

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.05.010

## 山丘区抑螺防病林效益评价

蒋俊明<sup>1</sup>, 吴冕<sup>2</sup>, 张东明<sup>3</sup>, 蒋飞跃<sup>1</sup>, 费世民<sup>1\*</sup>, 孙启祥<sup>4</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 四川省生态文化促进会, 四川 成都 610000;

3. 东坡区林业局, 四川 眉山 620000; 4. 中国林业科学研究院, 北京 100091)

**摘要:**根据林业血防作用机理及林分模式特点,采用层次分析法,以抑螺效果、经济效益、生态效益、景观效果和林木生命周期为类目标层构建了山丘区抑螺防病林综合效益评价体系;对34种纯林模式综合效益的评价结果显示:最高的是经济型,其次为兼用型,最低的为用材型。

**关键词:**抑螺防病林;效益;层次分析法;指标体系;山丘区

中图分类号:S727.2 文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2019)05-0051-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Benefit Evaluation of Snail and Disease Prevention Forests in Hilly Areas

JIANG Jun-ming<sup>1</sup> WU Mian<sup>2</sup> ZHANG Dong-ming<sup>3</sup> JIANG Fei-yue<sup>1</sup>  
FEI Shi-min<sup>1\*</sup> SUN Qi-xiang<sup>4</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2. Sichuan Ecological Culture Promotion Association, Chengdu 610000, China;

3. Forestry Bureau of Dongpo District, Meishan 620000, China; 4. Chinese Academy of Forestry, Beijing 10091, China)

**Abstract:** According to the mechanism of forestry schistosomiasis prevention and the characteristics of stand models, the benefit evaluation system was established for forest of snail control and disease prevention in hilly areas by the analytic hierarchy process with five target layers, such as anti-snail effect, economic benefit, ecological benefit, landscape effect and forest lifetime. And the evaluation results of comprehensive benefits of 34 pure forest models showed that the highest was economic type, followed by dual-use type, and the lowest was timber type.

**Key words:** Forest of Snail Control and Disease prevention, the analytic hierarchy process, Benefit, Index systems, Hilly areas

抑螺防病林(以下简称抑螺林)是指在血吸虫病流行区培育的一种特殊防护林。血吸虫疫区分为水网型、湖沼型和山丘型三大类<sup>[1]</sup>,前两类型区具体指安徽、湖南、湖北、江西和江苏5省,钉螺适生区域为江、湖滩地,其钉螺分布区是营造抑螺林的主体区域,但在夏季有长达3~5个月淹水期,且要求抑

螺林营造不能影响正常行洪,宽行窄株造林是为防止抑螺林影响所规定的<sup>[2,3]</sup>,造林树种必须耐水淹,这决定了适生仅杨树、柳树和枫杨等极少树种;山丘型疫区具体指四川和云南两省区,因造林地块淹水时间极少、淹水深度较浅,亚热带气候区适生树种均可作为抑螺树种<sup>[4]</sup>,山丘区钉螺分布及地形条件的

收稿日期:2019-05-27

基金项目:国家科技支撑计划项目(2015BAD07B0703)

作者简介:蒋俊明(1966-),男,四川仁寿人,研究员,博士,主要从事森林培养研究,e-mail:358557029@qq.com。

\*通讯作者:费世民(1965-),男,安徽滁州人,博士,研究员,主要从事森林生态,e-mail:feism@163.com。

复杂性决定了抑螺林模

式的多样性。山丘区林业血防研究和工程建设始于2006年,较其它两疫区晚20多年,但成效极显著<sup>[4]</sup>,各地数量众多的抑螺林模式成效差异显著,这对广大疫区干部群众,成效多以经济效益作标准,目前尚无综合效益评价的标准和方法。

抑螺防病林是中国特有林种,效益评价及研究<sup>[5-7]</sup>均是针对滩地杨树林模式,由于山丘区模式的多样性,及抑螺机理的差异<sup>[4]</sup>,须建立符合山丘型特点的抑螺林综合效益评价体系,对目前已有的模式进行评价,提炼一些效益好的抑螺林模式推广;为模式优化提供科学依据。

### 1 材料和评价对象

四川全省有63个山丘型疫区县、云南有17个。相对而言,四川疫区范围更宽,类型更多(全国血吸虫病流行区抑螺林模式在四川疫区基本都找到)。通过调查与文献查阅,于2015—2018年对四川的重点疫区(东坡、仁寿、蒲江、彭山、名山、洪雅、丹棱、芦山和德昌等区县)的抑螺林类型、经营现状、抑螺效果、产值等进行了调查。调查及评价纯林(为便于表述,以下以树种代替林分)模式见表1。

表1 主要评价树种  
Tab.1 Main evaluation tree species

名称	拉丁名	类型	名称	拉丁名	类型
巴豆	<i>Croton tiglium</i> L.	兼用型	柳树	<i>Salix babylonica</i> Linn	兼用型
柏木	<i>Cupressus funebris</i> Endl	兼用型	马尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb.	兼用型
薄壳山核桃	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	经济型	猕猴桃	<i>Actinidia chinensis</i> Planch	经济型
茶树	<i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Ktze	经济型	木麻黄	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst.	用材型
翅夹木	<i>Zenia insignis</i> Chun	用材型	漆树	<i>Toxicodendron vernicifluum</i> (Stokes) F. A	经济型
慈竹	<i>Neosinocalamus affinis</i>	兼用型	桑树	<i>Morus alba</i> L	经济型
脆红李	<i>Prunus</i>	经济型	山桐子	<i>Idesia polycarpa</i> Maxim	经济型
枫香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance	用材型	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W. C.	用材型
枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i> C. DC	用材型	香椿	<i>Toona sinensis</i>	经济型
柑柑	<i>Citrus reticulata</i> Blanco sp	经济型	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	兼用型
桂花	<i>Osmanthus fragrans</i> Thunb.	兼用型	杨树	<i>Populus</i> L	用材型
核桃	<i>Juglans regia</i> L	经济型	银杏	<i>Ginkgo biloba</i> L	兼用型
红椿	<i>Toona ciliata</i> Roem.	用材型	油茶	<i>Camellia oleifera</i> Abel	经济型
花椒	<i>Zanthoxylum bungeanum</i> Maxim.	经济型	油橄榄	<i>Olea europaea</i> .	经济型
巨桉	<i>Eucalyptus grandis</i> Hill	用材型	柚子	<i>Citrus maxima</i> Merr.	经济型
雷竹	<i>Phyllostachys praecox</i> C.	经济型	桢楠	<i>Phoebe zhenan</i> S. Lee et F. N. Wei	兼用型
栎树	<i>Quercus</i> Linn sp.	兼用型	中山杉	<i>Taxodium hybrid zhongshanshan</i>	用材型

### 2 评价方法

国内外森林效益评价研究众多<sup>[8-9]</sup>,多采用层次分析法(AHP)、数据包络分析法、灰色综合评价法、模糊综合评定法等。根据山丘型疫区抑螺林特点,本文采用AHP法。

#### 2.1 层次结构

由目标层、准则层、指标层构成层次模型。根据山丘型抑螺防病林特点,查阅相关文献、专家咨询,建立AHP评价模型的指标体系如图1。

目标层(R):指综合效益大小,值越大说明模式越优,可优先推广,根据指标贡献值大小对林分进行调整,由类目标层计算得来;

类目标层(A,B,C,D,E):包括抑螺效果、经济效益、生态效益、景观效果和可持续性(Sustainability)等5个子标组成,类目标值由相应的项目指标计

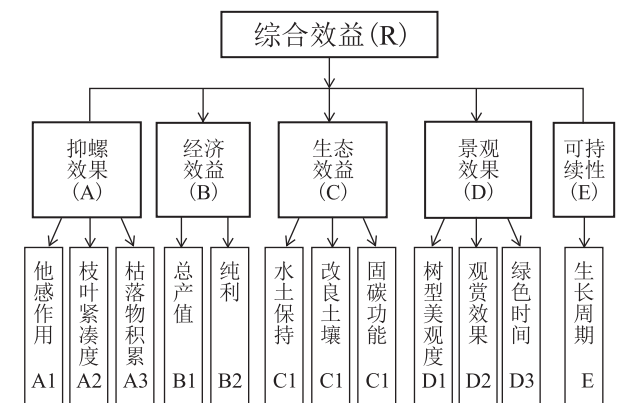


图1 山丘型疫区抑螺林效益评价指标体系结构图  
Fig.1 Architectural chart of benefit evaluation indicators for snail control forests in hilly epidemic areas

算得来;

项目指标层(S<sub>ij</sub>):是指类目标的具体化,指标分值量化标准,有的指标反映相似功能综合作用结果,或代表了几个类目标指标的平均水平,本文共选

取项目指标 12 个。

### 2.2 权重分配

较传统林分,疫区林分赋予了抑螺、防病特殊功

能,这决定了指标选择和权重分配的复杂性,目前尚无借鉴的资料。结合多年实际经验,通过专家咨询、问卷调查等确定指标和权重,见表 2。

表 2 评价指标权重及评分标准  
Tab.2 Weight of Evaluation Index and Scoring Criteria

1 级		2 级		评分				
指标	权重	指标	权重	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
抑螺效果 A	0.30	他感作用	0.1	强毒	中毒	弱毒	异味	无味
		枝叶紧凑度	0.1	极紧凑	中度	一般	常绿	落叶
		枯落物量	0.1	量多、难分解	难分解	产量多	一般	易分解
经济效益 B	0.30	产值/万元·hm <sup>2</sup>	0.1	≥18	12-18	6-12	3-6	≤3
		纯利/万元·hm <sup>-2</sup>	0.2	≥7.5	4.5-7.5	1.5-4.5	0.75-1.1	≤0.75
生态效益 C	0.15	水土保持	0.05	好	较好	一般	较差	极差
		土壤改良	0.05	好	较好	一般	酸化	贫瘠化
		吸碳增氧	0.05	大	较大	中度	较弱	较弱
景观效果 D	0.12	树型美观度	0.04	优美	漂亮	一般	较差	差
		观赏效果	0.04	综合	观花	观果	观叶	一般
		绿色时间	0.04	常绿	半落叶	落叶		
持续性 E	0.13	生长期/年	0.13	≥50	35-50	20-35	10-20	≤10 年

### 2.3 数据收集

列出评价目标、对象,选择指标及相关说明,并列作者附值说明,将一级、二级指标和 34 种林分模式列表,以邮件方式发至国内林业血防专家,发放 38 份,收回 36 份。

### 2.4 统计分析

将专家评价(去掉最高最低)值为依据,统计权重及评价值,计算公式:

$$R_i = \frac{\sum_{i=1}^5 A_i \times S_i}{5} \quad (1)$$

综合效益  $R = R_A + R_B + R_C + R_D + R_E$ ; 即 R 为模式目标层综合效益评价值,

$R_{max} = 1; R_{mix} = 0.167$ ; 指标采用 5 分制;  $R_i$  为各类项目效益评价值。

## 3 结果与分析

### 3.1 各模式评分结构

以表 2 为依据,综合专家评分回复结果统计,见表 3。

### 3.2 各林分模式的综合效益

据表 1、2 依据试计算综合效益 R 值,大小排序见图 2。

柚子因常绿、生命期长、挥发异味,而位居首位,雷竹因产值高、常绿、寿命较长而排 2 名,慈竹因目前竹材价格低排后;柑桔类如爱媛、不知火、春剑等品种目前产值较高(最高可达 75 万元·hm<sup>-2</sup>,纯利

表 3 山丘型疫区主要抑螺防病林各子项评分

Tab.3 The score of various sub-items of main anti-snail forest in hilly epidemic areas

模式类型	抑螺效果			经济效益		生态效益			美化度			可持性
	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	
巴豆	5	3	1	3	3	4	5	3	3	4	3	5
柏木	2	5	4	1	1	3	3	3	5	3	5	5
薄壳山核桃	3	3	3	3	2	4	5	3	2	1	3	5
茶树	1	5	3	4	3	4	2	1	5	3	5	5
翅夹木	1	1	1	2	3	5	5	5	4	2	3	5
慈竹	1	5	5	1	1	4	2	5	4	3	5	5
脆红李	1	2	2	4	5	5	3	3	3	4	3	5
枫香	3	3	3	2	2	5	3	4	4	3	3	5
枫杨	4	3	3	1	2	5	5	5	4	3	3	5
柑桔	3	4	3	5	5	3	3	2	3	3	5	3
桂花	2	5	2	3	2	4	5	2	5	5	5	5
核桃	4	2	2	3	3	5	5	3	1	1	3	5
红椿	2	2	1	2	3	5	3	5	2	1	3	4
花椒	4	2	2	5	4	2	3	2	2	1	3	3
巨桉	5	3	5	1	1	1	1	5	2	1	5	1
雷竹	1	4	4	5	4	4	3	3	3	2	5	5
栎类	1	3	3	1	1	5	5	3	3	3	3	5
柳树	1	1	3	2	2	5	4	4	3	3	3	5
马尾松	1	3	5	1	2	5	2	3	4	3	5	5
猕猴桃	1	1	1	5	4	2	3	1	1	1	3	3
木麻黄	1	5	5	1	2	4	3	4	4	3	5	5
漆树	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	5
桑树	1	3	1	4	5	4	4	2	1	1	3	3
山桐子	2	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	5
水杉	1	4	5	2	2	4	3	5	5	3	3	4
香椿	2	2	1	4	4	5	3	2	2	1	3	4
香樟	5	4	5	1	2	3	3	3	4	3	5	5
杨树	1	1	1	2	2	5	5	5	3	2	3	2
银杏	3	3	3	3	2	5	5	3	5	5	3	5
油茶	1	5	4	3	3	4	4	2	4	4	5	5
油橄榄	1	5	4	3	3	4	3	3	5	3	5	5
柚子	3	4	3	4	4	4	4	2	4	3	5	5
桢楠	3	5	3	3	2	5	5	3	5	4	5	5
中山杉	1	4	5	2	2	4	3	5	4	2	3	4

可达  $40 \text{ 万} \cdot \text{hm}^{-2}$ ),但因生命周期较短,树体较矮小而排名于柚子之后;目前四川疫区推广较多的兼用型树种如小叶樟、桢楠因常绿、木材品质好、树型美观而排名靠前;前期巨桉因生长快、产值高、收获

期短在四川疫区推广面积较大,单从抑螺效果看是最好的树种之一,但因其生态效益差,且加速土壤退化,且目前木材价格低、人工成本高而排名靠后,杨树因落叶、轮伐期短,价格低而排名靠后。

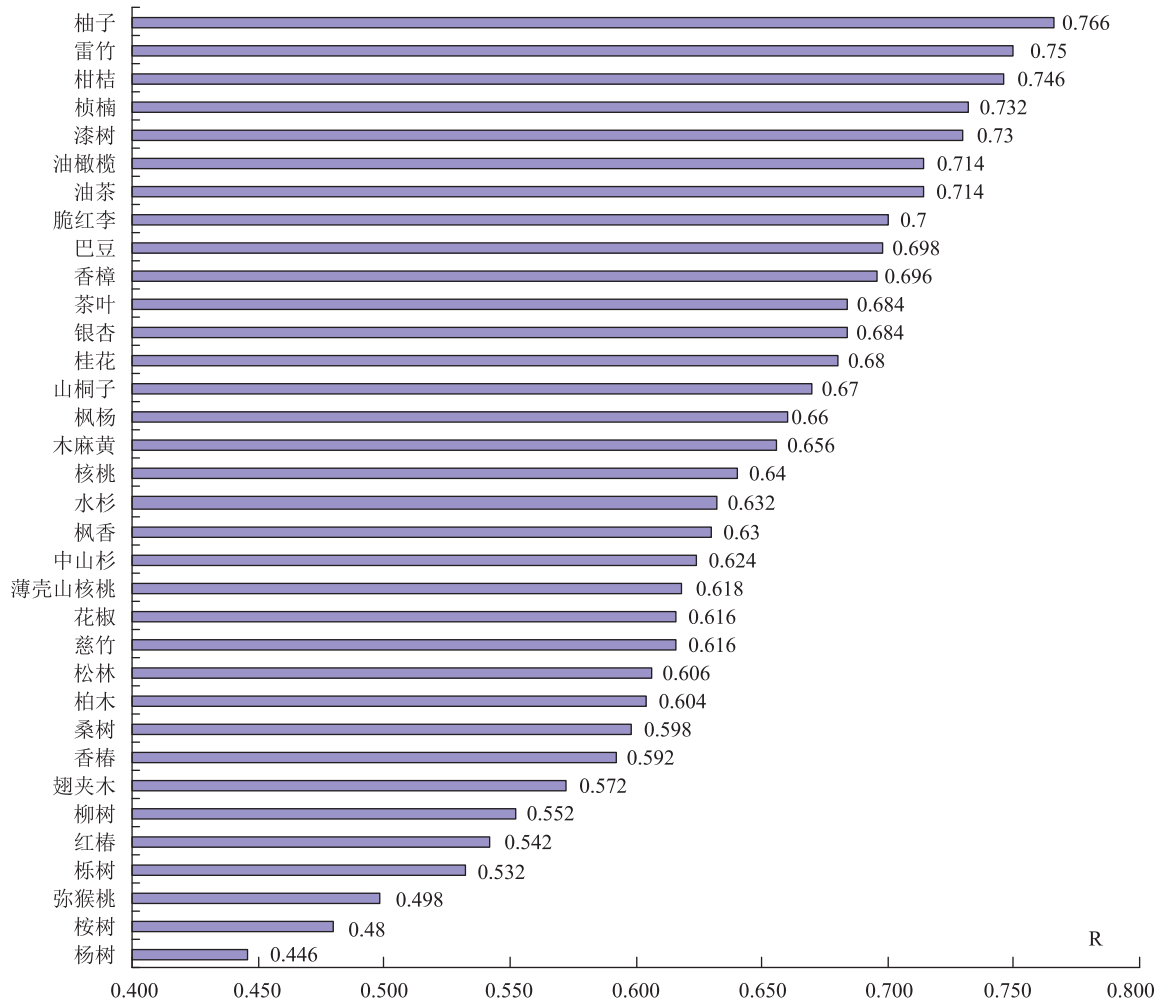


图2 抑螺防病林模式综合效益图

Fig. 2 Sorting chart of comprehensive benefits of snail control and disease prevention forests

在 34 个树种中,漆树、山桐子目前处于推广初期,市场尚未形成,但其经济价值潜力较大,这两种树秋冬季树叶变黄、变红而具观赏性。总体而言,用材树种目前因木材市场不是太理想,经济效益普遍较低。因此,该评价结果具有较强的时域性,受市场波动影响,但其评价方法可参考,其排序结果较好地反映了疫区发展现状及前景。

以上排序结果看,抑螺防病林与传统经济林、复合林存在有较大差异,说明其特殊性,该排序对疫区造林树种及模式选择具较好的指导性,但因宜林地存在差异,如房前屋后,大多选择生态和景观效果较好的树种如桂花等,其经济效益较差,R 值较经济型

低,因此评价受地类影响,但该评价结果可为树种间复合和优化提供依据,如将桂花-茶复合,通过增加观赏性和可持续性而提高其综合效益。

### 3.3 各抑螺防病林综合效益评价

按树种特性和利用方向进行分类进行效益统计结果见表 4。

常绿树种 R 值较半落叶树种高,而后者又较落叶树种高;常绿和乔木树种中均以柚子 R 值最大,巨桉最小;在层次结构中,以竹类最大,且以笋用竹雷竹最大;灌木中以柑桔最高;R 值以经济型 > 兼用型 > 用材型,目前经济型模式仍是疫区发展的主体,对于沟渠、道路及田埂等条型小地块,应优先考

表 4 综合效益评价分类统计

Tab. 4 Classified statistics of comprehensive benefit evaluation

分类统计	全部	叶生活型分类			层次分类			利用分类		
		常绿	半落叶	落叶	灌木	乔木	竹子	兼用型	经济型	用材型
数量	34	14	3	17	6	26	2	9	16	9
平均值	0.638	0.675	0.593	0.605	0.64	0.632	0.683	0.643	0.666	0.582
最大值	0.766	0.766	0.69	0.73	0.746	0.48	0.616	0.732	0.766	0.66
最小值	0.446	0.48	0.458	0.446	0.498	0.766	0.75	0.532	0.498	0.446

考虑兼用型模式。

## 4 讨论与展望

### 4.1 评价指标说明

钉螺分布于水陆交错带,湿生草本群落为其适生生境<sup>[1,2]</sup>,造林后,在林冠遮光、枯落物覆盖,土壤水分限制共同作用下,钉螺适生环境发生显著变化,因此地被物替代是山丘型疫区森林发挥抑螺防病作用的主要原因<sup>[4]</sup>,化感植物如巴豆、桉树、臭椿等凋落物对钉螺有毒杀和驱螺效果<sup>[10-12]</sup>,作用大小与枯落层积累数量有关:居于优势层的林冠层枝叶越稠密,对钉螺适生的地被物改变越大、也越快;血吸虫病流行区多属经济欠发达地区,抑螺林营造要和地方产业发展相结合才具生命力<sup>[13]</sup>,柑桔、猕猴桃、花椒、核桃等经济型模式在四川和云南发展较多,效益显著,对推动林业血防工程的实施发挥了重要作用;在疫区的林分除具抑螺防病的主体作用外,同时兼备一般林分涵养水源、保持水土、碳汇等功能,但在疫区仅是综合效益评价的一个方面;抑螺林的美化度评价多为感观性指标,量化较为困难,具人为性、地域性和时代特征。李晨对滩地抑螺林评价中只涉及了前4个指标,没将林分保存的时间纳入评价指标,笔者认为,作为疫区特殊的林分,其抑螺防病效果是随林分郁闭、森林生态系统的稳定而变化的,维持林分的稳定和可持续性发挥林分抑螺防病功效和作用的基本要求,因此将林木生命周期(桉楠、银杏生长可达百年以上,经济林多在10~20年之间)纳入评价体系是符合疫区实际的,也是本文的创新点。

### 4.2 评价的适应性分析及建议

该评价指标体系具探讨性,尚需完善,虽然该评价参数为定性指标,但具操作性强,易掌握等优势,不仅适用山丘型疫区,对其他两类疫区也具参考价值。

1) 抑螺防病林的特殊性、效益的多重性和复杂

性决定了评价结果具地域和时域性;

2) 山丘型因钉螺分布的特殊性和离散性,同时没水淹限制,这决定了抑螺林模式类型较多。在血防林工程建设中田边、地坎宜植灌木、草本;而房前屋后偏重于景观树种;耕地、农田宜造经济型抑螺林,今后可针对土地利用类型建立单独的评价体系,便于树种间的相互比较和优化;

3) 由于本文重在探讨方法,仅针对纯林模式评价,但该方法也适用如茶-桂、桉楠-柑桔、核桃-药材等复合模式评价,并可利用树种各自优点进行树种间组合,构建理想的模式,科学地复合可显著提高综合效益。

### 参考文献:

- [1] 周晓农. 实用钉螺学[M]. 科学出版社,2005.
- [2] 彭镇华,江泽慧. 中国新林种抑螺防病林研究[M]. 北京:林业出版社,1995:68~73.
- [3] 抑螺防病林营造技术规程,LY/T 1625-2015.
- [4] 蒋俊明,费世民,何亚平. 四川疫区林业血防的理论与实践[M]. 北京:林业出版社,2012.
- [5] 李锐祈,胡兴宜,周金星,等. 基于主成分分析与聚类分析的滩地环境抑螺效果评价. 中南林业科技大学学报,2010,30(6):27~31.
- [6] 孙启祥,吴泽民,韦朝领,等. 有螺江滩农林复合生态系统不同调控模式的综合效益评价[J]. 应用生态学报,2001,12(2):195~198.
- [7] 李晨,滕家喜,周志翔. 石首市不同抑螺防病林模式配置综合效益评价[D]. 华中农业大学,2017.
- [8] 朱玲,周玉新,唐罗忠,等. 我国农林复合经营模式及其综合评价方法[J],南京林业大学,2015,39(4):149~156.
- [9] 张家来,陈立德. 江滩农林复合的综合效益的评价[J]. 生态学报,1995. 19(4)442~449.
- [10] 蒋俊明,周金星,费世民,等. 四川盆地钉螺生境指示植物研究[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(7):14~19.
- [11] 冯新港,谈佩萍,易健民,等. 92种野生栽植或中草药的提取物杀灭钉螺筛选试验[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2002,14(6):412~417.
- [12] 黄敏. 几种植物提取液灭螺效果的比较[J]. 湖北省畜牧兽医,2009,11:22~23.
- [13] 彭镇华. 立足科学发展,大力推进林业血防生态工程建设[J]. 湿地科学与管理. 2010,6(1):9~15.