内容

监测对象的生境特征;监测对象的种群动态变化情况和发展趋势;监测对象的人为干扰状况、变化趋势及影响。

2.1.2 固定样线监测方法

1)兽类监测

根据云南省地方标准《自然保护区与国家公园生物多样性监测技术规程》第 1 部分:森林生态系统及野生动植物(DB53/T 391-2012),采用直观监测法和踪迹监测法进行监测,按要求记录兽类监测记录表、人为干扰调查表、鸟类监测样带记录表。

2)鸟类监测

根据云南省地方标准《自然保护区与国家公园生物多样性监测技术规程》第 1 部分:森林生态系统及野生动植物(DB53/T 391-2012),采用样带监测方法,在日出后 4 h 内进行监测,大雾、大雨、大风天气除外。监测者沿样带行走,速度为 1~2 km/h,边走边聆听与观察,发现鸟类时以双筒望远镜观察,确定其种类、数量和活动情况;发现鸟类痕迹(粪便、羽毛)时应仔细观察并拍摄照片,采集样本。按要求记录兽类监测记录表、人为干扰调查表、鸟类监测样带记录表。

2.2 红外线相机布控监测

利用 2010 年保护区第一批采购的红外线相机在此区域试布控。2016—2017 年,在曲宗贡区域的 5 条徒步道进行了季节性的红外线相机布控监测:214 国道隧道口—曲宗贡大本营、曲宗贡瞭望台—称公牧场、曲宗贡大本营—姬妞沟仔里通牧场、曲宗贡大本营—姬妮沟日拐牧场、曲宗贡大本营—顺珠巴洛河其水通牧场。从每年的 11 月份布控至次年的 5 月份回收。这段时间是曲宗贡区域人员活动较少的季节,过了 5 月份后上山活动的人员就明显多了起来,监测效果不佳,甚至红外线相机丢失。从 2018 年起,在曲宗贡区域开始有计划地设定 5 条固定线路作为红外线相机监测样线,即:曲宗贡大本营—尼思各甲、曲宗贡大本营—崩树青 QQ 拥、曲宗贡大本营—帕塞通、帕塞通—书松牧场道、几何塞—都吉布顶山脊。其中曲宗贡大本营—帕塞通布设的红外相机主要是用来监测人为活动情况,只能选择季节性布控监测,而其余均为重点监测野生动物活动。这些区域人员活动较少,所以采取了全年布控监测(表 2)。

表 2　曲宗贡区域红外相机监测情况

Tab. 2　Infrared camera monitoring in Quzonggong

年度	红外相机数/(台·次$^{-1}$)	拍摄照片/张	有效拍摄照片/张	照片有效率/%	拍摄视频/段	有效拍摄视频/段	视频有效率/%	人为活动记录/份	野生动物记录/份	损坏相机/台
2016	25	8000	1400	17.5	0	0	0	210	1190	2
2017	23	6700	1700	25.4	2100	920	43.8	176	2444	0
2018	54	16200	7950	49.1	9400	5200	55.3	37	13113	2
2019	52	21640	9625	44.5	8790	6250	71.1	21	15854	1
2020	51	11163	5022	45.0	4959	2594	52.3	45	7571	6

曲宗贡区域布控红外线相机监测区域的最高点为尼思各甲,经纬度为 28°20′14.23″N,99°01′37.88″E,海拔 4 205 m。最低点为帕塞通下方 200 m 处,经纬度为 28°15′10.49″N,99°03′54.92″E,海拔 3 240 m。仔里通投盐点的经纬度(长期针对岩羊活动监测布控的点)为 28°19′34.74″N,98°59′44.26″E,海拔 4 120 m。

对 5 年间曲宗贡区域红外线相机拍摄到的野生动物按拍摄到的有效照片多少顺序进行统计。偶蹄目动物有岩羊、毛冠鹿、林麝、高山麝(马麝)、中华鬣羚、斑羚、水鹿、野猪;食肉目有青鼬、黄鼬、黑熊、狼、豹猫、豺、赤狐、金钱豹;灵长目有猕猴、滇金丝猴;啮齿目有喜马拉雅旱獭、松鼠、隐纹花鼠;兔形目有鼠兔、高原兔;鸟类有血雉、白马鸡、柳莺、四川雉鹑、大噪鹛、橙翅噪鹛、白眉朱雀、北红尾雀、虎斑地鸫、斑尾榛鸡、星鸦、啄木鸟、林岭雀。

比两条固定监测样线多拍摄到的兽类分别是滇金丝猴、金钱豹、斑羚、豺、猕猴、喜马拉雅旱獭,共

6 种,其中国家一级保护动物有 2 种,国家二级保护动物有 3 种。比两条固定监测样线多拍摄到的鸟类分别是斑尾榛鸡、虎斑地鸫,其中国家一级保护动物有 1 种。

通过红外线相机布控监测,分析后得出的结论是:拍摄频率最高的是岩羊,说明曲宗贡区域分布数量最多的动物是岩羊。通过人为的观测调查统计,2010 年曲宗贡姬妞沟白马雪山主峰山脚的岩羊种群大概有 70 多只,到 2017 年,此岩羊种群大概有 200 只左右,发展较快。但 2016 年开始,在红外线相机里开始拍摄到狼的活动迹象后,到 2017 年下旬又拍摄到了 2~3 匹狼活动的视频。目前,岩羊种群仍保持在 2017 年的数量,说明狼等食肉动物的出现抑制了岩羊种群的增长速度,起到了一种生态平衡的作用。

曲宗贡区域曾经是滇金丝猴、金钱豹、雪豹、林麝、马麝、黑麝等国家一级保护动物的栖息乐园,但后来因社区居民生活所迫,大量的盗猎行为使曲宗贡区域分布的这些动物濒临灭绝,甚至有些动物迁徙到远离曲宗贡的区域生活。自白马雪山国家级自然保护区建立以来,通过保护区一批批工作人员的不懈努力,使曾经在此区域生活的野生动物慢慢得到了恢复,就像白马鸡,通过保护区人工繁养放归野外,使濒临灭绝的物种恢复了种群。20 多年前,在此区域放牧时经常会有狼和豺对牲畜造成伤亡,但后来一段时间几乎看不见这两种动物的身影。近年来,在曲宗贡区域又出现了豺和狼伤亡牲畜的事件,说明此两种动物已得到了恢复。岩羊种群的数量也得到了迅速发展壮大(以前岩羊是当地群众过年时年货的重要来源,过节前几天人们会对岩羊进行大规模的猎杀,使得岩羊种群数量急剧下降)。2018 年在曲宗贡区域第一次拍摄到了滇金丝猴的活动视频,2019 年拍摄到了金钱豹的活动视频,说明这些曾经认为灭绝的物种开始回到了它们的乐园,特别是盗猎者最爱的林麝、马麝等也逐渐在此区域得到了恢复,种群数量不断扩大。

2.3 社区访谈

选择夏季牧场在曲宗贡区域的 4 个社区,对 10 个常年在此区域放牧的牧民进行访谈,其中年龄最大的 82 岁,最小的 45 岁,平均年龄 60.4 岁。目的是了解牧民在该区域听说过和看到过的动物及其种群数量变化等情况。

对牧民访谈得到的结果进行统计后按从多到少排序。偶蹄目:岩羊、毛冠鹿、中华鬣羚、高山麝(马麝)、黑麝、斑羚、野猪;食肉目:黑熊、黄鼬、青鼬、狼、豺、赤狐、豹猫;灵长目:猕猴;啮齿目:喜马拉雅旱獭、松鼠、隐纹花鼠、飞鼠;兔形目:鼠兔、高原兔;鸟类:柳莺、橙翅噪鹛、大嘴乌鸦、白马鸡、星鸦、红嘴山鸦、黑冠山雀、白点翅拟蜡嘴雀、白鹡鸰、灰背隼、金雕、普通鵟、血雉、雪鸽、四川雉鹑、大噪鹛、白顶溪鸲、淡腹雪鸡、勺鸡、白腹锦鸡、大杜鹃、黑枕绿啄木鸟。牧民听说过在此区域出现过的动物有滇金丝猴、雪豹、金钱豹、云豹、棕熊、水鹿、中华竹鼠、小熊猫。

动物种群数量变化访谈结果:曲宗贡区域以前是岩羊、林麝、马麝、豺、狼、白马鸡等保护动物的栖息乐园,但后来因社区居民生活所需产生的大量盗猎行为使该区域分布的这些动物濒临灭绝。自白马雪山国家级自然保护区建立以来,使曾经在此区域生活的野生动物慢慢得到了恢复,就像白马鸡通过保护区人工繁养放归野外,使濒临灭绝的物种恢复了种群。

牧民对兽类和个体较大的鸟类比较了解,而一般个体较小的鸟类虽然能经常看到,但他们不太在意和不了解,所以知道的较少。经过其他方式的调查分析可知,访谈牧民看到过的鸟类中,勺鸡、白腹锦鸡可能不在该区域分布,他们可能是在海拔较低的区域看到过。而兽类中牧民听说过的雪豹、云豹、棕熊,目前利用各种调查方式都未发现。

2.4 日常观察

通过曲宗贡工作人员 5 年时间的日常观察,除红外线相机和样线监测发现的动物外,发现的主要鸟类动物有普通鵟、灰林鸮、夜鹰、普通秧鸡、白胸翡翠、斑头雁、牛背鹭、松鸦。灰林鸮和夜鹰虽然未曾看到实体,但晚上都能听到它们的鸣叫声。普通鵟属于留鸟,在冷杉林中观察到了它的巢。其他的普通秧鸡、白胸翡翠、斑头雁、牛背鹭松鸦属于候鸟,在某个时间段在曲宗贡区域偶尔出现。

3 调查结果

在白马雪山曲宗贡区域,通过为期 5 年的固定样线监测、红外线相机监测、社区访谈、日常观察的方式进行野生动物调查和统计分析,曲宗贡区域分布的兽类有 5 目、13 科、24 属、27 种,其中国家一级保护动物有 5 种,即滇金丝猴、金钱豹、林麝、马麝(高山麝)、黑麝;鸟类有 12 目、26 科、47 属、57 种,其中国家一级保护动物有 3 种,即金雕、四川雉鹑、斑尾雉鸡。以上详见表 3、表 4 的鸟类及兽类名录(编者按,限于篇幅此处略去,需要者可与作者联系)。

4 讨论分析

1)曲宗贡区域常见兽类活动规律。食肉目中一年四季白天黑夜都会活动的动物是青鼬,还经常是2只一起活动,对人的警惕性不是很高,常会在牧棚和监测站办公区附近活动,捡食生活垃圾等。狼、赤狐、豹猫喜欢夜间沿徒步道活动觅食。到了冬季下雪时,狼白天也很容易猎取到朝海拔较低的草甸、灌丛区域活动的岩羊(老弱病残者)。黑熊警惕性较高,白天一般不在徒步线区域活动,到了晚上经常会沿徒步道行走;到了秋天黄背栎果子和花楸果成熟时,经常会在这些区域寻找食物;11月下旬开始进入冬眠状态直至次年的4月份左右。啮齿目中的喜马拉雅旱獭碰到阴雨天气时喜欢躲在洞穴里,一旦太阳出来时活动就比较活跃。偶蹄目中的中华鬣羚、毛冠鹿、林麝、马麝等在清晨和傍晚会出现在徒步道附近,其余大部分时间在林间觅食。灵长目的滇金丝猴和猕猴很少在徒步道附近看见踪迹。

2)调查很难涉及鸟类分布的全部区域,所以鸟类种群调查不够完整;鸟类固定样线监测有时会遇到阴雨天气,这时鸟类活动量就明显减少,影响了监测效果;调查人员对鸟类认识度不高,对不清楚的鸟类缺乏更进一步的了解、鉴定,所以对区域的鸟类资源调查缺乏系统性和全面性;曲宗贡区域不是各种候鸟必经之地,但偶尔几年有些落单的候鸟会在此区域停留一段时间。

5 问题及建议

5.1 问题

(1)辖区内有村民放牧、采集林下产品,存在轻微的人为干扰,生态资源存在一定程度的安全隐患;(2)红外线相机老化、数量少,监测巡护工作面临巨大压力;(3)工作人员缺乏一定的经验与技术,对于固定样线的监测和红外线相机布设存在一定的困难,导致监测效率较低;(4)因每次样线监测的人员不同,监测人员的业务能力与认真程度对监测结果的准确率有直接的影响;(5)样线监测时若遇到阴雨天气,监测到的信息与晴好天气时有很大的区别,对监测结果也有直接的影响;(6)不经常在监测样线区域活动的动物很难调查发现;(7)调查人员对森林鸟类的知晓度不高,所以监测调查不够详细全面。

5.2 建议

(1)白马雪山国家级自然保护区急需开展一次全面性的资源本底调查(上一次的资源综合调查在1996年),以完善资源本底数据,同时为曲宗贡区域开展科普教育提供科学依据;(2)红外线相机在自然保护区的利用效果越来越凸显,保护区每年应计划性地采购更新红外线相机,根据监测的对象和海拔梯度等规范相机布控,组织整理分析数据信息,进一步提高红外线相机的科学利用;(3)加强宣传力度,对经常进入保护区活动的相关人员(采集林下产品人员、牧民等)进一步加强相关法律法规的宣传,确保资源和环境得到有效保护;(4)加强工作人员各种技能的培训,培养他们对自然保护工作的热情,规范相关科研监测工作,进一步提高自然保护工作效率。

参考文献:

[1] 白马雪山保护区管理局. 白马雪山国家级自然保护区[M]. 昆明:云南民族出版社,2003.
[2] 蒋宏,闫争亮. 生物多样性监测技术规范[M]. 昆明:云南科技出版社,2008.
[3] 赵卫东. 白马雪山国家级自然保护区主要保护动物及其威胁因子变化分析[J]. 林业调查规划,2011,36(4):39-42.
[4] 武鹏峰. 红外相机技术在陕西观音山自然保护区兽类监测中的应用[J]. 兽类学报,2012,32(1):67-71.
[5] 赵卫东. 基于红外相机技术的白马雪山自然保护区野生动物监测研究[J]. 林业调查规划,2016,41(3):42-44.
[6] 李宏伟,江村西罗,李琥,等. 白马雪山国家级自然保区[M]. 昆明:云南民族出版社,2003.

责任编辑:刘平书
校　　对:许春霞　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 006

基于全生命周期视角的林业 PPP 项目财务测算分析

周小平
(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:PPP 项目财务测算分析是编制“两评一案”(实施方案、物有所值评价、财政承受能力论证)的主要内容和主要基础之一,文中阐述 PPP 项目财务测算基本概念、测算内容、物有所值、财政承受能力含义以及主要测算方法、指标体系,通过两个典型案例比较直观地反映 PPP 项目中的物有所值、财政承受能力测算过程。

关键词:PPP 项目;财务测算;物有所值(VFM);财政承受能力;全生命周期

中图分类号:[S7-9];F224. 5;F285 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0027-06

引文格式:周小平. 基于全生命周期视角的林业 PPP 项目财务测算分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):27-32,38. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 006

ZHOU Xiaoping. Financial Calculation of Forestry PPP Project Based on Life Cycle Assessment[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):27-32,38. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 006

Financial Calculation of Forestry PPP Project Based on Life Cycle Assessment

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

Abstract: The financial calculation of PPP project is one of the main contents and bases of compiling “two evaluations and one plan” (implementation plan, value for money evaluation, financial affordability evaluation). This paper expounded the basic concept, calculation content, value for money, financial affordability meaning, main methods and index system of financial calculation of PPP project, and directly reflected the calculation process by two typical cases.

Key words: PPP project; financial calculation; value for money ; financial affordability; life cycle

1 PPP 项目财务测算概念

2019 年 5 月国务院印发的《政府投资条例》第九条第一款已明确提出,政府采用资本金投入、直接投资方式投资的项目,按照相应的规定及相关部门管理权限,应审批项目单位(或建设单位)编制的项目建议书、可行性研究报告、初步设计[1]。同年 7 月国家发展和改革委员会在《关于依法依规加强 PPP 项目投资和建设管理的通知》[2]也进一步明确按照《政府投资条例》规定,如果采用政府资本金投入的 PPP 项目,也必须实行审批制;同时也提出按照《企业投资项目核准和备案管理条例》规定,对实行核准制、备案制的企业投资项目,如采用 PPP 融资模式的,必须严格论证 PPP 模式必要性和项目可行

收稿日期:2021-01-18;**修回日期**:2021-03-28.

第一作者:周小平(1963-),女,云南昆明人,高级工程师,全国注册咨询工程师(投资). 研究方向为林业工程咨询. Email:opz2005@ 126. com

性[2]。因此,建设项目无论采用哪种投资管理方式,均需要严格依法依规履行项目决策程序,也就是说 PPP 项目是需要进行项目财务测算的。财务测算分析是项目实施方案的重要内容,为项目运作方式的选择,项目交易结构设计、项目合同体系的搭建等也是政府采购社会资本标的设置、合同谈判签约的依据。

值得注意的是,PPP 项目在参与主体的多元性和运作模式的复杂性导致了在进行项目测算时还有其自身的鲜明特色,并集中体现在 PPP 项目财务测算的主要内容中,以下笔者就在工作、学习和实践中对林业项目采用 PPP 融资模式的全项目生命周期视角下财务测算进行分析和总结。

2 财务测算的主要内容

根据《建设项目经济评价方法与参数》中的规定,对政府主导模式下以及非 PPP 投资建设项目财务评价分析,即首先识别"财务效益和费用",并进行正确估算;在"财务效益和费用"估算基础上进行财务分析(分融资前与融资后)与评价[3]。为便于理解,可概况为 3 项基本内容。(1)基础财务数据的测算,包括项目建设投资估算、流动资金(铺底流动资金)、建设期利息等,结合项目组织实施、建设进度安排计划,编制逐年投资使用计划,设计合理的融资方案。在此基础上进行生产运营期各年的生产成本、总成本、产品收入以及利润的计算。(2)财务报表的编制。依据前面基础财务数据的计算结果进行三大财务报表的编制,即利润与利润分配表、项目现金流量表和资产负债表。在整个 PPP 项目中最为关键的是现金流量表。政府与社会资本方均关注项目流量表所反映出的项目收益情况及财务的生存能力,在 PPP 项目中现金流量表有 4 类,即全投资现金流量表、项目自有资金(项目资本金)现金流量表、股东各方(投资各方)现金流量表以及项目财务计划现金流量表;而利润与利润分配表主要是用来看当年收益的状况以及通过此表来计算所得税、不同投资方(股东)的分配等信息;资产负债表揭示公司(企业)一定时期的财务状况,也是归结和组织公司在某个时点上拥有什么权益、债务的总资产表达等式。(3)项目财务评价指标,财务评价指标分考虑资金时间价值的动态指标和不考虑资金时间价值的静态指标。动态指标一般为财务内部收益率、财务净现值和投资回收期等盈利能力指标;以利息备付率、偿债备付率、资产负债率、流动比率、速动比率等指标来反映项目偿债能力,通过计划现金流量表来判断项目是否有足够的经营净现金流量、各年累计盈余资金是否出现负值来分析财务生存能力,通过对这些指标的评价和分析来评价建设项目的财务可行性[3]。而 PPP 项目除了要进行上述 3 项基本内容外,还需进行物有所值(VFM)和财政承受能力论证。其中 PPP 项目的物有所值(VFM)评价主要包括 PPP 值和 PSC 值,PSC 值是公共部门比较值,是一个标杆价格。而财政承受能力论证则重点围绕项目实施前 5 年一般公共预算支出增长率、运营期政府一般公共预算支出预测值、政府股权、补贴、自留风险等支出占政府年度一般公共预算支出的比率。物有所值评价和财政承受能力论证的结果将直接关系到项目是否能够采用 PPP 模式,至此可以看出,PPP 项目财务测算主要内容包括了基础数据的计算、财务报表的编制、财务评价的出具、物有所值评价(VFM)和财政承受能力论证 5 个方面。

3 PPP 项目财务测算

3.1 财务测算基础及内容

3.1.1 测算基础

根据项目的性质确定项目属于政府付费、使用者付费还是财政可行性缺口补贴,结合现行法律、法规、税收政策以及价格政策等,对一系列财务基础数据进行调查、收集、梳理、预测等假设。

3.1.2 测算内容

1)总投资 来源为可研上的总投资,但注意需要计算建设期投资、使用者付费项目的运营期的流动资金(铺底流动资金)以及政府付费项目(非经营项目)的运营维护成本。投资在采购社会资本阶段可做动态调整[4]。

2)融资计划 根据总投资、项目实施进度(付费进度),并按照资金来源(融资计划)、借款本金和利息偿还方式、借款期限、资金使用分年份进行资金使用安排,编制全生命周期融资计划表。

3)成本 根据项目运营期内维护内容分解经营成本以及运维成本,总成本等于经营成本与折旧、摊销、财务费用[3]和林木营造费用之和。

4)利润与利润分配表 运营期的效果用到的测算表为利润与利润分配表,辅助表为收入税金表。根据项目收入、成本及税费支出,计算项目利润总额、净利润、未分配利润、息税前利润及息税折旧摊销前利润[3]。

5)现金流量表 根据项目收入、成本及税费支出,计算出项目的净现金流,并以此计算出项目的收益情况、财务生存情况等[3]。

6)资产负债表 是国际上通用的财务报表,表中数据由其他报表直接或经计算后引入,编制中应自然实现资产等于负债加所有者权益的平衡,也用来验证财务测算的准确性[3-5]。

7)物有所值[6,7] PSC 值(公共部门比较因子,它量化的是公共部门投资成本或效率)、PPP 值(政府方的成本现值)。

8)财政承受论证[7] 即财政支出责任测算论证。

3.2 工作实践中财务测算要素表编制注意事项

1)在近几年笔者接触到的采用 PPP 进行建设的林业项目以国家储备林建设、林业生态建设等项目为主,采用的项目回报机制大多为使用者付费+可行性缺口补助,(特别是财政部财金〔2019〕10 号颁布,使得政府付费项目非常之少),政府缺口补助周期长达 20~30 年。因此,不能仅仅将财务测算作为项目实施的一个前提条件,而应关注全生命周期的财务测算。

2)财务测算的前提是基础数据准确[4],这就对工程咨询单位所做的项目建议书、可行性研究报告等项目前期工作提出了要求。当然,财务测算不是简单的基础数据搬运,需要根据项目交易条件的设置、项目变动等情况对基础数据进行分析、加工。

3)要选取合适的盈利能力评价指标及统计口径,PPP 项目一般投资规模都很大,加上林业建设项目建设周期较长、复杂度高,再加之社会资本的合作,所涉及的数据相比其他行业较大,设置合理的财务测算指标以及统计口径尤为重要。

4)由于 PPP 项目涉及到多个主体,在进行财务测算时应厘清站在谁的立场上讨论。如果站在政府立场上,政府关注的问题是财务测算是否合规、付费金额是否合理、政府是否担负得了这些付费金额;如站在社会资本的角度,社会资本关心的问题最主要的是实施项目是否可以获利;站在银行的角度,银行最关心的问题恐怕就是贷款是否能收回,虽然各方所关注的问题不同,但是一个 PPP 项目要实施,肯定要兼顾各方的核心需求,财务测算模型的正确性、财务方案的规范性、财务生存能力、财务偿债能力、财务获利能力等分析计算是非常非常重要的。

5)在做测算时,是对未来的判断及估算。所以这种测算是假设所有条件都不是动态变化的基础上进行的,但实际中未来一定会发生变化的,虽然无法做到对未来变化的准确预估,但可通过调价方式、增加通货膨胀率、敏感性分析等手段来对财务测算做出调整。

4 PPP 项目财务评价主要指标

PPP 项目中财务评价指标主要是内部收益率、净现值和投资回收期等。

4.1 内部回报率(收益率)

内部回报率(IRR)[3,8]是一个引入了时间价值的项目投资获利能力。也可以理解为项目占用的未收回资金的获利能力。PPP 项目内部收益率包括项目内部收益率、项目资本金内部收益率及股东投资内部收益率等。

1)项目投资内部回报率[3]:即不考虑资金来源渠道,项目自身的盈利能力。

2)项目资本金(自有资金)内部回报率[3]:在确定融资方案的基础上,通过项目资本金现金流量表来衡量项目收益水平情况,来反映项目资本金的获利能力。

3)股东投资内部回报率(投资各方内部回报率)[3]:在股东投资(投资各方)方案的基础上,通过股东各方现金流量表计算来反映各股东的真实收益水平。

PPP 项目的主要参与方为政府和社会资本两类主体,选用哪类内部收益率作为其决策参考依据,应根据自身的投资角度进行选取。

4.2 财务净现值(NPV)和折现率(Ic)

财务净现值(NPV)是根据项目实际,选择一个合理、既定的折现率(基准收益率)计算的现值之和[3]。

4.3 投资回收期[3]

4.3.1 静态投资回收期

静态投资回收期即为不考虑资金时间价值的以项目净收益收回项目投资所需要的时间。可借助项目投资现金流量表计算得到。

4.3.2 动态回收期

动态投资回收期是考虑了资金时间价值的以项目净收益收回项目投资所需要的时间。

5 物有所值(VFM)评价分析

5.1 基本概念

物有所值(VFM)评价[9]主要用于回答当地政府是否适合采用 PPP 模式,用以判断本项目是否适

合采用PPP模式进行实施。物有所值评价分定性评价与定量评价[9]。定性评价是选取一系列评价指标,通过邀请专家,组织专家以打分方式对VFM进行论证,指标选取可根据财金[2015]167号文(以下简称“167号文”)结合项目实际来合理确定。物有所值定量分析可通过公共部门参照标准(PSC值)与PPP进行比较,政府通过PSC值这个标杆来确定PPP模式是否更物有所值。物有所值定性评价比较简单,容易理解,财政部“167号文”已给出比较详细的解释及方法,在此笔者着重介绍定量评价方法。

5.2 物有所值评价

核心是通过比较PSC值和PPP值来判断是否通过物有所值评价。

1)PSC值

PSC值为公共部门比较基准值(或比较因子)的简称,即传统模式下,在项目全生命周期内政府方净成本通过资金折现后的现值。

2)PPP值

PPP值为当项目采用PPP模式时在项目全生命周期内政府方净成本通过资金折现后的现值。

5.3 物有所值定量评价标准

比较PSC值和PPP值两个成本费用大小后得出:

1)PSC值-PPP值≥0:表明通过物有所值评价。

2)PSC值-PPP值<0:表明未通过物有所值评价。

无论是PSC值还是PPP值都是净现值,两者测算的角度都是站在政府方的角度进行测算的。

5.4 PSC值和PPP值的计算

根据《政府和社会资本合作项目财政承受能力论证指引》(财金[2015]21号)(以下简称“21号文”)的有关规定进行测算。

5.4.1 PSC值的计算

PSC值=初始PSC值+竞争性中立调整值+可转移风险承担成本+自留风险承担成本。

例如,某县一国家储备林建设项目采用PPP模式进行建设,假定运营成本考虑PPP模式与PSC模式保持一致。项目总投资为162 589.68万元,项目采用BOT模式建设,项目公司中政府占股30%,社会资本占股70%;折现率假定在同期地方政府债券收益率基础上上浮至7%。合作期限30年,建设期8年。政府风险承担成本包括政府按比例承担的法律、政策等所支出的成本。

1)初始PSC值计算

①建设成本:本项目总投资为162 589.68万元,折现值为127 446.43万元。

②运营成本:主要包括材料费用、人工费用、管理费用以及销售费用,折现值为81 325.52万元。

③运营收入:项目的运营收入为木材和薪材收入,运营收入的折现值为41 137.08万元。

根据上述结果,初始PSC值为167 634.87万元。

2)竞争性中立调整值计算

项目是可行性缺口补助的准经营性项目,竞争性中立调整值主要为增值税及附加和所得税。根据项目特点,免征增值税和所得税,故竞争性中立调整值的折现值为0万元。

3)风险承担成本

综合项目建设和运营风险,计算得出本项目风险承担成本的折现值为22 639.39万元。

综上所述,项目PSC值=167 634.87+0+22 639.39=190 274.26(万元)

5.4.2 PPP值的计算

PPP值即各项财政支出责任的现值。

1)股权投资计算:政府方出资代表以30%的股权比例出资,出资金额为9 755.38万元,股权投资支出折现值为7 646.79万元。

2)运营补贴:本项目运营补贴为政府每年支付的可行性缺口补助,折现值为13 1577.40万元。

3)风险承担:风险承担支出责任PPP模式下,政府承担的风险支出责任为传统采购模式下自留风险承担成本。

按照股权比例,可转移风险承担成本占全部风险承担成本的70%,自留风险承担成本占30%。

计算得出政府风险承担支出成本的折现值为6 791.82万元。

4)配套投入:项目的政府方无配套投入。

综上所述,PPP值=股权投资+运营补贴+风险承担+配套投入=146 016.001万元。

5)物有所值定量分析结论:综合上述PSC值和PPP值的分析,计算得到项目全生命周期PSC值和PPP值,并进行分析比较。PSC值>PPP值,项目通过物有所值论证。

6 财政承受能力论证[5,7,10]

财政承受能力论证主要是回答当地当前财政是

否负担得起该 PPP 项目。通过准确识别以及测算拟建 PPP 项目的各种财政责任支出,评估、判断拟建 PPP 项目对当地当前、将来各年财政支出的影响情况,为政府和社会资本合作项目财政管理提供依据。

具体识别的政府财政支出责任有 4 个方面,即股权投资、运营补贴、承担风险的测算值以及为实施拟建项目的配套投入等。注意这几项支出均指的是站在政府角度进行的测算,此外,财政承受论证还需要对领域、行业平衡性的评估做出论证。

6.1 财政支出测算方法[7]

财政支出责任主要包括地方政府股权投资、当年运营补贴支出、风险承担数额、配套的投入等。财政支出(承受)能力的测算简单理解就是每一年度当地全部 PPP 项目政府累计支出除以当地一般公共预算支出的一个比例值,这个比例值假如在 10% 范围(含 10%),表明该项目通过财政承受能力论证。

PPP 项目中,财政支出测算方法以及计算公式“21 号文”中有详细的计算公式,在此不赘述,仅对“21 号文”中涉及到的一些比例、指标提出一些个人粗浅的看法与理解。

1)合理利润率如何确定

“21 号文”中给出了合理利润率的确定方法,从财务角度理解分析,合理利润率就是内部回报率的概念,考虑税费支出影响,又分为税前与税后内部回报率。因此,商业银行利率的变化及税费的考虑均将影响合理利润率的确定,进而导致合理利润率的变化对计算营业期政府补贴支出有着直接影响,这就要求咨询人员要根据项目实际选用合理的利润率。

2)运营补贴支出

这是一项非常重要的支出,主要用于补项目建设期的全部投资和当年的运营成本,减掉当年使用者付费数额。如果严格按照“21 号文”中的公式,公式是基于项目公司收入前低后高的现金流走向,导致实际中很多社会资本无法接受按照“21 号文”中的公式计算出来的补贴金额,根据资金时间价值原理,可以用算出一条平滑的现金流入(如可以用“年金法[5]”)来替代政府付给项目公司的运营补贴。

3)风险承担支出数额

“21 号文”中的公式给出了测算方法,就是基于情景假设算出每一种情景出现的概率及支出数额,然后加权得出这项的结果,现实中也可以相对简化测算,根据即有类似项目确定概率风险系数后便可计算出风险承担支出。

4)财政承受能力论证需要编制资产负债表及现金流量表

目前许多咨询机构对编制资产负债表及现金流量表不够重视,在出具的财政承受能力论证报告中几乎不谈及。其实在做财政承受能力论证过程中,这两个报表极为重要,编制规范的资产负债表及现金流量表,可对当前地方政府债务进行有效甄别,测算未来现金流量和偿债能力。假如忽视这方面的基础工作,财政承受能力论证是难以开展或可能流于形式。

5)流动资金

目前在林业 PPP 项目的“两评”报告中几乎不对流动资金做出反映,这个现象是不合适的。项目总投资中包括建设投资,同时也包括流动资金(或铺底流动资金),虽然流动资金使用于营运期中,但是前期融资中假如不给予考虑这笔资金(铺底流动资金),将会造成 PPP 建设双方这一块资金到底由哪方来出的问题,影响双方股权准确性、客观性,建议流动资金,特别是铺底流动资金应在 PPP 项目总投资中考虑进去。这样也能为编制现金流量表、资产负债表中的相关数据提供依据,避免报表编制中科目的缺失现象发生。

6.2 案例

用一个例子来说明财政承受能力论证是怎样进行的(表 1)。

表 1　某市生态治理 PPP 项目概况

Tab. 1　Overview of ecological governance PPP project

总投资	10.01 亿元
合作期限	10 年,其中 2 年建设期,8 年营运期,2015 年、2016 年平均投入
回报机制	政府付费
采购方式	竞争性磋商
股权结构	项目公司注册资本金 2 亿,1:9 的股权结构
年度营运成本	2400 万元
年度治理服务费	2400 万元加上合理利润率 6.77%
折现率	8%

1)股权投资支出:项目资本金×当地政府占该项目股权比例=20 000×0.1 =2 000(万元)

2)营运期政府当年运营补贴支出数额:按“21 号文”政府付费公式计算,结果见表 2。

表 2 项目营运补贴支出

Tab. 2 Project operation subsidy expenditure

年份	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
营运补贴支出/万元	16990	18144	19391	20737	22191	23761	25457	27289

3)风险承担支出:项目的风险分配情况为:政府需要承担的风险包括政策变动、建设地质条件、场地可及性及文物保护风险,在项目营运期政府和项目公司共同承担由通货膨胀等引起的项目公司收益风险。

通过分析,其中政策变动、建设地质条件和不可抗力发生的概率低,可忽略不计。由于生态治理服务费将根据营运维护期间的通货膨胀情况进行调整,调价周期为 3 年,本项目约定调价从 2021 年开始,通货膨胀率为 2%,本项目的风险承担支出如表 3 所示。

表 3 项目风险承担

Tab. 3 Project risk taking

年份	2021	2022	2023	2024
风险承担支出	51	51	51	103

4)配套支出责任:本项目的配套支出已在总投资中给予考虑,项目不再考虑额外的配套支出责任。

综上所述,项目政府支出责任如表 4 所示。

表 4 项目政府支出责任

Tab. 4 Project government expenditure responsibility

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
政府付费合计/亿元	0.10	0.10	1.70	1.81	1.94	2.07	2.22	2.38	2.55	2.74

5)财政支出预测:通过对该市 2010—2014 年一般公共财政预算调查,得出全市公共财政预算增长率为 8.5%,本着略有保守原则,本项目公共财政预算增长率按 6%计算。2014 年一般公共财政预算值为 174.5 亿元。

从表 5 可见,合作期内政府付费占该市一般公共预算比例均未超过 1%,而且本项目是全市第一个 PPP 项目,并且无其他存量 PPP 项目,因此本项目可以通过财政承受能力论证,并可为其他项目留出空间。

表 5 PPP 项目财政承受能力论证

Tab. 5 Financial affordability evaluation of PPP project

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
政府付费合计/亿元	0.10	0.10	1.70	1.81	1.94	2.07	2.22	2.38	2.55	2.74
一般公共预算支出/亿元	185	196	208	220	234	248	262	278	295	313
政府付费占该市一般公共预算支出比例/%	0.1	0.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9

7 结语

PPP 咨询项目的是近年来大规模出现的咨询业务,PPP 模式项目具有参与方众多、项目实施周期长、合同结构复杂等特点,项目整个阶段,如项目决策期、可行性研究期、产品定价、利益分配等对工程咨询方提出了很高的要求,对于从事林业工程咨询的工作者需要学习和更新更多的知识,创新突破,不断提高认知水平和业务能力,以适应工程咨询业务的需要。

参考文献:

[1] 国务院. 中华人民共和国令第 712 号. 政府投资条例[Z].

[2] 国家发展和改革委员会. 关于依法依规加强 PPP 项目投资和建设管理的通知.(发改投资规[2019]1098 号)[Z].

[3] 杨庆蔚,徐金权,郭建斌,等. 建设项目经济评价方法与参数(第三版)[M] 北京:中国计划出版社,2006.

(下转第 38 页)

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 007

地级尺度下的云南省绿地空间格局演化分析

唐 静,董继兴,董李勤,程希平
(西南林业大学地理与生态旅游学院,云南 昆明 650224)

摘要:通过 ESDA-GIS 分析 2008—2018 年云南省地级区域人均公园绿地的变化格局,探究其绿地建设水平和结构变化,并借助离差系数来衡量绿地建设与经济发展间的协调度。结果表明:2008—2018 年云南省的绿色发展具有一定的成效,但整体上还处于较低水平,没有形成集约发展态势;绿地发展速度与经济增速的同步化程度较低,各州市的绿地建设水平参差不齐,西南、西北地区的协调度较高,而滇中地区的协调度则偏低。

关键词:绿地空间格局;地级尺度;人均公园绿地面积;ESDA-GIS 分析;云南省

中图分类号:S731;S718. 542 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0033-06

引文格式:唐静,董继兴,董李勤,等. 地级尺度下的云南省绿地空间格局演化分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):33-38. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 007

TANG Jing,DONG Jixing,DONG Liqin,et al. Evolution of Green Space Pattern of Prefecture-level Cities in Yunnan Province [J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):33-38. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 007

Evolution of Green Space Pattern of Prefecture-level Cities in Yunnan Province

TANG Jing, DONG Jixing, DONG Liqin, CHENG Xiping
(School of Geography and Ecotourism, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: This paper analyzed the change pattern of per capita park green space area of prefecture-level cities of Yunnan Province from 2008 to 2018 by ESDA-GIS to explore the green space construction level and structural changes, and used deviation coefficient to measure the coordination degree between green space construction and economic development. The results showed that the green development of Yunnan had achieved certain results, but was still at a low level on the whole without intensive development trend; the coordination of green space development and economic growth was relatively low, and the level of green space construction in each region was not same in Yunnan, and the coordination degree of southwest and northwest areas was higher, while that of central Yunnan was lower.

Key words: green space pattern; prefecture level; per capita park green area; ESDA-GIS analysis; Yunnan Province

收稿日期:2020-09-16.

基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目(2018JS352);西南林业大学教育科学研究课题(QN201813).

第一作者:唐静(1986-),女,云南个旧人,讲师,硕士. 主要从事地理信息系统、景观格局研究. Email:340267758@ qq. com

责任作者:董继兴(1997-),男,云南保山人,学士. 主要从事地理信息系统研究. Email:2365188175@ qq. com

“集约、智能、绿色、低碳”是我国对新型城镇发展提出的要求。城镇中的绿色主要通过城市中的公园绿地进行展现,公园绿地是城市绿地系统建设的骨干内容[1],有助于减少城市内部风力和吸附空气中的灰尘,从而起到美化环境、减少城市热岛效应等作用。公园绿地的效能常借助人均公园绿地面积、绿地覆盖率等指标进行衡量[2]。国内外学者针对绿地进行了很多研究:Rafiee 等[3]利用遥感数据对 Mashad 市城市绿地进行动态分析,揭示了其城市绿地变化情况;Barbosa 等[4]将可达性的概念引入到绿地的评价体系中,说明了绿地可达性对居民生活的重要性;Boentje[5]等通过对 Moscow 市郊绿地的时空分析,分析了城市化发展对城市绿地的破坏作用;韩旭等[6]采用人均公共绿地面积、建成区绿地率和建成区绿化覆盖率 3 个指标对我国城市绿地建设水平进行分类,得到了我国城市绿地分布概况;叶骏骅[7]借助 Kruskal—Wallis 检验和 Spearman 秩相关法解析了我国绿化建设的区域差异及其形成原因;孔繁花等[8]将绿地可达性纳入享乐价格模型中,分析了绿地宜人性对济南市房价的影响;周筱雅等[9]对全国人均公园绿地面积进行空间分析,探明城市的绿地建设水平。这些研究分别从绿地的评价、作用及其形成原因等方面阐述,在整体上奠定了绿地研究的内容,但研究的对象多为国家级、市级的绿地资源,缺少地级区划这样的中等尺度分析。

为弥补当前绿色发展水平研究局限于省域、城市群[10]的缺陷,本文选用绿地评价体系中的人均公园绿地面积为评价指标,通过 ESDA-GIS 分析地级尺度下的年际间绿地空间分布格局,了解研究区内的绿地建设水平,并借助离差系数的计算得到绿地与经济发展的协调性。研究区域选择地处亚热带季风气候区的云南省,该区域内气候条件优越,动植物资源丰富,少数民族众多,是全国著名的旅游大省。“绿色”和“多民族性”是云南省的一个重要旅游吸引点。通过分析云南省的绿地空间格局来准确判断地级区域内各州市间的绿地发展状况,以期为云南省城镇化发展提供科学的建议,促进区域的生态文明建设。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

云南省包括 16 个地级行政区,其中有 8 个地级市和 8 个自治州。省内的地级边界数据来自于中国国家 1∶400 万基础地理信息数据。研究的时间节点选定 2008 年和 2018 年。2008 年国家首先提出了生态文明建设,开始了绿色城市的建设,并在 2018 年对加强生态环境保护、打好污染防治攻坚战做出了全面部署,故通过这两年的数据分析来说明云南省的绿地建设情况。其余的经济、绿地面积数据来源于《云南统计年鉴 2019》。

1.2 研究方法

1.2.1 空间自相关

空间自相关是研究地域单元与其周围地域单元的空间相关程度[11],常借用 Moran’s *I* 指数进行衡量。本文通过 Global Moran’s *I* 指数说明云南省地级空间连接区域的相似度,即一个地级区域的变量在同一分布区内的观测数据之间是否存在相互依赖性,指数越高说明绿地之间的连接性越好。

1.2.2 标准差椭圆

通过数据的空间位置构建标准差椭圆,利用构建椭圆的扁率、轴线和中心点位等参数可以准确地刻画出公园绿地的分布中心、展布性和聚集度,从而描绘出绿地空间的分布形态。

1.2.3 离差系数

离差系数主要用于描述数据的离散程度[12],可以说明绿地建设与社会经济发展之间的协调性。将反映绿地建设水平的人均公园绿地面积与经济发展中的区域生产总值作为因子求解离差系数,离差系数越小表明经济发展与绿地建设之间的协调性越好,具有协同增长的趋势,反之则说明区域的经济发展与城市绿地建设不协调。

2 云南省绿地空间格局演变

2.1 总体分布特征

借助 ArcGIS 10.2 软件,以人均公园绿地面积为属性进行空间自相关 Moran’s *I* 指数的计算,以此来分析绿地资源的空间聚集性,掌握云南省绿地资源总体的空间分布特征,计算结果如表 1 所示。

表 1 云南省绿地资源的全局空间依赖指数

Tab. 1 Global Moran’s *I* index of green space resources in Yunnan

年份	*I*	*E*(*I*)	方差	*Z* 值	Pseudo *P* 值
2008	-0.21	-0.07	0.03	-0.81	0.42
2018	-0.14	-0.07	0.03	-0.43	0.67

从表 1 可知,云南省地域尺度下的绿地聚集度都不高,依赖指数皆在 0.25 以下,表现出随机分布的态势,难以发挥区域绿地的成片带动趋势。

云南省绿地资源分布的方向性则以 2008、2018 年的人均公园绿地面积为权重构建的标准差椭圆进行衡量,结果如图 1 所示。

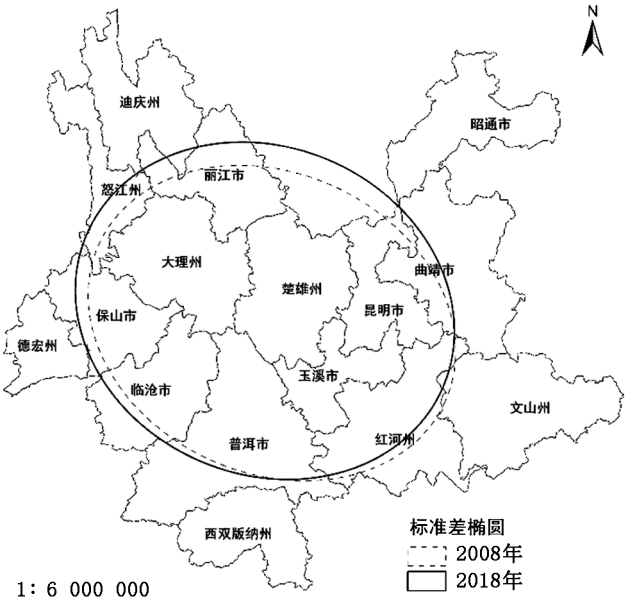


图 1　云南省绿地资源标准差椭圆

Fig. 1　Standard deviation elliptic of green space resources in Yunnan

从图 1 可以看出,2008、2018 年两年云南省绿地资源分布的长轴方向皆是西北到东南,途经怒江、大理、楚雄、玉溪、红河 5 个州市,中心点均在楚雄州。从标准差椭圆的形状上来看,2018 年的扁率较 2008 年有所减少,表明 2018 年云南省绿地资源分布的展布性有所提高,覆盖区域有增加的趋势。

2.2 局部分布特征

在总体分布离散的环境下,云南省各州市的绿地资源呈现出不同的分布特点,详细数据见表 2。

2008 年云南省人均公园绿地面积为 1.49 ~ 14.66 m^2/人,最低和最高的地区分别是迪庆州和丽江市,2018 年云南省的人均公园绿地面积为 8.57 ~ 15.98 m^2/人,最低和最高的地区分别是昭通市和丽江市。2008—2018 年人均绿地迅速增长,尤其地级区域的人均绿地面积最低值增加了近 5 倍,最大值增加相对缓慢。

为了方便区域间的对比,采用四分法将云南省的人均公园绿地面积分为4个等级,且将分级值划归到邻近的整数值进行表示:人均绿地面积在 5 m^2/人以下的为低等级区,5.01 ~ 10 m^2/人的为中等级区,10.01 ~ 15 m^2/人的为较高等级区,15 m^2/人以上的为高等级区。

表 2　云南省各州市的人均绿地面积

Tab. 2　Park green area per capita of each prefecture-level city in Yunnan　　m^2/人

州市	面积	
	2008 年	2018 年
昆明市	7.34	11.31
曲靖市	6.13	11.44
玉溪市	9.25	11.74
保山市	9.38	10.98
昭通市	1.86	8.57
丽江市	14.66	15.98
普洱市	3.32	10.68
临沧市	2.63	10.61
楚雄州	6.65	12.30
红河州	8.33	12.38
文山州	5.81	8.63
西双版纳州	9.87	14.25
大理州	5.05	10.31
德宏州	5.79	10.63
怒江州	3.36	9.91
迪庆州	1.49	10.30

2008 年云南省地级区域公园绿地资源只存在于高等级以下区间,大部分集中在滇中区域的中等级层次,位于滇北、滇西南边界处的昭通、迪庆、怒江、临沧、普洱的公园绿地面积少。随着生态文明建设的推进,云南省的人均绿地面积也有所提高,截至 2018 年,云南省地级区域内已无低等级的州市,75%的州市人均绿地面积均属于较高等级,仅有怒江、昭通和文山属于中等级,于此同时丽江市已经迈入了高等级的人均绿地面积城市(图 2)。

2008—2018 年发展的 10 年间,云南省的绿地资源有了一定程度的增长,人均绿地水平从 31%的低等级、63%的中等级、6%的较高等级、无高等级区域发展到无低等级区域、19%的中等级、75%的较高等级、6%的高等级。云南省区域内低水平的绿地范围正在逐渐降低,而高等级区域越来越多,云南省的绿色区域建设取得了一定的成效。发展迅猛的区域

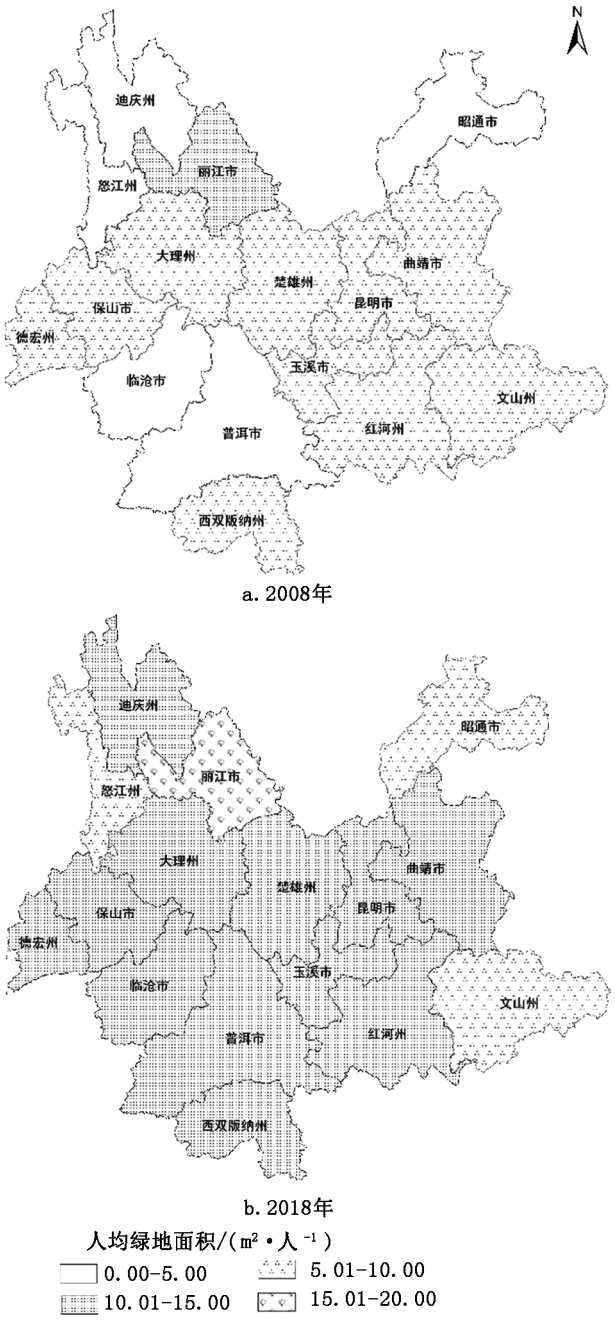


图 2　地级尺度下的云南省人均绿地面积分布

Fig. 2　Distribution of park green area per capita of prefecture-level cities in Yunnan

包括临沧市、普洱市、迪庆州,一跃从低等级发展到较高等级;其次是怒江州和昭通市,发展速度一般,进入中等级;而文山州的发展停滞,仍然处于中等级;丽江市的发展仍然处于全省的领先地位,是唯一个进入高等级的绿地水平区域;其余的滇中城市保持着原有的进步势头,人均绿地面积进入到了较高等级。

2.3 绿地建设与经济建设协调性

在区域绿地建设的发展中,经济是一个重要的因素,大量的学者已经关注到了社会经济对绿地资源的影响,发现由于各地区的社会、经济、历史、文化等因子的不同,城市绿地与经济发展的关系存在显著的差异[13-16]。为了解云南省地级绿地资源与经济的关系,本文采用尹宏玲等[17]提出的通过离差系数 Cv 进行发展协调度评价的方式来说明地区绿地建设与经济发展的关系,分别以人均公园绿地面积和生产总值代表区域的绿地资源水平和经济发展水平。离差系数越接近 0,表示区域的绿地资源与经济发展同步,反之说明区域的绿地资源与经济发展不匹配,出现“失调”迹象。离差系数 Cv 的计算公式为:

$$Cv=\frac{\sqrt{\frac{1}{2}\left[\left(P-\frac{P+L}{2}\right)^2+\left(L-\frac{P+L}{2}\right)^2\right]}}{\left|\frac{P+L}{2}\right|} \tag{1}$$

式中:Cv 为离差系数,P 为人均公园绿地面积增长率,L 为生产总值的增长率。

2008—2018 年云南省绿地与经济发展协调性计算结果如表 3 所示。

表 3　2008—2018 年云南省绿地与经济发展协调性变化

Tab. 3　Change of greenland and economic coordination in Yunnan from 2008 to 2018

年份	人均绿地面积/(m^2·人$^{-1}$)	生产总值/亿元	离差系数
2008	6.49	5711.33	-
2009	7.67	6193.03	0.38
2010	8.66	7251.92	0.13
2011	9.11	8933.96	0.64
2012	9.15	10361.63	1.00
2013	9.33	11895.23	0.76
2014	9.66	12883.16	0.33
2015	9.65	13702.63	1.00
2016	10.30	14818.80	0.07
2017	10.86	16376.34	0.38
2018	11.16	17881.12	0.50

2008 年和 2018 年云南省生产总值和人均公园绿地面积的增长率分别为 214% 和 72%,经济的增速是人均公园绿地面积增速的 2 倍。从表 3 的计算结果可以看出,2008—2018 年云南省的绿地与经济

发展协调性最初剧烈变动,至 2016 年变动的程度才有所减缓,失调程度也有所降低。截至 2018 年底,云南省绿地与经济发展的协调性属于中度失调,即绿地建设水平滞后于经济发展的速度。

为了便于进行比较,综合已有成果拟定出绿地与经济发展协调性等级评价标准如表 4 所示。

表 4　云南省绿地与经济发展协调等级评价标准

Tab. 4　Evaluation criteria of greenland and economic coordination level in Yunnan

协调等级	协调发展	轻度失调	中度失调	高度失调	严重失调	极度失调
Cv	0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1	1~+∞

为了解 2008—2018 年云南省各地级区域的绿地与经济发展的协同性,根据公式 1 计算各地级市的绿地与经济离差系数,并按表 4 的标准进行等级划分,结果如图 3 所示。

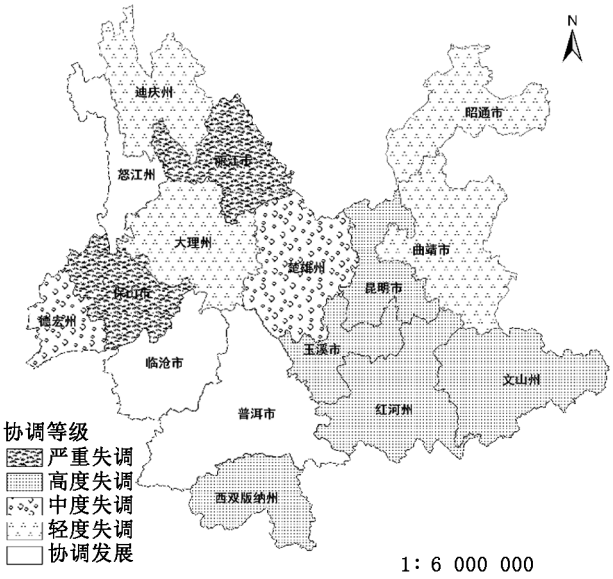


图 3　2008—2018 年云南省地级区域绿地与经济发展协调性分布

Fig. 3　Coordinated distribution of green space and economic development of prefecture-level cities in Yunnan from 2008 to 2018

由图 3 可以看出,云南省范围内有 5 个地级区域为高度失调,占总数的 31%,其次分别为 25%的轻度失调,19%的协调发展,而严重失调和中度失调地区的比例均为 12.5%。占比最大的高度失调地区位于云南省中部偏东南地区,属于传统的滇中经济发展带,经济条件较好。由于人群相对集中,土地范围固定,难以大范围地建设公园绿地;而丽江和保山的公园绿地资源原本丰富,位于较高的序位,提升相对困难,随着丽江旅游业的繁荣和保山特色农产品经济的发展,经济增速较快,出现了绿地与经济严重不匹配的现象;其余的迪庆州、大理州、曲靖市、昭通市、怒江州、普洱市、临沧市 7 个州市则属于绿地建设与经济发展较为同步的地区。

3 结论与讨论

绿地资源的保护和建设有助于城市的可持续发展,通过分析地区内绿地空间的格局变化特征可以准确掌握区域内的绿色空间结构和功能动态,有助于制定科学、有效的城市发展对策。2008—2018 年云南省绿地发展具有如下特点:(1)总体上云南省的绿地资源呈随机分布态势,缺乏资源的连片带动机制,且分布的区域较为固定,10 年间的分布形状基本无显著的变化。(2)云南省各地级市的绿地资源呈现出不同的发展态势:西南、西北地区的迪庆、临沧、普洱受政府沿边地区开发政策的影响发展迅猛,而自然环境较为恶劣的怒江、昭通发展进步不大,滇中的城市集群和处于云南省公园绿地资源领先地位的丽江市则保持了原有的增长势头进步了一个等级,文山州则停滞不前地维持在原有等级。(3)2008—2018 年云南省绿地与经济呈现出波动发展并逐渐向中低度失衡方向转变的态势。省域内绿地与经济发展高度失调的区域主要集中在滇中片区,而匹配度相对较高的区域则集中在西南、西北的怒江、临沧、普洱等绿色资源丰富且为政府近期帮扶发展的重点边疆地区。由此可见,云南省的绿色城镇建设还有很大的潜力可以挖掘,在绿地建设的过程中政府起到了非常重要的作用,应该制定符合当地特色的绿地发展策略,促进绿色建设和经济发展同步。只有两者的协调共进才能使绿地建设在经济的保障下可持续地进行,使当地的居民在经济发展的同时享受绿色、健康的生活环境。

本文也存在一些不足之处:在指标的选取上,仅通过人均公园绿地面积来代表区域的绿色资源数量,忽略了地区的森林面积等绿色资源;绿地资源的分布除与经济相关外,还与人群的意识、公众的参与度等因素相关。需要在以后的研究中完善评价因子的选择、计算,以期进行更为全面、准确的绿地评价。

参考文献:

[1] 李敏,童匀曦,李吉泰. 国际编制相关的城市公园绿地主要规划指标研究[J]. 中国园林,2020,36(2):6-10.

[2] 李双金,马爽,张永民. 郑州主城区公园绿地可达性与访问偏好匹配度的空间格局研究[J]. 地域研究与开发,2019,38(2):79-85.

[3] RAFIEE R,MAHINY A S,KHORASANI N. Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,2009,11(6):431-438.

[4] BARBOSA O,TRATALOS J A,ARMSWORTH P R,et al. Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield,UK[J]. Landscape and Urban Planning,2007,83(2/3):187-195.

[5] BOENTJE J P,BLINNIKOV M S. Post-Soviet forest fragmentation and loss in the Green Belt around Moscow,Russia(1991-2001):a remote sensing perspective[J]. Landscape and Urban Planning,2007,82(4):208-221.

[6] 韩旭,唐永琼,陈烈. 我国城市绿地建设水平的区域差异研究[J]. 规划师,2008,24(7):96-101.

[7] 叶骏骅. 我国城市绿化建设水平的区域差异及影响因素研究[J]. 生产力研究,2013(6):94-96.

[8] KONG F H,YIN H W,NAKAGOSHI N. Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space:a case study in Jinan City,China[J]. Landscape and Urban Planning,2007,79(3/4):240-252.

[9] 周筱雅,刘志强,王俊帝,等. 中国建制市人均公园绿地面积的探索性空间数据分析[J]. 生态经济,2019,35(10):86-93.

[10] 季永月,张丽君,秦耀辰,等. 中国地级及以上城市"四化"水平对绿色发展的空间计量分析[J]. 经济地理,2020,40(4):184-194.

[11] 孙晓莉,袁磊,赵然,等. 基于地统计与空间自相关的山区草地资源空间分布格局及变化特征分析[J]. 西南农业学报,2020,33(3):590-598.

[12] 范柏乃,张维维,贺建军. 我国经济社会协调发展的内涵及其测度研究[J]. 统计研究,2013,30(7):3-8.

[13] 曹雅琴,陈樟昊,黄甘霖,等. 城市绿地格局与居民社会经济特征关系研究进展[J]. 应用生态学报,2019,30(10):3303-3315.

[14] ABERCROMBIE L C,SALLIS J F,CONWAY T L,et al. Income and racial disparities in access to public parks and private recreation facilities[J]. American Journal of Preventive Medicine,2008,34(1):9-15.

[15] WATKINS S L,GERRISH E. The relationship between urban forests and race:A meta-analysis[J]. Journal of Environmental Management,2018,209:152-168.

[16] LIU W P,CHEN W J,DONG C L. Spatial decay of recreational services of urban parks:Characteristics and influencing factors[J]. Urban Forestry & Urban Greening,2017,25:130-138.

[17] 尹宏玲,徐腾. 我国城市人口城镇化与土地城镇化失调特征与差异性研究[J]. 城市规划学刊,2013(2):10-15.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

(上接第 32 页)

[4] 财政部政府和社会资本合作中心. PPP 示范项目案例选编(第一辑)[G]. 北京:经济科学出版社,2016.

[5] 全国咨询工程师(投资)执业资格考试参考教材编写委员会. 现代咨询方法与实务(2017 年版)[M]. 北京:中国计划出版社,2016.

[6] 财政部政府和社会资本合作中心. PPP 物有所值研究[M]. 北京:中国商务出版社,2014.

[7] 财政部. 政府和社会资本合作项目财政承受能力论证指引(财金[2015]21 号)[Z].

[8] 王盈盈,冯 珂,王守清. 特许经营项目融资(PPP)实务问答 1000 例[M]. 北京:清华大学出版社,2017.

[9] 财政部. PPP 物有所值评价指引(试行)(财金[2015]167 号)[Z].

[10] 全国咨询工程师(投资)执业资格考试参考教材编写委员会. 项目决策分析与评价(2017 年版)[M]. 北京:中国计划出版社,2016.

[11] 财政部政府和社会资本合作中心. PPP 财务承诺管理[M]. 北京:中国商务出版社,2014.

[12] 财政部. 关于印发政府和社会资本合作模式操作指南(试行)的通知》(财金[2014]113 号)[Z].

责任编辑:许易琦
校　　对:邓　砚　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 008

滇西北高山湖泊分布格局研究

王有兵,施俊美,杨建军,罗燕彬,李春叶
(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

摘要:基于现状调查数据及高清影像,采用 GIS 技术获取高山湖泊数据,从面积分布、数量结构、分布区域、分布海拔及受干扰情况等方面研究滇西北高山湖泊分布格局。结果表明,研究区域高山湖泊数量较多,分布密集,共获取高山湖泊 1 272 个,其中有 97. 7%的湖泊面积小于 10. 0 hm^2,属高山微水体的范畴;迪庆藏族自治州范围内分布数量最多,相对应的金沙江水系分布数量也较多;高山湖泊的分布海拔集中于 3 200~4 700 m 范围,其中在海拔 4 000 m 左右分布数量最多,总体上高山湖泊分布于山脊线一带,较大面积的高山湖泊分布海拔相对偏低;存在一定程度的人为干扰,受干扰程度自西向东逐渐增强,随高山湖泊分布海拔逐渐降低,人为干扰程度呈增强趋势。

关键词:高山湖泊;分布格局;高山微水体;人为干扰;滇西北

中图分类号:Q178. 513　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0039-05

引文格式:王有兵,施俊美,杨建军,等. 滇西北高山湖泊分布格局研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):39-43. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 008

WANG Youbing, SHI Junmei, YANG Jianjun, et al. Distribution Pattern of Natural Alpine Lakes in Northwest Yunnan [J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):39-43. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 008

Distribution Pattern of Natural Alpine Lakes in Northwest Yunnan

WANG Youbing, SHI Junmei, YANG Jianjun, LUO Yanbin, LI Chunye
(Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671000, China)

Abstract: Based on the current survey data and high-definition images, this paper studied the distribution pattern of alpine lakes in Northwest Yunnan from the aspects of area distribution, quantitative structure, distribution area, distribution altitude and interference by GIS technology. The results showed that there were a large number of alpine lakes in the study area, which were densely distributed, and a total of 1 272 alpine lakes were obtained, of which 97. 7% were less than 10. 0 hm^2, belonging to the alpine micro water body; the largest number of alpine lakes were distributed in Diqing Tibetan Autonomous Prefecture, and the corresponding Jinsha River water system was also more distributed; the distribution altitude of alpine lakes was concentrated in 3 200~4 700 m, and most of them were distributed at 4 000 m, in general, alpine lakes were distributed along the ridge line, and the distribution of large area of alpine lakes was relatively low; there was a certain degree of human interference, and the degree of interference gradually increased from west to east, with the enhancement of the degree of interference, the altitude of

收稿日期:2021-01-17.

第一作者:王有兵(1986-),男,云南弥勒人,硕士,工程师. 研究方向为林业资源调查、保护地监测及林木遗传育种. Email: 1789908001@ qq. com

责任作者:施俊美(1969-),女,云南鹤庆人,高级工程师. 从事林业调查规划工作.

alpine lakes was gradually decreasing.

Key words: alpine lakes; distribution pattern; alpine micro water body; interference; Northwest Yunnan

云南省是全国水资源总量较为丰富的省份之一,仅次于西藏、四川位居全国第三[1],怒江傈僳族自治州及迪庆藏族自治州位于滇西北“三江并流区”腹地,致使该区域成为云南省水资源最丰富的地区之一。湖泊作为陆地水资源的组成部分,参与自然界的水分循环,对气候波动极为敏感,是揭示全球气候变化与区域响应的重要信息载体,是气候环境的记录器[2-4]。高山湖泊是陆地湖泊的重要组成部分,也是区域水循环的重要组成部分,由于其分布海拔较高,数量庞大,流域面积广,对气候变化反应敏感,在应对全球气候变化及区域生物多样性格局塑造等方面具有突出贡献[5-6]。滇西北分布着众多山脉,地形、地貌、自然生态环境极为复杂,是全球范围内生物多样性资源最丰富的地区之一。目前有关滇西北高山湖泊方面的研究报道尚较少,均为基础性研究[6,7-8]。文章基于最新调查数据及高清影像资料,获取了该区域高山湖泊的地理分布数据,对其空间分布格局进行了分析,旨在进一步补充和完善该区域高山湖泊基础性研究工作,为后期生态环境评价研究及水资源保护利用规划奠定基础。

1 研究区概况

研究区包括滇西北怒江傈僳族自治州和迪庆藏族自治州 2 个行政区,地理位置介于 98°07′~100°18′ E,25°33′~29°13′ N,总面积为 3 777 291.97 hm^2(图 1)。研究区位于青藏高原东南部,云贵高原西北部横断山脉纵谷地区,区域地形复杂,地势起伏变化较大,海拔最高点为梅里雪山主峰卡瓦格博峰(6 740 m),最低点位于泸水市怒江出口(740 m),海拔高差达 6 000 m,地形大体上呈北高南低、西高东低,自西北向东南倾斜下降趋势。境内自西向东分布有独龙江、怒江、澜沧江及金沙江 4 条主要河流,其中怒江、澜沧江及金沙江 3 条水系并流贯穿整个研究区域,形成“三江并流”奇观。因受横断山脉的阻隔,导致澜沧江和金沙江谷区暖湿气流势力较弱,降雨稀少,形成干热河谷区,金沙江区域年降雨量约 300 mm,澜沧江稍多一些,怒江和独龙江南部无横向山脉阻隔,印度洋暖湿气流可长驱直入,带来丰富的降水,孕育了丰富的生物资源。

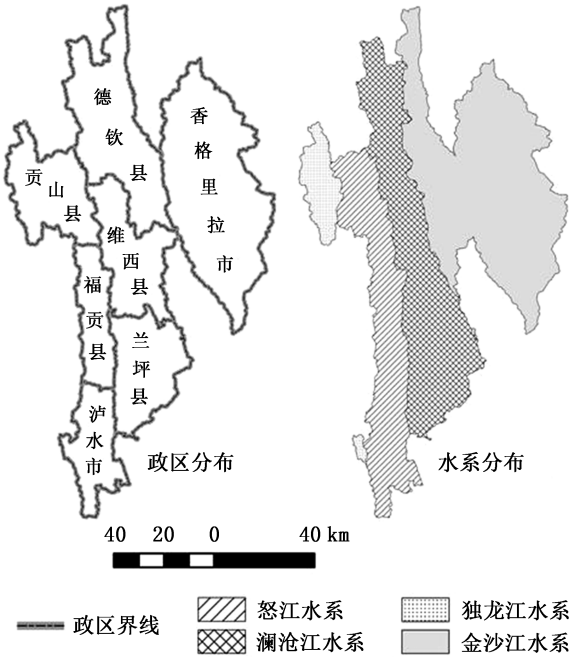


图 1　研究区位置及水系分布

Fig. 1　Location and water system distribution of the study area

2 研究方法

以研究区域最新国土现状调查数据为基础,获取湖泊水面及高程数据,在 ArcMap 10.2.2 软件中参照 2020 年该区域森林资源监测高清影像,对漏划或错划的湖泊进行补充及重新区划,最小区划面积为 0.01 hm^2,必要时可参考谷歌高清影像,按照高程数据区划各水系范围。从现有调查数据中获取湖泊周围 100 m 范围内土地利用数据,根据土地利用类型划分湖泊的受干扰情况,各类干扰等级及定义见表 1。

表 1　干扰等级划分

Tab. 1　Interference classification

干扰程度	代码	定义
无干扰	H1	分布海拔较高或湖周 100 m 范围内无人为活动痕迹的湖泊
轻度干扰	H2	四周为牧场或周边 50~100 m 范围内有建设用地分布的湖泊
中度干扰	H3	湖泊周边 10~50 m 范围内有道路、采矿点、建筑等建设用地分布的湖泊
重度干扰	H4	道路、采矿点、住房、广场、工厂等人为活动频繁区域紧临湖缘的湖泊

3 结果与分析

3.1 高山湖泊面积分布及数量结构

研究区域共获取天然高山湖泊 1 272 个(表 2),其中湖泊最小面积为 0.01 hm^2,湖泊最大面积为 2 206.95 hm^2(纳帕海)。按 5.0 hm^2 间隔将该批湖泊面积划分为 7 个区间(表 2)。

表 2　高山湖泊面积结构

Tab. 2　Area structure of alpine lakes

面积区间/hm^2	数量/个	占比/%
<1.0	910	71.5
1.0~5.0	292	23.0
5.0~10.0	41	3.2
10.0~15.0	13	1.0
15.0~20.0	4	0.3
20.0~25.0	5	0.4
>25.0	7	0.6
合计	1272	100

从表 2 可见,面积小于 1.0 hm^2 的湖泊数量最多,数量达 910 个,占湖泊总数的 71.5%,其次为面积介于 1.0~5.0 hm^2 范围的湖泊,数量为 292 个,占湖泊总数的 23.0%,再次为面积介于 5.0~10.0 hm^2 范围的湖泊,数量为 41 个,占湖泊总数的 3.2%,以上类型湖泊面积均小于 10.0 hm^2,被定义为高山微水体,数量占比合计达 97.7%。面积大于 10.0 hm^2 的湖泊数量合计为 29 个,数量占比仅为 2.3%。

3.2 高山湖泊空间分布

以县级行政区及水系为统计单位,统计高山湖泊的区域分布情况(图 2,图 3)。

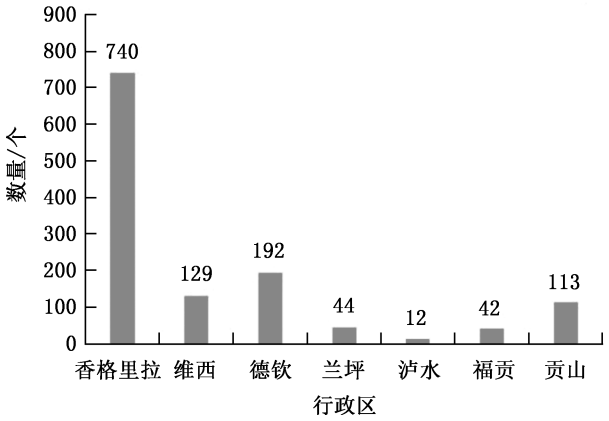


图 2　高山湖泊行政区分布特征

Fig. 2　Regional distribution characteristics of alpine lakes

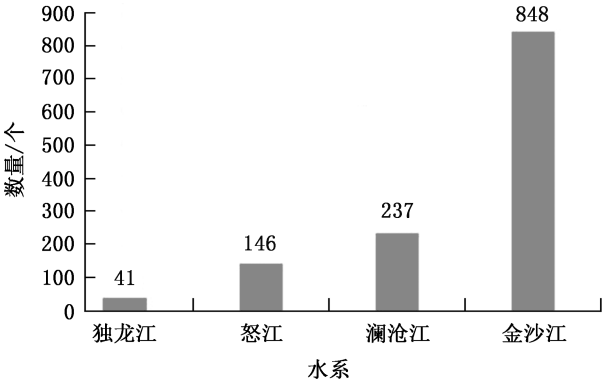


图 3　高山湖泊水系分布特征

Fig. 3　Water system distribution characteristics of alpine lakes

从图 2 可见,在 7 个县级行政区中,香格里拉市辖区内天然高山湖泊数量最多,达 740 个,其次为德钦县(192 个),再次为维西县(129 个),第四为贡山县(113 个),兰坪县、泸水市及福贡县分布数量较少。

从图 3 四大水系高山湖泊分布数量来看,金沙江水系分布数量最多,达 848 个,其次为澜沧江水系(237 个),再次为怒江水系(146 个),独龙江水系范围较少,数量分布也相对较少(41 个)。

从高山湖泊的分布海拔来看,分布海拔介于 2 770~5 030 m 范围,多数分布于海拔 3 200~4 700 m 范围,特别是海拔 4 000 m 左右分布数量最多,达 500 余个(图 4)。

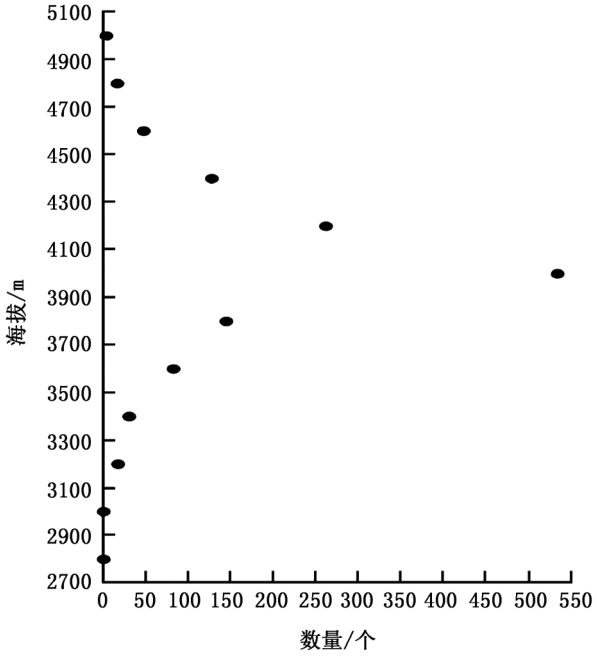


图 4　高山湖泊数量海拔分布特征

Fig. 4　Altitude distribution characteristics of alpine lakes

从分布海拔与湖泊面积的关系来看,面积小于 10 hm^2 的湖泊较集中分布于海拔 3 200~4 700 m 范围,较大面积的高山湖泊分布海拔相对偏低,主要分布于海拔 4 100 m 以下区域(图 5)。

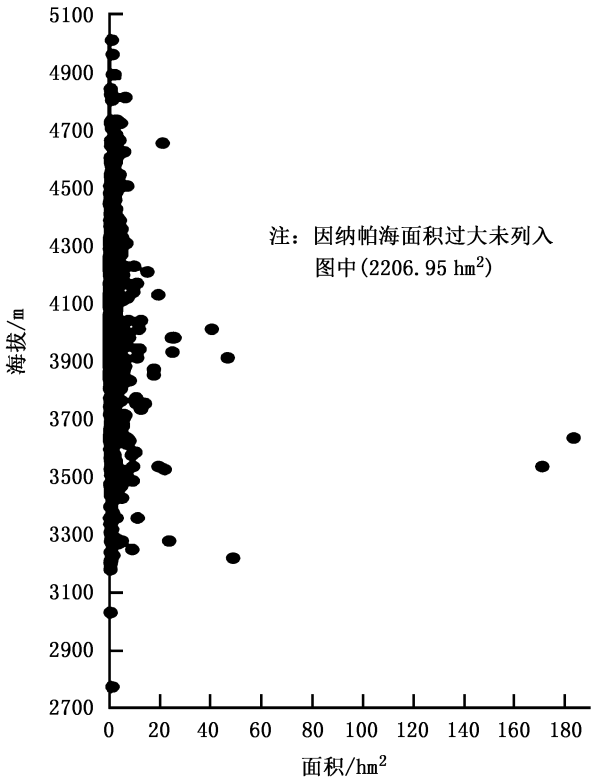


图 5　高山湖泊面积海拔分布特征

Fig. 5　Altitude distribution characteristics of alpine lakes areas

高山湖泊的空间分布与横断山脉的走向有着密切关系,主要沿山脊分布。高黎贡山北段、怒山、碧罗雪山、云岭山脉中段、千湖山及大雪山高山湖泊分布数量较多。

3.3 人为干扰情况

高山湖泊分布海拔相对较高,但也不同程度地受到人为活动的影响。修筑道路、旅游观光及放牧是对高山湖泊造成干扰的三大因素。根据不同干扰类型统计了各水系的高山湖泊受干扰情况(表 3)。

由表 3 可见,无干扰数量占比为 87.8%,受轻度干扰数量占比为 8.8%,受中度干扰数量占比为 2.2%,受重度干扰数量占比为 1.2%。独龙江水系人口稀少,森林覆盖率高,该区域的高山湖泊未受到人为干扰;怒江大峡谷谷区植被相对澜沧江及金沙江较好,人类依存海拔相对偏低,仅有 1 个高山湖泊受到重度干扰,极少数受轻度干扰(4 个),其余无干扰;澜沧江水系区域的高山湖泊受中度和重度干扰比例为 0.3%,受轻度干扰比例为 1.4%;金沙江水系区域的地势辽阔,人口相对密集,居民点分布海拔较高,因此对高山湖泊的干扰也相对较大,受中度和重度干扰比例达 3.0%,受轻度干扰比例达 7.1%。总体上,高山湖泊受干扰程度自西向东逐渐增强。

随高山湖泊分布海拔逐渐降低,干扰程度呈增强的趋势,受重度干扰高山湖泊平均分布海拔为 3 422 m,较接近人类生产生活区(图 6)。

表 3　各水系区域高山湖泊受人为干扰特征

Tab. 3　Disturbed characteristics of alpine lakes in different river systems

水系	无干扰(H1)		轻度干扰(H2)		中度干扰(H3)		重度干扰(H4)	
	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%
独龙江	41	3.2						
怒江	141	11.1	4	0.3			1	0.1
澜沧江	215	16.9	18	1.4	1	0.1	3	0.2
金沙江	720	56.6	90	7.1	27	2.1	11	0.9
合计	1117	87.8	112	8.8	28	2.2	15	1.2

4 结论与讨论

基于最新国土现状调查数据及高清影像,研究了滇西北怒江傈僳族自治州和迪庆藏族自治州 2 个行政区范围内的天然高山湖泊分布格局,得出以下结论:(1)研究区共获取高山湖泊 1 272 个,其中有 97.7%的湖泊面积小于 10.0 hm^2;(2)金沙江水系区域的香格里拉市、德钦县及维西县高山湖泊分布数量较多;(3)分布海拔集中于3200~4700m范围,

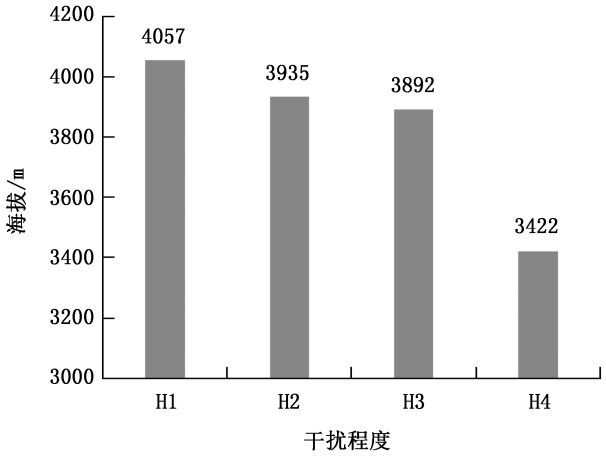


图 6　高山湖泊受干扰程度与分布海拔的关系

Fig. 6　Relationship between disturbance degree and altitude distribution of alpine lakes

主要分布于山脊线一带,较大面积的高山湖泊分布海拔相对偏低;(4)存在一定程度的人为干扰,受干扰程度自西向东逐渐增强,随高山湖泊分布海拔逐渐降低,干扰程度呈增强的趋势。

高山湖泊是横断山区地表水体的重要组成之一,参与构成陆地水生态系统,对该区域气候、物种调节起到重要作用,直接影响到下游草甸、湿地、河流及森林等不同生态功能区的生态功能[7]。有研究表明,高山湖泊中具有较多的特有物种和稀有物种,该类型生境能够提高区域物种丰度,对生物多样性格局的形成意义重大,但物种组成受干扰程度的影响[9-11]。由于高山湖泊分布海拔较高,大多数处于自然状态,极少直接受人为活动影响,但随着社会经济的快速发展,诸如道路建设、旅游及放牧等人为活动范围日益明显扩大[12]。

高山湖泊面积虽小,但数量众多,其在历史气候变迁,环境监测,调节生态功能,维持生物多样性等方面发挥重要作用。滇西北地区的高山湖泊分布海拔区间较大,密度较高,所处区域生态环境多元化,研究价值极高,今后应持续开展相关监测研究工作,同时完善有关湿地保护法律法规,加强高山湖泊的保护力度。

参考文献:

[1] 童彦,朱海燕,施玉. 云南省水资源利用的时空变化特征与区域差异分析[J]. 国土与自然资源研究,2014(5):60-61.

[2] LIU J S,WANG S Y,YU S M,et al. Climate Warming and Growth of High-elevation Inland Lakes on the Tibetan Plateau[J]. Global and Planetary Change,2009,67(3/4):209-217.

[3] 闫立娟,郑绵平. 我国蒙新地区近 40 年来湖泊动态变化与气候耦合[J]. 地球学报, 2014,35(4):463-472.

[4] ZHENG M P, ZHAO Y Y, LIU J Y. Palaeoclimatic Indicators of China's Quaternary Saline Lake Sediments and Hydrochemistry[J]. Acta Geologica Sinica, 2000,74(2):259-265.

[5] 施雅风. 山地冰川与湖泊萎缩所指示的亚洲中部气候干暖化趋势与未来展望[J]. 地理学报, 1991,44(1):1-11.

[6] 刘硕然,和晓阳,杨文书,等. 滇西北高山微水体空间分布格局及研究意义初探[J]. 水生态学杂志, 2017,38(1):18-23.

[7] 王有兵,姜健发,杨建军,等. 高山微水体空间分布格局研究:以白马雪山国家级自然保护区为例[J]. 人民长江, 2020,51(7): 71-74,135.

[8] 罗燕彬,王有兵,杨建军,等. 滇西北地表水体空间分布多样性研究[J]. 防护林科技, 2020(11):46-49.

[9] WILLIAMS P,WHITFIELD M,BIGGS J, et al. Comparative Biodiversity of Rivers, Streams,Ditches and Ponds in an Agricultural Land-scape in Southern England[J]. Biological Conservation,2004,115(2):329-341.

[10] SCHEFFER M,VAN G J,ZIMMER K,et al. Small Habitat Size and Isolation can Promote Species Richness: Second-order Effects on Biodiversity in Shallow Lakes and Ponds [J]. Oikos, 2006,112(1):227-231.

[11] 张姜,黄嘉丰,李艳玲,等. 西南地区高山湖泊中可培养细菌多样性及其所产胞外活性物质的特性[J]. 微生物学通报,2017,44(9):2043-2054.

[12] 王有兵,刘起斌,廖聪宇,等. 白马雪山国家级自然保护区德钦分局人为干扰度动态研究[J]. 林业调查规划,2018,43(2):104-108.

责任编辑: 许易琦
校　　对: 许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 009

“红火球”紫薇组培快繁与抗褐化研究

李芳菲[1],杨利平[1],刘资华[2],时 群[1],陈丽文[1],何贵整[1],杨 琼[1]
(1. 钦州市林业科学研究所,广西 钦州 535099; 2. 广西国有钦廉林场,广西 钦州 535000)

摘要:以“红火球”紫薇茎段为外植体进行组培快繁试验,探讨抗褐化措施。结果表明:春季(4 月)采集 3 cm 长腋芽茎段进行预处理后,用 75%酒精灭菌 10 s,再用 0. 1%升汞灭菌 10 min,其褐化率和污染率最低,培养效果好;最佳抗褐化诱导培养基为 1/2 MS+6-BA 0. 5 mg/L+NAA 0. 1 mg/L+VC 2. 0 g/L+L-半胱氨酸 1. 5 g/L;最佳抗褐化的“一步法”壮苗生根培养基为 1/2 MS+6-BA 0. 5 mg/L+NAA 0. 2 mg/L+VC 2. 0 g/L+L-半胱氨酸 1. 5 g/L。

关键词:“红火球”紫薇;组培快繁;抗褐化;培养基;腋芽萌发

中图分类号:S793. 9;Q943. 1;S763. 1 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0044-04

引文格式:李芳菲,杨利平,刘资华,等. “红火球”紫薇组培快繁与抗褐化研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):44-47,152. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 009

LI Fangfei, YANG Liping, LIU Zihua, et al. Tissue Culture and Rapid Propagation and Anti-browning of *Lagerstroemia indica* “Dynamite”[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):44-47,152. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 009

Tissue Culture and Rapid Propagation and Anti-browning of *Lagerstroemia indica* “Dynamite”

LI Fangfei[1], YANG Liping[1], LIU Zihua[2], SHI Qun[1], CHEN Liwen[1], HE Guizheng[1], YANG Qiong[1]
(1. Qinzhou Academy of Forestry, Qinzhou, Guangxi 535099, China;
2. Guangxi State-owned Qinlian Forest Farm, Qinzhou, Guangxi 535000, China)

Abstract: The stem segments of *Lagerstroemia indica* “Dynamite” were used as explants for tissue culture and rapid propagation to study the anti-browning measures. The results showed that the stem segments of 3 cm axillary buds collected in spring (April) were pretreated, sterilized with 75% alcohol for 10 s and then with 0. 1% mercuric chloride for 10 min, which had the lowestbrowning rate and pollution rate and the good culture effect; the best anti-browning induction medium was 1/2 MS+6-BA 0. 5 mg/L+NAA 0. 1 mg/L+VC 2. 0 g/L+L-cysteine 1. 5 g/L; the culture medium for strong seedlings and rooting of the best “one-step” anti-browning method was 1/2 MS+6-BA 0. 5 mg/L+NAA 0. 2 mg/L+VC 2. 0 g/L+L-cysteine 1. 5 g/L.

Key words: *Lagerstroemia indica* “Dynamite”; tissue culture and rapid propagation; anti-browning; culture medium; axillary bud germination

收稿日期:2020-10-28.
基金项目:广西钦州市科学研究与技术开发计划项目(201616803).
第一作者:李芳菲(1980—),女,广西西林人,工程师. 主要从事植物组培及种苗繁育研究. Email:lfangfei@ 163. com
责任作者:杨利平(1984—),女,河南许昌人,硕士,高级工程师. 主要从事植物组培及种苗繁育研究. Email:278291930@ qq. com

紫薇(*Lagerstroemia indica* Linn.)属千屈菜科紫薇属落叶灌木或小乔木,其树杆被微微触动,枝梢就颤动不已,故又名痒痒树[1]。紫薇树姿优美,花多绚丽,在夏季开花,花期长,抗逆性和滞尘能力强,对空气中的二氧化硫、氟化氢及氮气等具有较强的吸附能力,并具有药用价值,是集观赏、环境保护、药用于一体的木本花卉树种[2-3]。曾有诗句赞美紫薇:“谁道花无红百日,紫薇长放半年花”、“独占芳菲当夏景,不将颜色托春风”。“红火球”紫薇是从美国引进的优良新品,花期 6—9 月,头状花序,花色鲜红艳丽,远看犹如一团团火球,呈现花团锦簇之盛况;具有耐旱、耐低温、抗病性强、可多次开花等优良性状[4],观赏价值高,有重要的研究和推广价值,应用前景广阔。

我国于 2004 年首次从美国引进“红火球”紫薇,随后,一些专家和学者开展了不同的研究。但对“红火球”紫薇繁殖研究局限于播种、扦插和嫁接等[5-6]。通过种子建立再生体系后代容易产生变异,因此不宜采用播种育苗的方式繁殖杂交品种[7];扦插、嫁接等繁殖速度慢,不能满足市场需求。组培快繁技术能保持繁殖材料及新植株的优良种性,且繁殖速度快,繁殖系数高[8],进行“红火球”紫薇组培快繁技术研究具有重要意义及应用前景。而“红火球”紫薇内含酚类物质较多,在组织培养中容易出现褐化现象,特别是初代培养时外植体褐化严重,能否克服褐化问题是组培成功与否的关键。本研究以“红火球”紫薇茎段为外植体进行组培快繁,旨在建立其无菌体系和探索抗褐化最佳配方,为“红火球”紫薇的规模化繁育和工厂化生产提供良好技术保障。

1 试验材料

以“红火球”紫薇当年生半木质化嫩枝茎段为试验材料,茎段采自广西钦州市林业科学研究所紫薇园的健壮母株。

2 试验方法

2.1 外植体预处理及消毒

在天气晴朗时,采集当年生健壮、半木质化的“红火球”紫薇嫩枝,去掉叶片(保留 2~4 mm 长的叶柄基部),剪成约 3 cm 左右带腋芽的茎段,用自来水冲洗,在 1%洗洁精溶液中浸泡 5 min,用软毛刷轻轻刷洗茎段表面,再用自来水冲洗干净。将预处理好的外植体置于超净工作台上,按试验设计方案进行消毒。本试验选择 75%酒精和 0.1%升汞两种常规消毒剂,采用两种消毒方式(0.1%升汞、75%酒精+0.1%升汞),其中 75%酒精消毒时间为 10 s,0.1%升汞消毒时间分别为 6、8、10、12 min。然后用无菌水冲洗 4~5 次,剪掉外植体两端切口,接种到 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L 培养基上。每瓶接种 1 个茎段,每个处理接种 10 瓶,重复 3 次,每 3 d 观察一次,10 d 后统计褐化率和污染率。

2.2 无菌芽诱导

采用上述试验筛选出的最佳消毒方法进一步进行试验。分别于 4、6、9 月 3 个不同时间段取材,剪取不同长度茎段(1、2、3、4 cm)接种到 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L 培养基中,每瓶接种 1 个茎段,每个处理接种 10 瓶,重复 3 次,每 3 d 观察一次,15 d 后统计褐化率、污染率、腋芽萌发率。

在 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L 培养基上设计不同无机盐浓度(1/2 MS、MS)、不同添加物(L-半胱氨酸 1.5 g/L、VC 2.0 g/L、AC 0.2 g/L),深入探索抗褐化最佳配方。每瓶接种 1 个茎段,每个处理接种 10 瓶,重复 3 次,每 3 d 观察一次,30 d 后统计褐化率、腋芽萌发率、生长情况。

2.3 增殖和生根培养

从上述试验中筛选出最优培养基 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L+VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L,分别添加不同浓度的生长调节剂 6-BA(0.3、0.5、1.0、1.5 mg/L)、NAA(0.1、0.2 mg/L)。选取长势一致且健壮的无菌芽,切取长度为 2~3 cm 的茎段(带 2~3 个芽)接种到培养基上,每瓶接种 3 个茎段,每个处理接种 10 瓶,重复 3 次,每 7 d 观察一次,45 d 后统计增殖、生根情况。

2.3.1 培养基配置

以 MS 培养基为基础,设计不同浓度的大量元素、生长调节剂以及其他添加物。诱导、增殖培养基均添加 0.38%琼脂粉、3%蔗糖,pH 5.6。分装后的培养基在 121 ℃高压灭菌锅灭菌 20 min,静置冷却备用。

2.3.2 培养条件

培养室温度保持在(25±2)℃:空气湿度为 70%~80%,光照强度为 1 500~3 000 lx,光照时间为 12 h/d。

3 结果与分析

3.1 不同消毒组合及消毒时间对外植体抗褐化及灭菌效果的影响

不同消毒组合、消毒时间对“红火球”紫薇外植

体抗褐化及灭菌效果影响很大,而且 8 个消毒处理的褐化率均较高(表 1)。

表 1　不同消毒组合及消毒时间对外植体抗褐化及灭菌效果的影响

Tab. 1　Effects of different disinfection combinations and disinfection time on anti-browning and sterilization of explants

处理	消毒组合	消毒时间	褐化率 /%	污染率 /%
1	0.1%升汞	6 min	63.3	33.3
2	0.1%升汞	8 min	78.0	26.9
3	0.1%升汞	10 min	75.7	16.7
4	0.1%升汞	12 min	90.4	10.2
5	75%酒精+0.1%升汞	10 s+6 min	60.6	30.5
6	75%酒精+0.1%升汞	10 s+8 min	70.4	20.4
7	75%酒精+0.1%升汞	10 s+10 min	73.3	10.0
8	75%酒精+0.1%升汞	10 s+12 min	90.0	6.6

注:褐化及污染数有交叉。

由表 1 可知,相同条件下,随着消毒时间的增加,外植体的褐化率逐渐升高,污染率则逐渐降低,而且主要是霉菌和细菌污染。用 0.1%升汞消毒 12 min 时,褐化最严重,褐化率达 90.4%。采用 75%酒精消毒 10 s,再用 0.1%升汞消毒 10 min 时,褐化较轻,褐化率为 73.3%,污染也较轻,污染率为 10%。因此处理 7 是“红火球”紫薇外植体的最佳消毒方法。

3.2 不同取材时间及不同茎段长度对抗褐化及腋芽萌发的影响

取材时间对褐化率、污染率、萌发率都有极显著的影响。炎热夏季(6 月)采集的外植体木质化程度高,内含酚类物质、内生菌、表面污染物均较多,因此,褐化率、污染率均相对较高,其次是秋季(9 月)。春季(4 月) 气温相对较低,有利于抗褐化,而且半木质化嫩枝生长时间较短,内含酚类物质、内生菌、表面污染物均较少,因此褐化率、污染率相对较低,但萌发率相对较高。可见,春季(4 月)采集腋芽茎段培养效果最理想(表 2)。

选择适宜的外植体长度是组织培养是否成功的重要环节之一。从表 2 可以看出,在同一时间段采集的外植体,其褐化率随着茎段长度的增加而逐渐降低,萌发率则逐渐升高。但当茎段长度达到 4 cm 时,由于受高污染率的影响,萌发率降低。可见,外植体茎段不宜太短或太长,最适宜长度为 2~3 cm。

表 2　不同取材时间及不同茎段长度对抗褐化及腋芽萌发的影响

Tab. 2　Effects of different sampling time and different stem length on anti-browning and axillary bud germination

处理	取材时间	茎段 /cm	褐化率 /%	污染率 /%	萌发率 /%
1	春季(4 月)	1	90.0	23.3	20.0
2	春季(4 月)	2	78.7	20.0	40.5
3	春季(4 月)	3	73.3	10.0	46.8
4	春季(4 月)	4	75.0	40.2	43.5
5	夏季(6 月)	1	100.0	36.9	0.0
6	夏季(6 月)	2	93.3	30.0	16.7
7	夏季(6 月)	3	86.4	26.7	50.0
8	夏季(6 月)	4	85.0	69.1	32.6
9	秋季(9 月)	1	93.3	26.8	10.0
10	秋季(9 月)	2	87.5	20.0	26.7
11	秋季(9 月)	3	80.0	18.1	36.7
12	秋季(9 月)	4	78.0	66.3	24.5

注:褐化、污染及萌发数有交叉(下同)。

经过综合比较,春季(4 月)采集“红火球”紫薇 3 cm 长腋芽茎段培养效果最好。

3.3 不同无机盐浓度及添加物组合对抗褐化及腋芽萌发的影响

不同无机盐浓度及添加物组合对抗褐化及腋芽萌发的影响结果见表 3。

由表 3 可知,吸附剂、抗氧化剂均能不同程度地抑制外植体褐化。吸附剂、抗氧化剂的抗褐化效果依次为:VC>L-半胱氨酸>AC。但添加物组合使用比单独使用抗褐效果更好,当添加物组合为 VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L 时,抗褐效果最好,褐化率为 50.2%。

1/2 MS 与 MS 培养基均是添加吸附剂、抗氧化剂后抗褐化效果更好,特别在较低浓度的 1/2 MS 中,褐化率更低。实验结果表明,低浓度无机盐有利于抗褐化。当无机盐浓度为 1/2 MS 而添加物组合为 VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L 时,褐化率低至 50.2%,萌发率高达 66.6%,无菌芽长势好。因此,“红火球”紫薇诱导抗褐化最佳配方为 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L+VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L。

表 3　不同无机盐浓度及添加物组合对抗褐化及腋芽萌发的影响

Tab. 3　Effects of different inorganic salt concentrations and additive combinations on anti-browning and axillary bud germination

处理	无机盐	添加物组合 /g · L^{-1}	褐化率 /%	萌发率 /%	长势
1	1/2MS	对照	75.7	46.8	较强壮
2	1/2 MS	VC 2.0	56.7	56.7	较强壮
3	1/2 MS	AC 0.2	63.5	50.0	较弱
4	1/2 MS	L-半胱氨酸 1.5	60.0	53.3	较强壮
5	1/2 MS	VC 2.0+L-半胱氨酸 1.5	50.2	66.6	强壮
6	1/2 MS	AC 0.5+L-半胱氨酸 1.5	54.9	63.5	强壮
7	MS	对照	86.7	46.9	较强壮
8	MS	VC 2.0	60.4	52.0	较强壮
9	MS	AC 0.2	68.2	49.9	弱
10	MS	L-半胱氨酸 1.5	60.5	50.5	较弱
11	MS	VC 2.0+L-半胱氨酸 1.5	53.3	60.0	强壮
12	MS	AC 0.5+L-半胱氨酸 1.5	56.7	58.9	较强壮

3.4 不同生长调节剂及浓度组合对增殖及生根的影响

生长调节剂的种类、浓度及其组合是影响“红火球”紫薇继代增殖的关键因素。生长调节剂浓度太低对增殖作用不明显,浓度太高则抑制不定芽的生长。6-BA 浓度为 0.3 mg/L 且与浓度为 0.1 mg/L 的 NAA 配比时,不定芽增殖系数较低,植株纤弱;6-BA 浓度升高至 1.5 mg/L 且与浓度为 0.1 mg/L 的 NAA 配比时,不定芽的生长受到抑制,植株矮小,部分叶片变黑,部分幼苗褐化,出现死亡现象;当 6-BA 浓度为 0.5 mg/L 且与浓度为 0.2 mg/L 的 NAA 配比时,增殖系数高,植株健壮,长势佳(表 4)。

表 4　不同生长调节剂及浓度组合对增殖和生根的影响

Tab. 4　Effects of different growth regulators and concentration combinations on proliferation and rooting

处理	6-BA /mg · L^{-1}	NAA /mg · L^{-1}	增殖系数	苗高 /cm	生根率 /%	生根数 /条
1	0.3	0.1	3.1	3.0	95.6	4.0
2	0.5	0.1	4.0	4.2	97.2	4.5
3	0.5	0.2	4.2	4.3	99.7	4.7
4	1.0	0.1	3.5	4.6	90.1	3.9
5	1.5	0.1	2.8	4.0	80.5	3.0

不定芽在培养基 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L+VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L 中能“一步”成苗,而且长势好,芽增殖系数为 4.2,苗高为 4.3 cm,生根率为 99.7%。综合考虑,确定 1/2 MS + 6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L+VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L 为“红火球”紫薇最佳抗褐化的“一步法”壮苗生根培养基。

4 结论与讨论

1)“红火球”紫薇内含酚类物质较多,接种外植体易发生褐变,有效控制褐变是其组培快繁的关键技术。外植体变褐主要是由伤口处分泌的酚类化合物引起。被切割的外植体在灭菌、接种后,切面细胞中酚类物质被氧化成有毒醌类物质,致使切面迅速变成棕褐色或暗褐色,这些褐色物会逐渐扩散到培养基中,抑制细胞内其他酶的活性,毒害整个外植体组织[9]。

2)对外植体进行消毒处理是抗褐化、防污染的重要手段。该试验中,将外植体进行预处理后,用 75%酒精灭菌 10 s,再用 0.1%升汞灭菌 10 min 为最佳消毒方法。

3)外植体采集的时间、茎段大小对抗褐化及腋芽萌发的影响很大。春季(4 月)气温相对较低,有利于抗褐化,而且半木质嫩枝生长时间较短,内含酚类物质、内生菌、表面污染物均较少,所以,此时采集腋芽茎段培养效果最好。为降低褐化率,应剪取较长腋芽茎段。茎段太短小,相对伤口面积(伤口面积/茎段长度)就越大,组织内部代谢平衡受到干扰的程度越大,褐化率就越高[10]。但茎段过长时,内生菌及表面污染物多,难以彻底灭菌,容易污染。试验表明,“红火球”紫薇腋芽茎段长度约 3 cm 最适宜。

4)降低无机盐浓度、调整生长调节剂的种类及其浓度、在培养基中添加抗氧化剂和吸附剂等,均能有效防止褐化。试验结果表明,最佳抗褐化诱导培养基为 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L+VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L;最佳抗褐化的“一步法”壮苗生根培养基为 1/2 MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L+VC 2.0 g/L+L-半胱氨酸 1.5 g/L。

5)用“一步法”组培快繁“红火球”紫薇,芽增殖系数为 4.2,苗高为 4.3 cm,生根率为 99.7%,能缩短成苗周期,节约成本,是“红火球”紫薇规模化繁育和工厂化生产的可行方法。

(下转第 152 页)

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 010

半日花属片段化居群的遗传现状及保护启示

苏志豪[1],卓 立[2],姜小龙[3],公延明[1]
(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所干旱区生物地理与生物资源重点实验室,新疆 乌鲁木齐 830011;
2. 新疆师范大学图书馆,新疆 乌鲁木齐 830011; 3. 中南林业科技大学林木遗传育种实验室,湖南 长沙 410004)

摘要:利用 ITS 序列及叶绿体微卫星对我国西北荒漠半日花属所有自然居群进行遗传结构分析。研究结果表明:半日花属新疆地区的居群与内蒙古地区的居群之间发生了显著的遗传分化;在各自地区内,居群间也发生了显著的遗传分化。分析其遗传分化的原因可知:早更新世气候变化使半日花属两地区间居群呈间断化分布,地区间基因流中断,导致地区间的遗传分化;半日花产种率低,居群生境呈破碎化,存在多重地理障碍,自身传播能力有限,限制地区内居群间基因流;半日花属居群规模很小,小居群的遗传漂变与近交效应加剧地区内居群间的遗传分化。根据研究结果,提出加大宣传力度,对天然居群进行人工复壮,构建核心种质资源等保护建议。

关键词:半日花属;居群;遗传结构;叶绿体卫星;遗传变异;新疆地区;内蒙古地区

中图分类号:S793. 9;S718. 542;S718. 46;Q76 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0048-06

引文格式:苏志豪,卓立,姜小龙,等. 半日花属片段化居群的遗传现状及保护启示[J]. 林业调查规划,2021,46(4):48-53. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 010

SU Zhihao, ZHUO Li, JIANG Xiaolong, et al. Genetic Status and Conservation Implications of Fragmented Populations of *Helianthemum*[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):48-53. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 010

Genetic Status and Conservation Implications of Fragmented Populations of *Helianthemum*

SU Zhihao[1], ZHUO Li[2], JIANG Xiaolong[3], GONG Yanming[1]
(1. Key Laboratory of Biogeography and Bioresource in Arid Land, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2. Library of Xinjiang Normal University, Urumqi 830011, China; 3. Laboratory of Forestry Genetics, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: This paper investigated the genetic structure across the whole distribution range of *Helianthemum* in northwestern desert of China using ITS sequence and chloroplast SSRs. The results showed that there was strong genetic divergence between Xinjiang region and Inner Mongolia region in *Helianthemum*; there was a significant genetic divergence between the populations in Xinjiang regionand Inner Mongolia region respectively. This paper speculated that the climate change during the early Pleistocene resulted in the discontinuous distribution of the populations and the interruption of gene flow, leading to genetic divergence between the two regions; the low seed production rate, fragmented habitat, multiple geographical barriers and limited self transmission capacity limited gene flow among populations; the genetic drift and inbreed-

收稿日期:2020-10-30.
基金项目:新疆维吾尔自治区天山青年计划"优秀青年科技人才培养项目"(2018Q036).
第一作者:苏志豪(1981-),男,湖北随县人,博士,副研究员. 从事植物遗传保育研究工作. Email:suzh@ ms. xjb. ac. cn

ing effect of small populations aggravated the genetic divergence among populations in the region.

Key words: *Helianthemum*; population; genetic structure; chloroplast SSRs; genetic divergence; Xinjiang region; Inner Mongolia region

半日花属(*Helianthemum*)为半日花科旱生小灌木,是古地中海植物区系孑遗种,其主要分布于新疆伊犁河谷的伊宁、巩留、特克斯、博乐等地,在内蒙古主要分布于鄂尔多斯西部的桌子山山麓地区。半日花属呈岛状残遗分布,主要生长于海拔 1 000~1 400 m 的荒漠石质残丘坡地上,株高 10~15 cm,丛幅大约 20 cm,结构紧密,呈灰绿色团状,具有较高的园艺观赏价值,在西北地区常用作庭园栽培观赏植物,并且能适应极度干旱生境,也是用于干旱草原和砾质荒漠防风固沙的优良物种[4]。据早期植物志记载,分布于内蒙古的半日花和新疆的半日花被视为同一种(*Helianthemum songaricum* Schrenk)[1]。赵一之等根据染色体数目以花的外部形态、花粉形态的差异将分布于内蒙古的半日花居群独立成为一个新种——鄂尔多斯半日花(*Helianthemum ordosicum* Y. Z. Zhao, Z. Y. Zhu, et R. Cao),并认为内蒙古的鄂尔多斯半日花是由准噶尔半日花(*H. songaricum*)进化衍化而来[2]。本文前期用叶绿体测序,验证了新疆伊犁地区与内蒙古地区的半日花居群存在显著的遗传分歧,研究结果支持赵一之先生等人将内蒙古半日花(*H. ordosicum*)独立成新种鄂尔多斯半日花的观点[3]。

半日花属目前分布面积十分狭小,由于开矿、樵采、放牧等人类活动过度干扰,导致其生境极度破碎化,居群数量急剧减少,生长发育和繁殖受到限制,实生苗日趋减少,天然更新日趋恶化[5]。半日花属已被列入中国生物多样性保护行动计划植物种优先保护名录,为国家二级保护植物[6]。如果不采取积极有效的保护措施,很有可能造成这一优良防风固沙物种遗传多样性及遗传种质的迅速丢失,致使其难以适应未来气候环境变化,使种群从目前的渐危逐步走向灭绝。濒危植物有效的保护措施以准确的系统学分类以及掌握遗传学基本信息为前提。由于前期使用叶绿体基因片段数量少,获得的变异位点数量有限,对于半日花属下物种的遗传特征并未准确掌握,且半日花属系统分类缺乏核 DNA 数据,因此,半日花属的分类及遗传特征的研究需要结合更多的叶绿体信息位点、核基因位点来进一步进行阐述。叶绿体微卫星(cpSSRs)技术实验结果多态性高,稳定可靠,重复性好,广泛应用于居群遗传学研究中[7-9],结合双亲遗传的核 DNA 标记,将会为物种进化历程的研究提供更多遗传学信息[10]。本文用叶绿体微卫星及 ITS 序列研究半日花属遗传结构,探讨分布于内蒙古西鄂尔多斯的半日花居群是否代表新的分类单元 *H. ordosicum* 以及半日花属下两个种的遗传结构现状,以期为半日花属遗传保护提供启示。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究根据标本馆标本信息记载(Chines Virtual Herbarium)、科研报告、科研论文,2010—2014 年搜集了半日花属在新疆伊犁河谷、准噶尔盆地及内蒙古西鄂尔多斯的分布信息,共采集到半日花属 15 个居群,其中伊犁河谷 8 个(1~8),准噶尔盆地博乐 1 个(9),内蒙古西鄂尔多斯 6 个(表 1,图 1)。

表 1　半日花属居群采集地位置及遗传变异分布

Tab. 1　Sample locations and genetic divergence of *Helianthemum* populations

地区	居群编号	居群编码	单倍型种类	ITS 基因型种类
新疆	1	JMC	H1, H2	A
	2	HST	H1	A
	3	KKS	H1	A
	4	ZYC	H1	A
	5	KB	H1	A
	6	BL	H3	A
	7	LK	H3	A
	8	KLBL	H1	A
	9	BSD	H4	A
西鄂尔多斯	10	MX	H5, H6	B
	11	QLG	H5, H6	B
	12	KBQ	H5, H6, H7, H8	B
	13	QPJ	H5, H6, H9	B
	14	QLS	H5, H6	B
	15	HN	H5, H6	B

注:居群编码为居群名称简称。

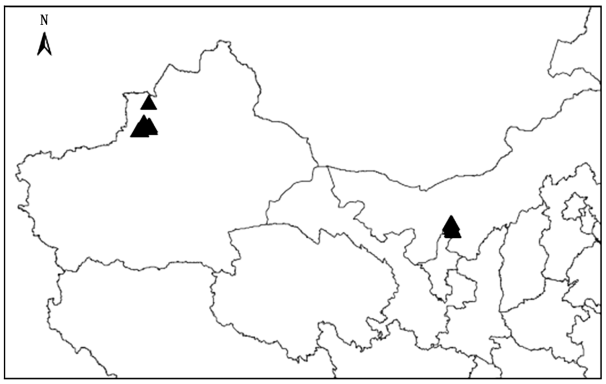


图 1　半日花属居群采集地位置分布

Fig. 1　Distribution of sample locations of *Helianthemum* populations

野外采集点的经纬度、海拔高度用 GPS 定位仪记录。每个植株个体采集新鲜叶片,用硅胶保存,存 4 ℃冰箱保存备用。

1.2 研究方法

本实验叶片 DNA 的提取采用改进的 2×CTAB 法[11]。提取到的总 DNA 纯度与浓度用紫外分光光度计检测。叶绿体微卫星引物参考 Soubani 等发表的半日花属 3 个叶绿体微卫星多态性引物 mtrnSf-trnGr,mtrnL2-trnF 和 mtrnL5-trnL3[12],ITS2 序列参考 Sun 等研究所用引物[13]。本实验 PCR 体系为 25 μL,其中包括 25 ng DNA 模板,1.5 mmol/L $MgCl_2$,0.2 mmol/L dNTPs,10 mmol/L Tris-HCl,50 mmol/L KCl,0.5 unit Taq 酶,5 μmol/L 双向引物。叶绿体微卫星 PCR 反应程序如下:95 ℃ 4 min;30 个循环(92 ℃ 45 s,57 ℃ 45 s,72 ℃ 1 min);72 ℃延伸 10 min;ITS2 序列 PCR 反应程序如下:94 ℃ 5 min;35 个循环(94 ℃ 30 s,52 ℃ 45 s,72 ℃ 1 min);72 ℃延伸 8 min。PCR 反应在 PTC-100 DNA 上进行。叶绿体微卫星 PCR 产物在测序仪 ABI 3730XL 上分离,片段大小在软件 Geneious 7.0[14]上分析;ITS2 序列用 SEQUENCHER 4.8 (Gene Codes, Ann Arbor, MI, USA)编辑,用 CLUSTALW 软件排列[15],手工校正。

1.3 数据分析

对于每个叶绿体卫星引物所得到片段,按大小排列并组合得到最终单倍型变异。成对居群间遗传距离(F_{ST})用软件 GenAlEx 6.5 计算[16]。根据此遗传距离,进行分子方差分析,计算遗传变异在居群内以及居群间的分配比例,采用 10 000 次置换进行显著性检验[16]。利用居群成对遗传距离,在软件 MEGA 6 中用 UPGMA 法构建居群间亲缘关系树状图[17]。

2 结果与分析

2.1 等位基因和 ITS 序列分析

3 个叶绿体微卫星标记共检出 13 个多态信息位点,其中 mtrnSf-trnGr 3 个信息位点(133,134,135),mtrnL2-trnF 4 个信息位点(219,222,223,224),mtrnL5-trnL3 6 个信息位点(238,239,240,242,243,244)。将信息位点组合起来,154 个个体共得到 9 个单倍型(H1~H9)。ITS2 序列排列后长度为 449 bp,在 173 bp 处发现一个替代信息位点(G/T),在 15 个居群 116 个个体中,共有两个核基因型(A 和 B)被检测出。

2.2 遗传变异地理分布

半日花属 9 个单倍型中,H1~H4 只分布于新疆地区,H5~H9 只分布于内蒙古地区。在新疆地区 9 个居群中,单倍型 H1 广布于其中的 6 个居群,分别是居群 JMC,HST,KKS,ZYC,KB,KLBL;单倍型 H2 只分布于居群 JMC 中;单倍型 H3 分布于伊犁河谷的居群 LK 以及河谷北部的居群 BL;单倍型 H4 只分布于伊犁河谷的居群 BSD。在内蒙古西鄂尔多斯 6 个居群中,单倍型 H5、H6 广布于所有的居群,单倍型 H7、H8 只分布于居群 KBQ,单倍型 H9 只分布于居群 QPJ。核基因型 A 只分布于新疆地区,核基因型 B 只分布于内蒙古西鄂尔多斯高原(图 2)。

2.3 遗传结构

在 UPGMA 树中,半日花属居群分为两个大分支,新疆的居群聚为一支,内蒙古的居群聚为一支。新疆的 9 个居群被分为两大分支:分支 1 包括居群 HST,KKS,ZYC,KB,KLBL,JMC;分支 2 由两个内在分支构成,一个包括居群 BL 和 LK,另一个包括居群 BSD。内蒙古的居群也被分为两大分支,一支为 KBQ,另一支为 QPJ,HN,QLS,MX,QLG(图 3)。

分子方差分析表明,半日花属 79%($p<0.001$)的遗传变异发生于群体间,只有 21%的遗传变异发生于居群内部;将所有居群按地理区域划分,67%的遗传变异发生于地区间;在新疆地区,93%的遗传变异发生于居群间;在内蒙古地区,22%的遗传变异发生于居群间(图 4)。

3 讨论

3.1 新疆地区与内蒙古地区半日花居群的遗传分歧

核基因型与叶绿体单倍型数据均表明,新疆地区的半日花居群与内蒙古地区的半日花居群发生了

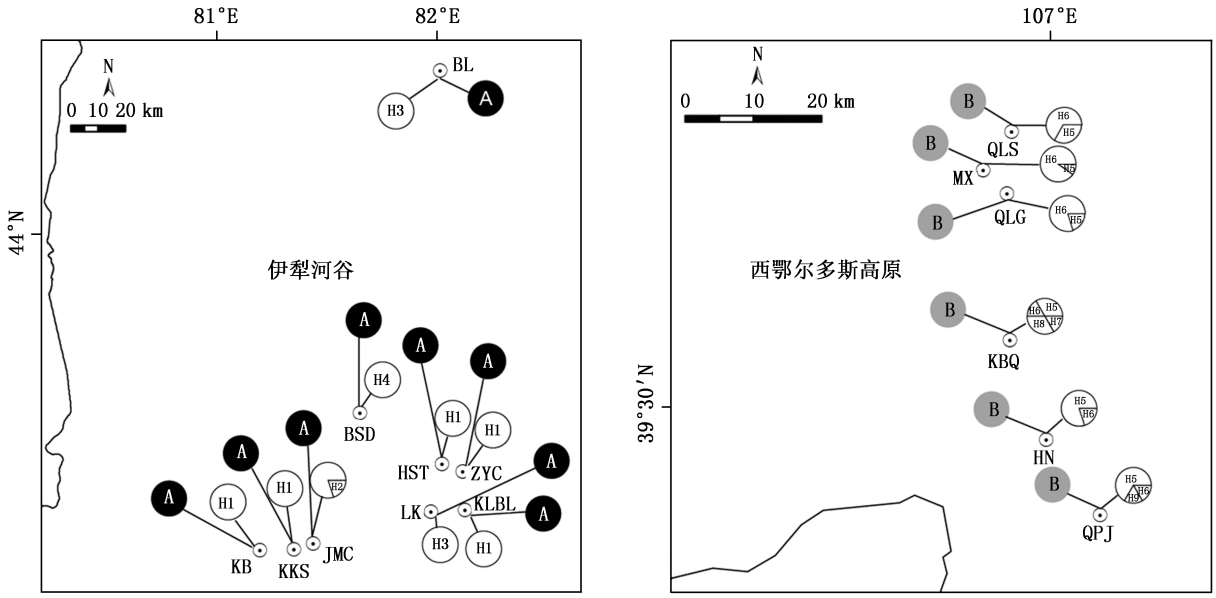


图 2　半日花属叶绿体单倍型及核基因型地理分布

Fig. 2　Distribution of chloroplast haplotypes and nuclear genotypes of *Helianthemum*

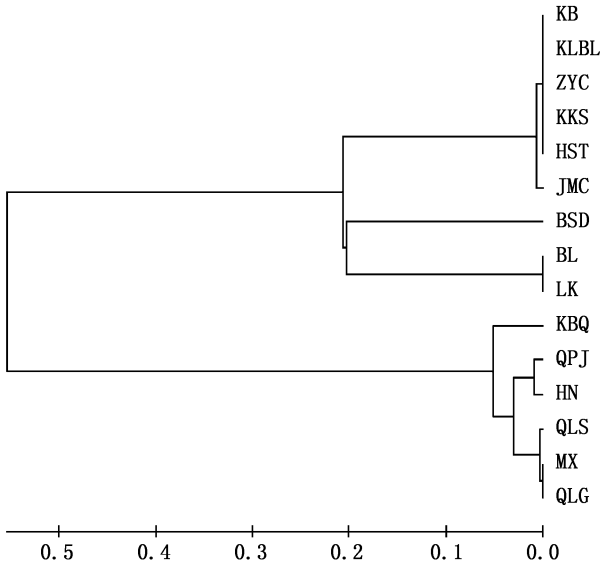


图 3　UPGMA 法构建的半日花属居群亲缘关系

Fig. 3　Phylogenetic relationships of *Helianthemum* populations constructed by UPGMA

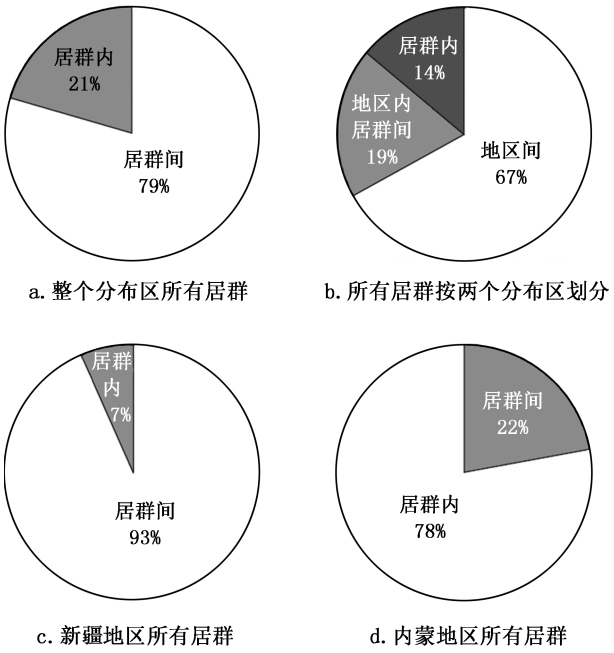


图 4　半日花属分子方差分析

Fig. 4　Analysis of molecular variance for *Helianthemum*

明显的遗传分歧。半日花属内两个区分明显的血统分支澄清了长期以来半日花属下分类模糊的问题,支持赵一之先生等人的将内蒙古半日花居群独立成新种鄂尔多斯半日花的观点。在早第三纪,我国西北荒漠地区地形、气候与现今相比,区别很大。古地中海植物区系的一些物种,如半日花,可能沿着古地中海遗迹,经河西走廊,扩散到阿拉善荒漠[18-19]。在晚第三纪,伴随青藏高原的隆起,西北地区气候变得干旱[20-21]。进入第四纪,北半球冰川开始发育,寒冷气候在 0.6~0.8 Ma 到达极点[22]。在气候剧烈变化过程中,西北地区很多植物物种正在逐渐灭绝消失[25]。气候的剧变可能使得分布于河西走廊的半日花居群灭绝,导致半日花居群在新疆、内蒙古地区呈间断分布。半日花单倍型网状图可以支持这一

假设,图中新疆、内蒙古两地区单倍型由若干个缺失单倍型相联结。半日花居群在河西走廊地区的缺失造成两地区的基因流中断。此外,两地区虽同属西部干旱区,但气候差异明显。伊犁河谷同中亚相联结,气候与中亚相似,夏季炎热干旱,冬季温和湿润,而内蒙古西鄂尔多斯属典型荒漠干旱气候[23]。两地区不同气候可能孕育不同的遗传变异,可能是其显著遗传差异的另一重要因素。

3.2 半日花属遗传结构

叶绿体微卫星数据表明准噶尔半日花居群间发生了显著的遗传分歧,鄂尔多斯半日花居群间也发生了一定程度的遗传分歧。分子方差、居群亲缘关系 UPGMA 树也支持两物种种下居群间的遗传分歧。居群亲缘关系 UPGMA 树均表明,准噶尔半日花居群 BL,LK 和 BSD 显著地区别于该地区其他居群;鄂尔多斯半日花居群 KBQ 显著地区别于该地区其他居群。新疆、内蒙地区半日花属下物种显著的遗传分歧与多重因素相关。(1)半日花产种率低。在胚和胚乳的发育过程中存在多种异常现象。例如,有些发育正常胚乳找不到胚;有些胚在多细胞原胚阶段后停止分化;大多数胚珠没有授精;正常发育胚珠少,使得产种率极低从而传播能力十分有限[24]。此外,在干旱的气候条件下,半日花种子萌发率很低[24-25]。(2)半日花居群生境呈破碎化。伊犁河谷被不同走向的山脉分为大小不等河谷[26],准噶尔半日花居群分布于不同的河谷之中;同样,鄂尔多斯半日花居群也分布于桌子山不同的山谷中。山谷间的地理障碍,加上有限的种子传播能力,限制了半日花居群间的基因流,增加了居群之间的遗传分歧。(3)准噶尔半日花与鄂尔多斯半日花居群都为小居群,小居群也能影响居群的遗传结构。小居群易于发生遗传漂变,近交几率增加。近交会显著降低居群的杂合度[27],遗传漂变使得等位基因流失[28],居群的等位基因构成发生变化,使得居群间出现明显的遗传分歧。

3.3 半日花属遗传保护的启示

生境片段化是众多陆地生态系统植物面临的严峻生存考验[29]。生境片段化降低了植物遗传多样性水平及其对自然选择的适应能力,有导致植物灭绝的风险[29]。本研究发现,片段化生境已导致半日花居群遗传多样性降低,应及时对其进行保护,据此提出以下保护策略:(1)由于半日花残遗居群及个体都非常少,对其所有分布区、所有居群、个体都应加以保护;(2)加大宣传力度,防止人为活动如过度放牧、樵采对天然居群的危害,建立相关自然保护区保护其自然生境;(3)对天然居群进行人工复壮,对于小居群,可以搜集原居群种子,育苗后移植到原居群以扩大其规模,对于适应生长但已灭绝的生境,还应在附近居群搜集种子,培育种苗,重建恢复间断居群间的基因流;(4)构建核心种质资源,使其种质具有最大遗传代表性,并选择合适地点,建立种质资源圃,对其居群进行迁地保护。

参考文献:

[1] 李锡文. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1990.

[2] 赵一之,曹瑞,朱宗元. 半日花属一新种[J]. 植物分类学报,2000,38(3):294-296.

[3] SU Z H,ZHANG M L,SANDERSON S C. Chloroplast phylogeography of Helianthemum songaricum (Cistaceae) from northwestern China:implications for preservation of genetic diversity[J]. Conservation Genetics, 2011, 12(6):1525-1537.

[4] 李新荣. 我国珍稀荒漠灌木半日花的适宜气候生态引种的研究[J]. 生态学杂志,1998,17(2):16-19.

[5] 高天鹏,张勇,晋玲,等. 珍稀濒危植物半日花研究进展[J]. 中国沙漠,2006,26(2):312-316.

[6] 陶玲,李新荣,刘新民,等. 中国珍稀濒危荒漠植物保护等级的定量研究[J]. 林业科学,2001,37(1):52-57.

[7] EBERT D,PEAKALL R. Chloroplast simple sequence repeats (cpSSRs):Technical resources and recommendations for expanding cpSSR discovery and applications to a wide array of plant species[J]. Molecular Ecology,2009,9:673-690.

[8] VENDRAMIN G G,LELLI L,ROSSI P,et al. A set of primers for the amplification of 20 chloroplast microsatellites in Pinaceae[J]. Molecular Ecology,1996,5(4):595-598.

[9] MORGANTE M,FELICE N,VENDRAMIN G G. Analysis of hyper-variable chloroplast microsatellites in Pinus halepensisreveals a dramatic genetic bottleneck[M]. London:Chapman and Hall,1997.

[10] LIU J Q,SUN Y S,GE X J,et al. Phylogeographic studies of plants in China:advances in the past and directions in the future[J]. Journal of Systematics and Evolution, 2012,50(3):267-275.

[11] DOYLE J J,DOYLE J L. A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues[J]. Phytochemical Bulletin,1987,19:11-15.

[12] SOUBANI E,HEDRÉN M,WIDÉN B. Phylogeography of the European rock rose *Helianthemum nummularium* (Cis-

taceae):incongruent patterns of differentiation in plastid DNA and morphology[J]. Botanical Journal of the Linnean Society,2014,176(3):311-331.

[13] SUN Y,SKINNER D Z,LIANG G H,et al. Phylogenetic analysis of Sorghum and related taxa using Internal Transcribed Spacer of nuclear ribosomal DNA[J]. Theoretical and Applied Genetics,1994,89(1):26-32.

[14] KEARSE M,MOIR R,WILSON A,et al. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data[J]. Bioinformatics,2012,28(12):1647-1649.

[15] THOMPSON J D,HIGGINS D G,GIBSON T J. Clustal-W—improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting,position-specific gap penalties and weight matrix choice[J]. Nucleic Acids Research,1994,22(22):4673-4680.

[16] PEAKALL R,SMOUSE P E. GENALEX 6:genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research[J]. Molecular Ecology Notes, 2006, 6(1): 288-295.

[17] TAMURA K,STECHER G,PETERSON D,et al. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0[J]. Molecular Biology and Evolution, 2013, 30(12): 2725-2729.

[18] CZENDA P. Flora du Sahara[M]. Paris:CHRS,1977.

[19] LIU Y X. A study on origin and formation of the Chinese desert flora[J]. Journal of Systematics and Evolution, 1995,33:131-143.

[20] ZHENG H B,POWELL C M,BUTCHER K,et al. Late Neogene Loess deposition in southern Tarim Basin:tectonic and palaeo environmental implications[J]. Tectonophysics, 2003,375:49-59.

[21] SUN J M,ZHANG L Y,DENG C L,et al. Evidence for enhanced aridity in the Tarim Basin of China since 5.3Ma[J]. Quaternary Science Reviews, 2008, 27(9): 1012-1023.

[22] WILLIAMS M A J,DUNKERLEY D L,DE DEKKER P, et al. Quaternary Environments[M]. London:Edward Arnold,1993.

[23] WALKER J W. Evolution of exine structure in pollen of primitive angiosperms[J]. American Journal of Botany, 1974,61(8):891-902.

[24] MA X P,ZHAO C L,SONG Y X. The present situation and conservation countermeasures of threatened plant *Helianthemum songaricum* Schrenk[J]. Journal of Agricultural Sciences,2007,28(1):72-75.

[25] CAO R,DUAN F Z,MA H,et al. The biodiversity and population biology of a relic species-*Helianthemum songaricum*[J]. Chinese Science Abstract,2000,6(2):220-222.

[26] ZHANG J M. Studies on the geological structures and characteristic of terrain and landform in Yili river basin[J]. Journal of Shihezi University,2006,24:442-445.

[27] SCHAAL B A,LEVERICH W J. Molecular variation in isolated plant populations[J]. Plant Species Biology, 1996,11:33-40.

[28] LYNCH M,CONERY J,BURGER R. Mutational meltdowns in sexual populations[J]. Evolution,1995, 49(6):1067-1080.

[29] YOUNG A,BOYLE T,BROWN T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants[J]. Trends in Ecology and Evolution,1996,11(10):413-418.

责任编辑：杨焌熔
校　　对：张林艳　杨焌熔

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 011

基于 GIS 空间统计诱捕法的松褐天牛种群动态和空间密度分布测定

——以湖北省远安县为例

肖正利,敬顺华,刘海玲,周 勇,陈玉萍
(远安县林业局,湖北 远安 444200)

摘要:收集湖北省远安县 2019—2020 年 2 个年度不同区域松褐天牛诱捕量数据,利用 APF-1 引诱剂对松褐天牛成虫进行诱捕与监测,采用 GIS 空间统计,引入核密度分析与克里金空间插值分析,对松褐天牛空间密度分布进行估算和可视化表达。试验结果表明,松褐天牛成虫活动期为 5 个月,时间区域为 5 月 1 日—10 月 15 日,一年只发生 1 代,成虫羽化初始期为 5 月,高峰期为 6—8 月,盛末期终于 10 月 15。高峰期受海拔影响而推迟,盛末期提前,虫口密度随降雨量增加而减少。研究区域松林范围内普遍存在松褐天牛的分布,核密度分析结果反映区域虫口密度分布聚集性特征,克里金插值结果反映虫口密度连续区域变化空间分布特征,松褐天牛在松林中的分布不同地理位置区域存在差异,虫口密度以高海拔密度低,低海拔密度高。松褐天牛具羽化周期长、区域分布不均、隐蔽性等特点,难以达到彻底防治。

关键词:松褐天牛;种群动态;空间密度;诱捕法;GIS 空间统计;核密度分析;克里金空间插值分析

中图分类号:S763. 305;S763. 38;P208;S866. 1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-3168(2021)04-0054-07

引文格式:肖正利,敬顺华,刘海玲,等. 基于 GIS 空间统计诱捕法的松褐天牛种群动态和空间密度分布测定——以湖北省远安县为例[J]. 林业调查规划,2021,46(4):54-60. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 011

XIAO Zhengli, JING Shunhua, LIU Hailing, et al. Population Dynamics and Spatial Density Distribution of *Monochamus alternatus* Based on GIS Spatial Statistics and Trapping Method——A Case Study of Yuan′an County in Hubei[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):54-60. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 011

Population Dynamics and Spatial Density Distribution of *Monochamus alternatus* Based on GIS Spatial Statistics and Trapping Method

——A Case Study of Yuan′an County in Hubei

XIAO Zhengli, JING Shunhua, LIU Hailing, ZHOU Yong, CHEN Yuping
(Yuan′an Bureau of Forestry, Yuan′an, Hubei 444200, China)

Abstract: The trapping data of *Monochamus alternatus* in different areas of Yuan′an County, Hubei Province from 2019 to 2020 were collected. The adults of *Monochamus alternatus* were trapped and monitored by APF-1 attractant andthe spatial density distribution was estimated and visualized by using GIS

收稿日期:2020-11-23.
基金项目:省级资金项目(湖北省林业有害生物防治经费项目 2019-308-001-095).
第一作者:肖正利(1984-),男,湖北武汉人,工程师. 从事森林资源调查、经营管理研究. Email:xiaozhengli011@163. com

spatial statistics, kernel density analysis and Kriging spatial interpolation analysis. The results showed that the adult activity period was 5 months from May 1 to October 15, and only one generation occurred in a year. The initial stage of adult eclosion began in May, peaked from June to August, and finally reached the peak on October 15. The peak period was delayed by altitude, the peak period was advanced, and the insect population density was decreased by the increase of rainfall. The distribution of *Monochamus alternatus* generally existed in the pine forest of the study area. The results of kernel density analysisreflectedthe aggregation characteristics of regional population density distribution, the results of Kriging interpolation reflected the characteristics of the continuous spatial distribution densities. The distribution of *Monochamus alternatus* in pine forest was different in different geographical locations, and the population density was low at high altitude and high at low altitude. The thorough prevention and control of *Monochamus alternatuswas* difficult to achieve for the characteristics oflong eclosion cycle, uneven regional distributionand concealment.

Key words: *Monochamus alternatus*; population dynamics; spatial density; trapping method; GIS spatial statistics; kernel density analysis; Kriging spatial interpolation analysis

松褐天牛是松材线虫最重要的传播媒介,监测松褐天牛种群动态和预测空间密度分布是防控松材线虫病疫情的重要举措,防治松褐天牛已成为控制松材线虫的一个方向。

松褐天牛(*Monochamus alternatus* Hope)又名松墨天牛、松天牛,属鞘翅目(Coleoptera)天牛科(Cerambycidae)沟胫天牛亚科(Laminae)墨天牛属(*Monochamus*)[1],国内几乎各地均有分布[2],由于是传播松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)的媒介昆虫,对松林造成危害,被列为森林植物检疫对象和林业有害生物[3];松褐天牛寄主广泛,国内主要寄主并造成危害为马尾松(*Pinus massoniana*),其次黑松(*Pinus thunbergii*)[4],其危害达 40 多种松属[5];在无松材线虫病疫情和疫区的松林,松褐天牛不对松林造成严重危害和导致死亡。松褐天牛幼虫主要钻蛀松枯死木,成虫主要取食树枝嫩稍,在健康的松树刻槽产卵,成活量较低。松褐天牛主要危害松林中长势衰弱木、枯死或垂死的树木、频死木和新伐倒木[6]。

松褐天牛是典型的钻蛀性害虫,生活史具有隐蔽性,成虫体色与松皮接近,具有伪装性,成虫几乎无天敌,卵和幼虫阶段的天敌主要为花绒寄甲(*Dastarcus helophoroides*)、赤眼蜂(*Trichogramma* spp.)等寄生蜂类以及啄木鸟[7-8];成虫羽化周期长,发育不整齐,不受外界环境和天敌干扰,化学药剂难以接触到虫体,成虫具有飞翔距离远的特点,其防治难度大,任何防治均不彻底。在林间对松褐天牛种群密度直接调查和掌握分布情况极为困难[9]。通过装有诱芯的诱捕器诱捕,这种方式不仅具有监测作用,同时还具有防治作用[10]。采用引诱剂试验研究,为松褐天牛的林间虫情调查提供一种方便方法。

携带松材线虫的天牛类昆虫较多,其媒介昆虫主要为松褐天牛[11],有效地控制松褐天牛是遏制松材线虫病传播蔓延的主要措施。开展松褐天牛的种群动态和密度研究,掌握其生长发育变化规律、生物学特性,进行科学防治,防止松材线虫病疫情蔓延,以期为区域松材线虫防治工作提供参考。本文以湖北省远安县为例,收集了该地不同区域 2019—2020 年 2 个年度诱捕数据,运用 GIS 空间分析,构建密度空间模型,估算密度分布,为松材线虫病疫情除治提供科学参考。

1 研究区概况

研究区域湖北省远安县(30°53′08.1″~31°22′34″N,111°14′34.5″~111°52′41″E),位于鄂西北长江中上游,系鄂西北山地向江汉平原过渡地带,全境海拔 76~1 325 m,属亚热带型大陆季风气候区,气候温和,四季分明,雨量充沛,年均降水量 1 000~1 100 mm,年均蒸发量 1 300 mm,7—8 月降水较为集中,年均温 12~16 ℃,年太阳辐射 80~107 kCal/cm^2,≥10 ℃活动积温 3 700~4 900 ℃,无霜期 210~250 d;年日照时间 1 878.5 h,年均相对湿度 78.5%。

该区域森林面积 13.87 × 10^4 hm^2,属国家天然林保护工程区范围,森林覆盖率达 76%,阔叶混交林占 67.1%,马尾松林占 26.5%,其它林分占 6.4%。马尾松是亚热带典型森林类型,松林群落在该区域

是顶级群落之一,也是天然分布最广的森林类型,马尾松林分布呈纯林和混交分布,在森林植被类型上占有一定的生态空间与分布范围。

该地 2019 年被公布为松材线虫病疫区[12],松材线虫病疫情危害造成死亡松树 12×10^4 株,2020 年度松材线虫病疫情发生范围涉及 7 个乡镇 83 个村,造成重大经济损失,疫情传播主要是通过媒介昆虫松褐天牛成虫携带松材线虫传播到健康松树。

2 研究方法

2.1 数据来源及处理

数据来源于远安县 2019—2020 年 2 个年度不同区域松褐天牛防治诱捕监测数据,每个诱捕器空间位置与诱捕量数据作为一个空间点 GIS 数据,采用空间点模式分析。采用 ArcGIS10.8、Microsoft Excel 2010、SPSS 23 软件进行空间信息图制作与统计分析。

2.2 监测材料

选用十字交叉 BF-Ⅱ型诱捕器,采用 APF-Ⅰ型高效松褐天牛成虫化学引诱剂,该引诱剂是目前我国应用较多的天牛引诱剂[13],具有较广泛的地理适应性,是用于松褐天牛种群动态监测的主要药剂。

2.3 松褐天牛种群监测方法

监测地的选取是根据松林分布以及松褐天牛传播松材线虫病疫情发生严重区域布设诱捕器,选取鸣凤镇—北门村、嫘祖镇—苟家垭村、荷花店村(两个区域为 A、B 区)天然马尾松混交林,马尾松达 8 成以上,人为干扰少。由于疫区范围大,按照约 6.67 hm^2 自然随机布设,同时兼顾监测和防治作用。A 区布设 35 个点,B 区域布设 20 个点,共计 55 个点(图 1)。

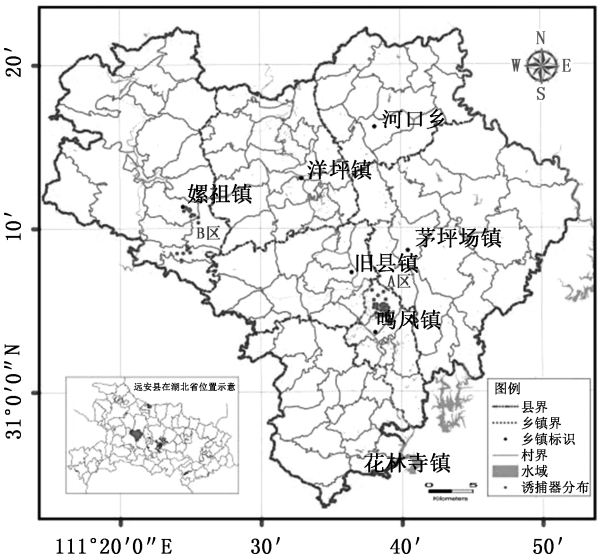


图 1　诱捕器分布

Fig. 1　Trap distribution

诱捕器挂设在周围环境条件一致的林缘及林内地势开阔区域,底部距地面高度≥2.5 m,记录诱捕器坐标点和环境因子(海拔、坡向、坡位、林型、树高、胸径、林分密度和郁闭度)。布置时间为 4—10 月,每隔 15 d 对诱捕器虫口数量进行检查记录,每月更换一次诱心,共采集 18 次,收集诱捕器虫筒内的各种昆虫,统计松褐天牛的种群数量及变化情况(表 1)。

表 1　诱捕点设置信息

Tab. 1　Trap point setting information

监测年度	监测样地	诱捕器数量/个	监测面积/hm^2	林分特征					降雨量/mm
				树种组成	健康类型	海拔/m	郁闭度	盖度/%	
2019 年	A	35	243.8	8 马尾松 2 硬阔	亚健康	720	0.75	85	1000
2020 年	B	20	148.5	8 马尾松 2 硬阔	亚健康	180	0.75	82	1600

注:8 马尾松 2 硬阔表示马尾松林分占比 8 成,硬阔树种类林分占比 2 成。

2.4 松褐天牛发生期的划分

将松褐天牛成虫活动发生期划分为羽化期、高峰期和盛末期,其中:羽化期为开始累计捕获成虫数量占总诱捕量 10%的时段;高峰期为一年中捕获松褐天牛成虫数量最多(占总诱捕量的 80%)的时段;盛末期为累计捕获成虫数量占总捕获量 90%的时段,将诱捕量与时间进行函数拟合,构建时间动态模型。

2.5 密度分析

2.5.1 核密度分析

由于松褐天牛采用诱捕器引诱捕杀起到防治作用,一定范围内自然随机布设,同时兼顾监测作用,每个诱捕器空间位置点和诱捕数量作为空间点值,

诱捕器布置具不规则性,诱捕量具不确定性;采用引入点数据分析,点密度是一定范围内点数量的统计值,是地理空间分析的重要任务[14];核密度分析用于计算要素在其周围邻域中的密度分布,是空间分析中运用广泛的非参数估计方法,广泛用于地理空间分布研究,核密度是基于研究对象本身分布特征的空间分析方法[15-16],其根据核密度估计函数将平面的二维离散点生成连续的三维表面,计算事件点在设定周围邻近空间的分布密度的过程,直观地反映点群的聚集或离散分布特征[14]。

该方法基于诱捕器位置坐标与诱捕量,计算任意区域半径范围内的密度数据值,计算公式[17]为:

$$\text{Density} = \frac{1}{(\text{radius})^2}\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{3}{\pi}\, g\ \text{pop}_i\left(1-\left(\frac{\text{dist}_i}{\text{radius}}\right)^2\right)^2\right] \quad \text{dist}_i < \text{radius} \tag{1}$$

式中,$i=1,\cdots,n$ 是输入诱捕器点位于位置(x, y)的半径距离内,包括总和中的诱捕器点; pop_i 是 i 点的 population 字段值参数(诱捕量值),dist_i 是诱捕器点 i 和位置(x, y)之间的距离。

2.5.2 克里金插值分析

克里金法被广泛用于各类观测的空间插值[18],引入克里金插值法来刻画区域诱捕量密度分布的空间特征,是通过已知的分散点数据来推算未知点的值,插值结果是一个连续的表面,在连续的面上可以找到每一个点的值;通过对地理位置监测点与诱捕量在 GIS 空间上计算出的分布密度,生成栅格图,然后对栅格图进行分析,克里金方法的插值公式为:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^{n}\lambda_i Z(x_i) \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\lambda_i = 1 \tag{3}$$

式中,$Z(x_0)$ 为 x_0 处的估计值,$Z(x_i)$ 为 x_i 处的属性值;λ_i 为克里金权重系数,n 点(诱捕器)个数。

2.5.3 核密度值与克里金插值等级面积计算

具体方法为先对栅格图层进行高斯投影,设置单位为 m, 运用工具箱(Arc Tool box)模块—重分类(Reclassify)工具计算,将连续栅格数据转换为离散栅格数据,然后使用以表格显示分区几何统计(Zonal Geome try As Table)工具,以像素单位计算得出不同等级的栅格面积。

3 结果与分析

3.1 数据分布分析

对诱捕器监测数据样本利用 SPSS 软件进行 Kolmogorov-Smirnov(K-S)、X^2、T 检验,K-S 检验结果: $p>0.05$,样本值服从正态分布,样本数据符合自然随机规律;X^2 检验结果: $p<0.05$。两组监测总体样本存在显著性差异;T 检验结果: $p<0.05$,监测值样本均值存在显著性差异;数据样本分析表明,两组数据样本无明显关联性特征。

3.2 松褐天牛种群监测结果

监测 2019—2020 年 2 个年度松褐天牛发生情况,于当年 4 月 1 日布设诱捕器,自 4 月 10 日—10 月 8 日进行连续观察监测,直至诱捕和观察不到为止。共计捕获松褐天牛成虫 3 911 只(表 2),其中:A 区域 20 个诱捕器捕获 1 973 只,B 区域 35 个诱捕器捕获 1 938 只,雌雄性别综合比为 162.66%,受气候和海拔因素影响,两个监测区诱捕量存在差异,高峰期在 6—8 月,诱捕量为 3 150 只,两个区域分别占比 88.1%和 73.1%;综合占比 80.6%(表 2)。

3.3 松褐天牛发生数量及动态分析

松褐天牛成虫诱捕量随时间变化规律见图 2。

由图 2 分析可知,松褐天牛成虫整个活动期较长,羽化初期始见于 5 月上旬,并开始频繁活动,高峰期于 6—8 月,成虫补充营养并开始交配、产卵集中期,主要活动集中在高峰期,之后种群数量迅速减少,盛末期终于 10 月中旬,后期便再诱捕不到松褐天牛成虫,成虫整个活动期为 5 个月。松褐天牛成虫活动数量数据模型拟合曲线多元回归方程决定系数 R^2 分别为 0.912 和 0.730,观测值的拟合优度较好,能对实际观测的数值进行相关模拟预测,诱捕量

表 2　野外诱捕结果

Tab. 2　Field trapping results

年度	引诱期	监测区域	监测数量/只			性别比/%	高峰期(6—8 月)	
			总数	雄	雌		诱捕量/只	占比/%
2019 年	4 —10 月	A	1973	1241	732	169.5	1442	88.1
2020 年	4 —10 月	B	1938	1181	757	156.0	1708	73.1
小计			3911	2422	1489	162.7	3150	80.6

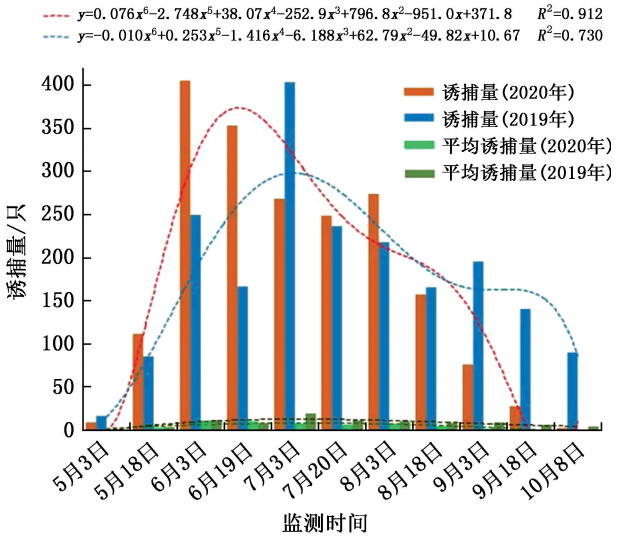


图 2　松褐天牛成虫诱捕量变化规律

Fig. 2　Variation of trapping amount of adults of *Monochamus alternatus*

值呈一个时间段高峰曲线谷,可确定松褐天牛在该区域一年发生 1 代。2020 年(A 区域)高峰值比 2019 年(B 区域)在时间上提前近 15 d,盛末期推迟 15 d,这与区域海拔高度存在关联,海拔高的区域高峰期延迟,盛末期提前;2020 年度,该地降雨比 2015 年增加 0.5 倍,雨季时间长,拟合曲线有所波动,应与气候降雨存在关联,平均诱捕量曲线图数据接近,波动不大;两个不同区域除诱捕数量上存在差异,其种群活动动态变化趋势大体一致。

3.4 松褐天牛种群密度分布分析

3.4.1 核密度分析

运用核密度工具(Kernal Density)完成点数据的核密度估算,采用自然断点法将诱捕量核密度估算值划分为 9 个等级,设定距离阈值搜索,搜索范围为外切点矩形;由于核密度估算值结果受搜索半径距离影响,半径值越小,核密度图所显示的信息越详细,但整体特征不明显,反之,半径值越大,核密度图概括程度越高,通过多次设定不同距离阈值发现,距离半径 $R=1$ km 时,涵盖所有点,效果最为理想;增大半径不会使计算密度值发生很大变化,更能包含更多的点,但计算密度时点数将除以更大的面积,大半径的主要影响是计算密度时需要包括所有点(图 3,表 3)。

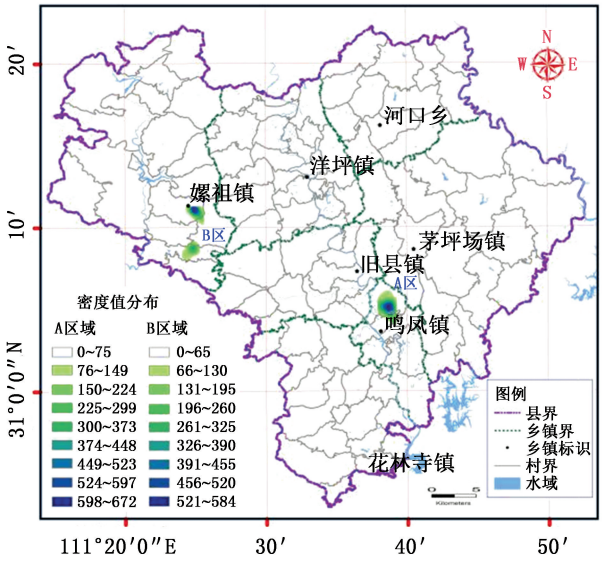


图 3　监测数据核密度分布

Fig. 3　Kernel density distribution of monitoring data

表 3　核密度值克里金插值密度面积等级

Tab. 3　Area and grade of Kernel density and Kriging interpolation

核密度/克里金插值	A 区域核密度值分布			B 区域核密度值分布			A 区域克里金插值分布			B 区域克里金插值分布		
	等级值	面积/hm^2	密度/(只·hm^{-2})	等级值	面积/hm^2	密度/(只·hm^{-2})	等级值	面积/hm^2	密度/(只·hm^{-2})	等级值	面积/hm^2	密度/(只·hm^{-2})
1	65	–	–	75	–	–	45	–	–	45	–	–
2	130	54.00	2	149	51.13	3	50	41.50	1	56	0.27	207
3	195	33.42	6	224	27.13	8	55	36.19	2	66	8.23	8
4	260	38.00	7	299	22.81	13	60	33.81	2	77	45.00	2
5	325	25.33	13	373	17.00	22	65	52.38	1	87	23.62	4
6	390	19.67	20	448	7.75	58	70	22.56	3	98	16.38	6
7	455	15.75	29	523	6.00	87	75	9.50	8	108	26.62	4
8	520	13.50	39	597	6.13	97	80	2.38	34	119	14.27	8
9	584	11.67	50	672	5.25	128	85	1.00	85	129	10.12	13
小计		211.34			143.20			199.32			145.99	

由图 3、表 3 分析可知,核密度图显示中间密度值高,呈向周围逐渐降低的趋势,诱捕器布设密集度较高区域的密度值较大;两个区域核密度估算等级值分布区间在 75~672 和 65~584,密度均值区间在(2~50)只/hm^2 和(3~128)只/hm^2,受区域海拔影响存在差异,诱捕量总体呈现核心不均衡分布,等级密度差异较大,高密度区分布在低海拔。核密度反映诱捕量聚集状况,核密度数值越大,说明虫口在该区域越分布聚集。试验发现,诱捕器布置密度较高的区域诱捕量大,诱捕器布设密度与诱捕量存在关联,在核密度图中得到了验证。

3.4.2 克里金插值分析

运用克里金插值工具(kriging)对诱捕量数据进行制图,采用自然间断分级法将数据栅格图分成 9 个等级比较插值结果(图 4),所生成外切点矩形密度分布空间特征,从整体上看,克里金插值趋势结果区间波动较大,反映出不同等级连续区域变化空间密度特征,A、B 区域密度等级值区间分别为 40~85 和 35~129,密度均值区间分别为(1~85)只/hm^2 和(2~207)只/hm^2(表 3)。克里金插值能大致反映不同区域诱捕量间密度分布特征,A 区域海拔低,密度分布较高,海拔低区域分布密度较高。

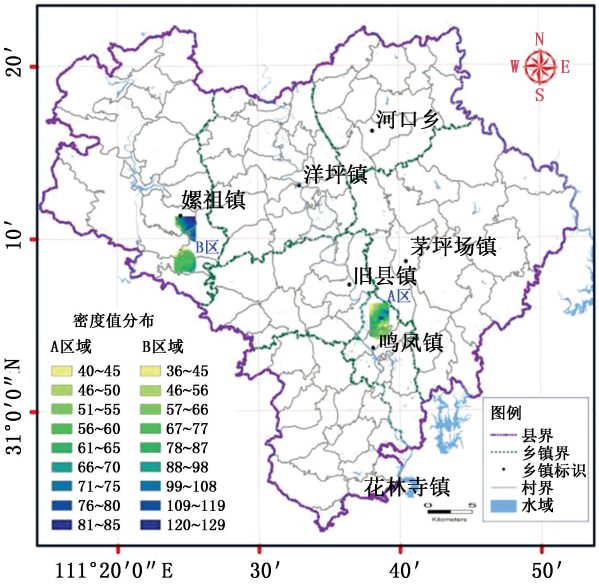


图 4　监测数据克里金插值结果

Fig. 4　Kriging interpolation results of monitoring data

3.4.3 核密度值与克里金插值结果比较

核密度值与克里金插值用于估算密度分布时,理论上两种方法估算密度值栅格图范围和对应等级基本一致或接近。

从图 3、图 4,表 3 分析可知,核密度结果反映两个区域聚集性均值虫口密度分布区间为(2~50)只/hm^2 和(3~128)只/hm^2,克里金插值结果反映虫口密度连续区域变化空间分布特征,虫口密度均值区间为(1~85)只/hm^2 和(2~207)只/hm^2,两者之间虽范围接近,但密度等级数据之间存在差异,无关联性,表达的两种趋向值,其结果表明,松褐天牛成虫在松林的活动分布在不同地理位置存在明显差异,松林范围内普遍存在松褐天牛分布,其防治难度更加困难;产生分布密度差异的相关因素应与海拔、气候、降雨量、坡向、树种组成息息相关。诱捕器诱捕过程中也存在遗漏,加之诱捕器布设密度过大、诱剂扩散等因素,两个年度不同区域诱捕量受环境因子影响不同,该估算值应为基础密度值,应在估算值上限以上。

4 结论与讨论

以远安县为例,运用诱捕监测方法,研究松褐天牛种群动态和空间密度分布,对松材线虫病疫情监测、根除、遏制和管理至关重要;通过在林间挂设诱捕器诱捕,不仅能降低成虫的虫口密度和松材线虫携带传播,还减少了对松林的潜在危害;由于对松褐天牛采用诱捕防治方法并兼顾监测,诱捕器布设带有随机性,诱捕器布设面积过大、诱剂扩散等因素,加之松褐天牛活动与海拔、气候、降雨量、树种组成等具有相关性,对监测结果影响较大,该研究方法是一项重要数据的处理和科学分析技术手段,研究结果表明:

1)该区域松褐天牛羽化期在林间活动始于 5 月上旬,终于 10 月中下旬,成虫活动期约为 5 个月,时间区域为 5 月 1 日—10 月 15 日;诱捕量值呈现一个时间段高峰曲线谷,松褐天牛在该区域一年只发生 1 代;成虫羽化初始期始见于 5 月,高峰期为 6—8 月,之后种群数量迅速减少,盛末期终于 10 月中旬,后期便诱捕不到松褐天牛成虫,高峰期受海拔影响而推迟 15 d,盛末期提前 15 d。

2)该区域松林范围内普遍存在松褐天牛的分布,核密度值与克里金插值验证松褐天牛在松林中的分布与不同地理位置存在差异,其防治难度更加困难;与气候、海拔、高程、坡向、树种组成等的相关性有待继续研究。核密度分析估算了两个区域聚集

性均值虫口密度分布特征,克里金插值结果反映虫口密度连续区域变化空间分布特征,密度等级数据之间存在差异,无关联性,表达两种趋向值;两个区域高海拔虫口密度低,低海拔虫口密度高;2020 年该区域高峰期雨季时间长,降雨量大,虫口活动受降雨量增加影响而减小,虫口诱捕量少,影响虫口密度测定结果。

3)松褐天牛因携带了松材线虫造成疫情传播,危害了松林,其防治从天敌、物理、化学、以及人工技术方面做了大量研究,防治技术上呈现多样化;松褐天牛具飞翔能力,具有分布面广、生活史具隐蔽性且羽化周期长等特点,造成了防治上的难度,防治成本高,目前任何一种防治方法防治效果均不彻底。

4)松褐天牛在松材线虫病疫情中是一个至关重要的中间环节,其以松树为寄主,脱离寄主植物,在自然条件下很难存活;松褐天牛携带松材线虫传播能将松林尽毁,从稳定的森林生态系统角度来考虑,建立阔叶林系统,加以人工干扰等措施,将马尾松纯林演替为针阔混交林、阔叶林,自然条件下使松褐天牛不再造成对松林的危害。松材线虫以天牛为媒介,天牛虫口密度的增加,促进了松材线虫的携带扩散,通过减少松褐天牛虫口密度,除治带病松木,有助于防止松材线虫病疫情的扩散传播。

参考文献:

[1] 李成德. 森林昆虫学[M]. 北京:中国林业出版社,2004.

[2] 洪霓,高必达. 植物病害检疫学[M]. 北京:科学出版社, 2005:246-248.

[3] 宁眺,方宇凌,汤坚,等. 松材线虫及其关键传媒墨天牛的研究进展[J]. 昆虫知识,2004(2):97-104.

[4] 国家林业和草原局森林和草原病虫害防治总站,南京林业大学. 中国松材线虫病的发生规律与防治技术[M]. 北京:中国林业出版社,2019.

[5] 朱克恭,杨君宝. 中国松材线虫病的流行与治理[M]. 北京:中国林业出版社,1995.

[6] 曹金亮. 松墨天牛种群动态与不同健康马尾松林分的关系[J]. 生物灾害科学,2014,37(2): 129-133.

[7] 张彦龙,唐艳龙,王小艺,等. 天牛卵寄生蜂研究进展及应用前景[J]. 林业科学研究,2020,33(4):169-176.

[8] 朱诚棋,王博,沈婧,等. 松墨天牛综合防治进展[J]. 中国植保导刊,2017,37(2):19-24.

[9] 卢桦,陈元生,罗致迪,等. 松褐天牛在松材线虫病病死树上的垂直分布规律[J]. 福建农业学报,2019,34(2):229-234.

[10] 刘郁林,林世滔,宋墩福,等. 基于 GIS 和地统计的章贡区松褐天牛的监测预警研究[J]. 中国植保导刊,2020,40(1):40-47.

[11] 周娇,赵莉蔺,禹海英,等. 媒介天牛对入侵生物松材线虫的免疫机制研究[C]//第五届全国入侵生物学大会——入侵生物与生态安全.

[12] 国家林业和草原局政府网. 国家林业和草原局公告(2019 年第 4 号). 2019 年松材线虫病疫区[EB/OL]. [2019-02-01]. http://www.forestry.gov.cn/main/3457/20190424/162731641935736.html.

[13] 王宏勋,王军辉,杨云波,等. 3 种引诱剂对松褐天牛诱捕效果的比较[J]. 林业调查规划,2015,40(3):36-38.

[14] 饶加旺,马荣华. 改进核密度估计的空间点密度算法[J/OL]. 计算机工程与应用:1-8.

[15] MARIBETH P. ArcGIS 地理信息系统教程(第 5 版)[M]. 李玉龙,译. 北京:电子工业出版社, 2012.

[16] 汤国安. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社, 2008.

[17] ESRI:GIS 制图软件和空间分析[EB/OL]. [2020-11-08]. https://www.esri.com/zh-cn/home.

[18] 李海涛,邵泽东. 空间插值分析算法综述[J]. 计算机系统应用,2019,28(7):1-8.

责任编辑: 许易琦
校　　对: 张林艳　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 012

森林火灾中“爆燃”研究综述

张文文[1],王秋华[1],徐伟恒[2],闫想想[1],龙腾腾[1],魏建珩[1],高仲亮[1]
(1. 西南林业大学土木工程学院/云南省森林灾害预警与控制重点实验室,云南 昆明 650224;
2. 西南林业大学大数据与智能工程学院/林业生态大数据国家林业与草原局重点实验室,云南 昆明 650224)

摘要:森林火灾中的“爆燃”是极端火行为的一种,受多种因素驱动,具有突发性和偶然性,危险性极大,对灭火人员的生命安全构成严重威胁,影响到森林财产和人身安全。基于国内外森林火灾中爆燃相关研究进展和历年森林火灾爆燃案例,探讨森林火灾“爆燃”特征,揭示森林火灾爆燃形成机制、规律。提出加强预警监测,建设防火工程,提高管理效率等森林火灾爆燃的应对策略。从安全防范、火环境测定、爆燃机制以及提高林火蔓延速率及火行为预测准确度等角度展望森林火灾爆燃未来研究方向。

关键词:森林火灾;爆燃;火行为;燃烧强度;蔓延速率;预警监测

中图分类号:S762. 1 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0061-06

引文格式:张文文,王秋华,徐伟恒,等. 森林火灾中“爆燃”研究综述[J]. 林业调查规划,2021,46(4):61-66,114. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 012

ZHANG Wenwen, WANG Qiuhua, XU Weiheng, et al. Review on “Deflagration” in Forest Fire[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(4): 61-66, 114. doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 012

Review on “Deflagration” in Forest Fire

ZHANG Wenwen[1], WANG Qiuhua[1], XU Weiheng[2], YAN Xiangxiang[1], LONG Tengteng[1], WEI Jianheng[1], GAO Zhongliang[1]
(1. Faculty of Civil Engineering, Southwest Forestry University/Yunnan Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Kunming 650224, China; 2 College of Big Data and Intelligent Engineering, Southwest Forestry University / Key Laboratory of State Forestry and Grassland Administration on Forest and Ecological Big Data, Kunming 650224, China)

Abstract: “Deflagration” in forest fire is an extreme fire behavior, driven by many factors, which is sudden and accidental, with great risk and poses a serious threat to the life safety of fire fighters and affects the safety of forest property. Based on the relevant research progress of forest fire deflagration at home and abroad and cases of forest fire deflagration over the years, this paper discussed the characteristics, formation mechanism and law of forest fire deflagration, and put forward countermeasures such as strengthening early warning and monitoring, building fire prevention projects and improving management efficiency. The future research direction of forest fire deflagration was prospected from the perspectives of safety prevention, fire environment measurement, deflagration mechanism, improving the spread rate of forest fire and the accuracy of fire behavior prediction.

收稿日期:2020-09-02.

基金项目:国家自然科学基金(31960318、31660210);云南省农业联合面上项目(2018FG001-055)和云南省教育厅科学研究基金(2020Y0382、2019Y0145).

第一作者:张文文(1994-),女,河南周口人,硕士研究生. 主要从事森林防火研究. Email:zww819794389@163. com

责任作者:王秋华(1978-),男,福建长汀人,教授. 主要从事森林防火教学与科研. Email:qhwang2010@swfu. edu. cn

Key words: forest fire; deflagration; fire behavior; combustion intensity; spread rate; early warning and monitoring

尽管气候变化,尤其全球变暖明显,但退耕还林、天然林保护工程等已见成效,森林可燃物载量持续增加,加之西南林区特殊地形地貌、气象和火源特征等因素,极易发生极端火行为[1]。其中,爆燃现象危害严重。凉山州木里县2019年"3·30"森林火灾,扑火人员在转场途中突遇林火爆燃,遇难30人[2]。1987年大兴安岭林区"5·6"特大森林火灾也曾有爆炸式燃烧现象发生[3]。2010年,四川省道孚县山地灌丛草原大火也是典型的爆燃火,造成正在处理余火的22名扑救队员遇难。西班牙ADAI消防实验室研究人员认为爆燃行为是峡谷地区林地火灾的典型特征[4]。林火爆燃通常指爆炸性或喷发性火灾[5]。舒立福[6]认为山火在蔓延过程中遇到复杂地形、丰富可燃物或大风充分供氧条件下,可能会产生爆燃火。杨光[7]认为爆燃是火燃烧过程中的特殊形式,即其林火行为由常态向极端发展变化需要一定的时间。张志强[5]认为爆燃发生在火灾熄灭阶段(阴燃阶段),此时如遇流动空气,峡谷地形可能会发生爆燃火。Viegas[8]等在实验尺度上证实了火势在开放峡谷中的蔓延十分迅速,认为是爆发性的。在森林大火中,爆燃火虽然比例非常小,但其火行为表现极其狂烈,破坏性极大、损失严重、救助极为困难。此外,林火爆燃涉及植被、燃烧学、气象学等诸多理论,不确定性多,不易展开模拟实验。现阶段,在世界范围内,对于爆燃这样大尺度极端火现象的研究投入还不够,其形成机理、蔓延过程等研究鲜见,预防与扑灭问题尚在攻关。

1 "爆燃"火行为规律特征

1.1 以动力燃烧为主兼容扩散燃烧,烟雾浓度高

爆燃指火灾在蔓延过程中,爆炸式的、以动力燃烧为主兼容扩散燃烧的燃烧现象。固体可燃物的扩散燃烧反应机制与常规林火相同,整个反应速度受燃料分子与氧化剂分子间的扩散速度所限,缺氧情况下的燃烧会产生大量可燃气体。在爆燃火触发的瞬间,动力燃烧占据主导地位,整个反应速度受爆燃过程中所产生的高温和气流驱动固体可燃物的扩散速度限制。在爆燃火形成后,火区处于高温缺氧状态,产生大量CO气体,这些气体在运动过程中与空气相遇,变为非均质混合气体,可使处于动力燃烧的非均质混合气体得到补充,因而会出现动力燃烧与扩散燃烧的互促现象。但由于动力燃烧反应速度极快,当主要的可燃混合气供应不足时,爆燃现象就会消失,所以动力燃烧与扩散燃烧不会长期出现共促现象。

林火发生爆燃时会出现多股烟雾(烟粒和雾滴),其主要是由燃烧产生的固体微粒炭、微小液滴和气体(蒸气)的混合物,此外还夹有森林可燃物的小碎片。爆燃瞬间,热气团克服表面吸引力,进而破裂,其产生的巨大能量将大颗粒碳块被粉碎并卷入上空。从传质角度来看,爆燃过程中发生对流传质与扩散传质,气体质点在热对流条件下不断运动、混合,将烟雾由地面带到高空,并随着气流扩散,这使得烟雾浓度高且范围大。传质时的复杂流动形成了一个强烈扰动带和混合区,使得对其动力学的行为无法进行定量描述[9]。

1.2 热交换能量高,具有突发性和偶然性

森林火灾的一个重要特征就是产生大量的热,森林火灾爆燃瞬间温度可达1 000℃以上发生。火灾发生时,火区烟流主要以对流柱、飞火、火星雨、火旋风等形式在可燃物附近和燃烧区域以外进行着热量的传递与交换。爆燃火的发生主要以不同尺度的可燃非均质混合气体燃烧为主,热交换形式具有随机性,与混合气团的容积尺度等特征有关。爆燃火进行热交换时能量巨大。

爆燃火的动力燃烧现象决定了其突发性。动力燃烧状态下,爆燃火发展迅速并释放大量能量,所以在宏观上爆燃火是突发的。从爆燃火的形成过程来看,在爆燃火发生前出现了缺氧燃烧并产生了大量可燃混合气体,只有这些混合气体的数量和浓度达到可燃下限,火场的高温或火源引燃可燃气团时才会发生爆燃火。从火灾发生条件来看,爆燃火的形成因素不是单一的,需要特殊的可燃物、极端天气、复杂地形条件等因素的综合作用。所以爆燃火的发生具有偶然性。

1.3 燃烧强度大且蔓延速度快

林火爆燃行为是一个自激过程,爆燃火本身引起的对流会对燃烧区产生反馈,从而改变其特性,火灾蔓延急剧增加,导致火灾失控[8]。爆燃火可能发生在陡坡和峡谷中,风因子对爆燃火也有影响。受地形加速、环境风加速效应,爆燃火燃烧强度大、蔓

延速度高。Coen[10]等将数值天气预报模型与火灾行为模块双向耦合,模型(CAWFE)验证了大气条件、燃料特性和地形坡度决定了火灾蔓延速度和方向,火释放的热量反过来影响附近的风,特别是产生火风。大气的不稳定性也会对风场分布产生重大影响,从而影响到燃烧速度,此外,大气的不稳定程度有助于对流柱的发展,增进了火烧强度[11]。

Clark[12]等在研究火灾与大气的相互作用过程中,耦合分析了 Clark-Hall 大气预测模型与火灾燃烧模型,表明火灾释放的热量与气体进入大气,引起火场区域空气强烈流动,空气的流动反过来进一步影响火灾的蔓延速率和方向。高坡度地形下火焰两侧气流不均匀,火焰两侧的压差使火焰偏离竖直方向,向上坡面附着,大大加强火前方向上上坡面对流传热,提升林火蔓延速度,火头冲击式快速向前蔓延,其蔓延速度大大超过了常规林火蔓延[13]。

2 “爆燃”形成机制

可燃物、火源、气象构成森林燃烧三要素。爆燃火的形成非常复杂,关联于森林有效可燃物、干旱条件、风速和大气的不稳定性等[14]。爆燃主要取决 4 个条件的“串联”作用。有效可燃物对于火行为是一个关键因子,发生森林爆燃火必须积累足够的有效可燃物,且可燃物含水率低、易燃烧。有效可燃物增加对火强度的影响常常增长很快,其原因之一就是对流交换的能量所致[25]。地形地势是间接的生态因子,在陡坡、窄谷、窄山脊线、葫芦峪、鞍部或破碎地形处的林火会受到地形影响,产生气流变化,热分解产生大量高浓度可燃气体,突遇大风补充大量氧气便产生爆燃(图 1)。

2.1 气体燃烧

爆燃火的实质就是非均质混合气体燃烧,属于一种化学爆炸行为[16]。在炎热的天气下,在夏天或火灾来临时,植物会释放出挥发性有机化合物,温度越高,挥发性有机化合物的排放量就越大。在特定的条件下(主要是地形、气象和大气),可燃气体在适当区域聚集,因此,非均质混合气体的浓度可能会达到爆炸下限,在与火接触时触发爆燃。基于火灾本身产生的对流,当火势在斜坡上蔓延时会产生吸入现象,为火势提供氧气。火焰越倾斜,速度越快,需要更多的氧气,从而诱导流动[17]。此外,林火通过辐射或对流向腐殖层进行热传递,加热过程中腐殖质层会产生氢、一氧化碳、甲醇以及甲烷等低级烃及其含氧衍生物等气体和蒸汽,风带来热浪,可燃物

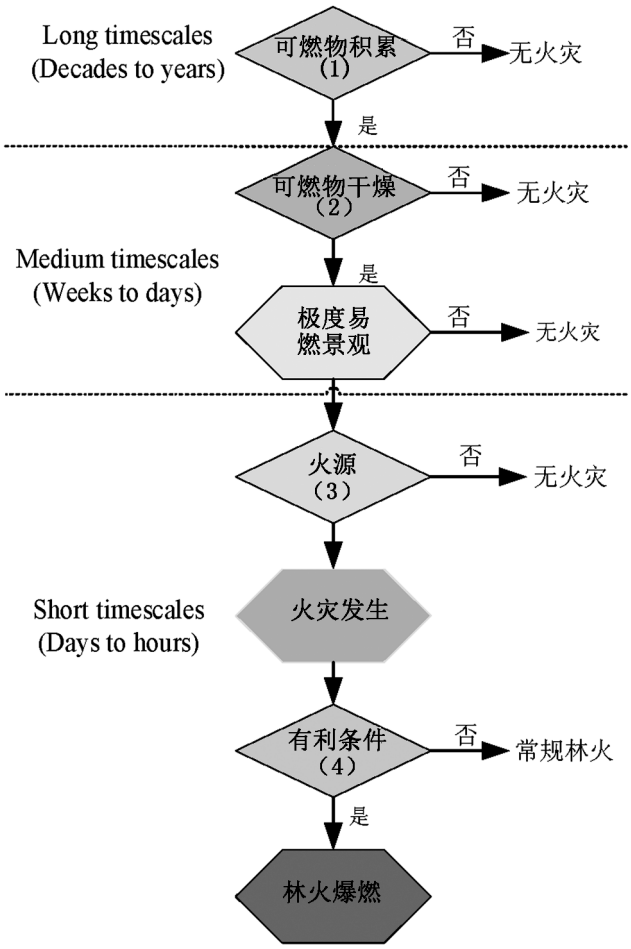


图 1　林火爆燃的驱动因素

Fig. 1　Driving factors of forest fire deflagration

达到一定燃点时也会发生爆炸。

2.2 爆发性

火焰在峡谷内的传播可能具有爆发性的火灾行为。当火焰锋面相当快地到达峡谷内,火点在厚的可燃物内部逐渐侵燃,消耗大量的氧气,使得火点附近氧含量降低,不完全燃烧产生大量的 CO 和挥发性物质。Viegas[18]等构建了一个描述火锋与周围空气对流相互作用的理论模型,用以解释林火爆燃现象。Chetehouna[19]等基于热化学假说,通过峡谷中积累的迷迭香属植物生物挥发性有机化合物加热,用经验关联式计算了这些组分的理论可燃极限,结果表明,排放的生物挥发性有机物可导致森林火灾加速。在复杂地形影响下,可燃气体被不断积累。当火区氧气含量突然升高,燃烧状态由扩散燃烧转变为动力燃烧,可燃物燃烧更加剧烈,燃烧产生大量的热和气态物质,达到爆炸浓度下限,瞬间形成破坏性极大的爆燃[20]。

2.3 要素耦合

爆燃火耦合包括:(1)气体对流作用,两火线相互吸引,形成对流传热,火羽流引起的火灾(Plume-driven fires)是最危险和最不可预测的火灾类型,由火灾产生的对流驱动,对流上升,在地表产生气流,可能导致大规模的定点和迅速且不稳定的火灾蔓延[21]。(2)在山谷中的原始森林,枯枝落叶常年积累,地表可燃物复杂,同时受持续高温、干旱影响,山地中可燃物的结构、组成、分布均发生了变化。(3)高山峡谷地带地形复杂,火的传播与地形风以及在白天和晚上发生在斜坡内的不同的热降温作用相结合,火灾跟随盛行风的方向,并于山区山脊方向相互作用,风力驱动的火灾会在高强度下燃烧,因为增加了通气(强制对流),火灾会迅速传播。(4)大气的不稳定性常常伴随着热湍流,可引起极端火行为。冷锋过境是造成大气不稳定的一个重要因素。

3 森林火灾中“爆燃”应对策略

3.1 加强预警监测

充分利用物联网、大数据、云计算等现代化技术手段,科学预测森林火险等级,实现森林火灾立体化监测。利用PID影响事件演算技术设计基于数学公式的相应温度等级的序列报警生成系统,对森林火灾发生温度的判别进行分析,帮助管理人员监测火灾发生情况,特别是在敏感的森林地区,如灌木丛、草地等[22]。对于模块化结构的森林火灾监测系统,可根据火灾严重程度设置由低到高的报警模式,其中感知模块对烟气、温度、光等快速传感器进行综合监控,有效提高报警成功率[23]。基于开放式WebGIS标准的标准化系统,通过FireGIS系统集成,对火灾前、火灾和火灾后活动非常重要的详细区域地图绘制,适用于各种森林火灾活动并且可以在微位置尺度(特定地点)上动态预测森林火灾风险指数[24]。

建设综合森林防火信息网,大幅提升森林防火信息感知、信息传输、信息处理和信息应用4种能力,实现森林防火应用数据互联互通、共享共用,实现国家、省、市、县各级指挥中心信息联通[21]。及时发布预警信息,采取超常规思路,提前防范部署,确保火情早发现、早处置[25]。基于三维技术构建真实的三维场景,实现信息一体化[26]。

3.2 建设防火工程

从防范体系到应急机制,建立森林防火立体防护网[27]。运用自然资源和人工设施建设立体防护网,合理利用森林周围的景观廊道,将林区优势充分体现出来,提高森林防火能力[28]。结合林区优势,构建封闭式林火阻隔网,加强防火阻隔带的维护和建设,可以更好地减弱火势,切断火源,降低爆燃火产生概率[29]。

绿色防火带是控制火灾的基础设施且在阻断火焰辐射和外部火源、保护当地水土、维护当地生态等方面具有明显的优势。生物防火林带具有降低气温、提高空气相对湿度的作用[30],通过降低火灾强度、降低火灾蔓延过程中的传热效率,最终导致火灾蔓延终止,进而切断爆燃火形成的有利条件[31]。

3.3 提高管理效率

未来的森林火灾态势更为严峻,必须充分发挥中国特色应急管理体制优势,坚持预防为主、防灭结合、高效扑救的方针,明确应急管理和林草部门职责分工,形成强大合力,把制度优势转化为森林与草原火灾治理效能[32-33]。西南地区是少数民族聚居区,有彝族、藏族、纳西族等多个世居少数民族[34],他们有自己的火文化和用火习惯,需要重视森林火源管理,不得携带火种进入森林,还需要对村民进行火灾防范教育,宣传森林防火工作要点。

可燃物管理的主要目标是减少可燃物的火行为和火效应[35]。在制定可燃物管理策略时,要充分考虑可燃物类型之间相互作用及其在不同类型火情中的火行为差异,建立全国可燃物分类标准和体系,制作全国火险区划[36-37]。Costa[38]等率先提出了根据火灾类型管理野火的概念。综合考虑地区所有因素(火历史、入侵植物、受威胁和濒危物种、人类发展、文化遗址等),允许以火防火,充分发挥火的生态价值,让火重新进入生态系统[39-40]。面对爆燃火这种超出可控火范围的极端火,需对扑救策略进行修订,改变扑救战术,制定全面的林火行政管理科学构架[41]。

3.4 保证人员安全

近年来,爆燃火事件的发生率不断上升,人员安全威胁越来越大,必须为消防人员制定具体的消防安全程序并开发新防护装备以免遭爆燃火伤害[42]。Ustinov[43]等提出“水玻璃-石墨微粒”复合材料的组成及生产工艺,研究了防火复合材料在被保护表面上的应用方法。Viegas[44]等认为利用防火玻璃纤维织物和外部铝层反射入射辐射热并结合洒水系统,在一定程度上可紧急保护消防员的安全。张广骏[46]等认为应用Repast S进行复杂系统知识融合

的建模,可使得树木、林火、消防员三者在二纬林地网格(grid)空间中交互,保障人员安全。

扑灭森林大火是一个立体化的协作过程(图2)。扑火人员应做好应急防护工作,以间接扑救为主,直接扑救为辅,空中力量为主,地面力量为辅,减少扑火人员与火直接接触,避免人员伤亡。扑火前勘察火场,全面掌握火场周围地形、扑火时天气、当地植被等条件。预先设定安全区,严密关注火场情况[46]。建立基于火行为模型的区域联防扑救指挥系统,形成专业化的林火扑救指挥体系。

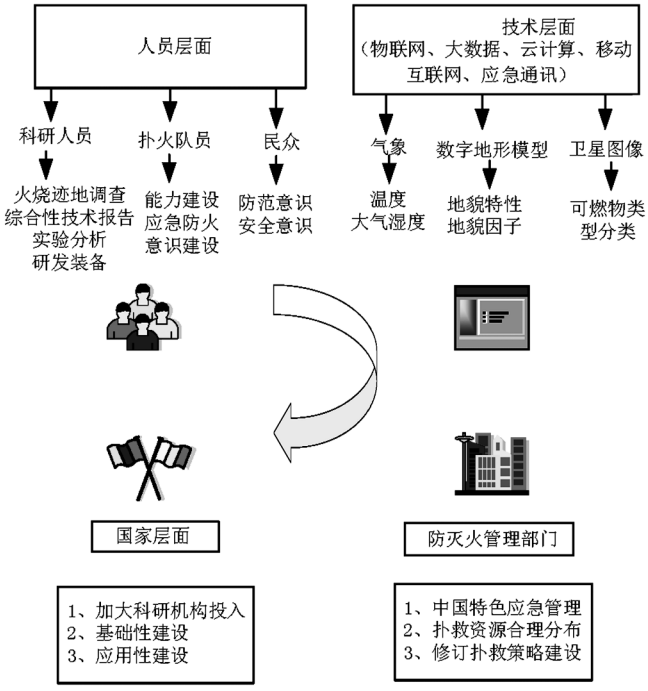


图 2　4 个层面的爆燃应对策略

Fig. 2　Deflagration coping strategies at four levels

4 研究展望

近年来,爆燃火研究已从外观现象的描述逐步向引起爆燃火发生的可燃物、地形和天气条件等因素发展,并且取得了一定进展。但爆燃火研究仍是国内外研究难点和重点之一,如何对爆燃火发生发展进行实验模拟,揭示林火爆燃机理,如何结合火环境的实际状况对爆燃火进行预报,以及在扑救过程中如何对爆燃火进行安全防范,尚需进一步研究。由于涉及的物理化学因素多,变量之间的显著的非线性关系,使得野火的蔓延和行为成为一个复杂现象,精确的火灾行为模拟至关重要[47]。

对现有记录的林火爆燃行为进行详细分析并形成综合技术报告。从国际经验来看,每次大火发生,研究人员可获许第一时间进入火场做调查分析,由研究人员和消防人员共同完成最终调查报告。这能获得详尽的火灾报告和统计分析资料,对于研究极端火发展与环境影响有特殊价值。国内研究常通过火烧迹地调查、室内分析、燃烧实验,基于火烧迹地实测数据,结合火场环境特征,通过对典型林分可燃物理化性质、热解特征、烟气特征和挥发性代谢产物特征等的测定,总结易发生爆燃火的火环境,分析森林爆燃火发生机制。

防灭火单位应进一步加大对爆燃火方面的科研投入,从基础性和应用性两方面提升对爆燃火的认知水平;研发森林爆燃火灭火设备,提高消防员辅助设备进行火灾系统的能量分析,从能量分析中获取转变条件;从气象、植被、热力学和空气动力学等方面对爆燃火进行分析,采用几种火灾传播模拟模型,更好地了解爆燃机制[48];利用高空间分辨率多光谱数据与激光雷达(LIDAR)数据,不断提升森林可燃物类型分类和制图的精确度,提高林火蔓延速率及火行为预测准确度[49-50]。

参考文献:

[1] 国家林业局,国家发展改革委,财政部. 全国森林防火规划(2016—2025 年)[J]. 中国应急管理,2017(1):34-44.

[2] 鸿铭. 森林火灾救援中发生的“林火爆燃”是什么[J]. 生命与灾害,2019(5):10.

[3] 舒立福,寇晓军. 森林特殊火行为格局的卫星遥感研究[J]. 火灾科学,2001(3):140-143,148.

[4] VIEGAS C. Aerodynamic Characteristics of Some Potential Embers[C]// VI International Conference on Forest Fire Research. 2010.

[5] 张志强. 林火爆燃机理研究[J]. 消防界(电子版),2019,5(22):33-35.

[6] 舒立福. 防患于未“燃”[EB/OL]. (2019-04-03). https://www.sohu.com/a/305593971_727387.

[7] 杨光. 森林火灾可怕而恐怖的现象[EB/OL]. (2019-04-19). http://www.forestry.gov.cn/main/1042/20190419/095921424422280.html.

[8] VIEGAS D X, ROSSA C, CABALLERO D, et al. Analysis of accidents in 2005 fires in Portugal and Spain[J]. Forest Ecology and Management, 2006, 234(15):141.

[9] PALMER T Y. Large fire winds, gases and smoke[J]. Atmospheric Environment, 1981, 15(10):2079-2090.

[10] COEN, JANICE. Modeling wildland fires: A description of the Coupled Atmosphere - Wildland Fire Environment model(CAWFE)[M]. Mccarthy, 2013.

[11] 王秋华. 森林火灾燃烧过程中的火行为研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2010.
[12] CLARK T,JENKINS M,COEN J,et al. A Coupled Atmosphere-Fire Model:Role of the Convective Froude Number and Dynamic Fingering at the Fireline[J]. International Journal of Wildland Fire,1996,6(4):177-190.
[13] 白夜,齐方忠,王博,等. 森林火灾"爆燃"成因及应对策略[J]. 消防界(电子版),2019,5(9):56-59.
[14] 戴兴安,周汝良,李小川,等. 森林燃烧中的特殊火行为研究进展[J]. 世界林业研究,2008(1):47-50.
[15] 舒立福,王明玉,田晓瑞,等. 关于森林燃烧火行为特征参数的计算与表述[J]. 林业科学,2004(3):179-183.
[16] 宋鹏飞,程雪力. 困境与挑战:森林火灾扑救为什么是世界难题[J]. 消防界(电子版),2019,5(7):4-21.
[17] CHATELON J,SAUVAGNARGUES S,DUSSERRE G,et al. Generalized Blaze Flash,a "Flashover" Behavior for Forest Fires—Analysis from the Firefighter's Point of View[J]. Open Journal of Forestry,2014,4(5):547-557.
[18] VIEGAS X,DOMINGOS. A Mathematical Model For Forest Fires Blowup[J]. Combustion ence & Technology,2004,177(1):27-51.
[19] CHEREHOUNA,KHALED,COURTY,et al. Flammability limits of biogenic volatile organic compounds emitted by fire-heated vegetation(Rosmarinus officinalis) and their potential link with accelerating forest fires in canyons:A Froude-scaling approach.[J]. Journal of Fire Sciences,2014.
[20] 李维强. 森林火灾的成因及防控对策-以"3·30"木里火灾为例[J]. 四川林业科技,2019,40(4):108-111.
[21] DUANE A,PIQUE M,CASTELLNOU M,et al. Predictive modelling of fire occurrences from different fire spread patterns in Mediterranean landscapes[J]. International Journal of Wildland Fire,2015,24(3):407-418.
[22] SAYANTAN N,SONALI A,PANDEY GN. Forest Fire Temperature Distingusion by PID Influenced Event Calculus Technique[J]. Fire Engineer,2014,39(2):17-30.
[23] 姜文龙,刘楷鹏,韩宁,等. 基于北斗卫星通信的森林火灾监测系统[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版),2015,36(3):84-87.
[24] STIPANICEV D,SERIC L,KRSTINIC D. Project HOLISTIC - holistic approach to forest fire prevention and protection in Adriatic area - WP5 - Adriatic forest fire Web GIS service(AdriaFireGIS)[C]// Book of Abstracts of Forestfire-international Conference on Forestfires & Wui Firesaix-en-provence,2016.
[25] 白夜,武英达,王博,等. 我国森林草原火灾潜在风险应对策略研究[J]. 林业资源管理,2020(1):11-14,29.
[26] 刘永杰,康来成,邓春成. 智能化动态防火系统帮助保护"地球之肺"[J]. 中国测绘,2020(5):32-33.
[27] 王妍,张琦,王佳巍. 简析森林防火工程立体防护网的建设[J]. 民营科技,2016(1):206.
[28] 田立新. 论森林防火工程立体防护网的建设[J]. 湖北农机化,2020(2):39.
[29] 陈圣东. 关于黑龙江省生物防火阻隔系统建设[J]. 黑龙江科技信息,2016(7):276.
[30] JIA B,ZHANG L C,ZOU L,et al. A Study of Temperature and Relative Humidity in The Biological Fire Prevention Forest[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis,2014,36(4):802-810.
[31] 王海晖. 生物防火林带技术的科学基础和发展前景[J]. 林业科学研究,2015,28(5):731-738.
[32] 尚勇. 构建新时代中国特色应急管理治理体系[J]. 中国机构改革与管理,2019(11):8-10.
[33] 彭贤都. 新时代中国特色社会主义应急管理基本理论撷要[J]. 领导科学,2018(27):22-24.
[34] 陈强. 新时代民族地区地方政府网络舆情治理研究——以凉山州木里县"3·30"森林火灾为例[J]. 情报杂志,2019,38(12):120-125.
[35] APLET G H. Evolution of Wilderness Fire Policy[J]. International Journal of Wilderness,2006,12(1):9-13.
[36] COLLINS B M,STEPHENS S L,MOGHADDAS J J,et al. Challenges and Approaches in Planning Fuel Treatments across Fire-Excluded Forested Landscapes[J]. Journal of Forestry,2010,108(1):24-31.
[37] 李晓彤,覃先林,刘树超,等. 森林可燃物类型遥感分类研究进展[J]. 森林防火,2019(3):26-30.
[38] COSTA P,CASTELLNOU M,LARRANAGA A,et al. Prevention of Large Wildfires using the Fire Types Concept[M]. 2011.
[39] JAN W,WAGTENDONK. The History and Evolution of Wildland Fire Use[J]. Fire Ecology,2007,3(2):3-17.
[40] POLLET J,OMI P N. Effect of thinning and prescribed burning on crown fire severity in ponderosa pine forests[J]. International Journal of Wildland Fire,2002,11(1):1-10.
[41] 郭新彬,郑文霞,曾爱聪,等. 美国林火管理概况及分析[J]. 应用生态学报,2019,30(12):4361-4368.
[42] VIEGAS D X,SIMEONI A. Eruptive Behaviour of Forest Fires[J]. Fire Technology,2011,47(2):303-320.
[43] USTINOV A,PITUKHIN E. Improving the Efficiency of Protection of the Forest Fire Machine against Forest Fires with the Help of Composite Materials[C]// Materials Science Forum,2020.

(下转第114页)

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 013

黄河流域陕西段重要生态系统保护策略

任 枫[1],董文婷[2],刘翔宇[1]
(1. 西安绿环林业技术服务公司,陕西 西安 710048;
2. 国家林业和草原局西北调查规划设计院,陕西 西安 710048)

摘要:基于黄河流域陕西段重要生态系统现状提出其保护策略思路,以“一带”、“三屏”、“三区”的总体布局,打造黄河流域陕西段重要生态系统绿色屏障,并重点阐述其主要内容、范围、规模及主攻方向,主要任务包括生态保护、生态修复、生态富民、生态服务、生态安全等内容,其重点工程有退耕还林还草工程、林草资源保护工程、重点防护林工程、乡村绿化美化工程、绿色廊道工程、湿地保护修复工程等,构建山水林田湖草一体化建设新格局。

关键词:重要生态系统;保护策略;生态保护;生态修复;黄河流域陕西段

中图分类号:S718. 55;Q178. 511;X171. 4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-3168(2021)04-0067-05

引文格式:任枫,董文婷,刘翔宇. 黄河流域陕西段重要生态系统保护策略[J]. 林业调查规划,2021,46(4):67-71. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 013

REN Feng, DONG Wenting, LIU Xiangyu. Important Ecosystem Protection in the Yellow River Basin of Shaanxi Section [J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):67-71. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 013

Important Ecosystem Protection in the Yellow River Basin of Shaanxi Section

REN Feng[1], DONG Wenting[2], LIU Xiangyu[1]
(1. Xi′an Lvhuan Forestry Technology Service Company, Xi′an 710048, China; 2. Northwest Institute of Forest Inventory and Planning of National Forestry and Grassland Administration, Xi′an 710048, China)

Abstract: Based on the current situation of the important ecosystem in the Yellow River Basin of Shaanxi Section, this paper put forward the idea of protection strategy to create the green barrier of the important ecosystem with the overall layout of “one belt”, “three screens” and “three areas”, and illustratedtherelated main content, scope, scale and direction. The main tasks included ecological protection, ecological restoration, ecological enriching the people, ecological services and ecological security. The key projects included returning farmland to forest and grassland, forest and grass resource protection, key shelter forest, rural greening and beautification, green corridor, wetland protection and restoration, so as to build a new pattern of integrated construction of mountains, rivers, forests, fields, lakes and grasses.

Key words: important ecosystem; protection strategy; ecological protection; ecological restoration; the Yellow River Basin of Shaanxi Section

收稿日期:2021-01-25.
基金项目:陕西省财政专项基金(SXLCZX20200818).
第一作者:任枫(1984-),男,青海西宁人,硕士,工程师. 主要从事林业和草原规划与生态保护工作.

黄河是中华文明的摇篮,2019年9月18日习总书记在郑州主持召开黄河流域生态保护与高质量发展座谈会,强调让黄河成为造福人民的幸福河[1-2]。陕西省地处黄河流域中游,是古代重要的丝绸之路经济带覆盖地区,也是共建“一带一路”的重要支撑地区;同时黄河陕西段是黄河中下游泥沙的主要汇入地,是守护生态安全的重要屏障,也是打赢脱贫攻坚战的主要区域。为增强黄河流域陕西段生态保护和高质量发展的紧迫感、责任感和使命感,推动黄河流域陕西段生态保护和高质量发展迈出新步伐,为贯穿落实习总书记讲话精神,加强森林、草原、湿地生态系统的保护和治理,从治理中得到合理保护、从保护中寻求发展机遇,让黄河变成绿水,把沿黄河流域变成富饶美丽的沃土具有重要现实意义[3]。

1 研究区概况

黄河流域陕西段位于黄河中游的中心地带,陕西省的中北部,地理位置为东经105°29′~111°15′,北纬31°42′~39°35′,南北长约627 km、东西宽约400 km,西连甘肃,东临黄河相望山西,北接内蒙,南至秦岭主梁,境内干流长716.59 km,流域面积1 319.48万hm^2,占全省国土总面积的64.19%,占黄河流域总面积的17.49%。黄河流域陕西段地形复杂、山塬起伏、河川纵横,南北高、中间低,由西向东倾斜,主要地貌分别为陕北黄土高原、关中河谷阶地、秦岭-关山山地。黄河流域陕西段涉及榆林、延安、铜川、宝鸡、咸阳、西安、渭南、商洛8市79个县(区、市),人口约2 915万人,占全省总人口的75.41%。黄河流域陕西段地跨两个气候带,大体以长城为界,北部位于中温带、南部位于暖温带;自然植被迥然不同,北草灌南森林。

2 森林生态系统存在的问题

2.1 森林资源分布不均、质量不高

秦岭北坡中高山、关山、黄桥林区森林覆盖率高,质量较好;黄河沿岸、渭北黄土高原、渭河平原森林覆盖率较低;四旁及主要河流两岸绿化低,山上有林,身边少林。同时经济林比例偏小,落叶阔叶树种偏多,纯林多而混交林少、单层林多而复层林少、同龄林多而异龄林少,不利于生态群落多种功能的充分和持续发挥。

2.2 北部林草面积萎缩、退化明显

榆林风沙草滩区灌草植被覆盖度相对较高,但衰退及早衰现象较为普遍,退化、老化问题突出。随着矿产资源开发、城乡建设加速,林草面积萎缩、质量下降、环境受损等问题随之而来。

2.3 林业工程投入不足、生态修复较难

黄河沿岸、白于山区、渭北等区域地形破碎的侵蚀沟壑,秦岭北坡、渭北黄土高原区域废旧的矿山开采区治理及零散分布立地条件差、交通不便的“硬骨头”区域,生态修复投资成本高、绿化难度大,补偿标准低、资金缺口大,基础设施薄弱,缺绿问题仍然突出[4]。

2.4 林草产业发展落后,后劲不足

北部林草业未形成规模产业,中南部干杂果经济林产业发展科技含量不高,龙头企业发展滞后,缺乏拳头产品和“响当当”的品牌效应,产业链不完整、市场不活,大资源、小产业、低效益的现状未得到改观,林业经济对流域区精准脱贫贡献不高。

3 保护策略

3.1 保护思路

以保护、提高、扩绿、补白和克难为措施,在保护现有林草资源基础上,扩绿增绿、提质增效,弥补林草业空白短板,攻克困难地造林瓶颈,着力加强生态资源保护、重点区域植被恢复及提供高质量生态产品,构建山水林田湖草一体化建设新格局,打造良好的陕西黄河流域绿色屏障和优美的人居环境,促进人与自然和谐共生及经济社会可持续发展。

3.2 基本原则

1)全面保护、自然修复原则。保护现有林草植被,充分发挥生态自我修复能力,自然修复为主,保护与人工辅助相结合。

2)统筹兼顾、协同推进原则。树立流域通盘考虑,不能局限于一条河、一条沟及一面坡治理,统筹多部门、多行业联动推进生态保护、生态富民、生态文化协同发展。

3)因地制宜、分类施策原则。坚持因地制宜、因地施策,宜林则林,宜湿则湿,宜草则草,宜果则果。生态与经济兼顾,乔灌草相结合,适度提高经济林种比重。

4)提质增效,创新驱动原则。推进科技创新,加大实用技术应用,探索推广新的管理机制体制,推进治理能力和治理体系现代化,使黄河成为造福人民的幸福河。

3.3 总体布局

以“一带”、“三屏”、“三区”的总体布局,打造

黄河流域陕西段重要生态系统绿色屏障。

3.3.1 “一带”

陕西黄河沿线生态安全重建带,带长北起榆林市府谷县墙头镇,南至渭南市潼关县港口镇,带宽为黄河西河岸至第一山脊线,面积 17.50 万 hm^2。区域多悬岸陡壁,侧蚀严重,裸白山多;气候寒旱、少雨,水土流失严重,贫困人口较多,是黄河流域生态修复的难点区域。

主攻方向:加强林草资源管护力度,加大水土保持林营建力度,困难点实施工程措施和生物措施结合绿化造林,区域实施封山育林和低质低效林改造,切实减少水土流失面积。实施海红果、红枣、花椒、冬枣等富民特色经济林提质增效,增加沿岸群众收入。

3.3.2 “三屏”

1)北屏为毛乌素沙地生态防护屏障,涉及延安、榆林 2 市的 8 个区县,面积 286.51 万hm^2。北部为风沙滩地地貌,沙地面积大且集中;南部为丘陵沟壑区,地形破碎。属中温带干旱大陆性季风气候,年降水量小于 400 mm。

主攻方向:保护沙生植被,开展沙化荒漠化综合治理以及丘陵沟壑区域的水土流失治理,加强封山禁牧和矿区环境治理,长城沿线风沙滩地、白于山区是该区域两个重点生态修复区域。

2)中屏为黄龙山桥山生态保护屏障,涉及延安、咸阳、铜川、渭南 4 个市 13 个区县,面积 228.89 万hm^2。土石丘陵地貌,暖温带半湿润大陆性气候类型,年降水量 520~740 mm,具落叶阔叶林为主的天然次生林植被特征,素有“黄河流域绿洲”之称。

主攻方向:保护森林资源,巩固生态建设成果,以保护为主,充分发挥生态自我修复功能;开展区域封山育林和补植补造,提高林分质量,实行森林分类经营,开展商品林建设,完善生态旅游基础设施建设。

3)南屏为秦岭北坡生态安全屏障,涉及西安、宝鸡、渭南、商洛 4 个市 15 个区县,面积 121.31 万 hm^2。秦岭北坡石质山地地貌,南暖温带湿润气候,降雨量 700~1 000 mm。森林资源分布集中,林草相间,生物多样性富集,有明显人为干扰,是大西安主要水源地。

主攻方向:海拔 1 500 m 以上区域,落实秦岭保护条例,严守生态红线,以保护珍稀野生动植物资源及其栖息地安全和生物多样性为重点,核心保护区、重点保护区充分发挥生态自我修复功能,严格禁止各类征占用林地,积极推进秦岭国家公园建设;海拔 1 500 m 以下区域,以保护为主,保护、修复兼并,封山育林,适度开展抚育、补植补造等修复措施,促进“浅绿”向“深绿”方向发展。整合森林旅游资源,扩规模、创牌子、提效益,提供生态服务。秦岭北坡直面陡坡修复与破碎山体绿化、秦岭峪口绿化提升相结合,主要河流、湖泊、水库及饮用水源地上游、取水口及淤塞区域是生态修复重点区域。积极保护湿地,合理用水,维持湿地水平衡[6]。

3.3.3 “三区”

1)陕北黄土高原生态保护修复区,涉及延安、榆林 2 市 15 个县区,面积 321.69 万hm^2。黄土丘陵沟壑地貌,北暖温带半干旱气候,年降雨量 400~550 mm,水蚀严重,残次状态植被,是陕西省水土流失最严重地区、输入黄河泥沙的主要来源地。

主攻方向:保护森林资源,积极营造水土保持林,发展苹果、红枣等果树林,坚持封山禁牧,积极开展矿区环境治理。

2)渭北黄土高原生态保护修复区,涉及宝鸡、咸阳、铜川、渭南 4 个市 16 个县区 157 个乡镇,面积 124.50 万 hm^2。南部地貌呈黄土塬、破碎塬和低山丘陵特征,海拔 800~1 500 m,北暖温带半湿润气候,降雨量 540~640 mm,以落叶阔叶林的人工植被为主,林分结构单一,造林保存率低,生态亚脆弱。

主攻方向:保护原有植被,积极增绿,实施退耕、天保等生态修复工程,封山育林与开展补植补造、抚育、重点防护林改造相结合。废旧矿山及裸白山治理是生态修复重点区,工程措施与生物措施相结合,固沟保塬。保护湿地,以水养水,以林养水,维持区域生态平衡。开展生态富民经济林产业,扶持二、三产业,适当发展用材林。

3)关中河谷阶地生态田园区,涉及西安、宝鸡、咸阳、渭南 3 个市 37 个县区,面积 219.08 万hm^2。渭河阶地、黄土台塬地貌特征,海拔 350~800 m,南部暖温带气候,西部为半湿润,东部为半干旱,降雨量 500~720 mm,人工植被。是陕西省主要农耕区和粮食主产品,关天经济区的核心,国家“一路一带”战略的桥头堡,对西部和北方内陆地区具有引领和辐射带动作用。

主攻方向:以创森、创卫、创园等为抓手,路、渠为骨干,点、线、面结合,实施身边增绿,水岸、道路、城镇村庄绿化是生态修复重点区。保护水资源,全面实施湿地生态修复工程。城市周边地区积极开展生态休闲服务,大力发展苗木、花卉等生态富民产

业,开展基地建设,增产提质,扶持壮大二、三产业,全力构建宜居宜业宜游的生态田园区。

3.4 主要任务

3.4.1 生态保护

1)林草地资源保护

完善林地一张图基础资料,补充草地资源数据,实现对林草地用途管制、分类施策、分级保护;强化林草地5~10年资源周期调查监测,实施林草地资源年度动态变更,掌握实时林草地资源消长变化规律。

2)自然保护地

建立以国家公园为主体的自然保护地体系规划,对接生态保护红线,实现从以物种保护为中心向以生态系统保护为中心的途径转变,从单一的自然保护区向自然保护区网络的体系转变,解决地域重叠、多头管理、边界范围不清等实际问题,整合资源和理顺管理机构,明确范围及主体责任,促进自然保护地优化组合、统筹发展。

3)湿地保护

落实《湿地保护修复制度方案》和《湿地保护管理规定》,实现湿地认定确权、分级管理、用途管制,强化湿地野生动植物资源及其栖息地的保护管理,贯彻"先补后占、占补平衡"原则,完善黄河流域湿地保护网络体系建设,使黄河流域大部分重要湿地得到有效保护。

3.4.2 生态修复

1)国家林业重点工程生态修复

围绕天然林保护、退耕还林、三北防护林、京津风沙源治理、生态补偿基金、国家战略储备林建设工程等,开展营造林草,强化生态修复,完善流域生态系统恢复建设。

2)林草抚育与退化防护林草生态修复

坚持生态优先、自然修复、分类经营,加快退化林草地提升改造工作,切实推进中幼林抚育、低质低效林改造、退化草原治理改良,优化林草结构,提高林草经营质量,稳定森林和草原生态系统,促进林草资源由数量扩张向质量提高转型,促进农牧民脱贫致富。

3)廊道生态修复

以构建绿色生态景观廊道为目的,加强水系、道路生态修复及村庄、景点等节点生态修复。

3.4.3 生态富民

建设一批具有示范和带动作用的精品林果示范园、花卉种植基地和生态康养业,加快低产低效林改造,推进经济产业的规模化、集约化经营,提高市场竞争力,推动林草业产业结构调整,带动群众脱贫致富。

3.4.4 生态服务

在黄河流域城市周边或城郊,以区域历史文化特色为主调,以独特的林草资源为依托,通过市场化运作,企业化投资建设,打造城市森林文化主体公园、博物馆及生态文明宣教基地。

3.4.5 生态安全

加快林草有害生物、防火等应急防控监测体系和公共服务体系建设,并纳入各级政府财政预算,促使防治目标、任务、资金、责任"四落实";加快优质良种基地、设施设备现代化建设,加大科研成果转化和科技推广。

3.5 重点工程

3.5.1 退耕还林还草工程

巩固退耕还林成果,全面落实新一轮退耕还林还草政策,对黄河流域水土流失严重和25°以上陡坡耕地、严重沙化耕地实施退耕还林还草4万hm^2。实施中要依据全国第三次土地调查成果,加强组织引导,充分尊重农民意愿,做好技术服务,把退耕还林还草工作与调整农业产业结构、发展特色产业、改善农民生产生活条件结合起来,确保农户退耕成果巩固。

3.5.2 林草资源保护工程

加大天然林保护力度,划定林草生态保护红线,依法治林治草,严厉打击乱砍滥伐、毁林开垦、非法占用林草地等违法行为。除加强森林防火、林业有害生物防治和编制应急预案等外,要对黄河流域实施人工造林1.33万hm^2,封山育林3.33万hm^2,飞播造林2.67万hm^2。

3.5.3 重点防护林工程

对黄河流域水土流失严重地区实施人工造林2.67万hm^2,封山育林6.67万hm^2,退化林分改造10.67万hm^2,中幼林抚育6.67万hm^2,飞播造林2.67万hm^2,特色经济林基地改造13.33万hm^2。

3.5.4 退化林修复工程

重点对生态脆弱地区、重要生态功能区的退化防护林采取更新、抚育、平茬复壮等措施,以提高林分质量、增强防护功能为目的,对黄河流域46.67万hm^2退化林分进行修复。

3.5.5 乡村绿化美化工程

坚持建设生态型、功能型城乡绿地生态系统的发展方向,构建美丽乡村、乡镇建成区、村庄居民区的绿化美化。积极运用乡土树种造林,科学配置阔

叶树种、彩叶树种,丰富景观异质性。对黄河流域 8 000 个村庄实施身边增绿、围村片林、庭院整治等绿化美化工程。

3.5.6 绿色廊道工程

加快公路、铁路、水系沿线生态修复绿化建设,新建与改造更新相结合,建设和完善防护林体系,增强水土保持和水源涵养功能,构建完备的绿色廊道生态修复体系。人工造林 2.67 万hm^2,退化林分改造 6.00 万hm^2。

3.5.7 湿地保护修复工程

加快黄河流域 29 处湿地公园、37 处重要湿地勘界立标,划定生态红线,加大湿地保护与恢复工程,提高保护率,促进自然保护地和湿地生态修复工程良性统筹发展。

4 保障措施

4.1 完善政策机制

在现有国家政策外,中央及地方政府应出台专项政策,加大造林绿化投入资金倾斜机制,提高造林、改造和管护单位成本,如一般造林地提高到 4.5 万元/hm^2,困难造林地提高到 30 万元/hm^2,森林抚育提高到 0.75 万元/hm^2 等。扩大生态补偿的覆盖面,实现全覆盖,并逐步提高生态补偿标准,整合各类渠道资金,建立多元化的造林绿化投入机制,拓宽筹资渠道,鼓励、引导和吸引社会资金投入,统筹推进造林绿化工作。

4.2 创新建管机制

加强集体林权制度改革,提高完善配套政策,促进国有林场改革后续配套政策,鼓励林权依法流转,积极推进林地所有权、承包权、经营权分置,培育新型林业经营主体,推广宜川县规模林场、吴旗县家庭林场经营管护模式等,大力发展林药、林菌、康体养生、生态体验等绿色产业,实现生态和经济“双赢”。提高资源配置效率,大力推行专业化造林。完善建后管护机制,推行专业队伍管护、承包管护、林农自管等灵活多样的管护模式[5-6]。

4.3 强化组织领导

地方各级政府要将黄河流域生态保护修复工作纳入重要议事日程,提高认识,精心组织,带领广大干部群众扎实推进各项工作。把党中央、国务院决策部署与当地实际结合起来,明确主要目标和任务,并分解落实,制定具体的实施方案和配套措施,做好与城乡、土地利用等规划的统筹与衔接,建立造林绿化质量责任追究制度,确保各项工作落到实处。

4.4 规范项目管理

制定和推行项目管理制度。严格落实项目法人制、招投标制、合同制和监理制,促进项目的规范化运作。全面加强项目的质量管理,夯实项目建设责任。积极推行“一签两证”制度、苗木生产经营许可制度、良种使用制度等。严抓项目资金管理,保证资金运行安全。注重项目档案管理,全面收集、整理和归档项目过程资料,确保项目建设立项有据、运行规范。

4.5 扩大社会宣传

加强与扩大对建设项目宣传,充分利用广播、电视、报纸和网络等媒体开展形式多样、内容丰富的宣传活动,提高全民参与生态建设的意识[7]。充分调动广大人民群众和各种社会团体积极性,形成个体自觉、家庭参与、政府全力、社会共谋的生态环境建设氛围,营造良好的舆论氛围和社会环境,确保项目建设有序开展、扎实推进。

参考文献:

[1] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 求是,2019(20):4-11.
[2] 姚文艺. 新时期黄河流域水土保持战略目标的转变与发展对策[J]. 水土保持通报,2020,40(5):333-340.
[3] 刘吉峰,王金花. 全球气候变化背景下中国黄河流域的响应[J]. 干旱区研究,2011,28(5):860-865.
[4] 刘建华. 黄河流域生态保护和高质量发展协同推进准则及量化研究[J]. 人民黄河,2020,42(9):26-33.
[5] 宁朝山. 黄河流域生态保护与经济发展协同度动态评价[J]. 人民黄河,2020,42(12):1-6.
[6] 金凤君. 黄河流域生态保护与高质量发展的协调推进策略[J]. 改革,2019,4(11):33-39.
[7] 张红武. 科学治黄方能保障流域生态保护和高质量发展[J]. 人民黄河,2020,42(3):148-155.

责任编辑:许易琦
校　　对:许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 014

高速公路面山砂石采空区生态修复试验研究

苗卫东
(弥勒市林业和草原局,云南 弥勒 652399)

摘要:在弥勒市石锁高速公路面山砂石采空区选择植被恢复难度较大的 4 个采空区,分别采用漂板种植、挂网喷播、设台降坡挂网喷播、客土降坡植苗等技术进行生态修复治理试验。结果表明,对立面型采空区采用挂网喷播+漂板种植比单独使用漂板植苗修复效果好,对立面边坡混合型采空区采用客土降坡植苗比设台降坡挂网喷播技术见效快、景观效果好。通过试验结果的推广运用,目前已完成对公路沿线 39 个砂石采空区的生态修复,实施面积达 76. 3 万 m^2,使石锁高速公路面山裸露山体基本恢复了植被覆盖。

关键词:砂石采空区;生态修复;修复技术;植被恢复;高速公路面山

中图分类号:U412. 366;TD824. 7;X171. 4　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0072-04

引文格式:苗卫东. 高速公路面山砂石采空区生态修复试验研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):72-75. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 014

MIAO Weidong. Ecological Restoration Experiment of Sand and Gravel Goaf in Visual Mountains of Expressway[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):72-75. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 014

Ecological Restoration Experiment of Sand and Gravel Goaf in Visual Mountains of Expressway

MIAO Weidong
(MileBureau of Forestry and Grassland, Mile, Yunnan 652399, China)

Abstract: The four sand and gravel goafs with great difficulty in vegetation restoration were selected in visual mountains of Shisuo Expressway in Mile City, andthe techniques of floating board planting, hanging net spray sowing, setting platform to lower slope and hanging net spray sowing, and planting seedlings on guest soil to lower slope were used for ecological restoration. The results showed that the effect of hanging net spray seeding and floating board planting in opposite goaf was better than that of floating board planting alone, and in the mixed goaf of facade slope, the technology of planting seedlings on the slope of guest soil was faster and better than the technology of spraying seeding on the slope of platform. Through the popularization and application of the test results, the ecological restoration of 39 sand and gravel goafs along the expressway had been completed, with an implementation area of 763 000 m^2, which basically restored the vegetation coverage of the exposed mountains of Shisuo Expressway.

Key words: sand and gravel goaf; ecological restoration; restoration technology; vegetation restoration; visual mountains of expressway

收稿日期:2021-01-13.
第一作者:苗卫东(1973-),男,云南弥勒人,高级工程师. 从事森林培育工作. Email: 2374619130@ qq. com

石林至锁龙寺高速公路(简称石锁高速公路)弥勒段沿线石漠化面山由于开采砂土、石料,导致地表表层剥离,局部区域山体裸露、水土流失严重,影响和制约了弥勒市生态文明建设的进程[1]。对该段高速公路面山废弃或关闭的砂石采空区开展生态修复试验,找到生态修复难点区域尽快恢复植被、改善生态环境的有效措施,推进高速公路面山绿化美化进程,是改善和提高弥勒市城市形象的迫切需要。

1 砂石采空区现状

弥勒市石锁高速公路弥勒段沿线地处石漠化地区,东面山有 22 个砂石采空区,西面山有 24 个砂石采空区。采空区的主要特点:(1)基本无表土,主要是岩石坡面,且坡度陡、落差高、立面多,治理难度非常大;(2)经人工或机械开采后,大部分采空区砂岩裸露、废料堆积多,干旱季节砂尘成雾、洪水季节山体滑坡、水土流失严重,自然生态条件十分恶劣。

2 试验区选择

在石锁高速公路弥勒段东西面山选取竹园绿水 1 号、习岗哨 1 号、习岗哨 4 号、绿水 2-2 号 4 个不同类型和立地条件的砂石采空区进行修复试验,各砂石采空区试验规模和立地因子详见表 1。

表 1　不同砂石采空区立地条件因子对比

Tab. 1　Comparison of site condition factors in different sand and gravel goafs

砂石采空区	面积/m^2	海拔/m	坡高/m	岩体结构	土石比	坡度/(°)	岩面类型
绿水 1 号	3250	1210~1450	65	层状斜向	0.5:9.5	60~80	立面
习岗哨 1 号	13278	1225~1475	63	层状斜向	1.0:9.0	60~75	立面
习岗哨 4 号	3000	1375~1420	42	散体碎裂	1.5:8.5	15~38	立面边坡
绿水 2-2 号	17128	1335~1410	55	散体碎裂	2.0:8.0	15~35	立面边坡

3 修复技术

根据 4 个砂石采空区的实际情况,结合各地相关成功治理经验[2-4],分别对坡度较高的采空区绿水 1 号和习岗哨 1 号以及坡度相对较低的采空区习岗哨 4 号和绿水 2-2 号选取以下 4 种技术措施进行生态修复对比试验。

3.1 漂板植苗与挂网播喷技术

3.1.1 漂板植苗技术

在每平米岩石立面上以 65°角引孔打入长 1.5 m、直径 14 mm 的钢筋,外露 0.5 m,在外露部分编织钢筋网浇筑混凝土形成三角形种植槽,在槽内按 2:8 比例客入有机肥和当地红壤土,种植灌、草植被。

3.1.2 挂网喷播技术

在岩石立面间隔 40~50 cm 垂直引孔打入相同规格的钢筋,外露 15 cm,满布两层钢筋网,在两层钢筋网之间满布植生条保土,将灌木种子、花草籽拌入经过有机肥和当地红壤土混合的土壤内,用喷播机喷播在岩面上,喷播土壤厚度为 8~12 cm,喷播后全部覆盖无纺布保水,待种子发芽出土后揭开无纺布[5]。

绿水 1 号采空区采用漂板技术施工,分别在两个采空区坡顶建 100 m^3 的蓄水池配套管网自然滴灌,保障岩面植被对水分的需求(图 1)。

(a)修复前

(b)修复后

图 1　绿水 1 号采用漂板植苗技术修复前后成效对比

Fig. 1　Effect comparison of Lvshui No. 1 before and after restoration with loating board planting technology

习岗哨 1 号采空区采用挂网喷播+漂板技术混合施工修复(图 2)。

3.2 设台降坡挂网喷播与客土降坡植苗技术

3.2.1 设台降坡挂网喷播技术

先用机械将岩面降为 15°~25°的边坡,坡脚至坡顶设2~3个平台作为乔木种植区。其次在边坡

(a) 修复前

(b) 修复后

图 2　习岗哨 1 号采用漂板 + 挂网播喷技术修复前后效果对比

Fig. 2　Effect comparison of Xigangshao No. 1 before and after restoration with floating board+hanging net spray seeding technology

(a) 修复前

(b) 修复后

图 3　习岗哨 4 号采用设台降坡挂网喷播技术修复前后成效对比

Fig. 3　Effect comparison of Xigangshao No. 4 before and after restoration with setting platform to lower slope and hanging net spray sowing technology

上每平方米引孔植入直径 14 mm、长 80 cm 的钢筋，外露 12 cm，挂两层钢丝网，间隔 50 cm 布置一根植生条保土，将灌木、花草种子拌入湿润的当地红壤内，用喷播机喷播在坡面上，喷播后全部覆盖无纺布保水，待种子发芽出土后揭开无纺布。

3.2.2 客土降坡植苗技术

用机械将采空区坡面作简单地形整理，在坡脚支砌挡墙，其次外借红壤土客土降坡，边坡内设两个平台，边坡混植乔灌木，边坡平台或坡脚种植高大乔木树种，用于遮挡难以修复的立面，最后在林下撒播地被植物种子，增加采空区植被盖度。

习岗哨 4 号采用降坡设台挂网喷播技术修复(图 3)。绿水 2-2 号采用客土降坡技术修复，依靠人工浇水施肥养护(图 4)。

3.3 植被种植技术

客土降坡选择黄连木、滇朴、香樟、湿地松等高大乔木树种，按株行距 4 m×4 m 在坡脚或边坡平台上种植，一般边坡可用红叶石楠、圣诞树、云南樱花、苦楝树按 3 m×3 m 株行距种植；降坡设台用夹竹桃、云南黄馨、大叶黄杨、三角梅等灌木按 2 m×2 m 株行距种植；挂网喷播修复选用银合欢、山毛豆、高

(a) 修复前

(b) 修复后

图 4　绿水 2-2 号采用客土降坡植苗技术修复前后成效对比

Fig. 4　Effect comparison of Lvshui No. 2-2 before and after restoration with planting seedlings on guest soil to lower slope technology

羊茅、狗牙根、大葛藤、波斯菊等灌木、草本种籽按 3∶1∶1∶2∶2∶1 的配比进行混土喷播,播种量为 0.2~0.3 g/m^2;在立面坡顶或坡脚挖槽客土种植油麻藤、爬山虎等地被植物。

4 试验结果

4.1 坡度较大的采空区试验结果

绿水 1 号采用漂板技术,因岩面风化严重,经过一个雨季的雨水冲刷,漂板会发生坍塌;习岗哨 1 号采用挂网喷播+漂板植苗修复技术,经雨水考验后挂网或喷播土壤未发生塌陷情况,乔灌木成活率高,植被盖度在 95%以上。

4.2 坡度相对较小的采空区试验结果

习岗哨 4 号采用设台降坡挂网喷播技术,因喷播土层太薄,边坡客土不稳定,滇东南地区干旱少雨,空气干燥,满足不了乔灌木的生长条件,乔灌木成活率相对较低,在 65%以下,虽然草籽成活在 85%以上,但冬季叶落草枯景观效果较差,且投入成本高;绿水 2-2 号采用客土降坡植苗技术,边坡土层厚,边坡客土稳定,能满足乔灌木最基本的生长条件,成活率在 95%以上,草籽成活达 98%以上,见效快且投资相对较低(表 2)。

表 2　不同修复技术类型造价与成效对比

Tab. 2　Comparison of cost and effect of different restoration technology

砂石采空区	技术类型	客土厚度/cm	单位造价/(元·m^{-2})	植被盖度/%	成活率/%	雨季考验
绿水 1 号	漂板技术	10~30	275.00	30	55	部分坍塌
习岗哨 1 号	挂网喷播	8~12	348.61	93	90	客土稳定
习岗哨 4 号	设台降坡挂网喷播	8~12	251.74	85	65	局部陷落
绿水 2-2 号	客土降坡植苗	15~20	233.00	98	95	客土稳定

综上所述,对坡度较大的砂石采空区习岗哨 1 号采用挂网喷播+漂板植苗修复技术效果较好;对坡度相对较小的采空区绿水 2-2 号采用客土降坡植苗技术效果较好。

5 试验结果的推广运用

针对石锁高速公路面山砂石采空区的立地条件,对坡度较大的采空区采用挂网喷播+漂板植苗技术,对坡度相对较小的采空区采用客土降坡植苗技术。目前已完成对公路沿线 39 个砂石采空区的生态修复,修复工程实施面积共计 76.293 万m^2,修建挡墙支砌 4 061 m、复合土膜水池 825 m^3、排水沟和截水沟 4 499.5 m,安装喷灌管线 15 034.2 m,客土 42.7 万m^3,种植乔木 10.8 万株,喷播灌木花草种子 0.51 万 kg,种植三角梅、刺槐、夹竹桃、银合欢等灌木 6.8 万株;在采空区周边延伸修复石漠化面山 452.2 万m^2,种植松类、银合欢、圆柏 50 万株。目前石锁高速公路石漠化面山裸露山体大部分已恢复植被覆盖,生态环境得到有效修复、改善和提高。

6 结论及讨论

在弥勒市石锁高速公路石漠化面山砂石采空区开展生态修复试验,探索出的修复措施与技术在实践中得到了验证与推广,可为其他地区砂石采空区、石漠化地区陡坡生态修复提供借鉴。建议各地在石漠化地区、砂石开采区生态恢复过程中,对坡度较大的立面型采用挂网喷播+漂板植苗技术,治理效果相对较好;对坡度较为平缓的区域采用客土降坡植苗技术方案,投资成本相对较低,植被恢复速度快,短期内可达到生态修复的目标。

生态修复是生态治理的重要途径。生态修复区域往往情况复杂多样,对石漠化区域、砂石采空区开展生态修复的难度更大。本文依据坡度提出的两种生态修复技术尚有一定的局限性,实际工作中可参考细化方案,根据开展生态修复区域的具体情况制定有针对性的修复方案和技术设计,尽量做到“一地一策”,才能获得更好的修复效果。

参考文献:

[1] 蔡斌,孙淼. 石林至锁龙寺高速公路弥勒采空区方案设计[J]. 交通标准化,2012(17):86-88.

[2] 施俊美. 洱海东部面山石漠化土地生态恢复措施[J]. 林业调查规划,2007(1):121-123.

[3] 杜占吉,李帅. 徐州市废弃采石场高陡岩质边坡生态修复研究[J]. 地下水,2020,42(6):220-222.

[4] 谢锡丹. 浅析福建省某废弃石料矿山地质环境整治实例[J]. 科技创新与应用,2016(18):80-81.

[5] 单士锋,李振武. 客土喷播技术在铜陵市废弃矿山治理中的应用[J]. 现代矿业,2020,36(6):213-215,219.

责任编辑:许易琦

校　　对:张林艳　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 015

云南省生态保护红线评估调整工作概述

周永兴,沈新华
(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:云南省出台《云南省生态保护红线评估实施方案》作为全省生态保护红线评估调整工作的总纲,提出严守底线约束、夯实工作基础、全面收集资料等工作规则,要求做到统一数据、统一底图、统一机制、统一流程,并制定了生态保护极重区要做到应划尽划,加强与自然保护地整合优化工作的衔接,整合优化后的自然保护地纳入生态保护红线等调整规则。统筹生态保护红线评估调整、永久基本农田核实调整和城镇开发边界划定三项工作同时推进,质量上做到层层把关,评估调整工作取得了明显成效,严守云南省生态保护红线格局,提升生态功能,有效解决了各类矛盾冲突。但仍存在部分地方政府和部门重视程度不够,重项目轻保护以及统筹协调不足,部分项目调出理由不充分等问题。藉此,提出政治站位要高,转变思想观念,横向对接要到位,处理好与国土空间规划编制的关系等建议。

关键词:生态保护红线;评估调整;自然保护地整合优化;国土空间规划;生态功能;云南省

中图分类号:S718. 557 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-3168(2021)04-0076-04

引文格式:周永兴,沈新华. 云南省生态保护红线评估调整工作概述[J]. 林业调查规划,2021,46(4):76-79,192. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 015

ZHOU Yongxing,SHEN Xinhua. Review of Ecological Red Line Assessment and Adjustment in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):76-79,192. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 015

Review of Ecological Red Line Assessment and Adjustment in Yunnan Province

ZHOU Yongxing, SHEN Xinhua
(Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: The *Implementation Plan of Ecological Red Line Assessment in Yunnan* was issued as the general outline of ecological red line assessment and adjustment work in Yunnan Province, which proposed to the rules of strictly following the constraints, consolidating the work foundation and collecting data comprehensively, required to achieve unified data, base map, mechanism and process, and formulated adjustment rules of fully planning the extremely important ecological conservation areas, strengthening the connection with the integration and optimization of nature reserves, and integrating the optimized nature reserves into the ecological red line. The three tasks of ecological red line assessment adjustment, permanent basic farmland verification adjustment and urban development boundary delimitation were promoted simultaneously, which achieved remarkable results, improved ecological function and effectively solved

收稿日期:2020-11-02;**修回日期:**2021-02-18.

第一作者:周永兴(1978-),男,云南腾冲人,高级工程师. 从事林业调查规划和生态保护红线研究.

责任作者:沈新华(1979-),男,云南永胜人,工程师. 从事林业调查规划和森林资源监测研究工作.

various conflicts. In view of the problems including insufficient attention of some local governments and departments, neglecting protection, inadequate overall planning and coordination, and insufficient transfer-out reasons, this paper suggested to improve the political position, change ideas, connect horizontally, and deal with the relationship with the compilation of land space planning.

Key words: ecological red line; assessment and adjustment; integration and optimization of natural reserves; land space planning; ecological function; Yunnan Province

云南省生态保护红线评估调整工作于 2019 年 8 月正式启动,2020 年 6 月底初步成果上报国家部委审查。云南省紧紧围绕国家部署要求,按质按时按量推进工作,取得了预期目标,但在工作推进过程中尚存在地方重视不够,应划尽划不到位等问题,通过分析提出解决建议,为进一步完善生态保护红线成果提供参考。

1 生态保护红线评估调整的意义

1.1 评估调整的重要性

生态保护红线评估调整是国家根据经济社会发展需要作出的一项重大决策部署,是推进国土空间用途管制、守住生态安全底线、建设生态文明、推进绿色发展的一项基础性制度安排,是解决当前生态环境问题、推动生态文明建设的重要路径。通过评估调整,生态格局更加优化,区域连通性、完整性得到加强,功能质量得到提高,既能保证国家生态安全,又能为地方发展预留空间。

1.2 评估调整的必要性

原划定的生态保护红线对生态保护起到了很大作用,但划定时由于林地、草地、湿地、水域等自然资源的多头管理,基础数据来源多头,坐标系、比例尺不一致,未能从数据源头上解决底图底数统一问题,实施中存在生态保护红线与永久基本农田、城镇建成区、合法矿业权、人工商品林等矛盾冲突,为解决好这些突出矛盾,使划定的生态保护红线既科学合理,又能很好地满足全省经济社会发展,有必要对生态保护红线进行科学评估调整。

2 评估调整工作开展情况

2.1 出台工作规则

按照自然资源部关于生态保护红线评估有关规定,云南省出台了《云南省生态保护红线评估实施方案》作为全省评估调整工作的总纲指导工作有序开展。《方案》明确提出以下工作要求。

2.1.1 严守底线约束

评估调整工作重点要抓住 3 个关键:原划定生态保护红线面积不减少,生态保护红线格局保持不变;生态保护功能不降低,确保自然生态系统结构保持相对稳定,退化生态系统功能不断改善,质量不断提升;生态用地性质不改变,不得随意改变生态保护红线区内的自然生态用地性质,生态保护重要区域应划尽划,保护主体对象保持相对稳定。

2.1.2 夯实工作基础

基于第三次全国国土调查影像和矢量数据,对原划定生态保护红线(公开版)进行纠偏,形成评估调整的基础数据。其他相关数据要统一转换到 2000 坐标系,作为评估调整依据数据。

2.1.3 全面收集资料

认真收集生态保护红线评估调整工作所需基础数据资料,分析数据成果名称、格式、年份、坐标系等信息,为评估调整顺利开展做好充分的资料准备。

2.2 统一工作部署

2.2.1 统一数据

原划定生态保护红线以及第三次全国国土调查影像、矢量数据是开展评估调整工作的基础,纠偏、矛盾分析等工作必须以这两项数据为基础。对收集到的自然保护地、生态公益林、重要湿地、九大高原湖泊等矢量数据,特别是水源涵养、水土保持、生物多样性维护等重要生态功能区以及水土流失、石漠化、干热河谷区等生态环境敏感脆弱区数据及各种规划数据进行统一坐标系处理,做到数据统一。

2.2.2 统一底图

原划定生态保护红线中的部分地块存在坐标偏移,以及与第三次全国国土调查的地类边界不一致的情况,要依据第三次全国国土调查影像等数据对原生态保护红线边界进行纠偏处理,形成统一的评估调整工作底图。

2.2.3 统一机制

评估调整工作做到省、市、县三级联动,由下而上与由上而下相结合,政府主导,生态环境部门和林草部门要密切配合自然资源部门,全程深度参与评估调整工作,相关部门要充分参与工作,以问题为导向,对存在的问题进行认真分析,确保评估调整后生

态功能有所提升。

2.2.4 统一流程

县级完成生态保护红线评估调整工作,形成自查报告及调整成果,经县自然资源局、生态环境局、林草局审核后,由县人民政府分别报州(市)人民政府,州(市)人民政府组织自然资源、生态环境、林草等部门对县级成果进行初审,形成州(市)级自查成果,报省自然资源厅、生态环境厅、林草局等部门对成果进行多部门联合审查。审查合格的市、县成果,汇总形成省级评估调整成果,按程序报国家审核、批准实施。

2.3 制定调整规则

2.3.1 总体要求

1)对生态保护极重要区域要做到应划尽划,评估调整后确保各州、市生态红线面积不减、质量不降。

2)加强与自然保护地整合优化工作的衔接,严格执行两项工作的调整规则,自然保护地核心保护区内的永久基本农田、镇村、矿业权逐步有序退出;对在自然保护地一般控制区外的人为活动进行影响性评估,对生态功能造成明显影响的,逐步有序退出;不造成明显影响的,做调出处理。

3)自然保护地整合优化时,要科学确定自然保护地范围,整合优化后的自然保护地纳入生态保护红线。

4)评估调整后的生态保护红线与永久基本农田、城镇开发边界不再交叉重叠,调出或摘帽的基本农田要制定补划方案,城镇开发边界要避让重要生态功能区、永久基本农田。

5)妥善处理重大项目空间预留问题,对自然保护地核心保护区外确实无法避让、符合国家和省级空间规划、规模较大的基础设施项目做空间预留处理,调整生态保护红线边界。

2.3.2 操作原则

1)与自然保护地整合优化工作衔接方面。国家对两项工作成果要联合审查,要按照实事求是解决问题的要求,统一调整规则和矛盾解决规则,明确“开天窗”阈值。

2)应划尽划方面。生态保护红线评估调整结果要以原生态保护红线划定结果为主要依据,利用“双评价”结果对生态保护功能极重要区域“应划尽划”情况做叠加分析,对未纳入生态保护红线的生态保护功能极重要区域作出科学合理性说明;自然保护地中的风景名胜区、水产资源保护区不再要求“应划尽划”。

3)矛盾解决方面。对依然保留在生态保护红线内的陡坡地采取逐步退耕的方式退出,让村民暂时正常耕种;特殊区位的人工商品林可以保留在生态保护红线内开展适当的经营活动,比如国境线10 km、六大水系1 km范围内的橡胶林割胶等。

4)空间预留方面。一是国家层面只对省级以上纳入项目库的项目做审查,需对已调出项目做归类处理,省级以上项目才能考虑调整预留,允许占用生态保护红线的项目可保留在生态保护红线里不需做调出处理;将省级以下项目纳入市、县、乡国土空间规划,列出新建或改扩建项目清单、规模用地,再纳入省级空间规划,由省里定规则,预留审批通道,符合国土空间规划就可以用地;制定省级调整规则,调整规则中写清楚调整的具体内容,在项目分类上分省级以下、省级以上处理等,分类要细,并与规则对应;因地制宜地出台管控原则,按“调管结合”来考虑生态保护红线的调整,充分考虑云南国境线上的调整问题。

2.3.3 成果报告编制

1)对未纳入生态保护红线的生态保护功能极重要区域应划尽划情况作分析,作出合理性说明。

2)制定省级矛盾冲突解决调整规则。

3)按照管理要求,梳理三线交叉重叠图斑,明确重叠情况。

2.4 统筹三项工作

生态保护红线评估调整、永久基本农田核实调整和城镇开发边界划定三项工作同时推进,3条控制线的划定工作成果相互依存、相互校验、相互渗透、相互制约,需统筹开展。

1)三项工作需统一底图底数,利用国土“三调”数据作为三项工作的底图底数,解决好“多规合一”问题。

2)加快推进永久基本农田核实调整,建立永久基本农田储备区,按照相关管控规则,处理好生态保护红线与永久基本农田的关系,做到调整后不交叉重叠。

3)统筹推进生态保护红线评估调整和城镇开发边界划定工作。

2.5 层层质量把关

按照时间服从质量要求,县级负责完成自查,政府主持召开部门联合审查会议;市级对县级成果进行初审,成果经市政府同意后上报省级复查;省级以市为单位,逐县进行技术复核,召开省级联合审查会

议,汇总形成省级成果报国家技术部委审核,根据国家审核意见修改完善,成果报省政府同意后上报国家有关部委。

3 取得的成效

3.1 严守云南省生态保护红线格局,提升生态功能

生态保护红线评估成果维持了原云南省生态保护红线“三屏两带”基本格局,并进行了一定优化。

1)面积不减少,全省生态保护红线面积有所增加。

2)功能不降低,从生态保护红线发挥的水源涵养、生物多样性维护、水土保持这三大类生态服务功能类型来看,三大功能包含的 11 个分区得到进一步优化。

3)性质不改变,评估调整后的生态保护红线内的生态用地总面积增加,而非生态用地总面积减少,无生态用地向非生态用地转换的情况,且保护的对象未变。

4)调整后的生态保护红线加强了全省重要生态系统和重点区域的生物多样性、水源涵养、水土保持功能,长江、澜沧江、怒江、伊洛瓦底江中上游的六大水系自然岸线纳入了生态保护红线,九大高原湖泊一级管控区全部纳入了生态保护红线,野生动植物栖息地得到拓展。

3.2 有效解决各类矛盾冲突

对原划定生态保护红线成果存在矛盾冲突的耕地、永久基本农田、基本农田储备区、城镇村等现状建设用地、已批建设用地等大部分进行了调出,仍重叠的部分做逐步退出处理。

3.3 保护优先的同时满足社会经济高质量发展需求

生态保护红线评估调整中,统筹考虑了云南省“十四五”重点项目和城镇发展等问题,将省级以上、选址明确的重点项目从生态保护红线中调出,为下一步经济社会发展预留了空间。

4 存在的问题

1)部分地方政府和部门仍然存在重视程度不够,重项目轻保护以及统筹协调不足等问题,未站在全国生态文明建设排头兵和西南重要生态安全屏障的高度来开展生态保护红线评估调整工作,未统筹衔接“三线”划定、国土空间规划、自然保护地整合优化等工作。

2)部分州(市)未实现“应划尽划”要求。全省自然保护地涉及的国家公园、自然保护区、风景名胜区等去除重叠后,未 100%纳入生态保护红线。

3)部分项目调出无举证材料,调出理由不充分。

4)评估调整后的生态保护红线仍存在非生态用地。评估调整成果中仍存在耕地、基本农田、建设用地、矿业权、人工商品林等人为活动频繁区域。

5 思考及建议

5.1 政治站位要高

深入贯彻习近平生态文明思想,按照“多规合一”、“划管结合”的总体思路,对全省重要生态系统、最珍贵的地带性植被、珍稀濒危物种栖息地要实现应划尽划。

5.2 转变思想观念

坚持生态优先,强化底线思维,准确把握评估调整工作要求,严格对照调整优化规则,落实主体功能区战略,构建与战略定位和规划目标相一致的生态保护格局,共抓大保护,不搞大开发,筑牢西南生态安全屏障。

5.3 横向对接要到位

统筹推进生态保护红线评估调整与自然保护地整合优化工作。

5.3.1 要统一基础,协调落实

按照统一底图、统一标准、统一平台的要求,以土地调查数据和 2000 国家大地坐标系为基础,第三次国土调查成果、省林草局确认的自然保护地、公益林和生态林边界作为统一两项工作的底数底图。

5.3.2 理顺两项工作的关系

生态保护红线的调整优化和自然保护地的整合优化是两个密切联系的紧密融为一体的工作。生态保护红线评估调整工作开展在前,自然保护地整合优化工作开展在后,但生态保护红线较大部分是自然保护地,自然保护地的优化整合工作不完成,生态保护红线的结果就是空中楼阁。纳入生态保护红线的自然保护地、公益林和生态林边界需经省林草局确认。待自然保护地整合优化后,生态保护红线再相应调整。

5.4 处理好与国土空间规划编制的关系

生态保护红线是 3 条控制线中重要的一条,也是国土空间规划的重点。要在国土空间规划的大局之下统筹做好生态保护红线划定与自然保护地调整工作。各级政府要做好统筹协调工作,强化整体思维,系统考虑,从国土空间规划角度整体上谋划。

(下转第 192 页)

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 016

郑州市碧沙岗公园不同年龄段使用人群景观要素偏好调查与分析

陈利明[1],惠向晖[2],张 庆[1],田长丰[1]
(1. 河南农业大学风景园林与艺术学院,河南 郑州 450002;
2. 河南农业大学信息与管理科学学院,河南 郑州 450002)

摘要:城市公园是城市居民进行休憩活动、缓解精神压力和促进人际交往的重要场所。文章以河南省郑州市碧沙岗公园为调查对象,遴选公园内部多个空间单元,采用行为观察法和现场计数法获取使用人群数据,借助 SPSS 分析不同年龄段使用人群对不同空间单元内景观要素的需求。结果发现,休憩设施数量与青少年使用频度显著负相关,空间形状指数和亲水性与青少年密度显著正相关;硬质铺地面积和空间形状指数与中年人密度显著正相关,绿地率与中年人密度显著负相关;空间封闭性与老年人密度显著正相关,可进入草坪面积与老年人密度显著负相关;绿化覆盖率、植物群落结构、游戏设施数量等景观要素与使用人群密度没有显著关系。

关键词:不同年龄段使用人群;城市公园;景观空间;景观要素偏好性;郑州市碧沙岗公园

中图分类号:S759. 91;Q149　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0080-07

引文格式:陈利明,尚玉萍,张庆,等. 郑州市碧沙岗公园不同年龄段使用人群景观要素偏好调查与分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):80-86. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 016

CHEN Liming, HUI Xianghui, ZHANG Qing, et al. Investigation and Analysis on Landscape Elements Preference of Users of Different Ages in Bishagang Park of Zhengzhou[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(4): 80-86. doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 016

Investigation and Analysis on Landscape Elements Preference of Users of Different Ages in Bishagang Park of Zhengzhou

CHEN Liming[1], HUI Xianghui[2], ZHANG Qing[1], TIAN Changfeng[1]
(1. College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;
2. College of Information and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Urban park is an important place for urban residents to have leisure activities, relieve stress and promote interpersonal communication. This paper selected multiple spatial units in Bishagang Park of Zhengzhou City, obtained the users data by behavior observation method and field counting method, and analyzed the needs of users of different ages for landscape elements in different spatial units by SPSS. The results showed that the number of recreational facilities was negatively correlated with the usefrequen-

收稿日期:2020-12-01
基金项目:2019 年度河南科技智库调研课题"国家中心城市建设背景下的郑州市公共空间可达性与空间格局优化研究"(HNKJZK-2019-32B);2020 年河南省哲学社科规划年度项目"基于城市绿网的城市人口流量研究"(2020BSH003).
第一作者:陈利明(1994-),女,河南鹤壁人,硕士研究生. 研究方向为风景园林规划设计与理论. Email:2691846338@ qq. com
责任作者:田长丰(1990-),男,河南信阳人,博士. 研究方向为风景园林与城市设计. Email: 525661974@ qq. com

cy of adolescents, and the spatial shape index and hydrophilicity were positively correlated with the density of adolescents; the area of hard paving and the spatial shape index were significantly positively correlated with the density of middle-aged people, and the rate of green space was significantly negatively correlated with the density of middle-aged people. The space enclosure was positively correlated with the density of the elderly, and the accessible lawn area was negatively correlated with the density of the elderly; the landscape elements such as greencoverage, plant community structure, and the number of game facilities had no significant relationship with the density of users.

Key words: users of different ages; urban park; landscape space; preference of landscape elements; Bishagang Park of Zhengzhou

城市公园是城市生态建设的重要组成部分,也是城市居民进行户外游憩活动的重要场所。当前城市建设已经从增量建设转向存量优化,因此城市公园的规划与更新应以满足使用人群的生理、心理需求为重点,以此来提高公园的空间活力。

当前我国的城市公园研究大多数通过调查问卷、访谈、文献梳理等方式获取使用人群对公园要素的需求,分别涉及不同年龄段的使用人群,包括老年人[1-3]、儿童[4]和青少年[5]等特定人群和使用者的性别差异[6]研究,提出相应的规划设计策略。本研究通过设计调查的方式,采用行为观察法和计数法获取数据,并用 SPSS 22.0 软件对公园景观要素与不同年龄使用人群之间的相关性展开分析,探究不同年龄层次使用人群对城市公园使用的需求,以期为公园景观空间的人性化设计提供一定的参考。

1 研究概要

1.1 调查对象及方法

河南省郑州市碧沙岗公园原为陵园,系冯玉祥为纪念北伐国民革命军第二集团军阵亡将士所建。1956 年,郑州市人民政府将陵园改建为碧沙岗公园,目前是郑州市重要的城市公园之一。该公园位于郑州市中原区,占地面积约 26.7 hm^2。2020 年以来,围绕创建“生态园林城市”,实施了拆墙透绿工程,使公园内部景观与城市景观融为一体,极大地满足了市民对城市公园的需求。

本研究选取人流量多且方便进入的 8 个景观节点作为调查样地(图 1,图 2)。样地范围以林缘或路缘确定边界,调查样地总面积约 1.48 hm^2,平均面积为 1 848 m^2。考虑到秋季气温适合人外出活动,故调查时间选择在 2020 年 9 月 21—26 日进行。将一天分成 6 个时间段(7:00—9:00、9:00—11:00、11:00—13:00、13:00—15:00、15:00—17:00、17:00—19:00)对使用人群进行调查;调查采用快照与现场计数相结合的方法,记录场地特征要素与使用人群特征。每个场地观察时间为 10 min,最后使用 SPSS 22.0 进行统计分析。

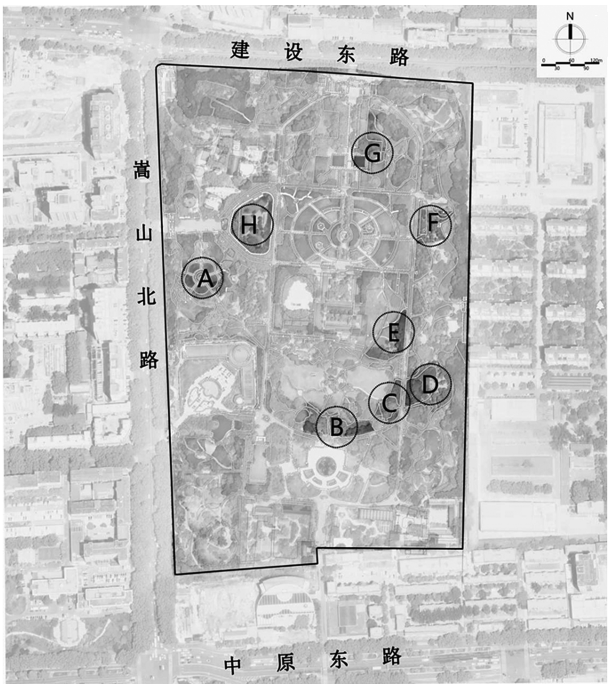


图 1　郑州市碧沙岗公园平面图和调查样地分布

Fig. 1　Plan and survey plots of Bishagang Park in Zhengzhou

1.2 数据采集与处理

根据公园景观特征研究的相关成果[7-8],本次实地调研选取空间形态、植物、小品设施和水体作为景观要素量化单位(表 1)。空间形态包括硬质铺地面积、可进入草坪面积、空间封闭性和空间形状指数;植物主要是绿地率、绿化覆盖率、植物群落结构;小品设施主要包括座椅、球场、廊架等;水体环境主要以是否亲水为要素指标。为了调研数据具有信誉

度,将使用人群分为青少年(包括儿童)、中年人、老年人三类人群进行调研[9],记录了样地中不同年龄层次使用人群的密度。

通过 SPSS 22.0 进行数据分析,以 10 个景观要素为指标,采用 k 均值聚类算法(K-Means Clustering Algorithm)对样地进行聚类分析,通过单因素 ANOVA 分析了不同类型样地中使用人群的差异情况,进而分析了城市公园景观要素与使用人群之间的关系,总结了不同年龄层次使用人群所偏爱的景观要素。

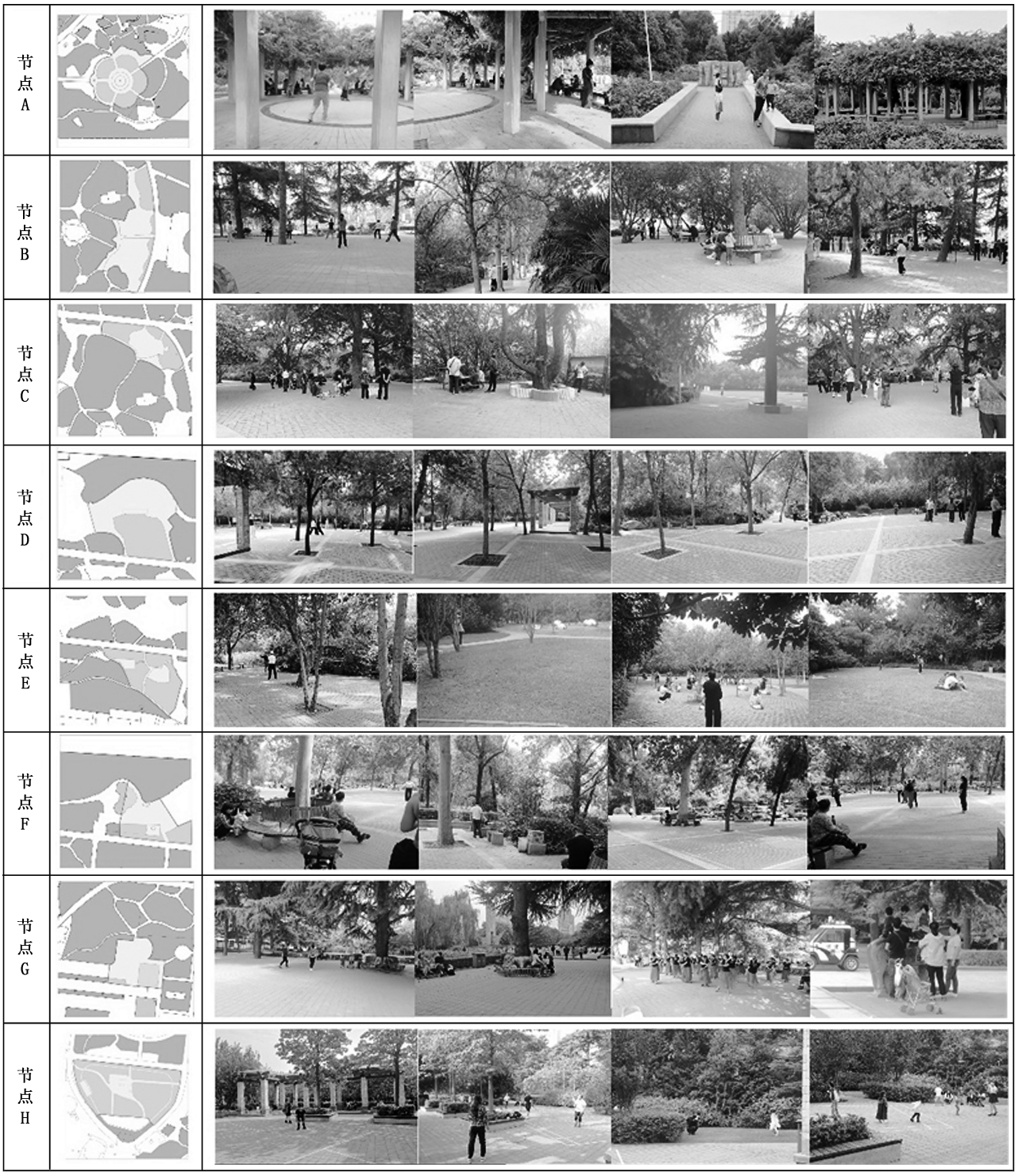


图 2　调查样地平面图和实景

Fig. 2　Plan and real scene of survey plots

表 1　城市公园景观要素量化指标

Tab. 1　Quantitative indicators of landscape elements in urban park

调查与统计变量	变量定义及其范围
X_1　硬质铺地面积	场地调查数据统计。
X_2　可进入草坪面积	场地调查数据统计。
X_3　空间封闭性	空间的封闭性以相对高度即主观赏面的视距(D)和植物高度(H)比值来衡量[10]。为方便后续计算,对空间封闭性进行赋值:当 $D/H=1$ 时,空间封闭;当 $D/H=2$ 时,空间较封闭;当 $D/H=3$ 时,空间较小程度的封闭;当 $D/H=4$ 时,空间不封闭,有空旷之感。
X_4　空间形状指数	采用场地空间边界实际长度(L)与同面积圆周(A)的比值计算[11]。
X_5　绿地率	绿地面积与总面积的比值[12]。
X_6　绿化覆盖率	乔木的树冠垂直投影面积与样地总面积的比值。
X_7　植物群落结构	按景观空间群落类型赋值:灌草为 1、乔草为 2、乔灌为 3、乔灌草为 4。
X_8　休憩设施	按数量统计坐凳、廊架等基础休憩设施和花坛、树池、台阶等辅助休憩设施。
X_9　活动设施	按数量统计包括攀爬雕塑、钓鱼池、羽毛球场等在内的公园活动设施。
X_{10}　亲水性	样地亲水性以 1 和 0 代表有无:1—亲水,0—不亲水。

2 结果与分析

2.1 使用人群时间特征

通过对郑州市碧沙岗公园使用人群在不同时间段的人数进行调研,可以观察到青少年与中年人的时间段分布趋势具有一致性。老年人在工作日和休息日的使用人群人数变化趋于一致,而青少年和中年人在工作日和休息日有差别,不同年龄段使用人群的活动时间具有一致性(图 3)。

2.2 使用人群空间特征

调查发现,在高密度的使用场地中,以中年人和老年人为使用主体(图 4)。其中青年人在 G 场地活动人数最多,多进行观鱼、拍照活动。此样地开敞、临水,可达性好,且临近公园北入口,有售卖亭、鱼池、可攀爬雕塑。中年人在 B 场地活动人数最多。此样地空间较开敞、活动范围大、场地植物种类丰富、可达性高,且临近公园的南入口。老年人在 A 场地活动人数最多。此置,中间留有活动空间,可达性

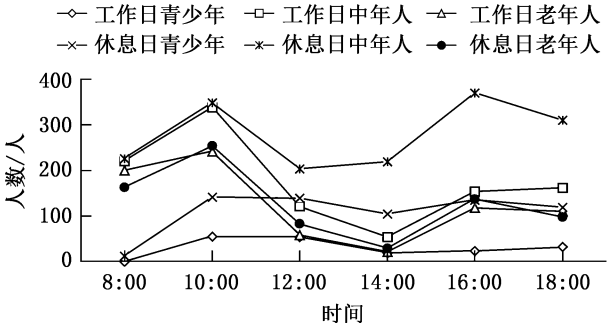


图 3　工作日、休息日公园内使用人群数量变化

Fig. 3　Number change of the users in the park on weekdays and weekends

高,且临近公样地四周视野开阔,有爬藤植物覆盖的构筑物,休憩坐凳呈环形布园西入口。由于节点 A 临近公园西入口,节点 B 临近公园南入口,节点 G 临近公园北入口,由此可看出这些临近公园出入口的景观空间使用频率较高。

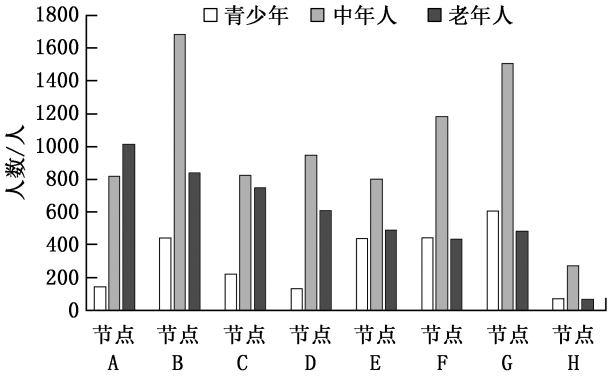


图 4　不同景观节点各年龄段使用人群人数

Fig. 4　Number of users by ages at different landscape nodes

2.3 公园绿地景观空间特征

通过聚类分析,将调研的 8 个场地划分为两类景观空间类型,其中类型Ⅰ是疏林草地空间,类型Ⅱ归纳为林下空间。根据聚类分析结果可得,硬质铺地面积 X_1 和绿地率 X_5 2 个景观要素在两类场地类型具有显著性。其中类型Ⅰ疏林草地空间的硬质铺地面积低于类型Ⅱ林下空间的硬质铺地面积,类型Ⅰ疏林草地空间的绿地率高于类型Ⅱ林下空间的绿地率(表 2)。

类型Ⅰ疏林草地空间包括 3 个景观节点,分别是 A、E、H,其空间特征为较开敞、有活动设施与构筑物,休憩设施位于空间中心或边缘,植物搭配方式为“草本+灌木+乔木”,营造出一个具有围合感的

表 2 城市公园绿地景观空间两类初始聚类中心

Tab. 2 Two types of initial cluster centers of greenlandscape space in urban park

景观要素	类型 Ⅰ	类型 Ⅱ	*F*	Sig.
硬质铺地面积 X_1/m^{2**}	479.04	866.97	7.537	0.033
可进入草坪面积 X_2/m^2	306.80	102.04	1.333	0.292
空间封闭性 X_3	3.00	2.00	1.266	0.304
空间形状指数 X_4	1.15	1.36	2.720	0.150
绿地率 $X_5{}^{**}/\%$	68.15	40.82	8.564	0.026
绿化覆盖率 $X_6/\%$	81.87	86.14	0.221	0.655
植物群落结构 X_7	3.00	3.00	0.429	0.537
休憩设施数量 X_8	11.00	8.00	1.323	0.294
活动设施数量 X_9	4.00	0	2.172	0.191
亲水性 X_{10}	0	0	1.500	0.267

注：** 表示差异在 0.05 的水平上显著。

独立景观空间。类型Ⅱ林下空间包括 5 个景观节点，分别是 B、C、D、F、G，其空间特征为开敞、亲水，活动设施不足，场地内乔木矗立，休憩设施散布于四周。

2.4 绿地景观空间与使用人群关联分析

调查发现，中年人密度在两种绿地景观空间中具有显著差异，而青少年和老年人则没有显著差异（表 3），中年人密度在类型Ⅱ林下空间大于类型Ⅰ疏林草地空间，说明中年人更偏好较开敞、休憩设施较多、硬质铺地面积大的林下空间。

2.5 景观要素与使用人群相关性

选取 8 个样地 10 个景观要素作为自变量（x），不同年龄层次使用人群密度作为因变量（y），通过 Pearson 相关分析（Pearson Correlation Coefficient）探究不同年龄层次使用人群密度与景观要素之间的相关性（表 4）。结果显示，空间形状指数、亲水性、休憩设施数量与青少年密度具有显著相关性；硬质铺地面积、绿地率和空间形状指数与中年人密度具有显著相关性；空间封闭性和可进入草坪面积与老年人密度具有显著相关性。其中，绿化覆盖率、植物群落结构和游乐设施数量与使用人群相关性不显著。青少年密度与中年人密度互有显著性。调研中也发现，青少年与中年人之间的交往活动频率较高，例如在 E 场地，中年人会陪伴青少年在此场地玩耍；在 F 场地，中年人会带领青少年租用渔具进行钓鱼。

表 3 两类绿地景观空间中不同年龄段使用人群密度

Tab. 3 Density of users of different age groups in the two types of landscape spaces

使用人群	类型 Ⅰ	类型 Ⅱ	*F*	Sig
青少年/人	218.965 ± 218.535	369.189 ± 236.693	1.245	0.307
中年人/人	630.909 ± 358.182	1227.512 ± 453.738	5.159	0.064 *
老年人/人	522.50 ± 490.833	622.260 ± 215.24	0.191	0.677

注：* 表示差异在 0.1 的水平上显著。

2.5.1 景观要素与青少年密度相关性

休憩设施数量与青少年密度呈显著负相关。推测有以下可能原因：（1）碧沙岗公园大多数空间的小品设施少而老旧，场地内的休憩设施对青少年没有吸引力；（2）青少年密度与中年人密度之间有显著性，说明青少年活动可能受家长的影响，场地内没有足够的休憩设施或者休憩设施距离过远，家长无法在坐下休憩的同时看护儿童，就会带孩子离开场地。空间形状指数和亲水性与青少年密度呈显著正相关，由此推测出青少年偏好空间边界复杂和具有可亲近的水景的场地。一般而言，不规则的场地形状更能引起青少年的兴趣[13]。儿童喜欢大自然是天性，水要素属于自然环境的一部分，因而可亲近的水景受青少年儿童青睐。

2.5.2 景观要素与中年人密度相关性

硬质铺地面积和空间形状指数与中年人密度呈显著正相关。硬质铺地面积越大，空间边界形状越复杂，中年人越加偏好。调研发现，凹凸变化的空间结构和外形可以促进中年人在此滞留和活动，他们大多在景观空间中的转角、端部、边缘等处游憩娱乐。绿地率与中年人密度呈显著负相关，意味着供人们活动的硬质空间面积就小，可容纳的使用者人数就少。例如 H 场地，硬质铺装面积占总面积的 18.9%，提供人活动的硬质空间面积比较小。当部分使用者在此进行羽毛球活动的时候，其他人就无法使用空间，从而影响场地使用人群密度。

表 4　公园景观要素与使用人群相关性

Tab. 4　Correlation between park landscape elements and users

	项目	青少年密度	中年人密度	老年人密度	硬质铺地面积	可进入草坪面积	空间封闭性	空间形状指数	绿地率	绿化覆盖率	植物群落结构	休憩设施数量	游乐设施数量	亲水性
青少年密度	Pearson 相关性	1	0.771**	0.022	0.186	0.219	−0.252	0.733**	−0.435	−0.170	0.141	−0.666*	0.227	0.676*
	显著性(双尾)		0.025	0.959	0.659	0.603	0.548	0.038	0.282	0.687	0.739	0.072	0.589	0.066
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
中年人密度	Pearson 相关性	0.771**	1	0.451	0.654*	−0.278	0.047	0.763**	−0.709**	−0.205	0.030	−0.514	−0.251	0.458
	显著性(双尾)	0.025		0.262	0.079	0.505	0.911	0.028	0.049	0.626	0.944	0.192	0.548	0.254
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
老年人密度	Pearson 相关性	0.022	0.451	1	0.145	−0.711**	0.697*	0.000	−0.098	−0.275	−0.211	−0.081	−0.237	−0.267
	显著性(双尾)	0.959	0.262		0.733	0.048	0.055	1.000	0.818	0.510	0.615	0.848	0.572	0.523
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

注:* 表示在置信度(双测)为 0.10 时,相关性显著; ** 表示在置信度(双测)为 0.05 时,相关性显著。

2.5.3 景观要素与老年人密度相关性

空间封闭性与老年人密度呈显著正相关。心理学家马斯洛认为,人的基本需求是安全需求。公共空间存在不确定因素,而老年人在自我保护能力方面比较弱,所以相比其他年龄层次的使用人群,老年人更需要安全感[14]。一个具有安全感的私密或半开敞空间,比如带有爬藤植物覆盖的廊架或植物围合起来的半开敞小空间会容易让老年人产生安全感,延长老年人停留时长。老年人密度与空间形状指数未发现显著性,推测可能由于老年人之间人际距离较小、喜欢聚堆聊天,不喜欢形状复杂的空间。可进入草坪面积与老年人密度呈显著负相关,推测可能和绿地使用观念有关:在人的意识中草坪不能进入,所以在老年人心理上就形成了草坪不能破坏和践踏的意识;其次,调研发现老年人在公园大多进行打牌、健身、休憩,而草坪于他们而言无关紧要;最后,老年人会出于安全考虑,会认为在松软不规整的草坪上走动存在一定的困难。

3 基于不同年龄段使用人群对景观要素偏好的人性化设计建议

根据调研结果可知,同一时段内不同年龄段使用人群在同一场地的活动内容不同,所偏好的景观空间类型也不同,因此公园在进行空间设计时,应根据使用人群对景观要素的偏好进行设计。

3.1 青少年使用人群

青少年和中年人具有显著相关性,青少年与空间形状指数、亲水性呈正相关,与休憩设施数量呈负相关。扬·盖尔提到儿童和其他年龄组人群对户外活动环境的要求可以一块考虑。因此,公园设计应综合考虑青少年和中年人的需求,营造两者喜爱的活动空间。青少年玩耍的空间要在中年人休息空间的视野范围之内,休憩设施要布置在游戏场地四周,场地的空间要视野开阔。景观小品设施在设计时应“兼做他用”,既有美观功能又能当游玩设施,可以抚摸或骑坐,如台阶、花台作为凳子,雕塑供儿童玩乐。空间形态的营造要同时考虑竖向变化和水平方向变化。竖向变化上注意植物层次和色彩搭配,以落叶植物为主体打造通透的空间层次,夏日可以在遮荫区玩耍和休息,冬日可以透过阳光,丰富空间季相的变化。水平方向上从空间的功能出发,利用景墙、花池和灌木对空间进行分隔。鉴于儿童喜欢自然要素比如水、沙土、石块等,对其进行设计要满足使用人群亲近自然的需求。

3.2 中年使用人群

中年人与绿地率是负相关,与硬质铺地面积、空间形状呈正相关。考虑到中年人在公园活动人数多,应适当提高硬质铺装面积占比,并需要绿化植物为其遮荫又不过多占用空间内的硬质面积。林下广场空间既能满足中年人的活动需求又能为城市增加绿化率。广场应平坦开阔,通过铺装的材质、色彩、构型等形式变化,或者界面的上升和下降形成不同的开阔空间,明确空间的界限,体现场地空间功能的转换,满足使用人群心理上的物质空间领域感[15],

避免活动相互干扰。

3.3 老年使用人群

老年人群与可进入草坪面积呈负相关,与空间封闭性呈正相关。老年人需要安全感,对空间设施依赖性高。因此,设计上利用边界的界定和其他细部设计(如藤架)标识亚空间,营造出大的开阔空间和半私密空间。场地空间适当增加休憩设施:在具有遮荫的空间中设置闲坐区,这样他们就可以根据自己的需求坐在阳光下或阴影中,按他们喜欢的交谈距离进行亲密交流;其次,适当地放置刻有棋盘的四方桌子,为喜欢棋、牌的老年人提供场所;最后,场地空间里的草坪区应设置在硬质铺地和休闲空间旁边供老年人欣赏,其中硬质铺装面积占比要高于草坪面积。另外,铺装设计在同一空间的铺装材质不能转换频繁,避免对老年人造成眩晕感。

4 结论

本文以碧沙岗公园为例,探究不同年龄段使用人群与公园景观要素之间的关联,得出不同年龄层次使用人群对景观要素有不同景观需求。通过研究可以看出,休憩设施数量与青少年密度呈显著负相关,空间形状指数和亲水性与青少年密度呈显著正相关。其次,硬质铺地面积和空间形状指数与中年人密度呈显著正相关,绿地率与中年人密度呈显著负相关。最后,空间封闭性与老年人密度呈显著正相关,可进入草坪面积与老年人密度呈显著负相关。

因此,公园规划设计或改造应综合考虑不同年龄层次使用人群需求,对场地进行多功能复合空间设计,完善场地景观要素。青少年人群的活动空间应设置趣味性的景观小品、水景,打造个性化的活动空间;中年人群的活动空间应适当增加硬质铺地面积,绿化以种植落叶乔木为主;老年人群的活动空间应适当增加坐凳,同时注意空间分隔。

本研究未发现绿化覆盖率、植物群落结构、游戏设施数量等景观要素与使用人群密度呈显著关系,推测可能是碧沙岗公园建成已久,植被长势良好、所选场地绿化覆盖率及植物群落趋于一致,导致绿化覆盖率、植物群落结构不显著;游乐设施数量在场地中普遍匮乏,使用频率低。

参考文献:

[1] 陈雅珺. 基于老年人行为特征的公园活动空间人性化设计研究——以苏州公园为例[J]. 城市,2015(6):62-65.

[2] 楼宇青,金荷仙,张丽. 杭州春季城市公园老年人行为抽样调研与分析[J]. 中国园林,2019,35(3):66-70.

[3] 高梦晗,谷康,孙钰昂. 健康中国视角下公园适老性研究——以南京白鹭洲公园为例[J]. 园林,2020(2):68-75.

[4] 丁恺昕,韩西丽. 深圳市户外游戏场地空间特征对儿童游戏行为和综合发展的影响研究[J]. 规划师,2019,35(15):87-92.

[5] 魏琼,李早,胡文君. 小学生放学后停留行为与游憩空间的关联性研究[J]. 中国园林,2017,33(1):100-105.

[6] 曹幸,吴佳,李坤钰,等. 城市公园空间需求的性别差异研究——以南昌市八一公园为例[J]. 九江学院学报(自然科学版),2017,32(4):44-49.

[7] 李利,赵一丹,周卫玲. 基于地形分类的景观空间与行为活动的关联性研究——以榆林市沙河公园为例[J]. 北京建筑大学学报,2020,36(1):24-31.

[8] 刘瑞雪,许晓雪,陈龙清. 基于使用行为的城市公园植物景观空间调研研究——以深圳湾滨海公园为例[J]. 中国园林,2019,35(4):123-128.

[9] 尹晓峰,杨圣韬.《2008美国体力活动指南》背景与过程回顾[J]. 体育科研,2011,32(1):16-23.

[10] 刘晓惠. 文心画境:中国古典园林景观构成要素分析[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.

[11] 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(农业科学版),2004,22(2):176-180.

[12] 张冉,舒平. 休闲锻炼视角下既有住区绿地空间适宜性研究[J]. 中国城市林业,2019,17(5):63-68.

[13] 潘念念. 基于儿童行为特征的户外活动场地设计研究[D]. 南京:东南大学,2018.

[14] 王博. 建筑环境心理学在公共空间设计中的应用[J]. 建筑技术,2015,46(S1):153-155.

[15] 扬·盖尔. 交往与空间[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.

责任编辑:刘平书
校　　对:邓砚　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 017

城市公园的品牌化景观设计策略研究

邱 璨,王 威,卫 红
(河南农业大学风景园林与艺术学院,河南 郑州 450000)

摘要:以现代城市公园为研究对象,阐述城市公园发展历程中的初始化、规范化、特色化、品牌化 4 个阶段,城市公园品牌化具有时代性、文化性和独特性特征。本文中以国内外城市公园案例分析城市公园品牌化特征,给出提升功能性、突出主题性、强化关联性的城市公园品牌发展思路,并归纳出以点—线—面为思路的城市公园品牌设计提升策略。

关键词:城市公园;品牌化;景观设计

中图分类号:S759. 91;P901　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0087-06

引文格式:邱璨,王威,卫红. 城市公园的品牌化景观设计策略研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):87-92. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 017

QIU Can, WANG Wei, WEI Hong. Branding Landscape Design Strategy of Urban Park[J]. Forest Inventory and Planning, 2021,46(4):87-92. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 017

Branding Landscape Design Strategy of Urban Park

QIU Can, WANG Wei, WEI Hong
(College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: This paper expounded the four stages of initialization, standardization, characterization and branding in the development process of modern urban parks. The branding of urban parks has the characteristics of times, culture and uniqueness. By analyzing the branding characteristics of urban parks with the cases at home and abroad, this paper put forward the development ideas of urban park brands to improve functionality, highlight theme and strengthen relevance, and summarized the promotion strategy of urban park brand design based on the point-line-plane idea.

Key words: urban park; branding; landscape design

当前,城市发展已进入品牌时代,城市品牌是城市竞争力的制高点[1]。城市公园作为塑造和展示城市品牌的窗口,在规划建设中深植于独特的地域文化和生活方式,能够全面反映城市精神面貌。现阶段,我国城市公园千城一面、个性缺乏的现状导致城市品牌优势特色的定位模糊,城市个性特质被抹杀,严重地影响了城市的可持续发展。随着城市品牌建设的积极推进,人们对城市公园景观建设的要求提升。同时伴随着城市发展的成熟和规模扩张,城市间的竞争激烈,城市的差异化属性和个性化建设需求也愈加突出。公园是城市的大客厅,因此,积极提升城市公园的品牌化景观,从而推动城市品牌

收稿日期:2020-12-21.
基金项目:河南省高校人文社会科学研究一般项目"豫中地区传统村落文化景观基因识别与图谱构建"(2021-ZZJH-159).
第一作者:邱璨(1995-),女,河南郑州人,硕士研究生. 研究方向为风景园林设计.
责任作者:卫红(1972-),女,河南沁阳人,硕士,副教授. 研究领域为建筑学、城乡规划学.

的发展是经营城市的必然要求。

1 相关研究现状

通过文献分析,可将城市公园的发展历程总结为初始化、规范化、特色化、品牌化4个阶段。

1.1 初始化是城市公园发展的萌芽阶段

近代工业革命带来了生态环境恶化、市民亲近自然的情感需求难以满足等社会问题。受到民主自由思想的影响,18世纪末建立的海德公园(Hyde Park)成为了英国伦敦最知名的公园。其中演讲者之角(Speaker's Corner)作为英国民主的历史象征,市民可在此演说任何有关国计民生的话题,这个传统一直延续至今。海德公园也随着城市扩张逐渐成为市中心区域,吸引了大量游客。该阶段的城市公园多为向公众开放的绿地,已具备了现代城市公园的特征。

中国的城市公园较西方发展晚,最早是鸦片战争后为改善人民生活习惯出现的租界公园。由于公园大多是在西方势力的扶持下建设,设计多采用西式手法表现。这种公共园林作为城市公园的雏形,对打破古典园林私有化模式起到了推动作用。

1.2 规范化是城市公园发展的求同表现

19世纪城市格局发生变化,1854年纽约中央公园的建造使单个城市公园绿地互相联系成为带状绿地,其从近郊大型公园变成具有城市精神象征意义的纪念碑,并在美国掀起了城市公园运动。从此号称纽约"后花园"的中央公园不只是纽约市民的休闲地,更是世界各地旅游者喜爱的旅游胜地。

建国后处于战后恢复期的中国则迎来了城市公园建设的第一个高峰。此阶段中国学习苏联的高尔基文化公园发展建造了城市绿地公园、文化休息公园及居住绿地公园3个公园类型。此阶段主要模仿苏联文化休息公园模式,统一建设标准,强调功能分区和活动组织空间。公园重视文化教育功能,是新型公园建设的基础。

1.3 特色化是城市公园发展的求异表现

19世纪后期,环境保护运动推动波士顿大都市公园体系建立。以河流等自然要素为纽带,连接了9个部分的绿地,形成一条约16 km的翡翠项链。波士顿公园体系改变了城市的原有格局,构建了波士顿引以为傲的城市特色风貌。在经历了长达半个世纪的城市公园运动后,西方的城市公园也在由单一的城市绿地,发展为互相联系的带状绿地,再发展为公园体系的过程,使其所在城市因公园而闻名,至此西方城市公园已呈现出品牌化的发展趋势。

我国城市公园的蓬勃发展时期出现在改革开放后。城市公园的功能性不断完善,种类和数量飞速增长,各类主题性公园也不断出现。此阶段表现为优势的求异、文化的求异。随着商品经济的发展,文化休息公园已无法满足人民的消费需要,公园立足特色化建设发展并开始增加游乐设施,商业化的功能服务不断完善推动了主题公园的出现,是综合性公园品牌化发展的必经过程。

1.4 品牌化是城市公园发展成熟的标志

进入20世纪的城市公园建设,现代及后现代主义思想影响了景观设计风格,使其呈现出生态性、艺术性和文脉性特点,也因此形成了多种多样风格独特的设计类型。以1926年建成巴塞罗那高迪公园为例,利用当地的石块、碎瓷、玻璃就地取材,实现了人工与自然的完美结合。公园门口的喷泉中间用彩色瓷砖拼贴而成的巨型蜥蜴,不仅作为镇园之宝,甚至已成为巴塞罗那的标志,引来无数游客合影留念。

21世纪后我国综合型公园经历了由繁至简的转变,功能开始渐渐分化,并逐步整合为更适宜居民参与和使用的现代化全方位的公共活动空间。例如1999年为北京奥运会的举办而规划建设的奥林匹克公园,是一座包含多种功能在内的综合性市民公共活动中心。在2008年的赛事开展期间吸引了众多观众游客前来游览参观,同时也为北京提供了一个国际交往联络窗口、世界文化交流平台以及绝佳的国家发展机遇。城市公园所带来的辐射效益已不再局限于满足市民生活需求,更突出了城市多元化的发展特征,推动了城市品牌化的发展。如今,在城市公园品牌化提升中,现代城市公园将体现城市理念作为内涵,通过城市特色的外显表达,最终达到展示城市形象,宣传城市文化的效果。

2 概念界定

2.1 城市公园

2009年施行的《公园设计规范》中定义:"公园是供公众游览、观赏、休憩、开展科学文化及锻炼身体等活动,有较完善的设施和良好的绿化环境的公共绿地。"公园一般可分为城市公园、森林公园、主题公园、专类园等。其中城市公园种类丰富,功能和性质各异。本文以城市公园的发展规律入手,将新中国成立后建造或改造的,为城市居民提供娱乐、健身、

休闲、游览和学习的城市综合型公园作为研究主体。

2.2 城市公园品牌化

品牌是一种名称、术语、标记、符号或设计的产品或服务,并使之与竞争对手的产品或服务区分开来。城市公园的品牌化概念源自于“城市品牌”。“城市品牌”最初是在 1988 年由美国杜克大学的 Kevin LaneKeller 教授在他的《战略品牌管理》中首先提出的,广义上是指根据历史积淀,定位地域资源特点进行规划设计和管理,是一个地区的自然风貌与人文历史的综合展现,也是一个城市在推广宣传自身形象过程中所传递给大众的精神内核[2]。

2.3 城市公园品牌化的特征

城市公园的品牌化发展从纵向和横向来看,分别具有时代性、文化性和独特性特征。

1)时代性特征解释为城市公园景观在相同地域的不同时代会有不同的表现形式。具体表现为符合时代定位和符合功能定位。准确的品牌化定位离不开对城市自身资源的分析以及对城市品牌市场的调研。把握时代定位以及功能定位,决定了城市公园品牌化发展的时代性特征。

2)文化性特征是由诸如地理环境、区域经济、文化背景、生活习性和人文特点等决定的,不同的地域文化存在于不同的地域中,因而展现出不同民俗风貌与景观特色。具体表现为文化资源的集中、文化要素的表达以及文化影响力的传播。城市公园对历史文化继承,通过传播塑造出城市品牌独有的魅力。城市品牌文化性特征表现的是长期的存续和发展,是持续的竞争力。

3)独特性是指能够将城市公园与其他城市的公园相区别的排他属性。独特性需要通过城市提供给民众特殊的体验,满足目标受众的实际需求并带来与众不同的感受。具体表现为对特殊群体的关注、对特定场景的设计以及对特别活动的策划。

2.4 城市公园的品牌化价值效应

城市公园的品牌化,通过景观提升,提高外部吸引力,增强内部竞争力,进而对区域社会、经济、文化、生态产生正面影响,促进城市发展,其价值效应影响机制见图 1。

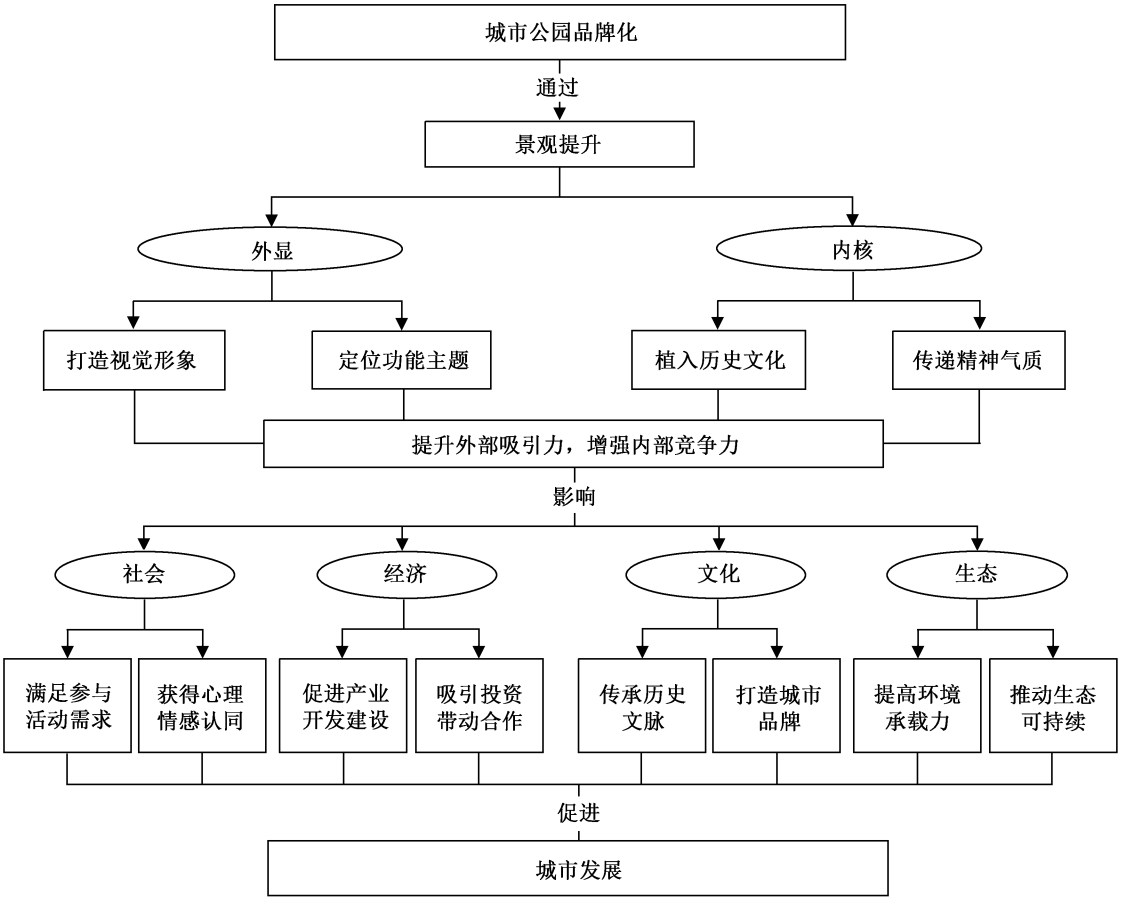


图 1　城市公园品牌化价值效应影响机制

Fig. 1　Influence mechanism of urban park branding value

3 案例分析

3.1 现代国外城市公园品牌化案例分析

在国外城市公园体系快速发展过程中,涌现出了一批功能完备、具有较高知名度的城市公园。依据近年来世界各地旅游者的喜爱度,选取了以下城市公园进行分析(表 1,图 2,图 3,图 4,图 5)。

表 1　国外城市公园品牌化特征分析

Tab. 1　Branding characteristics of foreign urban parks

案例	城市名片	品牌化特征
伦敦海德公园	伦敦绿色心脏	演讲者之角:市民可在此演说任何有关国计民生的话题;九曲湖将公园划分为两部分,从东南方进入有 3 条路线;东西连接两块公园绿地,同市区连成一片。
纽约中央公园	纽约的“后花园”	毕士达喷泉:中央公园的核心,其“水中天使”雕像是为纪念内战期间死于海上的战士;公园呈带状由西南向东北展开,采用立交方式构筑一条环园大道,4 条东西向穿园道路;中央公园的存在促使周边小地块的街区无限蔓延。
芝加哥千禧公园	芝加哥门户代表	云门雕塑:被游客亲切地称为“豆子”的不锈钢精神堡垒;皇冠喷泉:象征典型市民脸庞的互动艺术装置;造型前卫,连接两个公园的蛇形人行天桥。
悉尼达令港公园	悉尼城市地标	浅水乐园:通过抽象的艺术形式,在游乐场再现澳大利亚各大河流的景象;旋涡广场:可供音乐爱好者开展文化庆典活动;“市民连接器”:增加了优先考虑穿过场地的行人通道;指状延伸的海滨公共空间为各类活动提供场地。

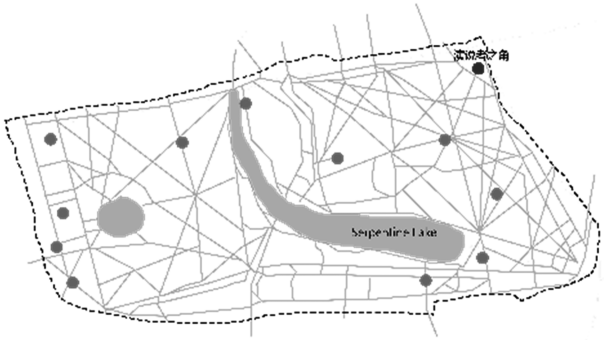


图 2　伦敦海德公园景观策略

Fig. 2　Landscape strategy of Hyde Park in London

图 3　纽约中央公园景观策略

Fig. 3　Landscape strategy of Central Park in New York

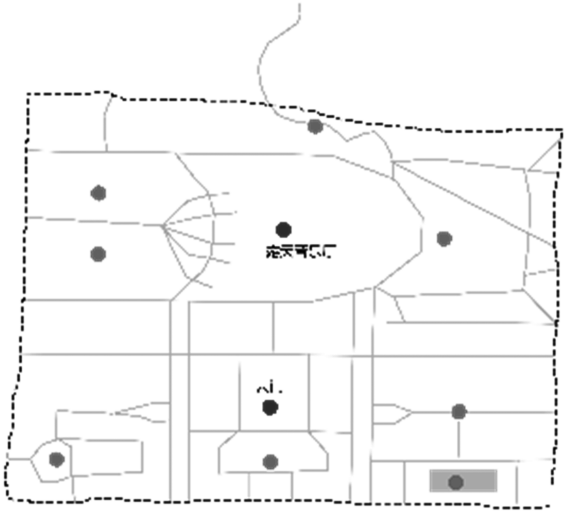


图 4　芝加哥千禧公园景观策略

Fig. 4　Landscape strategy of Millennium Park in Chicago

图 5　悉尼达令港公园景观策略

Fig. 5　Landscape strategy of Darling Harbor Park in Sydney

3.2 现代国内城市公园品牌化案例分析

依据中国文旅部 2019 年对国内年度旅游接待人次的排名前五位,对所在城市热力值进行对比,选取以下热度最高的城市公园进行分析(表 2,图 6,图 7,图 8,图 9)。

表 2　国内城市公园品牌化特征分析

Tab. 2　Branding characteristics of domestic urban parks

案例	城市名片	品牌化特征
广州越秀公园	广州最具历史意义的公园;羊城八景之一	五羊石像:被视为羊城的标志;孙中山纪念碑:为纪念民主革命家孙中山先生而建,与中山纪念堂同处于广州传统城市中轴线上,新建的园道连接各个景点。
深圳深圳湾海滨公园	“爱上深圳的理由”	海滨生态公园沿岸的红树林是以当地乡土树种为主体的南亚热带植被风光,被人们称为“海上森林”;五路立交纳入公园绿化,滨海自行车带全长达 13 km;连接 12 个主题公园,为市民和游客提供了多功能的滨海活动开放区。
杭州太子湾公园	西湖最美春天;杭州最早的婚庆公园	郁金香展:每年“花开时节动全城”;用引水工程和明渠改建的平面形状多样化的水体,用园路连接两岸,均为极佳的赏景点。
上海杨浦滨江公园	上海滨水“东大门”	码头剧场:码头结合樱花树下阶梯型长凳,废弃码头转变为露天公园剧场;“三道”:滨江漫步道、跑步道、自行车道实现连续慢行动线;八大主题带串联五大功能的多功能公园链接带。

图 6　广州越秀公园景观策略

Fig. 6　Landscape strategy of Yuexiu Park in Guangzhou

图 7　深圳湾海滨公园景观策略

Fig. 7　Landscape strategy of Waterfront Park in Shenzhen Bay

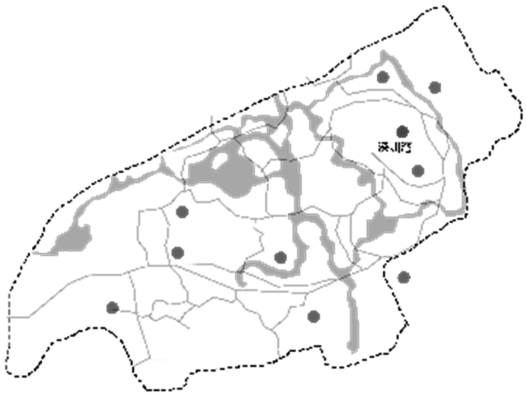


图 8　杭州太子湾公园景观策略

Fig. 8　Landscape strategy of Taiziwan Park in Hangzhou

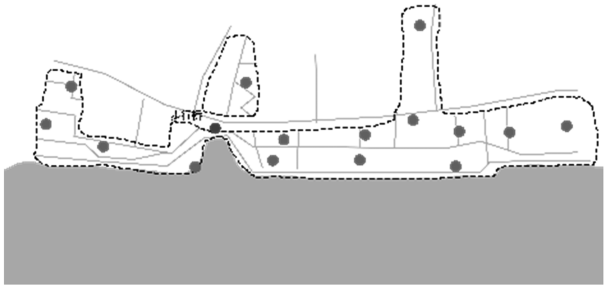


图 9　上海杨浦滨江公园景观策略

Fig. 9　Landscape strategy of Yangpu Riverside Park in Shanghai

4 城市公园品牌化景观设计策略

4.1 城市公园品牌化发展思路

4.1.1 提升功能性

针对公众的高需求、低参与度的问题,通过针对特定群体而创造主题性景观、植入专业性活动场地和丰富公共活动空间节点等手段进行功能性提升。

4.1.2 突出主题性

针对特色不鲜明,记忆度不高的问题,通过增加纪念性地标、设置艺术宣传活动空间,并通过举办主题活动进行文化性的提升。

4.1.3 强化关联性

针对定位不明确、区域发展不协调的问题,通过地域条件完善各类功能节点的布置,明确区域发展方向,并通过整合交通流线加强空间的联系。

4.2 城市公园品牌化景观策略建议

4.2.1 激活——点:打造城市记忆点,突出文化性特征

1)打造现象级地标作为城市记忆点可以是当地著名的历史人物雕塑,也可以是城市具有纪念意义的历史事件,通过依据文物或事件设计的景观活动场地能够唤起公众对城市文化的认知和保护传承行为。

2)利用互动性设施,如声光电现代科技装置,激发游客接触自然、探索科技的激情,提高公众参与度。

3)可提供艺术活动场地,在节日庆典策划如展览或演出集会等吸引人气,通过活动的宣传推广提高城市知名度。

4.2.2 编织——线:串联空间故事线,叙述独特性特征

1)在空间上,完善的步行体系,加强公园各片区联系性,创造多层次视觉廊道。

2)在功能上,打通交通脉络,构建便捷交通网格,以交通动线为纽带连接多个功能区,增加休闲功能节点串联各类活动空间。

3)在生态方面,以连结绿色斑块形成城市生态脉络,构建绿廊为主体的公园生态骨架,实现城市与绿化的融合共生。

4.2.3 联动——面:拓展区域印象面,描绘时代性特征

整合周边区域公共空间发展资源,不断扩展城市公园的生态文化影响范围,在提升城市公园景观形象的基础上,结合区域联动的发展路线,进行协同发展的模式化创新,辐射区域影响力,打造城市公共空间发展带,使城市公园与区域公共空间相得益彰,相互促进,巩固城市公园品牌化建设成果,提高城市品牌联想度。

5 结语

在全球城市化的浪潮中,城市公园的品牌化探索有着巨大发展潜力。品牌是一座城市个性化的历史沉淀,是城市在长期经营过程中形成的无形资产。当今时代是全方位、全球化的竞争,从推动树立城市发展战略出发,以城市公园品牌化建设为基础,有效建立城市宣传展示渠道;以景观提升为手段,积极满足园林绿化现代化升级的市场需求。借助城市公园的品牌化发展打造独一无二的个性化城市品牌,不断激活城市功能与活力,优化城市资源配置,增强城市文化软实力,从而增强城市整体竞争力,实现和谐永续发展,在不久的将来会对城市受众乃至整个社会产生巨大而长远的影响。

参考文献:

[1] 朱支农. 城市品牌建设的内在逻辑[J]. 瞭望,2018(38):64.

[2] 凯文·莱恩·凯勒(美国). 战略品牌管理[M]. 卢泰宏,吴水龙,译. 北京:中国人民大学出版社,2009.

[3] 王敏. 品牌策略下的城市公共性景观效能优化研究[J]. 同济大学学报(社会科学版),2010,21(6):39-44.

[4] 邓水清. 简析地域文化在城市品牌形象中的应用表现[J]. 美与时代(城市版),2019(1):119-120.

[5] 苏畅,刘松松. 城市文化主题公园景观设计探析[J]. 美与时代(城市版),2020(9):97-98.

[6] 王鑫锋,肖煜梓. 城市滨水景观规划设计探析——以南昌九龙湖公园滨水景观为例[J]. 现代农业研究,2020,26(9):19-21.

[7] 范思佳,高昊. 城市中心公园景观优化设计研究[J]. 工业设计,2020(8):110-111.

[8] 袁凯. 浅析"互动式"景观设计在城市公园中的应用[J]. 中国建筑装饰装修,2020(7):106.

[9] 陈伯楠. 绿色都市公园景观设计[J]. 现代园艺,2020,43(13):109-115.

[10] 李健文. 城市广场人性化景观设计的体现[J]. 农家参谋,2020(2):230.

[11] 陈晓燕. 景观设计在提升城市文化主题公园品牌效应中的积极作用[J]. 品牌研究,2019(10):85-86.

责任编辑:许易琦
校　　对:许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 018

健康景观公园的设计与实践

——以广州致清园为例

林妍栏
(广州市市政工程设计研究总院有限公司,广东 广州 510060)

摘要:由于 2019 年未发生的新型冠状病毒(2019-nCoV)肺炎对社会造成极大影响,健康景观引起了人们的思考与关注。良好的公园环境除了美化环境、传承文化和休闲娱乐外,还应起到改善生态和健康卫生等方面的功能。文章以广州致清园景观设计为例,对健康景观公园的设计理念进行探讨,提出健康景观公园的设计要点。

关键词:健康景观公园;景观设计;新冠病毒肺炎;健康绿地;植物选择;广州市

中图分类号:S759. 91;P901　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0093-04

引文格式:林妍栏. 健康景观公园的设计与实践——以广州致清园为例[J]. 林业调查规划,2021,46(4):93-96,148. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 018

LIN Yanlan. Design and Practice of Healthy Landscape Park ——A Case Study of Zhiqing Garden in Guangzhou[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):93-96,148. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 018

Design and Practice of Healthy Landscape Park

——A Case Study of Zhiqing Garden in Guangzhou

LIN Yanlan
(Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd, Guangzhou 510060, China)

Abstract: Due to the great impact of 2019-nCoV on the society, the healthy landscape has aroused people´s concern and attention. A good park environment should not only beautify the environment, inherit culture and entertainment, but also improve the ecological and health functions. This paper discussed the design of healthy landscape in Zhiqing Garden of Guangzhou, and put forward the design experience of healthy landscape park.

Key words: healthy landscape park; landscape design; 2019-nCoV; healthy green space; plant selection; Guangzhou City

公园是指向公众开放,以休憩为主要功能,有较完善的设施,兼具生态、美化等作用的绿地,能改善生态环境,对人们的身体健康发挥了积极的促进作用。随着经济的增长,人们对健康的要求越来越高,尤其在新冠病毒等传染性疾病对社会造成巨大影响后,人们对健康环境的关注越来越高,在公园设计时考虑健康要素将会成为今后景观设计的一个重要趋势。

近年来,国内有不少关于健康功效的综述性研究,如 2011 年,郭要富、金荷仙等人关于植物对人体健康直接和间接关系的研究;2016 年,王琼等人对绿道的健康价值研究;2018 年,姚亚男将绿地促进

收稿日期:2020-06-09.

第一作者:林妍栏(1982-),女,广东广州人,高级工程师. 研究方向为园林设计.

公共健康的机制概括为提供生态产品服务和促进有益健康的行为两方面[1]。健康景观公园对于人体健康的功效是广泛且有益的。

习近平在十九大报告中提出“要把人民健康放在优先发展的战略地位”“将健康融入所有政策”的“健康中国战略”[1]。但是,目前城市公园的建设存在健康生态景观方面的规划设计不足、景观空间功能单一等问题,难以符合人们对健康景观的需求,因此今后在公园建设过程中要充分考虑人们对健康生态方面的需求,加强对健康景观公园的设计。本文旨在以健康景观公园—致清园为例,探讨健康景观公园的景观设计要点及其实践。

1 健康景观公园的概念

1948 年世界卫生组织对健康做出的定义为健康不仅仅是没有疾病或不虚弱,而是身体、社会适应能力和心理的完好状态[2]。

所谓健康景观,是指在景观设计过程中,营造对人的健康和人身康复产生有益影响的景观空间[3]。

健康景观公园的设计和建设需要以环境学、心理学、医学、植物学为指导,对公园健康理念、场地布局、景观内容、植物品种等方面进行综合考虑。

2 健康景观公园的必要性和重要性

首先,即使植物与自然环境对健康的功效都有各国研究及认可,但是健康景观在公园景观设计中并没有得到广泛的应用和推广。随着我国经济的迅速发展,大家的健康意识变得越来越高,因此将健康的设计引入公园景观设计中,打造满足人们心理、生理、社会和健康需求的健康景观公园,积极营造对人们身体健康有益的健康景观公园尤其重要。

其次,受 2019 年发生的新型冠状病毒(2019-nCoV)(以下简称新冠病毒)影响,健康景观公园的需求再次引起人们的关注。新冠病毒导致的急性呼吸道传染病主要传播方式为直接传播、接触传播和气溶胶传播[4]。气溶胶传播的作用距离和范围强,可发生在室内的建筑空间和室外的城市空间[5]。受疫情影响,大部分室内公共场所关闭,人们更多地选择到室外空间活动。如何让人们获得良好的活动环境,又能有效降低疾病传播的健康景观公园显得更加重要。

3 健康景观公园的作用

1)生理健康保健方面

研究发现,绿地对延长人类寿命和降低死亡率有积极影响,其中的芳香植物还具有消除焦虑和改善睡眠功效,能起到振作精神的作用。健康景观公园中的植物具有滞尘、提高空气质量及负离子含量作用,能降低新冠病毒肺炎等流行性疾病的传播风险。

2)心理健康方面

健康景观公园以健康理念为指导,遵循顺应自然,与环境相协调,营造顶界面天空视域的活动空间,引进适量的阳光,减轻压力和调节不良情绪,提升幸福获得感,有利于提高人体体质以抵抗新冠病毒等流行性疾病。

3)社会健康方面

增加社会交往和提高社会安全。健康景观公园的空间布置更有利于居民交流,提高居民的社会适应力。并且健康景观公园更注重利用开敞式绿地空间,这对于降低犯罪率更有帮助。

健康景观公园能在防治疾病、降低新冠肺炎等流行性传染病的同时,兼顾调节情绪、提高幸福感,还能促进社会和谐、增强社会安全感。

4 以致清园为例提出健康景观公园的设计要点

致清园位于广州市白云区,西靠石井河,东邻石槎路,占地约 5 hm^2。周边主要为居住区和商业区。利用地块营造健康景观公园,在提升居住环境的同时传播健康理念,提升居民的健康水平。因此,进行景观设计思考时,将更多关注在缓解高压力、快节奏的城市生活所带来的负面情绪,引入健康理念,营造让人们获得生态、宁静、遵循自然、舒适健康的慢生活环境。

健康景观公园的设计除了一般的园林设计要点外,更要突出其健康生态的特征,在景观设计上应注重以下要点。

4.1 健康景观理念的引入

健康的理念可从卫生保健、生态持续性、文化适应性、社会适应性和心理适应性等方面加以分析。在中国,顺应天地变化、阴阳平衡是健康理论之一。阴阳平衡论及五行学说在传统养生理论中最常被关注。阴阳平衡是事物发展的最佳状态,在传统医学中,人体健康的最好状态即是身体的阴阳平衡[6]。五行学说是阴阳平衡理论的衍生理论,其中的五行指的是金、木、水、火、土五大内容(图 1)[7]。

致清园的景观设计中,首次引入阴阳平衡及五行学说理论(图 2)。在地块的功能布置上,尝试以

图 1　设计理念

Fig. 1　Design concept

北方玄武属水挖湖;东方青龙属木,利用挖湖堆土为山,布置静谧森林浴区,利用林木的芳香和气场调节人的情绪;中土为一条贯穿全园的慢步道,让人通过脚下路面感受大地的力量。以五行中木火金水土对应的东南西北中,按顺时针游览方向布置。结合五行学说对功能分区的动静空间和开敞与私密空间进行划分。利用花开花落的植物四季特性,结合太阳光线的遮与漏进行平衡,以构成和谐稳重的健康景观环境。

4.2 因地制宜地构建健康绿地生态系统

有研究表明,绿化空间更好的环境可有效降低居民患心血管疾病的风险,也能有效降低新冠肺炎等传染性疾病传播风险。致清园布置大面积的生态绿地,结合微地形布置乡土树种,营造生态系统丰富、植物生长良好、绿视率高的自然生态系统。通过选择低分枝点的乔木或者高大的花灌木提高绿视率的同时,结合芳香型与抗污染型植物降低新冠病毒等传染性疾病的传播。采用乔灌草的搭配方式,利用植物时间与空间上的动态变化合理搭配,营造一个有助人们身心健康和缓解压力的景观生态环境[10]。

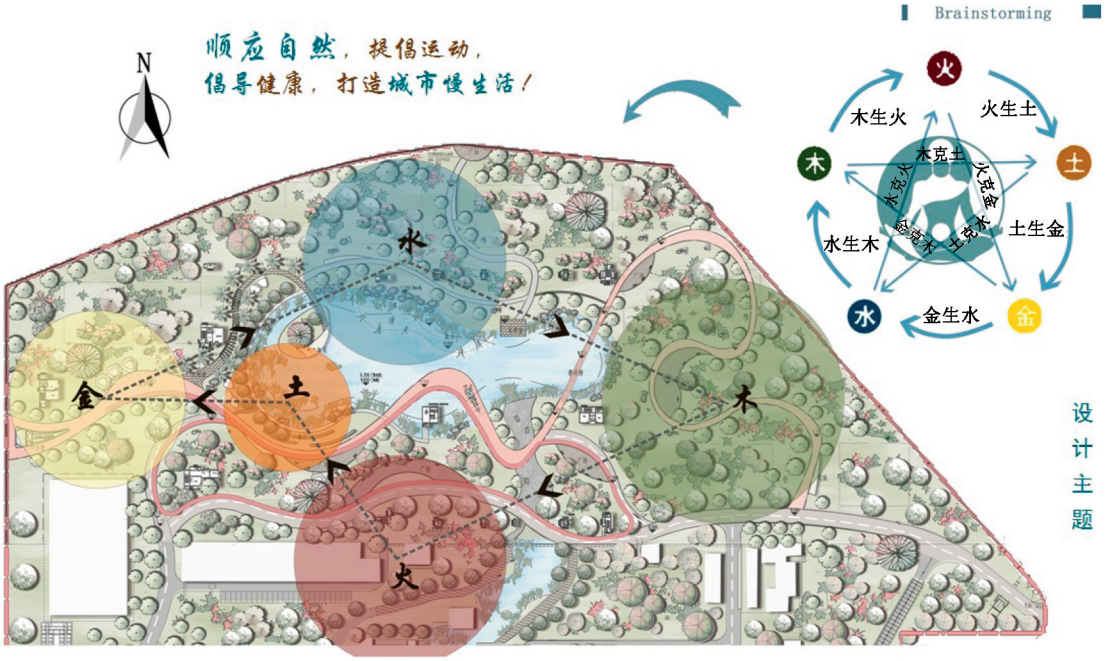


图 2　设计主题

Fig. 2　Design theme

4.3 生态丰富的健康水环境

良好水环境能改善人的情绪,健康景观公园不仅应有健康的绿地生态系统,还应有健康的水环境。致清园以中央瀑布为水源,流经生态湖后与园外河涌联通,保持水的流动和营养的循环,活化水体,改善水生态环境。动态的水声和水景让人感受水带来的生命力;配置丰富水生植物的大面积生态湖面,提升了视觉感受又舒缓情绪,降低压力;清水与砾石组成的浅溪供儿童戏水,增加童趣及活动空间。充分利用阳光与健康水景的恢复力,改善人的情绪,增强免疫力(图 3)。

4.4 兼顾锻炼与游憩的健康步道

健康与运动有着密切关系,有大量森林医学的相关研究结果显示,在林间步行有利于心血管健康,

图 3　致清园健康景观公园动态水景与荷花池实景

Fig. 3　Dynamic waterscape and lotus pond of Zhiqingyuan health landscape

降低血糖水平[11]。健康景观公园步道空间以散步和游憩为主要目的,兼顾运动的慢步道,通过运动锻炼促进健康。致清园慢步道的开敞程度相对较高,可改善使用者的视觉运动体验,留出顶界面天空视域,让人们能感受到天空和阳光,对于改善情绪,减轻压力有良好帮助。临水环状布置的健康慢步道提高了场所内的连续性和系统性,能有效提高人们对运动的参与度,又提高了舒适性;不同颜色区分不同的使用功能,满足不同的需求。踏实沉稳的土黄色慢行步道适合放松身心的慢行;激情的橙红色跑道更适宜运动人士;舒适和色彩丰富的慢步道促进人们运动,有助健康。慢步道两边布置的常绿行道树及灌木可遮荫的同时,也能形成植物屏障对空气进行隔离和过滤,能有效降低新冠病毒等传染性疾病的传播。

4.5 尺度宜人地创造人性化活动空间

健康景观公园的活动空间应能满足人们渴望接触自然放松身心的需求。健康的人性化活动空间应能满足运动锻炼及交流的社会活动需求,注重动静空间的合理划分,结合水景布置的活动空间更能拉近人与自然的距离,有助于释放压力。

由于新冠病毒等流行性疾病易通过空气近距离传染,广场的布置应尺度宜人、灵活分散,避免大量大面积广场导致人群的聚集。致清园的活动空间以私密、半私密及开放空间等多种形式布置,可供人们运动锻炼、参加社会活动,活动空间以层次丰富的绿地作分隔,有效分散人流,避免聚集,降低流行疾病传播风险。

4.6 兼顾美学的健康景观植物设计

植物的选择应结合健康景观公园的功能和基本特性设计,选择具有健康保健作用的植物[12]。包括引入负氧离子含量高的植物;吸收有害物质,杀菌、防病的植物;滞尘及净化空气的植物;疗效型的植物;芳香植物与季相变化明显的植物。

致清园的植物设计以生态角度保留现状生长良好的植物,以乡土树种为主,植物的配置与设计主题相呼应,注重常绿与落叶搭配,选用四季变化的植物,体现顺应天地、平衡阴阳。采用细叶榕、细叶榄仁、落叶杉等,协调统一植物的形态和均衡,让人感受生命变化,从而懂得尊重自然、珍惜生命。园内分区域种植桂花、含笑和柚子等芳香类植物,具有振奋精神、改善情绪、缓解疲劳和调节人体循环系统的作用。松树有祛风止痛的作用,柏类有安神功效,园区利用东边区域打造适合静思的静谧环境布置树木疗法区,利用松柏特有的保健疗效,使人体和树木之间形成生物共振,达到恢复身体健康、身心放松的目的。城市人生活压力大,节奏快,容易产生亚健康。健康景观公园的布置是要让人们慢下来,放松身心,达到身心健康的状态。

在园区外围种植大量具有滞尘和杀菌的植物如广玉兰和仁面子,通过其叶面绒毛或能分泌油脂的特性增加滞尘作用,达到净化空气功效。让人在进入公园的时候,能获得不一样的健康感受,也可有效阻隔唾沫在空气中的传播,降低类似新冠病毒等疾病的传播。

5 总结与探讨

目前,对健康景观公园的研究越来越多,然而具体应用及实践相对较少。经过此次新冠病毒疫情,人们愈发意识到健康景观公园以及健康人居环境的重要。本文以建成的致清园为例,从景观各要素综合考虑,分析健康景观公园在增强健康卫生、调节情绪、减低新冠病毒等传染性疾病传播,营造人与自然和谐的生态空间,为健康景观公园积累实践经验,以期公园景观发展成尊重自然、顺应自然、保护自然的生态且健康的景观。　(下转第 148 页)

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 019

陕南地区农业与旅游业融合发展评价与障碍因素分析

庞 静
(安康学院 陕南生态经济研究中心,陕西 安康 725000)

摘要:从农业与旅游业关联程度、融合创新程度和融合发展效应三个方面构建农业与旅游业融合发展评价指标体系,采用 AHP、熵值法和因子分析计算陕南地区不同年度的农业与旅游业产业融合综合指数,然后运用障碍度评价模型,实证分析农业和旅游业融合发展障碍。结果表明,2008—2018 年,陕南地区农业与旅游业融合发展指数总体呈上升趋势,呈现缓慢上升到快速上升态势的两阶段特征;农业与旅游业融合发展水平由高到低依次为汉中市、安康市、商洛市;影响农业与旅游业融合发展的障碍因素依次是产业融合创新、产业关联度、融合效应,产业融合创新程度是制约农业与旅游业融合发展的第一障碍因素。基于此,提出了提升农业与旅游业融合发展水平和质量的政策建议。

关键词:农业;旅游业;休闲农业;乡村旅游;产业融合发展;障碍因素;陕南地区

中图分类号:S788. 2;F316. 23　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0097-06

引文格式:庞静. 陕南地区农业与旅游业融合发展评价与障碍因素分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):97-102. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 019

PANG Jing. Evaluation and Obstacle Factors of Integration Development of Agriculture and Tourism in Southern Shaanxi Region [J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):97-102. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 019

Evaluation and Obstacle Factors of Integration Development of Agriculture and Tourism in Southern Shaanxi Region

PANG Jing
(South Shaanxi Ecological and Economic Research Center, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000, China)

Abstract: This paper constructed the evaluation index system of the integration development of agriculture and tourism from three aspects including the correlation degree between agriculture and tourism, the innovation degree of integration and the effect of integration development, used AHP, entropy method and factor analysis to calculate the comprehensive index of the integration development of agriculture and tourism in different years in southern Shaanxi, and empirically analyzed the obstacles of the integration development by the obstacle evaluation model. The results showed that from 2008 to 2018, the integration development index of agriculture and tourism presented an overall upward trend, with periodic character of two stages from slow rise to fast rise; the integration development level in southern Shaanxi was Hanzhong

收稿日期:2020-08-30.

基金项目:陕西省教育厅"陕南乡村农旅融合度评价及提升路径研究"(20JZ005)、陕西省科技厅"服务价值链视角下陕南茶叶区域品牌价值共创及绩效研究"(2021KRM002)、陕西省科技厅"茶叶地理标志引导陕南茶农绿色生产路径研究"(2020KRM179)、安康市科技局"茶叶地理标志引导陕南茶农绿色生产的机制与路径研究"(AK2019RK-03).

第一作者:庞静(1983-),女,辽宁锦州人,讲师,注册会计师,硕士. 研究方向为区域经济、财务分析. Email:lnakpj@ 126. com

City, Ankang City and Shangluo City from high to low; the obstacle factors affecting the integration development of agriculture and tourism were industry integration innovation, industry correlation degree and integration effect, among which the degree of industry integration innovation was the first obstacle factor. Therefore, this paper put forward some policy suggestions to improve the level and quality of the integration development of agriculture and tourism.

Key words: agriculture; tourism; leisure agriculture; rural tourism; industrial integration development; obstacle factors; southern Shaanxi

供给侧结构性改革背景下,推动农业与旅游业的深度融合,有利于构建现代农业产业体系,促进农业转型升级,是实施乡村振兴战略重要措施。陕南地处集中连片深度贫困山区,经济基础相对落后,但特色农业鲜明,生态旅游资源丰富,推进农业与旅游业融合发展,有利于加强陕南特色农产品生产、加工与销售服务融合,改变传统农业经营发展模式,进而促进贫困山区农村经济可持续发展。科学评价陕南地区农业与旅游业融合发展程度,对于实现山区特色农产品和旅游服务的高质量供给,解决区域性农产品需求和农村脱贫解困社会问题具有十分重要的意义。

伴随实践,学者们在农业与旅游业融合的发展模式[1]、动力机制与发展路径[2]等方面展开探讨并进行实证研究。关于两大产业融合发展评价的视角和方法主要有 3 种:(1)基于物理学耦合理论的视角,张百菊[3]、薛海波[4]等借用物理学中的容量耦合系数模型,分别对吉林省、沂蒙山区两大产业融合发展的耦合协调状况进行了分析。崔鹏鹏[5]、刘广宇[6]建立两大产业耦合发展的 VAR 模型,研究四川、云南两大产业的耦合协调关系。(2)基于灰色系统理论的视角,周贵平[7]、张珺[8]等从灰色系统理论出发,采用灰色关联法,研究了江苏、湖南生态农业与生态旅游业的耦合协调状况。(3)基于产业融合视角,刘红[9]采用投入产出法,分析了江苏省农业与旅游业之间的产业融合程度,并据此对农业旅游发展提出有针对性的建议措施。李鹏利[10]、张帅[11]从融合条件、融合水平、融合效益三方面构建农业和旅游业评价指标体系,采用模糊评价法对山西省、吉林省两大产业系统的融合程度进行分析并进行融合时期的划分。

从现有农业与旅游业融合发展评价方法看,耦合模型、VAR 模型与灰色关联法侧重衡量两大产业系统及内部各因素之间关联性和相互依赖程度,未对两大产业系统融合创新、融合效应做进一步衡量;投入产出法虽然能较好地反映两大产业经济资源投入与经济产出之间的关系,但不足之处是统计数据缺失,各级统计局未编制“旅游业”投入产出表;尽管模糊综合评价法可以对两大产业系统融合发展的综合效应情况测度,但是涉及效益方面的评价指标设计难以量化,采用专家打分主观性较强。基于此,本文以陕南地区的安康、汉中、商洛三市为研究对象,通过构建多尺度、数据可获取的综合评价指标体系,运用 AHP、熵值法和因子分析法计算农旅融合指数,测量陕南地区农旅融合情况,在此基础上进行障碍度分析,以期为陕南地区农旅融合发展实践推进提供参考依据。

1 评价指标体系的构建

农业与旅游业产业融合以产业关联为基础,通过休闲农业与乡村旅游示范点等新业态,有效利用特色农业与旅游资源,促进新农村建设,实现经济、社会、生态多重效应目标。本研究构建的农业与旅游业产业融合程度评价指标体系主要包括农业与旅游业关联程度、融合创新程度和融合发展效应 3 个维度及 11 项指标(表 1)。

1.1 农业与旅游业关联程度

从统计指标口径一致性、数据可获取性层面考虑,采用“灰色关联法”计算两大产业的关联度[12]。研究陕南地区国内旅游收入(N_1)、国内旅游人数(N_2)、国际旅游外汇收入(N_3)、入境旅游人数(N_4)与地区农业增加值(M_1)、地区农村居民人均可支配收入(M_2)之间的灰色关联度分别为灰色关联度 A_1、灰色关联度 A_2,首先利用 SPSSAU 系统的灰色关联法确定关联度系数,然后分别计算关联度系数的平均值,即可求出农业与旅游业的灰色关联度。

1.2 农旅融合创新程度

融合创新程度主要反映农旅融合的新业态,选择“全国休闲农业与乡村旅游示范县、国家级休闲农业示范点的数量”、“地理标志农产品旅游开发数量”来表征陕南地区农业旅游新业态以及产品创新。由于国家级休闲农业与乡村旅游示范县、全国

表 1　农业与旅游业产业融合发展评价指标体系

Tab. 1　Evaluation index system of integration development of agriculture and tourism industry

一级指标		二级指标
农业与旅游业产业关联程度		农业增加值与旅游总收入、旅游人数的灰色关联度 A_1
		农村居民人均可支配收入与旅游总收入、旅游人数的灰色关联度 A_2
产业融合创新程度		地理标志农产品旅游开发数量 A_3
		全国休闲农业与乡村旅游示范县、国家级休闲农业示范点数量 A_4
产业融合发展效应	经济效应	旅游收入/*GDP* 的比值 A_5
		农业总产值/*GDP* 的比值 A_6
	社会效应	城乡收入比 A_7
	投资效果	农业新增固定资产投资 A_8
		农村农户固定资产投资 A_9
		地区茶、果园种植面积 A_{10}
	生态效应	森林覆盖率 A_{11}

注:灰色关联度计算中的“农业增加值”、“农村居民人均可支配收入”为母序列,国内旅游收入(N_1)、国内旅游人数(N_2)、国际旅游外汇收入(N_3)、入境旅游人数(N_4)为特征序列。

休闲农业与乡村旅游示范点、中国美丽田园、中国最美休闲乡村等国家级休闲农业示范点以及农产品地理标志经过初审、专家评审和公示,由农业部、国家旅游局认定,具有较强的公信力。

1.3 农旅融合发展效应

农旅融合发展效应主要分为经济效应、社会效应、投资效果、生态效应 4 个方面。经济效应层面,由于农旅融合对农业和旅游业具有促进作用,所以选择“旅游收入/GDP 的比值”、“农业总产值/GDP 的比值”作为衡量指标;社会效应层面,选取城乡收入比指标衡量融合发展带来农民增收,进而缩小城乡人均收入差距的社会效应;投资效果层面,考虑农旅融合实现资源共享,激发了广大投资者的投资热情,故选取“农业新增固定资产投资”、“农村农户固定资产投资”作为重要的组成指标[12];又考虑到陕南农旅融合活动多以茶园、果园为主要项目,因此选取“茶园、果园种植面积”作为其中一项指标;融合发展的生态效应,重点选取森林覆盖率表征融合发展对农业农村生态环境保护的综合效应。

2 数据来源与研究方法

本研究采用 AHP 层次分析法、熵值法和因子分析法计算出 2008—2018 年陕南地区年度的农业与旅游业产业融合综合指数,并进行障碍因子的诊断,从而对该地区提升农业与旅游业产业融合度提出针对性的建议。

2.1 数据来源

本研究指标体系中的相关数据主要依据 2008—2018 年陕南三市统计年鉴和年度经济和社会发展公告。产业融合创新指标数据依据农业部公布的《全国休闲农业与乡村旅游示范县、示范点认定名单》、《农产品地理标志登记产品名单》及地方政府网站公示,通过整理得出。

指标体系中产业融合的灰色关联度 W_1 和 W_2 所需计算数据至少 5 年以上相关数据计算[11],因此,2008 年农业与旅游业的灰色关联度是以 2003—2008 年的相关数据计算的,2009 年农业与旅游业的灰色关联度是以 2003—2009 年的相关数据计算得来,其他相关数据以此类推。

为解决指标的量纲差异,利用极值法对各项指标的原始数据进行无量纲化处理,计算公式如下:

$$\text{正向指标标准化}: Y'_{ij}=\frac{y_{ij}-\min y_i}{\max y_i-\min y_i} \tag{1}$$

$$\text{负向指标标准化}: Y'_{ij}=\frac{\max y_{ij}-y_{ij}}{\max y_i-\min y_i} \tag{2}$$

式中:Y'_{ij} 为指标标准化值;y_{ij} 为指标原始值;$\max y_i$ 和 $\min y_i$ 分别表示该指标在评价期内原始数值中的最大值和最小值。

2.2 方法选择

2.2.1 农旅融合发展评价方法

本研究采用综合指数法对陕南地区农业和旅游业融合发展水平进行评价。因子权重的赋值,一级指标有 3 个,权重采用层次分析法确定。由于二级指标的复杂性,专家的有限性,因此二级指标权重采用熵值法确定。首先邀请熟悉指标的专家对一级指标的重要性两两比较打分,根据专家意见咨询结果构造判断矩阵并进行一致性检验,确定一级指标的权重 R_j;然后利用 SPSSAU 系统的熵值法确定二级指标权重 V_j,最后汇总计算公因子的综合权重 W_j,赋权结果见表 2,计算公式为:

$$W_j=R_j\times V_j,1\leqslant j\leqslant 11 \tag{3}$$

将原始数据标准化得到的因子得分与对应的公因子 W_j 相乘并求和,计算得到农业与旅游业产业融合综合指数 g,计算公式为:

$$g=\sum_{i=0}^{n} Y'_{ij}w_j \tag{4}$$

表 2 区域公用品牌价值评估指标体系权重

Tab. 2 Evaluation index weight of regional public brand value

一级指标		二级指标		
内容	AHP 法权重(R_j)	内容	熵值法权重(V_j)	综合权重(W_j)
产业关联程度	0. 3275	W_1	0. 3559	0. 1166
		W_2	0. 6441	0. 2109
融合创新程度	0. 2599	W_3	0. 4993	0. 1298
		W_4	0. 5007	0. 1301
融合发展效应	0. 4126	W_5	0. 0969	0. 0400
		W_6	0. 1137	0. 0469
		W_7	0. 1561	0. 0645
		W_8	0. 2172	0. 0896
		W_9	0. 1198	0. 0494
		W_{10}	0. 1060	0. 0437
		W_{11}	0. 1903	0. 0785

2. 2. 2 障碍度评价方法

农业和旅游业产业融合不应局限于发展水平的评价,还需进一步揭示阻碍两大产业系统融合水平提升的限制性因素,以便采取有针对性的发展对策,因此引入障碍度诊断模型[13]。该方法通过因子贡献度、指标偏离度和障碍度 3 个指标分析评价,其中因子贡献度表示单项因素对总目标的影响程度,因此,该指标用单项因子指标权重 W_j 表示;指标偏离度 P_{ij} 代表指标理想值 100% 与该项指标标准化值之间的差距,计算公式为:

$$P_{ij} = 100\% - Y'_{ij} \tag{5}$$

障碍度 A_{ij} 反映第 i 年的第 j 项指标对农旅融合总体发展的影响程度,计算公式如下:

$$A_{ij} = \frac{P_{ij} W_j}{\sum P_{ij} W_j} \tag{6}$$

3 陕南地区农业与旅游业融合发展评价

3. 1 研究区概况

陕南行政区划上包括陕西省汉中、商洛、安康三市,地处关中—天水、成渝、汉江三大经济区交汇地带,是连接丝绸之路经济带与长江经济带的重要桥梁,其水能及茶、果、林等生物资源丰富,土壤有机质含量高,是全国最大的天然富硒资源区。2018 年,陕南三市农业增加值 504. 08 亿元,拥有中国农产品地理标志产品 49 个,形成了茶、优质粮油、水果、生态渔业、核桃为重点的优势特色农业。同时,生态旅游资源丰富造就了陕南地区丰富的自然资源,旅游经济增速长期位居陕西前列。围绕建设生态旅游城市,依托风景名胜区、自然保护区、乡村旅游示范村等旅游资源,注重发展休闲农业与乡村旅游示范点、休闲农业示范园、现代农业生态观光园等新业态和新模式,培育开发休闲农业与乡村旅游精品线路,积极推动旅游业与农业产业深度融合,乡村旅游已经成为陕南地区推动实施乡村振兴战略的重要领域。

3. 2 总体发展评价

根据赋权结果,按照前文计算方法,汇总整理陕南三市数据,利用 Excel 计算陕南地区农业与旅游业融合发展指数。计算结果见表 3。

表 3 陕南地区 2008—2018 年农业与旅游业产业融合综合指数

Tab. 3 Integrated index of agriculture and tourism industrial integration in southern Shaanxi from 2008 to 2018

内容	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
产业关联度	0. 02	0. 03	0. 06	0. 10	0. 15	0. 20	0. 20	0. 23	0. 21	0. 32	0. 32
融合创新	0. 00	0. 01	0. 01	0. 02	0. 05	0. 09	0. 12	0. 15	0. 16	0. 23	0. 26
融合效应	0. 05	0. 06	0. 09	0. 15	0. 18	0. 19	0. 21	0. 25	0. 27	0. 33	0. 36
综合指数	0. 07	0. 10	0. 16	0. 27	0. 38	0. 48	0. 53	0. 64	0. 63	0. 89	0. 94

从综合指数上看,2008—2018 年,陕南地区农业与旅游业产业融合综合指数呈上升状态,从研究期初的 0. 07 增长到 2018 年 0. 94,净增长 0. 87,年增长速度为 0. 087,近年上升的幅度开始加快。其原因是,从 2012 年开始,陕南各市、区、县相继制定了休闲农业和乡村旅游发展总体规划、促进农业产业融合发展等一系列文件,大力推进休闲农业与乡村旅游发展,产生了良好的经济效应、社会效应和生态效应。

从融合发展维度上看,产业关联维度的综合效

应指数变化趋势总体呈现增长态势,旅游收入与地区农业增加值灰色关联度较高,旅游收入与地区农村居民人均可支配收入的灰色关联度值波动较大。产业融合创新方面,2012 年以前,农业与旅游业融合创新指数变化呈现一个平缓的发展状态,2012 以后,融合创新指数处于一个正常的发展态势。农业与旅游业融合效应指数变化趋势呈现出明显的增长态势。其原因是,陕南成功创建了平利县、柞水县等 4 个全国休闲农业与乡村旅游示范县,以及全国休闲农业与乡村旅游示范点、中国美丽田园、中国最美休闲乡村等国家级休闲农业示范点 15 个,不断加大 41 个地理标志农产品旅游开发力度,在促进农业增效、农民增收、农村增绿方面,取得了显著成效。

3.3 分地区评价

根据赋权结果,按照前文计算方法,利用 Excel 分别计算汉中市、安康市、商洛市农业与旅游业融合发展指数。计算结果见表 4。

表 4　陕南三市 2008—2018 年农业与旅游业产业融合综合指数

Tab. 4　Comprehensive index of agricultural and tourism industrial integration of three cities in southern Shaanxi from 2008 to 2018

地区	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
安康市	0.18	0.19	0.26	0.29	0.32	0.37	0.46	0.53	0.51	0.67	0.73
汉中市	0.18	0.23	0.24	0.31	0.38	0.46	0.55	0.54	0.56	0.75	0.85
商洛市	0.09	0.11	0.12	0.26	0.34	0.42	0.44	0.51	0.51	0.63	0.67

从地区的角度看,由于陕南三市农业与旅游业融合的资源禀赋条件存在差异,因此安康、汉中、商洛三市的农业与旅游业产业融合综合指数存在差异,按农业与旅游业产业融合综合指数的大小排序,依次为汉中市、安康市、商洛市。以 2018 年为例,汉中市的农旅融合综合指数更加突出,主要是其农业、农户固定资产投资金额以及茶、果园种植面积均高于安康与商洛市,尤其是汉中特色水果、茶叶采摘项目拓宽了农户增收渠道,实现了农业和旅游业的更好融合。

4 农业与旅游业融合发展的障碍因素分析

根据障碍度评价的计算公式,得到 2008—2018 年各指标对陕南地区农业与旅游业融合发展的障碍度,为了确定制约农业与旅游业融合发展的主要障碍因素,将障碍度 $A_{ij} > 11\%$ 确定为主要障碍因素[14],具体情况见表 5。

表 5　2008—2018 年陕南地区农业与旅游业融合发展水平的障碍因素

Tab. 5　Obstacle factors of integration development of agriculture and tourism industry in southern Shaanxi from 2008 to 2018　　%

年份	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}
2008	–	23	14	14	–	–	–	–	–	–	–
2009	13	21	13	14	–	–	–	–	–	–	–
2010	–	21	14	16	–	–	–	–	–	–	–
2011	14	17	15	18	–	–	–	–	–	–	–
2012	–	18	17	17	–	–	–	13	–	–	–
2013	–	16	19	16	–	–	–	14	–	–	–
2014	–	17	18	12	–	–	–	14	–	–	–
2015	–	19	16	14	–	–	–	15	–	–	–
2016	–	23	12	14	–	–	–	14	–	–	–
2017	–	–	24	–	–	–	–	–	–	–	–
2018	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

注:表中“–”表示障碍度<11%

总体而言,影响陕南地区农业与旅游业融合发展的障碍因素依次是产业融合创新、产业关联度和产业融合效应,产业融合创新是整个系统中重要的一环。以融合发展各指标每年障碍度取值大小为基础,筛选出影响陕南地区农业与旅游业融合发展水平的主要因素是 A_2(旅游收入等与地区农村居民人均可支配收入的灰色关联)、A_3(地理标志农产品旅游开发数量),A_4(全国休闲农业与乡村旅游示范县、国家级休闲农业示范点数量)、A_8(农业新增固定资产投资)。这些指标反映的是陕南地区农业和旅游产业融合效应不断提高的同时,产业融合创新、产业关联度等工作还有待进一步加强。

5 结论与建议

5.1 结论

通过构建农业与旅游业融合发展关联度、融合创新、融合效应 3 个维度的综合评价体系,采用 AHP 分析法、熵值法和因子分析法估算了陕南地区各年度农业与旅游业产业融合综合指数,采用障碍度指标诊断,分析农业与旅游业融合发展的障碍因素,提出有针对性的发展建议。主要结论有:(1)2008—2018 年,陕南地区农业与旅游业融合发展指数总体呈上升趋势,从融合发展指数变化看,呈现缓慢上升到快速上升态势的两阶段特征;(2)陕南各地市农业与旅游业融合发展水平具有差异,依据农业与旅游业融合发展水平得分排序,由高到低依次为汉中市、安康市、商洛市;(3)影响农业与旅游业融合发展的障碍因素依次是产业融合创新、产业关联度、融合效应,产业融合创新水平成为持续影响农业与旅游业融合发展的第一障碍因素。

5.2 建议

5.2.1 陕南全域旅游理念为指导,整合政府规制体制

在休闲度假需求迅速崛起的大背景下,陕南各市相继提出以旅游业为主导,科学统筹、配置整个区域生产要素的全域旅游发展战略,促使区域内产业融合发展。其中,农旅融合是全域旅游模式的重要组成部分,也是推进农业和旅游业供给侧改革的重要路径。为了切实发挥政府的引导功能,积极探索政府规制体制改革,打破现存的行业分管体制,设立综合性的跨界治理机构,建立农业、旅游等产业部门与龙头企业、乡村旅游合作社等各方合作协调机制,完善引导和促进农旅融合的土地、金融政策,出台农旅融合新业态服务标准规范,完善农旅融合的利益保障与分配机制,确保农民真正受益和持续受益。

5.2.2 围绕旅游市场需求,提升资源融合创新空间

当前,人民群众日渐增长的常态化的旅游需求不断升级,旅游消费对旅游质量需求不断提高,需要提升农业与旅游业的融合创新水平,充分将移动互联网、人工智能、物联网、VR 等数字技术融入到农业旅游体验项目之中,提高游客参与度与体验感。针对陕南地区农业与旅游业融合发展的融合创新水平障碍,还应注重挖掘整合陕南特色农业、生态等资源,结合地理标志农产品,引入现代化的研发、生产、营销技术,大力开发技术含金量高、特色鲜明的系列农业旅游商品,同时加强创新主体与旅游市场的联系和互动,着力创新兼业化运营模式,进一步提升特色农业产品品牌知名度,实现农业产品与旅游商品的市场融合,提升融合产品的市场份额。

5.2.3 打造陕南农旅融合产业集群品牌

推进农旅融合产业集群发展是做大做强旅游产业、扶持特色支柱农业产业的重要路径。集群品牌建设作为全域旅游产业集群之魂,陕南三市应聚力共创集群区域品牌,联合把“中国生态旅游中心”、“中国休闲养生中心”作为陕南整体形象打造,加大品牌资源投入,集中开展品牌宣传营销,并提供良好的公共服务,提升特色旅游景区、特色产业品牌的影响力,全面提升陕南旅游发展的品牌新优势。

参考文献:

[1] 陈一鑫. 乡村振兴背景下的湖南农旅产业融合发展研究[J]. 湖南农业科学,2020(3):81-83.

[2] 王丽芳. 山西省农业与旅游业融合的动力机制与发展路径[J]. 农业技术经济,2018(4):136-144.

[3] 张百菊. 吉林省旅游业与休闲农业耦合关系研究[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(10):236-240.

[4] 薛海波,吴文良,渠鲲飞. 特色农业与旅游业耦合发展的实证分析与优化建议——以沂蒙山区桃业与旅游业为例[J]. 农业经济与管理,2019(4):85-94.

[5] 崔鹏鹏,王小月. 基于 VAR 模型的四川旅游业与农业融合发展研究[J]. 农业科技与信息,2018(3):76-79.

[6] 刘广宇,黎斌林,李新然. 云南省农旅融合发展实证分析与模式构建——基于 VAR 模型的检验[J]. 生态经济,2020,36(6):135-141.

[7] 周贵平. 江苏省生态农业与生态旅游业耦合研究[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(4):226-231.

[8] 张珺,张妍. 基于灰色系统理论的生态农业与生态旅游业耦合协调度测算分析——以湖南省为例[J]. 生态经济,2020,36(2):122-126.

[9] 刘红,张岚. 江苏农业与旅游业产业关联融合度研究[J]. 南京师大学报(自然科学版),2015,38(4):152-156.

[10] 李鹏利. 山西乡村农旅融合度评价及提升路径研究[D]. 太原:山西财经大学,2018:24-26.

[11] 张帅. 农旅融合背景下吉林省休闲农业发展问题研究[D]. 长春:吉林大学,2019:21-22.

[12] 杨歌谣,周常春,杨光明. 农业和旅游业产业融合与农村贫困减缓的关系分析[J]. 统计与决策,2020(5):81-86.

[13] 王新越,朱文亮. 山东省乡村旅游竞争力评价与障碍因素分析[J]. 地理科学,2019,39(1):147-155.

[14] 常洁. 四川省农业与旅游业融合发展评价及障碍因素分析[J]. 中国农学通报,2020,36(11):149-156.

责任编辑:刘平书
校　　对:邓　砚　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 020

沐川县植物群落旅游资源综合评价

方智超,蒋 伶
(南京工业大学建筑学院,江苏 南京 211816)

摘要:对自然生态保护地类、乡村农业生产类和城镇绿地绿化类 3 个主类型及其对应的 8 个亚类型植物群落旅游资源进行调查,并从本底价值和开发利用适宜性两个维度进行资源的综合评价。结果显示:沐川县资源本底价值特品级、优良级和普通级分别有 3、11 和 19 处;资源开发利用适宜性特品级、优良级和普通级分别有 3、17 和 13 处;资源利用优先度包含优先、重点、储备、暂缓 4 个档次,形成了“林、竹、茶、花、果、药”的凝练特征。根据评价结果提出资源优先保护、适度旅游开发利用、紧抓农林上位要求、落实旅游富民政策等植物旅游资源利用的建议。

关键词:植物群落旅游资源;本底价值;开发利用适宜性;资源利用优先度;沐川县

中图分类号:S788. 2;P964 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0103-12

引文格式:方智超,蒋伶. 沐川县植物群落旅游资源综合评价[J]. 林业调查规划,2021,46(4):103-114. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 020

FANG Zhichao, JIANG Ling. Evaluation on Tourism Resources of Plant Communities in Muchuan County[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):103-114. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 020

Evaluation on Tourism Resources of Plant Communities in Muchuan County

FANG Zhichao, JIANG Ling
(College of Architecture, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

Abstract: The tourism resources of three main types of natural ecological protection land, rural agricultural production and urban green space and the corresponding eight subtypes of plant communities were investigated, and the resources were comprehensively evaluated from the two dimensions of background value and suitability for development and utilization. The results showed that there were 3 special grade, 11 excellent grade and 19 ordinary grade of resource background value respectively while there were 3 special grade, 17 excellent grade and 13 ordinary grade of suitability for development and utilization respectivelyin Muchuan County; the resource utilization included four grades of priority, focus, reserve and suspension, forming the concise characteristics of “forest, bamboo, tea, flower, fruit and medicine”. This paper put forward suggestions from priority protection of resources, appropriate tourism development and utilization, paying close attention to the superior requirements of agriculture and forestry, and implementing the policy of enriching the people through tourism based on the evaluation results.

Key words: tourism resources of plant community; background value; suitability for development and utilization; resource utilization priority; Muchuan County

收稿日期:2020-11-12.
第一作者:方智超(1994-),男,江苏苏州人,硕士研究生. 研究方向为城乡规划与设计. Email:fangzhichao94@ 163. com
责任作者:蒋伶(1962-),女,江苏常州人,教授,硕士生导师. 研究方向为城乡规划设计及其理论、城市空间结构与形态、生态城市规划设计等.

植物群落是具有相同植物种类组成和空间结构,并与环境形成相互关系、作用的植物集合体,包含了诸多可以用于旅游开发利用的植物资源。2020年是我国脱贫攻坚收官之年,而脱贫摘帽后部分地区的经济社会仍处于欠发达水平,急需通过产业振兴巩固脱贫攻坚成效、提高可持续发展能力。依靠优良生态本底及其孕育的植物群落旅游资源发展旅游产业,符合“绿水青山就是金山银山”的可持续发展理念,成为部分欠发达地区产业振兴的发展契机和解决路径。在实施全域旅游战略背景下,科学客观地评价植物群落旅游资源,提供适宜的开发利用策略建议,对于促进欠发达地区的旅游产业发展,加快提升经济社会发展水平具有重要的现实意义。

李矿明等[1]、黄红霞[2]、童丽丽等[3]、柳菲等[4]分别选择灵石山、百里杜鹃、牛首山、张家界等国家森林公园,哈斯巴根等[5]、王海雁[6]分别选择贺兰山、轿子山等自然保护区,殷照东等[7]、肖乐平等[8]、邓志江[9]、刘新圣等[10]分别选择武汉东湖、湖北九宫山、广东湾舟岛、江西庐山等旅游风景区,对植物旅游资源的分布格局及特点、分类与调查、评价体系等方面展开具体分析,其中部分学者在资源保护利用、规划利用或产品开发利用等方面提出相关建议。此外,王庆等[11]、李思健[12]、张先琼[13]、李宗幸等[14]少数学者则以炎陵县、山亭区、宜昌市、海南岛等省、市、区县层面的研究对象,展开相似的评价过程与内容,提出开发或保护方面的策略。

进一步横向比较可知,一方面,目前关于植物旅游资源的研究相对较早,以自然保护区、森林公园、旅游风景区等对象为主,在资源的类型识别、现状调查、评价分析等方面进行了一定学术研究,其中大多按照植物具体的物种类型作为分类方法和调查方向的划分依据,基本以定性与定量相结合的评价方法为主,且主要对植物旅游资源的本底价值进行单一维度的评价。部分学者结合现状分析和评价结果,还提出了旅游资源利用相关的对策建议或发展策略。另一方面,通过梳理可知,从区县层面展开植物旅游资源的相关研究不多,其中鲜有以整体性的植物群落进行资源的分类调查和梳理分析,而针对欠发达地区的植物旅游资源的开发策略研究亦相对较少。

将“生态优先、绿色崛起”作为发展定位的四川省乐山市沐川县,森林覆盖率高达77.34%,位居全省前列,为全国首批、四川唯二的“中国天然氧吧”,优良的生态本底和极为丰富的植物旅游资源为脱贫摘帽后的沐川县全域旅游的蓬勃发展奠定了基础,而如何从中遴选出真正有价值的植物旅游资源,成为其依靠旅游产业带动当地经济社会发展的重要问题之一。因而,本文通过区县层面植物旅游资源的分类、调查与评价,提出资源开发利用的相关策略,旨在为欠发达地区依靠植物群落旅游资源发展旅游产业提供一定参考依据。

1 基本概况与数据来源

1.1 基本概况

乐山市沐川县位于东经103°90′35″,北纬28°95′65″,地处四川盆地西南边陲,为大小凉山山脉与成都平原过渡地带,属国家水土保持和生物多样性生态功能区、长江上游生态屏障的重要组成部分和省级层面限制开发区域[15],总面积约1 408 km^2,下辖13个乡镇和2处国有林场[16],2018年末常住人口20.5万人,其中城镇人口7.2万人,乡村人口13.3万人,城镇化率35.02%[17]。其境内拥有峡谷盆地、丹霞岩溶、古冰川等丰富多样的地貌类型,溪河纵横、水网密布且水质优良,整体呈“一脉两翼、三川沐浴”之山水格局。其气候四季温和舒适、空气宜人且常伴雨水滋润,亦有云雾、冰雪等气象,生态系统完整且生物多样性特征突出,成为大量珍稀动植物的良好栖息地。生物多样性保护区域以极重要、中等重要为主,占全县总面积的74.82%,共有植物600多种,其中国家级保护植物14种,含Ⅰ级6种和Ⅱ级8种[18]。

作为国家全域旅游示范区创建区县之一,沐川县2018年旅游总人数和总收入已分别突破180万人次和14亿元[19],目前拥有森林公园、自然保护区、水利风景区、湿地保护区、主题公园、农业产业园区等各类植物群落旅游资源相关的景区景点,其中包含国家AAAA级1处和AAA级2处,已形成一定的旅游产业基础,因而对其至关重要的植物群落旅游资源进行分类、调查与评价,有助于旅游产业的可持续发展。

1.2 数据来源

利用“天地图”国家地理信息公共服务平台(http://www.tianditu.gov.cn)获取沐川县的行政区划、水系、地形地貌等相关矢量数据,而各植物群落旅游资源数据则结合当地林业、农业、旅游等行政部门的规划报告资料,并通过现场调查核实资源的主

要分布地,获取其分布地的经纬度坐标,确保数据的真实性和完整性,整理信息并将其导入 ArcMap 10.2 的 GIS 分析工具,便于资源的进一步统计与分析。

2 植物群落旅游资源分类

2.1 资源分类方法与调查

只有具备观赏、科研等价值和旅游开发潜力的植物才可成为旅游资源[20]。因此,为了筛选出真正适合作为旅游资源的植物群落,同时便于有效协调和衔接资源与其旅游开发利用中的具体用途,本文根据《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》中对于生态、农业、城镇的功能空间划分要求[21],参照《沐川县土地利用总体规划(2006—2020 年)调整完善方案》中涉及植物群落旅游资源的土地用途分区,以其所处的不同功能空间、开发利用的具体用途等作为分类与调查的划分导向[22]。

(1)为提高资源分类的实用性,按照结构适度简化的原则,本文采用"主类+亚类"两级分类结构,并分别赋予单、双英文字母代号以便归纳整理。(2)将植物群落旅游资源划分为"自然生态保护地类+乡村农业生产类+城镇绿地绿化类"3 个主类型,从而分别对应生态保护、农业生产、城镇建设的内容。(3)根据沐川县拥有的各级森林公园、自然保护区、水利风景区、湿地公园等自然保护地中植物群落的珍稀程度,将自然生态保护地类细分为"珍稀濒危保护植物群落+一般植物群落"2 个亚类型;根据农业主导产业中涉及植物的具体作物类别,将乡村农业生产类细分为"林竹农业群落+茶树农业群落+果蔬农业群落+药材农业群落"4 个亚类型;根据树木、花卉的区分,将城镇绿地绿化类细分为"绿化树木群落+绿地花卉群落"2 个亚类型。形成植物群落旅游资源"3 主类型+8 亚类型"的分类结构,并展开逐一摸排,依照宽进严出的筛选过程,最终得出沐川县植物群落旅游资源的分布地共 33 处(表 1)。

表 1　沐川县植物群落旅游资源分类与调查统计

Tab. 1　Classification and statistics of tourism resources of plant communities in Muchuan County

主类型	亚类型	代表性植物群落品种	资源主要分布地	资源分布地数量/处
A 自然生态保护地类	AA 珍稀濒危保护植物群落	珙桐(*Davidia involucrata* Baill)	四川芹菜坪省级自然保护区	9
		桫椤(*Alsophila spinulosa* (Wall. ex Hook.) R. M. Tryon)	黄丹溶洞省级森林公园、黄丹省级水利风景区、舟坝省级水利风景区、筒车坝水库	
		银杏(*Ginkgo biloba* L.)、红豆杉(*Taxus chinensis* (Pilger) Rehd.)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、桢楠(*Phoebe zhennan* S. Lee)、篦子三尖杉(*Cephalotaxus oliveri* Mast)、连香树(*Cercidiphyllum japonicum* Sieb. Et Zucc.)、峨嵋含笑(*Michelia wilsonii* Finet et Gagn.)、油樟(*Cinnamomum longepaniculatum*)、润楠(*Machilus pingii* Cheng ex Yang)、柏乐树(*Bretschneiderasinensis* HemsL)、香果树(*Emmenopterys henryi* Oliv.)、白辛树(*Pterostyrax psilophyllus* Diels ex Perk.)	沐川国家森林公园(含竹海丹霞、五马坪、凉风坳景区)、沐川竹海水利风景区	
	AB 一般植物群落	虞美人(*Papaver rhoeas*)、黄金菊(*Euryops pectinatus* Viridis)、大滨菊(*Leucanthemum maximum* (Ramood) DC.)、黑心菊(*Rudbeckia hirta* L.)	沐川湿地公园、金王寺水库(解结湖)	2
B 乡村农业生产类	BA 林竹农业群落	慈竹(*Neosinocalamus affinis*)、苦竹(*Pleioblastus amarus* (Keng) Keng)、楠竹(*Phyllostachys heterocycla* (Carr.) Mitford cv. Pubescens)、斑竹(*Phyllostachys bambusoides*)等	沐川林竹产业基地	1
	BB 茶树农业群落	沐川茶(*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze.)	五马坪茶场、富新仁厚省级有机茶园区、建和李家山省级有机茶园区、舟坝普宁省级有机茶园区、牛郎坪市级生态富硒茶现代农业园区	5

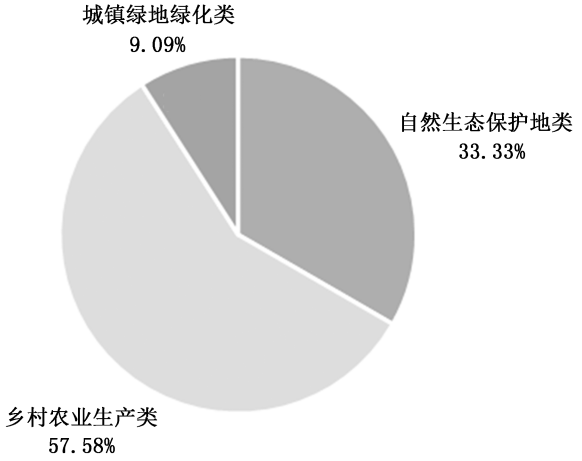
续表 1

主类型	亚类型	代表性植物群落品种	资源主要分布地	资源分布地数量/处
	BC 果蔬农业群落	沐川猕猴桃(*Actinidia Chinensis*)	富和乡省级猕猴桃示范园区、黄丹里坪铁炉园区、万寿村猕猴桃示范园区	8
		沐川李(*Prunus salicina* Lindl.)	新凡太和村生态农业观光园、箭板庆元李园区、富硒茶果现代农业产业园区	
		魔芋(*Amorphophallus rivieri*)	森态源建和有机魔芋基地	
		莲藕(*Nelumbo nucifera* Gaertn)	底堡龙沱荷塘月色暨莲藕种植基地	
	BD 药材农业群落	黄白姜(*Zingiber officinale* Rosc.)	杨村黄白姜园区、箭板黄白姜园区	5
		金银花(*Lonicera japonica* Thunb.)	李家山有机基地	
		黄蜀葵(*Abelmoschus manihot* (L.) Medicus)	"醉氧花海"沐绿沁氧省级农业产业融合示范园区、茨竹青龙黄蜀葵园区	
C 城镇绿地绿化类	CA 绿化树木群落	黄葛树(*Ficus virens* Ait. var. *sublanceolata* (Miq.) Corner)	沐川县城街道	1
	CB 绿地花卉群落	中国红樱(*Chiny czerwony wis'nia*)、昭君樱(*Prunus serrulata* f. *conspicua*)、西施樱(*Rhododendron ellipticum* Maxim)、杨贵妃樱(*C. serrulatalannesiana* cv. Mollis)、白妙樱(*Prunus lannesiana* cv. Sirotae)等	天适樱花园	2
		格桑花(*Cosmos bipinnata*)、桃花(*Prunus persica*)	桃源山居	
共计				33

2.2 资源分布特征分析

通过对资源进一步梳理统计得出,自然保护地、乡村农业生产和城市绿地绿化 3 类植物群落旅游资源的主类型数量存在一定差距,以乡村农业生产类居多且接近总数的 60%。各亚类型数量存在一定的梯度差异,其中自然生态保护地类呈一定的局部优势,以珍稀濒危保护植物群落占据榜首,而果蔬、茶树、药材农业群落呈明显的数量优势(图 1)。

结合 GIS 空间分析可知,沐川县植物群落旅游资源呈现"东部为主、县城集中"及"整体离散、局部凝聚"的总体分布特征,并形成一定的组团分布态势(图 2)。



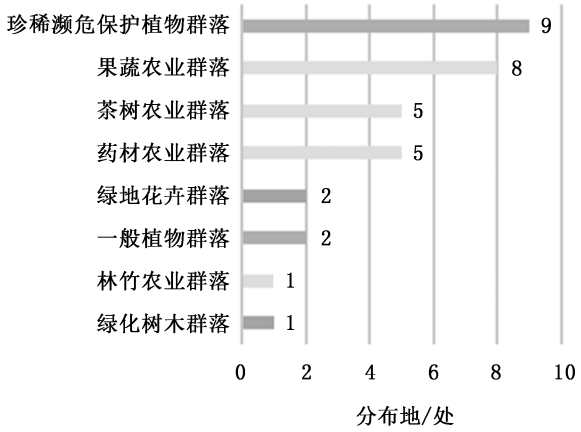


图 1　沐川县植物群落旅游资源主类和亚类调查统计

Fig. 1　Statistics of main typesand subtypes of tourism resources of plant communities in Muchuan County

图 2　沐川县植物群落旅游资源类别分布

Fig. 2　Types distribution of tourism resources of plant communities in Muchuan County

3 植物群落旅游资源综合评价

3.1 评价方法与技术路线

为了评价结果更加客观、科学、公正,本文针对沐川县植物群落旅游资源特征确定定性与定量相结合的综合评价方法。其中定性分析主要确定评价的项目、因子等内容,制定赋值、等级等规则;定量分析主要按照评价规则以计分、统计分析为主,并结合 ArcGIS 10.2 等工具,梳理汇总资源“本底价值+开发利用适宜性”评价结果;再以定性分析判定资源开发利用的优先度,以提高阶段性产业布局的科学性和客观性。

为便于简便、清晰地分级筛选出独具竞争力的旅游资源,借鉴相关学术研究成果,以通用标准规范为重要参照,本文从资源本底价值、开发利用适宜性两个维度制定各自对应的评价体系结构和评价标准表,其评价的过程由 4 部分组成:评价项目和因子遴选、赋值计分和等级划分规则制定、评价结果与特征分析、资源开发利用优先度判断(图 3)。

3.2 植物旅游资源本底价值评价

3.2.1 评价项目和因子遴选

鉴于国家发布的旅游行业国家标准 GB/T 18972-2017《旅游资源分类、调查与评价》[23] 中的资源本底价值评价项目和因子较为规范、全面、通用,因而本文直接参照标准将资源要素价值、资源影响力和附加值等 3 项作为评价项目,将各自对应的观赏游憩使用价值、知名度或影响力、环保与安全等 8 类内容作为评价因子。

3.2.2 评价赋值计分和等级划分规则制定

由于国家标准中已明确资源本底价值评价赋值计分和等级划分规则,且简洁明了,因而亦直接参照国家标准进行赋值计分和等级划分:以评价项目中前两项总计 100 分,后一项采用附加值加减分加以修正;以各评价因子的不同条件和具体情况确定 5 档梯度的评价依据和赋值,以“≥90 分、75~89 分、60~74 分、45~59 分和 30~44 分”5 个赋值计分的得分区间,分别对应“五级、四级、三级、二级和一级”的 5 个等级划分,并参照标准进一步将其整合归为“特品级(五级)、优良级(四级、三级)和普通级(二级、一级)”3 个简化等级。其中,为体现评价适度简化、数据便于获取和评价规则直观等原则,进一步适度简化修改各评价依据的表述方式或属性,将不便统计的“适游期具体天数和游客比重”修改为“季节和年龄结构”。为突出赋值梯度的差异化和生态优先的发展理念而适度修改评价赋值,将每档赋值由“区间值型”改为更为直接且接近等差的“唯一值型”,分别适度提高附加值中环保与安全赋值的褒贬力度,以此拉开最终得分差距以便于进一步精准确定各资源的本底价值梯度(表 2)。

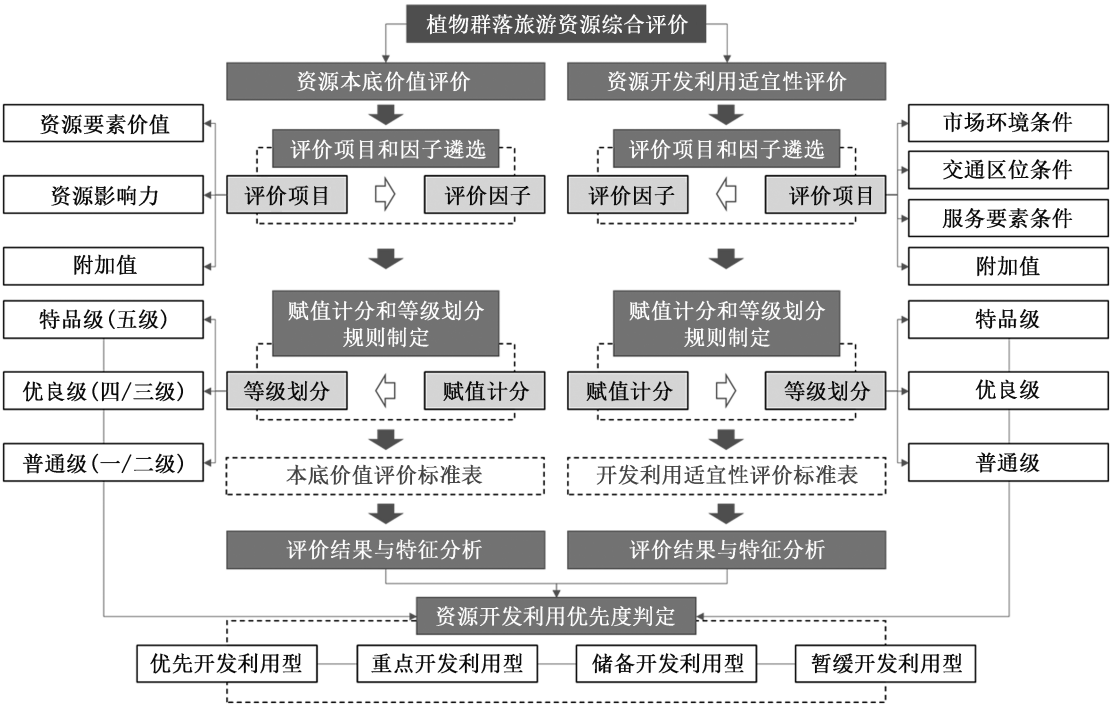


图 3　沐川县植物群落旅游资源综合评价技术路线

Fig. 3　Technical route for comprehensive evaluation of tourism resources of plant communities in Muchuan County

表 2　沐川县植物群落旅游资源本底价值评价标准

Tab. 2　Evaluation standard for the background value of tourism resources of plant communities in Muchuan County

分

评价项目	评价因子	评价依据	赋值
1 资源要素价值(85)	1.1 观赏游憩使用价值(30)	具有极高的观赏、游憩或使用价值	30
		具有很高的观赏、游憩或使用价值	22
		具有较高的观赏、游憩或使用价值	13
		具有一般的观赏、游憩或使用价值	5
	1.2 历史文化科学艺术价值(25)	具有世界意义的历史、文化、科学或艺术价值	25
		具有全国意义的历史、文化、科学或艺术价值	18
		具有全省意义的历史、文化、科学或艺术价值	12
		具有市县意义的历史、文化、科学或艺术价值	5
	1.3 珍稀奇特程度(15)	有大量珍稀物种、景观异常奇特或其他地区极罕见	15
		有较多珍稀物种、景观奇特或其他地区罕见	11
		有少量珍稀物种、景观奇特或其他地区少见	7
		有个别珍稀物种、景观比较奇特或其他地区较少见	3
	1.4 规模与丰度(10)	规模、体量巨大	10
		规模、体量较大	7
		规模、体量中等	4
		规模、体量较小	2
	1.5 完整性(5)	形态结构几乎无变化	5
		形态结构有少量变化	3
		形态结构有明显变化	2
		形态结构有重大变化	1

续表 2

评价项目	评价因子	评价依据	赋值
2 资源影响力(15)	2.1 知名度或影响力(10)	世界知名或构成世界品牌	10
		全国知名或构成全国品牌	7
		全省知名或构成全省品牌	4
		市县知名或构成市县品牌	2
	2.2 适游期或使用范围(5)	适宜四季游览或适宜所有游客参与	5
		适宜三季游览或适宜未成年、青年、中年或老年中 3 个年龄段游客使用参与	3
		适宜两季游览或适宜未成年、青年、中年或老年中 2 个年龄段游客使用参与	2
		适宜一季游览或适宜未成年、青年、中年或老年中 1 个年龄段游客使用参与	1
附加值	环保与安全(加减分)	受严重污染或存在严重安全隐患	-10
		受重度污染或存在明显安全隐患	-8
		受轻度污染或存在一定安全隐患	-6
		已有工程保护措施且安全得到保证	6

3.2.3 本底价值评价结果与特征分析

将各分类调查资源分别代入其中并赋值归档,借助 ArcGIS 10.2 进行数理统计和空间分析,最终划分出沐川县资源本底价值五级、四级、三级、二级和一级分别有 3、3、8、9 和 10 处,特品级、优良级和普通级分别有 3、11 和 19 处,整体结构均呈梯度差异的金字塔型,呈现“自然生态保护地类总体突出且特品较多、乡村农业生产和城镇绿地绿化类少数出众而普遍平平无奇”的资源特征(表 3、图 4)。

表 3　沐川县全域旅游资源本底价值评价等级统计

Tab. 3　Evaluation grade statistics of background value of tourism resources in Muchuan County

评价等级		得分区间/分		各资源类型数量/处			总数/处
				自然生态保护地类	乡村农业生产类	城镇绿地绿化类	
特品级	五级	≥90		3	0	0	3
优良级	四级	60~89	75~89	2	1	0	3
	三级		60~74	5	3	0	8
普通级	二级	30~59	45~59	1	5	3	9
	一级		30~44	0	10	0	10
共计				11	19	3	33

3.3 植物旅游资源开发利用适宜性评价

3.3.1 开发利用适宜性评价项目和因子遴选

依据四川省颁布的《四川省旅游度假资源分类、调查与评价》省级标准[24]和部分其他学者[25-27]关于资源开发利用适宜性评价的相关研究成果,参照资源本底价值评价流程,本文确定“市场环境条件、交通区位条件、服务要素条件和附加值”4 项作为开发利用适宜性评价项目,将相关规划与政策、距机场通勤时间、住宿服务要素、生态安全影响情况等各自对应的 18 类内容作为评价因子。

3.3.2 开发利用适宜性评价赋值计分和等级划分规则制定

由于目前资源开发利用适宜性评价暂无统一的赋值计分和等级划分规则,省级标准采用的方法较为复杂,为便于与本底价值评价流程相互协调统一,因而本文对资源开发利用适宜性评价亦参照国家标准。以评价项目中前 3 项总计 100 分,后一项采用附加值加减分加以修正;以各评价因子的不同条件和具体情况确定 3 档梯度的评价依据和赋值;以相对简化的“≥90 分、60~89 分和 30~60 分”3 个赋值计分得分区间,分别对应“特品级、优良级和普通级”3 个等级划分。其中,为体现评价适度简化、数据便于获取和评价规则直观等原则,进一步适度简

图 4　沐川县植物群落旅游资源等级分布

Fig. 4　Grade distribution of tourism resources of plant communities in Muchuan County

化修改各评价依据的表述方式或属性,以“市场环境”为重要基础并突出其赋值比重,将“交通区位”的衡量统一简化为更便于统计的“距高快速通道及县城的通勤时间”。综合“赋值梯度差异化”和突出“生态优先”发展理念等因素而适度修改评价赋值,每档赋值采用与本底价值评价统一的等差“唯一值型”。此外,从多规合一视角,综合考虑旅游资源开发利用对其他方面的影响,对发挥城市修补、生态修复、地质灾害防护等积极作用和违背可持续发展理念对农业生产、生态安全、城镇生活及文物保护等造成负面影响,同样分别适度提高其对应附加值的褒贬力度,以此拉开最终得分差距以便于进一步精准确定各资源的开发利用适宜性梯度(表 4)。

3.3.3 开发利用适宜性评价结果与特征分析

将各分类调查资源分别代入其中并赋值归档,借助 ArcGIS 10.2 进行数理统计和空间分析,最终划分出沐川县资源开发利用适宜性特品级、优良级和普通级分别有 3、17 和 13 处,呈现“自然生态保护地类总体优良且不乏特品、乡村农业生产和城镇绿地绿化类少数出众且优普参半”的资源特征(表 5、图 5)。

3.4 植物旅游资源开发利用优先度判定

根据前文全域旅游资源“本底价值和开发适宜性”评价等级结果的矩阵排列,遵循综合判定、全面

表 4　沐川县植物群落旅游资源开发利用适宜性评价标准

Tab. 4　Evaluation standard for the suitability for development and utilization of tourism resources of plant communities in Muchuan County　　分

评价项目	评价因子	评价依据	赋值
1 市场环境条件(55)	1.1 资源本底价值(50)	五级	50
		四级	40
		三级	30
		二级	20
		一级	10
	1.2 相关规划与政策(5)	拥有涉及国家层面的相关规划或政策扶持	5
		拥有涉及省市层面的相关规划或政策扶持	3
		拥有涉及县镇层面的相关规划或政策扶持	2
		无相关规划或政策扶持	1
2 交通区位条件(25)	2.1 距机场通勤时间(5)	≤0.5 h	5
		0.5~1 h	3
		1~1.5 h	2
		≥1.5 h	1
	2.2 距高铁车站通勤时间(5)	≤1 h	5
		0.5~1 h	3
		1~1.5 h	2

续表 4

评价项目	评价因子	评价依据	赋值
		≥1.5 h	1
	2.3 距高速公路出入口通勤时间(5)	≤15 min	5
		15~30 min	3
		30~60 min	2
		≥60 min	1
	2.4 距国道通勤时间(5)	≤15 min	5
		15~30 min	3
		30~60 min	2
		≥60 min	1
	2.5 距县城通勤时间(5)	≤15 min	5
		15~30 min	3
		30~60 min	2
		≥60 min	1
3 服务要素条件(20)	3.1 住宿服务要素(5)	周边拥有星级酒店、乡村酒店或星级农家乐等并提供优质住宿服务	5
		周边拥有大众化农家乐或宾馆并提供基本住宿服务	3
		周边几乎暂无住宿服务	1
	3.2 餐饮服务要素(5)	周边拥有特色美食街区、美食村落或地方特色餐馆等并提供优质餐饮服务	5
		周边拥有大众化饭馆并提供基本餐饮服务	3
		周边几乎暂无餐饮服务	1
	3.3 购物服务要素(5)	周边拥有特色购物载体并提供优质购物服务	5
		周边拥有大众化超市等并提供基本购物服务	3
		周边几乎暂无购物服务	1
	3.4 文娱服务要素(5)	周边拥有特色文娱载体等并提供优质文娱服务	5
		周边拥有大众化文娱项目等并提供基本文娱服务	3
		周边几乎暂无文娱服务	1
附加值	生态安全影响情况(加减分)	位于生态环境安全控制区且为自然保护区或森林公园的核心及缓冲保护区、生态保育区并对其有明显生态环境影响	-5
		位于生态环境安全控制区并对其有一定生态环境影响	-2
		通过适度开发利用对生态修复等有一定倒逼和积极促进作用	3
	农业生产影响情况(加减分)	位于基本农田保护区并对其有明显农业生产影响	-5

续表 4

评价项目	评价因子	评价依据	赋值
		位于一般农地区并对其有一定农业生产影响	-2
		通过适度开发利用对农业生态修复等有一定倒逼和积极促进作用	3
	水源保护影响情况(加减分)	位于一级水源保护区并对其有明显水源保护影响	-5
		位于二级水源保护区并对其有一定水源保护影响	-2
		通过适度开发利用对水生态修复等有一定倒逼和积极促进作用	3
	地质灾害影响情况(加减分)	位于地质灾害高易发区并对其有明显地质灾害影响	-5
		位于地质灾害中或低易发区并对其有一定地质灾害影响	-2
		通过适度开发利用对矿山地质修复等有一定倒逼和积极促进作用	3
	文物保护影响情况(加减分)	位于文物保护单位建设控制地带并对其有明显文物保护影响	-5
		位于文物保护单位保护范围并对其有一定文物保护影响	-
		通过适度开发利用对城市修补、文物保护等有一定倒逼和积极促进作用	3

表 5　沐川县植物群落旅游资源开发利用适宜性评价等级统计

Tab. 5　Evaluation grade statistics of suitability for development and utilization of tourism resources of plant communities in Muchuan County

评价等级	得分区间/分	各资源类型数量/处			总数/处
		自然生态保护地类	乡村农业生产类	城镇绿地绿化类	
特品级	≥90	2	1	0	3
优良级	60~89	6	8	3	17
普通级	30~59	3	10	0	13
共计		11	19	3	33

系统的原则,本文制定“优先—重点—储备—暂缓”4 个开发利用综合类型,以此反映资源利用优先度及其真正的综合价值(表 6)。

图 5　沐川县植物群落旅游资源开发利用适宜性评价等级分布

Fig. 5　Evaluation grade distribution of suitability for development and utilization of tourism resources of plant communities in Muchuan County

表 6　沐川县植物群落旅游资源综合评价和利用优先度

Tab. 6　Comprehensive evaluation and utilization priority of tourism resources of plant communities in Muchuan County

本底价值评价等级		开发利用适宜性评价等级		
		特品级	优良级	普通级
特品级	五级	优先开发	优先开发	重点开发
优良级	四级	重点开发	重点开发	储备开发
	三级	重点开发	储备开发	储备开发
普通级	二级	储备开发	储备开发	暂缓开发
	一级	储备开发	暂缓开发	暂缓开发

由表 6 可知，沐川县优先、重点、储备和暂缓开发利用型资源分别有 2、4、13 和 14 处，整体结构均呈梯度差异的金字塔型，其开发利用相对较为优先的植物群落旅游资源以县境沐溪、永福、富新、黄丹等 4 个乡镇以及国有林场为主，其中最为优先的植物群落旅游资源分布地有 2 处，分别为国内难寻的纸厂原料基地转型为丹霞地貌和竹林景观并存的国家森林公园竹海丹霞景区，国内仅有的监狱遗址群为特色本底、万亩茶园和天然及人工林为基础的国家森林公园五马坪景区。此外，黄丹溶洞省级森林公园、沐川湿地公园、富新仁厚省级有机茶园区的植物群落旅游资源亦特色鲜明。根据沐川县植物群落旅游资源的共同属性最终可将其总结为“林、竹、茶、花、果、药”的资源凝练特征（图 6）。

4 结论与建议

4.1 结论

1）在全域旅游的大资源观下，欠发达地区沐川县的植物群落旅游资源中，具有旅游开发利用价值的不仅包含森林公园、自然保护区等自然生态保护地类中的珍稀濒危保护植物，同样包括乡村农业生产类中农业产业园区、基地的林竹、茶树、果蔬和药材等各类产业作物，以及城镇绿地绿化类中城市公园、绿地的树木和花卉等。

2）沐川县植物群落旅游资源分布特征呈分散与集聚并存之势，其各类型之间存在一定差异，且最核心、优先的植物群落旅游资源集中于沐川国家森林公园的竹海丹霞和五马坪 2 处景区，与其他重点、储备和暂缓开发利用型资源以及其分布地，共同形成了“林、竹、茶、花、果、药”的凝练特征。

4.2 策略建议

4.2.1 兼顾植物群落旅游资源优先保护与适度旅游开发利用

一方面，作为欠发达地区发展旅游产业，沐川县

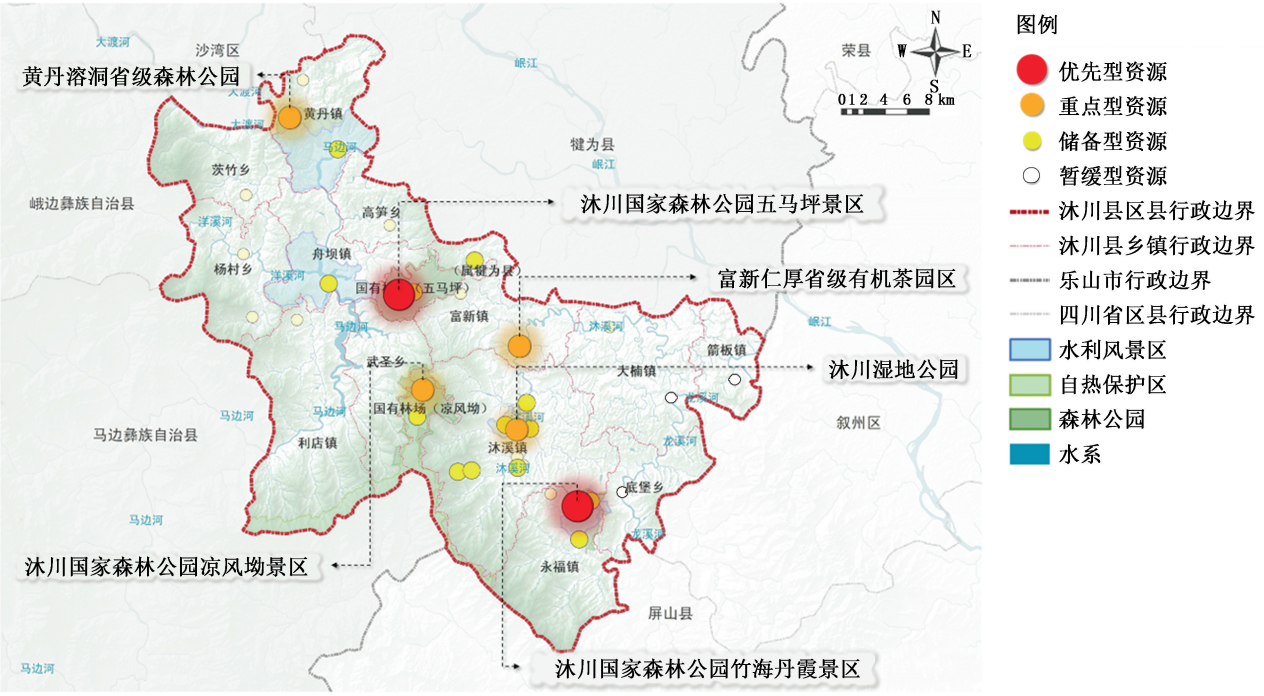


图 6　沐川县植物群落旅游资源优先度分布

Fig. 6　Priority distribution of tourism resources of plant communities in Muchuan County

应着重将保护置于优先地位,以防止包含植物群落旅游资源在内的自然生态环境遭到破坏。对尚未利用的植物群落旅游资源及其所处的自然环境,应作为旅游开发利用的储备资源加以关注。另一方面,应避免只停留于保护工作而忽略植物群落旅游资源的适度开发利用,积极探索并推动森林休闲、竹海度假、茶园观光等植物群落旅游资源为基础的旅游景区建设和产品开发。同时,沐川县还应结合景区景点同步配套体现植物群落自身不同特色的“食、宿、购、娱”旅游服务设施,如全竹宴美食村、茶海星空帐篷、纪念品竹木小屋、零碳森林体验馆等,并制定“沐竹”、“沐茶”和“沐果”等竹产业、茶产业、果产业相关旅游系列购品的统一包装、宣传及营销策略。

4.2.2 统筹紧抓农林产业上位要求与落实旅游富民政策

在植物群落旅游资源的开发利用过程中,建议沐川县主动寻求农业、林业、生态环境等与其紧密关联的上位规划或政策的大力支持,对已纳入国省市层面特定上位规划要求或享受优惠政策所涉及的植物群落旅游资源及其分布地应着重优先考虑。同时,对欠发达地区而言,旅游扶贫富民是第一要义[28],因而在植物群落旅游资源的利用中应着重考虑其开发利用是否兼具富民增收、基建改善等同步的扶贫意义,并出台植物群落利用相关的政策及机制,积极鼓励城乡居民围绕景区景点,开设具有沐川县地方特色的农家乐、食宿山庄、乡村民宿、观光果园等,从而共同参与植物群落旅游资源的开发利用。

参考文献:

[1] 李矿明,包焱. 灵石山国家森林公园植物风景资源的研究[J]. 中南林业调查规划,1995(2):49-53.

[2] 黄红霞. 百里杜鹃国家森林公园杜鹃花属植物旅游资源调查与旅游应用研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.

[3] 童丽丽,许晓岗,汤庚国. 牛首山森林公园野生观赏植物旅游资源及旅游开发[J]. 金陵科技学院学报,2007(4):76-78.

[4] 柳菲,陈功锡. 张家界国家森林公园旅游植物旅游资源评价体系研究[J]. 湖南林业科技,2015,42(6):13-23.

[5] 哈斯巴根,赵登海. 贺兰山自然保护区植物旅游资源及其开发利用[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版),2003(1):55-59.

[6] 王海雁. 轿子山自然保护区杜鹃属植物旅游资源的生态旅游开发[J]. 林业调查规划,2009,34(2):139-141.

[7] 殷照东,赵子恩,程中平,等. 武汉东湖生态旅游风景区植物旅游资源现状及其类型[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(S2):40-47.

[8] 肖乐平,毛庆家. 九宫山植物旅游资源及其保护利用

[J]. 长江大学学报(自然科学版)农学卷,2010,7(1):15-18.
[9] 邓志江. 广东湾舟岛旅游区植物景观调查与分析[J]. 福建建筑,2012(7):5-7.
[10] 刘新圣,李松志,莫申国. 庐山植物旅游资源及其开发利用[J]. 南方园艺,2015,26(4):56-59.
[11] 王庆,胡卫华. 炎陵县野生植物旅游资源的旅游开发与利用[J]. 中国野生植物旅游资源,2002(2):36-37.
[12] 李思健. 山亭区的植物旅游资源及利用保护[J]. 枣庄学院学报,2009,26(2):82-85.
[13] 张先琼,吴明涛. 宜昌植物旅游资源现状及开发利用[J]. 湖北林业科技,2012(3):47-51.
[14] 李宗幸,贺小荣,吕俊杰,等. 海南岛芳香植物旅游开发初探[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2017,11(2):55-60.
[15] 四川省人民政府. 四川省主体功能区规划(2013)[R]. 成都:四川省人民政府,2013.
[16] 沐川县人民政府办公室. 沐川县乡镇行政区划调整改革方案(草案)[R]. 沐川:沐川县人民政府办公室,2019.
[17] 四川省统计局. 四川统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2019.
[18] 沐川县环境保护局. 沐川县国家重点生态功能区保护和建设规划(2016—2030年)[R]. 沐川:沐川县环境保护局,2018.
[19] 乐山市文化广播电视和旅游局. 乐山市旅游统计年鉴[M]. 乐山:统计年鉴编纂委员会,2019.
[20] 李娜. 自然保护区植物旅游资源分类与评价研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.
[21] 中共中央国务院. 关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[R]. 北京:中共中央国务院,2019.
[22] 沐川县人民政府. 沐川县土地利用总体规划(2006—2020年)调整完善方案[R]. 沐川:沐川县人民政府,2017.
[23] 国家质量监督检验检疫总局. 旅游资源分类、调查与评价:GB/T 18972-2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
[24] 四川省文化和旅游厅. 四川省旅游度假资源分类、调查与评价[R]. 成都:四川省文化和旅游厅,2015.
[25] 吴必虎,俞曦. 旅游规划原理[M]. 北京:中国旅游出版社,2010:242-244.
[26] 马勇,李玺. 旅游规划与开发[M]. 北京:高等教育出版社,2012:136-137.
[27] 李晓琴,朱创业. 旅游规划与开发[M]. 北京:高等教育出版社,2013:30-32.
[28] 戴学锋,廖斌. 全域旅游:全面深化改革的突破口[M]. 北京:中国旅游出版社,2019:70.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

(上接第66页)

[44] VIEGAS C, BATISTA R, ALBINO A, et al. Active Barrier Combining Fire-Resistant Fiberglass Fabric and Water Sprinkler System for Protection Against Forest Fires[J]. Fire Technology, 2020(42):973-986.
[45] 张广骏,李耀东,戴汝为. 应用Repast S的复杂系统建模仿真[J]. 计算机仿真,2010,27(12):349-353.
[46] 孙贺亮,郑琳琳. 灭火作战现场紧急避险问题研究[J]. 消防界(电子版),2016(4):58.
[47] JOSE, ROBERTO S, PEREZ, et al. Analysis of fire behavior simulations over Spain with WRF-FIRE[J]. International Journal of Environment & Pollution, 2014, 55(1/2/3/4):148.
[48] VIEGAS D X, STIPANICEV D, RIBEIRO L, et al. The Kornati Fire Accident-Eruptive Fire in Relatively Low Fuel Load Herbaceous Fuel Condition [C]//Forest Fires, 2008:365-377.
[49] MUTLU M, POPESCE SC, ZHAO K. Sensitivity analysis of fire behavior modeling with LIDAR-derived surface fuel maps [J]. Forest Ecology & Management, 2008, 256(3):289-294.
[50] HERMOSILLA T, RUIZ LA, KAZAKOVA AN, et al. Estimation of forest structure and canopy fuel parameters from small-footprint full-waveform LiDAR data [J]. International Journal of Wildland Fire, 2013, 23(2):224-233.

责任编辑:许易琦
校　　对:许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 021

大理州核桃遗传资源调查初报

李守玉,徐士忠,涂国信,杨 新,杨紫江,肖锦淑,杨云广,马士祝,赵映兰
(大理州林业和草原科学研究所,云南 大理 671000)

摘要:结合实施 2014 年云南省科技创新项目“云南核桃遗传资源调查编目”,历经 3 年时间,对大理州 12 县市核桃集中分布的 42 个乡镇开展核桃遗传资源调查,共标定核桃样树 416 株。经过实地核对、专家鉴别、定名,共查清大理州核桃遗传资源计 61 个栽培品种,包括地方品种 45 种、杂交品种 7 种和引进品种 9 种,其中审(认)定品种 14 种。据本地区入选省级核桃种源坚果主要经济性状检测统计结果,有 20. 83%的核桃种源坚果出仁率达到国家特级标准(15 份),23. 61%达到国家Ⅰ级标准(17 份),27. 78%达到国家Ⅱ级标准(20 份)。

关键词:核桃;遗传资源;经济性状;核桃种源;大理州

中图分类号:S792. 13;S718. 46;S757. 2　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0115-06

引文格式:李守玉,徐士忠,涂国信,等. 大理州核桃遗传资源调查初报[J]. 林业调查规划,2021,46(4):115-120. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 021

LI Shouyu, XU Shizhong, TU Guoxin, et al. Preliminary Investigation on Walnut Genetic Resources in Dali Prefecture[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):115-120. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 021

Preliminary Investigation on Walnut Genetic Resources in Dali Prefecture

LI Shouyu, XU Shizhong, TU Guoxin, YANG Xin, YANG Zijiang, XIAO Jinshu, YANG Yunguang, MA Shizhu, ZHAO Yinglan
(Dali Academy of Forestry and Grassland, Dali, Yunnan 671000, China)

Abstract: The walnut genetic resources were investigated in 42 towns with concentrated distribution of walnuts in 12 counties and cities of Dali Prefecture based on the implementation of Yunnan scientific and technological innovation project “investigation and cataloguing of walnut genetic resources in Yunnan” in 2014, and 416 walnut sample trees were determined after three years. After field verification, expert identification and naming, a total of 61 cultivated varieties of walnut genetic resources in Dali Prefecture were identified, including 45 local varieties, 7 hybrid varieties, 9 introduced varieties, and 14 approved (identified) varieties. According to the statistical results of the main economic characters of the selected provincial walnut provenance, 20. 83% of the walnut kernel yield reached the national special grade standard (15), 23. 61% reached the national grade I standard (17), and 27. 78% reached the national grade II standard (20).

收稿日期:2021-01-25.
基金项目:国家基金(31660214);云南核桃遗传资源调查编目[2014]CX01 号.
第一作者:李守玉(1964-),女(白族),云南大理人,高级工程师. 研究方向为林业科研和科技示范推广. Email:2285161854@qq.com
责任作者:徐士忠(1966-),男(白族),云南大理人,高级工程师. 主要从事林业技术推广和经济林丰产栽培研究. Email:326867433@qq.com
涂国信(1977-),男,云南镇雄人,高级工程师. 研究方向为林业有害生物防控和林业技术推广. Email:444806897@qq.com

Key words: walnut; genetic resources; economic character; walnut provenance; Dali Prefecture

大理具有得天独厚的自然气候环境,成为云南核桃集中分布区和富集区。复杂的地理和气候环境、长期的自然杂交及人工选育形成了丰富的核桃遗传资源,其中不乏优良种质,如漾濞泡核桃、三台核桃等为国内驰名品种。大理州丰富的核桃遗传资源中还蕴藏着丰富的早实、抗寒、抗病虫、避晚霜等特异种质,如早实品种漾早香、弥渡草果核桃,抗寒品种娘青、圆菠萝,抗病虫品种漾濞泡核桃、三台核桃等,有待开发和利用。目前仅对州内审(认)定核桃品种信息进行了统计,对所有核桃遗传资源尚未进行完整和系统地调查编目。遗传资源作为良种选育的重要基础之一,开展核桃遗传资源调查,摸清资源数量与分布,对推动大理州核桃区域性良种选育,促进本地区核桃产业转型升级和可持续发展尤为重要。

大理核桃栽培历史悠久,遗传资源丰富。经过近 10 多年的努力,全州核桃种植面积和产量在全国地州(市)级中均居首位,但一直尚未对本地区分布的核桃遗传资源进行全面地摸底调查,以探清蕴藏的优良种源群,更好地服务于大理州核桃产业。

为了摸清大理州核桃资源存量、分布及利用现状,挖掘新资源,进一步有效保护和科学利用大理州丰富的核桃遗传资源,加快全州核桃产业发展,2015 年 4 月,大理州实施了由云南省林业厅组织协调,云南省林业科学院具体负责,各相关州市参加的 2014 年云南省科技创新项目“云南核桃遗传资源调查编目”(编号:[2014]CX01),为全面系统地查清大理州核桃遗传资源提供了技术和组织保证。

1 大理州核桃产区概况

大理州地处云贵高原与横断山脉结合部位,地势西北高,东南低,地貌复杂多样。大理州核桃主要分布于澜沧江、怒江(包括漾濞、永平、云龙、剑川、洱源、巍山、南涧、大理等县市)和金沙江流域(包括鹤庆、宾川、祥云等县)河谷地段的山地、山箐两旁和谷底,大面积种植区分布于荒山荒地、退耕还林地、低效林地和轮歇地,房前屋后有零星分布。境内澜沧江、怒江、金沙江流域均属核桃适生区,漾濞县为大理州核桃传统栽培区和中心产区,嫁接繁殖历史悠久,基本实现良种化栽培。永平、云龙、洱源、剑川、鹤庆、宾川、祥云、巍山、弥渡、南涧和大理也是大理州核桃种质资源分布区,长期的实生繁殖,形成了庞大的适应区域气候环境的实生变异群体。2020 年全州核桃种植面积为 67.70 万hm^2,永平、云龙和漾濞 3 个县种植面积较大,均超过 6.8 万hm^2(永平 10.39 万hm^2、云龙 8.56 万hm^2 和漾濞 6.842 万hm^2),巍山、剑川、鹤庆、宾川、洱源和南涧 6 个县次之 ,祥云、弥渡两县和大理市最少[1]。漾濞县为核桃原始栽培地,各乡镇均有大面积核桃分布,尤其以点苍山以西中海拔区域(海拔 1 800~2 200 m)集中分布有漾濞泡核桃良种群和引进核桃品种;永平县和云龙县为核桃新发展区,大面积种植始于 2008 年全州新建核桃基地之时,分布有泡核桃良种群和引进核桃品种。点苍山以东、祥云县以西的中山陡坡地带自然分布较少,新发展区成效差,除地方优势品种外,引进的核桃品种表现参差不齐。地处北部的洱源、鹤庆、剑川随地势从南至北依次增高,气候条件更加恶劣,适宜发展的核桃类型为耐寒、抗霜冻品种,广泛分布于河谷两岸山地、山箐两旁和谷底。

2 调查对象及范围

依据云南省林科院制定的项目实施方案相关要求,结合大理州核桃分布情况,确定本次调查的主要对象是州内胡桃科的核桃、深纹核桃和薄壳山核桃,包括有较大经济价值的农家品种、已审(认)定的品种或类型、有较大科研文化价值但尚未开发利用的野生资源。在广泛收集全州林业部门统计结果的基础上,调查范围涉及全州 12 县(市)核桃自然分布区。为保证调查的全面性和准确性,各地调查点布局于当地核桃集中分布区,共涉及 12 县(市)42 个乡镇。

3 调查内容和方法

严格参照《云南核桃遗传资源调查编目技术规程》[2]的相关规定,全面对大理州内分布的所有核桃物种资源的数量、分布、特性及开发利用情况进行调查。具体方法是:各县市林业部门在收集查阅相关材料的基础上,深入各乡镇、村实地访问了解,弄清本区域分布的核桃种源,并逐一设置各核桃种源样树进行自然生态条件、形态特征、生物学特征、丰产性和利用价值评估等相关信息的实地调查记录和样果、穗条采集,最终将按期形成较完整的外业调查数据资料、影像资料,采集的样果统一汇集到云南省林业科学院进行全面系统地分析研究。具体调查内

容:(1)树体物候观测(萌芽、开花、结果和落叶期)和立地条件(地理位置、海拔、地形、坡位、坡向、坡度、土壤、管理状况等)调查;(2)树体数量和质量性状的测定和检测,包括枝叶性状、果枝结果状况、树势和丰产性评定、生长指标测定、果实表型测定和评判、果仁品鉴和主要营养成分检测;(3)树体照片拍摄,包括整体照(具有明显的周边环境)、枝、叶、花、果(表果和坚果)彩色照片。

4 结果与分析

4.1 核桃遗传资源调查收集概况

此次调查经大理州 12 县市林业局在各县市核桃分布区设置核桃样树 416 株进行定株调查,并对零星分布区进行全面排查,共收集到本地区分布有 2 属 6 种核桃资源的 61 个栽培品种(表 1)。包括胡桃科胡桃属(*Juglans*)和山核桃属(*Carya*)2 个属,胡桃属的深纹核桃(*J. sigillata*)、普通核桃(*J. regia*)、深纹核桃×普通核桃种间杂交种、野核桃(*J. cathayen-sis*)和美国黑核桃(*Jugiqn nigra*)5 种;山核桃属的薄壳山核桃(*Carya illinoensis*)1 种[3]。其中收集的深纹核桃资源较多,包括地方的特有种和审(认)定品种以及杂交品种。其次,在普通核桃中引进品种较多(如新疆核桃和云新核桃系列品种),表明本地区优越的自然环境很适宜核桃生长。

表 1　胡桃科 2 属 6 种核桃种质资源分布

Tab. 1　Distribution of 6 species in 2 genera of walnut germplasm resources

属	种	核桃种源	数量	垂直分布
胡桃属	深纹核桃	地方品种:漾濞大泡核桃、小泡核桃、漾江 1 号、娘青核桃、铁核桃、圆菠萝核桃、桐子果核桃、夹绵核桃、鸡蛋皮核桃、米甸核桃、拉乌核桃、小纸皮核桃、大木瓜核桃、漾早香核桃、漾早双核桃、漾早鲜核桃、龙佳核桃、清香核桃、团核桃、小胖若核桃、小圆果核桃、串串果核桃、红皮核桃、紫核桃、大洛黑核桃、四方果核桃、永平大泡核桃、大尖嘴核桃、晚龙核桃、桐子果核桃、草果核桃、小平底核桃、小核桃、剑丰 1 号核桃、小木瓜核桃、圆壳子核桃、纸皮核桃、尖嘴核桃、滑皮核桃、101 果核桃、乡土泡核桃(南涧)、麻子核桃、大麻子核桃、小麻子核桃 审定品种:大泡 认定品种:桐子果、圆菠萝、漾早香、漾江 1 号、漾杂 1 号、漾杂 2 号、漾杂 3 号、漾新 1 号、娘青、剑丰 1 号、101 果、晚龙、龙佳 杂交品种:漾杂 1 号、漾杂 2 号、漾杂 3 号、漾新 1 号	48	大泡核桃、三台核桃、娘青核桃、漾江 1 号、漾杂 1 号、漾杂 2 号、漾杂 3 号核桃和地方栽培核桃分布海拔 1 700~2 400 m。 新疆核桃、三台核桃、漾早香、云新核桃分布海拔 1 700 m 以下。 晚龙核桃、大泡核桃、娘青核桃、漾江 1 号、漾杂 1 号、漾杂 2 号、漾杂 3 号核桃等分布海拔 2 400 m 以上。
	普通核桃	引进品种:新疆核桃(新翠丰、新早丰、扎 343、新新 2 号)	4	新疆核桃分布海拔 2 400 m 以上。
	深纹核桃×普通核桃	种间杂交品种:云新核桃(24 号、14 号 12 号)	3	云新核桃分布海拔 1 700 m 以下。
	野核桃	地方品种:野核桃	1	分布海拔 1 930~2 200 m。
	美国黑核桃	引进品种:黑核桃	1	分布海拔 1 680 m (弥渡县苴力镇密祉郎箐村)。
山核桃属	薄壳山核桃	引进品种:美国山核桃(卡多 、云光、贝壳和云早丰)	4	分布海拔 1 700 m 以下。

从本地区核桃资源全面摸底调查结果可知,大理州 12 县(市)108 个乡镇均有核桃分布(图 1),占全州总乡镇的 98.81%。从核桃垂直分布上看,海拔范围介于 1 300~2 847 m,最低海拔核桃资源出现在永平县杉阳镇(DL-YP-06 薄壳山核桃)、云龙县功果桥镇功果桥村(DL-YL-02 圆菠萝)和漾濞县平坡镇平坡村(DL-YB-10 夹绵核桃);最高海拔核桃资源分布在漾濞县漾江镇(DL-YB-07 纸皮核桃);核桃资源集中分布区介于海拔 1 900~2 200 m。从地理分布上看,最北点位于剑川县金华镇(新疆核桃),地理坐标为 105°10′44″~105°20′8″E,30°56′58″~31°3′18″N;最东点位于祥云县普淜镇(米甸核桃),地理坐标为 100°54′34.31″E, 25°20′14.77″N;最南点位于南涧县小湾东镇(云新、拉乌核桃),

图 1　大理州核桃资源分布

Fig. 1　Distribution of walnut resources in Dali Prefecture

地理坐标为 100°06′~100°17′E，24°39′~24°51′N；最西点位于云龙县民建乡（四方果核桃），地理坐标为 98°52′~99°46′E，25°28′~26°23′N。

4.2 核桃遗传资源考种评定

2015—2016 年对各地初步调查结果进行查缺补漏，截至 2017 年 12 月，大理州共收集到核桃遗传资源 83 份。经云南省林业科学院统一对入选的核桃种源坚果进行科学规范考种、检测，即对其坚果表型性状测定和评价，参照《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南-核桃属》进行特征描述、赋值的确定[4-5]和蛋白质含量等营养成分检测[6]，对其生境、植物学特征和坚果主要经济性状（出仁率、含油率、蛋白质含量等）相关数据资料进行整理和分析，并作出综合评价。最终初步确定大理州 10 个县市入选的核桃种源计 72 份，占调查资源总数 83 份的 86.75%。其中漾濞县和宾川县资源数较多，均为 17 份；剑川县和鹤庆县资源数较少，均为 3 份（表 2）。

经对以上10县（市）入选核桃资源的果实进行

表 2　大理州各地入选的核桃遗传资源及核桃坚果主要经济性状

Tab. 2　Selected walnut genetic resources and main economic characters of walnut nuts in Dali Prefecture

地域	资源数	入选资源			经济性状指标			综合评价
		入选数	所属类别(份数)	资源编号	出仁率/%	含油率/%	蛋白质含量/%	
漾濞县	17	17	杂交品种(2):漾杂 1 号、2 号 审定品种(1):大泡 认定品种(4):漾早香、漾江 1 号、漾新 1 号、圆菠萝 引进品种(3):美国山核桃(卡多、云光、云早丰) 其它(7)	DL-YB01-17	36.62~51.22 山核桃 56.32~62.64	59.17~68.56	9.55~15.62 漾杂 8201	漾濞泡核桃、漾早香和纸皮核桃经济性状较好
宾川县	17	17	审定品种(1):大泡 引进品种(2):云光、云星山核桃 其它(14)	DL-BC01-17	30.76~55.49 山核桃 59.33	未测	未测	小圆果核桃、漾濞泡核桃和山核桃经济性状较好
洱源县	7	7	审定品种(1):大泡 其它(6)	DL-EY01-07	42.16~59.69	22.02~87.0	11.05~26.78	漾濞泡核桃、圆壳子和纸皮核桃经济性较好
永平县	9	5	审定品种(1):大泡 认定品种(1):桐子果 引进品种(1):美国山核桃 其它(2)	DL-YP01-05	32.03~54.61 山核桃 58.98	66.75~70.35	15.76~21.25	漾濞泡核桃和永平大泡核桃经济性状较好
云龙县	4	4	审定品种(1):大泡 认定品种(3):晚龙、桐子果、圆菠萝	DL-YL01-04	43.12~55.89	64.69~66.35	17.94~20.6	晚龙、漾濞泡核桃和桐子果核桃经济性状较好
南涧县	5	5	杂交品种(1):漾杂 2 号 审定品种(1):大泡 其它(3)	DL-NJ01-04	40.25~51.44	61.98~66.35	13.59~22.02	漾濞泡核桃、夹绵核桃和本地大泡核桃经济性状较好
巍山县	5	5	杂交品种(1):云新 审定品种(1):大泡 认定品种(1):娘青 其它(2)	DL-WS01-05	35.38~55.22	64.85~72.52	12.98~19.7	四方果、尖嘴和漾濞泡核桃经济性状较好
大理市	6	6	审定品种(1):大泡 认定品种(1):娘青 其它(4)	DL-DL01-06	38.23~51.76	64.4~81.85	10.68~17.0	漾濞泡核桃、娘青和滑皮核桃经济性状较好
剑川县	5	3	审定品种(1):大泡 认定品种(1):剑丰 引进品种(1):新疆核桃	DL-JC01-03	51.59~54.32	47.82~68.69	14.2~26.34	剑丰、漾濞泡核桃和新疆核桃经济性状较好
鹤庆县	3	3	审定品种(1):大泡 认定品种(1):101 果	DL-HQ01-02	41.5~48.4	69.85~73.85	15.31~18.12	漾濞泡核桃和 101 果经济性状较好
祥云县	2	0						未考种
弥渡县	3	0						未考种

规范考种发现,大理州核桃种源坚果出仁率、含油率和蛋白质含量3项主要经济性状指标值差异较大。初步对其主要营养指标检测数据进行直观分析结果:各核桃种源出仁率相差较大,核桃出仁率介于30.76%~59.69%,山核桃出仁率介于55.49%~62.64%,以漾濞县引进的卡多山核桃(62.64%)和巍山县地方品种圆壳子泡核桃(59.69%)出仁率最高,宾川县麻核桃出仁率最低(30.72%)。其中,20.83%的核桃种源坚果出仁率达到国家特级标准(15份),23.61%达到国家Ⅰ级标准(17份),27.78%达到国家Ⅱ级标准(20份)[7]。核桃含油率介于22.02%~87.00%范围,以漾濞泡核桃、娘青核桃、四方果核桃、木瓜核桃和山核桃含油率较高。核桃蛋白质含量介于9.55%~26.78%,以小麻核桃、新疆核桃、夹绵核桃、大尖嘴核桃、桐子果核桃、漾濞泡核桃等蛋白质含量较高。综合以上3项营养指标,分布于各地的漾濞泡核桃坚果品质均具有突出的品质优势,其次,各地特有的地方品种坚果品质也较好。在核桃生产经营中可根据不同的培育目的选择适宜当地发展的核桃品种。

5 结论与建议

1)大理州核桃遗传资源丰富,具有大量的可利用优良种质资源。调查结果显示,本地区核桃分布有胡桃科2属6种61个核桃栽培品种,除各地分布的经审(认)定的核桃品种外,还有表现较好的引进品种和地方特有种。各地林业部门可充分利用此次调查结果,建立当地核桃种源基因库和数据库,为有效保护和合理利用核桃自然资源提供较完整的数据资料。

2)在此次调查的核桃遗传资源中不乏有优质高产、抗逆性强(抗病虫、抗寒)的核桃地方特有种和表现较好的引进新品种以及可用于核桃种质繁殖材料的核桃品种。在当今核桃市场过饱和的情况下,应大力开发利用当地乡土核桃良种,如:地方品种漾濞泡核桃、永平泡核桃、拉乌核桃、米甸核桃优良品种。形成地方核桃品牌优势,增强市场竞争力,对表现较好的引进新品种进行区域试验,加以推广,如:美国山核桃、新疆核桃、云新核桃等。对可用于核桃种质繁殖材料的核桃品种(铁核桃、野核桃、夹绵核桃等)应加强保护和利用。以省级初选的核桃种源(72种)坚果考种数据资料为基础,对各地分布的核桃种源进行综合评价,为本地区核桃品种改良、选育和建立核桃良种示范基地提供科学依据。

3)在核桃生产经营中,可根据不同培育利用目标,有意识地选择适宜的核桃栽培品种。以此次省级统一入选的核桃种源考种结果数据资料为依据,科学选择各地适宜发展的核桃品种,以提高核桃综合效益。以食用油生产为目的,可选择坚果出仁率和出油率较高的核桃品种,如:漾濞泡核桃、圆壳子核桃、尖嘴核桃、麻子核桃和山核桃等;以食用低油高蛋白质消费需求,则可选用蛋白质含量较高的核桃品种,如:漾濞泡核桃、新疆核桃、桐子果核桃等。

参考文献:

[1] 大理州林业和草原局. 大理白族自治州2020年泡核桃产量产值调查报告[R]. 2020.

[2] 国家林业局科技发展中心,中国林业科学研究院林业研究所. 核桃遗传资源调查编目技术规程[S]. 2019.

[3] 斐东,鲁新政. 中国核桃种质资源[S]. 北京:中国林业出版社, 2011.

[4] 李淑芳,杨建华,李孙玲,等. 漾濞县茶果樟种质资源调查与保护开发建议[J]. 林业调查规划,2020,45(2):88-91.

[5] 孙利强,任广振,杨延基,等. 方城县野生木本植物资源调查分析[J]. 林业调查规划,2020,45(2):92-96.

[6] 斐东,张俊佩,仁周建,等. 植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南——核桃属:GB/T 26909-2011[S]. 北京:中国标准出版社,2012.

[7] 刘庆贵. 核桃种质资源描述规范和数据标准[S]. 北京:中国农业出版社,2007.

[8] 中华人民共和国卫生部. 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5-2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[9] 王文德,王贵,张俊宽,等. 核桃坚果质量等级:GB/T 20398-2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.

责任编辑:许易琦
校　　对:张林艳　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 022

西安城区常用园林植物调查分析

邓小明,杜 娟,郝 颖
(陕西省林业调查规划院,陕西 西安 710082)

摘要:对西安城区 7 个具有代表性的公园绿地进行植物种类及生长势调查,并对其常用园林植物的应用进行多层面分析。结果显示:西安城区常用园林植物有 75 科 104 属 208 种,涉及 14 个分布区类型,表现出显著的北温带区系性质;植物选种具有 20 世纪 70 年代前以乡土植物为主,乔木树种中落叶树占绝对优势,速生树种使用频率较高等特征;2000—2020 年共新引进 21 种园林植物,大多数表现较好,引进植物种数的递增与同期气温、降水的增长趋势显示出明显的一致性。基于调查和分析结果,推荐认为具有潜力的景观植物种类,进一步丰富西安市园林植物的种类与景观多样性。

关键词:常用园林植物;公园绿地;分布区类型;引种;西安市

中图分类号:S757. 2;S68 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0121-10

引文格式:邓小明,杜娟,郝颖. 西安城区常用园林植物调查分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):121-130. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 022

DENG Xiaoming, DU Juan, HAO Ying. Investigation and Analysis of Common Garden Plants in Xi′an City[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):121-130. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 022

Investigation and Analysis of Common Garden Plants in Xi′an City

DENG Xiaoming, DU Juan, HAO Ying
(Shaanxi Forestry Investigation and Planning Institute, Xi′an 710082, China)

Abstract: This paper investigated the species and growth trend of plants and the application of common garden plants in seven representative parks of Xi′an city. The results showed that there were 208 species belonging to 104 genera and 75 families, involving 14 areal types, with a significant north temperate floristic nature; the plant selection had the characteristics of native plants, deciduous trees being the dominant tree species and high frequency of fast-growing tree species; 21 new landscape plants were introduced from 2000 to 2020, and most of them performed well, and the increasing trend of the number of introduced plants was obviously consistent with the increasing trend of temperature and precipitation in the same period. Based on the results of investigation and analysis, this paper recommended the potential landscape plant species to further enrich the landscape plant species and landscape diversity in Xi′an.

Key words: common garden plants; park green space; areal type; introduction; Xi′an City

作为十三朝古都,西安在我国古典园林发展史中具有举足轻重的地位。植物作为园林造景中最主要的要素之一,其选择与使用对西安市园林绿化建设的重要性不言而喻。进入新世纪后,西安市新建了以唐长安城墙遗址公园、城市运动公园、环城西苑等为代表的一批城市公共绿地,相比以往西安市近

收稿日期:2020-09-07.

第一作者:邓小明(1982-),男,江西吉安人,高级工程师. 主要从事风景园林规划与湿地生态保护工作.

年来对园林植物的选择更具多元性,植物景观日趋丰富,但一些有益的尝试并未得到广泛的推广,因此对西安市现有主要常用园林植物进行阶段性的调查统计与分析显得十分必要,希望以此推介适合妆点古城的花草树木,助力西安国家中心城市人居环境建设。

1 研究方法

1.1 样本选取

西安市有着3 100多年的建城史,我国古典园林从囿到苑继而到园的发展均能在西安市及其周边找到痕迹。从上林苑到兴庆宫、芙蓉园、曲江池等一众古典园林,在不同的时期彰显着古城的魅力。新中国成立后,为满足人们精神需求,西安陆续建设了兴庆宫公园、革命公园、莲湖公园、劳动公园等一批现代城市公园。尤其是在2000年后,西安市城市绿地建设进入飞速发展阶段。截至2018年底,全市已建成公园103个,建成区绿地率达35.55%,人均公园绿地面积9.98 m^2。

本次调查选取7个样本作为调查对象,样本量占西安市公园总数的6.8%,样本面积占西安市公园绿地面积的5.8%。样本位置分布较为均匀,类型多样,建园年份跨越从民国至今约80余年,具有较好的代表性(表1)。

表1 调查样本基本信息统计

Tab. 1 Basic information of survey samples

名称	方位	类别	风格	面积/hm^2	建设年份
兴庆宫公园	城东	综合公园、历史名园	传统山水园林	52	1958年
丰庆公园	城西南	综合公园	传统山水园林	27	2004年
革命公园	城墙内	纪念性公园	传统山水园林	10	1927年
城市运动公园	城北	综合公园	现代园林	53	2006年
环城西苑公园	城西	综合公园	现代园林	68	2005年
唐长安城墙遗址公园	城西南	文物古迹公园	现代园林	38	2008年
劳动公园	城西	综合公园、游乐公园	传统山水园林	10	1964年

1.2 调查范围

调查对象主要为样本公园内人工栽培维管植物,采用实地调查的方法,对选取的7个公园进行植物种类及生长势调查。调查时间2年(2018—2019年),分别在每年3、5、9、11月对各公园植物进行调查记录。所记录植物均为种子植物,以常用人工栽培园林植物为主,野生种、偏僻种均不在本统计范围内。尤其需要说明的是,由于对“常用”一词理解的偏差,在不同的调查成果中,对西安市常用园林植物种数的统计存在较大差异,如根据2012年尚书的调查研究,“西安常用的园林植物有116科,231属,440种”[1],而根据王俊峰等人的研究,“西安市常用园林植物种类达到557余种”[2]。本次调查结果更偏向服务于园林建设者,注重实际运用中的指导价值,统计数据完全以实地所见为准,不参照以往资料,且只记录使用频率较高的植物种类,调查范围界定在西安市城区(建成区以内),因此调查结果可能与其它类似调查存在较大偏差,这并不影响相关各类调查的价值与真实性。

2 调查结果

根据调查统计,西安城区常用园林植物有75科140属208种(含种下等级)。按类别分,裸子植物6科12属17种,被子植物69科128属191种;按生活型分,常绿(小)乔木23种,常绿灌木29种,落叶(小)乔木61种,落叶灌木43种,竹类5种,藤本7种,草本40种(表2)。

3 研究分析

3.1 园林植物区系特征

在总计75科中,含6种以上的科仅7科,依次为蔷薇科(27种)、禾本科(11种)、木犀科(11种)、豆科(10种)、松科(6种)、柏科(6种)、忍冬科(6种),占总科数的9.3%,含种数却高达77种,占总种数的37.0%。而山茶科、千屈菜科、三尖杉科、马鞭草科等均只含有1个种,这些科虽然在本区系中种类较少,不占主要地位,但对本区植物构成仍起着重要作用,体现了本区植物区系的复杂性和多样性,

表 2　西安城区常用园林植物种类调查名录

Tab. 2　List of common garden plant species in Xi′an City

序号	中文名称	拉丁学名	科	属	生活型	调查地
1	云杉	*Picea asperata*	松科	云杉属	常绿乔木	A、B、D、E、F
2	青扦	*Picea witsonii*	松科	云杉属	常绿乔木	A、C
3	雪松	*Cedrus deodara*	松科	雪松属	常绿乔木	A、B、C、D、F、G
4	油松	*Pinus tabulaeformis*	松科	松属	常绿乔木	A、B、C、D、E、F、G
5	白皮松	*Pinus bungeana*	松科	松属	常绿乔木	A、C、D、E、F、G
6	华山松	*Pinus armandii* Franch.	松科	松属	常绿乔木	B、C
7	柳杉	*Cryptomeria fortunei*	杉科	柳杉属	常绿乔木	A、B、G
8	侧柏	*Platycladus orientalis*	柏科	侧柏属	常绿乔木	A、B、C、D、E
9	柏木	*Cupressus funebris*	柏科	柏木属	常绿乔木	A
10	圆柏	*Sabina chinensis*	柏科	圆柏属	常绿乔木	A、D、E、F、G
11	龙柏	*Sabina chinensis* cv. *kaizuca*	柏科	圆柏属	常绿乔木	B、C 、D
12	刺柏	*Juniperus formosana*	柏科	刺柏属	常绿乔木	A、D
13	广玉兰	*Magnolia frandiflora*	木兰科	木兰属	常绿乔木	A、B、D、E、F、G
14	桂花	*Osmanthus fragrans*	木犀科	木犀属	常绿乔木	A、B、C、E、F、G
15	女贞	*Ligustrum lucidum*	木犀科	女贞属	常绿乔木	A
16	珊瑚树	*Viburnum awabuki*	忍冬科	荚蒾属	常绿乔木	A、B、C、D、E、F、G
17	亮叶蚊母	*Distylium myricoides* var. *nitidum*	金缕梅科	蚊母树属	常绿乔木	B、D
18	枇杷	*Eriobotrya japonica*	蔷薇科	枇杷属	常绿乔木	B、C、D、E、F、G
19	茶梅	*Camellia sasanqua* Thunb.	山茶科	山茶属	常绿乔木	B、E、F
20	香樟	*Cinnamomum camphora*	樟科	樟属	常绿乔木	E、F
21	罗汉松	*Podocarpus macrophyllus*	罗汉松科	罗汉松属	常绿乔木	D、E
22	棕榈	*Trachycarpus fortunei*	棕榈科	棕榈属	常绿乔木	A、B、C、D、E、G
23	石楠	*Photinia serrulata*	蔷薇科	石楠属	常绿乔木	A、B、C、D、E、F、G
24	白玉兰	*Magnolia denudata*	木兰科	木兰属	落叶乔木	A、C、G
25	银杏	*Ginkgo biloba*	银杏科	银杏属	落叶乔木	A、B、C、D、E、F、G
26	水杉	*Metasequoia glyptostroboides*	杉科	水杉属	落叶乔木	A、D
27	法桐	*Platanus orientalis*	悬铃木科	悬铃木属	落叶乔木	A、B、C、E、G
28	国槐	*Sophora japonica*	豆科	槐属	落叶乔木	A、B、C、D、E、F、G
29	刺槐	*Robinia pseudoacacia* Linn.	豆科	槐属	落叶乔木	D、E、F
30	皂荚	*Gleditsia sinensis*	豆科	皂荚属	落叶乔木	A、C、E、G
31	合欢	*Albizzia Julibrissin*	豆科	合欢属	落叶乔木	A、E
32	臭椿	*Ailanthus altissima*	苦木科	臭椿属	落叶乔木	A、C、D
33	香椿	*Toona sinensis*	楝科	香椿属	落叶乔木	A、B、F
34	苦楝	*Melia azedarach*	楝科	楝属	落叶乔木	A、E
35	栾树	*Koelreuteria paniculata*	无患子科	栾树属	落叶乔木	A、B、C、D、E、F、G
36	青桐	*Firmiana simplex*	梧桐科	梧桐属	落叶乔木	A、D
37	杨树	*Populus* L.	杨柳科	杨属	落叶乔木	B、C、D、F、G
38	梓树	*Catalpa ovata*	紫葳科	梓树属	落叶乔木	A、B
39	楸树	*Catalpa bungei*	紫葳科	梓树属	落叶乔木	A、C
40	喜树	*Camptotheca acuminata*	珙桐科	喜树属	落叶乔木	A、B
41	柿树	*Diospyros kaki*	柿树科	柿树属	落叶乔木	A、C、D、E、F
42	君迁子	*Diospyros lotus*	柿树科	柿树属	落叶乔木	A、D

续表 2

序号	中文名称	拉丁学名	科	属	生活型	调查地
43	雪柳	*Fontanesia fortunei*	木犀科	雪柳属	落叶乔木	A、F
44	白蜡	*fraxinus chinensis*	木犀科	白蜡属	落叶乔木	A、B
45	丁香	*Syringa oblata* Lindl.	木犀科	丁香属	落叶乔木	A、C、D、F
46	毛白杨	*Populus tomentosa*	杨柳科	杨属	落叶乔木	A
47	旱柳	*Salix matsudana*	杨柳科	柳属	落叶乔木	A
48	垂柳	*Salix babylonica*	杨柳科	柳属	落叶乔木	A、D、E、F、G
49	核桃	*Juglans regia*	胡桃科	胡桃属	落叶乔木	A、E、F
50	枫杨	*Ptervcarya stenoptera*	胡桃科	枫杨属	落叶乔木	A、F、G
51	榆树	*Ulmus pumila*	榆科	榆属	落叶乔木	A
52	龙爪榆	*Ulmus pumila* cv. '*Pendula*'	榆科	榆属	落叶乔木	D、E
53	白桦	*Betula platyphylla* Suk.	桦木科	桦木属	落叶乔木	D
54	西府海棠	*Malus micromalus*	蔷薇科	苹果属	落叶乔木	D、E
55	垂丝海棠	*Malus halliana* Koehne	蔷薇科	苹果属	落叶乔木	D、F
56	槭树	*Acer miyabei*	槭树科	槭属	落叶乔木	D、E、F
57	银白槭	*Acer saccharinum* L.	槭树科	槭树属	落叶乔木	F
58	丝棉木	*Euonymus bungeanus*	卫矛科	卫矛属	落叶乔木	A、C、D
59	构树	*Broussonetia papyrifera*	桑科	构属	落叶乔木	A、G
60	元宝枫	*Acer truncatum*	槭树科	槭树属	落叶乔木	A、F
61	三角枫	*Acer buergerianum*	槭树科	槭树属	落叶乔木	A、F
62	鸡爪槭	*Acer palmatum*	槭树科	槭树属	落叶乔木	A、D
63	龙爪槐	*Sophora japonica* var. *pendula*	豆科	槐属	落叶乔木	A、E
64	黄栌	*Cotinus coggygria*	漆树科	黄栌属	落叶乔木	A、C
65	盐肤木	*Rhus chinensis*	漆树科	漆树属	落叶乔木	A、D
66	五角枫	*Acer mono* Maxim	槭树科	槭属	落叶乔木	C、G
67	杏梅	*Armeniaca mume* var.	蔷薇科	杏属	落叶乔木	C、D
68	桑树	*Morus alba* L.	桑科	桑属	落叶乔木	C、F
69	红枫	*Acer palmatum* '*Atropurpureum*'	槭树科	槭树属	落叶乔木	E、G
70	梾木	*Cornus macrophylla* Wall.	山茱萸科	梾木属	落叶乔木	B
71	板栗	*Castanea mollissima* BL.	壳斗科	栗属	落叶乔木	G
72	乌桕	*Sapium sebiferum*	大戟科	乌桕属	落叶乔木	G
73	泡桐	*Paulownia* Sieb. et Zucc.	玄参科	泡桐属	落叶乔木	F、G
74	金缘叶栾树	*Koelreuteria bipinnata* var. *integrifoliola*	无患子科	栾树属	落叶乔木	F
75	红梅	*Prunus mume*	蔷薇科	杏属	落叶乔木	E、G
76	日本丽桃	*Amygdalus persica* Linn. var. *persica* f. *pyramidalis* Dipp.	蔷薇科	桃属	落叶乔木	D
77	紫叶李	*Prunus cerasifera*	蔷薇科	樱属	落叶乔木	A、B、C、D、F
78	杏	*Prunus armeniaca*	蔷薇科	樱属	落叶乔木	A、C
79	梅	*Prunus mume*	蔷薇科	樱属	落叶乔木	A
80	碧桃	*Prunus persica* f. *duplex*	蔷薇科	樱属	落叶乔木	A、B、D、E、F、G
81	樱花	*Prunus serrulata*	蔷薇科	樱属	落叶乔木	A、B、D、F、G
82	木瓜	*Chaenomeles sinensis*	蔷薇科	木瓜属	落叶乔木	A、G
83	紫薇	*Lagerstroemia indica*	千屈菜科	紫薇属	落叶乔木	A、B、C、D、E、F
84	七叶树	*Aesculus chinensis*	七叶树科	七叶树属	落叶乔木	E

续表 2

序号	中文名称	拉丁学名	科	属	生活型	调查地
85	八角金盘	*Fatsia japonica*	五加科	八角金盘属	常绿灌木	B、C、E、F
86	栀子花	*Gardenia jasminoides* Ellis	茜草科	栀子属	常绿灌木	A、F
87	小蜡	*Ligustrum sinense*	木犀科	女贞属	常绿灌木	A、B、C、D、E、F、G
88	大叶女贞	*Ligustrum compactum*	木犀科	女贞属	常绿灌木	B、C、D、E、F、G
89	小叶女贞	*Ligustrum quihoui*	木犀科	女贞属	常绿灌木	A、B、C
90	铺地柏	*Sabina procumbens*	柏科	圆柏属	常绿灌木	D、E、F
91	十大功劳	*Mahonia fortunei*	小檗科	十大功劳属	常绿灌木	B、D、E
92	夹竹桃	*Nerium indicum* Mill.	夹竹桃科	夹竹桃属	常绿灌木	B、C、D、G
93	粗榧	*Cephalataxus sinensis*	三尖杉科	三尖杉属	常绿灌木	A、G
94	南天竹	*Nandina doncestica*	小檗科	南天竹属	常绿灌木	A、B、C、D、E、F、G
95	海桐	*Pittosporum tobira*	海桐科	海桐花属	常绿灌木	A、B、C、D、E、F、G
96	蚊母	*Disstylium racemosum*	金缕梅科	蚊母树属	常绿灌木	A、G
97	枸骨	*Ilex cornuta*	冬青科	冬青属	常绿灌木	A、B
98	金边黄杨	*Buxus megistophylla*	黄杨科	黄杨属	常绿灌木	A、D
99	雀舌黄杨	*Buxus bodinieri*	黄杨科	黄杨属	常绿灌木	A、B、D、E、G
100	大叶黄杨	*Euonymus japonicus*	黄杨科	黄杨属	常绿灌木	A、B、C、D、E、F、G
101	小叶黄杨	*Buxus sinica*	黄杨科	黄杨属	常绿灌木	B、C、E、F
102	平枝栒子	*Cotoneaster horizontalis*	蔷薇科	栒子属	常绿灌木	D、E
103	花叶青木	*Ancuba japonica* Thunb. var. *variegata*	山茱萸科	桃叶珊瑚属	常绿灌木	F
104	锦绣杜鹃	*Rhododendron pulchrum* Sweet	杜鹃花科	杜鹃属	常绿灌木	E、F
105	龟甲冬青	*Ilex crenata* f. *convexa*	冬青科	冬青属	常绿灌木	A、F
106	金丝梅	*Hypericum patulum*	藤黄科	金丝桃属	常绿灌木	D、E
107	豪猪刺	*Berberis julianae* Schneid.	小檗科	小檗属	常绿灌木	C
108	胡颓子	*Elaeagnus pungens* Thunb.	胡颓子科	胡颓子属	常绿灌木	E
109	金叶女贞	*Ligustrum* × *vicaryi* Rehder	木犀科	女贞属	常绿灌木	E
110	火棘	*Pyracanntha fortuneana*	蔷薇科	火棘属	常绿灌木	A、B、D、F、G
111	月季	*Rosa chinensis*	蔷薇科	蔷薇属	常绿灌木	A、B、C、D、E、F、G
112	木香	*Rosa banksiae*	蔷薇科	蔷薇属	常绿灌木	A
113	凤尾兰	*Yucca gloriosa*	百合科	丝兰属	常绿灌木	A、B、E
114	紫丁香	*Syringa oblata*	木犀科	丁香属	落叶灌木	A、C、D
115	花叶丁香	*Syringa persica* L.	木犀科	丁香属	落叶灌木	D、E
116	暴马丁香	*Syringa reticulata*	木犀科	丁香属	落叶灌木	E
117	白丁香	*Syringa oblata* var. *alba*	木犀科	丁香属	落叶灌木	A、B、D、E、F
118	连翘	*Forsythia suspense*	木犀科	连翘属	落叶灌木	A、B、C、D、F、G
119	迎春	*Jasminum nudislorum*	木犀科	茉莉属	落叶灌木	A、B、C、D、E
120	柽柳	*Tamarix chinensis*	柽柳科	柽柳属	落叶灌木	B、D
121	山楂	*Crataegus pinnatifida*	蔷薇科	山楂属	落叶灌木	B、D、F
122	紫玉兰	*Magnolia liliflora*	木兰科	木兰属	落叶灌木	A、E
123	水蜡	*Ligustrum obtusifolium* Sieb. et Zucc.	木犀科	女贞属	落叶灌木	C、G
124	木槿	*Hibiscus syriacus*	锦葵科	木槿属	落叶灌木	A、B、C、D、E、G
125	木芙蓉	*Hibiscus mutabilis* Linn	锦葵科	木槿属	落叶灌木	G
126	结香	*Edgeworthia chrysantha*	瑞香科	结香属	落叶灌木	A、E、F
127	石榴	*Punica granatum*	石榴科	石榴属	落叶灌木	A、B、C、D、E、F、G

续表 2

序号	中文名称	拉丁学名	科	属	生活型	调查地
128	蜡梅	*Chimonanthus praecox*	蜡梅科	蜡梅属	落叶灌木	A、B、C、D、E、F、G
129	紫荆	*Cercis chinensis*	豆科	紫荆属	落叶灌木	A、B、C、D、E、G
130	芍药	*Paeonia lactiflora*	毛茛科	芍药属	落叶灌木	A、B、E
131	牡丹	*Paeonia suf fruticosa*	毛茛科	芍药属	落叶灌木	A、B、F
132	小檗	*Berberis thumbergii*	小檗科	小檗属	落叶灌木	A
133	紫叶小檗	*Berberis thumbergii* f. *atropurpurea*	小檗科	小檗属	落叶灌木	A、B、D、E、F、G
134	胡枝子	*Lespedeza bicolor* Turcz	豆科	胡枝子属	落叶灌木	E
135	蒙古莸	*Caryopteris mongholica*	马鞭草科	莸属	落叶灌木	E
136	野蔷薇	*Rosa multiflora* Thunb.	蔷薇科	蔷薇属	落叶灌木	D、G
137	金焰绣线菊	*Spiraea* × *bumalda* cv. *coldfiame*	蔷薇科	绣线菊属	落叶灌木	F
138	麻叶绣线菊	*Spiraea cantoniensis*	蔷薇科	绣线菊属	落叶灌木	D、F、G
139	中华绣线菊	*Neillia sinensis*	蔷薇科	绣线菊属	落叶灌木	A
140	贴梗海棠	*Chaenomeles speciosa*	蔷薇科	木瓜属	落叶灌木	A、B、D、E、G
141	黄刺玫	*Rosa xanthina*	蔷薇科	蔷薇属	落叶灌木	A、C、D
142	棣棠	*Kerria japonica*	蔷薇科	棣棠属	落叶灌木	A、B、C、E、F、G
143	榆叶梅	*Prunus triloba*	蔷薇科	樱属	落叶灌木	A、C、D、F
144	紫穗槐	*Amorpha fruticosa*	豆科	紫穗槐属	落叶灌木	A、B
145	枸桔	*Poncirus trifotiata*	芸香科	枳属	落叶灌木	A、C
146	珍珠梅	*Sorbaria sorbifolia*	蔷薇科	珍珠梅属	落叶灌木	B
147	金丝桃	*Hypericum chinensis*	藤黄科	金丝桃属	落叶灌木	A
148	红瑞木	*Cornus albu*	山茱萸科	梾木属	落叶灌木	A、C、D、F
149	海州常山	*Clerodendrum trichotomum*	马鞭草科	大青属	落叶灌木	A、B、E
150	锦带花	*Weigela florida*	忍冬科	锦带花属	落叶灌木	A、B、E、F
151	金银木	*Lonicera maackii*	忍冬科	忍冬属	落叶灌木	A、D、E、F、G
152	粉团荚蒾	*Viburnum plicatum* Thunb	忍冬科	荚蒾属	落叶灌木	C
153	荚蒾	*Viburnum dilatatum*	忍冬科	荚蒾属	落叶灌木	A、C
154	栓翅卫矛	*Euonymus phellomanus* Loes.	卫矛科	卫矛属	落叶灌木	D
155	海仙花	*Weigela coraeensis* Thunb.	忍冬科	锦带花属	落叶灌木	B
156	杠柳	*Periploca sepium* Bunge	萝藦科	杠柳属	落叶灌木	B
157	箬竹	*Indocalamus tessellatus*	禾本科	箬竹属	竹类	B、C、D、E、F、G
158	早园竹	*Phyllostachys propinqua*	禾本科	刚竹属	竹类	B、C、D
159	毛竹	*Phyllostachys heterocycla*	禾本科	刚竹属	竹类	A
160	刚竹	*Phyllostachys viridis*	禾本科	刚竹属	竹类	A、C、D、E、F
161	金镶玉竹	*Phyllostachys aureosulcata*	禾本科	刚竹属	竹类	B
162	扶芳藤	*Euonymus fortunei*	卫矛科	卫矛属	常绿藤本	A
163	爬山虎	*Parthenocissus tricuspidata*	葡萄科	爬山虎属	常绿藤本	A
164	五叶地锦	*Parthenocissus quinquefolia*	葡萄科	地锦属	常绿藤本	B、E
165	铁线莲	*Clematis florida* Thunb.	毛茛科	铁线莲属	常绿藤本	B、D
166	络石	*Trachelospermum jasminoides*	夹竹桃科	络石属	常绿藤本	B、C
167	紫藤	*Wistaria sinensis*	豆科	紫藤属	落叶藤本	A、B、D、E
168	三叶木通	*Akebia trifoliata*	木通科	木通属	落叶藤本	B、E、F
169	睡莲	*Nymphaea tetragona*	睡莲科	睡莲属	水生草本	B、D
170	荷花	*Nelumbo nucifera*	莲科	莲属	水生草本	B、C

续表 2

序号	中文名称	拉丁学名	科	属	生活型	调查地
171	再力花	*Thalia dealbata*	竹芋科	水竹芋属	水生草本	D
172	香蒲	*Typha orientalis*	香蒲科	香蒲属	水生草本	D
173	蒲苇	*Cortaderia selloana*	禾本科	蒲苇属	水生草本	E
174	芦苇	*Phragmites australis*	禾本科	芦苇属	水生草本	D、E
175	水葱	*Scirpus validus* Vahl	莎草科	藨草属	水生草本	B
176	菖蒲	*Acorus calamus* L.	天南星科	菖蒲属	水生草本	B
177	石竹	*Dianthus chinensis*	石竹科	石竹属	旱生草本	A、B
178	白三叶	*Trifolium repens*	豆科	车轴草属	旱生草本	A、B、C、F、G
179	紫叶酢浆草	*Oxalis triangularis* subsp. *papilionacea*	酢浆草科	酢浆草属	旱生草本	D
180	红花酢浆草	*Oxalis corymbosa*	酢浆草科	酢浆草属	旱生草本	A、B、E
181	土麦冬	*Liriope spicata*	百合科	山麦冬属	旱生草本	A
182	沿阶草	*Ophiopogon bodinieri*	百合科	沿阶草属	旱生草本	A
183	鸢尾	*Iris tectorum*	鸢尾科	鸢尾属	旱生草本	A、B、C、D、E、F
184	芭蕉	*Musa basjoo*	芭蕉科	芭蕉属	旱生草本	A
185	美人蕉	*Canna indica*	美人蕉科	美人蕉属	旱生草本	A
186	玉簪	*Hosta plantaginea*	百合科	玉簪属	旱生草本	A
187	千里光	*Senecio scandens*	菊科	千里光属	旱生草本	F
188	马蔺	*Iris lactea* Pall. var. *chinensis*	鸢尾科	鸢尾属	旱生草本	F
189	扫帚草	*Kochia scoparia*	藜科	地肤属	旱生草本	A
190	园叶锦葵	*Malva rotundifolia*	锦葵科	锦葵属	旱生草本	C
191	千屈菜	*Lythrum salicaria*	千屈菜科	千屈菜属	旱生草本	D、E
192	蛇床	*Cnidium monnieri*	伞形科	蛇床属	旱生草本	B
193	阔叶山麦冬	*Liriope muscari*	百合科	山麦冬属	旱生草本	B
194	细叶麦冬	*Ophiopogon japonicus*	百合科	山麦冬属	旱生草本	B、C、D、E、F、G
195	麦冬	*Ophiopogon japonicus*	百合科	沿阶草属	旱生草本	B、E、G
196	萱草	*Hemerocallis fulva*	百合科	萱草属	旱生草本	B
197	石蒜	*Lycoris radiata*	石蒜科	石蒜属	旱生草本	D
198	八宝景天	*Hylotelephium erythrostictum*	景天科	八宝属	旱生草本	D
199	粉黛乱子草	*Muhlenbergia capillaris*	禾本科	乱子草属	旱生草本	F
200	葱兰	*Zephyranthes candida*	石蒜科	葱莲属	旱生草本	D
201	常夏石竹	*Dianthus plumarius*	石竹科	石竹属	旱生草本	F
202	柳叶马鞭草	*Verbena bonariensis*	马鞭草科	马鞭草属	旱生草本	F
203	蛇莓	*Duchesnea indica*	蔷薇科	蛇莓属	旱生草本	C、D
204	狗牙根	*Cynodon dactylon*	禾本科	狗牙根属	旱生草本	D、F
205	高羊茅	*Festuca elata*	禾本科	羊茅属	旱生草本	D、F
206	黑麦草	*Lolium perenne*	禾本科	黑麦草属	旱生草本	D、F
207	蜀葵	*Althaea rosea*	锦葵科	蜀葵属	旱生草本	E
208	银叶菊	*Jacobaea maritima*	菊科	千里光属	旱生草本	D

注:A 兴庆宫公园;B 丰庆公园;C 革命公园;D 城市运动公园;E 环城西苑;F 唐长安城墙遗址公园;G 劳动公园。

同时也提供了更加丰富的植物景观。

根据吴征镒中国种子植物属分布区类型[3]的划分方法,在 15 个分布类型中,西安城区常用园林植物涉及到 14 个,占所有分布型的 93.3%。仅仅

208 种园林植物却涉及多达 14 个分布类型,可见作为暖温带的中心地带,能为多数植物提供生长条件,其过渡地带植物区系特征十分明显。北温带分布型共 39 属、70 种,分别占总属数和总种数的 27.9%和 33.7%,均居第一位,表现出显著的北温带区系性质。其余如东亚分布型、东亚—北美洲分布型、旧世界温带分布型、泛热带分布型也占有较大比重,与北温带分布型共同主导了西安市园林植物的主要分布区(表3)。

表 3　西安城区常用园林植物属的分布区类型

Tab. 3　Areal types of common garden plant genera in Xi'an City

序号	属分布区类型	属数	占总属数比/%	种数	占总种数比/%
1	世界分布	10	7.2	15	7.2
2	泛热带分布	13	9.3	21	10.1
3	热带亚洲至热带美洲分布	3	2.1	3	1.4
4	旧世界热带分布	3	2.1	3	1.4
5	热带亚洲至热带大洋洲分布	4	2.9	4	1.9
6	热带亚洲至热带非洲分布	1	0.7	1	0.5
7	热带亚洲分布	5	3.6	6	2.9
8	北温带分布	39	27.9	70	33.7
9	东亚—北美洲分布	17	12.1	20	9.6
10	旧世界温带分布	15	10.7	25	12.0
11	温带亚洲分布	1	0.7	2	1.0
12	地中海、西亚至中亚分布	1	0.7	1	0.5
13	东亚分布	23	16.4	32	15.4
14	中国特有分布	5	3.6	5	2.4
	合计	140	100.0	208	100.0

3.2 园林植物选种特征

1)20 世纪 70 年代以前以乡土植物为主

本次调查的兴庆宫公园、劳动公园均为 20 世纪 70 年代以前建设的公园,这类早期建设的公园中使用的乡土植物比重明显大于后期建设的公园。如在革命公园(1927 年建)中华山松、油松、龙柏、白皮松、五角枫、桑树、丝棉木、柿树、荚蒾、连翘等乡土树种使用频率较高,劳动公园(1964 年建)中毛白杨、银杏、国槐、腊梅、木槿、石榴、木瓜、泡桐、贴梗海棠、金银木等乡土树种较为常见。从调查来看,20 世纪 70 年代以前建设的公园中乡土植物生长情况较好,公园绿量、绿荫主要依靠这些早期栽植的树种,国槐、皂荚胸径一般在 40~60 cm 之间。兴庆宫公园中有一棵国家三级保护紫藤,目前地径达到 50 cm[4]。

2)乔木树种中落叶树占绝对优势

本次共调查乔木 84 种,其中落叶乔木 61 种,常绿乔木 23 种,落叶乔木与常绿乔木比为 2.65∶1,即常绿乔木只占乔木种数的 27.38%,与近年来西安市园林部门提出的常绿树占 40%的目标仍有不小差距。西安园林绿化中常绿乔木种类较少[5]。落叶乔木树种占比过大使得冬季植物景观较为萧条,且常绿树种主要以松柏科植物为主,景观效果较为单调,后期应进一步增大常绿树种的比例。

3)速生树种使用频率较高

毛白杨、泡桐、青桐、法桐、雪松等生长速度较快的树种在本次调查中较为常见,如在劳动公园中法桐、毛白杨、泡桐等少数几个树种覆盖了约 1/3 的公园绿地面积,在丰庆公园中毛白杨覆盖了东门至南门一带的整个区域。这些速生树种能更快地提供较好的遮荫效果,但相对来说病虫害发生频率也较高,而且过大的树冠对中低层植物生长极为不利,往往形成树冠遮天、树下无绿的尴尬景象。

3.3 新引进园林植物应用表现

2000 年以后,西安市引进新品种园林植物的力度明显加大。在本次调查的植物种类中,有 21 种为 2000 年以后引进,占总调查种数的 10.0%,总体来看,新引进种在西安市生长表现较好。

1)乔木

主要包括香樟、日本丽桃、白桦、银白槭 4 种。除白桦外,其余引进种均能适应西安气候。香樟在唐长安城墙遗址公园及高新区街道、住宅小区有大面积引进,生长势不如在汉中、四川等南方地区旺盛,但尚能正常生长,发挥其生态景观功能;日本丽桃、银白漆表现良好,引种面积逐步扩大,尤其是日本丽桃已经成为主要观花树种之一;白桦可能受海拔影响,引进西安十余年来表现一般,生长、成活明显不如华北地区。

2)灌木

主要包括八角金盘、花叶丁香、金丝桃等 8 种。新引进灌木品种在西安生长表现均较好或良好。如八角金盘在西安多个公园、街头绿地、住宅小区均有栽植,且表现良好,已经成为主要的耐阴树种之一;花叶丁香、龟甲冬青在环城西苑公园、城市运动公园以及道路绿化带中常见,成为良好的造型植物;锦绣杜鹃、栀子花、茶梅、金丝桃近年来栽植面积明显增加,成为重要的观花植物。

3)藤本

新引进的藤本相对较少,包括络石、扶芳藤,这 2 种植物在西安生长表现均优良。络石自 2004 年

以来大量引进,在西安各公园作为较好的藤蔓地被,常与景石搭配使用;扶芳藤因其生长旺盛、终年常绿,已经成为西安路边、桥头及坡面常见的覆盖植物。

4)草本

近年来新引进了一批以观花为主的地被植物,除芭蕉、紫叶酢浆草表现一般外,其它品种大多表现良好。蛇莓在调查中常见于疏林、路边,适应能力较强;常夏石竹、银叶菊、八宝景天作为优异的花坛造景素材,表现良好;粉黛乱子草自 2014 年引入西安后,虽然养护成本较高,但其绚丽的视觉效果在古城反响良好,甚至一度成为“网红”植物。

总体来说,本次调查西安新引进的 21 种园林植物中,除 3 种表现差强人意外,其余均能适应西安气候,且呈扩大引种态势(表 4)。

表 4　新引进园林植物及其生长表现统计

Tab. 4　Statistics and performance of newly introduced garden plants

序号	生活型	种名	成规模引进年份	生长表现
1	乔木	香樟	2004 年	较好
2		日本丽桃	2012 年	优良
3		白桦	2005 年	一般
4		银白槭	2011 年	良好
5	灌木	八角金盘	2002 年	良好
6		花叶丁香	2011 年	优良
7		金丝桃	2006 年	优良
8		花叶青木	2008 年	较好
9		龟甲冬青	2006 年	良好
10		锦绣杜鹃	2008 年	较好
11		栀子花	2000 年	较好
12		茶梅	2002 年	优良
13	藤本	络石	2004 年	优良
14		扶芳藤	2006 年	优良
15	草本	芭蕉	2000 年	一般
16		常夏石竹	2004 年	良好
17		八宝景天	2004 年	良好
18		银叶菊	2011 年	较好
19		紫叶酢浆草	2013 年	一般
20		蛇莓	2000 年	优良
21		粉黛乱子草	2014 年	较好

3.4 气候变化与园林植物引进相关性

在北方地区冬季寒冷气候对引种驯化植物是严峻的考验,特别是对来自亚热带及以南地区的植物[6]。从近年来西安引进的园林植物区系分布特征来看,虽然以暖温带特征为主的植物分布并未发生改变,但具有亚热带属性的植物逐渐增多,并成为引种的主要组成部分,这不仅是出于景观的需求,气温逐步变暖、降水逐渐变多的趋势也是引进南方植物的关键基础,而更先进的人工栽培措施则进一步拓展了植物选择的范围。

根据刘培[7]的研究,受温室效应影响,近 50 年来西安市平均气温总体呈现上升趋势。2013 年平均气温较 1963 年升高了约 4.8 ℃,这种变化幅度较历史上其它时期要大得多,虽然全球变暖对整个地球生态系统来说不是件好事,但对处于暖温带中心区域的西安来说,气温的显著升高却提供了更多的引种亚热带地区园林植物的机会(图 1)。

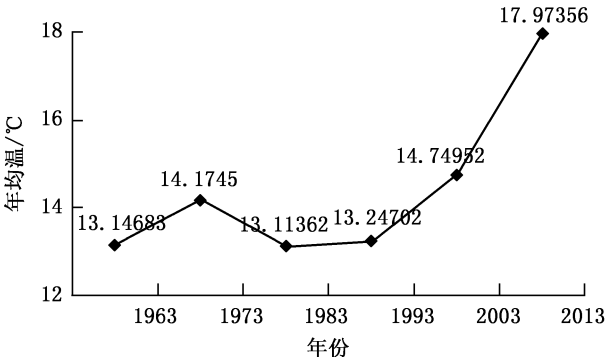


图 1　西安市近 50 年平均气温变化趋势

Fig. 1　Change trend of average temperature in Xi′an in recent 50 years

另一方面,根据李劲彬[8]等人的研究,近 30 年来(1985—2016 年)西安年降水量呈现增加趋势,且以 4.74 mm/10 a 的速率增加。进入 2000 年后这种变化趋势更加明显(图 2)。

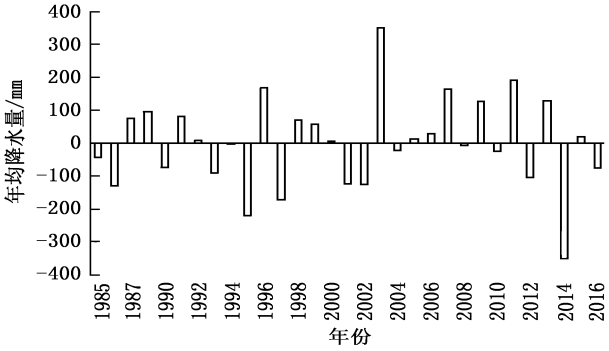


图 2　西安市近 30 年降水量距平变化趋势

Fig. 2　Change trend of precipitation anomaly in Xi′an in recent 30 years

更多的降雨量不仅为引种南方地区园林植物提供了更大的可能性,而且也大大降低了城市绿化管护的成本。气温和降水是影响植物生长最为重要的两大因素,在其它外界条件变化不明显的情况下,更加温暖湿润的环境使得西安能够为某些亚热带园林植物提供生长条件,加上遗传育种、引种驯化等方面的努力,才使香樟、栀子花、锦绣杜鹃、茶梅等南方常绿景观植物能够成功引入西安。

从西安市实际引种园林植物数量来看,20 世纪 60 年代至今半个多世纪以来,引种数量也呈现增长趋势。根据李淑娟[9]等人的研究,1960—2000 年西安市共成规模引进园林树种 22 种,其中 1960—1980 年引进 8 种,1980—2000 年引进 14 种,本次调查结果显示 2000—2020 年西安市引进 21 种园林植物。引种植物种数的递增与西安市同期气温、降水的增长趋势呈现出明显的一致性(图 3)。

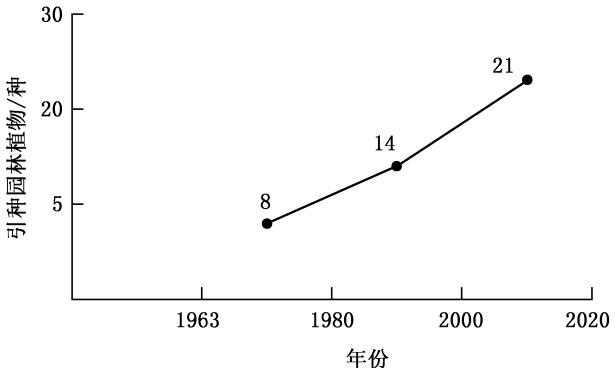


图 3　西安市引种园林植物数量变化趋势

Fig. 3　Change trend of the quantity of introduced garden plants in Xi′an

4 结论

西安市作为我国古典园林的主要发源地之一,近年来园林植物新品种引进速度明显加快,但常用园林植物数量仍然较少,在 7 个具有代表性的城市公园中仅调查到 200 余种园林植物,与郑州、济南等北方城市相比种类数量仍然具有一定差距,因此,西安市园林植物引种潜力仍然很大。

从现有的园林植物分布特征来看,具有明显的北温带区系特征,而在近年来引进的园林植物中,却主要以南方植物为主,且大多数生长表现较好。近年来注重植物的多样性、群落的生态性、观赏的艺术性、功能的环保性,已经成为园林植物选择与配置的新趋势[10]。建议继续扩大八角金盘、日本丽桃、茶梅、龟甲冬青、花叶丁香等引种规模,提升城市植物景观。

根据近 30~50 年气温与降水趋势来看,西安市目前正处在气温变暖、降水增多的有利条件下,这为引进园林植物提供了更多的可能性,建议今后可一方面扩大现有引种成功园林植物的栽植规模,另一方面加大从湿暖地区引进园林植物的力度,进一步丰富西安市园林植物的种类与景观多样性。

参考文献:

[1] 尚书. 西安园林植物景观的地域性特色研究[D]. 北京:北京林业大学,2012.

[2] 王俊峰,王高琦,武瑞婷. 新引进园林植物在西安地区的应用研究[J]. 西部环境,2012(21):37.

[3] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究,1991(增刊Ⅳ):1-139.

[4] 车秋梅. 西安城市公园植物现状调研报告[D]. 西安:西安建筑科技大学,2014.

[5] 郝玲,杨豪中,杨建虎. 西安常绿地被植物种类及园林应用探析[J]. 安徽农业科学,2012,40(6):3449-3450.

[6] 李淑娟,王景红. 西安地区灾害性天气对园林植物引种驯化的危害[J]. 西北植物学报,1996(5):38-43.

[7] 刘培. 西安市近 50 年气候变化分析[J]. 吉林水利,2016(4):19-25.

[8] 李劲彬. 西安市降水变化特征分析[J]. 海河水利,2019(6):9-16.

[9] 李淑娟,李汝娟,王景红. 2002 年西安地区常绿园林植物冻害分析[J]. 西北林学院学报,2005(2):147-151.

[10] 祁桦,刘立成,李思锋. 秦岭野生常绿针叶植物及其在园林绿化上的应用[J]. 中国野生植物资源,2011(5):26-30.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 023

陆良县种子植物资源调查与分析

高维全
(陆良县林业和草原局,云南 陆良 655600)

摘要:为了查清陆良县种子植物资源现状,更好地实施种子植物的保护和可持续利用,2016—2020年,采用野外调查、文献资料查阅等方法对全县的维管束植物资源展开全面调查。结果为全县维管束植物有 204 科 784 属 1 508 种,其中种子植物 180 科 744 属 1 437 种。对其科、属、种的数量结构进行分析,针对存在的问题,提出植物资源合理开发和有效保护的建议与措施。

关键词:种子植物;资源调查;数量结构;生物多样性;外来入侵植物;陆良县

中图分类号:S757. 2;S79　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0131-05

引文格式:高维全. 陆良县种子植物资源调查与分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):131-135. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 023

GAO Weiquan. Investigation and Analysis of Seed Plant Resources in Luliang County[J]. Forest Inventory and Planning, 2021,46(4):131-135. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 023

Investigation and Analysis of Seed Plant Resources in Luliang County

GAO Weiquan
(Luliang Bureau of Forestry and Grassland, Luliang, Yunnan 655600, China)

Abstract: The comprehensive investigation of vascular plant resources in Luliang County was carried out by means of field investigation and literature review from 2016 to 2020 to find out the statusof seed plant resources and better implement the protection and sustainable utilization of seed plants. The results showed that there were 1 508 species of vascular plants belonging to 784 genera and 204 families, including 1 437 species of seed plants belonging to 744 genera and 180 families. This paper analyzed the quantity structure of families, genera and species, and put forward some suggestions and measures for rational development and effective protection of plant resources.

Key words: seed plant; resource investigation; quantity structure; biodiversity; invasive plants; Luliang County

陆良县位于云南省东部,曲靖市南部。地处云贵高原东部的南盘江上游,属珠江流域。地跨东经 103°23′~104°02′、北纬 24°44′~25°18′之间。东邻罗平,西靠宜良,南连师宗、泸西、石林,北接曲靖、马龙,总面积 2 018. 82 km^2,有云南省“第一坝子”之称。坝区东西两侧是山区,东面有龙海山突兀拔起由北向南伸延。龙海山东坡平缓,西坡陡峻,向东倾斜到篆长河一带逐趋平坦,俗称黑木坝子。坝子以

收稿日期:2021-01-04;**修回日期**:2021-01-08.

第一作者:高维全(1971-),男,云南陆良人,高级工程师. 主要从事项目作业设计编制、退耕还林管理、技术推广、项目管理、营造林、森林资源调查等工作. Email:llxlgb@ 163. com

西山峦起伏,沟壑幽深;南部山丘孤耸,类似丘陵,最高的母鸡山,海拔1 967 m,是滇东北较典型的岩溶地貌组成部分[1]。属北亚热带高原季风气候类型,年平均气温14.8 ℃,极端最低温-13.2 ℃,极端最高温33.9 ℃,冬干夏湿。气候特点是终年温和,冬无严寒,夏无酷暑,春暖干旱,秋凉湿润,降水集中,干湿分明。陆良县最高海拔2 687.6 m,最低海拔1 640 m。全县总计有大小河流23条,汇入南盘江,全长345 km。河流、库塘、水域面积3 934.5 hm^2,占总面积的1.98%。本区域的地理气候较适合北亚热带型植物生长,物种资源丰富。特别是陆良县境内的五峰山国家级森林公园,是宝贵的物种基因库。

1 调查材料和方法

陆良县因其境内地貌和海拔高度的差异,使境内水热分布和植物类型有所不同[1]。为查清全县植物资源现状,更好地实施植物资源的保护和可持续利用,采取调查小组+护林员+专家的形式,对全县的植物资源展开全面调查。本次调查由于人员、技术力量及时间有限,调查重点为维管束植物(包含蕨类、裸子植物、被子植物),部分植物生物学特性及其分布。

本次植物调查范围为陆良县全县范围,涉及陆良县坝区的中枢街道、板桥镇、三岔河镇、马街镇,半山区的召夸镇、大莫古镇、小百户镇、芳华镇,山区的活水乡和龙海乡10个乡(乡镇、街道)。植物调查结合云南省第二次重点保护野生植物资源调查、第九次全国森林资源清查云南省植被多样性调查、陆良县古树名木调查、陆良县城绿地现状调查、陆良县木本植物资源调查等调查资料,辅以现地补充调查的方式。调查方法主要采用样线法和样方法,通过实地调查现场记录所见植物种类,辅以标本采集、拍照和当地居民访问。此外,还补充查阅《云南植物志》、《中国植物志》、《云南树木图志》、《中国树木志》、《中国被子植物科属综论》[2-6]、《陆良县木本植物彩色图鉴》[10]等专著与数据库,对其科、属、种进行逐一鉴定,初步整理出陆良县域维管束植物名录,并结合已发表与报道的文献资料,对初步形成的维管束植物名录进行补充完善。

本次调查的植物物种主要为维管束植物(包含蕨类、裸子植物、被子植物),重点对种子植物进行调查与分析。

2 结果与分析

通过实地调查与查阅文献资料,得到陆良县分布的维管束植物共计204科784属1 508种(包含种下等级),其中蕨类植物24科40属71种。云南省蕨类植物60科198属约1 500种[3],陆良县蕨类植物科、属、种分别占云南省的40%、20.2%、4.7%;裸子植物10科20属38种,云南省裸子植物10科32属106种[11],陆良县裸子植物科、属、种分别占云南省的100%、62.5%、35.8%;被子植物170科724属1 399种(表1)。

表1 陆良县维管束植物统计

Tab. 1 Statistics of vascular plants in Luliang County

植物类群	科数/科	属数/属	种数/种
蕨类植物	24	40	71
种子植物	180	744	1437
裸子植物	10	20	38
被子植物	170	724	1399
合计	204	784	1508

2.1 维管植物科的数量结构分析

陆良县共记载有维管植物204科784属1 508种。在科一级的组成中,含30种以上的科共有5科,占全部科数的2.5%;共包含200属,占全部属数的25.5%;共计399种,占全部种数的26.5%。含10~30种的科共有36科,占全部科数的17.6%;共包含248属,占全部属数的31.6%;共计566种,占全部种数的37.5%。含5~9种的科共有45科,占全部科数的22.1%;共包含160属,占全部属数的20.4%;共计294种,占全部种数的19.5%。含4种的科共有17科,占全部科数的8.3%;共包含45属,占全部属数的5.7%;共计68种,占全部种数的4.5%。含3种的科共有23科,占全部科数的11.3%;共包含35属,占全部属数的4.5%;共计70种,占全部种数的4.6%。含2种的科共有26科,占全部科数的12.7%;共包含42属,占全部属数的5.4%;共计53种,占全部种数的3.5%。含1种的科共有52科,占全部科数的25.5%;共包含54属,占全部属数的6.9%;共计58种,占全部种数的3.8%(表2)。

2.2 种子植物科的数量结构分析

从科内属一级的分析来看,在本地区仅出现1

表 2　陆良县维管植物科的数量结构

Tab. 2　Quantitative structure of vascular plants familiesin Luliang County

科内含种数	科数/科	占全部科数的比例/%	各科举例	属数/属	占全部属数的比例/%	种数/种	占全部种数的比例/%
>30 种	5	2.5	禾本科 Poaceae、蔷薇科 Rosaceae 等	200	25.5	399	26.5
10~30 种	36	17.6	茄科 Solanaceae、桑科 Moraceae、杜鹃花科 Ericaceae、木樨科 Oleaceae 等	248	31.6	566	37.5
5~9 种	45	22.1	百合科 Liliaceae、葡萄科 Vitaceae、桑寄生科 Loranthaceae、旋花科 Convolvulaceae、夹竹桃科 Apocynaceae、龙胆科 Gentianaceae、薯蓣科 Dioscoreaceae、松科 Pinaceae、小檗科 Berberidaceae、榆科 Ulmaceae 等	160	20.4	294	19.5
4 种	17	8.3	凤仙花科 Balsaminaceae、浮萍科 Lemnaceae、胡桃科 Juglandaceae、金缕梅科 Hamamelidaceae、金丝桃科 Hypericaceae、金粟兰科 Chloranthaceae 等	45	5.7	68	4.5
3 种	23	11.3	芭蕉科 Musaceae、败酱科 Valerianaceae、半边莲科 Lobeliaceae、车前科 Plantaginaceae、灯心草科 Juncaceae、海桐花科 Pittosporaceae 等	35	4.5	70	4.6
2 种	26	12.7	八角枫科 Alangiaceae、白花菜科 Capparidaceae、川续继科 Dipsacaceae、大风子科 Flacourtiaceae、杜英科 Elaeocarpaceae、胡椒科 Piperaceae、虎耳草科 Saxifragaceae、假叶树科 Ruscaceae、金鱼藻科 Ceratophyllaceae 等	42	5.4	53	3.5
1 种	52	25.5	安石榴科 Punicaceae、安息香科 Styracaceae、八角科 Illiciaceae、百部科 Stemonaceae、柽柳科 Tamaricaceae、大麻科 Cannabaceae、杜仲科 Eucommiaceae、番木瓜科 Caricaceae、橄榄科 Burseraceae、骨碎补科 Davalliaceae、海金沙科 Lygodiaceae、旱金莲科 Tropaeolaceae、红豆杉科 Taxaceae、胡麻科 Pedaliaceae 等	54	6.9	58	3.8
合计	204	100.0		784	100.0	1508	100.0

属的科有 73 科,占全部科数的 40.6%;共计 73 属,占全部属数的 9.9%。出现 2~5 属的科有 72 科,占全部科数的 40%;共计 221 属,占全部属数的 29.6%。出现 6~10 属的科有 23 科,占全部科数的 12.8%;共计 167 属,占全部属数的 22.4%。出现 11~20 属的科有 7 科,占全部科数的 3.8%;共计 83 属,占全部属数的 11.2%。出现属数多于 21 属的科有 5 科,占全部科数的 2.8%;共计 200 属,占全部属数的 26.9%(表 3)。

表 3　科内属一级的数量结构分析

Tab. 3　Quantitative structure of genera level in families

类型	科数/科	占全部科数的比例/%	含有属数/属	占全部属数的比例/%
仅出现 1 属的科	73	40.6	73	9.9
出现 2~5 属的科	72	40.0	221	29.6
出现 6~10 属的科	23	12.8	167	22.4
出现 11~20 属的科	7	3.8	83	11.2
出现多于 21 属的科	5	2.8	200	26.9
合计	180	100.0	744	100.0

从科内种一级的分析来看,在本区仅出现 1 种的科有 41 科,占全部科数的 22.8%;计 41 种,占全部种数的 2.9%。出现 2~5 种的科有 68 科,占全部科数的 37.8%;计 217 种,占全部种数的 15.1%。出现 6~10 种的科有 36 科,占全部科数的 20.0%;共计 270 种,占全部种数的 18.8%。出现 11~20 种的科有 22 科,占全部科数的 12.2%;共计 307 种,占全部种数的 21.3%。种数多于 21 种的科有 13 科,占全部科数的 7.2%;计 602 种,占全部种数的 41.9%(表 4)。

表 4　科内种一级的数量结构分析

Tab. 4　Quantitative structure of species level in families

类型	科数/科	占全部科数的比例/%	含有种数/种	占全部种数的比例/%
仅出现 1 种的科	41	22.8	41	2.9
出现 2~5 种的科	68	37.8	217	15.1
出现 6~10 种的科	36	20.0	270	18.8
出现 11~20 种的科	22	12.2	307	21.3
出现多于 21 种的科	13	7.2	602	41.9
合计	180	100.0	1437	100.0

2.3 种子植物属的数量结构分析

陆良县共有种子植物 744 属,属的数量结构分析如表 5。

表 5　属的数量结构分析

Tab. 5　Quantitative structureof genera

类型	属数/属	占全部属数的比例/%	含有种数/种	占全部种数的比例/%
仅出现 1 种的属	476	64.0	476	33.1
出现 2~5 种的属	231	31.0	630	43.8
出现 6~10 种的属	29	3.9	218	15.2
出现 11 种及以上的属	8	1.1	113	7.9
合计	744	100.0	1437	100.0

在本区仅出现 1 种的属有 476 属,占全部属数的 64.0%,超过了所有属数的一半;所含种数为 476 种,占全部种数的 33.1%。出现 2~5 种的属有 231 属,占全部属数的 31.0%;所含种数为 630 种,占全部种数的 43.8%。出现 6~10 种的属有 29 属,占全部属数的 3.9%;所含种数为 218 种,占全部种数的 15.2%。出现种数多于 11 种以上的属有 8 属,占全部属数的 1.1%;所含种数为 113 种,占全部种数的 7.9%。

3 讨论

陆良县现有种子植物 180 科 744 属 1 437 种,从科、属、种数量结构等方面分析都具有丰富的多样性。从科、属、种数量结构分析可看出,仅出现 1 属的科和出现 2~5 属的科、仅出现 1 种的科和出现 2~5 种的科、仅出现 1 种的属和出现 2~5 种的属占优势[12]。结果表明,陆良县种子植物资源丰富,在不同科、属中分布较散,仅出现 1 种的科数、属数和出现 2~5 种的科数、属数构成比例的主要部分,表明陆良县种子植物资源在种类组成、生物学特性等方面具有较高的多样性,这与申仕康等[12]研究结果一致。

4 植物资源保护存在的问题与对策

4.1 存在的问题

4.1.1 栖息地质量不高

陆良县有林地面积 99 300.5 hm^2,占全县总面积的 49.91%,全县森林覆盖率 35.99%。虽然森林覆盖率及林地面积在逐年增加,但仍低于曲靖市 52.91%的水平,且分布不均。目前在陆良县域内部,植被覆盖度较好的有西部牛头山区、北部竹子山区和东南部杨梅山、五峰山等地。坝区则以农用地和城市开发用地为主,植被覆盖度差。因为宣传力度不够及缺乏有效的管理,牛头山区、北部竹子山区和东南部杨梅山等地曾经受到较为严重的人为干扰(主要是放牧和薪柴砍伐),使得原生植被大多被破坏,现主要为萌生灌丛。五峰山地区由于国家森林公园的建立,植被得到一定程度的保护,在中高海拔保存有斑块状分布的原生植被。

林木主要有华山松、云南松和直干桉,树种结构单一。经过退耕还林还草等项目的实施,目前恢复起来的次生植被主要是由栎类、旱冬瓜、油杉等组成的混交林,如果不经人为过度干涉(主要是放牧),这些次生植被最终会演替成为半湿润常绿阔叶林。但由于人口增长,城镇化建设加剧,原生森林植被减少,湖泽消失,水域缩小,外来物种引入,造成野生脊椎动物栖息地减少。目前境内大部分野生动物濒临绝灭,只在少数保存完好的自然保护区、森林公园尚存极少禽类及兽类动物。

4.1.2 入侵植物带来生态危害

外来入侵物种不是本地的原生区系成分,而是从国外进入中国,并已经对当地生态系统产生一定不良影响的物种。入侵植物不仅对当地生态系统产生严重影响,导致其物种多样性降低、某些特异物种消失,同时一些恶性入侵植物已严重影响到国民经济发展和居民的生产、生活。陆良县建成区目前危害较为严重的为紫茎泽兰,在植被伐空区成片状分布,对当地生态环境影响极大。紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* 原产中美洲,约 20 世纪 50 年代初从中缅、中越边境传入云南省南部,现已广泛分布于西南

地区。由于该植物含有有毒物质,很多当地植物及牲畜的生长受它抑制或引起死亡,对农牧业生产造成严重威胁。综合防治措施可采用人工挖除、植物替代控制、生物防治、化学防治、综合开发利用等。生物入侵正成为威胁陆良县生物多样性与生态环境的重要因素之一。目前,陆良县尚缺乏系统的外来物种基础资料,尚未建立定期普查制度,还存在对外来物种问题认识不足,法律制度不完善,宣传教育、科技保障滞后等问题。由于缺乏统一协调的管理机构,外来入侵物种涉及的部门受各自职责所限,在外来物种入侵前的防范及入侵后的应对工作上存在着不同程度的脱节现象。

4.2 保护建议

4.2.1 深入开展种子植物多样性的本底调查和编目

当前,种子植物多样性保护受到空前的重视,其中种子植物多样性的调查与编目,因其基础性和先导性而得到优先安排。陆良县种子植物多样性保护应立足于建立生态定位观测站和建立物种保护小区或保护地。首先,开展种子植物多样性的本底调查,统计物种名录,查清物种的分布范围和个体数量,尤其是区分乡土野生物种和引种栽培物种。其次,按物种个体数量的丰富程度排序,排出数量少或极少的物种名录,优先保护。最后,根据各物种的分布范围和种群的繁衍能力,明确优先保护区域。通过彻底的本底资源调查,建立种子植物资源数据库,明确保护重点。

4.2.2 建立种子植物多样性信息系统

种子植物多样性保护信息系统包括濒危物种信息系统、遗传资源信息系统、生态信息系统、分类标本收藏信息系统。以 GIS 为基础,建立物种、生境、生态系统和景观状况等相关基础数据与图片的数据库,为种子植物多样性保护和资源的开发利用提供决策信息,实现保护与开发的动态管理[9]。

4.2.3 采取有效措施抑制有害外来入侵物种扩散

外来入侵植物已成为威胁本土生物多样性的主要因素之一,必须采取有效措施抑制其影响[9]。首先,建立陆良县外来入侵物种名录,并完成入侵风险评估,建立长期观测点。其次,建立统一的管理机构,在外来物种入侵前的防范及入侵后的应对工作上厘清各部门职责。最后,对即将人为引入的外来物种,做好风险评估工作;对已经形成恶性入侵的物种分布区建立监测站点,组织人力进行物理防治或研究其生殖传播策略,制定相应的生物防治办法,以有效防治有害生物的入侵。

参考文献:

[1] 陆良县林业局. 陆良县林业志[M]. 昆明:云南人民出版社,2016.

[2] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志[M]. 北京:科学出版社,2006.

[3] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1996.

[4] 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,1990.

[5] 郑万钧. 中国树木志[M]. 北京:中国林业出版社,2004.

[6] 吴征镒. 中国被子植物科属综论[M]. 北京:科学出版社,2003.

[7] 刘胜祥. 植物资源学[M]. 武汉:武汉出版社,1992.

[8] 熊子仙. 云南资源植物学[M]. 昆明:云南教育出版社,1997.

[9] 杨宇明. 云南生物多样性及其保护研究[M]. 北京:科学出版社,2008.

[10] 王建. 陆良县木本植物彩色图鉴[M]. 昆明:云南科技出版社,2017.

[11] 冯建孟,朱有勇. 云南地区裸子植物的区系组成及物种多样性分布格局[J]. 西南大学学报,2011,33(10):51-56.

[12] 申仕康,吴富勤,张爱丽,等. 云南省腾冲县药用维管植物资源与多样性[J]. 植物科学学报,2014,32(3):289-296.

责任编辑:刘平书
校　　对:邓砚　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 024

西双版纳绿孔雀种群现状调查

宋志勇,李艳杰
(云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所,云南 景洪 666100)

摘要:在西双版纳全州范围选择了 167 个点(村寨)进行访问调查,并布设 16 条调查监测样线开展野外调查,同时在 16 条样线上安装 80 台次的红外相机全天候监测。结果显示,除访问调查在 2011—2016 年间有 4 次发现绿孔雀身影,样线调查及红外相机监测均未发现其痕迹。据此推断,近年来最有可能分布绿孔雀的区域是勐宋村曼播散洞中缅边境一线,而且在缅甸一侧可能存在一个绿孔雀小种群。根据绿孔雀种群致危因子分析,提出恢复生境、减少农药使用等保护建议。

关键词:绿孔雀;种群数量;极小种群物种;保护;西双版纳

中图分类号:S757. 2;S718. 63 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0136-05

引文格式:宋志勇,李艳杰. 西双版纳绿孔雀种群现状调查[J]. 林业调查规划,2021,46(4):136-139,143. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 024

SONG Zhiyong, LI Yanjie. Investigation on Status of *Pavo muticus* Populationin in Xishuangbanna[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):136-139,143. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 024

Investigation on Status of *Pavo muticus* Populationin in Xishuangbanna

SONG Zhiyong, LI Yanjie
(Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract: The 167 sites (villages) were selected in Xishuangbanna for investigation, 16 monitoring lines were set up for field investigation, and 80 infrared cameras were installed on 16 lines for round-the-clock monitoring. The results showed that *Pavo muticus* was found four times from 2011 to 2016 in the interview, but no trace was found in the sample line survey and infrared camera monitoring. This paper inferred that the most likely distribution area of *Pavo muticus* in recent years was on the border of Mengsong Village and there may be a small population on the Myanmar side. Based on the analysis of the dangerous factors of *Pavo muticus* population, this paper putforward protection measures, such as restoring the habitat and reducing the use of pesticides.

Key words: *Pavo muticus*; population number; species with extremely small populations; protection; Xishuangbanna

绿孔雀(*Pavo muticus*),俗名孔雀、越鸟、爪哇孔雀,鸡形目、雉科、孔雀属。雄鸟全长约 140 cm,雌鸟长约 100 cm,体重 7~8 kg。雄鸟头顶耸立一簇冠羽,约 11 cm。冠羽中部辉蓝色而具翠绿羽缘;前部

收稿日期:2020-10-10.
基金项目:云南省绿孔雀调查监测项目(2018-2020).
第一作者:宋志勇(1979-),男,云南保山人,高级工程师. 研究方向为动物生态学及保护生物学. Email: 551992760@ qq. com
责任作者:李艳杰(1986-),女,云南景洪人,工程师. 主要从事自然保护区建设与管理工作. Email: vera120@ qq. com

为鱼鳞状,呈辉亮的蓝绿色,有时具浅蓝紫色光泽。后颈、上背和胸呈金铜色,羽基暗紫蓝色,并具翠绿色狭缘,常部分显露于外,尤以下颈和胸为著。下背和胸呈金铜色,羽基暗紫色,并翠绿色狭缘;初级飞羽和初级覆羽肉桂色,具暗褐色羽端;次级飞羽暗褐色,间杂有棕色虫蠹状斑;其余翅上覆羽暗蓝绿色,并富有光泽。尾上覆羽多达 100~150 枚,并延长为尾屏。近羽端有椭圆形眼状斑。雌鸟似雄鸟,羽色与雄鸟同等鲜艳,但无尾屏[1]。

绿孔雀为国家一级重点保护物种,濒危野生动植物种国际贸易公约附录Ⅱ物种[2],全世界共 3 个亚种, 其中 P. *muticus imperator* 主要分布于我国云南、西藏东南部[3],缅甸东部、泰国和印度等地也有绿孔雀的分布。三十多年前,在西双版纳的大部分地区均有该种的分布,是有名的“孔雀之乡”。随着人类经济活动的影响,云南省绿孔雀的种群数量近十多年来急剧下降,分布区域骤减。西双版纳州的野生绿孔雀分布状况,只在一些鸟类区系调查报告有附带的描述,至今未见这方面的专题报道。1983 年,由云南省林业厅主持的西双版纳自然保护区综合考察,出版了《西双版纳自然保护区综合考察报告集》,对绿孔雀的分布进行了考察[4];1998 年罗爱东等研究发现,西双版纳现存绿孔雀分布于大渡岗、景讷、巴达(西定)、布朗山、象明等乡镇,种群数量为 19~25 只,仅占当时中国绿孔雀总数(800~1 100 只)的 2.3%~2.4%,已处于濒危状态, 亟待保护[5]。为查清野生绿孔雀种群数量及分布现状, 探究其野生种群受危原因及保护对策,2018 年云南省林业厅决定在全省范围开展绿孔雀调查工作。西双版纳州按照省林业厅的统一安排部署,在全州开展绿孔雀调查监测工作,旨在调查西双版纳境内绿孔雀种群现状,探讨该物种的保护对策。

1 研究区概况

西双版纳傣族自治州地处北纬 21°08′~22°36′、东经 99°56′~101°50′之间,国土面积 1.91 万 km^2,东南与老挝相连,西南与缅甸接壤,国境线长 966.3 km。系澜沧江下游,北回归线以南,亚洲大陆向东南亚半岛过渡地带。总的地势北高南低,州内最高点为勐海县勐宋乡的桦竹梁子,海拔 2 429.5 m,最低点是勐腊县南腊河与澜沧江交汇入口处,海拔 477 m[6]。全州森林面积 151.66 万 hm^2,占国土总面积的 79.29%。自然保护区总面积为 40.39 万 hm^2,占 21.15%,国家级自然保护区 26.8 万 hm^2,森林覆盖率 80.79%,天然林覆盖率 54.9%。州内动物群有 10 余门类,其中脊椎动物 762 种,无脊椎动物 3 000 余种。有鸟类 469 种,鱼类 100 余种,两栖类 38 种,爬行类 60 种,哺乳类 130 种,昆虫 2 448 种[7]。

西双版纳傣族自治州辖一市两县、31 个乡镇和 1 个街道办事处。2018 年末,常住人口 118.0 万人,世居 13 个民族,其中以傣族为主体的少数民族 77.87 万人,占户籍总人口的 77.9%,傣族 33.30 万人,占 33.3%。2018 年地区生产总值 417.8 亿元[8]。

2 调查方法

2.1 调查范围

调查范围为西双版纳全州,主要包括自然保护区(国家级、州级、县级)、国有林、集体林、农地天然林(轮歇地),总面积约 80 万hm^2。

2.2 访问调查

根据西双版纳天然林分布范围,结合村寨分布情况,确定了 167 个村民小组作为访查点(图 1),采用“非诱导式”访谈方式,对自然保护区管护站、天然林保护站、涉及天然林分布相关村寨进行访谈,了解近年来是否有绿孔雀分布,并获取其分布状况、活动规律、相关资料。

2.3 样线调查

根据文献记载及访查结果,在全州自然保护区内布置 16 条绿孔雀调查样线,调查绿孔雀种群分布情况,收集其活动痕迹、羽毛以及鸣声等信息(表 1)。

2.4 红外相机监测

根据访问调查及样线调查结果,在重点调查区域的样线上布设红外相机对绿孔雀进行监测。

红外相机安装高度一般不超过 1 m,安装于林下荫生条件下,具体位置因地形和植被而定。

红外相机设置为拍照和视频录制 2 种模式。

3 调查结果

3.1 访问调查

根据绿孔雀种群分布相关文献资料和卫星影像图(植被图),在西双版纳国家级自然保护区选取 167 个调查点(村寨)作为访问调查对象,其中:景洪 71 个点(村寨),勐腊 64 个点(村寨),勐海 32 个点(村寨)。访问调查对象共涉及瑶、哈尼、傣等 9 个民族。被访问调查者的身份有村民、老猎人和林业

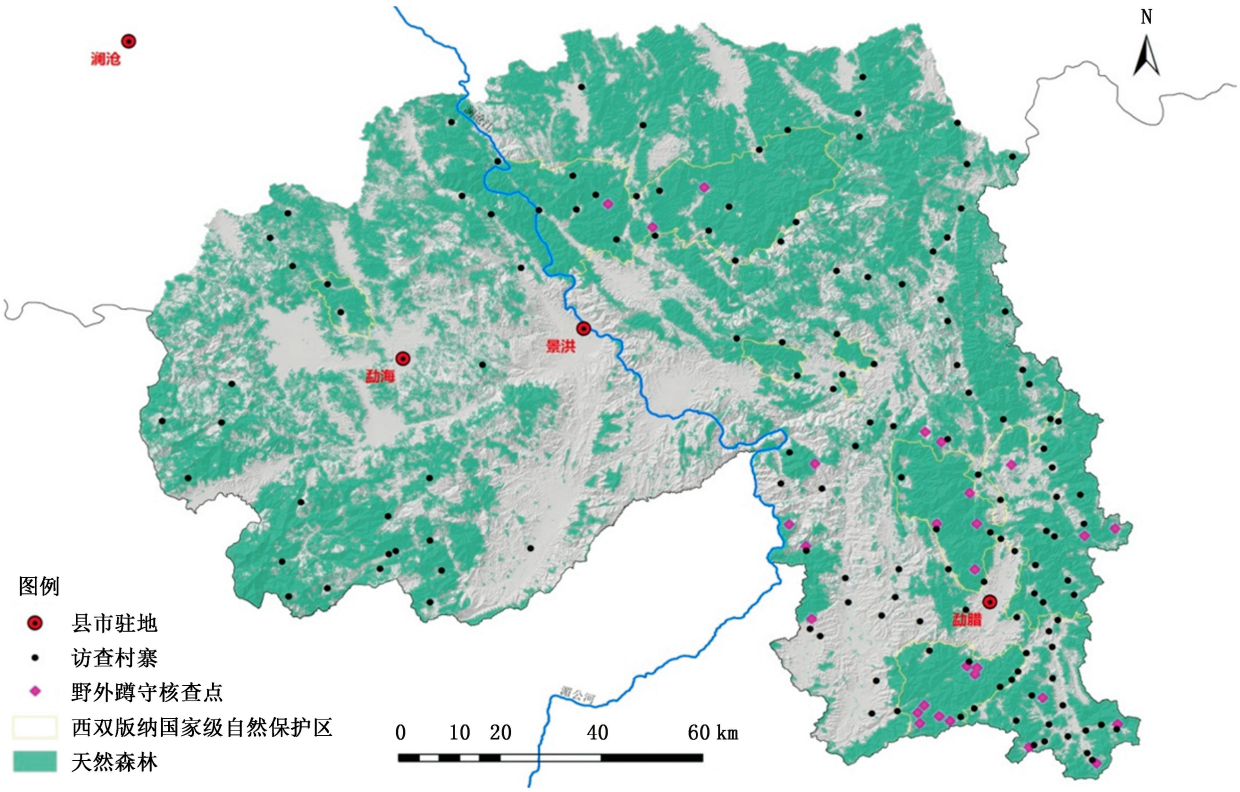


图 1　绿孔雀调查区域

Fig. 1　Survey area of *Pavo muticus*

表 1　绿孔雀调查样线一览

Tab. 1　Survey sample line of *Pavo muticus*

样线编号	起始位置	长度/km	样线分布
L1	景颇寨—怕点—曼扫秀—曼稿	5	曼稿保护区
L2	南麓河寨—南双岭寨	5	曼稿保护区
L3	江边寨—南满河头—黎明村	7	勐养保护区
L4	党片—新龙山	8	勐养保护区
L5	昆腊公路 47 km—马鹿塘—曼鹅	8	勐仑保护区
L6	曼纳览—曼配(回落—王子山—曼打鸠箐)	6	勐仑保护区
L7	南浪—景飘	9	勐腊保护区
L8	曼班东—南贡山—瑶区	6	勐腊保护区
L9	回燕龙—大臭水(回夯—上中良)	7	尚勇保护区
L10	南满—南满岔河(南平—野牛河—南平老寨—南满岔河—冷山河)	9	尚勇保护区
L11	纳板河—过门山	10	纳板河保护区
L12	安麻老寨—江边	7	纳板河保护区
L13	布朗山—章家—新囡	10	布龙保护区
L14	勐宋—曼播散洞	6	布龙保护区
L15	洒代—布龙河—龙潭箐	8	易武保护区
L16	曼腊—刺竹林	7	易武保护区

职工等,年龄在 16~78 岁。从 2018 年 4 月 29 日—2020 年 5 月 25 日,历时 2 年,参加项目的技术人员有 280 人次,出动汽车 120 台次,调查路程 15 600 km。访问调查结果显示,2016 年在勐腊县象明乡孔明山脚有一人发现过一只雄体野生绿孔雀;2015 年在勐龙镇勐宋村曼播散洞中缅边境一线发现绿孔雀实体(2019 年在该区域缅甸一侧还有绿孔雀分布);2014 年专业技术人员在景洪市勐龙镇中缅接边地区拍摄到了一只绿孔雀影像资料;2011 年在勐海县城边上森林中发现绿孔雀。总之,近年来最有可能分布绿孔雀的区域是勐宋村曼播散洞中缅边境一线,而且在缅甸一侧可能存在一个绿孔雀小种群。

3.2 样线调查

通过对 16 条绿孔雀调查监测样线 2 年的调查和监测,样线所穿过的生境类型包括橡胶林地、砂仁沟谷种植地、农田区域、茶地等人为干扰较大生境区域,同时也涉及热带、亚热带阔叶林、针阔混交林、竹林及灌丛等植被类型。通过调查监测,没有发现绿孔雀的活动踪迹、羽毛和鸣声。

3.3 红外相机调查

2018—2020 年,在 16 条调查监测样线上所布设安装的 80 台次红外相机均未拍摄到绿孔雀影像。

4 讨论

4.1 绿孔雀分布现状

绿孔雀是我国野生雉类中体型最大的种类,它具有华丽的羽毛、优雅的体态,深受人们喜爱,是传统的观赏鸟类,也是少数民族的吉祥鸟类[9],同时也是国家一级重点保护物种,云南省将其列入极小种群重点保护对象[10]。西双版纳一度以孔雀之乡著称,但调查结果却令人有些意外,发人深思。1995 年文贤继、杨晓君、韩联宪等调查显示,景洪县景讷、勐养、基诺等乡镇均有绿孔雀的分布[11];1998 年罗爱东等人所做的绿孔雀种群数量及分布现状调查显示,全州绿孔雀分布于大渡岗、景讷、巴达(西定)、布朗山、象明等乡镇,种群数量为 19~25 只;2011 年在勐海县城边上森林中发现 1 只绿孔雀;2014 年李泽君等在勐龙镇勐宋村拍摄到了 1 只绿孔雀影像;2019 年在勐龙镇勐宋村曼播散洞附近缅甸一侧还有绿孔雀分布。自 1995 年以来 25 年的时间里,绿孔雀在西双版纳零星分布到偶有分布直至现在难寻踪迹,这样的结果令人担忧。

4.2 致危因子

4.2.1 生境破碎化

生境破碎化是由于人为因素或环境变化而导致景观中面积较大的自然栖息地不断被分割成较小的斑块或者是由于生态功能降低而形成的生境破碎化,其包括两方面的内容, 其一是总生境面积的减少,其二是剩余地区分裂成非连续的碎片[12]。西双版纳的天然林被经济林“切割”后严重破碎化(图 2),这对绿孔雀的生存构成了极大的威胁。生境的破碎化导致绿孔雀栖息地丧失。

4.2.2 大范围地使用农药

西双版纳大面积的橡胶、茶叶种植必然使用农药进行杀虫,杀虫剂的使用会对绿孔雀有直接或间接的伤害。此外,野外灭鼠时使用农药浸泡过的粮食被绿孔雀误食后也会令其死亡。

4.2.3 非法猎杀

非法猎杀的直接动机一是经济利益的驱使,二是长期以来部分少数民族有狩猎的习惯,三是食用野生动物的陋习。

4.2.4 科研监测力度不够

西双版纳针对绿孔雀的基础性调查研究十分有限,仅仅是国家级自然保护区将生物多样性监测工作列为常态化工作每年都在开展,并将绿孔雀列为管理机构几乎都没有开展生物多样性相关调查和监测工作。

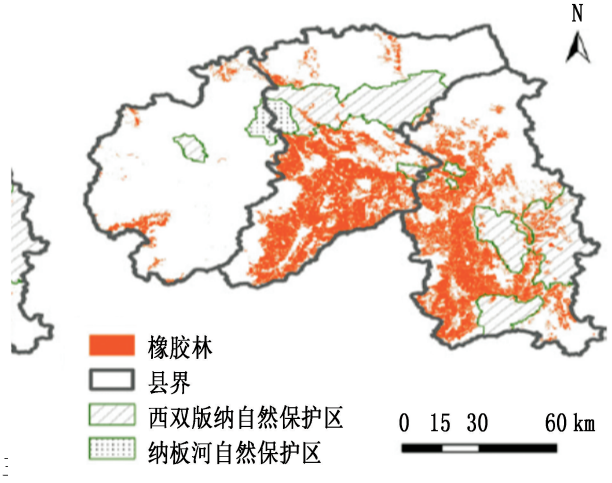


图 2　西双版纳经济林分布(2010 年)

Fig. 2　Distribution of economic forests in Xishuangbanna (2010)

4.3 建议

4.3.1 生境恢复

绿孔雀多栖于海拔 2 000 m 以下的热带、亚热带阔叶林、针阔混交林、竹林及灌丛附近的开阔地[14],杂食性,以植物性食物为主[15]。根据绿孔雀的生境选择和食性,可有针对性地开展相关植被类型的修复和保护,为绿孔雀的就地保护提供基础条件。

4.3.2 减少农药的使用

西双版纳是云南省最大的垦区和热区,橡胶、茶叶的种植面积较大,可以尝试环境友好型胶园[16]和生态茶园经营模式以减少农药的使用量。

4.3.3 加强林业执法打击力度

相关部门要坚持“以打促防,打防结合,标本兼治”的工作方针,形成一整套针对猎杀、贩卖野生动物的高压态势,对非法猎杀和贩卖绿雀行为做到零容忍。

4.3.4 加强科研监测工作

西双版纳要与科研团队及高校合作开展绿孔雀种群现状调查及监测工作,开展以生境恢复为主的就地保护。同时,也尝试进行绿孔雀驯养繁殖回归实验,并做好迁地保护和绿孔雀救助的准备工作。

参考文献:

[1] 罗爱东,陈明勇,董永华. 西双版纳鸟类多样性[M]. 昆明:云南美术出版社,2015:174-175.

(下转第 143 页)

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 025

白马雪山国家级自然保护区高山流石滩植物资源调查研究

杨沛芳[1],树雪花[1],陈 捷[1],尼玛此里[1],汪学云登[1],提 布[2],江初农布[2]
(1. 云南白马雪山国家级自然保护区管护局德钦分局奔子栏管理所,云南 德钦 674501;
2. 云南白马雪山国家级自然保护区管护局曲宗贡生态定位监测站,云南 德钦 674500)

摘要:云南白马雪山国家级自然保护区地处青藏高原南延部分横断山脉中段,生物多样性资源丰富,是世界上 34 个生物多样性热点地区之一。本次高山流石滩植物资源调查采用样地调查与查阅历史资料相结合的方式,共记录到植物 27 科 54 属 105 种,保护区植物名录新增 38 种,分别分析了它们的区系构成。调查物种中,有中国特有 14 种,中国横断山区特有 14 种,云南西北部特有 4 种,白马雪山保护区特有 3 种。

关键词:高山流石滩植物资源;区系构成;特有种子植物;白马雪山自然保护区

中图分类号:S759. 93;S718. 521. 2;S757. 2 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0140-03

引文格式:杨沛芳,树雪花,陈捷,等. 白马雪山国家级自然保护区高山流石滩植物资源调查研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):140-143. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 025

YANG Peifang, SHU Xuehua, CHEN Jie, et al. Investigation on Plant Resources of Alpine Screes in Baimaxueshan National Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):140-143. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 025

Investigation on Plant Resources of Alpine Screes in Baimaxueshan National Nature Reserve

YANG Peifang[1], SHU Xuehua[1], CHEN Jie[1], Nimacili[1], Wangxueyundeng[1], Tibu[2], Jiangchunongbu[2]
(1. Benzilan Station, Deqin Branch of Baimaxueshan National Nature Reserve Administration, Deqin, Yunnan 674501, China; 2. Quzonggong Ecological Positioning and Monitoring Station of Baimaxueshan National Nature Reserve Administration, Deqin, Yunnan 674500, China)

Abstract: Baimaxueshan National Nature Reserve is located in the middle of Hengduan Mountains, the southern extension of Qinghai-Tibet Plateau, which is rich in biodiversity resources and is one of 34 biodiversity hot spots in the world. This paper investigated the plant resources of alpine screes by thesample plot investigation and historical data, recording a total of 105 species, 54 genera and 27 families, and adding 38 speciesto the list of plants in the reserve, as well as analyzed the floristic composition respectively. Among the investigated species, there were 14 species endemic to China, 14 species endemic to Hengduan Mountains, 4 species endemic to northwest Yunnan and 3 species endemic to Baimaxueshan National Nature Reserve.

Key words: plant resources of alpine screes; floristic composition; endemic seed plants; Baimaxueshan National Nature Reserve

收稿日期:2020-10-19.
第一作者:杨沛芳(1973-),女,云南剑川人,高级工程师. 从事自然保护区保护与管理工作. Email:ypf0903@ 126. com

云南白马雪山国家级自然保护区地处青藏高原南延部分横断山脉中段,其特殊的地理位置,孕育了丰富的动植物资源,是世界上 34 个生物多样性热点地区之一,也是“三江并流世界自然遗产地”的腹心地。云南白马雪山国家级自然保护区(以下简称保护区)建立初期,在 20 世纪末和 21 世纪初开展过保护区资源本底调查,摸清了基本家底,但对于特别区域或物种专项调查资料甚少。笔者在保护区工作 27 年,先后在白马雪山北部地区参加过综合科学考察、生态补充调查、白马雪山观赏植物资源调查等专项调查,对该区域的植被植物资源有一定研究基础。研究中发现,白马雪山高山流石滩植物资源调查势在必行:一方面,社区群众对高山流石滩植物资源存在过度利用情况;另一方面,高端旅游对高山流石滩植物有潜在威胁。因此,笔者向迪庆州科技局申请科技专业学科带头人项目,开展保护区高山流石滩植物资源调查与研究,进一步调查白马雪山高山流石滩植物资源本底,不断完善其植物名录,为保护其植物资源提供可靠的科学数据。

1 研究回顾

本课题在研究过程中通过在网上查阅资料发现,中国科学院昆明植物研究所邓敏、周浙昆等老师开展了滇西北高山流石滩植物研究,在《云南植物研究》刊物中发表过《滇西北高山流石滩植物多样性》论文;中国科学院昆明植物研究所孙航老师研究团队开展了《高山流石滩植物多样性和适应机制及对环境和气候变化的响应》项目研究,发表《青藏高原高山流石滩特有植物绵参的谱系地理学研究》等论文。保护区在 2003 年出版的《白马雪山国家级自然保护区》中也记载了保护区高山流石滩植物调查情况,但对整个保护区高山流石滩植物没有做过完整的调查研究。笔者多年在白马雪山片区进行植物资源调查研究,结合前人研究,开展了保护区高山流石滩植物资源调查。

2 调查区域及方式

2.1 调查区域

保护区内最高山峰白马雪山主峰扎拉雀尼海拔 5 429 m,终年积雪,是保护区高山流石滩生境集中区域。保护区内海拔 5 000 m 以上的雪山有 10 座,形成了保护区高山流石滩生境资源。保护区内 4 300~5 000 m 的高山流石滩面积为 38 160 hm^2,本次调查区域为保护区北部海拔 4 300~5 000 m 的高山流石滩区域,涉及德钦县奔子栏镇、升平镇、羊拉乡,调查面积占整个保护区总面积的 13.5%。

2.2 调查方式

在不同坡向、不同坡位、不同海拔设置 20 块 5 m×5 m 的样地,在样地内进行物种调查。对样地生境、物种进行拍照,对现场未能识别的物种进行拍照,以便于物种鉴定需要。因高山流石滩区域植被较为稀疏,为保持区域内植物物种数量平衡,不直接采集植物标本。同时,查阅其他高山植物调查样地记录和德钦县年鉴、保护区相关书籍和已发表的相关论文作参考。

3 调查结果与分析

3.1 调查结果

本次调查共记录到白马雪山高山流石滩植物 105 种,其中地衣植物 1 科 1 种,蕨类植物 2 科 2 属 2 种,双子叶植物 19 科 45 属 90 种,单子叶植物 5 科 7 属 12 种。其中中国特有种 14 种,中国横断山区特有种 14 种,云南滇西北特有种 4 种,白马雪山保护区特有种 3 种。调查植物名录具体见附表(编者按:限于篇幅在此略去,有需要者请与作者联系)。

3.2 结果分析

3.2.1 区系构成

根据《白马雪山保护区》植物名录记载,白马雪山海拔 4 300 m 以上高山流石滩植物有 24 科 100 种,本次调查记录到 27 科 54 属 105 种。

将上述数据与中国科学院昆明植物研究所邓敏、周浙昆在《云南植物研究》上发表的《滇西北高山流石滩植物多样性》中的数据比较(表 1),科基本接近,属和种少一些,说明白马雪山高山流石滩植物种类是滇西北高山流石滩植物种类的重要组成部分。

表 1　白马雪山保护区与滇西北高山流石滩植物丰富度比较

Tab. 1　Comparison of plant richness of alpine screes between Baimaxueshan National Nature Reserve and northwest Yunnan

白马雪山保护区本次调查			白马雪山保护区历次调查			邓、周滇西北调查数据		
科	属	种	科	属	种	科	属	种
27	54	105	24	48	100	29	103	519

1)种子植物科的分布型

保护区高山流石滩植物分布区类型见表 2 所示。

表 2　白马雪山保护区高山流石滩植物的分布区类型

Tab. 2　Plant areal types of alpine screes in Baimaxueshan National Nature Reserve

世界分布	泛热带分布	温带分布	北温带和南温带间断分布“全温带”
蔷薇科(2∶5)	大戟科(1∶1)	罂粟科(1∶4)	虎耳草科(3∶9)
菊科(5∶14)	蝶开花科(5∶6)	伞形花科(2∶4)	
唇形科(3∶3)	石蒜科(1∶1)	蓼科(1∶3)	
禾本科(2∶3)		报春花科(2∶5)	
莎草科(2∶6)		紫堇科(1∶4)	
石竹科(2∶9)		忍冬科(1∶1)	
灯心草科(1∶1)		毛茛科(6∶6)	
景天科(1∶3)		龙胆科(1∶1)	
玄参科(2∶5)		十字花科(4∶5)	
百合科(1∶1)		杨柳科(1∶3)	

从表 2 可看出,本次调查记录到的植物中,世界分布型有 10 科,泛热带分布型有 4 科,温带分布型有 10 科,北温带和南温间断分布“全温带”型有 1 科。世界分布型占 40%,泛热带分布型占 16%,全温带分布型占 4%,温带分布型最多,占本次调查的 40%。

2)种子植物属的分布型

根据吴征镒《中国种子植物属的分布区类型》,本次调查记录到的植物中,世界分布型有 21 属,泛热带分布型有 7 属,温带分布型有 21 属,北温带和南温带间断分布“全温带”型有 3 属。温带分布型和世界分布型各占 40.3%,泛热带分布型占 13.4%,“全温带”分布型占 6%。

3.2.2 特有种子植物

本次调查特有种数量及占比见表 3。

表 3　白马雪山保护区种子植物特有种统计

Tab. 3　Endemic species of seed plants in Baimaxueshan National Nature Reserve

特有种	白马雪山	云南西北部	横断山区	中国
白马雪山保护区	11	125	425	322
本次调查	3	4	14	14
占比/%	27.0	3.2	3.3	4.3

从表 3 可以看出,本次调查的特有种占整个保护区白马雪山特有种的 27%;云南西北部特有种占白马雪山保护区云南西北部特有种的 3.2%;中国横断山特有种占白马雪山保护区中国横断山区特有种的 3.3%;中国特有种占白马雪山中国特有种的 4.3%。

3.2.3 补充完善了保护区高山流石滩植物名录

据《白马雪山保护区》书中数据统计,白马雪山保护区有维管束植物 167 科 627 属 1 835 种。其中蕨类植物 26 科 47 属 132 种, 被子植物 135 科 565 属 1 647 种。此次调查补充完善了植物名录,新增 38 种。现白马雪山保护区有维管束植物 167 科 627 属 1 873 种,其中蕨类植物新增 1 种,被子植物新增 37 种。

4 高山流石滩植物潜在危机与保护措施

高山流石滩生态系统在特定的环境中不断演替,生态环境十分脆弱。本次调查过程中,发现高山流石滩植物干扰类型有两种,一是人为干扰,二是放牧。人为干扰又有两类,即高山流石滩药用植物的采集者,而另一类是高山流石滩植物的观赏者,也就是高端旅游者。这类干扰可以说是高山流石滩植物面临的最大威胁。要制止此类干扰,首先要加大对外宣传保护高山流石滩植物的重要意义,严禁采集高山流石滩植物,对违法违规行为进行依法处罚。其次,对旅游者,要划定特定区域禁止开展旅游,特别是在特定的高山流石滩植物生长区域,禁止观光拍照,对擅自进入者依法查处。放牧对高山流石滩植物存在一定干扰,科学合理的放牧对高山流石滩植物生境影响不大,但一旦过度放牧就会对高山流石滩植物产生较大影响。

5 研究展望

本次调查是首次在保护区不同坡度、不同坡位和不同海拔区域调查高山流石滩植物,通过设置样地和拍照调查,充实和完善了保护区植物名录。调查结果新增植物 38 种,同时也发现在高山流石滩原有分布的植物在本次调查中没有调查记录到。这也充分说明了保护区内有丰富的植物资源,另外也反映了保护区确实需要开展资源本底调查。保护区在 20 年前进行过一次本底调查,后来也做了一些补充调查,但文字记录植物名录上没有变化。今后,可以从以下几个方面来开展研究工作,即开展保护区资

源本底调查、专项植物资源调查、极少物种资源调查、垂直海拔带植物资源调查等,以不断补充完善保护区本底植物资源信息,为资源保护与管理工作提供有力的支撑。

参考文献:

[1] 白马雪山保护区管理局. 白马雪山国家级自然保护区[M]. 昆明:云南民族出版社,2003.

[2] 云南白马雪山国家级自然保护区管理局. 云南白马雪山国家级自然保护区管理计划研究[M]. 昆明:云南民族出版社,2009.

[3] 潘发生,彭建生. 横断山"三江并流"腹地野生观赏植物[M]. 北京:中国民族摄影艺术出版社,2008.

[4] 方震东. 香格里拉的雪莲[J]. 森林与人类,2018(4):74-81.

[5] 牛洋,王辰,彭建生. 青藏高原野花大图鉴[M]. 重庆:重庆大学出版社,2018.

[6] 邓敏,周浙昆. 滇西北高山流石滩植物多样性[J]. 云南植物研究,2004,26(1):23-34.

[7] 王晓雄,乐霁培,孙航,等. 青藏高原高山流石滩特有植物绵参的谱系地理学研究[J]. 植物分类与资源学报,2011,33(6):605-614.

[8] 徐波. 难以触及又令人魂牵梦绕的冰缘带植物[J]. 花卉,2016(9):6-10.

[9] 杨沛芳,旺丁. 白马雪山自然保护区北部曲宗贡金妞河流域植被类型调查研究[J]. 林业调查规划,2013(8):101-106.

[10] 杨沛芳,赵卫东,格玛江初,等. 白马雪山自然保护区曲宗贡区域野生观赏植物资源调查研究[J]. 林业调查规划,2017,42(4):91-98.

[11] 杨竞生,初称江措箸. 迪庆藏药-上册[M]. 昆明:云南民族出版社,1989.

[12] 杨竞生,初称江措箸. 迪庆藏药-下册[M]. 昆明:云南民族出版社,1989.

[13] 李德佑. 维西药用植物图鉴[M]. 昆明:云南人民出版社,2010.

责任编辑:刘平书
校　　对:张林艳　刘平书

(上接第 139 页)

[2] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,中华人民共和国濒危物种科学委员会. 濒危野生动植物物种国际贸易公约[R]. 2011:17.

[3] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 北京:科学出版社,2017:20.

[4] 徐永春,姜汉侨,全复. 西双版纳自然保护区综合考察报告集[M]. 昆明:云南科技出版社,1985:306.

[5] 罗爱东,董永华. 西双版纳野生绿孔雀种群数量及分布现状调查[J]. 生态学杂志,1998(5):6-10.

[6] 杨松海. 西双版纳州傣族自治州林业志[M]. 昆明:云南民族出版社,2011:61-62.

[7] 国家林业局昆明勘察设计院. 西双版纳国家级自然保护区总体规划(2005-2015)[R]. 2018.

[8] 罗红江. 西双版纳州政府工作报告[R]. 2018.

[9] 孔德军,杨晓君. 绿孔雀及其在中国的保护现状[J]. 生物学通报,2017(1):9-12.

[10] 云南省林业厅,云南省科学技术厅. 云南省极小种群物种拯救保护规划纲要(2010-2020 年)[R]. 2009.

[11] 文贤继,杨晓君,韩联宪,等. 绿孔雀在中国的分布现状调查[J]. 生物多样性,1995(1):46-51.

[12] 王晓卫,于晓平,齐晓光,等. 生境破碎化对非人灵长类生存影响的研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2006:113-117.

[13] 杨鸿培,郭贤明,杨正斌,等. 西双版纳国家级自然保护区生物多样性监测计划[R]. 2014.

[14] 马建章,李守先,吴纪伟. 中国野生动物保护实用手册[M]. 北京:科学技术出版社,2002:257.

[15] 钱文燕. 中国鸟类图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1995:100.

[16] 宋志勇,杨鸿培,田耀华,等. 西双版纳环境友好型胶园与橡胶纯林鸟类多样性对比分析[J]. 林业调查规划,2018(3):48-52.

责任编辑:刘平书
校　　对:邓砚　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 026

保水剂在迪庆州困难立地造林中的应用

和润云
(迪庆州林业和草原局,云南 香格里拉 674400)

摘要:迪庆高寒山区及干热河谷区极难造林地是植被恢复技术创新和困难立地造林技术攻关的重要热点地区,分析保水剂对其困难立地造林的有益特性及降水年季分布、时空分布特点、技术创新需求、多元文化和民族思维方式对保水剂应用的影响,按照划分的 8 种不同困难造林地类型探讨保水剂选择、适用范围及使用方法。提出保水剂在迪庆困难立地造林中的技术模式、推广方式及该领域今后的研究方向等。

关键词:保水剂;困难立地造林;高寒干旱地区;应用模式;迪庆藏族自治州

中图分类号:S728;S482. 99　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0144-05

引文格式:和润云. 保水剂在迪庆州困难立地造林中的应用[J]. 林业调查规划,2021,46(4):144-148. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 026

HE Runyun. Application of Water Retaining Agent in Afforestation of Difficult Site in Diqing Prefecture[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):144-148. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 026

Application of Water Retaining Agent in Afforestation of Difficult Site in Diqing Prefecture

HE Runyun
(Diqing Forestry and Grassland Bureau, Shangri-La, Yunnan 674400, China)

Abstract: The extremely difficult forestation areas in Diqing alpine area and dry hot valley area are important spots for technical innovation of vegetation restoration and forestation on difficult sites. This paper analyzed the beneficial characteristics of water retaining agent for forestation on difficult sites, and the influence of annual and seasonal distribution of precipitation, spatial and temporal distribution characteristics, technological innovation demand, multi culture and national thinking mode on the application of water retaining agent, discussedthe selection, application scope and application method of water retaining agent according to 8 different difficult afforestation land types, and put forward the technical model, promotion method and future research problems of water retaining agent in afforestation of difficult site in Diqing.

Key words: water retaining agent; afforestation of difficult site; alpine and arid area; application mode; Diqing Tibetan Autonomous Prefecture

迪庆藏族自治州位于青藏高原东南缘云南省西北部,是长江重要生态区和川滇生态屏障的重要组成。全州国土总面积 23 167 km^2,地势北高南低,3 000 m 以上地域占总面积的 53%;温带—寒温带季风气候类型,年均温 4. 7 ℃ ~ 16. 5 ℃,降水量 268 ~ 945 mm,林业用地面积 191. 73 万 hm^2,其中森林面

收稿日期:2021-04-30.

第一作者:和润云(1970-),男,云南德钦人,硕士,高级工程师. 主要从事林草发展规划研究、林草改革与林业大数据管理等工作.

积 179.99 万hm^2,森林覆盖率 77.63%。

迪庆州森林草原资源及生物多样性丰富,是云南省建设国家西南生态安全屏障、打造“两王国一花园”世界生态品牌的重点区域,生态区位极端重要,国际关注度高。但由于对森林草原资源不合理利用和传统生活习俗影响,导致当地部分区域水土流失严重、土地荒漠化进程加快、旱涝灾害频发,生态安全屏障受到严重威胁。据云南省第三次石漠化监测调查,全州石漠化土地面积达 17.8 万hm^2,潜在石漠化土地面积 16.7 万hm^2,仍面临生态修复与助推经济高质量发展的巨大双重压力。

植树造林恢复植被是迪庆州解决土地荒漠化和林地退化的唯一出路,但多年来针对该区域所采用的传统造林技术和森林生态重建活动,多因项目区干旱持续时间长、太阳辐射强、地表蒸发量大、幼树生长期水分亏缺等原因屡试屡败。因此,急需探寻一种既能在生长期持续供水,又能逐步改善立地环境,还能增强树苗抵御干旱能力,进而解决高寒干旱地区植树造林障碍的造林技术或物质。目前能够满足这一需求的就是保水剂造林技术。

1 保水剂对高寒干旱困难立地造林的有益特性

保水剂是利用强吸水树脂制成的高分子聚合物,其特性国内外均有研究材料,其对于干旱条件造林的有益特性经归纳:(1)保水剂含有大量亲水基团,能重复利用渗透压和基团亲和力,迅速吸收比自身重数百上千倍的去离子水或者数十倍近百倍的含盐水分,然后缓慢释放供给植物需要。(2)保水剂最大吸水力为 13~14 kg/cm^2,而植物根系吸水力一般为 17~18 kg/cm^2,植物根系利用保水剂贮藏水分时不会出现水分倒流。(3)保水剂吸放水膨胀收缩过程中形成大量孔隙,能够提高土壤透气性、透水性,增强根际微生物活动,加快土壤有机矿物质分解,防止土壤板结和盐渍化,促进土壤团粒结构形成。(4)保水剂可在各类土壤、各种植物以及不同气候条件下保持稳定性和高效性。(5)保水剂可提高林木种子发芽率,缩短出苗期。(6)农药肥料可通过离子吸附和交换作用,包裹或络合固定,从而减少可溶性养分农药的淋溶,提高利用率;同时其自身含有多种微量元素可供利用。(7)保水剂无毒无害、无副作用,对环境友好。(8)在一定范围内,土壤吸水能力随着保水剂用量的增加而提升。(9)保水剂吸收水分后会减少环境温度变化,具有一定保温性能。(10)不同品种和颗粒大小的保水剂吸水性状有差异,颗粒越小吸水倍率越高。(11)土壤压力、电解质均会影响保水剂吸水持水能力;电解质肥料则会降低保水剂溶胀度。

2 保水剂在植树造林与生态建设中的适用性

2.1 降水年季分布特点对保水剂应用的影响

迪庆州降水年季分布不均,地形作用强烈,降水量由东南向西北阶梯式减少。当地不同坡面降水分布差异极大,同一坡面降水随海拔增高而增多;当地干湿季分明、雨热同季,雨季(6—8 月)降水量占全年降水量的 60%~90%,其中高原山地年均降水量为 400~600 mm,干热河谷区则不足 400 mm。近年来,该地区干旱气候频繁出现,月均有效降水只有正常年份的 20%~40%,春季造林苗木死亡率几乎达 70%以上;而高海拔雨季集中降水则导致造林地积涝返碱,经济林木最适生的亚高山区,过多降水造成苗木贪青、木质化程度低、封顶不及时,导致不能正常越冬。利用保水剂吸水释水特性,减少水份年季差对苗木生长影响,改善苗木生长期供水结构,是加速当地干旱区植被恢复的最有效措施。

2.2 降水时空分布特点对保水剂应用的影响

迪庆州水资源具有空间分布不均的特点,当地生态治理项目大多位于偏远山区、石漠化严重的陡坡地,往往水资源极其匮乏,农林争水、林牧争水和人树争水现象十分普遍;多数造林地土壤瘠薄、土质板结、水土流失严重,常不具备灌溉条件,造林成败靠天惠泽。施用保水剂就相当于修建了一座微型土壤水库,不仅能最大限度贮蓄雨雪水,而且能利用保水剂缩胀变化改善土壤结构,增加土壤渗透力和保肥保水能力,减少水土流失,提高林业生态工程生态效益。

2.3 技术创新需求对保水剂应用的影响

1)迪庆州是公认的造林困难区,整个“十三五”期间,全州共完成人工造林 0.51 万hm^2,封山育林 3.73 万hm^2,低效林改造 2.44 万hm^2,退耕还林 1.02 万hm^2,陡坡地治理 0.22 万hm^2,但平均造林合格率仅为 84%,与全省相差 19 个百分点。20 世纪 80 年代,北京林业大学在低山阳坡进行的 5 年抗旱造林试验中,利用保水剂将针叶树造林成活率从过去的 30%提高到 80%~90%;2008 年,宝鸡市林科所在干旱林地上的造林试验也表明,用保水剂蘸根能将刺槐、油松造林成活率提高 30.7%和 22.8%,且比清水蘸根成活率高 16.7%和 14.6%;而使用最佳浓度

保水剂时,核桃和刺槐造林成活率均提高了 37%。因此正确选择使用保水剂将有效地提高造林成活率和保存率,是生态建设技术创新方向之一。

2)当地生态修复计划投资为 7 500 元/hm^2,而传统造林模式使迪庆造林成活率、保存率整体偏低,造林成本达 9 900 元/hm^2,使当地生态建设成本居高不下。而当地生态治理任务繁重、荒漠化发生程度高,要开展比“十三五”更广泛的生态修复与困难立地造林,只有针对干旱条件进行技术创新,提高造林成活率、保存率。

3)保水剂既是增加造林单位投资的环节又是降低造林成本的重要手段,其使用成本已成为影响保水剂推广使用的主要因素。分析迪庆州香格里拉市和德钦县公益林建设保水剂应用情况,相对于传统造林,应用保水剂造林大约会增加 450 元/hm^2 投资;但当地造林成效调查表明:施用保水剂的 66.67 hm^2 核桃和 100 hm^2 柏木造林项目,保存率普遍比以往提高 20%~30%,而采用保水剂拌种法建设的 1 333 hm^2 人工模拟飞播,出苗率提高 30%,保存率提高 25%;过去需要经过 2~3 次重复造林才能见效的困难立地,应用保水剂可一次性完成绿化。因此,应用保水剂能降低造林成本 30%~40%。

2.4 多元文化和民族思维方式对推广应用保水剂的影响

迪庆州是一个多民族聚居山区,多民族文化和宗教文化在传承演变过程中形成了独具特色的多元文化。多元文化既有利于新思想、新文化、新技术接纳传播,但也增加了观念更新的复杂性和持久性。对迪庆而言,保水剂技术代表一种崭新的林业集约经营观,要在文化多元化、相对封闭的民族区域传播,不同民族和不同使用群体都会形成自己的理解接受方式,在没有成功先例示范情况下,大规模推广往往会适得其反。因此,要针对不同自然地理特点和民族思维方式,多层次建立保水剂造林示范样板,建立多元化宣传渠道,保水剂独特的增产增效模式才会被山区群众所认识。

3 保水剂在迪庆困难立地造林中的应用模式

3.1 造林困难立地类型

分析迪庆困难立地的类型及特点,干旱缺水是造林失败的决定因素。根据迪庆州多年造林设计典型调查资料和云南省立地分类系统,其造林困难立地类型按海拔和干旱成因划分为 8 种(表 1)。

3.2 保水剂的选择

1)保水剂虽具有广谱性,但合理选择类型和品种对困难立地造林成效意义重大。由于在迪庆高海拔地区造林缓苗期长、幼林郁闭慢、生长期短而干旱时间长,加之多数困难立地土壤盐碱度较强,长期大量使用钠离子型保水剂,会造成土壤 pH 值升高,破坏土壤结构。出于环保和造林成本考虑,应优先选用长效、价廉、耐盐碱保水剂类型。

2)当前市场常见保水剂主要有:(1)淀粉系列,包括淀粉接枝、羟甲基化淀粉、磷酸酯化淀粉和淀粉黄原酸盐等。(2)纤维素系列,包括纤维素接枝、羟甲基化纤维素、羟丙基化纤维素和黄原酸化纤维素等。(3)合成聚合物系列,包括聚丙烯酸盐类、聚乙烯醇类、聚氧化烷烃类和无机聚合物类等。(4)蛋白质系列,包括大豆蛋白、丝蛋白类和谷蛋白类等。(5)其他系列,包括果胶、藻酸、壳聚糖等。(6)混合系列,各种不同类别保水剂的混合物。其中,聚丙烯酰胺型保水剂使用周期长,稳定性和耐盐碱性好,缺点是成本较高,吸水能力逐年下降,仅能维持 4 年;淀粉接枝型保水剂吸水倍率和速率大,成本价格相对较低,但缺点是使用寿命短,易于降解,只能维持 2 年,其稳定性和耐盐碱性亦较差;林业工程建设中以淀粉接枝丙烯酸盐共聚交联物和丙烯酰胺-丙烯酸盐共聚交联物应用最为广泛;目前增加保水剂的耐盐性,主要是在电解质型聚合物中引入非离子型单体进行二元及三元共聚,但非离子单体价格较贵,应用成本较高。

3)选择保水剂类型时应以造林目标、立地条件和经济技术指标作为标准。以贮纳雨雪水为目标的项目应优先选用颗粒状、凝胶强度高的保水剂;苗木长距离运输移栽和种籽处理需要进行蘸根拌种以提高树木成活率,可选用粉状、凝胶强度不一定很高的保水剂。迪庆困难立地造林选用保水剂要以稳定性作为首要条件,综合分析高原特殊气候因素和项目区立地条件,筛选适合高海拔使用的品种和类型。保水剂吸水倍数不是保水剂质量的评判标准,吸收有效水的数量才对干旱条件造林有意义,但当地还缺少这方面研究数据支持,因此一般只需选择能吸收土壤水 100 倍以上的类型即可满足造林需求。

3.3 使用保水剂的林地条件分析

保水剂不是造水剂,其有效使用首先要有一定的水分条件。无法采用凝胶法造林的地区,应选择雨季来确保保水剂在土壤中能获得一定的雨水量和

表 1　迪庆州造林困难立地类型

Tab. 1　Types of difficult afforestation sites in Diqing Prefecture

类型	海拔/m	立地特征和致旱因素	最佳造林模式	保水剂类型及使用方法
高寒退化林地灌丛暗棕壤中厚层困难立地	>4000	土壤风雪侵蚀性沙化严重,森林土壤结构丧失,土壤持水保肥能力较差,地表日照强烈但冻土层浅,土温低而温差较大	容器苗为主的植苗造林	各种类型、拌土法为主
高原坝区灌丛沙地棕壤暗棕壤薄土层困难立地	4500~2800	有一定地下水补给,土壤粘重、腐殖质层近无,透气性极差,风雪侵蚀,雨季易涝返碱、春秋季地表蒸发量较大	容器苗为主的植苗造林	耐盐碱性强的类型、拌土法为主
高原阴坡半阴坡灌丛岩溶山地棕壤暗棕壤薄土层困难立地	4500~2800	土壤浅薄,岩石裸露,易发生水土流失,荒漠化程度高	容器苗或裸根苗造林	各种类型、拌土法为主
亚高山阳坡半阳坡灌丛陡坡沙质红壤中土层困难立地	2800~2200	土壤干燥瘠薄,石砾含量重,土壤粘重,有一定的持水保水能力,水土流失严重,荒漠化程度高	容器苗为主的植苗造林及点播造林	各种类型、凝胶法为主
亚高山阴坡半阴坡稀树陡坡沙质红壤褐红壤中土层困难立地	2800~2200	土壤干燥瘠薄,石砾含量重,土壤粘重,有一定的持水保水能力,水土流失严重,荒漠化程度高	植苗及点播造林	各种类型、凝胶法为主
干热河谷灌草陡坡沙质棕壤红壤薄土层困难立地	<2200	地表蒸发量极大,土壤干燥瘠薄,石砾含量重,持水保水能力差,风沙侵蚀和水土流失严重,石漠化高发区	容器苗造林	吸水倍率高的类型、凝胶法为主
退出矿山生态破坏造林困难立地	4000~1800	土壤条件丧失,植被稀疏,石砾含量极重,地表干燥而风沙侵蚀严重,持水保水能力极差,矿渣多,荒漠化极重区	容器苗客土造林	吸水能力可持续期长的类型、凝胶法
流域式石漠化造林困难立地	4000~1800	石漠化面积集中,土壤瘠薄,持水保水能力弱,植被盖度低,石砾含量极重,地表干燥,重力雨水搬运侵蚀严重	容器苗或裸根苗造林	各种类型、拌土法为主

贮积时间。干旱持续时间超过 8 个月、生长期土壤蒸发量大于降水量、土层过浅、石砾含量过高而无灌溉条件的困难立地则不能直接使用保水剂,而应与其它补水措施配合使用。保水剂是调节雨雪水供给与苗木生长用水不同步矛盾的技术措施,高寒山区春季土壤墒情虽然较高,保水剂可利用冰雪消融水,但当地土温、气温变化对保水剂及苗木根系的影响目前尚无研究支持,个别经验表明其对提高造林成活率的效果不明显。

3.4 保水剂的使用方法

1)在迪庆州高寒干旱山地及石漠化治理植被恢复中使用保水剂以拌土法为主,可采用拌土、拌种、包衣和蘸根等方法。裸根苗造林和容器苗造林需在雨季前结合整地使用保水剂;直播造林和人工模拟飞播造林可采用拌种和包衣方式使用保水剂。

2)造林绿化选择同类型保水剂时,最适宜采用 2~4 mm 粒径的大颗粒保水剂,既能满足土壤孔隙透气要求,其吸贮水分的 80%~85%又可被林木高效利用;而选择使用粉状保水剂类型时则要与土壤混合均匀。

3)保水剂遇强紫外线照射会很快降解,严重影响使用寿命和效果,因此在迪庆高海拔地区使用保水剂,应尽量施入表层土壤 3 cm 以下。

4)由于迪庆大多数造林地偏僻遥远,苗木需长途运输和长时间假植,裸根苗只须在粉状保水剂溶液中浸上 35 s,就可使根苗减少脱水而缩短缓苗期,提高 15%~20%的成活率。

4 保水剂在迪庆州的应用研究方向

保水剂在迪庆生态建设中有着重要而迫切的推广应用价值,但目前仍缺乏不同干旱类型、不同造林树种、不同立地环境下,保水剂的最佳种类、最佳浓

度和最佳使用量等方面的试验数据支持,而保水剂在迪庆困难立地造林应用上的技术创新也应着重解决技术应用模式和推广应用难题;研究当地土壤条件下保水剂吸持能力、土壤电解质对保水剂应用的影响、保水剂对土壤结构改良和对土壤抗侵蚀能力的影响等方面的理化研究也将是当地重要的科研课题。

参考文献:

[1] 李阿根,廖乾旭,徐礼根,等. 保水剂及其在岩石边坡生态恢复中的应用[C]//浙江省公路学会. 浙江省公路学会 2005 年年会论文集. 北京:人民交通出版社,2006.

[2] 蔡典雄,赵兴宝. 保水剂的特点和应用[J]. 中国林业,2001(2B):30-31.

[3] 杜尧东,王丽娟,刘作新. 保水剂及其在节水农业上的应用[J]. 河南农业大学学报,2000(3):255-259.

[4] 陈茂铨,岳春雷,朱荫湄. 保水剂及其在水土保持和造林绿化中的应用[J]. 林业科技开发,2002(4):12-14.

[5] 杨吉华,张永涛,张光灿,等. 干旱瘠薄山区绿化技术的研究[J]. 水土保持学报,2001,15(4):10-24.

[6] 马焕成,ELKE N S. 保水剂在干热河谷造林中的应用研究[M]. 昆明:云南科技出版社,2004.

[7] 云南林业和草原局. 云南省(岩溶地区)石漠化状况公报[R]. 2019.

[8] 王斌瑞,贺康宁,史长青. 保水剂在造林绿化中的应用[J]. 中国水土保持,2000(4):25-27.

[9] 迪庆州人民政府. 迪庆藏族自治州概况[M]. 昆明:云南出版社,2015.

[10] 段志方,此永芝玛,杨迎花,等. 迪庆州夏季降水时空分布特征及其与地形关系分析[J]. 南方农业,2018,12(26):153-159.

[11] 迪庆藏族自治州人民政府网. 迪庆州遭受严重旱灾[Z]. 2005.

[12] 迪庆州人民政府. 迪庆州全面建设小康社会发展纲要[EB/OL]. [2021-04-28]. http://www.diqing.gov.cn/

[13] 段甸生. 迪庆藏族自治州贫困问题分析[EB/OL]. [2021-04-28]. http://www.diqing.gov.cn/XWZX/dqyw/index_98.html.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

(上接第 96 页)

参考文献:

[1] 赵晓龙,侯韫婧,邱璇,等. 基于走跑类运动容量的城市公园园路形态特征研究——以哈尔滨为例[J]. 中国园林,2019,35(6):12-17.

[2] 李树华,姚亚男,刘畅,等. 绿地之于人体健康的功效与机理—绿色医学的提案[J]. 中国园林,2019,35(6):5-11.

[3] 侯韫婧,赵晓龙,朱逊. 从健康导向的视角观察西方风景园林的嬗变[J]. 中国园林,2015,31(4):101-105.

[4] 袁芳. 社区公园健康景观设计研究[D]. 南昌:江西农业大学,2011.

[5] 白艳萍. 健康景观设计研究综述[J]. 江苏经贸职业技术学院学报,2019(4):58-60.

[6] 中国疾病预防控制中心. 新型冠状病毒感染的肺炎公众防护指南[M]. 北京:人们卫生出版社,2020.

[7] 石邢. 城市形态、城市通风与新型冠状病毒的气溶胶传播——应对 2020 新型冠状病毒肺炎突发事件笔谈会[R]. 南京:东南大学建筑学院,2020.

[8] 阚笑文. 基于中医养生理论的园林环境初探[D]. 北京:中央美术学院,2012.

[9] 陈思. 基于老年人健康需求的城市公园景观环境设计研究[D]. 重庆:西南大学,2016.

[10] 饶银龙. 凤凰湖健康公园主题表达途经研究[J]. 住宅与房地产, 2018(3):10-25.

[11] 大塚吉则,李卿. 森林环境对血糖的影响,森林环境对心血管和代谢指标的影响[M]. 北京:科学出版社,2013.

[12] 王慧源. 以健康为导则的开放式公园景观设计研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.

责任编辑:刘平书
校　　对:刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 027

思茅松优良无性系测定

付 强[1],史富强[2],童 清[2],郭小玮[2]
(1. 普洱市林业和草原种苗工作站,云南 普洱 665000;2. 普洱市林业和草原科学研究所,云南 普洱 665000)

摘要:在普洱市选择 40 个思茅松优良无性系容器嫁接苗,以当地实生苗为对照,开展思茅松山地造林试验,观测林木的树高、胸径生长量。调查分析结果表明,不同无性系间在高、径、材积生长上均达到极显著差异水平,表现较好的有 37、31、8、3、9、11、19、7、1、30、14、12、13、2、40、33、15 号无性系,共 17 个,这些无性系已定植 19 年,林木生长量已稳定,可作为思茅松优良无性系,为当地提供优质的思茅松嫁接苗、扦插苗繁殖材料。

关键词:思茅松;优良无性系;生长性状;材积生长量;测定

中图分类号:S791. 25911;S723. 132　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0149-04

引文格式:付强,史富强,童清,等. 思茅松优良无性系测定[J]. 林业调查规划,2021,46(4):149-152. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 027

Fu Qiang, Shi Fuqiang, Tong Qing, et al. Determination of Superior Clones of *Pinus kesiya* var. *langbianensis*[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):149-152. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 027

Determination of Superior Clones of *Pinus kesiya* var. *langbianensis*

FU Qiang[1], SHI Fuqiang[2], TONG Qing[2], GUO Xiaowei[2]
(1. Pu′er Seedling Station of Forestry and Grassland, Pu′er, Yunnan 665000, China;
2. Pu′er Academy of Forestry and Grassland, Pu′er, Yunnan 665000, China)

Abstract: The container grafted seedlings of 40 superior clones of *Pinus kesiya* var. *langbianensis* were selected in Pu′er City, and the local seedlings were used as the control to carry out the mountain afforestation experiment and observethe growth of tree height and DBH. The results showed that the growth of height, diameter and volume among different clones reached extremely significant level, and the clones with better performance were 37、31、8、3、9、11、19、7、1、30、14、12、13、2、40、33 and 15 clones, which had been planted for 19 years with stable growth status, and could be used as excellent clones of *Pinus kesiya* var. *langbianensis* to provide high-quality grafted seedlings and cuttings for the local area.

Key words: *Pinus kesiya* var. *langbianensis*; superior clone; growth traits; volume growth; determination

思茅松(*Pinus kesiya* var. *langbianensis*),为松科松属常绿大乔木,高达 30 m,径达 1 m,为普洱的主要用材树种[1-2]。富含松脂,支撑着普洱林化、林浆纸、林板和林下种植产业的发展。地理分布为北纬 24°24′以南,东径 99°5′至 102°范围以内,海拔 850~1 850 m 的南亚热带地区。思茅松林下土壤以

收稿日期:2021-01-25.
资助项目:思茅松二代种子园建设;云南省“万人计划”产业领军人才专项(YNWR-CYJS-2017-058).
第一作者:付强(1966-),男,云南宁洱人,高级工程师. 从事森林培育研究. Email:1051382889qq. com
责任作者:史富强(1977-),男,高级工程师. 从事林木遗传育种和森林培育研究. Email:474923602qq. com

山地红壤为主，pH 值 4.5～5，年均温 17～18.5 ℃，年降雨 1 100～1 600 mm[3]。普洱为思茅松中心分布区，云南的临沧、西双版纳、玉溪和德宏，国外老挝、缅甸、泰国、越南等国有零星分布[2]。云南现有思茅松林面积 147.77 万 hm^2，普洱市现有思茅松总面积 124.707 万 hm^2。

思茅松在普洱市的林产业发展中起着举足轻重的作用，思茅松优良选育是改善人工林质量的主要方法之一，无性繁殖能更好地保持母本的优良属性，本文通过对景谷县威远镇文朗村示范林场 2002 年 7 月定植的景谷思茅松种子园优树收集区的试验林进行生长量调查，旨在选择出思茅松优良无性系，为当地思茅松容器嫁接苗、扦插苗的培育提供优质的繁殖材料。

1 试验地概况

试验地位于普洱市景谷县威远镇文朗村，地理坐标为东经 100°29′15″，北纬 23°29′50″，海拔 1 500～1 600 m，属亚热带半湿润季风气候，干湿季明显，雨热同季，冬春少雨，80%降雨集中在 6—9 月，年降雨量 1 300～1 400 mm，年均相对湿度为 79%；气温年较差小，日较差大，日照充足，偶有轻霜，年均温 17.2 ℃，≥10 ℃的积温 6 000 ℃左右，土壤为赤红壤，土层深厚，土壤质地良好，较松，土壤肥力中等，原有植被为南亚热带针阔叶混交次生林，树种有思茅松、西南桦、栎类、木荷等。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

以从普洱市的墨江永马（1 号～10 号、40 号）、思茅木乃河（11 号～20 号、36 号）、思茅曼歇坝（21 号～35 号）、宁洱二工段（37 号）、景谷碧安（38 号～39 号）选出的 40 个株优树的枝条为材料进行嫁接育苗，以当地的种子培育实生苗为对照（CK），营建优树收集区试验林。

2.2 试验方法

2.2.1 试验设计

在 2002 年 7 月造林，采用完全随机试验设计，每个无性系 1 株苗木与对照组成 1 个重复，重复 30 次，水平带种植，株行距 3 m×3 m，种植穴规格 40 m×40 cm×40 cm。

2.2.2 数据观测

2021 年 1 月测定思茅松无性系和对照的树高和胸径生长量。

2.2.3 数据分析处理

利用 EXCEL、DPSSOFT 软件对所观测思茅松的树高、胸径数据进行方差分析，用二元材积表计算各无性系材积生长量，并进行方差分析、多重比较。

3 结果与分析

3.1 不同无性系及对照生长性状的方差分析

思茅松无性系及对照的树高、胸径、材积生长量的调查结果如表 1 所示。

表 1　思茅松不同无性系及对照的生长状况

Tab. 1　Growth of different clones and control of *Pinus kesiya* var. *langbianensis*

序号	树高/m	胸径/cm	材积/m^3	序号	树高/m	胸径/cm	材积/m^3
1	18.04	27.05	0.52	22	21.07	20.95	0.36
2	19.53	24.52	0.50	23	19.55	23.82	0.44
3	21.45	26.41	0.59	24	16.53	21.11	0.30
4	17.12	22.05	0.35	25	17.77	22.71	0.38
5	16.44	21.52	0.31	26	16.97	21.93	0.35
6	17.98	23.04	0.39	27	16.31	21.10	0.30
7	16.34	22.97	0.54	28	15.98	20.84	0.29
8	21.78	26.84	0.61	29	17.55	22.45	0.36
9	21.54	26.21	0.58	30	19.78	24.83	0.51
10	17.46	22.37	0.37	31	22.56	26.83	0.63
11	21.28	26.17	0.58	32	18.47	23.42	0.42
12	20.44	25.04	0.51	33	17.45	26.42	0.48
13	19.91	25.19	0.51	34	15.33	20.05	0.26
14	20.26	25.16	0.51	35	17.45	22.52	0.37
15	19.23	24.89	0.47	36	16.52	21.04	0.29
16	20.28	24.21	0.47	37	21.92	27.32	0.65
17	18.65	23.53	0.41	38	16.75	21.69	0.32
18	17.98	22.83	0.38	39	13.64	18.64	0.21
19	20.83	25.42	0.56	40	19.91	24.90	0.49
20	15.92	26.12	0.43	CK	17.16	21.04	0.31
21	16.97	21.86	0.35				

由表 1 得知，不同无性系间在树高、胸径、材积生长上均存在差异性，与对照也存在差异，有 27 个

无性系树高生长量超过对照,占参试无性系的68%,有 36 个无性系胸径生长量超过对照,占参试无性系的 90%,有 34 个无性系材积生长量超过对照,占参试无性系的 85%。平均树高生长量最高的为 31 号,为 22.56 m,超过对照 31.5%,平均胸径生长量最高的为 37 号,为 27.32 cm,超过对照 29.8%,材积生长量最高的为 37 号,为 0.65 m^3,超过对照 109.7%。

为比较不同无性系的生长差异水平,对树高、胸径、材积生长量进行方差分析(表 2)。

表 2　思茅松不同无性系树高、胸径、材积生长量的方差分析

Tab. 2　Variance analysis of tree height, DBH and volume growth of different clones of *Pinus kesiya* var. *langbianensis*

性状	变异来源	平方和	自由度	均方	*F* 值	*p* 值
树高	处理间	5460.328	40	136.5082	14.424**	0.0001
	处理内	11252.64	1189	9.464		
	总变异	16712.97	1229			
地径	处理间	5945.58	40	148.6395	14.537**	0.0001
	处理内	12157.22	1189	10.2247		
	总变异	18102.8	1229			
材积	处理间	15.148	40	0.3787	11.798**	0.0001
	处理内	38.1651	1189	0.0321		
	总变异	53.3131	1229			

注:* 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。

表 2 生长量方差分析结果表明,不同无性系间在高、径、材积生长上均达到极显著水平,表明不同无性系间在生长性状上存在着很大差异。

思茅松作为普洱市重要的用材树种,优树的选择是以木材生长量为主要考核指标,思茅松优树收集试验林已定植 19 年,已超过思茅松的二分之一轮伐期,林木的生长量已趋于稳定,因此,通过木材生长量调查分析可筛选出较优良的思茅松无性系[4-5]。

3.2 不同无性系材积生长量的多重比较

为了进一步了解不同无性系间的生长差异情况,对材积生长量进行多重比较,因为是用材林种子园选优,优良家系选择也是以用材为主,因此把材积生长量作为主要指标[6]进行比较(表 3)。

表 3　思茅松不同无性系材积生长量的多重比较

Tab. 3　Multiple comparison of volume growth of different clones of *Pinus kesiya* var. *langbianensis*　m^3

序号	均值	5%显著水平	1%极显著水平
37	0.65	a	A
31	0.63	ab	AB
8	0.61	abc	ABC
3	0.59	abcd	ABCD
9	0.58	abcde	ABCDE
11	0.58	abcde	ABCDE
19	0.56	abcdef	ABCDEF
7	0.54	abcdefg	ABCDEFG
1	0.52	abcdefgh	ABCDEFG
30	0.51	abcdefgh	ABCDEFGH
14	0.51	abcdefgh	ABCDEFGH
12	0.51	abcdefgh	ABCDEFGHI
13	0.51	abcdefgh	ABCDEFGHI
2	0.50	abcdefgh	ABCDEFGHIJ
40	0.49	abcdefghi	ABCDEFGHIJK
33	0.48	abcdefghij	ABCDEFGHIJKL
15	0.47	abcdefghijk	ABCDEFGHIJKL
16	0.47	bcdefghijkl	ABCDEFGHIJKL
23	0.44	cdefghijkl	BCDEFGHIJKLM
20	0.43	cdefghijklm	BCDEFGHIJKLM
32	0.42	defghijklm	CDEFGHIJKLM
17	0.41	efghijklm	DEFGHIJKLMN
6	0.39	fghijklmn	EFGHIJKLMN
18	0.38	fghijklmn	EFGHIJKLMN
25	0.38	ghijklmn	FGHIJKLMN
35	0.37	ghijklmn	FGHIJKLMN
10	0.37	ghijklmn	FGHIJKLMN
22	0.36	ghijklmn	FGHIJKLMN
29	0.36	ghijklmn	GHIJKLMN
4	0.35	hijklmn	GHIJKLMN
26	0.35	hijklmn	GHIJKLMN
21	0.35	hijklmn	GHIJKLMN
38	0.32	ijklmn	HIJKLMN
5	0.31	jklmn	IJKLMN
CK	0.31	jklmn	JKLMN
27	0.30	klmn	JKLMN
24	0.30	klmn	KLMN
36	0.29	lmn	LMN
28	0.29	lmn	LMN
34	0.26	mn	MN
39	0.21	n	N

由表 3 可看出,表现最好的为 37 号无性系,表现较好的无性系有 31、8、3、9、11、19、7、1、30、14、12、13、2、40、33、15 号无性系,可作为入选的优良无性系,在材积生长量上与未入选的存在差异明显,这些无性系已定植 19 年,林木生长量已稳定,生长正常,对于生长表现好的无性系可作为为思茅松苗木无性繁殖的优良繁殖材料,为当地提供优质的思茅松容器嫁接苗、扦插苗。

4 结论

在普洱市选择出的 40 个思茅松优良无性系容器嫁接苗,以当地实生苗为对照,开展思茅松山地造林试验,观测林木的树高、胸径生长量,调查分析结果表明:不同无性系间在高、径、材积生长上均达到极显著差异水平,表现较好的有 37、31、8、3、9、11、19、7、1、30、14、12、13、2、40、33、15 号无性系,共 17 个,可作为思茅松优良无性系用于思茅松嫁接苗、扦插苗的培育。

参考文献:

[1] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志 [M]. 北京:科学出版社,1991.
[2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 52 卷)[M]. 北京:科学出版社,1979.
[3] 蒋云东,李思广,李明,等. 思茅松人工林幼林期施肥试验研究[J]. 林业科技,2005,3(5):16-19.
[4] 史富强,周凤林. 不同种源及家系山桂花 3 年生人工幼林林木高、径生长效应[J]. 西部林业科学,2007,36(4):91-94.
[5] 姜静,杨传平,刘桂丰,等. 白桦苗期种源试验的研究[J]. 东北林业大学学报,1999,27(6):1-3.
[6] 周凤林,史富强. 西南桦优良家系的早期选择研究[J]. 云南农业大学学报,2005,20(5):627-631.

责任编辑:许易琦
校　　对:许易琦

(上接第 47 页)

参考文献:

[1] 陈俊愉. 中国花卉品种分类学[M]. 北京:中国林业出版社,2001:162-171.
[2] 王晓明,曾慧杰,李永欣,等. 红火箭、红火球紫薇新品种引种试验及抗逆性研究[C]//中国林学会林木遗传育种分会. 第七届全国林木遗传育种学术大会,2013:654-659.
[3] 张洁,王亮生,张晶晶,等. 紫薇属植物研究进展[J]. 园艺学报,2007,34(1):251-256.
[4] 于海耀. 美国"三红"紫薇的生长规律研究[J]. 现代园艺,2016(6):36-37.
[5] 张昌财,林慧娟. 美国红火球紫薇不同时段嫩枝扦插繁育技术研究 [J]. 林业勘察设计,2017(4):67-69.
[6] 余华生. 美国"红火球"紫薇硬枝扦插育苗试 [J]. 中国林副特产,2019(2):22-23.
[7] 华正媛,毛斌,汪良义,等. 美国紫薇的生长节律及繁殖技术研究[J]. 林业实用技术,2009(10):34-38.
[8] 曹受金,刘辉华,田英翠. 紫薇的组织培养与快速繁殖[J]. 北方园艺,2010,33(8):44.
[9] 杨德龙,李胜,李唯. 植物组织培养原理与技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007:152-153.
[10] 杨彦伶,杨柳,张亚东. 紫薇组织培养技术[J]. 林业科技开发,2005,19(2):50-52.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 028

云南松地理种源表型性状生长比较研究

余天林
(玉溪市玉白顶国有林场,云南 玉溪 653100)

摘要:对玉溪市玉白顶国有林场收集保存的 23 个种源 4 年生林木生长进行观测。结果表明,云南种源的云南松表型性状生长量大于四川种源的,11 个云南种源的云南松树高、地径、冠幅、枝下高和针叶长分别为 2. 18 m、5. 87 cm、1. 16 m、0. 58 m 和 18. 79 cm,12 个四川种源的云南松各表型性状值分别为 1. 50 m、4. 49 cm、0. 76 m、0. 38 m 和 18. 70 cm。不同地理种源的云南松在树高、地径、冠幅、枝下高和针叶长 5 个性状上均有较大差异,显示出明显的表型多样性,云南松表型性状在群体间和群体内均存在极其丰富的变异。

关键词:云南松;地理种源;表型性状;变异系数;云南;四川

中图分类号:S791. 257;S722. 33　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0153-05

引文格式:余天林. 云南松地理种源表型性状生长比较研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):153-157. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 028

YU Tianlin. Growth Comparison of Phenotypic Characters of *Pinus yunnanensis* from Geographical Provenances[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):153-157. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 028

Growth Comparison of Phenotypic Characters of *Pinus yunnanensis* from Geographical Provenances

YU Tianlin
(Yubaiding State-owned Forest Farm, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: The growth of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from 23 provenances collected and preserved in Yubaiding State-owned Forest Farm of Yuxi City was observed. The results showed that the growth of phenotypic characters of *Pinus yunnanensis* from Yunnan provenances was greater than that from Sichuan provenances. The height, ground diameter, crown width, height to crown and needle length of *Pinus yunnanensis* from 11 Yunnan provenances were respectively 2. 18 m、5. 87 cm、1. 16 m、0. 58 m and 18. 79 cm while the phenotypic characters from 12 Sichuan provenances were respectively 1. 50 m、4. 49 cm、0. 76 m、0. 38 m and 18. 70 cm. There were significant differences in tree height, ground diameter, crown width, height to crown base and needle length among different geographical provenances, showing significant phenotypic diversity, which varied greatly among and within populations.

Key words: *Pinus yunnanensis*; geographical provenance; phenotypic characters; variation coefficient; Yunnan Province; Sichuan Province

收稿日期:2021-04-01.
第一作者:余天林(1968-),男,云南峨山人,高级工程师. 主要从事森林保护工作.

云南松(*Pinus yunnanensis*)为松科(Pinaceae)松属(*Pinus*)裸子植物,是我国西南地区特有树种,是我国西南地区重要的造林树种,在区域林业经济生产和生态环境建设中发挥着重要作用[1-3]。云南松以滇中高原为分布中心,分布范围广,生态环境复杂多样,形成了各种大小和方向不同的选择压力,使其成为一个庞大的群体体系,反映了其仍处于激烈的生态分化之中[4]。本文通过对云南松种质资源保存库内种植的 23 个不同地理种源云南松的生长观测,比较不同地理来源云南松的生长状况,为云南松的引种栽培提供依据。

1 研究区概况

对云南松全分布区资源进行调查,收集云南、贵州、四川、广西、西藏 5 省区各县(市 、区)种源的种子,于 2016—2017 年在玉溪市国营玉白顶林场种植,进行种源收集保存。

玉溪市玉白顶国有林场地处滇中高原南端峨山县与新平县交界处,为滇中高原南端哀牢山山脉支系发育区,种质资源库位于林场路天沟林区,地理坐标为东经 102°06′3.6″~102°07′2.2″,北纬 24°07′21.78″~24°08′29.76″,海拔 1 270~1 502 m,占地面积 82.3 hm^2。属亚热带季风气候,全年≥10 ℃活动积温 4 500~5 500 ℃,年均温 15 ℃。年均降水量 958 mm,降雨多集中在 6—10 月,约占全年降水量的 82%。11 月至次年 5 月为旱季,降水量约占年降水量的 18%。年均蒸发量 1 682 mm。土壤为红壤。

2 材料与方法

2017 年、2018 年和 2020 年 3—5 月,对云南和四川 2016 年种植的 23 个种源生长情况进行调查,每个种源抽样 40 株,调查树高、地径、冠幅、枝下高、松针数和针叶长度,分析不同种源云南松生长状况及变异情况。

3 结果与分析

3.1 不同种源的云南松生长状况及变异

4 年生云南松不同种源的生长状况见图 1、图 2、图 3、图 4、图 5。

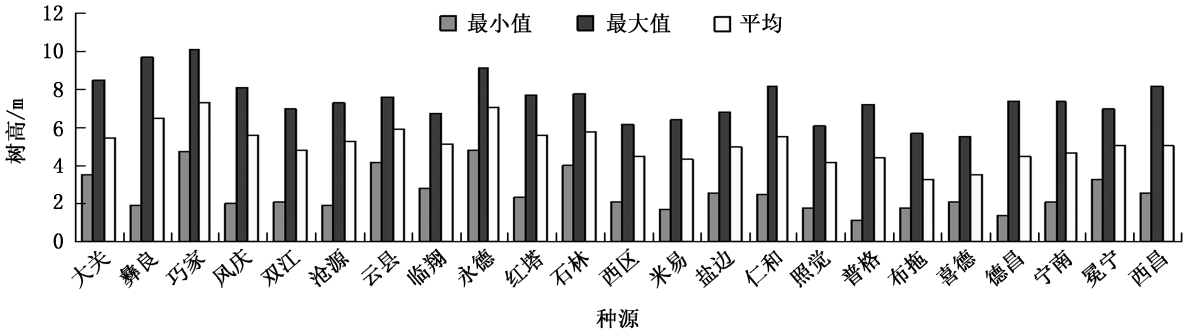


图 1　4 年生云南松不同种源树高生长

Fig. 1　Height growth of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

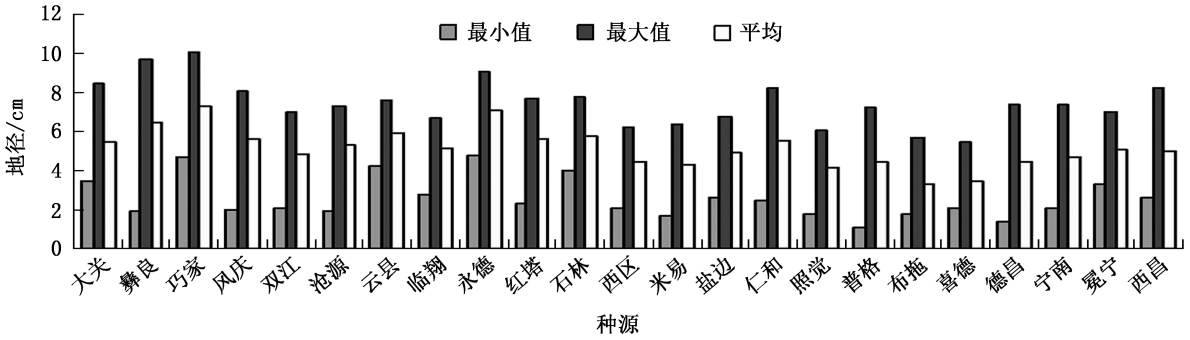


图 2　4 年生云南松不同种源地径生长

Fig. 2　Diameter growth of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

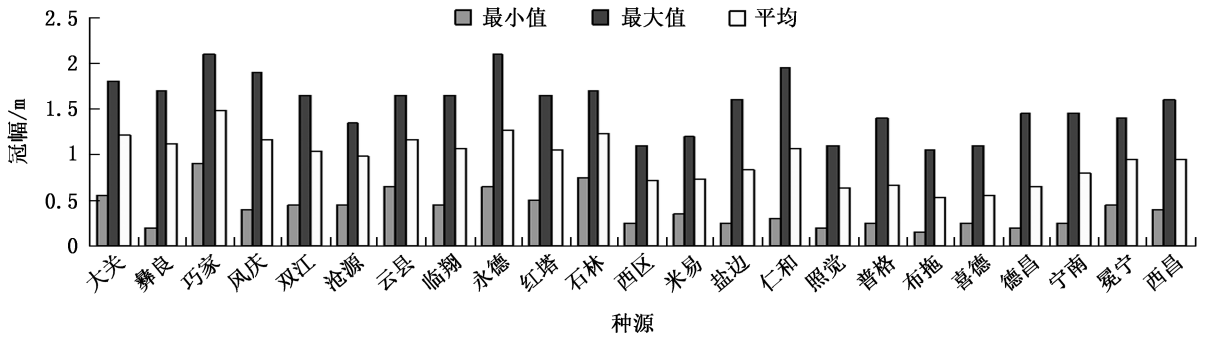


图 3　4 年生云南松不同种源冠幅生长

Fig. 3　Crown growth of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

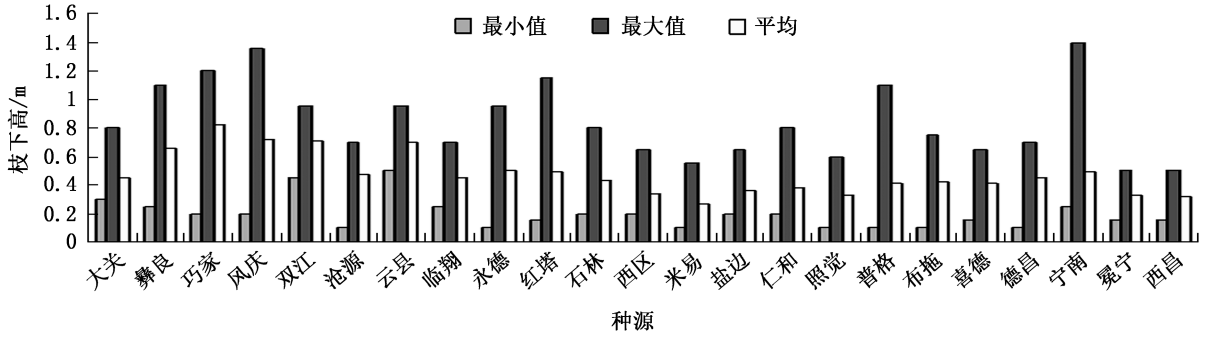


图 4　4 年生云南松不同种源枝下高生长

Fig. 4　Height to crown base growth of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

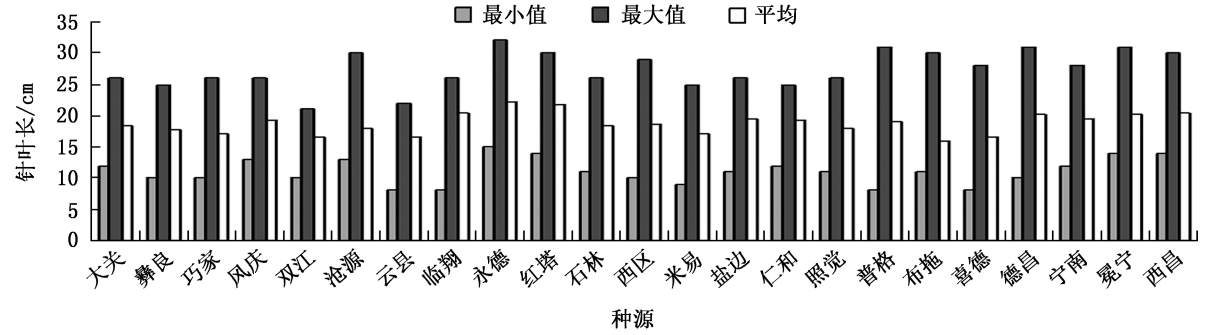


图 5　4 年生云南松不同种源针叶长生长

Fig. 5　Needle length growth of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

由图 1、图 2、图 3、图 4、图 5 可见,不同种源间的树高、地径、冠幅、枝下高和枝叶长上生长量差异均较大。树高的最小值为 0.6 ~ 1.6 m,最大值为 1.65 ~ 4.8 m,平均值为 1.25 ~ 3.37 m;地径的最小值为 1.1 ~ 4.8 cm,最大值为 5.5 ~ 10.1 cm,平均值为 3.28 ~ 7.31 cm;冠幅的最小值为 0.15 ~ 0.9 m,最大值为 1.05 ~ 2.1 m,平均值为 0.53 ~ 1.48 m;枝下高的最小值为 0.1 ~ 0.45 m,最大值为 0.5 ~ 1.35 m,平均值为 0.27 ~ 0.82 m;针叶长的最小值为 8 ~ 15 cm,最大值为 21 ~ 32 cm,平均值为 16.03 ~ 22.28 cm。不同地理来源的云南松松针数均为 3 针,表明松叶数是恒定的,这也是云南松的形态特征之一。

4 年生云南松不同种源的标准差和变异系数见图 6、图 7。

由图 6、图 7 可见,不同种源间在树高、地径、冠幅、枝下高和枝叶长上的变异均较大。树高的标准差在 0.27 ~ 0.89 范围,地径的标准差在 0.83 ~ 1.55 范围,冠幅的标准差在 0.17 ~ 0.36 范围,枝下高的标准差在 0.09 ~ 0.27 范围,枝叶长的标准差在 2.96 ~ 5.60 范围;树高的变异系数在 14.06% ~ 30.76% 范

围,地径的变异系数在 15.91%~36.55%范围,冠幅的变异系数在 19.42%~44.92%范围,枝下高的变异系数在 15.93%~48.58%范围,枝叶长的变异系数在 16.05%~27.99%范围。

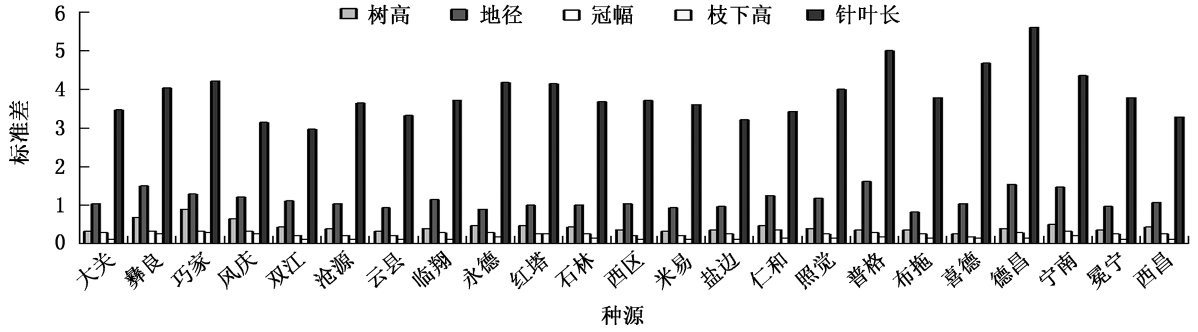


图 6　4 年生云南松不同种源的标准差

Fig. 6　Standard deviation of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

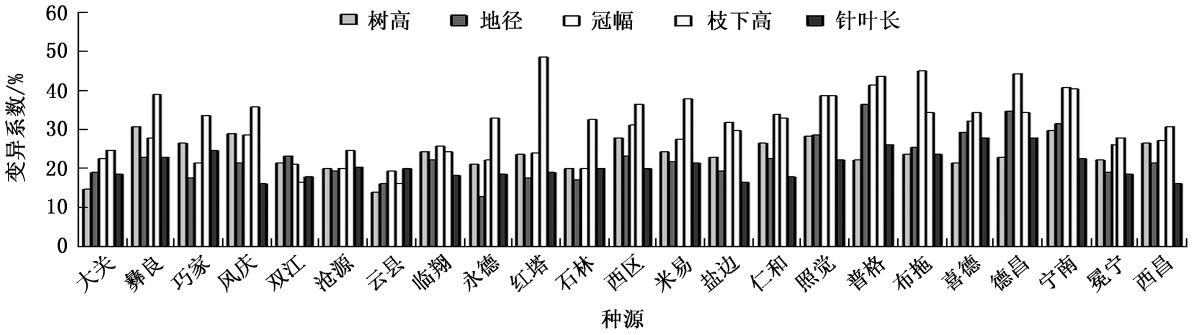


图 7　4 年生云南松不同种源的变异系数

Fig. 7　Coefficient variation of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from different provenances

3.2 云南松生长性状的相关性分析

云南松生长性状的相关系数见表 1 所示。

表 1　云南松生长性状的相关系数

Tab. 1　Correlation coefficient of growth characters of *Pinus yunnanensis*

生长性状	树高	地径	冠幅	枝下高	针叶长
树高	1				
地径	0.7406**	1			
冠幅	0.7714**	0.8217**	1		
枝下高	0.6928**	0.4284**	0.4693**	1	
针叶长	0.0144	0.2885**	0.1321**	−0.1230**	1

注:** 表示相关系数在 p=0.01 下显著,* 表示相关系数在 p=0.05 下显著。

由表 1 可见,除针叶长与其他生长性状间相关的规律性不强外,其余生长性状间均存在着极紧密的正相关,表现出生长性状的一致性。

3.3 云南和四川种源表型性状生长差异比较

4 年生云南和四川种源的生长比较及变异见表 2。

1)云南种源树高、地径、冠幅和枝下高生长量均大于四川种源。11 个云南种源树高区域在 1.69~3.37 m 范围,平均值为 2.18 m;地径区域在 4.84~7.31 cm 范围,平均值为 5.87 cm;冠幅区域在 0.99~1.48 m 范围,平均值为 1.16 m;枝下高区域在 0.43~0.82 m 范围,平均值为 0.58 m。12 个四川种源树高区域在 1.25~1.73 m 范围,平均值为 1.50 m;地径区域在 3.28~5.54 cm 范围,平均值为 4.49 cm;冠幅区域在 0.53~1.06 m 范围,平均值为 0.76 m;枝下高区域在 0.27~0.50 m 范围,平均值为 0.38 m。

2)针叶长在云南种源和四川种源间生长量相差不大。11 个云南种源针叶长区域在 16.55~22.28 cm 范围,平均值为 18.79 cm;12 个四川种源针叶长区域在 16.03~20.42 cm 范围,平均值为 18.70 cm。

3)云南种源的树高、枝下高和针叶长变异大于四川种源。11 个云南种源的树高标准差为 0.43、变异系数为 19.53%,12 个四川种源的树高标准差为 0.18,变异系数为 11.72%;云南种源的枝下高标准差为 0.14 ,变异系数为23.91%,四川种源的枝下高

表 2　4 年生云南和四川种源表型性状生长比较及变异

Tab. 2　Growth comparison and variation of phenotypic characters of 4-year-old *Pinus yunnanensis* from Yunnan and Sichuan provenances

地域	种源	树高 /m	地径 /cm	冠幅 /m	枝下高 /m	针叶长 /cm
云南	大关县	2.11	5.46	1.21	0.45	18.47
	彝良县	2.26	6.50	1.11	0.66	17.68
	巧家县	3.37	7.31	1.48	0.82	17.00
	风庆县	2.22	5.62	1.17	0.72	19.33
	双江县	1.96	4.84	1.04	0.71	16.55
	沧源县	1.94	5.28	0.99	0.47	18.00
	云县	2.26	5.89	1.16	0.70	16.68
	临翔区	1.69	5.15	1.07	0.45	20.36
	永德县	2.15	7.07	1.27	0.50	22.28
	红塔区	1.99	5.64	1.05	0.49	21.84
	石林县	2.06	5.78	1.23	0.43	18.48
	最小值	1.69	4.84	0.99	0.43	16.55
	最大值	3.37	7.31	1.48	0.82	22.28
	平均	2.18	5.87	1.16	0.58	18.79
	标准差	0.43	0.78	0.14	0.14	1.97
	变异系数/%	19.58	13.36	11.84	23.91	10.51
四川	攀枝花东区	1.26	4.44	0.71	0.34	18.70
	米易县	1.26	4.33	0.73	0.27	17.00
	盐边县	1.58	4.95	0.84	0.36	19.50
	仁和区	1.73	5.54	1.06	0.38	19.20
	照觉县	1.39	4.19	0.64	0.33	17.97
	普格县	1.56	4.43	0.67	0.41	19.16
	布拖县	1.46	3.28	0.53	0.42	16.03
	喜德县	1.25	3.48	0.54	0.41	16.69
	德昌县	1.65	4.45	0.66	0.45	20.16
	宁南县	1.73	4.68	0.81	0.50	19.45
	冕宁县	1.58	5.05	0.95	0.33	20.10
	西昌市	1.56	5.04	0.94	0.32	20.42
	最小值	1.25	3.28	0.53	0.27	16.03
	最大值	1.73	5.54	1.06	0.50	20.42
	平均	1.50	4.49	0.76	0.38	18.70
	标准差	0.18	0.64	0.17	0.06	1.46
	变异系数/%	11.72	14.36	22.11	16.78	7.79

标准差为 0.06,变异系数为 16.78%;云南种源的针叶长标准差为 1.97,变异系数为 10.51%,四川种源的针叶长标准差为 1.46,变异系数为 7.79%。

4)云南种源和四川种源在地径上的变异相近,11 个云南种源的地径标准差为 0.78,变异系数为 13.36%,12 个四川种源的地径标准差为 0.64,变异系数为 14.36%。

5)四川种源的冠幅变异大于云南种源的,11 个云南种源的冠幅标准差为 0.14,变异系数为 11.84%,12 个四川种源的冠幅标准差为 0.17,变异系数为 22.11%。

4 小结与讨论

1)不同地理种源云南松在树高、地径、冠幅、枝下高和针叶长度 5 个表型性状上均有较大的生长差异,显示出明显的表型多样性,印证了徐杨等的研究结果——云南松表型性状在群体间和群体内均存在极其丰富的变异[7]。

2)不同地理种源的云南松松针数均为 3 针,表现出云南松的形态特征[1]。

3)云南松个体的生长因遗传基础或环境因素(对有限的光、水、养分等资源的竞争)而产生了分化,生长表现参差不齐[1-3]。本研究 23 个县区的云南松因来源所在地海拔、气候等地理、自然的差异,在玉溪市国营玉白顶林场表现出云南种源的生长明显大于四川种源的,可能是由于不同来源云南松的遗传差异引起。

参考文献:

[1] 金振洲,彭鉴. 云南松[M]. 昆明:云南科技出版社,2004.

[2] 邓喜庆,皇宝林,温庆忠,等. 云南松林自然资源动态研究[J]. 自然资源学报,2014,29(8):1411.

[3] 蔡年辉,许玉兰,王亚楠,等. 基于 SSR 标记的不同优势等级云南松遗传多样性分析[J]. 植物研究,2019,39(1):87-95.

[4] 吴创业,倪静,谷秋芳,等. 苦楝家系生长性状相关分析与单株选育[J]. 林业调查规划,2020,45(2):135-137.

[5] 解坤梅,严毅,赵予溪,等. 4 个油橄榄品种在昆明市海口林场的生长表现[J]. 林业调查规划,2020,45(1):150-152.

[6] 黄瑞复. 云南松的种群遗传与进化[J]. 云南大学学报(自然科学版),1993,15(1):50.

[7] 徐杨,周丽,蔡年辉,等. 云南松不同海拔群体的针叶性状表型多样性研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2016,31(1):109-114.

责任编辑:许易琦
校　　对:邓砚　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 029

中国自然教育现状及发展对策研究

张亚琼[1],黄 燕[1],曹 盼[1],周 晨[2]
(1.湖南农业大学东方科技学院,湖南 长沙 410128; 2.长沙理工大学建筑学院,湖南 长沙 410076)

摘要:通过文献查阅、对比分析、讨论总结等方法,梳理自然教育的兴起和发展,归纳自然教育的内涵、特点及对象;对比国内外自然教育,总结中国自然教育起步晚,发展相对滞后,缺乏立法与规范,实践模式未定型,机构规模小,后备人才资源不足,公众意识淡薄等现状问题。藉此提出相关对策,以探求自然教育在国内的有序推广和稳定发展。

关键词:自然教育;环境保护;自然教育机构;公众意识;人才培养;发展对策

中图分类号:S718. 55;G40 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0158-05

引文格式:张亚琼,黄燕,曹盼,等. 中国自然教育现状及发展对策研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):158-162. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 029

ZHANG Yaqiong,HUANG Yan,CAO Pan,et al. Current Situation and Development Countermeasures of Nature Education in China[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):158-162. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 029

Current Situation and Development Countermeasures of Nature Education in China

ZHANG Yaqiong[1], HUANG Yan[1], CAO Pan[1], ZHOU Chen[2]
(1. Orient Science & Technology College of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
2. College of Architecture, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410076, China)

Abstract: This paper summarized the rise and development, the connotation, characteristics and objects of nature education by literature review, comparative analysis, discussion and summary; compared with nature education at home and abroad, the current situation of nature education in China was late start, relatively backward development, lack of legislation and norms, unformed practice mode, small scale of institutions, insufficient reserve talent resources, and weak public awareness, therefore this paper put forward relevant countermeasures to explore the orderly promotion and stable development of nature education in China.

Key words: nature education; environmental protection; nature education institutions; public awareness; personnel training; development strategy

2012 年,党的十八大首次提出“大力推进生态文明建设”的战略决策。2018 年,第十三届全国人民代表大会提出国务院行使领导和管理经济工作和城乡建设、生态文明建设的职权,生态文明被提升到

收稿日期:2020-10-10.

基金项目:自然教育及场域的现状问题及发展策略研究(19QN45);流域水系视角下的古代城—水关系演变研究(18C0153);自然教育在独立学院风景园林专业感知体验教学实习中的研究与实践(DA2019Z04).

第一作者:张亚琼(1991-),女,湖南益阳人,助教,硕士研究生. 研究方向为风景园林规划设计、自然教育及场域规划设计.

责任作者:周晨(1968-),女,湖南宁乡人,教授,硕士研究生. 研究方向为风景园林规划设计、自然教育社区营建、自然教育场域规划设计.

前所未有的高度。传统应试教育中填鸭式传授模式大大束缚了孩子们自我发现问题、探索世界、追求真理的能力;科技的飞速发展使得大量电子产品涌入人类生活,越来越多的儿童、青年深陷虚拟世界无法自拔,与自然之间的联系出现明显断裂。自然缺失症已经成为 21 世纪人类新型病症。与此同时,以倡导回归自然、体验自然、寻找儿童发展天性为主要内容的自然教育呈现蓬勃发展的趋势。

1 自然教育的兴起与发展

17 世纪捷克教育学家夸美纽斯的《大教学论》中主张,学校应提供花园给孩子们观赏花草树木、享受自然,为后续自然教育思想奠定了基础[1]。1762 年,法国启蒙思想家和教育家卢梭在《爱弥儿》一书中首次提出,自然教育是一种顺应自然天性,依托乡村环境,培养自然人的教育方式[2]。1892 年,现代生态规划设计先驱盖迪在爱丁堡建了一座塔楼以供学生观察、学习自然,开启了自然教育的实践先河[3]。20 世纪以来,随着世界各国环境问题的频发,环境教育得以推广和发展。1926 年,中国大陆第一家自然教育机构注册,自然教育开始萌芽并缓慢发展[4]。2010 年,《林间最后的小孩》一书从儿童成长视角提出自然体验和自然教育是治疗“自然缺失症”的有效方式,推动了自然教育在中国的迅猛发展[5]。2014 年,生态环境部宣传教育中心(原环境保护部宣传教育中心)正式启动“国家自然学校能力建设项目”,并在全国范围内选取 8 处自然教育场所试运行[6]。由于国内自然教育起步较晚,且内容复杂,涉及多门学科、多种领域,目前尚未形成统一认可的概念界定。笔者通过查阅文献,更倾向的定义为:自然教育(Nature Education),是在自然中体验关于自然的事物、现象及过程的认知,目的是认识自然、了解自然、尊重自然,从而形成爱护自然、保护自然的意识形态[3]。

2 自然教育的内涵、特点及对象

2.1 自然教育的内涵

卢梭自然教育的内涵包括 4 个方面[7]:(1)自然教育即儿童天性的自然发展;(2)教育应回归儿童自身,保持儿童的自然状态;(3)教育应遵循自然法则和儿童身心发展规律;(4)自然教育必然是自由教育。

2.2 自然教育的特点

(1)教育场所:教育活动的开展是在户外,强调真实的体验;亲近自然,在自然中获得启发;(2)教育内容:对自然界中的事物、现象及过程的学习、认知,是以自然界中的实物为教学素材;(3)教育目的:认识自然、了解自然,最终达到与自然为友[8]。

2.3 自然教育的对象

卢梭根据人的自然发展进程,在《爱弥儿》中将教育分为婴儿期(0~2 岁)、幼儿期(2~12 岁)、青年期(12~15 岁)、15 岁至成人 4 个阶段,针对各个时期的生理心理特征,提出不同的教育重点内容[9]。1999 年澳大利亚环境教育国际会议指出,环境教育最大的对象是在校学生,而环境教育的终生教育对象则是成人[10]。2015 年,联合国科教文组织社会学习和可持续发展主席阿尔杨·瓦尔斯提出,自然教育是面向全体民众,以青少年为重点对象[11]。随着自然教育的推广和新时代生态文明建设的需要,自然教育的对象已然从儿童扩大到了全体公民。

3 国内自然教育的现状问题

3.1 起步晚,发展相对滞后

19 世纪中叶,美国环境教育萌芽,随着自然学习运动(19 世纪末)、保护教育运动(20 世纪 30 年代)和环境保护运动(20 世纪六七十年代)的相继开展,环境教育得以大力推动和发展,美国环境教育发展至今基本成为全民共识。20 世纪 60 年代,日本开始自然保护教育和公害教育,以解决当时的环境问题,达到保护环境的目的。20 世纪 80 年代,日本环境教育的主体自然学校开始兴起并在全国迅速发展,成为现今推动日本自然教育发展的主力军。对比美国、日本等国家成熟的环境教育现状,中国自然教育最为明显的差异就是起步晚、发展相对滞后。自 2010 年自然教育蓬勃发展以来,国内广泛开展各国成功经验的学习借鉴,自然教育机构也积极推进自然体验的实践项目,但同一时期国内自然教育的理论研究、实践探索和全民推广明显滞后,后续仍存在很大的发展空间。

3.2 缺乏立法与规范,市场不稳定

国际上美国、日本、韩国、菲律宾、巴西等国家出台了专门的环境教育立法。1970 年美国颁布的《美国环境教育法》成为世界上第一部环境教育专门立法,也标志着美国成为最早将环境教育以立法形式推广的国家[12]。日本 2003 年出台《增进环境热情及推进环境教育法》,使之成为环境教育问题第一个觉醒的亚洲国家[13]。菲律宾作为亚洲发展中国家,于 2008 年制定了《菲律宾国家环境意识与环境

教育法》,将可持续发展作为环境教育的终极目标[14]。截至2019年,中国暂未出台全国性专门的环境教育法律法规,仅在相关法律法规及政策文件中有所涉及,台湾、宁夏、天津、厦门、洛阳、广东等地陆续制定了地方环境教育条例。为求得行业的健康发展,营造稳定的市场环境,2018年11月,全国自然教育网络征集并发布了《自然教育自律公约》,这是国内对自然教育行业规范的一次重要探索。由于《自然教育自律公约》不具备强制性,仅依靠自然教育从业者的自我监管和约束,缺乏一定的成效。

3.3 实践模式未定型,结构体系不健全

美国的自然教育实践模式为"学校教学—自然学校—社会"[12]。日本推行"自然学校—社会—社区"的自然体验型环境教育实践模式[15]。澳大利亚多方合作的自然教育实践表现为"可持续学校—社区—家庭"[16]。韩国拥有丰富的森林资源,形成了特殊的"森林体验式"自然教育实践模式[15]。菲律宾的自然教育实践是"国家服务培训计划—学校教育—社区、公民"[20]。中国借鉴其他国家的经验,目前正处于自然教育实践模式的探索之中。国内各地学校开始重视自然教育理念的融入,截至2019年,中国自然教育委员会授牌了20个自然学校(基地),部分自然教育发展较快的区域已形成独具特色的实践模式(如广东海珠湿地自然教育模式[17])。尽管如此,中国自然教育的实践模式仍未完全定型。

3.4 机构规模小,形式单一,后备人才资源不足

美国政府不直接以行政力量干涉环境教育,非营利性组织是美国环境教育活动的组织者和环境利益的保护者[12]。日本非盈利、非政府的环境组织NPO(如日本野鸟之会、世界自然基金日本委员会、日本自然保护协会等)遍布日本各地,发挥推动环境教育、传播环保知识、促进全球环境保护等作用。20世纪末,韩国民间环境教育专业研究机构开始兴盛,内浦生态教育研究所、国际环境教育研究所、自然之友研究所等相继成立。在韩国环境部注册的环境教育活动团队中,非营利民间团体占绝大多数。据2018年度全国自然教育行业发展调研报告显示,目前中国自然教育机构的有效统计共398家(如自然之友、山水自然保护中心、中日公益伙伴等),其数量为历届调研之最,其中工商注册比值占54%。机构面向公众提供的服务主要集中在自然教育体验活动或体验课程、解说展示以及与自然教育相关的旅行规划。尽管中国自然教育机构近年来发展速度很快,但大多数仍存在问题:(1)机构规模小,69%的机构年运营费不超过50万元,拥有全职人员20人以上的机构比例仅为14%。(2)课程内容缺乏系统性,自然体验项目受限于营地的指导老师;活动组织形式相对单一,服务人群主要集中于小学生和亲子家庭。(3)人才资源短缺,40%从业人员工作年限为1~3年,人才不足依然被视为机构发展的最大瓶颈。这一系列问题均制约着自然教育机构的长久发展。

3.5 公众自然教育意识淡薄

国内公众自然教育意识淡薄主要表现在:(1)自然科学、生态伦理等方面知识欠缺。现代都市人普遍缺少接触大自然的机会,对自然知识的掌握少之甚少。(2)应试教育的根深蒂固导致自然教育举步维艰。一方面,灌输式的学校教育大大约束了学生独立思考、探索求真的能力;另一方面,大量课外培训班的挤压,使得学生基本没有亲近自然、自由发展的机会。(3)未完全理解自然教育的真正内涵。自然教育是基于自然、遵循自然、自然而然的教育,最终目标是培养身心健康、自由发展、思想独立的自然人。自然人并不存在职业、地位与阶级的局限,任何公民都可以发展成为这样的自然人。(4)成人自然教育受众面小。目前自然教育开展的对象主要集中在儿童和青少年,民间组织的自然教育机构针对成人开设的课程项目非常有限,仅在专题讲座、亲子自然体验及自然教育师培训等方面有所涉及,使得成人自然教育受众面相对狭小。

4 国内自然教育的发展对策

4.1 大力推进自然教育立法进程,营建稳定的平台和环境

目前国内自然教育的发展受到人才、经费和市场的制约,面临极大挑战。国家法律和制度是保障自然教育推广,稳定市场环境,提供发展平台的重要手段。中国现在虽暂未颁布专门立法,但学术界、行业界及社会公众对于自然教育的规范立法呼声高涨,政府政策文件层出不穷,地方立法也在不断增加,大力推进自然教育立法进程,营建稳定的平台和环境已是人心所向。综观国外领先的自然教育立法,我国自然教育立法可涵盖以下几大方面的内容:(1)设立自然教育相关行政机构。《美国环境教育法(1970年)》在健康、教育和福利部下设立环境教育办公室[18];《巴西国家环境教育法(1999年)》成

立全国性环境教育政策管理机构和顾问委员会[19]。韩国《环境教育振兴法(2008 年)》成立环境部主导的环境教育振兴中心[20]。政府专职的自然教育行政机构职责明确、管理规范。(2)制定自然教育全民实施计划。美国“环境教育和培训计划”、韩国“环境教育综合计划”、菲律宾“国家服务培训计划”等对自然教育的内容及实施提出相关规定,推动了全民自然教育的开展。(3)稳定自然教育的资金投入。一方面,明确对自然教育的财政投入和税制支持;另一方面,开辟广泛的资金渠道,接纳社会慈善基金、私人或公益捐赠等民间资金。(4)建立自然教育奖励、激励、补助机制。对参加自然教育的团体或家庭实行奖励和激励,针对特殊人群开展补助教育,以实现社会公众自然教育的广泛开展。

4.2 政府引导,社会、学校、家庭等多方渗透

结合中国国情,提倡形成以政府为引导,社会、学校、家庭等多方渗透的自然教育实践模式。2019 年 4 月,国家林草局发文要求充分发挥各类自然保护地社会功能,大力开展自然教育工作。这项政策的发布表明政府开始重视对自然教育的引导,相关政府机关及事业单位应积极响应和配合,确保有效执行。社会层面可借助报刊、杂志、电视、公众号等大众传媒加大自然教育宣传力度,提高公众的关注度,普及自然教育知识。重视企业、NGO、社区对自然教育的推动,履行社会责任和义务,保障公众环境利益与自然教育权利。学校需深化教学改革,校内进行理论普及、校外开展自然体验。当前中国自然教育委员会授牌了 20 个自然学校[21],应致力于扩大基于在地资源的自然学校分布,形成区域乃至全国范围的自然教育基地网络。在家庭层面上,加强家长对自然教育的认知,转变传统分数至上的家庭教育观念,让孩子在自然中释放天性,自由成长和发展。

4.3 发挥自然教育机构“小而广”的特点,扶持自然教育的在地探索和实践

国内自然教育活动项目的开展主要依靠民间的自然教育机构,这些自然教育机构规模小,但分布广。据 2018 年全国自然教育行业调查报告显示,除西藏、甘肃外,全国其他省份均有分布。自然教育机构积累了丰富的在地资源探索和自然体验实践的经验:(1)在自然保护区、林地、湿地、公园、博物馆等场所广泛开展自然教育,设计主题性系列课程,积极投身于自然教育一线课堂。(2)与社会公益基金如阿里巴巴公益基金、阿拉善公益基金会、北京巧女基金会等建立资助与合作。(3)对市场开拓、运营管理、教材编制、反馈评价、案例整理等方面开展行业前沿研究。分布广泛的自然教育机构成为国内全面推广自然教育的有效载体,充分发挥了自然教育机构“小而广”的特点。政府、企业及其他相关组织应加强对自然教育机构的制度、资金、人才、服务等方面的扶助和支持,保障自然教育机构的健康发展。

4.4 多学科交融,扩展自然教育研究的深度与广度

自然教育涉及教育学、生态学、哲学、法学、风景园林学等多门学科,范畴极广、综合性极强。目前国内对自然教育的文献研究主要集中在《爱弥儿》思想解读、自然教育概念探讨、自然教育立法研究、各国自然教育发展历程整理、国外自然教育经验借鉴等方面;对自然教育的场域规划设计、项目推广、机构运营、课程开发等方面的梳理相对不足,自然教育仍存在广阔的研究前景。科学思想的进步对人的意识形态、价值取向及行为规范起到积极的影响。建议在推行自然教育实践项目的同时,注重自然教育相关科学理论的研究,多学科交融渗透,扩展自然教育研究的深度和广度,为了解和掌握自然教育发展基本规律,及时调整可持续发展方向,逐步形成符合中国国情的自然教育实践模式提供坚实的科学后盾。

4.5 加强自然教育人才培养,搭建国内外自然教育交流平台

(1)各大高校环境保护、资源环境、生态学、风景园林、旅游管理等相关专业可开设自然教育系列课程,为社会输送自然教育专业人才。(2)支持并深化自然教育机构面向社会从业者开设人才培养项目,如上海小路自然教育中心的“紫米计划”和盖娅自然学校的“自然体验师”培训体系。(3)建议实行自然教育指导师进阶式资格认证制度,针对不同阶段完成相应的学习考核,确保专业人才的质量。

美国设立自然起始同盟、孩子与自然网络及各地区性的环境教育、自然学习联盟。韩国建立起全国性环境教育网络(KEEN)和地区性环境教育网络。日本成立全国性环境教育论坛(JEEF)和区域性环境教育会议,构成大型的自然教育网络。中国国内自然教育网络已初具规模,2013 年全国自然教育网络(原名全国自然教育论坛)成立,是国内进行自然教育交流、共建行业协调和后备人才培养的重要平台。韩中日定期召开“三国环境部长会议”、“环境教育网络会议”、“环境教育交流会”,推动了东亚地区国际自然教育网络交流。加强自然教育人

才培养,搭建国内外自然教育交流平台,是积极应对中国自然教育走出国门、走出东亚、走向世界的重要之举。

5 结语

自然教育是一个动态变化的开放性概念,自卢梭的“爱弥儿”思想延续发展至今,赋予了新的时代意义。目前中国自然教育发展尚不成熟,存在诸如专门立法缺失、专业人才不足、公众意识淡薄等问题。基于现状的不足,面对广阔的发展前景,深化自然教育相关探索、研究、实践,攻坚克难,开拓创新,推进我国自然教育的稳定成型,将成为一项长期而艰巨的时代使命。

参考文献:

[1] 夸美纽斯. 大学论·教学法解析[M]. 任钟印,译. 北京:人民教育出版社,2006.
[2] 卢梭. 爱弥儿[M]. 李平沤,译. 北京:商务印书馆,1978.
[3] PALMER J A. Environmental Education in the 21st Century [M]. New York:Routledge,2003.
[4] 严格,李珂. 自然教育的概念探讨[J]. 旅游纵览(下半月),2018(5):194.
[5] 理查德·洛夫. 林间最后的小孩[M]. 长沙:湖南科技出版社,2010.
[6] 金玉婷,祝真旭. 国家自然学校能力建设项目:自然教育的实践与探索[J]. 世界环境,2016(3):62-63.
[7] 刘黎明. 论西方自然主义教育家对教育科学发展的历史贡献[J]. 贵州大学学报(社会科学版),2014,32(5):133-142.
[8] 闫淑君,曹辉. 城市公园的自然教育功能及其实现途径[J]. 中国园林,2018,34(5):48-51.
[9] 任敏,冯文全. 卢梭自然教育思想解读[J]. 内蒙古师范大学学报(教育科学版),2006(2):12-14.
[10] 张学广. 国际环境教育与可持续未来——澳大利亚环境教育国际会议综述[J]. 比较教育研究,2000(2):27-30.
[11] 姜诚. 自然教育也是公众参与教育——访联合国教科文组织社会学习和可持续发展主席阿尔杨·瓦尔斯[J]. 环境教育,2015(12):80-81.
[12] 崔凤,藏辉艳. 美国环境教育及其对我国的启示[J]. 华东理工大学学报(社会科学版),2009,24(2):93-98.
[13] 赵培吉. 环境教育立法的国际比较与借鉴[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2014,27(1):48,133.
[14] 王民,王元楣,蔚东英,等. 菲律宾环境教育及《菲律宾国家环境意识与环境教育法》分析[J]. 环境教育,2009(8):7-9.
[15] 李鑫,虞依娜. 国内外自然教育实践研究[J]. 林业经济,2017,39(11):12-18,23.
[16] 祝怀新,李玉静. 可持续学校:澳大利亚环境教育的新发展[J]. 外国教育研究,2006(2):65-69.
[17] 范存祥,钟文,蔡莹. 广东海珠湿地自然教育模式解读[J]. 湿地科学与管理,2017,13(4):24-26.
[18] 王民,王元楣,李寒. 美国国家环境教育法的发展历程与动向[J]. 环境教育,2009(5):21-23.
[19] 王民.《巴西国家环境教育法》解读[J]. 环境教育,2009(6):15-21.
[20] 王民,王元楣,陈亚娇. 韩国环境教育振兴法解析[J]. 环境教育,2009(9):5-8.
[21] 果叮咚,尹萍,王俪玢. 中国林学会联手 300 家机构共筑自然教育实践平台[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2019,13(2):115.

责任编辑:刘平书
校　　对:邓　砚　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 030

江西省林农退“商品林”还“公益林”意愿的影响因素实证研究

陈文娟,吴家欣,廖 冰
(江西农业大学经济管理学院,江西 南昌 330045)

摘要:以江西省 17 县 753 户林农为例,首先通过二元 Logistics 模型实证林农退“商品林”还“公益林”意愿的关键影响因素,再构建 ISM 模型分析各影响因素之间的层级结构关系。结果表明,政策接触能力、政策落实情况、补偿的标准、政策了解程度、补偿标准了解程度、补偿标准满意程度对林农退“商品林”还“公益林”意愿具有显著正向影响;而林地经营规模、经营资金畅通性对其具有显著负向影响。在显著影响因素中,林地经营规模是表层直接因素;补偿标准满意度、政策了解程度、补偿标准了解程度、经营资金畅通性是中层间接因素;政策接触能力、政策落实情况、补偿的标准是深层根源因素。基于三个层次分别提出了促进林农退“商品林”还“公益林”的对策建议。

关键词:林农;商品林;公益林;集体林经营模式;退“商”还“公”意愿;江西省

中图分类号:S759. 1;S759. 2　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0163-08

引文格式:陈文娟,吴家欣,廖 冰. 江西省林农退“商品林”还“公益林”意愿的影响因素实证研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):163-170. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 030

CHENG Wenjuan, WU Jiaxin, LIAO Bing. Empirical Research on Influence Factors of Forestry Farmers′ Willingness for Returning “Commercial Forest” to “Public Welfare Forest” in Jiangxi[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(4): 163-170. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 030

Empirical Research on Influence Factors of Forestry Farmers′ Willingness for Returning “Commercial Forest” to “Public Welfare Forest” in Jiangxi

CHENG Wenjuan, WU Jiaxin, LIAO Bing
(College of Economics and Management, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Based on 753 forestry farmers data of 17 counties in Jiangxi Province, binary Logistics regression was built to reveal the key factors affecting the willingness of forestry farmers for returning “commercial forest” to “public welfare forest”, and then ISM model was constructed to analyze the hierarchy correlation among all the influence factors. The result showed that policy contact ability, policy implementa-

收稿日期:2020-11-12.

基金项目:国家自然科学基金面上项目“生态公益林补偿政策实施绩效与政策优化路径研究——基于林农视角”(71563016);江西省人文社科研究基地项目“林农参与林下经营行为与驱动政策研究——以江西省为例”(JD18072);国家林业和草原局经济发展研究中心“江西省集体林权制度改革监测”项目;江西农业大学 2021 年大学生创新创业训练计划项目“面向人才振兴的“乡村振兴实验班”学生培养模式创新与实践研究”(S202110410078).

第一作者:陈文娟(2000-),女,江西丰城人,本科生. 从事市场营销方向研究工作. Email:1029873458@ qq. com

责任作者:廖冰(1989-),男,江西高安人,博士,讲师. 从事林业经济理论与政策研究工作. Email:liaobing1002@ 126. com

tion, compensation standard, policy understanding, compensation standard understanding and compensation standard satisfaction hadthe significant positive impact while the scale of forest land management and the smoothness of management funds hadthe significant negative impact on the willingness of forestry farmers for returning "commercial forest" to "public welfare forest". The scale of forest land management was the direct factor of the surface layer; the compensation standard satisfaction, policy understanding, compensation standard understanding and smoothness of management funds were the indirect factors of the middle level; the policy contact ability, policy implementation and compensation standard were the root factors of the deep level. Based on the three levels, this paper put forward countermeasures to promote forestry farmers for returning "commercial forest" to "public welfare forest".

Key words: forestry farmers; commercial forests; public welfare forest; collective forest management model; willingness to return "commercial forest" to "public welfare forest"; Jiangxi Province

1 研究背景

林地经营是生态文明建设的重要内容,林农经营模式的选择对林地的发展有着重要的意义。一直以来,习近平总书记不断强调,绿水青山就是金山银山,这充分说明保护生态环境、建设生态文明的重要性。而保护生态环境、建设生态文明,国家也出台了生态补偿"一揽子"政策,对生态公益林进行合理划定,禁止林农砍伐公益林,并根据生态补偿标准发放公益林补偿资金。

江西既是南方重点集体林区,又是南方重要的生态安全屏障,还是国家生态文明试验区建设的"典型样板",森林资源丰富,禀赋能力较强,生态优势明显,森林覆盖率稳居全国第二。作为林业和生态的大省,江西率先实施生态公益林补偿政策。截至 2018 年底,江西省的生态公益林补偿金额已上涨到 307.5 元/hm^2。不断提高的补偿金额在一定程度上通过转移支付可以有效弥补林农经营林地的机会成本,大大降低了林业性经营的资金风险和压力。

自 2003 年以来,我国开始了新一轮的集体林权改革,彻底改变了原先的管理模式,首次将决策权下放给农民,让林农自主选择经营林地的方式。在此模式下,如何维持现有的生态公益林面积变得尤为重要。生态公益林具有独特的经济外部性,生态公益林补偿政策的实质是在私人收益和社会收益之间取得平衡。林农是农户的特殊群体,以经营林业为主体,也是保护生态公益林的行为个体,但林农也是理性的"经济人",追求自身生产经营利润最大化,林农所经营的生态公益林限制了林农将公益林"变现",进而影响其经济收入。在这一现实矛盾下,如何让林农在享有生态公益林带来的生态效益和社会效益的同时,弥补其经济效益损失,从而实现激励林农退"商品林"还"公益林"(以下简称:退"商"还"公")的政策目的,值得研究。这对建立健全生态补偿政策以建设生态文明也具有重要价值。

不同地区因土地的资源禀赋、土地租赁市场的情况、非农就业的机会、人口增长的快慢等因素之间的差别,每个地区都有适合该地区林业发展的林业经营模式。目前,国内外诸多学者进行了相关研究,并且取得了丰硕的研究成果,归纳起来,主要集中于以下几方面。一是围绕政策本身及其实施相关问题的评估[1-2]。刘滨(2017)通过梳理国内专家学者的相关文献发现,关于生态公益林补偿的研究主要集中于相关补偿对象、补偿标准和补偿原则等,分析评价体系及补偿绩效的影响因素,提出了解决相关问题的许多思路[2]。Yu(2016)曾提出要充分利用市场调节的作用,以林农的需求额度为标准来权衡补偿金额,使生态补偿机制更高效化。二是对经营模式的影响因素做了相关的研究[3]。俞剑(2017)运用多元线性回归方法分析得出,农户获得各类补贴总金额、家中是否存在林权纠纷、是否参加联户经营、家庭林地总面积、生态公益林占家庭总林地的比例、农户留守家庭劳动力数量、家庭可用于林业投人的总资金、林地块数等 8 个因素在 0.05% 显著性水平上对样本农户的家庭林业经营支出具有显著的影响[4]。李寒滇(2018)采用 DEA-BCC 模型和效率累计频率图对经营模式的效率进行计算并分析,得出生产要素配置不合理是造成福建省家庭林业经营效率偏低的主因[5]。谢芳婷(2018)运用可持续生计框架理论,采用多元 Logistic 回归模型分析集体林区区位因素和林地禀赋对农户选择林业经营模式的影响机制。研究发现,乡村通达度、村经济水平、人口集聚度、林地细碎化等因素对农户选择经营方式

具有正向影响[6]。此外，德国学者围绕其本国土地的具体实际，提出了土地集约化经营的假设。日本研究学者则将研究重点放在衡量农地经营模型的构建上，他们采用生产函数模型和经济学中的边际分析方法构建了衡量经营规模大小的各类评级指标[7]。

分析以上文献不难发现，目前已有文献从微观林农视角来研究林农退“商”为“公”的研究仍然相对较少，关注不够。但是林农作为保护生态公益林的决策个体，同时也是政策的接受者，林农的支持对生态公益林建设来说至关重要。因此，本文从林农视角出发，以江西省 17 县 753 个微观林农样本为依据，首先通过 Logistics 回归模型实证来探讨林农退“商”还“公”意愿的影响因素，从而分析其是否积极参与生态公益林建设，或者说从这种行为来评价生态公益林补贴政策的实施绩效，这既是林农的行为过程，又是评价生态公益林补偿政策的路径之一。其次，通过构建 ISM 模型研究各影响因素之间的关联和层次结构。

2 理论、方法与数据

2.1 理论框架

计划行为理论认为行为，意愿由主体的行为态度等内在因素、主观规范等外在因素及感知控制等机会因素共同控制（Ajzen I，1988；1991）。KAP 理论（Knowledge、Attitude、Practice）也称知信行理论，是把人们的行为分为获取知识、转变态度和形成正确行为的模式，是从传递知识到改变不良行为的一个过程。其关键要求是信念的确立与态度的转变，为达到改变行为的目的，必须以认知为基础，以信念、态度为动力[7-8]。鉴于此，林农退“商”还“公”意愿受到诸多因素影响，如图 1 所示。

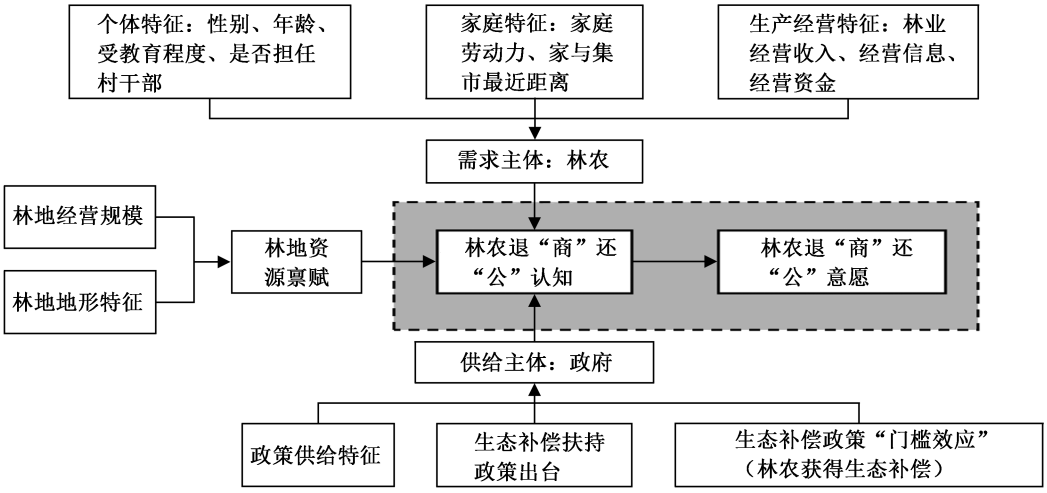


图 1　整体理论框架：林农退“商”还“公”意愿及其影响因素的逻辑思路

Fig. 1　Overall theoretical framework: the logical thinking of willingness of forestry farmers for returning “commercial forest” to “public welfare forest”

从图 1 可知，根据计划行为理论、知-信-行理论，个人特征、家庭特征会对林农退“商”还“公”认知产生影响，进而影响林农退“商”还“公”的意愿。资源禀赋特征不同，对林农产生的经济效益也就不同。林农是一个理性的“经济人”，当面临不同的经济效益时会对退“商”还“公”意愿产生影响，进而对退“商”还“公”行为产生影响。根据计划行为理论，态度、主观规范、知觉行为控制会对意愿产生影响，意愿又会对行为产生影响。因此，林农退“商”还“公”的认知，包括需求方的认知和供给方的认知均会影响退“商”还“公”的意愿，进而影响林农退“商”还“公”的行为。综上所述，本文所构建的研究分析框架具备一定的学理性特征。

2.2 模型构建

2.2.1 Logistics 模型

本文中，林农退“商”还“公”意愿是一个二元离散选择变量（愿意和不愿意），因此，采用二元 Logistics 模型来做实证研究。为准确了解上述不同因素对林农退“商”还“公”的意愿影响，设定被解释变量 Y 为林农退“商”还“公”的意愿，$Y_i = 1$ 表示林农愿

意将商品林退还为公益林，$Y_i=0$ 表示林农不愿意将商品林退还为公益林，以此构建的二元 Logistic 模型公式如(1)所示。

$$\ln\frac{P_i}{1-P_i}=C+\sum_{i=1}^{14}\beta_i\times X_i+\varepsilon_i \quad (1)$$

式(1)中，P_i 表示在给定 X_i 的情况下，林农退“商”还“公”意愿的概率，$\frac{P_i}{1-P_i}$ 为林农退“商”还“公”意愿的机会变动，自变量变动 1 个单位，农户得到林农退“商”还“公”意愿的机会变动比率为 $\frac{P_i}{1-P_i}$，C 为常数项；X_i 代表影响林农退“商”还“公”意愿的诸多解释变量；i 为解释变量个数，$i=1,2,\cdots,n$。βi 为第 i 个影响因素的回归系数；ε_i 为随机误差项。

2.2.2 ISM 模型

为了进一步研究林农退“商”还“公”意愿的影响因素之间的结构层次及相互作用关系，找出影响林农退“商”为“公”意愿的表层直接因素、中间间接因素、深层根源因素，本文采用解释结构模型法(ISM)加以分析，并运用 Matlab 软件求解。ISM 是现代系统工程中结构模型化的一种技术解析方式，核心思想是通过对问题要素的提取，构建有向图形并构建邻接矩阵和可达矩阵，最终建设成一个多级递阶的结构模型。本文用 $S_i(i=1,2,\cdots,k)$ 表示影响林农退“商”还“公”意愿的 k 个显著性影响因素。因素之间逻辑关系是指两因素是否存在关系：相互影响或者互为前提等。根据因素间逻辑关系构建邻接矩阵，基本公式如(2)所示。

$$a_{ij}=\begin{cases}1 s_i \text{ 对 } s_j \text{ 有直接影响关系}\\ 0 s_i \text{ 对 } s_j \text{ 无直接影响关系}\end{cases}$$
$$i=0,1,\cdots,k;j=0,1,\cdots,k \quad (2)$$

邻接矩阵 A 由 a_{ij} 构成。可达矩阵 P 由(3)式计算得到：

$$P=(A+I)^{\lambda+1}=(A+I)^{\lambda}\neq(A+I)^{\lambda-1}\neq\cdots\neq(A+I)^2\neq(A+I) \quad (3)$$

(3)式中，I 是单位矩阵，$2\leqslant\lambda\leqslant k$，运用布尔运算法则。最高层的因素通过(4)式确定。

$$L_i=\{S_i\mid P(S_i)\cap Q(S_i)=P(S_i);\ i=0,1,\cdots,k\} \quad (4)$$

(4)式中，$P(S_i)$ 为可达集，是指可达矩阵 P 中因素 S_i 能到达的所有因素的集合。$Q(S_i)$ 为先行集，是指能到达因素 S_i 的所有因素的集合，即：

$$P(S_i)=\{S_i\mid m_{ij}=1\},Q(S_i)=\{S_i\mid m_{ji}=1\} \quad (5)$$

(5)式中，m_{ij} 和 m_{ji} 指可达矩阵 P 的因素。其他层因素的确定：删除 L_1 所在的行与列，得到新可达矩阵 P_1，对新可达矩阵 P_1 根据(4)和(5)式运算，确定第二层 L_2 的因素。按这种方法，求出所有层次的因素。最后，将每层因素用有向边连接起来，得到所有影响因素的层次结构。

2.3 变量选取

根据上述理论框架以及计划行为理论、KAP 理论，本文拟选取个人特征、生产经营状况、政策特征、政策认知 4 类共 14 个解释变量。

1)个人特征

个人的资质禀赋比较优势及条件限制会影响其行为决策，从而形成行为控制。在退“商”为“公”的意愿决策上，林农通过优势和阻碍相结合来做出判断。能力优势包括文化程度高等，外因阻碍包括政策信息获取困难等。选取文化程度、技术情况、政策接触能力和信息获取能力 4 个变量。

2)生产经营状况

生产经营状况在一定程度上影响管理者的经营决策，从而做出相应的行为控制。而生产经营状况主要从经营收入、经营资金畅通性、产品销售畅销性和经营规模来体现[9]。因此，选取林业经营收入、经营资金畅通性、产品销售畅销性和林地经营规模 4 个变量。

3)政策特征

个体行为意愿受到主观规范的影响，而林农的主观规范取决于政策是否落实到位、补偿的标准是否合理。政策落实越到位，补偿的标准越合理，生态公益林补偿政策越符合林农的主观规范，倾向于退“商”还“公”[10]。因此，选取政策落实情况和补偿的标准 2 个变量。

4)政策认知

林农对退“商”还“公”的态度影响其退“商”还“公”的意愿，而林农对退“商”还“公”的态度又取决于林农对政策的了解程度、补偿标准的了解程度、政策的满意程度、补偿标准的满意程度等因素[11]。选择政策了解程度、补偿标准了解程度、政策满意度、补偿标准满意度 4 个变量。

2.4 数据收集

江西省是生态公益林补偿政策的早期试点省份之一，拥有森林自然禀赋优势。本次实地调研，根据地理位置优势和公益林资源优势，选取江西 17 个县为调查区域，共发放 754 份调查问卷，收回 754 份，回收率 100%；有效问卷 753 份，问卷有效率为

99.8%，分别是信丰县 47 份、崇义县 40 份、于都县 44 份、兴国县 30 份、遂川县 50 份、永丰县 61 份、乐安县 50 份、黎川县 44 份、金溪县 49 份、铅山县 50 份、宜丰县 50 份、铜鼓县 57 份、新建县 31 份、玉山县 18 份、德兴县 32 份、都昌县 53 份、武宁县 47 份。在所有调查对象中，大多数为男性，且年龄较大，41~50 岁年龄段的调查对象占据了 46%。样本对象的文化水平多为初中，占比 45%，职业主要以务农为主，只有较少数人担任了村干部，占比 28%。大部分样本对象家庭林地总面积在 667~13 334 m^2，大多数农户没有接受过林业培训。在经营模式上，以单户经营为主。数据收集后，需要对数据进行缺失值和无量纲标准化处理，处理方式具体见文献[12]，处理后的数据描述性统计分析见表 1。

表 1　变量名称及其释义说明

Tab. 1　Variables and corresponding definitions

变量类别	变量名称	变量赋值	最小值	最大值	平均值	标准差
因变量	Y：退“商”还“公”	否=0；是=1	0.00	1.00	0.20	0.40
自变量：个体特征	X_1：文化程度	小学及以下=1；初中=2；中专=3；大专以上=4	1.00	4.00	2.00	0.87
	X_2：技术情况	否=0；是=1	0.00	1.00	0.06	0.24
	X_3：政策接触能力	否=0；是=1	0.00	1.00	0.50	0.50
	X_4：信息获取能力	否=0；是=1	0.00	1.00	0.99	0.09
自变量：生产经营	X_5：林业经营收入	1 万元左右=1；2~6 万元=2；6~10 万元=3；10~15 万元=4；15 万元以上=5	1.00	5.00	1.10	0.44
	X_6：经营资金畅通性	不畅通=1；一般=2；畅通=3	1.00	3.00	2.07	0.31
	X_7：产品销售畅销性	不畅通=1；一般=2；畅通=3	1.00	3.00	2.03	0.34
	X_8：林地经营规模	<667 m^2=1；667~13334 m^2=2；13335~33335 m^2=3；33336~66670 m^2=4；>66670 m^2=5	1.00	5.00	3.96	1.74
自变量：政策特征	X_9：政策落实情况	没有=0；有=1	0.00	1.00	0.04	0.20
	X_{10}：补偿的标准	实际公益林面积=1；林地总面积=2；林地类型=3；家庭人口数量=4；投入成本=5	1.00	5.00	1.88	0.87
自变量：政策认知	X_{11}：政策了解度	非常不了解=1；不了解=2；了解=3；非常了解=4	1.00	4.00	1.96	0.42
	X_{12}：补偿标准了解度	非常不了解=1；不了解=2；了解=3；非常了解=4	1.00	4.00	1.44	0.67
	X_{13}：政策满意度	非常不满意=1；不满意=2；一般=3；满意=4；非常满意=5	1.00	5.00	3.70	1.21
	X_{14}：补偿标准满意度	非常不满意=1；不满意=2；一般=3；满意=4；非常满意=5	1.00	5.00	3.20	0.53

3 结果与分析

3.1 二元 Logistics 回归结果

将处理后的数据代入 SPSS 20.0 软件中进行实证运行，输出模型结果，可知模型 R-square 为 0.876，Adjusted R-square 值为 0.832，修正 R-square 要小于拟合优度 R-square，表明模型拟合较好，通过了显著性检验，符合预期假设。然后，采用逐步回归方式，将不显著变量逐步剔除，最后得到 8 个具有统计显著性的影响因素，结果见表 2。

从表 2 可知，影响林农退“商”还“公”意愿的显著性因素有 8 个，分别为政策接触能力、经营资金畅通性、林地经营规模、政策落实情况、补偿的标准、政策了解程度、补偿标准了解程度、补偿标准满意程度。

1）在个体特征方面，农户的政策接触能力变量对退“商”还“公”行为具有显著的正向影响。林农对政策的接触能力越强，就更加了解国家出台的相关政策，清楚生态公益林补偿政策带来的好处，就越倾向于退“商”还“公”。

2）在生产经营状况方面，经营资金畅通性和经营规模变量对林农退“商”还“公”行为具有显著的负向影响。农户的经营资金越畅通，在商品林经营中不存在资金困难，就更倾向于持续现有的经营模式，退“商”还“公”的意愿越弱；林地经营规模越大，产生的规模经济效应能有效地整合资金、土地、技术、劳动力等生产要素，降低了生产成本和提高了产品议价能力，拥有可观的林产业收入，退“商”还“公”的意愿越弱。

表 2　二元 Logistics 模型回归分析结果

Tab. 2　Regression analysis results of binary Logistics model

自变量(即影响因素)	*Coef.*	*Wald.*	*Sig.*
X_1:文化程度	−0.660	0.380	0.538
X_2:技术情况	−0.299	0.583	0.455
X_3:政策接触能力	1.263***	29.307	0.000
X_4:信息获取能力	0.044	0.293	0.588
X_5:林业经营收入	0.121	0.657	0.417
X_6:经营资金畅通性	−1.415***	12.221	0.000
X_7:产品销售畅销性	−0.484	2.378	0.123
X_8:林地经营规模	−0.179***	8.039	0.005
X_9:政策落实情况	0.937**	4.735	0.030
X_{10}:补偿的标准	0.408***	21.730	0.000
X_{11}:政策了解度	0.700***	7.680	0.006
X_{12}:补偿标准了解度	0.975***	38.863	0.000
X_{13}:政策满意度	−0.219	0.422	0.516
X_{14}:补偿标准满意度	0.503**	6.401	0.011
常量 C	−2.927	6.684	0.010
R-square	0.876	Adjusted R-square	0.832

注:***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的水平上通过显著性检验。

3)在政策特征方面,政策落实情况和补偿的标准变量对林农退“商”还“公”行为具有显著的正向影响。政策落实情况越好,补偿的标准越合理,更能切实解决保护生态公益林与林农的生产生活行为之间存在的现实矛盾,从而使林农在获得经济收益的同时也能保护环境,退“商”还“公”的意愿就会提高。

4)在政策认知程度方面,政策了解程度、补偿标准了解程度和补偿标准满意程度变量对林农退“商”还“公”行为具有显著的正向影响。林农对政策及补偿标准越了解,对补偿标准越满意,越能说明补偿机制能够满足林农的家庭经济收入需求,获得林农认可,使其倾向于退“商”还“公”。

3.2 影响因素层次关系的 ISM 结果

用 S_1、S_2、S_3、S_4、S_5、S_6、S_7、S_8 分别表示政策接触能力、经营资金畅通性、林地经营规模、政策落实情况、补偿标准、政策了解程度、补偿标准了解程度、补偿标准满意程度。在分析讨论并咨询有关专家的基础上,得到 8 个因素之间的逻辑关系,根据逻辑关系和公式(5)建立邻接矩阵 A,如公式(6)所示。根据邻接矩阵 A,运用 Matlab 软件求得可达矩阵 M,如公式(7)所示。

$$A = \begin{array}{c|ccccccccc|} & s_0 & s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 \\ s_0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s_1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ s_2 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s_3 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ s_4 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ s_5 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ s_6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ s_7 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ s_8 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \tag{6}$$

$$M = \begin{array}{c|ccccccccc|} & s_0 & s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 \\ s_0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s_1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ s_2 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ s_3 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s_4 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ s_5 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ s_6 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ s_7 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ s_8 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \tag{7}$$

通过可达矩阵 M 对林农退“商”还“公”意愿的影响因素进行层次划分,确定第一层因素,$L_1 = \{S_0\}$。确定第一层因素后,删除第一层因素(S_0)的行和列,得到 M_1,对 M_1 按公式(4)和公式(5)进行运算,得到第二层因素,$L_2 = \{S_3\}$。确定第二层因素后,删除第二层因素(S_3)的行和列,得到 M_2,对 M_2 按公式(4)和公式(5)进行运算,得到第三层因素,$L_3 = \{S_8\}$。确定第三层因素后,删除第三层因素(S_8)的行和列,得到 M_3,对 M_3 按公式(4)和(5)进行运算,得到第四层因素,$L_4 = \{S_6、S_7\}$。确定第四层因素后,删除第四层因素(S_6、S_7)的行和列,得到 M_4。对 M_4 按公式(4)和(5)进行运算,得到第五层因素,$L_5 = \{S_2\}$。确定第五层因素后,删除第五层因素(S_2)的行和列,得到 M_5。对 M_5 按公式(4)和(5)进行运算,得到第六层因素,$L_6 = \{S_1、S_4、S_5\}$。

将 L_1、L_2、L_3、L_4、L_5、L_6 进行重新排序和各影响因素间的逻辑关系,将各个因素用有向线段连接起来,最终得到林农退“商”还“公”意愿的影响因素间的关联层次,如图 2 所示。

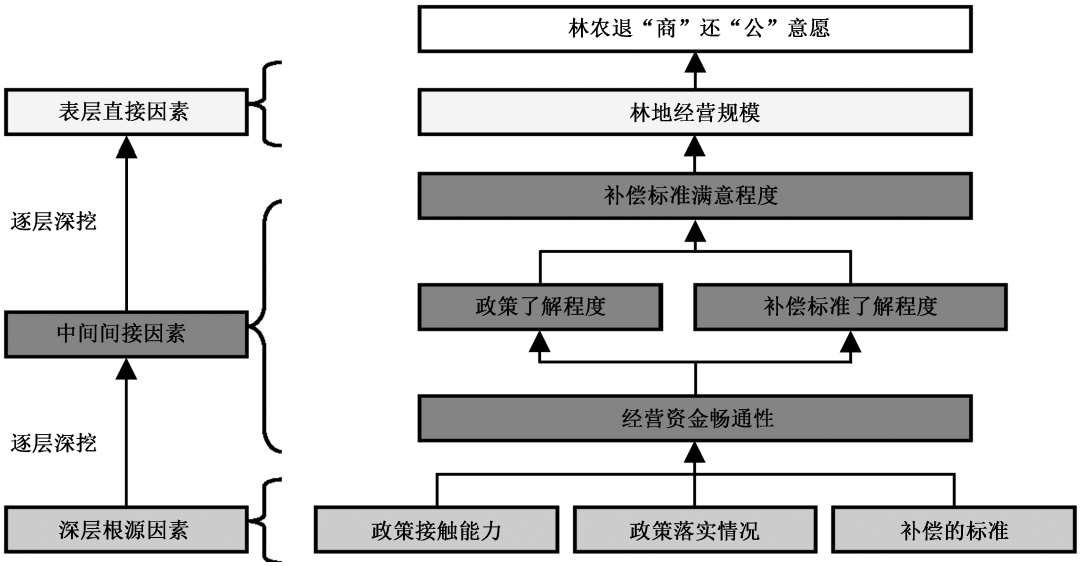


图 2　影响因素间的关联层次结构

Fig. 2　Correlation hierarchy among influence factors

从图 2 可知，林农退“商”还“公”意愿的影响因素可划分为 3 个层次：

1）深层根源因素。政策接触能力、政策落实情况、补偿标准是显著影响林农是否愿意退“商”还“公”的深层根源因素。这些因素均与补偿政策的落实直接相关。林农对政策的接触、了解情况对林农的生产经营行为有较大的影响。政策的贯通落实、补偿的标准直接决定补偿资金能否到达林农手中，进一步决定了林农生产经营资金的畅通性是否得到保障。

2）中层间接因素。补偿标准满意度、政策了解程度、补偿标准了解程度、经营资金畅通性是显著影响林农是否愿意退“商”还“公”的中层间接因素。经营资金的畅通性是林农进行经营模式决策的一个重要因素。假若政策帮助林农构建了既能经营盈利又对环境有益的经营模式，会促进林农深入了解政策的内容及补偿机制，并积极响应。在此种经营模式下，林农的收益如何将直接影响其对补偿机制的满意度。

3）表层直接因素。林地经营规模是显著影响林农是否愿意退“商”还“公”的表层直接因素。林农对补偿标准的满意程度直接影响了其行为决策。林农对补偿标准的满意度越高，加上林地经营规模小，林农生产成本难以降低，经济效益并不明显，其响应政策的行为意愿也会更强烈。随着林农的经营模式逐渐统一，解决了单户经营土地零散、利益分配不合理等问题。但林地的经营规模达到一定程度时，规模经济效益逐步凸显，能有效地整合资金、土地、技术、劳动力等生产要素，降低生产成本和提高产品议价能力。林农拥有了更可观的林产业收入，会导致其退“商”还“公”的意愿减弱。

4 结论与建议

4.1 结论

1）通过 Logistics 回归结果表明，政策接触能力、政策落实情况、补偿的标准、政策了解程度、补偿标准了解程度、补偿标准满意程度对林农退“商”还“公”意愿有显著正向影响；林地经营规模、经营资金畅通性对其具有显著负向影响。

2）通过 ISM 解释结构模型分析表明，林地经营规模是表层直接影响因素，补偿标准满意度、政策了解程度、补偿标准了解程度、经营资金畅通性是中层间接影响因素，政策接触能力、政策落实情况、补偿的标准是深层根源影响因素。

4.2 建议

1）从深层根源因素方面分析，应提高补偿标准，加大监督力度，确保政策落实到户，切实改善民生，同时加大补偿政策的宣传力度，让农户得以更好地了解生态公益林补偿标准。笔者在调研中发现，许多林农对于生态公益林补偿政策了解甚少，在很大程度上影响了他们的相应行为。首先，相关部门可以在政策层面对公益林生态保护进行分类细化，把开发、补偿、保护等具体情况依次制定详细的政策规定，再通过村干部进行到户宣传，来提高林农对生

态公益林补偿政策的了解程度和对生态环境的保护意识,清除生态补偿机制的盲区,提升林农对退“商”还“公”重要程度的认知。

2)从中层间接因素方面分析,应及时了解农户的需求,提供更为合理的公益林补偿方式,从而提高林农对补偿标准满意程度。通过分析发现,补偿的标准是影响林农对生态公益林补偿政策满意度的主要因素,因此要不断完善公益林补偿机制,使补偿标准更加合理化、多元化。根据生态系统提供的服务价值、生态保护成本、发展机会成本,调节好相关者利益关系,同时以资金补偿为主题,让技术、产业等多形式参与生态补偿,从而使林农在获得经济收益的同时也能保护环境。

3)从表层直接因素方面分析发现,林地经营规模影响林农退“商”还“公”意愿。因此,相关政府部门可以从林业小户入手,鼓励其进行退“商”还“公”。林地经营规模越大,产生的规模经济效应越能有效地整合资金、土地、技术、劳动力等生产要素,降低生产成本和提高产品议价能力,拥有较为可观的林产业收入,使退“商”还“公”的意愿较弱。反观林业小户,小规模的林农经营商品林并不能为其带来丰厚的经济收益,合理的公益林补偿机制更能有效激发其退“商”还“公”的意愿。

参考文献:

[1] VILLARROYA A, PERSSON J, PUIG J. Ecological compensation and environmental impact assessment in Spain: current practice and recommendations for improvement [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2014 (45): 54-62.

[2] 刘滨,雷显凯,张升,等. 生态公益林补偿政策实施绩效研究进展[J]. 林业经济,2017,39(7):84-90.

[3] YU B, XU L Y. Review of ecological in hydropower development[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016,55:729-738.

[4] 俞剑,李扬,温亚利,等. 林改背景下农户家庭林业经营投入的影响因素分析——基于 7 省 3500 户样本农户调查[J]. 林业经济,2017,39(7):27-31.

[5] 李寒滇,余文梦,苏时鹏. 福建家庭林业单户与联户经营的效率差异分析——以福建省 5 地市 272 户农户数据为例[J]. 资源开发与市场,2018,34(2):230-235.

[6] 谢芳婷,朱述斌,杜娟,等. 集体林区区位因素、林地禀赋对农户选择林业经营模式的影响[J]. 林业经济问题,2018,38(3):1-6,97.

[7] 周明. 湖北农村土地流转与规模经营研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2009.

[8] ALIX G J, WOLFF H. Payment for Ecosystem Services from forests [J]. Annual Review of Resource Economics, 2014,6(11): 361-380.

[9] MEINERI E, DEVILLE A S, GRÉMILLET D, et al. Combining correlative and mechanistic habitat suitability models to improve ecological compensation [J]. Biological Reviews, 2015,90(1):314-329.

[10] 郑宇,王哲,郑纯. 公益林生态补偿机制构建的国际经验及启示[J]. 江苏农业科学,2019,47(1):326-329.

[11] 马振鹏,俞秀宝,吴宗法,等. 安全知识对安全绩效的影响机制研究[J]. 中国安全科学学报,2016,26(7):141-146.

[12] 杜娟,谢芳婷,刘小进,等. 不同群体林农对生态公益林补偿政策的满意度研究——基于江西省南方集体林区的实证分析[J]. 林业经济,2019,41(9):16-23.

[13] 杜重洋,刘滨,刘小红,等. 生态公益林补偿政策对林农退“商”还“公”行为的影响因素分析——以江西省为例[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2017,37(5):33-37.

[14] 李玲瑕. 北京市山区生态公益林补偿政策实施成效及林农满意度研究[D]. 北京:北京林业大学,2019.

[15] 廖冰,张智光,刘春香,等. 引入森林资源中介变量的林业产业与生态作用机理研究[J]. 中国人口·资源与环境,2017,27(11):159-168.

[16] 曹兰芳,曾玉林,宋璇. 林权限制、生态补偿对公益林农户林业管护行为的影响分析——基于湖南省连续 7 年的观测数据分析[J]. 农村经济,2020(1):112-119.

[17] 刘璨. 森林生态效益补偿研究进展与我国政策实践发展[J]. 环境保护,2018,46(14):12-17.

[18] 李立朋,李桦,丁秀玲. 林业生产性服务能促进农户林地规模经营吗? ——基于林地流入视角的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境,2020,30(3):143-152.

责任编辑: 刘平书
校　　对: 张林艳　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 031

目标树经营在近自然林业中的应用

冯有胜[1],吴 荣[2],潘亮亮[2],黄 浩[2]
(1. 安徽省安庆市怀宁县林业局,安徽 怀宁 246100; 2. 合肥四环林业勘察设计咨询有限公司,安徽 合肥 230000)

摘要:近自然林业是一种尊重森林生态系统自身规律,并强调人为干预的林业生产活动,最终实现生产可持续和生态可持续。目标树作业是一种通过降低邻木冠层竞争、增加目标树生长空间来提高单木质量的营林技术,目标树作业是一种特殊的抚育间伐作业。文中从目标树单株经营,目标树的保留空间、修枝,干扰木伐除,目标树收获伐,人工辅助天然更新等方面阐述了目标树经营体系在近自然林业中的应用,并对目标树经营的优势以及目标树经营中受空间结构和垂直结构的影响进行了分析。

关键词:近自然林业;目标树经营;抚育间伐;单株经营;密度控制;修枝;干扰木伐除;收获伐

中图分类号:S718. 554;S750;S753. 7 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-3168(2021)04-0171-05

引文格式:冯有胜,吴 荣,潘亮亮,等. 目标树经营在近自然林业中的应用[J]. 林业调查规划,2021,46(4):171-175. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 031

FENG Yousheng, WU Rong, PAN Liangliang, et al. Application of Target Tree Management in Near-natural Forestry[J]. Forest Inventory and Planning, 2021, 46(4): 171-175. doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 031

Application of Target Tree Management in Near-natural Forestry

FENG Yousheng[1], WU Rong[2], PAN Liangliang[2], HUANG Hao[2]
(1. Huaining Bureau of Forestry, Huaining, Anhui 246100, China;
2. Hefei Sihuan Forestry Survey and Design Consulting Co., Ltd, Hefei 230000, China)

Abstract: Near-natural forestry is a kind of forestry production activity that respects the laws of forest ecosystem and emphasizes human intervention, so as to finally realize production and ecological sustainability. Target tree operation is a kind of forest management technology to improve the quality of single trees by reducing the canopy competition of adjacent trees and increasing the growth space of target trees, which is a special tending thinning operation. This paper expounded the application of target tree management system in near-natural forestry from the aspects of single tree management, reserved space and pruning, removal of interfering trees, harvest cutting of target tree, and artificial assisted natural regeneration, as well as analyzed the advantages of target tree management and the influence of spatial structure and vertical structure on target tree management.

Key words: near-natural forestry; target tree management; tending thinning; single tree management; density control; pruning; removal of interfering trees; harvest cutting

收稿日期:2020-08-26;**修回日期**:2021-03-23.
资助项目:沙地樟子松人工林改造成母树林的关键技术研究项目资助.
第一作者:冯有胜(1968-),男,安徽怀宁人,高级工程师. 主要从事林业科技推广工作.
责任作者:吴荣(1993-),男,安徽桐城人,硕士. 主要从事森林资源管理和林业调查规划工作.

近自然林业的应用是将森林结构与森林自我保存相结合,在遵循自然条件下模仿自然、接近自然的一种森林经营活动,这种经营活动涵盖了林业生产和森林生态保护。不同地区的本源树种并不一定回归原始森林类型,而是通过林分建立、森林抚育、采伐更新的方式促进森林群落向“潜在的自然植被”靠近,在保护、合理利用的同时,使得立地和森林群落达到动态平衡的森林经营管理模式。

早期资本主义兴起阶段,欧洲各国大规模砍伐森林收获木材,在破坏了原有的森林后,形成了大面积的天然次生林。19世纪中叶,德国人在砍伐了这些低质矮林和中林后,大范围营造生长快、木材收益高的针叶纯林。大量种植针叶纯林虽然缓解了森林面积减少的情况,但也使得一些新的生态性及经营性问题出现,其中包括人工林的物种丰富度降低、稳定性差、生态功能下降,同时,人工林虽然生长迅速,但对土地地力消耗巨大,很难保持林木长时间持续发展。这一系列的问题引起了德国林学家们的反思和探索,1898年德国科学家Gayor率先提出“接近自然的林业理论”,该理论强调让森林生态系统的自身规律得到尊重,并将生产和生态的可持续有机地结合起来[1]。

20世纪中后期,“近自然林业”经营理念开始得到推广,其中“适树、混交、异龄、择伐”是近自然经营理论的主要特征[2]。德国从上世纪90年代开始大力推行近自然林业经营方法,特别是在20世纪90年代初期发生的严重暴风雪灾后,林业部门开始趋向制定混交林为主的发展模式。目前近自然林业的思想已逐渐为当今世界许多国家和地区的林业相关方面专家所接受,得到民众的支持和认可。我国早在1989年,邵青还[3]就发表了大量中欧各国特别是德国的“近自然林业”的技术政策、技术路线和恢复天然林等措施的文章。引入“近自然林业”理论,并将其与走森林质量发展道路的中国林业相结合,服务于中国经济社会发展的总体要求。

1 近自然林业

1.1 近自然林业的特征

近自然林业是一种接近自然、模仿自然,同时还兼顾林业生产与生态保护为一体的森林经营模式[4]。“接近自然”是指在森林经营过程中突出本地区主要群落本源树种的适应性表现,为了达到森林生态系统的动态平衡,采用林分建立、抚育、采伐、补植等方式激发潜在自然植被的形成,促使林分在接近自然状态下自发生产,同时达到森林生态系统的动态平衡。“近自然林业”的特征主要包括“适树、混交、异龄、择伐”,目的是使不同起源的林分达到树种结构和树龄结构与立地相适应的自然选择下的森林结构。这种经营模式基于生态学角度,从整体出发,将经营可持续性、物种多样性相结合,最终形成持久旺盛的生态系统;将生态与经济有机地融合,利用森林生态系统潜在的自然特性,确保立地与森林动态稳定并贴近自然的一种森林经营管理模式[5]。

1.2 近自然林业遵循的原则

1.2.1 自然更新

近自然的森林营造和森林经营必是以尊重自然力和现有生境条件下的天然更新为前提,同时遵循与立地相适应构建森林林分结构。林分结构将决定森林的稳定性,森林生态系统越稳定就越接近自然状态,森林也就更加健康、更加持续。森林在保证自身健康和稳定发展的前提下,掌握立地原生植被分布和天然演替规律,森林才能持续经营,林业产品才能被永续利用,综合效益才能得到最大潜力地发挥。同时在维持原有环境条件下,避免以皆伐为主的主伐方式,采用单株择伐为主的采伐方式[6]。

1.2.2 因地适树

“因地适树”是指根据自然立地条件和天然植被分布规律发现的潜在天然植被类型,并在现有立地条件下通过选择或培育适宜乡土树种的过程。近自然林业在树种选择上因对外来树种保持警惕,优先选择乡土树种,虽然外来树种可以因其速生等特性带来一定的短期经济效益,但外来树种会给土壤和生物多样性等方面带来破坏,并有可能造成难以修复的生态破坏。因此,在近自然经营体系下应增加以本地适宜的乡土树种为主的自然生态群落,在降低外来树种对生态环境影响的风险的同时保护原生生物多样性。

1.2.3 森林结构

异龄混交林能维持生态系统的稳定[7]。同样,针阔混交可提高森林生产力、丰富森林结构,其动植物组成更丰富、美学价值和森林旅游价值更高,其抵御不同灾害种类的能力也相应增强。同时提高阔叶树种混交比例,其落叶能为林地提供更多的腐殖质肥料。在混交林的形成过程中,如果无人为干扰,将逐渐形成由少数优势树种组成的简单林分,并不可避免地走向退化,构成为碳源。

1.2.4 森林经营

森林经营是一种提高森林产量和质量的一类生产活动的总称,在近自然森林经营的思想中,森林经营过程中并未增加过多的人为经营活动,主要还是依靠自然力进行更新。森林经营在生态学的基础上解决森林相关的种种矛盾,包括恢复森林、保护森林资源、促进森林生长等方面。在确定好目标树后,采取一系列必要措施促进目标树的生长,如单株抚育管理和择伐利用的原则,保证优势树种在林分结构中处于上层。在现有树种中选择出足够的保留木或目标树,不合适的树种要更换或补植优质树种;把纯林引向混交林;通过疏伐建立更新层;林分抚育,如修枝、施肥、病虫和灾害防治等,最终将提高木材经营质量和森林的综合效益。

2 目标树经营

目标树经营是一种通过降低邻木冠层竞争、增加目标树生长空间来提高单株木质量的营林技术,可以看作是一种特殊的疏伐或抚育间伐[8]。

在具有充足的目的树种基础上,选择那些具有培育前景的单株树木,在树木发育的各个阶段,为其创造相应的有利于生长的环境,如伐除干扰树。干扰树可能是非目的树种,也可能是目的树种,但其将会影响目标树生长。目标树周边的下木,包括灌木等,如果影响到目标树发育,也要清理。次级目标树在生长前期并不影响目标树的生长,后期影响时再砍除。但对于次级目标树的选择和保留要遵循“增值资源”的原则。

2.1 目标树的选择标准

目标树的选择依赖于经营目标的不同。原则上,即使有多株长势优良的目的树种生长在一起,也只能选择一株作为目标树。但有时也会出现 2~3 株目标树在一起的情况,若这几株目标树的树冠均能够各自向外围扩展,且不影响主干的生长,可以 2~3 株群团状保留(即次级目标树的保留)。目标树的选择主要考虑包括树种、起源、树冠级、树干质量、活力和风险以及立地质量在内的主要特征,这些特征是区分目标树的主要因素。在目标树明确后,将以目标树为核心进行人工经营。凡影响目标树生长的其他林木均应伐除,但在幼龄阶段对目标树生长影响不大的次级目标树幼树可以保留,从而减少抚育间伐强度,同时支持目标树的生长,待后期产生影响时再砍除,这样还可以多出产木材。

2.2 目标树的选择时机

选择目标树的选择时机可以划分为两个阶段,第一个阶段是修枝,第二个阶段是疏伐。在修枝阶段,幼林林分达到一定密度时,便能促进自然整枝,当自然整枝效果不良则需要采取人工修枝措施。在疏伐阶段,应进行目标树标记,后期进行定期疏伐,为目标树释放生长空间,最终达到促进目标树树冠和直径生长的目的。

2.3 目标树的密度控制

目标树的密度指的是林分中每公顷目标树保留的株数。目标树的经营是以培育多功能森林和高价值经济林、用材林为核心目标,同时兼顾生态与社会双重效益。确定目标树经营密度的基本原则是尽量忽略目标树的分布,考虑上层林冠的林木,目标树的间距大致是以“目标树胸径×(20~25)”的原则选择(不同树种倍数不同,具体株数由结构和演替阶段确定)。其中可以提高幼龄林分的目标树(包括次级目标树)密度,在后期通过疏伐逐渐去除次级目标树。

2.4 修枝

树冠是林木进行光合作用和呼吸作用等一系列生理活动的主要部位,而人工修枝技术作为一项无节良材的培育措施,其开始时间是修枝技术的一个关键因素[9]。通常以林分郁闭、树冠下层出现枯枝时即为林木开始修枝的年龄标志。通过合理修枝达到清除冠下濒死、死亡分枝以及生长活性较弱的活枝的目的,同时增加了林下透光度,加速林分内部空气流通,减少木材的死节和活节,增加木材中的无节部分,提高木材质量,优化树体结构,提高养分利用效率,从而促进林木健康生长。

2.5 采伐

目标树经营的核心是以目标树培育为重点,以采伐干扰树为手段,以实现林地综合效益为目的的新型森林集约经营方法。通过合理的干扰树采伐强度、适宜的干扰树伐除时间,根据目标树的生长特征以及所处立地条件综合考虑,确保经营活动保持目标树的长期、稳定、快速生长,最终实现林地收益最大化。

3 目标树经营体系在近自然林业中的应用

目标树经营是近自然林业经营中的一项重要内容,随着森林价值观的改变,森林经营模式也发生了变化,传统经营模式已逐渐转变为充分考虑森林多重效能的近自然经营模式。不论是天然林、次生林、

人工林,其经营方式均离不开生态学的原理。森林的稳定并持续地发展必须在树种和树龄的合理结构的前提下进行,这样才将收获经济和生态双重价值[10]。同时也能在较少的森林经营投入下获取较大的木材产量[11]。

3.1 目标树单株经营

近自然林业主要是以目标树的单株经营为目的进行的经营措施,通过合理的目标树直径、目标树经营密度,掌握干扰树(或次级目标树)对目标树生长的影响,最终能够以较低的生产成本获取高价值木材。

3.2 目标树的保留空间

根据林分分类原则所确立的目标树作为目标树经营的研究对象。其中林木空间、林地透光和林木竞争情况是目标树经营中空间保留的决定性因素。将林分中长势稳定的目的树种及其生产力发挥重要作用的目的树种作为目标树;将不利于目标树生长、或显著影响林分卫生条件的林木称为干扰木;将有利于提高森林生物多样性、保护珍稀濒危物种、改善森林空间结构、保护和改良土壤等功能的林木称为辅助树。次级目标树虽然不是经营的主要对象,但对目标树的生长几乎不产生影响,可以允许次级目标树的存在。通过砍伐干扰木,保留一定辅助树和次级目标树,遵循“增值资源”的原则,待到其对目标树生长产生影响时再砍伐,可以提高木材收益。

3.3 目标树修枝

通常树冠下层出现枯枝且林分郁闭时即为林木开始修枝的年龄。人工修枝技术作为一项无节良材的培育措施,能有效提高木材质量[12]。人工修枝在林木中幼龄阶段进行,目的是减少树节数量,加大树干饱满度,培育通直优质木材,提高木材质量。

人工修枝的开始时间主要以胸径为标准来确定,只有在科学合理的时间开始修枝才能达到减少树节的目的。修枝时间越早,产生节子就越小且修剪伤口闭合越快。一般以林分郁闭且目标树未发生自然整枝作为开始修枝的起始年龄。但对于立地条件良好、林木长势较快的地区,应适当提早修枝的开始时间,反之应推迟。原则上,从第一次修枝开始,以后每次修枝高度逐渐上升。其中修剪树枝应越小越好,优先切除很粗且很陡的树枝,即使这些树枝处在树冠较高的位置。

3.4 干扰木伐除

目标树经营的核心是以目标树为重点,以采伐干扰木为手段,实现林地综合管理的经营方式。合理的干扰木采伐强度和伐除时间应根据目标树的生长特性和所处的立地条件综合考虑,最终保持目标树的长期、稳定、快速生长,实现林地收益最大化。

通过调整伐,去除低劣树和贬值资源(随着年龄增长,林木材质和生态功能下降的林木资源)。依林分不同情况,调整伐包括密度调整伐(疏伐、生长伐)。

3.5 目标树收获伐

目标树的收获时间原则上按照目标胸径大小来确定,一般情况下大径阶木材的市场价格较高。除了大径阶之外,木材市场行情(直径需求)也会影响收获伐的时间,也受不同径阶市场需求量差别的影响。但目标树的收获时间不应太晚,过熟林木易受腐朽或其他病害的影响而降低木材的市场价格。

3.6 人工辅助天然更新

对于达到需要更新的林分,一般采用林下清灌、破土增温等办法人工辅助更新。在这里并不赞成全面清林,一是全面清林的成本很高,二是会造成地力衰退。在欧洲通常是有选择地清林,促进林分在不同时段更新,获得多层级更新层。森林如果无目的树种的更新层,大树砍伐后最终就会退为稀树草原。针对不同植被促进更新层的手段不同,最基本的是开林窗和抑灌,使阳光能够投射到地面,帮助土壤内的种子萌发。其中林下透光是出现更新的必要条件,疏开下灌层以便种子萌发和幼树生长,期间还需清理下灌层或折干抑灌;对于绝对失去更新能力的地段采取人工植苗更新。

4 建立目标树经营的优势

近自然经营有 4 个基本原则:(1)所选择的保留木或目标树应以乡土高价值树种为主,只要建立起目标树作业体系,就是建立起了森林经营可持续性的框架;(2)所培育的林分结构应稳定、健康,能够利用自然力实现正向演替,这就意味着森林生态系统具备了质量持续提高的阶段;(3)尽可能借助自然力,人工投入低且自然增值大;(4)目标树的培育即可满足对优质大径材的需要,又可通过疏伐非目标树得到中间收益。

5 目标树经营影响分析

通过研究目标树生长过程,针对物种间的竞争关系和林木间个体差异,实施单株作业法进行效果分析,系统地探索人工林目标树经营理论和实践体系,为实现人工林近自然经营提供技术支撑。

近自然林业中森林物种多样性是维持森林生态平衡的主导因素之一。而目前大面积营造的人工纯林由于林分结构单一,导致生物多样性降低,生态系统能量物质循环受阻,生态功能减退,因此,恢复、改善纯林结构和功能尤为重要。

5.1 空间结构影响分析

目标树经营体系遵循近自然森林经营的原理进行林木分类,选定目标树,伐除干扰树,从而达到优化森林空间结构的目的。经目标树抚育采伐后,目标树空间结构单元内的物种隔离程度进一步提高,林下光照条件有所改善,目标树的竞争压力得以减小,林木空间分布格局总体上得到优化。尤其是在透光方面,抚育采伐将对改善空间结构单元内的透光条件产生较为明显的积极作用,因此,抚育采伐对目标树产生积极影响的可能性更大。

5.2 垂直结构影响分析

林分垂直结构是林分某个特定阶段各物种对复杂生境适应性的垂直分化特征,随着林龄的增加,在不同生长阶段的垂直结构将会发生变化[13]。在林分垂直结构上,各林层对处于不同间伐强度下的响应也存在一定的区别,间伐上层林可降低林木之间的竞争,间伐强度的增大导致树冠光竞争高度增大,其中单木直径和材积生长率均显著高于中林层和下层林,同样,胸径和蓄积量也显著高于其他林层。

通过间伐,上层林木之间的竞争得到降低,不同间伐强度将导致林分中不同垂直结构的竞争。中等间伐强度将导致树冠的光竞争高度增加,其单木的直径和材积生长率均显著高于中林层和下林层,从而导致平均胸径和蓄积量也明显高于其他林层。中林层的单木直径和材积生长率在各间伐强度下并无显著差异,这是由于中林层的发展与抚育强度和上层林的生长动态紧密相关。因此,上林层对林分树种组成和蓄积量等结构特征起着关键性作用[14]。因此,在垂直结构上,上林层除了起到遮荫、庇护母树作用外,同时还影响着光照资源的分配,这样位于中林层的喜光阔叶树种的生长受到抑制,却为遮荫树种提供更多的生长空间,从而提高中林层蓄积的比例。间伐对下层林木的直径和材积生长起到抑制作用,尤其是在中等间伐强度下更为明显。

目标树经营的核心是单株重点经营,其中林木个体大小差异是目标树经营的基础[15],其目的是在较短时间内培育出质量较高的木材,通过目标树作业方式能够增加重点单株的生长空间和营养供给,从而促进树木的高生长和径生长,最终达到调高林分质量和蓄积量的目的。

参考文献:

[1] 邵青还. 对近自然林业理论的诠释和对我国林业建设的几项建议[J]. 世界林业研究, 2003,16(6):1-5.

[2] 许新桥. 近自然林业理论概述[J]. 世界林业研究, 2006,19(1):120-124.

[3] 邵青还. 从德国森林规章制度的发展看我国制定地方森林法或森林法地方执行细则的必要性[J]. 世界林业研究, 1989(4): 32-37.

[4] 沈国舫. 现代高效持续林业:中国林业发展道路的抉择[J]. 林业经济, 1998(4): 1-8.

[5] 陆元昌, 甘敬. 21 世纪的森林经理发展动态[J]. 世界林业研究, 2002, 15(1): 1-10.

[6] 吴耀军. 论"接近自然的林业"[J]. 广西林业科学, 2000, 29(2): 70-73.

[7] HEINRICH S. Norway Spruce conversion: options and consequences[M]. Bostion:Bril,2004.

[8] MILLE G W, STRINGER J W, MERCKER D C. Technical guide to crop tree release in hardwood forests: the University of Tennessee Agricultural Extension Service publication series PB1774[R/ OL]. [2015-06-08] Knoxville, USA: University of Tennessee.

[9] 郝建. 格木人工林修枝技术体系研究[D],北京:中国林业科学研究院, 2017.

[10] 庞丽峰. 目标树经营的林分收获分析及信息管理系统研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2015.

[11] 陆元昌, 栾慎强, 张守功, 等. 从法正林转向近自然林:德国多功能森林经营在国家、区域和经营单位层面的实践[J], 世界林业研究, 2010, 23(1): 1-11.

[12] NICOLESCU N V. Artificial pruning - a review[Z]. Unpublished mimeograph. Brasov, Romania,1999.

[13] 吕勇, 臧颢, 万献军, 等. 基于林层指数的青桐混交林林层结构研究[J]. 林业资源管理, 2012(3): 81-84.

[14] 陈科屹, 张会儒, 雷相东, 等. 云冷杉过伐林垂直结构特征分析[J]. 林业科学研究, 2017, 30(3): 450-459.

[15] MILLER G W, KOCHENDERFER J N, FEKEDULGN D B. Influence of individual reserve trees on nearby reproduction in two-aged appalachian hardwood stands[J]. Forest Ecology and Management, 2006, 224(3): 241-251.

责任编辑: 许易琦
校　　对: 许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 032

武定县核桃产业发展现状及对策措施

杨丽祥
(武定县林业和草原局,云南 武定 651600)

摘要:分析武定县核桃产业存在生产经营方式落后,经营管理粗放,资金和技术投入不足,产量少、品质差、效益低,无龙头企业组织带动,精深加工能力不足,缺乏市场竞争力强的优势核桃产品,市场销售体系不完善等诸多问题。藉此提出实行规模化种植,增加科技和资金投入,提高科技成果转化率,增加核桃产量,改善核桃品质,扶持发展龙头企业,进行核桃产品精深加工,打造优势品牌,拓宽产品销路,建立完善的生产销售服务体系等核桃产业发展对策。

关键词:核桃产业;种植面积;龙头企业;精深加工;生产销售服务体系;武定县

中图分类号:S792. 13;F416. 88;F316. 23 **文献标志码**:B **文章编号**:1671-3168(2021)04-0176-05

引文格式:杨丽祥. 武定县核桃产业发展现状及对策措施[J]. 林业调查规划,2021,46(4):176-180.
doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 032

YANG Lixiang. Development Status and Countermeasures of Walnut Industry in Wuding County[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):176-180. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 032

Development Status and Countermeasures of Walnut Industry in Wuding County

YANG Lixiang
(Wuding Bureau of Forestry and Grassland, Wuding, Yunnan 651600, China)

Abstract: This paper analyzed the problems of walnut industry in Wuding County, such as backward production and operation mode, extensive management, deficientcapital and technical investment, low output, poor quality, low efficiency, absent leading enterprise organization, insufficient intensive processing capacity, lack of superior walnut products, imperfect market sales system, as well as put forwarddevelopment countermeasures, including implementing large-scale planting, raising investment in science and technology, improving the conversion rate of scientific and technological achievements, increasing walnut output, improving walnut quality, supporting the development of leading enterprises, carrying out intensive processing of walnut products, building walnut superior brand, broadening product sales, and establishing perfect production and sales service system.

Key words: walnut industry; planting area; leading enterprises; intensive processing; production and sales service system; Wuding County

收稿日期:2020-11-30;**修回日期**:2021-02-09.
第一作者:杨丽祥(1971-),男,云南武定人,高级工程师. 从事森林培育、国家储备林建设及管理工作. Email: yanglixiang456@ 126. com

1 武定县核桃产业发展现状

核桃在武定县有悠久的种植历史,白路中沟老树核桃更是云南省的优良品种,并以此建立了 4 hm^2 的核桃采穗圃,向全县推广种植、发展壮大核桃产业。2002 年以来,武定县委、政府一直把泡核桃作为全县农村经济发展、农民增收和推进“生态武定”建设的主导产业来培植,初步形成了集“资源培育、加工开发、旅游观光、出口创汇”于一体的综合开发格局。每年均举办“武定县核桃节”,不断提升武定薄壳核桃的知名度和市场争取力。截至 2019 年末,全县 11 个乡镇、126 个村、57 223 户农户种植泡核桃 43 176.4 hm^2,其中挂果面积达 16 276.6 hm^2,年产量 5 500 t,实现产值 13 000 万元,占全县林业总产值的 18.92%,农民人均泡核桃种植面积达 0.19 hm^2,人均核桃收入 600 元,占农民人均纯收入的 5.98%。

1.1 核桃种植面积及产值

武定县核桃种植广泛,从低海拔的金沙江干热河谷地区到中高海拔的山区、半山区均有种植,分布于全县 11 个乡镇 126 个村(社区)1 500 多个村民小组,做到应种尽种、适宜种植区域全覆盖。各乡镇核桃种植面积及产值详见表 1。

表 1　武定县核桃面积产量统计

Tab. 1　Statistics of walnut area and yield in Wuding County

单位	核桃总面积/hm^2	核桃挂果面积/hm^2	核桃产量/t	产值/万元	地区类型
狮山镇	3690.27	1391.16	684	1616.73	中高海拔区
高桥镇	4851.76	1829.01	442	1044.73	中高海拔区
猫街镇	6790.15	2559.75	686	1621.45	中高海拔区
白路镇	5068.53	1910.73	989	2337.64	中高海拔区
插甸镇	4951.83	1866.74	495	1170.00	中高海拔区
发窝乡	5332.03	2010.06	723	1708.91	中高海拔区
环州乡	4459.61	1681.18	498	1177.09	中高海拔区
己衣镇	2674.35	1008.18	198	468.00	干热河谷区
万德镇	2637.69	994.36	432	1021.09	干热河谷区
田心乡	1882.10	709.51	285	673.64	干热河谷区
东坡乡	838.03	315.92	68	160.73	干热河谷区
合计	43176.37	16276.60	5500	13000.00	

1.2 核桃种植企业或专业合作社

武定县现有 8 家核桃种植企业或专业合作社,分别为云南武定永银农产品开发有限公司、武定宏兴农产品开发有限责任公司、武定狮峰利民农产品开发有限公司、武定县白路乡中沟核桃种植专业合作社、武定县康大养殖农民专业合作社、武定鑫源种植专业合作社、武定县鑫龙腾飞种养殖专业合作社、武定县插甸老木坝云灵种植专业合作社。主要进行核桃种植、林下养殖、核桃采摘、收集、简单包装、销售,形不成规模和产业,造成“自由散打”的局面。

其中,白路中沟核桃种植专业合作社作为国家级、省级林农专业合作示范社,有专业技术人员 9 人。同时,吸纳了 185 户农户加入合作社(其中建档立卡贫困户 102 户),种植发展泡核桃 533.33 hm^2,注册“中沟”、“佳核万事兴”品牌,年生产核桃产品 500 t,实现年产值 500 余万元,增加农民收入 100 余万元,户均增收 1 万余元,为武定县生态脱贫奠定了经济基础,为乡村振兴提供了示范。

1.3 核桃种植大户

全县年泡核桃鲜果产量 1 t 以上的种植大户有 167 户,核桃鲜果产量 638.45 t,干果产量 277.4 t。其中:产量最大的一户核桃鲜果产量 100 t,核桃干果产量 40 t;产量最少的一户核桃鲜果产量 1 t,核桃干果产量 0.5 t;户均核桃鲜果产量 3.82 t,干果产量 1.66 t。涉及全县 11 个乡镇、42 个村委会、78 个村民小组、167 户农户(表 2)。

表 2　武定县核桃种植大户产量统计

Tab. 2　Output statistics of walnut planting households in Wuding County

单位	种植大户数	品种	鲜果产量/t	干果产量/t
狮山镇	14	大姚三台、漾濞	50.40	25.2
高桥镇	5	大姚三台、漾濞	19.00	10.0
己衣镇	6	大姚三台、漾濞	60.00	31.0
发窝乡	8	大姚三台、漾濞	14.50	7.2
田心乡	14	大姚三台、漾濞、新疆	41.50	20.7
万德镇	10	大姚三台、漾濞	72.30	36.4
插甸镇	5	大姚三台、漾濞	15.00	13.0
白路镇	31	云新 14、大姚三台	264.10	86.6
东坡乡	10	大姚三台、漾濞	14.00	7.1
环州乡	20	大姚三台、漾濞	27.00	13.5
猫街镇	44	大姚三台、漾濞	60.65	26.7
合计	167	大姚三台、漾濞、云新 14、新疆	638.45	277.4

2 核桃产业发展存在问题

武定县国土面积 3 322 km^2,97%以上为山区,是典型的国家级扶贫开发重点县。得到国家、省、州各级各部门的扶持,大力发展核桃种植,面积达 43 176.4 hm^2。目前,武定县泡核桃生产存在的最大问题是受当地传统种植观念和落后生产经营方式的影响,导致资金和技术投入不足,品种杂,经营管理粗放,林分密度大(平均达 345 株/hm^2),通风透光性差,生长不良,机械化程度低,核桃结果少、品质差、价值低。

2.1 经营管理粗放,低效林多,产量低

武定县核桃产业主要分布在偏远山区,核桃种植面积规模大,参与农户数量多(57 000 多户)。由于交通不便、信息闭塞,科技推广难度大,造成林农采用传统、粗放的方式对核桃进行经营管理,重栽轻管现象突出,导致核桃长势差,低效林多、结果少、产量低、品质差。

1)经营管理粗放,核桃长势差

武定县核桃产业多以林农自己种植、自己经营管理为主,造成分散种植、分散经营、随行就市、自然、落后的发展局面。缺少龙头企业、合作社组织带动林农运用先进的科学技术和管理经验对核桃进行经营管理,缺少科技和资金投入,重栽轻管现象突出,多数核桃树放任生长,长势差,推迟了结果期和盛产期,延误了地力和核桃效益的发挥。另外,核桃采摘处理还处在很原始的状态,采摘堆放,不清洗,太阳暴晒或者用烤房烘烤,造成品质品相不好,导致销售价格低,经济收益差。

2)低效林多,产量低

据统计,截至 2019 年,武定县核桃种植面积已达 43 176.4 hm^2, 但优质高效示范基地面积仅 533.33 hm^2, 仅占种植总面积的 1.2%。而且品种混杂,良种率不高 ,形成了大量的核桃低效林。武定县核桃目前平均产量约为 337.9 kg/hm^2,而云南省核桃目前平均产量约为 750~2 250 kg/hm^2。国家核桃丰产标准为:树龄在 15 a 以下的,丰产指标为 1 170 kg/hm^2;树龄在 16~20 a 的,丰产指标为 2 580 kg/hm^2。武定县核桃平均产量仅占云南核桃平均产量下限的 45.05%,仅达到国家核桃丰产标准的 28.88%。因此,武定县核桃投产率低,单产量少,达不到丰产要求。

2.2 缺乏精深加工企业,产业发展严重受阻

无核桃精深加工企业,仅限于销售初级产品鲜果或干果获得收入,受销售市场和市场价格影响很大,抗风险能力低。由于市场和价格波动大的影响,林农收入不稳定,现在大幅度锐减。目前,武定县乡下的泡核桃价格仅 3~5 元/kg,大量核桃掉在地里无人捡拾而坏掉,严重制约了核桃产业的发展,甚至出现砍伐、更换核桃树的现象。

2.3 缺乏优势品牌产品,市场竞争力弱

核桃产品宣传力度不够,知名度低,未进行产品认证,无市场竞争力强的核桃产品品牌,产业链短,市场销售力和竞争力弱,形不成规模,产业化低程度。

2.4 缺乏市场销售网络体系

由于市场销售网络体系不完善,无核桃产品交易市场和核桃产品加工厂,导致核桃产品没有稳定的销售市场和流通渠道,缺乏市场竞争力和抗经济风险能力,基本处于最原始的销售方式,核桃成熟、采收后等着外地老板来收购。如无人来收购则烂在树上、掉在地里无人捡,使得付出的劳动没有得到回报,严重挫伤种植、管理的积极性,制约核桃产业的健康有序发展。

3 核桃产业发展对策措施

3.1 清园间伐、改良品种

3.1.1 清园间伐

对林分密度大、通风透光性差、生长不良的核桃园在冬季进行清园,把弱小、生长不良、树干纤细、树冠畸形的核桃树进行间伐或移植,按合理密度保留 150~180 株/hm^2。改变林木分布格局,改善林分结构,增加通风透光条件,扩大树体的营养生长空间,增加光合面积和结果面积,提高核桃产量。

3.1.2 高接换种

利用优良的核桃穗条通过高接换种的方式把实生苗栽植的核桃园和品种选择不当或品种混杂的核桃园改造成适合当地发展、品种优良的核桃园。

3.1.3 全面改造、更新换代

对不适宜或退化的核桃园应明确发展目标,采用当地优良的核桃嫁接苗通过合法途径进行更新改造,全面提升核桃的品质和产量。

3.2 运用先进的科学技术实现规模化经营管理,高质量发展

武定县核桃产业现状为“大资源、小产业、低效益”,仍采用原始的种植管理经营模式,自产自销,形不成规模。主要表现在种植成活后就任其自然生长结实,科学技术运用少,种植、经营、管理科技含量不高,导致广种薄收的情况。因此,要筹集项目资金,开展技术培训,运用先进的科学技术加强核桃种

植、经营、管理,增加核桃产量,走“规模化种植、科学化管理,产业化发展”路子,提高集约化经营管理水平,为扶持核桃龙头企业和建核桃加工厂奠定原料基础。

3.2.1 核桃幼树增根技术

核桃种植后 5~8 年挂果,12~15 年后进入成果期,从营养生长期到丰产期时间跨度太长,主要原因是核桃幼树根系少,生长慢,树冠面积小。运用核桃幼树增根技术就能有效解决以上问题。核桃幼树增根助长技术就在种植泡核桃时,在主树周围点播铁核桃种子,当铁核桃苗木地径达到 1.5 cm 左右时,将其与泡核桃幼树靠接,成活后从靠接口以上剪掉铁核桃树干,增加泡核桃幼树吸收营养物质的根系,加快泡核桃幼树的生长,迅速扩大泡核桃幼树树冠面积,提早进入丰产期。

3.2.2 应用核桃螺旋状交替环剥技术

对 5~12 年生营养生长旺盛、成花困难、不结果、结果少、品质差的核桃树,实施螺旋状交替环剥技术,能明显促进花芽分化,大幅度提高核桃产量,改善核桃品质。环剥技术要点如下:

1)环剥时间。第一年环剥时,选择 4 月中旬到 5 月中旬晴天的白天。

2)环剥枝干选择。如是双主干树形,选择其中较大一个主干进行环剥。如是三主枝开心形,选择其中 2 个主枝进行环剥;如是主干分层形,则直接在最低一个主枝的上边对主干进行环剥。

3)环剥部位。在被环剥主枝或主干上平直光滑处进行环剥。

4)环剥方法。采用涡轮推动园林锯及锋利尖钢刀,对核桃主干或主枝进行螺旋状交替环剥,深度要达木质部而不损伤木质部或少伤木质部,宽度一般 1 cm 左右。起口与收口为斜角,且起口与收口必须重合 3 cm 以上。锯口起始位置与停止位置沿枝条轴线间隔(即螺距)20 cm 以上,重合 3~5 cm。

5)环剥的程度及周期。环剥应交替进行,当年环剥主干或主枝的 50%~90%,次年环剥 50%~10%,第三年停止环剥,之后视生长结果情况复环剥或不环剥。如果结果情况不稳定,第 4 年对第 1 年环剥主枝或主干避开原环剥部位进行环剥,第 5 年对第 2 年环剥主枝或主干避开原环剥部位进行环剥。如此交替进行,促使被环剥植株持续丰产进入盛果期,降低强旺树势反弹率。

3.2.3 加强水肥管理

以耕代抚,在核桃地内套种小麦、豆类等矮秆作物,整理树盘,加强中耕管理、薅锄施肥,实施截水保墒技术。每年 3—4 月,每株追施 100 g 尿素,并进行适时灌溉,促进核桃树发芽生长;7—8 月每株追施 200~300 g 复合肥,并进行浇水、中耕管理;10—11 月施基肥,以农家肥为主,20~30 kg/株,并进行灌溉。生长期追肥可适量使用化学肥料,前期以氮肥为主,后期以磷、钾肥为主。地上部分可加喷 2~3 次 0.3%~0.5%的尿素液+0.2%~0.4%的磷酸二氢钾液,以加速树体生长。

3.2.4 搞好病虫害防治

病虫害会严重损害核桃的产量和品质,因此防治工作必须要落实到位。常见的病虫害有黑斑病、炭疽病、腐烂病、天牛、金龟子、核桃扁叶甲、黄刺蛾等。具体防治工作应通过提供肥水、控制幼树长势,增强抵抗力及抗病能力,同时通过刮除或剪除腐烂枝、枯枝的方法来减少病虫害基数。最后结合药物进行系统防治。

3.3 加快核桃产品认证,打造核桃大品牌

要打开核桃产品销路,必须要增加品牌公信力和社会认可度,打造自己的核桃品牌。因此,要对核桃原产地气候、土壤、水源、重金属含量、农药用量等进行测定,申请无公害农产品认证,组织完成无公害农产品产地认定及环境监测,审查生产过程是否有禁用农业投入品使用和投入品使用不规范的行为,通过产品抽样、检测、认证,获得无公害农产品、绿色食品、有机食品证书及产品标志。同时,通过联合公告扩大核桃产品的公众认可度和知名度,打造像“六个核桃”、“摩尔农庄”一样的核桃大品牌。

3.4 扶持核桃龙头企业

针对当前核桃价格低糜、市场疲软的现状,当地党委、政府应审时度势,出台扶持政策,制定扶持办法和措施扶持核桃产业。重点扶持白路中沟核桃种植专业合作社转型升级,引进先进的核桃栽培管理技术和经营理念,进一步培养核桃栽培、管理、经营方面的高科技人才。积极开展“合作社+基地+党支部+农户”合作模式、“电商+合作社+农户”经营模式、“市场+合作社+农户”的联结模式。以白路中沟核桃种植专业合作社为龙头,扩大核桃种植面积,加大先进科学技术措施和经营管理理念的应用,吸纳更多的农户成立经营联合体,实行“统一选购、统一技术、统一质量标准、统一组织外销”,低耗高效的“四统一”的现代管理模式,配备先进的核桃深加工设备,引进技术人才,加强技术改造 ,提高核桃的深加工能力。利用新技术、新工艺,开发高端核桃新产

品,促进核桃产业深层增值、增收,做到“种植—收购—加工—销售”一条龙,统领核桃产业和销售市场,不断延伸核桃生产加工产业链条。

3.5 进行核桃深加工,延长产业链

以白路镇为中心,新建核桃加工厂。配备核桃采摘安全绳、核桃筛果机、烘干机等设备、工具,严格按照企业的品控要求,从核桃采摘、晾晒、清洗等每个生产环节努力提高生产水平,保证核桃品质。进行核桃干果生产、包装,核桃产品、饮料、食品,工业原料、核桃艺术品、核桃木材等深加工,并改善产品包装设计。

3.6 培养网络信息平台人才,建立健全网络销售体系

进一步培养网络科技人才、电商信息平台人才,注册武定薄壳核桃官网,开设微商城,建立健全网络销售体系。积极与本来生活网、拼多多等电商合作,拓宽核桃的销售渠道,提高知名度和市场竞争力。

3.7 建立完善的生产销售服务体系

当地党委政府和林草部门应采取有效措施,加大技术培训力度,培养足够的科技人才。多渠道筹集产业发展资金,以科技作支撑、以资金作保障,建立完善生产销售服务体系,为核桃产业提供种植管理的“技术服务”,产品加工的“生产服务”、产品流通的“销售服务”, 以满足林农、企业、市场营销等多样化需求 ,构建政府、社会、市场“三位一体”的产业化服务体系以及多元化供给的社会化服务体系。进一步完善配套政策,建立协调机制,营造良好的政策环境 、法制环境、经济环境和市场环境,严格规范生产销售服务活动,加快核桃产业发展的现代化进程,真正成为农村经济发展的支柱产业,有效助推脱贫攻坚工作,早日实现全县人民脱贫致富奔小康的目标。

4 结语

核桃作为四大坚果之首,家里常备,人人常吃,药食两用,浑身是宝,但如果只作为果品食用需求量少,销路窄,形不成产业,效益差。只有实行规模化种植,增加科技和资金投入,进行科学的经营管理,提高科技成果转化率,增加核桃产量,改善核桃品质,扶持发展核桃龙头企业,进行核桃产品精深加工,延长产业链,加快产品认证,打造核桃大品牌,多渠道加强宣传,拓宽产品销路,建立完善的社会化服务体系,才能真正做强做大核桃产业,让广大林农享受产业发展的红利。

参考文献:

[1] 鲁定伟. 核桃幼树增根助长技术初探[J]. 云南林业,2009,30(3):46-48.
[2] 段立双. 核桃幼树修剪技术[J]. 果园天地,2008(9):27-30.
[3] 郑素红. 核桃幼树栽植技术[J]. 林果花卉,2014:28-29.
[4] 刘云高. 云南省核桃产业发展现状及对策分析[J]. 林业调查规划,2019(5):146-149.

责任编辑:刘平书
校　　对:邓砚　刘平书

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 033

弥渡县五台大寺园林环境分析

张奕涵,许耘红
(西南林业大学,云南 昆明 650224)

摘要:云南省大理州弥渡县五台大寺为全国重点文物保护单位,是大理州保存较为完整的古建筑群,同时也是重点红色革命历史遗址。文中结合实地调研,从选址及周边环境、空间布局、建筑营造、植物配置等方面对五台大寺进行园林环境分析。结果表明,对五台大寺保护力度不足,建筑为木构,建筑表面已年久失修,出现不同程度的破损状况,景观效果差;院内植物种类繁多,却未进行系统规划造景,未与周边环境很好地融合。五台大寺优势在于整体的空间布局,利用地势的变化增加空间的多变性,院中有院,建筑向三面靠拢,增加寺院的气势与进深感,对空间的处理别具一格。五台大寺既承载了明清时期的建筑文化和儒、释、道三教文化,同时也承载了红色革命文化,从现存的园林环境来看,建筑布局及空间规划具有借鉴意义。

关键词:园林环境;空间布局;寺观建筑;植物配置;遗产保护;弥渡县五台大寺

中图分类号:S731. 9　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1671-3168(2021)04-0181-07

引文格式:张奕涵,许耘红. 弥渡县五台大寺园林环境分析[J]. 林业调查规划,2021,46(4):181-187. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 033

ZHANG Yihan, XU Yunhong. Landscape Environment of Wutai Temple in Midu County[J]. Forest Inventory and Planning, 2021,46(4):181-187. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 033

Landscape Environment of Wutai Temple in Midu County

ZHANG Yihan, XU Yunhong
(Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: Wutai Temple in Midu County of Dali is a national key cultural relic protection site, a well-preserved ancient building complex and a key red revolutionary historical site. Based on field research, this paper analyzed the landscape environment of Wutai Temple from the aspects of site selection and surrounding environment, spatial layout, building construction and plant configuration. The results showed that the protection was insufficient, the building surface had been in disrepair for a long time, the landscape effect without systematic planning was poor, and various kinds of plants were not well integrated with the surrounding environment. The advantage of Wutai Temple was the overall spatial layout, which used the change of terrain to increase the variability of space. There were temples in the temple, and the buildings were close to the three sides, increasing the momentum and depth of the temple. The architectural layout and space planning of Wutai Temple which reflected the architectural culture of Ming and

收稿日期:2020-06-22;**修回日期:**2021-02-22.

基金项目:国家自然科学基金项目"基于遗产评价的云南寺观园林环境保护研究"(217130).

第一作者:张奕涵(1994-),女,吉林人,硕士研究生. 主要研究方向为风景园林遗产与保护. Email:1790815351@qq.com

责任作者:许耘红(1967-),女,副教授,硕士生导师. 主要研究方向为风景园林遗产保护、规划设计. Email:1395768727@qq.com

Qing Dynasties, the culture of Confucianism, Buddhism and Taoism, and the culture of the red revolutionary, had reference significance.

Key words: landscape environment; spatial layout; temple architecture; plant configuration; heritage protection; Wutai Temple in Midu County

弥渡县五台大寺始建于明初,僧人照正创建大雄宝殿,清雍正年间增修中殿及老君殿,后颓圮,清道光、光绪年间多次重修,民国年间扩建为“三阁五殿”(观音阁、王母阁、玉皇阁,弥勒殿、老君殿、孔子殿、南新殿、北新殿)。1949 年受革命先进思潮影响的先锋人普华组建的武装队编入滇西人民自卫团一支队四大队驻扎在五台大寺,成就了一段红色革命历程。1979 年公布为第一批县级重点文物保护单位;2011 年定为弥渡县重点革命历史遗址;2016 年公布为第六批州级文物保护单位;2019 年公布为第八批省级文物保护单位,同年公布为第八批全国重点文物保护单位。

五台大寺位于云南省大理州弥渡县苴力镇五台山,海拔 2 325 m。五台山与天目山同为弥渡古丛林。五台大寺因山得名,民国扩建为“三阁五殿”,现山门左右两殿已不存在。为“三教合一”建筑,是县境内最大、保存较为完整的古建筑群。

1 选址

五台大寺坐东朝西,依山而建,其背靠东山,南北两面山脊前伸,似龙椅,五台大寺正坐其上,前瞻太极群峦,后依五合翠屏,虎踞龙盘,雄视一方。五台大寺西北侧为五台村(彝族村寨),紧邻五台路,交通较为便利,西、南两侧为大片农田,东侧为大片植被。

2 空间布局

2.1 总体布局

五台大寺建筑群为四方印形状,呈规则曲字形近似对称布局(图 1)。以 1 条主轴、1 条次轴,2 条并列的轴线形成 3 个单元。建筑群整体依山顺势,逐级增高。

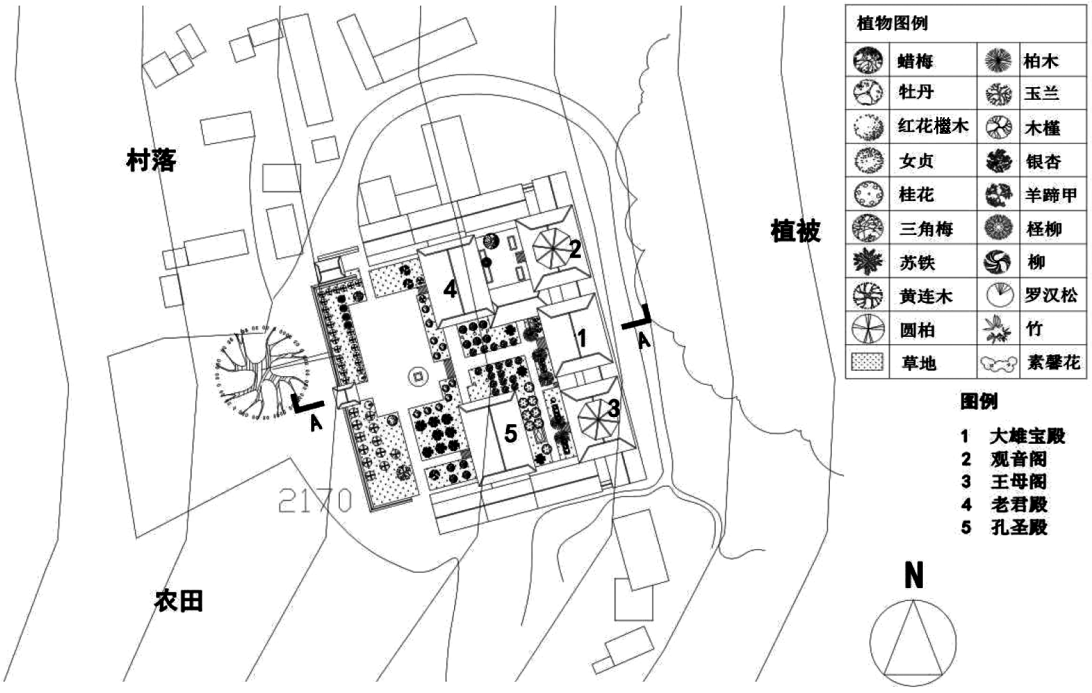


图 1　五台大寺平面图

Fig. 1　Plan of Wutai Temple

入山门正对一圆形石台,上面放置方形水池,中央中轴线尽头布局大雄宝殿,北侧轴线上依次布局老君殿和观音阁,南侧轴线上依次布局孔圣殿和王母阁。轴线上建筑顺序以及寺内三级台地依次抬高,体现了建筑等级森严以及中国古代居中居上的思想。玉皇阁、老君殿、孔圣殿集儒、释、道三教于一体,体现了三教合一,宗教和谐的特点。

2.2 空间序列

建筑群整体呈中轴对称布局,五台大寺有 3 条纵向平行景观轴线,所有的建筑、景观均沿着这 3 条轴线展开,整体呈方形的空间被依次抬升为 3 个高度,形成三进空间,增加了建筑群的气势感,不同高度上的建筑布局也体现了建筑的等级。

2.2.1 入口前广场

五台大寺建筑群前方为一开敞的小广场,广场上有一株千年黄连木,巨大的冠幅为广场增加了顶平面,围合出供附近村民集会休憩的入口活动空间,广场前方视野开阔,可远眺下方村庄田野景观(图 2)。

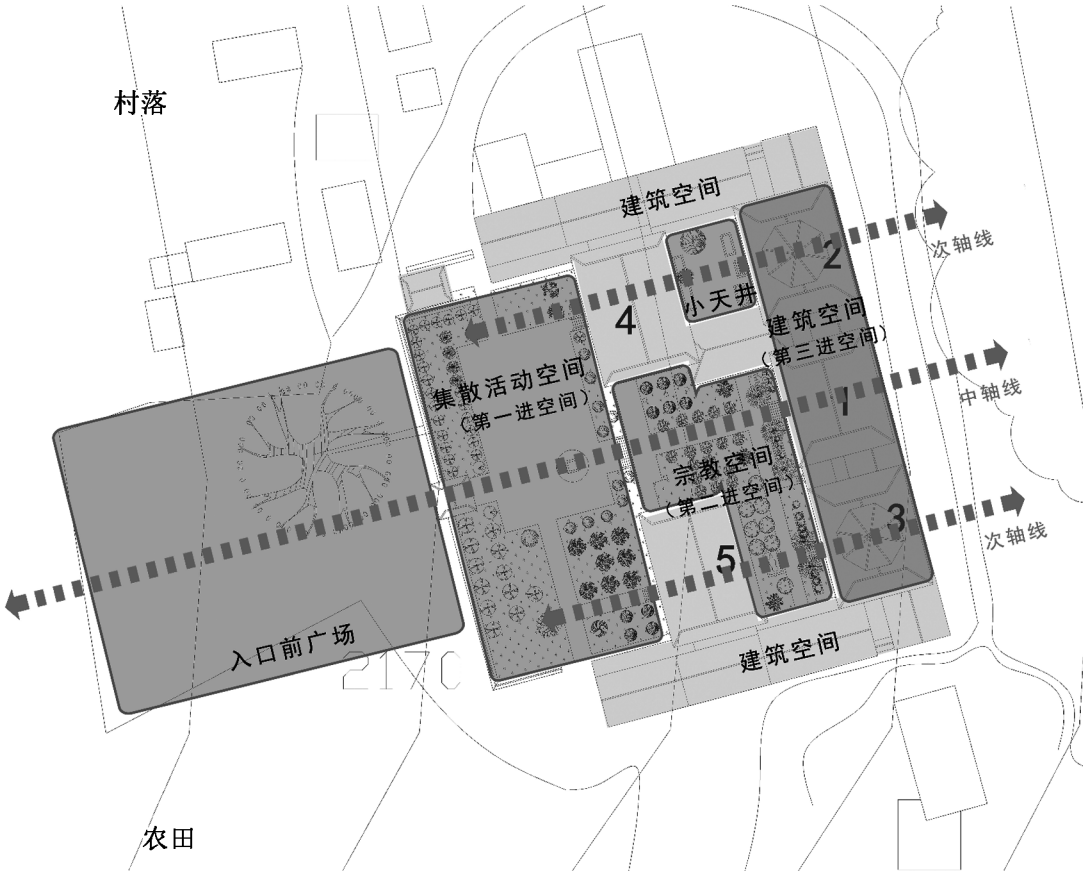


图 2　五台大寺空间结构分析

Fig. 2　Spatial structure of Wutai Temple

2.2.2 集散活动空间

寺院前方以红墙围合,在地势上整体抬高增加气势,同时将寺内环境与寺外环境分隔开,保持寺院的宗教安静氛围。寺院轴线以山门为开端,拾八级台阶而上进入寺院的第一进空间,寺门约 3~4 m,较为狭窄,跨过寺门豁然开朗,第一进空间横向展开,左侧空间开敞,靠近建筑、围墙的区域栽植植物,右侧空间大片栽植植物间有小路穿插而过,两侧空间形成对比。第一进院落为提供集散、举办活动的场所,空间封闭感较弱(图 2)。

2.2.3 宗教空间

登六级台阶而上,从老君殿、孔圣殿之间穿过,进入第二进院落,第二进院落被划分为两个空间,左侧以建筑围合起来形成小天井(图 3),此空间围合感较强,与第一进的大空间形成对比,此空间给人幽静之感,让人沉思冥想,此乃园中园的设计方法,使

图 3　天井院环境

Fig. 3　Courtyard environment

得规则的建筑群空间层次更加丰富,引人探幽。右侧空间则较左侧空间更加开敞,利用大片植物修饰建筑边角,形成大片的虚空间,增加此空间的层次感,此空间提供了游憩观赏和宗教功能。第一进与第二进空间通过地势抬高将空间分隔,同时又隔而不断,保证两个空间的通透性。第二进的大面积植物既保证了两个空间不相互干扰的分隔作用,又确保两个空间的连通性。

2.2.4 建筑空间

第三进空间则为三栋主体建筑(观音阁、大雄宝殿、王母阁)的位置,抬高主体建筑,增加气势感,强调其地位,是整个宗教建筑的核心和高潮部分,彰显气势和至尊。

三进空间在中轴线上保持贯通,扩大建筑群在纵向上的延伸感,大雄宝殿前两株高大的柏木掩映着建筑,使得建筑在视觉上向后推移,增加空间纵向视觉感。建筑群各空间利用植物、建筑等要素达到各空间相互联系又互不干扰(图 4)。

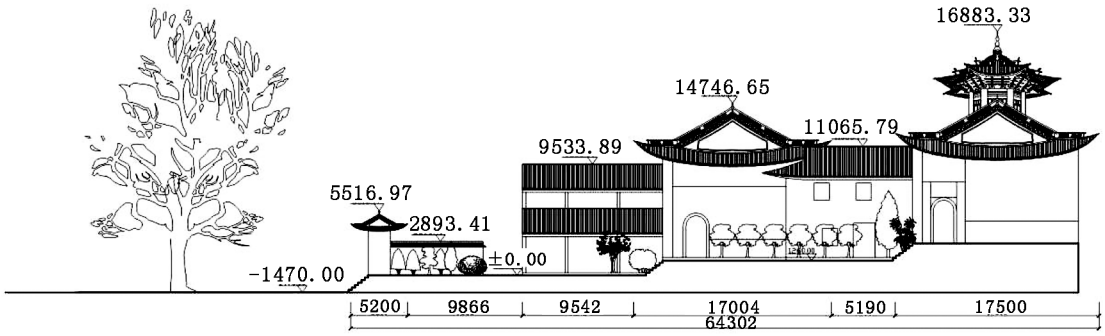


图 4　五台大寺剖面图

Fig. 4　Section of Wutai Temple

2.3 小结

五台大寺的园林环境由开敞的入口前广场及周边自然环境所组成的外环境、寺内园林空间以及宗教建筑空间共同构成。寺内空间通过围合的院墙与外部空间隔离,形成内向型的园林环境。寺内空间又进一步通过建筑墙面分隔出围合和半围合的多样空间。五台大寺建筑群体布局园林化,结合了寺观园林院落式和天井式的布局方式。院落式布局既保持了宗教空间的完整,又很好地满足了游览休憩的功能,保证了整个环境的通透性,增加了园林化效果;天井式布局既保持了空间轴线的完整,天井与建筑的结合又丰富了五台大寺的空间层次,在面积较小的空间中营造出一方幽静含蓄的天地。

3 寺观建筑

3.1 建筑风格

五台大寺古建筑群以清代风格为主。寺院建筑为木结构,形式上将殿与阁进行有机结合。构造精巧复杂,造型效果极好,反映出工匠的高超技能。建筑群体现了中国古代“天人合一”思想:观音阁、王母阁的阁顶圆形藻井代表“天”,方形殿宇代表“地”,天圆地方,而人(神)居中,所谓“天人合一”。

3.2 装饰装修

五台大寺山门采用与院墙相结合的手法,为单檐歇山顶,悬挂“五台大寺”匾额及楹联。

图 5　观音阁实景

Fig. 5　Real scene of Guanyin Pavilion

图 6　观音阁藻井天花

Fig. 6　Caisson ceiling of Guanyin Pavilion

观音阁(图 5)、王母阁均为二重檐三层阁式歇山八角攒尖顶建筑,阁顶架斗飞檐,为一斗三翘,两处建筑样式相同,以大雄宝殿为中心,两相对称,三开间,南北两山墙各开拱券门一道,通南北耳房(为二层单厦民居建筑);观音阁明间 6 扇门,裙板上彩绘西游记故事图;金柱至檐柱顶间装天棚板,均有绘画题词,一层明间立阔柱八根,呈八边形,上檐阁壁五面封闭,其壁面皆题词绘画,四周绘以翔龙八仙图,藻井正中绘太极图(图 6)。王母阁左侧一间为雕花圆窗棂,右侧一间为玻璃方格窗,方格窗一侧为楼梯间,正间为玻璃方窗,左侧为门板,正间相对于左右两间向后退让,形成了两侧入口[4]。

大雄宝殿、老君殿、孔圣殿均为单檐歇山顶建筑。

大雄宝殿面阔三开间,前檐伸出,形成前廊,中间两根立柱分别装饰有绿、蓝两条蟠龙,两条龙均抬起一爪相对(图 7)。大门共六扇门板,饰以简洁的蓝色雕花,左右两间为四角蝙蝠花纹饰边的圆形镂花窗棂。建筑装饰色彩主要以红、黑、蓝为主,两端

图 7　五台大寺大雄宝殿立面

Fig. 7　Facade of main hall

山墙均有拱门。中间悬挂“大雄宝殿”匾额,右侧悬挂“佛法无边”匾额。

老君殿面阔三开间,两端山墙延伸出的立柱雕刻有繁复的花纹,左侧及右侧一间均为玻璃方格窗并开门,中间大门共六扇门板,黑底蓝花,雕刻有植物鸟兽图纹(图 8)。

图 8　老君殿实景

Fig. 8　Real scene of Laojun Hall

孔圣殿同样面阔三间,两端山墙延伸出的立柱雕刻有繁复的花纹,左侧一间为方格玻璃窗,右侧一间为六边形镂空窗棂。中间大门共六扇门板,门板上雕刻花纹(图 9)。

图 9　孔圣殿实景

Fig. 9　Real scene of Confucius Hall

4 植物配置

五台大寺主要栽植的植物有蜡梅、牡丹、红花檵木、女贞、桂花、三角梅、苏铁、黄连木、圆柏、柏木、玉兰、木槿、银杏、羊蹄甲、柽柳、柳树、罗汉松、竹、素馨花,并种植有多片草地。植物种类较多,为这座古寺增添了活力。

寺前有一株古树黄连木,冠幅巨大,配合可坐的树池,为寺前小广场提供遮荫休憩场所。

寺内乔灌木多采用列植、对植、孤植、丛植等植物配置手法。沿围墙列植圆柏,弱化了墙体的生硬感,同时采用圆柏又保障了寺院严肃神圣的氛围。

孔圣殿前侧丛植大片银杏,后侧丛植玉兰,大面积栽植树形优美的色叶植物烘托出寺院优美的环境,增加了寺院的世俗感,增强了寺院的观赏效果,营造出优美的季相景观。

观音阁前的小天井院内角落里孤植一大株蜡梅,为幽静的小院增添气氛。

五台大寺内的植物种类具多样性,但由于多年无专业人士对寺内植物种植进行系统设计,目前尚未较好地发挥出植物景观效果,需对寺内植物进一步梳理,提升其绿化、美化效果,使之与寺院建筑相得益彰。

5 结论

5.1 现状分析及评价

五台大寺虽被评为国家级文物保护单位,历史文化价值巨大,但从内至外观察,寺观整体给人萧条破败之感,周边环境亦然,存在保护力度不足的情况,且对于曾经的革命根据地历史仅有石碑记载和文字说明,体现不够。五台大寺建筑为木结构,建筑表面已年久失修,出现褪色、裸露木制表层损坏的状况。有些建筑门板花纹经风雨侵蚀已磨平,建筑上的彩绘褪色变黑。院内铺装因年久出现裂痕损坏的状况,景观效果差,入门的院落为服务村民,被改造成篮球场,与寺观氛围格格不入。院内植物种类繁多,却无系统的规划造景,布局散乱。有些景观小品布局随意,未与周边环境很好地融合。院中各景观要素相互独立,未很好地融合在一起,给人凌乱之感。

五台大寺现状优势在于整体的空间布局,在规则的空间中利用地势的变化增加空间的多变性,院中有院。建筑向三面靠拢,让出中轴线上的空间,增强寺院的气势与进深感,对于空间的处理别具一格(图 10)。

5.2 五台大寺遗产保护与利用建议

五台大寺作为全国重点文物保护单位,既承载了明清时期的建筑文化和儒、释、道三教文化,同时也承载了红色革命文化。从现存的园林环境来看,五台大寺的建筑布局及空间规划具有借鉴意义。

图 10　寺内环境

Fig. 10　Environment in the temple

图 11　寺院外立面

Fig. 11　Temple facade

虽然五台大寺保护级别较高,但实际上寺内建筑未得到充分保护与修缮。挖掘寺观历史与建筑文化,修缮历史建筑,重现历史“三教合一”的特色,才是历史遗迹保护的重中之重。

五台大寺的外环境条件较差,除正面围合院墙外,其余三面均是建筑立面直接裸露(图 11),无保护措施,周边为料石铺路,正面为混凝土路面,周边环境直接影响建筑保护,因此,在文物与外环境之间应采取隔离措施,外环境路面采用不易飞尘的材料铺装,减缓外环境对建筑本身的影响。对寺内园林环境应重新进行植物配置规划,整合植物资源,营造更加良好的园林环境。在功能上,尊重传统宗教用途的同时,增加休闲使用功能,为周边村落居民提供公共活动空间,确保宗教环境与休闲功能互不干扰,同时休闲娱乐活动的开展不得干扰损伤建筑。对文物的保护需做到建筑、内环境、外环境同时保护,才是最有效的举措。

可将五台大寺作为云南弥渡的一处重要旅游资源,同永增玉皇阁、南诏铁柱庙、九鼎山等景点共同构成旅游线路,结合当地彝族文化、农耕文化,打造具有地方特色的旅游产品,提高五台大寺知名度,引起广泛重视,从而更好地对文物进行保护。

五台大寺是研究滇西宗教文化和滇西革命历史的宝贵遗产,在关注保护修缮的同时,提升其知名度,将其历史文化广为人知,因为传承发扬传统文化也极其重要。寺观园林传统功能的转变,更多的是向世俗化的转变,使用人群也由信众香客扩大到普通群众,参与度的提高使得寺观园林更加亲和,这也使得传统寺观园林更好地传承延续下去。

参考文献:

[1] 弥渡县志编纂委员会. 弥渡县志[M]. 成都:四川辞书出版社,1993.

[2] 弥渡县志编纂委员会. 弥渡县志(1978-2005)[M]. 昆明:云南人民出版社,2012.

[3] 杨世钰,赵寅松,尚榆民,等. 大理丛书·建筑篇·卷二[M]. 昆明:云南民族出版社,2015.

[4] 张昭.《弥渡文物志》编委会. 弥渡文物志[M]. 昆明:云南民族出版社,2005.

[5] 李培欣,许耘红. 云南藏传佛寺园林研究现状与展望[J]. 林业调查规划,2019,44(1):210-214.

责任编辑:许易琦

校　　对:张林艳　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 034

郑州市屋顶绿化调查与分析研究

刘 欣[1],刘董欢[2]
(1.郑州市城市道路绿化管理处,河南 郑州 450000;
2.同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司景观工程设计院,河南 郑州 450000)

摘要:在梳理屋顶绿化相关研究及其分类与作用的基础上,对郑州市屋顶绿化景观现状进行调查和分析。结果显示:园路的丰富度与场地面积、景观复杂度有直接关系;地形和水体的丰富度受建筑的建造时间、承重、防水、场地大小、设计风格等因素影响;构筑物及基础设施的多少与面积大小、建筑高度、后期管护等密切相关;屋顶小气候环境越好,适合屋顶绿化的植物种类越多,设计越复杂,植物丰富度越高。针对屋顶绿化存在的问题,提出景观设计、基础设施、植物应用、后期管护等优化建议。

关键词:屋顶绿化;景观元素;绿化植物;构筑物;丰富度;郑州市

中图分类号:S731. 2　**文献标志码**:A　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0188-05

引文格式:刘欣,刘董欢. 郑州市屋顶绿化调查与分析研究[J]. 林业调查规划,2021,46(4):188-192. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 034

LIU Xin,LIU Donghuan. Investigation and Analysis of Roof Greening in Zhengzhou City[J]. Forest Inventory and Planning, 2021,46(4):188-192. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 034

Investigation and Analysis of Roof Greening in Zhengzhou City

LIU Xin[1], LIU Donghuan[2]
(1. Zhengzhou Administration of Urban Road Greening, Zhengzhou 450000, China; 2. Landscape Engineering Design Institute, Tongji University Architectural Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China)

Abstract: The current situation of roof greening landscape in Zhengzhou was investigated and analyzed based on the discussion of the related research, classification and function of roof greening. The results showed that the richness of garden road was directly related to the site area and landscape complexity; the richness of terrain and water body was affected by building time, load-bearing, waterproof, site size, design style and other factors; the number of structures and infrastructure was closely related to the area size, building height, and later management and protection; the better the the microclimate environment of the roof, the more kinds of plants suitable for roof greening, the more complex the design, the higher the plant richness. In view of the existing problems of roof greening, this paper put forward the optimization suggestions of landscape design, infrastructure, plant application and later management and protection.

Key words: roof greening; landscape elements; greening plants; structures; richness; Zhengzhou City

收稿日期:2019-11-05.

第一作者:刘欣(1990-),女,河南周口人,硕士研究生. 研究方向为风景园林. Email:852921968@qq.com

屋顶绿化又称为“屋顶花园”、“空中花园”等,是一种新兴的立体绿化形式。参考《河南省屋顶绿化技术规范》,本文将屋顶绿化定义为在高出地面的各类建筑物、构筑物等的顶部以及天台、露台上营造景观绿化[1]。

1 国内外屋顶绿化研究

1.1 国外研究

公元前 6 世纪建造的巴比伦“空中花园”被认为是真正的屋顶绿化实践,而 1959 年建成的美国加利福尼亚州奥克兰市凯泽中心屋顶花园被称为是现代屋顶绿化发展史上的里程碑,具有较高的科技含量,屋顶上做防水渗透处理后,上敷薄层土壤,栽植花草树木,修建曲折道路,并设有靠椅和小凳供人休憩,被视为建筑艺术与园林艺术合璧的奇葩[2]。

1.2 国内研究

古代,由于中国建筑物是木质结构的坡屋顶,所以在建筑屋顶大面积种植花草树木的情况很少见[3]。

近代,国内屋顶绿化研究和实践起步晚、发展慢、创造性研究成果少,且现有的专家、学者撰写的理论研究也不多。真正的实践活动是从 20 世纪 60 年代才渐渐开展起来的,南方地区陆续开展屋顶绿化建造和相关的研究工作[4],如 60 年代初,成都、重庆等南方城市在工厂车间、办公楼、仓库的屋顶平台开展农副生产、种植瓜果、蔬菜等科学试验。

20 世纪 70 年代,广州东方宾馆 10 层屋顶上建成了中国第一个大型屋顶花园,其为我国第一个在建筑规划时就统一规划的屋顶花园,面积约 900 m^2,既有西方园林构图式手法的体现,也具有民族文化、中国古典造园艺术的影子。

20 世纪 80 年代,北京长城饭店主楼西侧低层屋顶上的绿化被称为中国北方第一座大型露天屋顶花园。20 世纪 90 年代初,北京出现了各具特色的屋顶花园,从此,拉开了国内建造屋顶花园的序幕。目前,北京、上海、广州、深圳、杭州、重庆等大城市都有许多优秀的屋顶绿化作品[5]。

2 屋顶绿化的分类

2.1 按使用目的分类

屋顶绿化按使用目的分为游憩型、生态型、经济型 3 类。

1)游憩型屋顶绿化:为人们提供一定的游览、休息及活动空间的场所,一般会有小乔木、灌木、藤本及地被植物的绿化配置,且设有园路、座椅、水景和小品等供人游玩。

2)生态型屋顶绿化:一般指非管理和维护人员不允许进入的简单屋顶绿化,为使生态效益最大化,仅种植地被植物或低矮乔灌木,不设置园林小品等设施[1]。

3)经济型屋顶绿化:一般选择蔬菜、低矮果树等粮食和经济作物,用于供给自己及社会日常生活需要的屋顶绿化。20 世纪 60 年代,南方一些省份,如四川省,就利用屋顶进行农副业生产,种植瓜果、蔬菜或养鱼等。

2.2 按屋顶类型分类

屋顶类型有平屋顶和坡屋顶之分[6],屋顶绿化也分平屋顶绿化和坡屋顶绿化。

1)平屋顶绿化 :根据现代建筑的发展风格,大部分屋顶表面是平的,因此,平屋顶绿化较为常见。其排水坡度一般为 2%~3%,相比坡屋顶来说,景观营造简单,能满足屋顶绿化中草、灌、乔、水池以及假山等多种景观要素的需求。

2)坡屋顶绿化 :坡屋顶包括单坡屋顶、两坡屋顶、多边坡屋顶等类型,一般排水坡度> 5°。在国外,倾斜式的屋顶绿色已经成为现代城市中一道亮丽的风景,在我国坡屋顶绿化相对较少。

2.3 按所属性质分类

屋顶绿化按其建筑所属性质分为私人屋顶绿化和公共屋顶绿化 2 种。

1)私人屋顶绿化:对一小部分人群开放的屋顶绿化,有特定的场所,如别墅、酒店等。

2)公共屋顶绿化:对所有人群都开放的屋顶绿化,在公共场所的屋顶上面建造,如小区、大型商场、超市、停车库等。

3 屋顶绿化的作用

3.1 增加绿化面积

由国际生态和环保组织调查结果显示,城市人均占有绿地面积大于 60 m^2 才能达到最佳城市环境的标准。我国人口众多,城市化进程迅猛,导致很多城市人均绿地面积少于 4 m^2,环境质量差。城市建筑面积增大,绿地面积减少,没有土地发展绿化,屋顶绿化是典型的空中绿化,不需要占用地面土地就能达到增加绿化的目的,优势明显,因此发展迅速。所以,屋顶绿化的发展能增加绿化面积,提高城市绿

化覆盖率[7]。

3.2 改善生态环境

植物具有吸收二氧化碳、二氧化硫、二氧化氮等有害气体并释放氧气的作用。屋顶绿化的植物有滞尘作用[7],大量的尘土颗粒被植物吸附后,降低了$PM_{2.5}$浓度,提高空气质量。植物本身能吸收水分,屋顶绿化的基质和排水系统也能缓解雨水的冲击,因此当暴雨来临时,屋顶绿化能有效发挥作用,减少或减缓城市雨洪问题的发生。

3.3 提供游玩娱乐场地

屋顶绿化是绿化的一种形式,其使用的造景元素有植物、园路、小品等,设施有座椅、路灯、垃圾桶等,按照景观设计手法处理,具有观赏、游玩价值。因此,复杂的屋顶绿化能为人们提供游玩场所。

3.4 保护屋面结构

夏季阳光直射,屋面温度高,特别是正午温度最高可达80℃以上,冬季冰雪覆盖,夜间温度最低可达-20℃。各类卷材和粘结材料在较大的温差梯度影响下热胀冷缩,沥青材料及其他密封材料经紫外线照射加速老化。而绿色植物在屋顶的运用,减少了冬夏两季温度差异所带来的屋顶破坏,有效保护屋顶,延缓建筑物的老化,降低建筑室内温度,节约能源,延长建筑寿命[8]。

3.5 节约土地资源

屋顶绿化作为一种不占用地面土地的绿化形式,如能推而广之,可以很好地节约资源,增加屋顶绿化面积的覆盖率,对提高土地集约利用水平及国土资源利用率,缓解日益突出的土地资源需求与供给之间的矛盾贡献巨大[9]。

4 郑州市概况

4.1 气候

郑州市地处黄河下游,四季分明,属于北温带大陆性季风气候,具有春季干旱少雨,夏季炎热多雨,秋季干旱多风,冬季寒冷干燥的基本气候特征。除个别山区年均温小于13℃外,郑州市年均温为14~14.3℃,极端最高温42.3℃,极端最低温-17.9℃,1月气温最低,7月气温最高。年均降雨量为640.9 mm,无霜期220 d,全年日照时间约为2 400 h。

4.2 屋顶绿化植物资源

常用的小乔木有10种:桂花、海棠、油松、紫叶李、大叶女贞、海棠、白玉兰、紫玉兰、山楂、桧柏。

常用的灌木有41种:珊瑚树、紫荆、紫薇、黄栌、木槿、郁李、金银木、碧桃、石榴、棕榈、海桐、无刺枸骨、丝兰、天目琼花、榆叶梅、腊梅、迎春、月季、小叶女贞、金叶女贞、火棘、贴梗海棠、阔叶十大功劳、南天竹、重瓣棣棠、红瑞木、黄刺玫、紫丁香、连翘、白丁香、小檗、石楠、金钟花、柳叶绣线菊、紫叶小檗、金心大叶黄杨、梅花、玫瑰、桃叶洒金珊瑚、金丝桃、八角金盘。

常用的藤本植物有5种:葡萄、紫藤、木香、凌霄、扶芳藤。

常用的草本植物有26种:美人蕉、芍药、大丽花、虞美人、菊花、麦冬、葱兰、百日草、酢浆草、石竹类、鸢尾、唐菖蒲、玉簪、萱草、白三叶、睡莲、常春藤、佛甲草、射干、五叶地锦、胭脂红景天、遍地黄金、八宝景天、凹叶景天、薄雪万年草、阔叶景天[1]。

5 郑州屋顶绿化调查与分析

5.1 调查对象

通过查阅文献、实地调查及相关园林公司提供参考资料等方法,最终选取9个屋顶绿化场地作为调查对象。非固定基质的屋顶绿化景观结构简单、生态效益小、机动性大,可人为移走,一旦出现上述情况,屋顶绿化景观就不复存在。因此,选取的对象均是固定种植基质的场地,放弃非固定基质的场地[10]。本次调查建筑的层高假设为3 m,各调查地点概况见表1。

表1 郑州市屋顶绿化调查地点概况

Tab.1 Investigation sites of roof greening in Zhengzhou City

序号	调查地点	地址	建筑属性	面积/m^2	层高/m
1	铁道资金结算中心	二七区康复前街59号附近	事业单位	300	9
2	郑州市教育局	中原西路182-1号	事业单位	550	24
3	商都世贸中心B座	宏昌街与通泰路交叉口	商业建筑	650	15
4	摩尔国际	黄河路经七路	商业建筑	800	51
5	建业城市花园小区中心广场	建业路熊耳河附近	居住区	1400	3
6	河南省地质调查研究院	科学大道81号	事业单位	1800	6
7	升龙国际中心小区商业楼	大学路政通路交叉口	居住区	2000	9
8	红星美凯龙东楼	中州大道商都路南	商业建筑	2000	18
9	山顶大厦	中州大道与北三环交叉口	商业酒店	2000	84

5.2 调查内容

园路、地形具有分割、引导、连接景点的作用;水体、植物、构筑物及基础设施具有围合、分割和点缀空间的作用。景观元素的丰富度能直接反映场地景观的丰富度[11]。因此本次调查的内容是地形、园路、广场、植物、水体、构筑物及基础设施的丰富度(表 2)。

表 2　郑州市屋顶绿化调查结果

Tab. 2　Investigation results of roof greening in Zhengzhou City

序号	调查地点	园路/条	地形/处	水体/处	广场	构筑物及设施	植物
1	铁道资金结算中心	0	0	0	1 个	无	6 科 7 属 7 种
2	郑州市教育局	1	0	0	1 个	坐凳、垃圾桶、服务设施	15 科 16 属 17 种
3	商都世贸中心 B 座	0	2	1	2 个广场、1 个球场	茶室、小品	10 科 12 属 13 种
4	摩尔国际	1	0	2	1 个	1 个卫生间	6 科 7 属 7 种
5	建业城市花园小区中心广场	2	0	3	3 个树阵、2 个广场	坐凳、垃圾桶、景墙、假山、亭子、小品、景观灯	15 科 16 属 18 种
6	河南省地质调查研究院	2	0	0	1 个运动场、3 个广场、1 个廊架	坐凳、垃圾桶、景墙、亭子	22 科 29 属 34 种
7	升龙国际中心小区商业楼	2	5	1	6 个铺装广场	廊架、坐凳、健身器材、亭子、垃圾桶	19 科 24 属 28 种
8	红星美凯龙东楼	3	1	4	7 个广场:网球场、餐饮广场、攀岩场地、防腐木广场、2 个中心铺装广场、草坪池	坐凳、垃圾桶、景墙、健身器材、小品	20 科 24 属 25 种
9	山顶大厦	2	0	0	1 个铺装广场	无	4 科 5 属 5 种

5.3 结果分析

从表 2 中得出:(1)没有道路的场地占 22.2%,1 条道路的场地占 22.2%,2 条道路的场地占 44.5%,3 条道路的场地占 11.1%;(2)没有微地形的场地占 66.7%,1 处微地形的场地占 11.1%,2 处微地形的场地占 11.1%,5 处微地形的场地占 11.1%,微地形分布不均,有的场地有多处,有的场地一处也没有;(3)水体在屋顶绿化中应用相对丰富,55.6%的场地有水体设计,设计数量为 1~3 个;(4)所有屋顶绿化均有广场,广场数量分布为 1~7 个;(5)场地中有 78%的屋顶绿化有构筑物及基础设施,仅有 22%的场地中无构筑物及基础设施;(6)植物应用最少的场地是山顶大厦共 5 种,最多的是河南省地质调查研究院共 34 种。

分析得出:(1)园路的丰富度与场地面积、景观复杂度有直接关系,景观越丰富,面积越大,园路设计类型越多、越丰富;(2)地形和水体的丰富度受建筑的建造时间、承重、防水、场地大小、设计风格等因素影响,建造年代越近、承重防水越好、场地越大、设计风格越多样,地形和水体的丰富度越高;(3)构筑物及基础设施的多少与面积大小、建筑高度、后期管护等密切相关,建筑物高度越低、面积越大、管护效果越好,构筑物和基础设施越丰富;(4)植物的丰富度受屋顶小气候环境、植物品种和植物设计影响,小气候越好,适合屋顶绿化的植物种类越多,设计越复杂,植物丰富度越高。

5.4 存在问题

1)景观设计:缺少人性化设计,空间划分不明;场地仅有一条道路或没有道路,场地利用率低;规划设计简单,元素应用单一,仅仅是满足生态绿化的需要。

2)基础设施:欠缺基础设施,有的场地没有休闲座椅、构筑物、小品,也没有垃圾箱等。

3)植物应用:植物品种单一,使用种类少且品种重复使用率高,植物常见的颜色多是绿色或深绿色,颜色单一,缺乏彩叶植物及观花、观果植物,造型简单。

4)后期管护:在调查时发现有部分植物枯死,宠物随地大小便,居民在植物上凉晒衣服等现象,管理粗放,缺乏科学的管理制度和专业养护人员。

5.5 优化建议

1)景观设计:根据设计构思,形成不同高差,创造宜人的微空间[12]。运用植物、小品、构筑物等的遮挡和构图的多变,形成空间的多变。根据设计要

求,选择材质、色彩、形式不同的铺装,让场地处处透着精细优美。

2)基础设施:对现有的屋顶绿化进行功能性评估,增添基础设施,使屋顶绿化不仅满足生态性,也满足功能性。

3)植物应用:在满足植物生存条件下,对植物进行科学的配比,形成稳定、丰富的植物群落,做到四季常青、三季有花。

4)后期管护:加强宣传保护意识,提高物业管理水平,建立科学规范的养护管理制度,安排专人定期进行浇水、施肥、修剪、除草、病虫害防治等养护工作,限制植物生长过快,保持美观、适用。

6 总结

屋顶绿化作为城市绿地的补偿,发挥着巨大的生态和社会效益,在多地掀起一股建设浪潮。但屋顶绿化不仅仅是景观设计,而是多学科、多领域、多技术的交叉,涉及因素很多,如房屋承重、防水、屋顶绿化植物适应性等。因此,必须各方面统筹发展,共同进步,屋顶绿化才能发展得更好。

参考文献:

[1] 河南省质量技术监督局. 屋顶绿化技术规范:DB 41/T 796-2013[S]. 2013.

[2] 苏雪痕. 植物景观规划设计[M]. 北京:中国林业出版社,2012.

[3] 汪海鸥. 屋顶开放空间设计研究[D]. 大连:大连理工大学,2007.

[4] 张云生,陆文妹. 我国屋顶绿化发展综述[J]. 蓝天园林,2006(1):53-55.

[5] 张枫. 屋顶花园设计研究[D]. 北京:中央美术学院,2009.

[6] 郑州市城乡规划局. 郑州市规划管理技术规定[Z]. 2018.

[7] 王月宾,杜伟宁,韩丽莉,等. 北京:计划 5 年内完成屋顶绿化 100 万m^2——北京市屋顶绿化政策解读[J]. 中国住宅设施,2012(11):10-13.

[8] 寇琳. 北京地区建筑屋顶绿化设计研究[D]. 北京:北京建筑工程学院,2012.

[9] 和晓艳. 屋顶绿化的相关技术研究[D]. 南京:南京林业大学,2013.

[10] 张云生,陆文妹. 我国屋顶绿化发展综述[J]. 蓝天园林,2006(1):53-55.

[11] 王国辉. 郑州市屋顶绿化调查与分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.

[12] 徐峰,封蕾,郭子一. 屋顶花园设计与施工[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

责任编辑:杨焌熔
校　　对:张林艳　杨焌熔

(上接第 79 页)

参考文献:

[1] 中共中央,国务院. 关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[Z]. 2019.

[2] 中共中央,国务院. 关于划定并严守生态保护红线的若干意见[Z]. 2017.

[3] 自然资源部,生态环境部. 生态保护红线划定指南[Z]. 2017.

[4] 自然资源部,生态环境部. 关于开展生态保护红线评估工作的函[Z]. 2019.

[5] 自然资源部. 关于印发生态保护红线评估有关材料的函[Z]. 2019.

[6] 自然资源部. 关于全面开展国土空间规划工作的通知[Z]. 2019.

[7] 周永兴,张林艳. 云南省生态保护红线评估实施方案的编制实践与思考[J]. 林业调查规划,2020,45(3):165-167,173.

[8] 周永兴. 云南省生态保护红线评估工作的思考及建议[J]. 林业调查规划,2020,45(1):164-167,172.

责任编辑:许易琦
校　　对:张林艳　许易琦

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 035

山地城市骑行绿道选线适宜性评价研究

——以云南省普洱市为例

邓忠坚[1,2],李晓娜[3],杨红梅[2],甘 淑[1]
(1. 昆明理工大学国土资源工程学院,云南 昆明 650093; 2. 西南林业大学生物多样性保护学院,云南 昆明 650224;
3. 西南林业大学地理与生态旅游学院,云南 昆明 650224)

摘要:以云南省典型山地城市普洱市为例,通过问卷调查及访谈、实地调查、专家咨询等方法,筛选出山地城市骑行绿道选线影响因子,运用层次分析法(AHP)构建适宜性评价模型,对普洱市思茅区骑行绿道适宜建设区域进行评价。结果表明,山地城市骑行绿道选线除强制考虑地质灾害和空间管制因素外,主要受自然环境基底、景观资源、交通环境、使用需求的影响,其中自然环境基底影响最大,最适宜区域分布在海拔 600~1 200 m、坡度 0~8°地形较平坦的城镇及其周边;适宜区及基本适宜区为海拔 900~1 500 m、坡度 0~20°区域;不适宜区域为海拔高于 1 700 m、坡度大于 20°区域。

关键词:骑行绿道选线;适宜性评价;层次分析法(AHP);山地城市;普洱市

中图分类号:S731. 8;P964　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2021)04-0193-08

引文格式:邓忠坚,李晓娜,杨红梅,等. 山地城市骑行绿道选线适宜性评价研究——以云南省普洱市为例[J]. 林业调查规划,2021,46(4):193-200. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 035

DENG Zhongjian, LI Xiaona, YANG Hongmei, et al. Suitably Evaluation of Route Selection for Cycling Greenway in Mountainous Cities——A Case Study of Pu′er City in Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning,2021,46(4):193-200. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2021. 04. 035

Suitably Evaluation of Route Selection for Cycling Greenway in Mountainous Cities

——A Case Study of Pu′er City in Yunnan

DENG Zhongjian[1,2], LI Xiaona[3], YANG Hongmei[2], GAN Shu[1]
(1. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;
2. College of Biodiversity Conservation, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;
3. College of Geography and Ecotourism, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The influence factors of route selection for cycling greenwayin mountainous cities wereselected by questionnaire survey, interview, field survey and expert consultation, andthe suitability evaluation model was constructed by analytic hierarchy process (AHP) to evaluate the suitable construction area of cycling greenway in Simao District of Pu′er City, a typical mountainous city in Yunnan Province. The re-

收稿日期:2020-10-28.
基金项目:云南省农业联合基金(2017FG001-075).
第一作者:邓忠坚(1979-),男,博士研究生,副教授. 研究方向为遥感与地理信息系统应用. Email:43946916@ qq. com
责任作者:甘淑(1964-),女,博士,教授,博士生导师. 主要研究方向为资源环境遥感与 GIS 空间分析技术应用. Email:N1480@ qq. com

sults showed that, besides forcibly geological hazards and spatial regulation, the route selection for cycling greenway in mountainous cities was mainly affected by natural environment base, landscape resources, traffic environment and use demand, and the natural environment base had the greatest influences; the most suitable area was distributed in the towns and their surroundings with flat terrain between 600~1 200 m above sea level and 0~8° slope; thesuitable areas and sub-suitable areas were areas with an altitude of 900~1 500 m and a slope of 0~20°; theinappropriate areas were areas with altitude higher than 1 700 m and gradient higher than 20°.

Key words: route selection of cycling greenway; suitability evaluation; analytic hierarchy process; mountainous cities; Pu′er city

骑行作为健身运动、绿色出行、回归健康生活的主要方式之一,近年来深受人们喜爱,骑行人群迅猛增长,山地骑行成为全民健身运动的热门项目之一。城市绿道是连接游憩资源、提供户外开敞空间、缓解交通等多功能为一体的综合性景观体系,是保护城市生态系统稳定的重要基础设施[1-4],是骑行的重要活动空间。山地城市具有满足山地骑行的良好资源,但目前城市绿道规划很少考虑对山地骑行的特殊性和限制性因素。山地骑行绿道一般以山地复杂多变的气候和自然景观为基础,以丰富多彩的动植物景观及沿途人文资源为特色,以享受自然野趣、追求运动健身和挑战自我为主要目的,因此,绿道的合理布局是保障山地骑行可行性、安全性、体验性的关键性环节。目前绿道布局研究大多针对平原、丘陵城市,如部分学者以上海、海口、南京等平原城市为例,选取景观、交通、可实施性、土地利用类型、绿地斑块面积、坡度、植被等因子,运用层次分析法(AHP)进行绿道选线适宜性评价[5-8];部分学者以湖南株洲、武汉瑜家山等丘陵城市为例,从自然环境地形、人文资源、交通等方面进行绿道选线适宜性分析[9-11]。关于山地城市绿道选线的研究目前仅停留在宏观层面,如有学者认为山地城市进行绿道规划应注重与山水格局、生态基底的融合,凸显山地城市的特殊性、复杂性和独特性[12-14],可将自然节点、人文节点、城市公共空间、城乡居民点、开敞空间边缘、交通线路等影响因子进行综合分析,确定绿道最佳线路[15];如赵宇基于步行者环境需求,从通行和安全、行为和心理、审美和情感 3 个层面出发,以重庆主城区绿道为对象,采用层次分析法(AHP)构建山地城市绿道步行环境选线模型,并用以规划重庆江北区绿道选线布局[16]。

普洱市地处云南南部横断山脉南缘中山地貌区,国土面积 3 928 km^2,山地面积占 98.3%,森林覆盖率达 70%,山地景观资源丰富,具“林中之城”美誉。本研究基于普洱市思茅区山地城市特点,综合考虑地质灾害、空间管制因素、自然环境、景观资源、交通环境、使用需求等因素,筛选影响山地城市骑行绿道选线的关键性因子,构建绿道选线模型,为山地城市骑行绿道规划提供依据。

1 数据来源与处理

收集城市自然和人为活动两方面的多源数据进行骑行绿道适宜性评价,自然因素数据包括地形、植被、水系、景观资源、地质灾害区分布等数据,人为活动数据包括路网、人口密度、城镇分布、城市空间管制等相关数据。其中,数字高程(DEM)数据来自 SRTM3 (ShuttleRadarTopographyMission) (https://www.usgs.gov/),空间分辨率 30 m,基于该 DEM,利用 ArcGIS 10.7 软件的地形分析功能生成坡度、坡向数据;植被类型分布数据来自普洱市林业与草原局,空间分辨率 100 m;人口密度数据来自中国科学院资源环境科学与数据中心(http://www.resdc.cn/),数据现势性为 2015 年,空间分辨率 1 000 m;路网(现状与规划)、城市空间管制、景观资源等数据来自普洱市住房和城乡建设局,相关规划比例尺为 1∶1000。

将以上每类数据利用 ArcGIS 10.7 制作为矢量或栅格图层,统一投影坐标系,形成关于研究区的自然和人为活动空间数据库。

2 研究方法

2.1 调查方法

1)问卷调查及访谈:从绿道骑行的坡度、绿道类型、绿道线路分布、绿道串联的景观资源、绿道出

行交通影响、绿道使用人群、绿道骑行的安全性等方面进行问卷调查,向不同人群随机发放并收回 200 份调查表,并对自由职业者,企、事业单位人员,专职骑行者等组成的“普洱市山地骑行团”进行访谈。

2)实地调查:根据通行条件和绿地景观配置对普洱市主城区的 32 条道路、35 处绿地以及自然和人工廊道两侧 200 m 范围进行实地调查。记录道路通行条件、现状绿地水平、风景游憩资源分布状况、廊道两侧用地可行性、近期实施可行性等信息。

2.2 影响因子筛选及评价

山地城市骑行绿道建设应立足于骑行自然环境基底,避开地震点、地质灾害易发和多发区以及空间管制禁建区,充分利用现有交通条件,串联风景游憩地和城市绿色开敞空间,满足市民不同骑行难度的需要。通过问卷调查、资料查阅、实地调查及专家咨询,筛选山地骑行绿道选线的自然和人文影响因子。

通过 ArcGIS 软件对各因子数据进行处理,得到每个因子的矢量或栅格图层。通过专家咨询法,评价每个影响因子各个等级的影响力高低,以 9,7,5,3,1 衡量影响力值。利用 ArcGIS 10.7 软件的重分类功能,将栅格图层进行重分类,得到各单因子选线适宜性评价图。

2.3 选线适宜性评价

通过层次分析法(AHP)构建评价指标体系,在同一层级指标间构建判断矩阵,计算影响因子权重。将各单因子图层按权重进行加权叠加,得到山地城市骑行绿道选线适宜性评价结果图层。根据相等间隔分类法,将适宜度分为 1、2、3、4、5 共 5 个级别赋值,数值越大,适宜程度越高。

3 结果与分析

3.1 调查及访谈结果与分析

71.50%的受访者对于绿道骑行坡度、绿道串联的景观资源最为关注,普通民众能承受在 10°左右坡度的道路、串联优美景色资源点的线路上开展游憩、健身活动。20.43%的受访者对绿道骑行的线路类型、绿道出行的安全性比较关注,认为城镇内部的绿道应和人行道分离设置。7.07%的人对绿道出行交通影响因素最为关注,认为人口相对密集的区域对绿道需求更大,期望大部分的绿道线路可以通过公共交通到达。专业骑行者对于绿道坡度、绿道线路串联的景观资源以及绿道类型更为关注。专业骑行者以郊野山地骑行线路为主,穿越过最高坡度在 60°左右的山林小径,认为郊野绿道线路的坡度相对城镇型可以大些。

3.2 影响因子的确定与分析

筛选出自然环境基底(海拔、坡度、植被类型、水体)、景观资源(公园绿地与广场用地、风景游憩地)、交通环境(交通设施、道路类型)、使用需求(人口密度、城镇分布)、地质灾害及空间管制(地震地质灾害、空间管制)影响山地骑行绿道选线六大类因子,生成主要因子图层如图 1 至图 10,作为普洱市山地骑行绿道选线影响因子分析图,各单因子选线适宜性分级评价结果如表 1 所示。

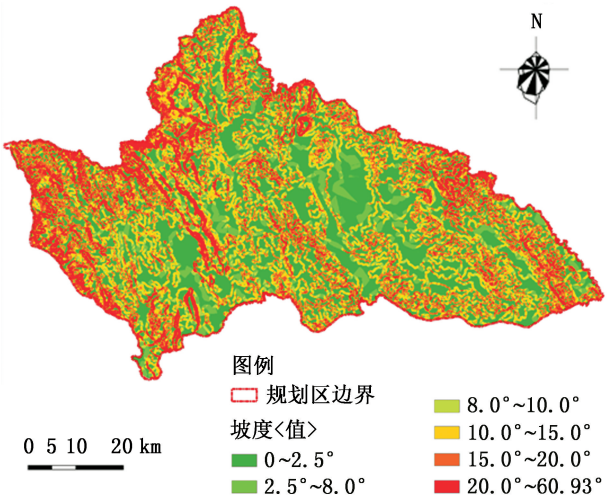


图 1　研究区坡度分布

Fig. 1　Slope distribution in the study area

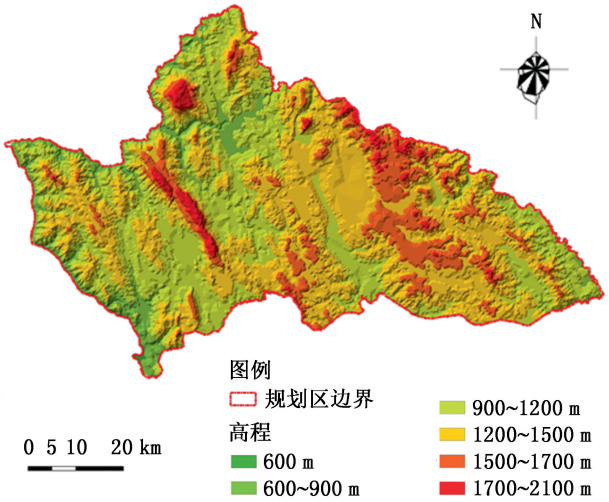


图 2　研究区海拔分布

Fig. 2　Altitude Distribution in the study area

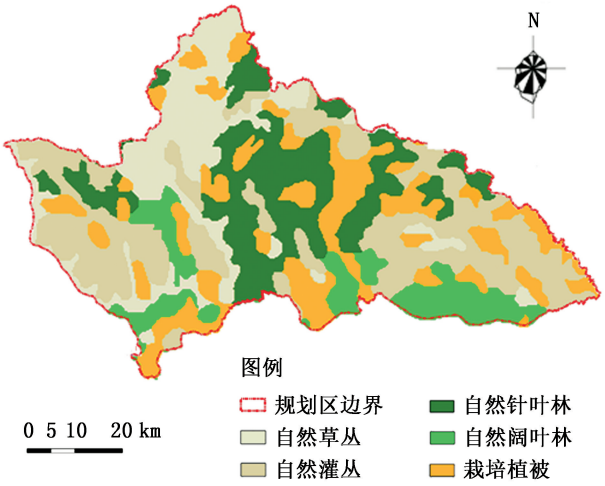


图 3　研究区植被类型分布

Fig. 3　Distribution of vegetation types in the study area

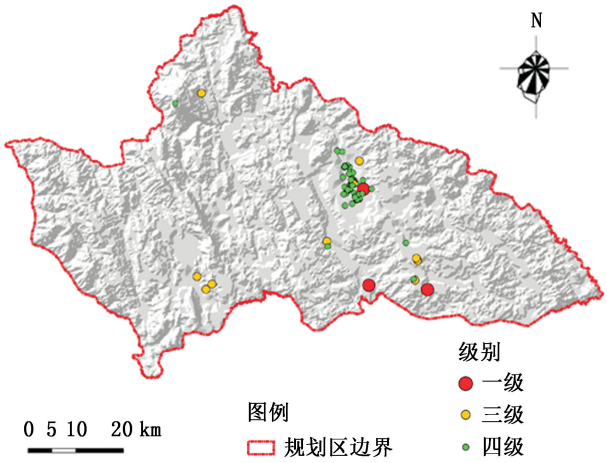


图 6　研究区风景游憩地分布

Fig. 6　Distribution of scenic and recreational sites in the study area

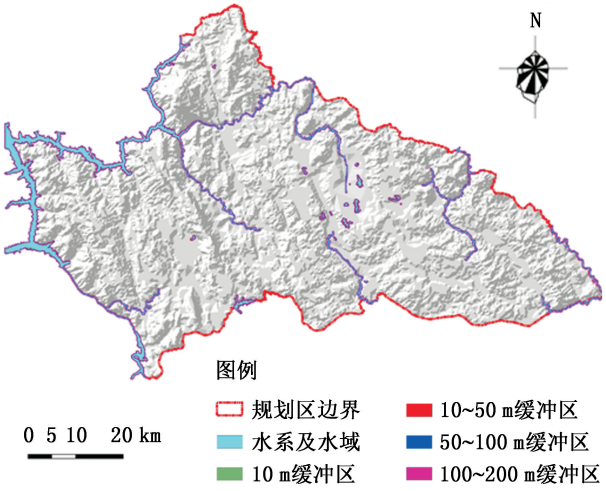


图 4　研究区水域分布

Fig. 4　Water distribution in the study area

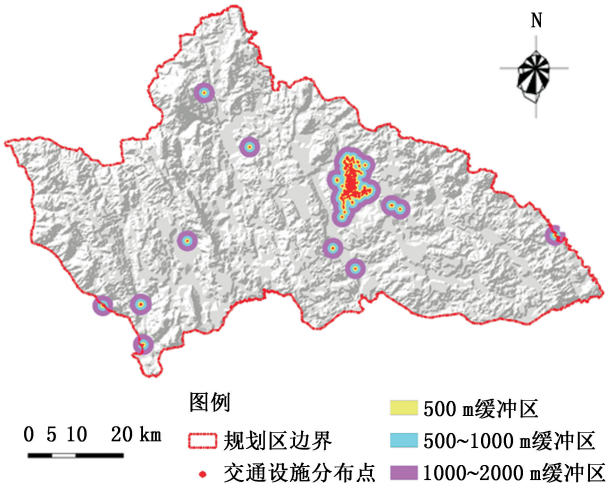


图 7　研究区交通设施分布

Fig. 7　Distribution of traffic facilities in the study area

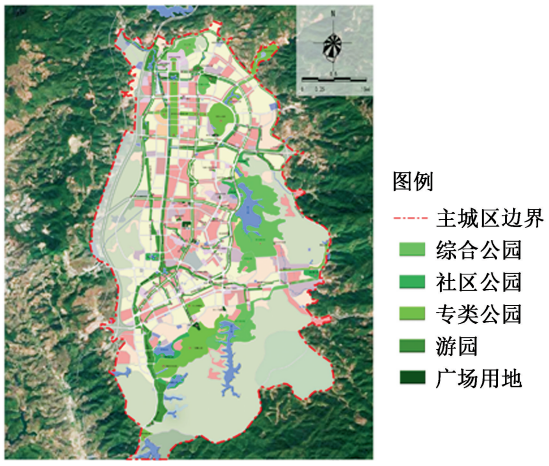


图 5　主城区公园绿地与广场用地分布

Fig. 5　Distribution of park green space and square land in main urban area

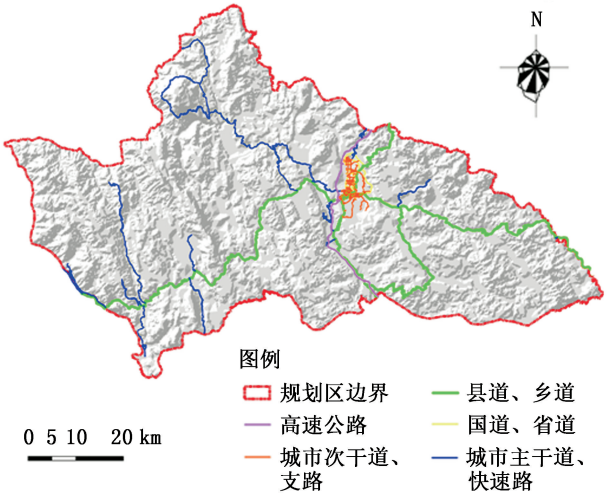


图 8　研究区道路类型分布

Fig. 8　Distribution of road types in the study area

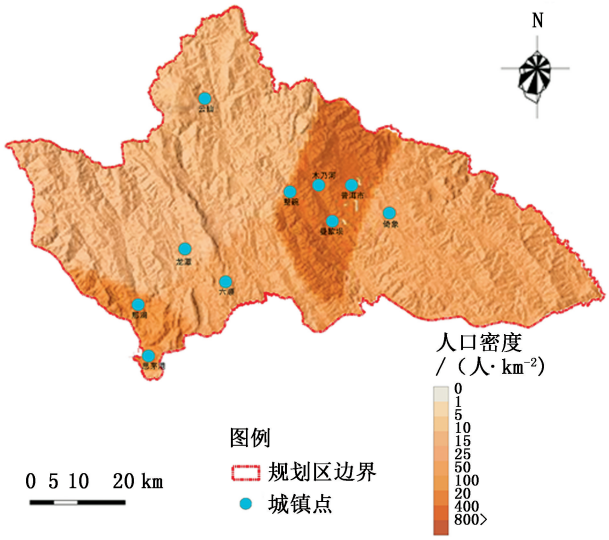


图 9　研究区人口密度分布

Fig. 9　Distribution of population density in the study area

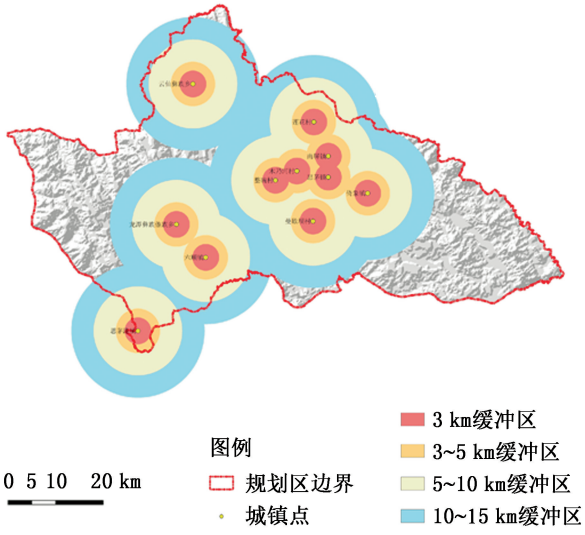


图 10　研究区城镇点分布

Fig. 10　Distribution of towns in the study area

表 1　普洱市山地骑行绿道选线适宜性评价得分

Tab. 1　Suitability evaluation score of route selection for mountainous cycling greenwayin Pu′er City

指标层	分类	赋值	指标层	分类	赋值
坡度(C1)	0~2.5°	7	风景游憩地(C6)	特级景源	9
/(°)	2.5°~8°	9		一级景源	7
	8°~10°	5		二级景源	5
	10°~15°	3		三级景源	3
	>15°	1		四级景源	1
海拔(C2)	600~900	3	交通设施(C7)	距交通设设施距离 0	9
/m	900~1200	9	距交通设施距离/m	距交通设设施距离≤500	7
	1200~1500	7		距交通设设施距离≤1000	5
	1500~1700	5		距交通设设施距离≤2000	3
	>1700	1		距交通设设施距离≥2000	1
植被类型(C3)	天然草丛	1	道路类型(C8)	城市次干道、支路	9
	天然灌丛	3		县道、乡道	7
	天然针叶林	7		城市主干道	3
	天然阔叶林	9		城市快速路	1
	人工植被	5		国道、省道	1
水系分布(C4)	距水系≤10	9	人口密度(C9)	人口密度在 0~100	1
距水系距离/m	距水系≤50	7	/(人·km⁻²)	人口密度在 100~200	3
	距水系≤100	5		人口密度在 200~400	5
	距水系≤200	3		人口密度在 400~800	7
	距水系≥200	1		人口密度在>800	9
公园绿地与广场用地(C5)	综合公园	9	城镇分布(C10)	距城镇分布点 0~3	9
	社区公园	5	距城镇分布点距离/km	距城镇分布点 3~5	7
	专类公园	3		距城镇分布点 5~10	5
	游园	1		距城镇分布点 10~15	3
	广场用地	7		距城镇分布点>15	1

3.2.1 自然环境基底

根据山地城市特点,以满足不同层次骑行使用者需求出发,将绿道坡度分为两个层面,(1)面向一般骑行者,能够承受0~10°的坡度,以2.5°~8°最为适宜;(2)面向准专业及专业骑行者,除优先考虑0~10°坡度的线路外,增加坡度在10°~15°的线路,适当考虑坡度大于15°的线路。依据《绿道规划设计导则》和问卷调查访谈,确定线路坡度等级为0~8°,8°~15°,>15° 3个等级,且0~8°、8°~15°、>15°这3种坡度的线路长度占比以7∶2∶1为宜;城镇型绿道坡度尽量控制在0~10°之间,郊野型绿道各个等级坡度皆可体现,但以0~15°为主。

普洱市海拔高差约1 500 m,将研究区高程划分为600~900 m、900~1 200 m、1 200~1 500 m、1 500~1 700 m、>1 700 m 5个级别,其中海拔900~1 200 m区域多为坝子,绿道骑行线路在这个海拔范围内可相对较丰富,并穿过不同海拔区域,更好地欣赏垂直气候景观。

按距水体边界的距离划分≤10 m、≤50 m、≤100 m、≤200 m、>200 m 5个水域缓冲区,其中离水边10~50 m亲水性、安全性、景观性较好,可作为绿道骑行线路的优先区域。

将植被资源划分为人工植被、天然阔叶林、天然针叶林、灌丛、天然草丛,其中以天然阔叶林植被景观效果最好,可作为绿道线路穿越的优先区域。

3.2.2 景观资源

结合公园绿地、广场用地和风景游憩地等资源进行绿道选线。

公园绿地包括综合公园、社区公园、专类公园、游园与广场用地,城市绿道的骑行线路以串联大型绿色开敞空间为主;风景游憩地按照其重要性分为特级景源、一级景源、二级景源、三级景源和四级景源,绿道将这些价值高的风景游憩地串联起来以带动尚未被开发但游赏、考查价值高的资源。

3.2.3 交通环境

普洱市公路网密度达36 km/100 km^2,路网密度高,设有各类交通站场,已实现公路村村通。绿道可借助非干线公路、非主干道等骑行条件较好的道路布局,同时出于安全方面的考虑要与车行道、人行道保持一定的距离。

绿道按距交通设施的距离划分为0 m、≤500 m、≤1 000 m、≤2 000 m、>2 000 m 5个等级,绿道线路节点尽量靠近有公共交通设施的区域,为绿道骑行出行提供便捷条件;按城市次干道和支路、城市快速路和主干道、县道和乡道、国道和省道、高速公路5个等级划分,不同道路类型对骑行的适宜程度不一,根据可依托的道路类型选择绿道借道。

3.2.4 使用需求

普洱市主城区基础设施相对完善,骑行出行较多,对于绿道的需求较大,绿道使用频率相对较高,绿道线路规划密度应相对较高。

将人口密度划分为0~100、100~200、200~400、400~800、>800 I 人/km^2 5个等级,骑行绿道线路在人口密度大的区域密度相对高,以满足市民骑行需求。

按距城镇点分布的距离划分为0~3 km、3~5 km、5~10 km、10~15 km、>15 km 5个等级,绿道骑行线路穿越城镇分布点以及靠近城镇分布点能够保证骑行过程的需求,促进内外联动发展。

3.2.5 空间管制

普洱市城市空间管制按城市已建区、适建区、限建区、禁建区4类进行。已建区包括已开发的城市用地区域;适建区包括除已建区以外未利用土地、非永久基本农田、非国有公益林、非省级公益林和待改造的村庄用地等;限建区包括一般农田和林地;禁建区包括永久基本农田、公益林、饮用水源保护区、水面、河滩区域、地质灾害重点防治区等用地。本研究中绿道选线严格避开禁建区、限建区,充分利用已建区的基础设施,在已建区和适建区进行建设。

3.2.6 地质灾害

普洱市处于小江断裂带,西部有5.0~5.9级的地震点4处,北部和中部有6.0~6.9级的地震点4处,这些区域发生地震的同时极易伴随滑坡等地质灾害发生,地质环境不稳定。加之普洱市6—9月易发暴雨和强降雨,易发生地质灾害,绿道线路布局时要避免穿过地震断裂带,避开滑坡、泥石流、塌方、地面塌陷等地质灾害易发、多发区。

3.3 绿道选线适宜性评价体系及权重计算

运用层次分析法(AHP)对骑行需求下的绿道选线影响因子进行权重计算分析。各因子中自然环境基底、景观资源、骑行交通环境、骑行使用需求、地质灾害及空间管制是主要影响因子,其中地震、地质灾害和空间管制属于强制性考虑因子,不纳入权重计算。通过计算得出准则层中的自然环境基底因子权重最大,景观资源和交通环境并列次之;在综合权重中,坡度、道路类型、公园绿地与广场用地、海拔权重较大,以上因子的不同权重将为绿道选线提供依据(表2)。

表 2　普洱市山地骑行绿道选线评价因子权重

Tab. 2　Evaluation factors weight of route selection for mountainous cycling greenway in Pu′er City

目标层	准则层	准则层权重	指标层	准则层权重	综合权重
基于山地骑行需求的城市绿道选线适宜性评价	自然环境基底(B1)	0.5346	坡度(C1)	0.5839	0.3064
			海拔(C2)	0.2392	0.1255
			植被类型(C3)	0.0843	0.0442
			水系分布(C4)	0.0926	0.0486
	景观资源(B2)	0.1963	公园绿地与广场用地(C5)	0.6667	0.1309
			风景游憩地(C6)	0.3333	0.0654
	交通环境(B3)	0.1963	交通设施(C7)	0.2500	0.0491
			道路类型(C8)	0.7500	0.1472
	使用需求(B4)	0.0728	人口密度(C9)	0.5000	0.0317
			城镇分布(C10)	0.5000	0.0317
	地质灾害与空间管制(B6)	强制考虑	地震、地质灾害(C11)	强制考虑	
			空间管制(C12)		

3.4 研究区山地骑行绿道选线评价结果

综上所述,根据绿道选线评价因子权重表(表2)中指标层的权重数据进行加权叠加分析,得到绿道选线适宜性等级分布图(图 11)。基于山地城市骑行需求的绿道选线,最适宜区域多分布在城镇及其周边,与适宜及基本适宜区域向外缓冲分布,不适宜区域主要分布于区域外缘及坡度较陡的山脉。其中,最适宜区域在海拔 600~1 200 m、坡度 0~8°范围,该区域地形较平坦,通达性较好,景观资源丰富,城镇聚集,人口密度大,与表 1 中得分最高的区域相契合;适宜区域及基本适宜区域以海拔 900~1 500 m、坡度 0~8°区域为主,部分在 8°~20°区域,有较多水系,人口密度不大,村寨零散分布,景观资源丰富,绿色开敞空间多;不适宜区域在海拔 1 700 m 以上、坡度>20°,这些区域多为天然森林,地形复杂,属于地质灾害中、高度易发区,不适宜绿道建设。综合考虑山地城市特点,将“连山、环水、串联、互补、优化”作为普洱市山地骑行绿道布局原则,根据不同人群的骑行需求,绿道选线优先考虑最适宜区域和适宜区域范围,仅在这两类区域内布局,在绿道不能连成网状的情况下再考虑基本适宜区域。

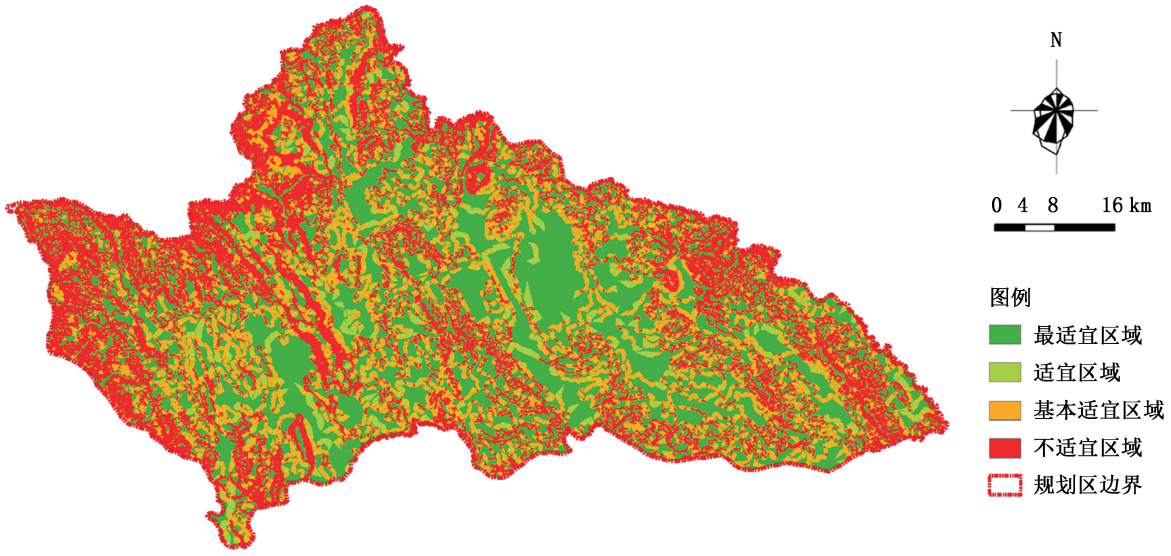


图 11　普洱市山地骑行绿道选线适宜性区域分布

Fig. 11　Suitable areas of route selection for mountainous cycling greenway in Pu′er City

4 结论与讨论

基于山地城市骑行需求的绿道选线,除强制考虑地质灾害和空间管制因素外,主要受骑行自然环境基底、骑行景观资源、骑行交通环境、骑行使用需求的影响,其中自然环境基底影响最大;山地骑行绿道最适宜区域分布在海拔 600~1 200 m、坡度 0~8°区域地形较平坦的城镇及其周边;适宜区及基本适宜区为海拔 900~1 500 m、坡度 0~20°区域;不适宜区域为海拔高于 1 700 m、坡度大于 20°区域。与非山地城市相比,山地城市骑行绿道选线更需要考虑专业骑行爱好者对坡度的特殊需求,更需要注意地质灾害因素的影响。

山地城市骑行绿道选线适宜性评价考虑了坡度、海拔、植被类型、水系分布、公园绿地与广场用地、风景游憩地、交通设施、道路类型、人口密度、城镇分布 10 类因子,权重以坡度(0.306 4)、道路类型(0.147 2)和公园绿地与广场用地(0.130 9)3 项最大,体现了对串联优美自然资源给骑行爱好者最佳休闲体验的出发点以及对不同类型骑行爱好者差异化需求的重视。土地利用类型也与选线息息相关,但未单独作为适宜性评价影响因子,主要原因是土地利用类型中涉及到与绿道选线相关的 R 类居住用地、S 类道路与交通设施用地和 G 类绿地与广场用地,已纳入参与分析的“骑行使用需求、骑行交通环境、骑行景观资源”等因子中进行了评价,已体现了土地利用类型对骑行绿道选线的影响。

该研究运用 GIS 技术,基于山地城市骑行需求,对绿道选线进行量化研究,为类似普洱市这样的山地城市进行绿道建设提供参考。本次研究未考虑坡长、坡度与转弯半径的关联性对骑行安全性的影响,未来的研究应重点系统分析影响山地骑行安全性的因素,以期以更优的供给满足人民日益增长的美好生活需要,贯彻“人民城市人民建,人民城市为人民”的城市建设理念。

参考文献:

[1] 中国住房城乡建设部. 绿道规划设计导则[S]. 北京,2016.

[2] 吴凯. 国内外典型绿道功能比较研究[C]//中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,中国城市规划设计研究院城市交通专业研究院. 2017 年中国城市交通规划年会论文集,2017.

[3] 周年兴,俞孔坚,黄震方. 绿道及其研究进展[J]. 生态学报, 2006(9):3108-3116.

[4] MÜNEVVER O B, HAVVA U Y. Multi criteria decision making methods for urban greenway: The case of Aksaray, Turkey[J]. Land Use Policy, 2019:89.

[5] 罗坤. 大都市区绿道选线规划与建设策略研究——以上海市徐汇区绿道为例[J]. 城市规划学刊,2018(3):77-85.

[6] 李丹,许先升,王宁,等. 城市绿道选线适宜性评价研究——以海口市中心城区为例[J]. 海南大学学报(自然科学版),2019,37(1):81-88.

[7] 严军,王雪童,戴康龙. 基于 GIS 的紫金山风景区绿道选线适宜性研究[J]. 林业科技开发,2015,29(5):152-156.

[8] 唐文. 县域绿道选线适宜性评价研究[D]. 成都:成都理工大学,2018.

[9] 杨希思. 丘陵城市绿道慢行系统规划研究[D]. 长沙:湖南大学,2015.

[10] 刘羽波. 城市型丘陵绿道规划设计方法研究[D]. 武汉:华中科技大学,2018.

[11] 刘家琳. 低丘陵地区城镇化过程中滨河绿道策略——以内江小青龙河绿道规划为例[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2014 年会论文集(上册),2014:378-384.

[12] 李波. 浅论山地城市绿道空间生态性与人文性的耦合关系[C]//中国城市规划学会,东莞市人民政府. 持续发展 理性规划——2017 中国城市规划年会论文集(17 山地城乡规划),2017:74-83.

[13] 张昆暐. 山地城市中心区绿道规划浅析[J]. 现代园艺,2018(14):155-156.

[14] 黄丽霞,李蜀川,文燕冬,等. 融山水城为一体的山地城市云阳县绿道规划[J]. 南方农业,2015,9(25):32-35.

[15] 张孝娟. 沿江山地城市绿道规划设计研究[D]. 福州:福建农林大学,2013.

[16] 赵宇. 基于步行环境需求的山地城市绿道选线研究[D]. 重庆:西南大学,2017.

[17] 王冬冬,范柱国,范立伟,等. 普洱市思茅区地质灾害分区与防治对策[J]. 中国水土保持,2013(8):26-28.

责任编辑:许易琦
校　　对:许易琦

《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,连续两届荣获“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 5 000~15 000 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:hm^2、m^2、dm^2、cm^2; 体积单位:m^3、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码对应一致。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”

云南怒江峡谷地貌

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