

重庆渝东北地区水土保持乔木及大径竹类植物调查及评价

管运峰¹, 李果¹, 祝元春^{1,2}

(1. 重庆市林业科学研究院, 重庆 400036; 2. 重庆瀚业园林工程有限公司, 重庆 400036)

摘要 以重庆渝东北地区水土保持乔木及大径竹类植物为研究对象, 采用层次分析法, 从环境适应性、生长状况、水土保持效果、经济价值等方面, 构建评价指标体系, 对渝东北地区水土保持乔木及大径竹类植物筛选及评价研究, 结果表明渝东北地区水土保持乔木及大径竹类植物资源丰富, 47 科 122 属 231 种。根据重庆渝东北地区水土保持乔木/大径竹综合评价得分及排序, 共有 3 级以上(分值>80 分)水土保持植物 87 种, 其中 I 级水土保持植物共 31 种, II 级水土保持植物共 31 种, III 级水土保持植物共 25 种。重庆市水土保持植物资源非常丰富, 有很多资源尤其是药用植物资源需要开展一些基础研究, 研究开发其利用价值, 攻克其产业化的关键技术, 依靠科技创新, 培育新型产业, 为渝东北地区水土保持林建设提供理论依据及技术支撑。

关键词 渝东北; 水土保持; 乔木; 大径竹; 评价

中图分类号 S757.2 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)01-0128-07

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.01.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Investigation and Evaluation of Soil and Water Conservation Trees and Large Diameter Bamboos Plants in Northeastern Chongqing

GUAN Yun-feng¹, LI Guo¹, ZHU Yuan-chun^{1,2} (1. Chongqing Academy of Forest, Chongqing 400036; 2. Chongqing Hanye Garden Engineering Co., Ltd., Chongqing 400036)

Abstract The environmental adaptability, growth status, soil and water conservation effect, economic value, and other aspects of soil and water conservation tree and large-diameter bamboo plants in northeastern Chongqing were studied by using the analytic hierarchy process to screen and evaluate these plants. Results showed that the plant resources of soil and water conservation tree and large-diameter bamboo in northeastern Chongqing were abundant with 231 species of 122 genera in 47 families. According to the comprehensive evaluation index and ranking of soil and water conservation trees and large diameter bamboos in northeastern Chongqing, this region included 87 species of soil and water conservation plants (index>80), including 31 species of plants that perform best in soil and water conservation, 31 species of plants that perform better in soil and water conservation, and 25 species of plants that perform general in soil and water conservation. The water and soil conservation plant resources in Chongqing were very rich. For many resources, especially medicinal plant resources, we should carry out some basic research to develop their utilization value and overcome the key technologies of their industrialization, relying on scientific and technological innovation to cultivate new industries. This could provide theoretical foundation and technical support for the construction of soil and water conservation forests in northeastern Chongqing.

Key words Northeastern Chongqing; Soil and water conservation; Tree; Large-diameter bamboo; Evaluation

重庆市是集大城市、大农村、大山区、大库区为一体的超大城市, 自然生态条件、地区发展水平、城乡发展水平差异较大。重庆市属于全国水土保持区划中的西南紫色土区(四川盆地及周围山地丘陵区), 其主城城镇开发和基础设施建设区侵蚀强度高, 危害大, 尤其是渝东北地区是全市水土流失最严重的区域, 水土流失集中分布于涪陵及以东的中部平行岭谷区和东段平行岭谷区, 万州至巫山段是全市水土流失最严重的地区。

通过营造植被来改善区域生态环境、治理水土流失是当前水土保持界公认的最便捷、最有效、最科学和最绿色可持续的水土保持方法。首先要选出水土保持功能强大的水土保持植物。水土保持植物通常具有根系发达、适应性广、生长速度快、对气候以及土壤等自然条件的要求不高等习性^[1], 对于水土保持植物的筛选既要参考其生物学特征、生态学习性, 也要根据其不同环境下水土保持能力表现来具体判断。《重庆维管植物检索表》记录了重庆市 5 900 余种维管植物, 并对其资源分布状况进行了简要介绍。除去规模系统的调查研究外, 针对几个或单个植物物种的水土保持能力、抗性能力和水土保持植物资源开发利用方面的研究更加深入。学者们通过大量研究, 指出羽叶山黄麻、苜蓿、香根

草、漆树、桑、南竹^[2-11]、马尾松^[12]、杉木^[13]、柳杉^[14]、柏树^[15-16]、杜仲^[17]、厚朴^[18]、构树^[19]、光皮桦^[20]、木荷^[21]、秋华柳^[22]、广东山胡椒^[23]、牛鞭草^[24]等是较好的水土保持植物。对于典型的重庆水土保持植物如杜仲、厚朴、花椒、枇杷、猕猴桃、葡萄、花椒等的品种选育、育苗、栽培、管理、采收、营销等也都有大量的研究结果呈现。虽然当前的研究成果较为丰硕, 但仍然存在研究较为片面, 单一以经济效益为导向、产业化关键技术未能攻破或者产业化技术链不完善等缺陷。

为解决渝东北地区水土流失问题, 保障三峡库区的生态环境安全, 该研究通过开展重庆渝东北地区水土保持乔木及大径竹类植物资源调查, 构建水土保持植物筛选评价体系, 筛选出适应性强、长势优良、产业化前景好的植物资源, 为重庆渝东北地区的水土保持林建设提供理论依据和技术指导。

1 研究区域及研究方法

1.1 研究区概况 渝东北地区(图 1), 包括万州、梁平、城口、丰都、垫江、忠县、开州、云阳、奉节、巫山、巫溪 11 个区县, 地处渝鄂川陕 4 省市交界地带, 是重庆的东北“门户”。

渝东北地区是我国重要生物多样性保护区和生态功能维护区, 是长江流域重要生态屏障和长江上游特色经济走廊, 地处三峡库区, 该区土地总面积 3.39 万 km²。地貌类型以中低山为主, 山谷高差 800~1 200 m, 喀斯特地貌发育, 河谷深切, 土壤以紫色土、黄壤、黄棕壤和石灰岩土为主, 多年平均降雨量 1 155.4 mm。区内坡耕地分布较广, 农业人口集

作者简介 管运峰(1975—), 男, 重庆人, 工程师, 从事林业调查规划等方面工作。

收稿日期 2019-07-12

中,水土流失严重,水土流失面积 1.6 万 km^2 ,水土流失面积比 42.43%,其中中度及以上水土流失面积占水土流失总面

积的 64.91%,区内水土流失分布较广,水土流失敏感程度高,是重庆市重力侵蚀最为严重的地区。

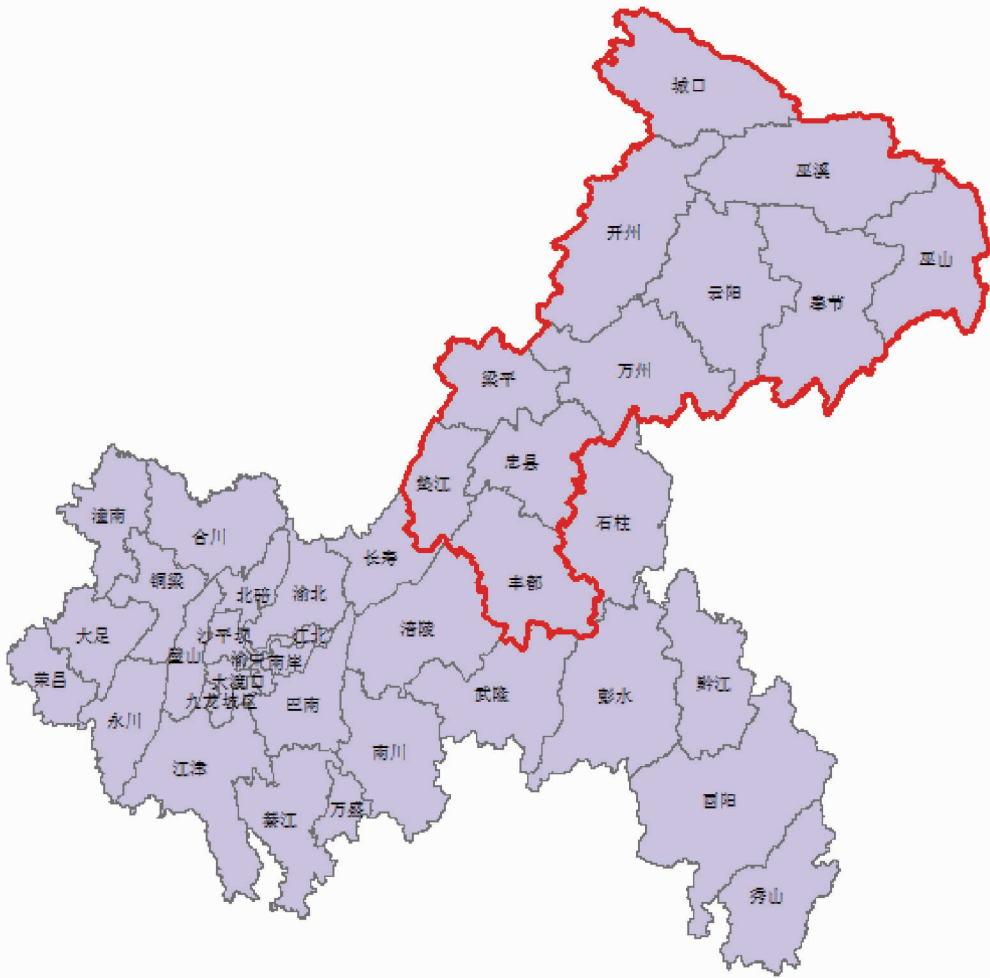


图 1 渝东北地理位置

Fig. 1 Geographical location of northeastern Chongqing

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法。线路调查:根据调查区域地形、地势特点,分别设置水平样线和垂直样线。水平样线的线路调查内容包括记录河流、湖泊、沼泽等生境的植被类型,记录方式为现场调查、咨询记录、数码拍摄记录等。同时通过沿线踏查选择合适的垂直样线,顺着山坡垂直向上,沿线记录植被类型的变化,选择典型的群落样地,进行样地调查。

样地调查:在垂直样线的线路调查基础上,根据地形、海拔、坡向坡位、地质土壤,以及植物群落的形态结构和主要组成成分的特点,采取典型选择的方式设置样地。典型样地设置面积大小均以大于其群落最小样地面积为标准,乔木林统一设置 400 m^2 ($20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$)。样地调查方法主要采用十字分割样方法和分层统计法,将样地平分成 4 个象限,对乔木层逐一调查记录。

标本鉴定参考《中国植物志》《四川植物志》《中国高等植物图鉴》《重庆维管植物检索表》等工具书,如有分歧,以《中国植物志》为准。

1.2.2 评价方法。

1.2.2.1 建立评价梯阶层次结构。最高层为重庆渝东北地

区水土保持乔木/大径竹综合评价,在中间层将水土保持乔木/大径竹综合评价的总目标分解成 4 个指标,即适应性指标、生长指标、水土保持指标和经济指标 4 项评价准则。最底层分别为抗旱性、耐瘠薄、抗病虫害、海拔分布梯度、适生土壤 pH 范围、生长速度、冠幅面积、树冠厚度、叶面积指数、分枝数、林冠截留率、枯落物持水率、枯落物储量、根系状况、表层土壤根分布、单位面积经济产值、管护投入 17 项评价因子,将各种要素的因子放在适当的层次内,用层次结构图清晰地表达这些因素的关系,建立完全相关的综合评价指标体系,对 17 个评价因子指标进行具体的描述(表 1~2)。

1.2.2.2 构造两两比较判断矩阵。在 AHP 综合评价体系中,各评价因素的相对重要性是评价的重要基础和依据。在实际工作中,这些相对重要的信息基础通常是根据总目标的要求由有经验的专业人士或者在广泛征求大多数人意见的基础上做出判断。用 1~9 比率标度使之量化,并构成两两比较判断矩阵。该研究请专家对评价因子进行两两比较建立成对比较矩阵,经调整构造出 A-B, B_1 -C, B_2 -C, B_3 -C, B_4 -C 两两比较判断矩阵(表 3~7)。

1.2.2.3 综合评判计算方法。利用方程 $V = \sum^n B_i \omega_i$, 其中 V 为综合得分; B 为因子评分; ω 为因子权重值; n 为因子数。

综合评价计算为:

$$V = \sum_{i=1}^n B_i \omega_i = \sum_{i=1}^n C_i \omega_i$$

根据表 3~7 各指标权重值, 得到重庆市水土保持植物

表 1 重庆渝东北地区水土保持乔木/大径竹综合评价指标体系

Table 1 Comprehensive evaluation index system for soil and water conservation arbor/large diameter bamboo in northeastern Chongqing

目标层(A) Target layer	准则层(B) Criteria layer	因子层(C) Factor layer	指标描述 Indicator description	
重庆渝东北地区水土保持 乔木/大径竹综合评价(A) Comprehensive evaluation for soil and water conservation arbor/large diameter bamboo in northeast Chongqing	适应性指标(B ₁)	抗旱性(C ₁)	植物对干旱环境的适应或抵御能力	
		耐瘠薄(C ₂)	能耐受土壤瘠薄环境而生长发育的性质	
		抗病虫害(C ₃)	植物抵抗病虫害的能力	
		海拔分布梯度(C ₄)	植物的海拔分布梯度宽窄	
		适生土壤 pH 范围(C ₅)	植物的适生土壤 pH 范围宽窄	
	生长指标(B ₂)	生长速度(C ₆)	植物完成形态建成的时间跨度	
		冠幅面积(C ₇)	植物的南北和东西方向宽度的乘积	
		树冠厚度(C ₈)	树冠的高度	
		叶面积指数(C ₉)	单位土地面积上植物叶片总面积占土地面积的倍数	
		分枝数(C ₁₀)	树木分枝的数量	
		水土保持指标(B ₃)	林冠截留率(C ₁₁)	林冠截留降雨量的比例
			枯落物持水率(C ₁₂)	单位面积枯落物吸水质量与初始干质量的比率
	枯落物储量(C ₁₃)		单位面积上植物枯枝落叶的干质量	
	根系状况(C ₁₄)		植物根系在土壤中的分布、抗拉能力和发展状态等	
	经济指标(B ₄)	表层土壤根分布(C ₁₅)	植物根系在单位面积表层土(0~20 cm)中的发展状态	
		单位面积经济产值(C ₁₆)	单位面积植物所能产生的经济价值总和	
		管护投入(C ₁₇)	单位面积草本植物生长管养护投入的价值总和	

表 2 重庆市水土保持乔木/大径竹评价因子评分标准

Table 2 Scoring criteria for evaluation factors of soil and water conservation arbor/large diameter bamboo in Chongqing

因子层 Factor level	评价因子 Evaluation factor	指标描述 Indicator description	因子层 Factor level	评价因子 Evaluation factor	指标描述 Indicator description
C ₁	抗旱性	抗干旱能力强, 生长发育良好(81~100分) 抗干旱, 生长发育一般(60~80分) 在干旱环境中生长发育不良, 甚至死亡(0~59分)	C ₁₀	分枝数	一级分枝数 ≥ 20(81~100分) 一级分枝数 15~20(60~80分) 一级分枝数 < 15(0~59分)
C ₂	耐瘠薄	耐土壤瘠薄能力强, 生长发育良好(81~100分) 耐土壤瘠薄, 生长发育一般(60~80分) 在瘠薄土壤环境中生长发育不良, 甚至死亡(0~59分)	C ₁₁	林冠截留率	林冠截留率 ≥ 30%(81~100分) 林冠截留率 20%~30%(60~80分) 林冠截留率 < 30%(0~59分)
C ₃	抗病虫害	抗病虫害能力强(81~100分) 抗病虫害能力一般(60~80分) 抗病虫害能力弱(0~59分)	C ₁₂	枯落物持水率	枯落物持水率 ≥ 200%(81~100分) 枯落物持水率 150%~200%(60~80分) 枯落物持水率 < 150%(0~59分)
C ₄	海拔分布梯度	海拔分布梯度广(81~100分) 海拔分布梯度一般(60~80分) 海拔分布梯度较狭窄(0~59分)	C ₁₃	枯落物储量	枯落物储量 ≥ 5 t/hm ² (81~100分) 枯落物储量 3~5 t/hm ² (60~80分) 枯落物储量 < 3 t/hm ² (0~59分)
C ₅	适生土壤 pH 范围	适生土壤 pH 范围宽(81~100分) 适生土壤 pH 范围一般(60~80分) 适生土壤 pH 范围较狭窄(0~59分)	C ₁₄	根系状况	根系量大、深根系、抗拉强度高(81~100分) 根系量适中、中根系、抗拉强度较强(60~80分) 根系量少、浅根系、抗拉强度较弱(0~59分)
C ₆	生长速度	生长速度快(81~100分) 生长速度居中(60~80分) 生长速度慢(0~59分)	C ₁₅	表层土壤根分布	表层土壤根分布较多(81~100分) 表层土壤根分布一般(60~80分) 表层土壤根分布较少(0~59分)
C ₇	冠幅面积	冠圆满, 面积 ≥ 60 m ² (81~100分) 冠较圆满, 面积 30~60 m ² (60~80分) 冠较弱, 面积 < 30 m ² (0~59分)	C ₁₆	单位面积经济产值	单位面积经济产值 ≥ 45 000 元/(hm ² ·a)(81~100分) 单位面积经济产值 15 000~45 000 元/(hm ² ·a)(60~80分) 单位面积经济产值 < 15 000 元/(hm ² ·a)(0~59分)
C ₈	树冠厚度	树冠厚度 ≥ 10 m(81~100分) 树冠厚度 6~10 m(60~80分) 树冠厚度 < 6 m(0~59分)	C ₁₇	管护投入	单位面积植物生长管养护投入的价值总和和小(81~100分) 单位面积植物生长管养护投入的价值总和和一般(60~80分) 单位面积植物生长管养护投入的价值总和和较大(0~59分)
C ₉	叶面积指数	叶面积指数 ≥ 5(81~100分) 叶面积指数 3~5(60~80分) 叶面积指数 < 3(0~59分)			

表 3 评价体系准则层(A-B)判断矩阵

Table 3 Criteria layer (A-B) judgment matrix of evaluation system

评价因子 Evaluation factor	适应性指标(B ₁) Adaptability index	生长指标(B ₂) Growth index	水土保持指标(B ₃) Soil and water conservation index	经济指标(B ₄) Economic index
适应性指标(B ₁) Adaptability index	1	3	5	7
生长指标(B ₂) Growth index	1/3	1	3	5
水土保持指标(B ₃) Soil and water conservation index	1/5	1/3	1	3
经济指标(B ₄) Economic index	1/7	1/5	1/3	1

表 4 因子层(B₁-C)判断矩阵Table 4 Factor layer (B₁-C) judgment matrix

适应性指标(B ₁) Adaptability index	抗旱性(C ₁) Drought resistance	耐瘠薄(C ₂) Poor soil tolerance	抗病虫害(C ₃) Resistance to pests and diseases	海拔分布梯度(C ₄) Altitude gradient	适生土壤 pH 范围(C ₅) Suitable soil pH range
抗旱性(C ₁) Drought resistance	1	2	3	5	7
耐瘠薄(C ₂) Poor soil tolerance	1/2	1	2	3	5
抗病虫害(C ₃) Resistance to pests and diseases	1/3	1/2	1	2	3
海拔分布梯度(C ₄) Altitude gradient	1/5	1/3	1/2	1	2
适生土壤 pH 范围(C ₅) Suitable soil pH range	1/7	1/5	1/3	1/2	1

表 5 因子层(B₂-C)判断矩阵Table 5 Factor layer (B₂-C) judgment matrix

生长指标(B ₂) Growth index	生长速度(C ₆) Growth rate	冠幅面积(C ₇) Crown area	树冠厚度(C ₈) Crown depth	叶面积指数(C ₉) Leaf area index	分枝数(C ₁₀) Branching number
生长速度(C ₆) Growth rate	1	3	5	7	9
冠幅面积(C ₇) Crown area	1/3	1	3	5	7
树冠厚度(C ₈) Crown depth	1/5	1/3	1	3	5
叶面积指数(C ₉) Leaf area index	1/7	1/5	1/3	1	3
分枝数(C ₁₀) Branching number	1/9	1/7	1/5	1/3	1

表 6 因子层(B₃-C)判断矩阵Table 6 Factor layer (B₃-C) judgment matrix

水土保持指标(B ₃) Soil and water conservation index	林冠截留率 Canopy interception rate(C ₁₁)	枯落物持水率 Litter water retention rate(C ₁₂)	枯落物储量 Litter reserves(C ₁₃)	根系情况 Root condition(C ₁₄)	表层土壤根分布 Root distribution in surface soil(C ₁₅)
林冠截留率 Canopy interception rate(C ₁₁)	1	2	4	5	7
枯落物持水率 Litter water retention rate(C ₁₂)	1/2	1	2	4	5
枯落物储量 Litter reserves(C ₁₃)	1/4	1/2	1	2	4
根系情况 Root condition(C ₁₄)	1/5	1/4	1/2	1	2
表层土壤根分布 Root distribution in surface soil(C ₁₅)	1/7	1/5	1/4	1/2	1

表 7 因子层(B₄-C)判断矩阵Table 7 Factor layer (B₄-C) judgment matrix

经济指标(B ₄) Economic indicators	单位面积经济产值(C ₁₆) Economic output per unit area	管护投入(C ₁₇) Management investment
单位面积经济产值(C ₁₆) Economic output per unit area	1	2
管护投入(C ₁₇) Management investment	1/2	1

2 结果与分析

2.1 水土保持乔木及大径竹类植物调查与分析 重庆市境

内植物种类异常丰富,境内有维管植物 224 科 1 848 属 5 900 余种。通过对重庆渝东北地区水土保持乔木及大径竹类植物调查,结合水土保持植物特点、生境特征,选择多年生、植株低矮、种源易获得、繁殖较易、经济价值相对较高、市场需求量大的物种,然后整理、分类,水土保持乔木及大径竹类植物 47 科 122 属 231 种。

2.2 水土保持乔木及大径竹类植物资源评价

2.2.1 准则层及因子层各指标的权重。根据判断矩阵运用 Yaaph 6.0 可以得出重庆渝东北水土保持乔木及大径竹类植物资源评价模型与中间层各个因子所占的权重(表 8)。

权重值的大小反映了评判者对各个评价因子的重视性

程度。渝东北大巴山山区,海拔垂直地带性强,坡度大,水土流失强度大,立地条件差,就要求水土保持植物保证适应能力的前提下,满足生长指标,才能保证植物发挥水土保持的生态效益,改善土壤结构,降低地表径流量,减缓该区域的水土流失强度。在保证植物水土保持功能的前提下尽量突出水土保持植物的经济效益,适应性指标的权重值最高,为0.5579。说明在渝东北地区水土保持植物筛选中,植物对当地环境的适应能力十分重要,只有保证了基本生存能力,才能在此基础上讨论水土保持植物的水土保持效应和潜在的经济效益。水土保持植物的生长指标权重值排列第2,为0.2633,表明在水土保持植物筛选中,植物的生长状况比较重要,能够提高植物的水土保持效益,增加经济收入,引导其产业化发展。

适应性 B_1-C 的各个评价因子中,抗旱性(C_1)、耐瘠薄(C_2)、抗病虫害(C_3)、海拔分布梯度(C_4)及适生土壤 pH 范围(C_5)权重值分别为0.4436、0.2618、0.1528、0.0892、0.0526,抗旱性(C_1)的权重值最高,说明在渝东北地区地理环境气候条件下,夏季炎热,多伏旱,在水土保持植物筛选中,抗旱性是首要考虑的因子,渝东北地区多山地和丘陵,是典型的喀斯特地貌,土壤较贫瘠,因此选择耐贫瘠的树种也非常重要。同时抗病虫害、海拔分布梯度及适生土壤 pH 范围也是需要考虑的因子。

生长性(B_2-C)的各个评价因子中,生长速度(C_6)、冠幅面积(C_7)、树冠厚度(C_8)、叶面积指数(C_9)、分枝数(C_{10})权重值分别为0.4398、0.2575、0.1576、0.0898、0.0553,生长速度(C_6)权重值较高,说明在水土保持植物筛选过程中植物的生长速度是首要考虑的因子,冠幅面积、树冠厚度、叶面积指数、分枝数等指标也是需要考虑的因子。

水土保持指标(B_3-C)的各个评价因子中,林冠截留率(C_{11})、枯落物持水率(C_{12})、枯落物储量(C_{13})、根系状况(C_{14})、表层土壤根分布(C_{15})的权重值分别为0.4537、0.2667、0.1491、0.0817、0.0488,林冠截留率(C_{11})的权重值较高,说明在水土保持植物筛选过程中植物对雨水的林冠截留率是首要考虑的因子,减少地表径流的强度,削弱雨水对土壤的冲刷侵蚀,植物的枯落物越多,地表覆盖层越厚,同样可以减弱雨水对土壤的冲刷侵蚀,因此选择枯落物持水率高的树种也是必要的,同样枯落物储量、根系状况、表层土壤根分布等也是与水土保持相关的因子。

经济指标(B_4-C)的各个评价因子中,单位面积经济产值(C_{16})和管护投入(C_{17})的权重值分别为0.6667、0.3333,说明水土保持植物筛选过程中考虑树种的单位面积经济产值是十分有必要的,同时管护的投入也是需要考虑的,产值高又耐粗放管理的树种更有利于发挥水土保持植物的经济性。

表8 准则层与因子层各指标的权重

Table 8 Weights of indicators in criterion and factor layers

目标层(A) Target layer	总权重值(W_i) Total weight value	准则层(B) Criterion layer	A-B 层权重值 W_i A-B layer weight value	因子层(C) Factor layer	B-C 层权重值 W_i B-C layer weight value	C 层总权重 C layer total weight value			
重庆渝东北地区水土保持乔木/大径竹综合评价(A) Comprehensive evaluation for soil and water conservation arbor/large diameter bamboo in northeastern Chongqing	1	适应性指标(B_1)	0.5579	抗旱性(C_1)	0.4436	0.2475			
				耐瘠薄(C_2)	0.2618	0.1461			
				抗病虫害(C_3)	0.1528	0.0852			
				海拔分布梯度(C_4)	0.0892	0.0498			
				适生土壤 pH 范围(C_5)	0.0526	0.0293			
	0.2633	生长指标(B_2)	0.2633	生长速度(C_6)	0.4398	0.1158			
				冠幅面积(C_7)	0.2575	0.0678			
				树冠厚度(C_8)	0.1576	0.0415			
				叶面积指数(C_9)	0.0898	0.0236			
				分枝数(C_{10})	0.0553	0.0146			
				0.1219	水土保持指标(B_3)	0.1219	林冠截留率(C_{11})	0.4537	0.0553
							枯落物持水率(C_{12})	0.2667	0.0325
							枯落物储量(C_{13})	0.1491	0.0182
							根系状况(C_{14})	0.0817	0.0100
							表层土壤根分布(C_{15})	0.0488	0.0059
	0.0569	经济指标(B_4)	0.0569	单位面积经济产值(C_{16})	0.6667	0.0379			
				管护投入(C_{17})	0.3333	0.0190			

2.2.2 综合评判计算。利用方程 $V = \sum B\omega$,根据表8各指标权重值,得到重庆市水土保持植物综合评价计算方程为

$$V = \sum B_i \omega_i = \sum C_i \omega_i = 0.2475 \times C_1 + 0.1461 \times C_2 + 0.0852 \times C_3 + 0.0498 \times C_4 + 0.0293 \times C_5 + 0.1158 \times C_6 + 0.0678 \times C_7 + 0.0415 \times C_8 + 0.0236 \times C_9 + 0.0146 \times C_{10} + 0.0553 \times C_{11} + 0.0325 \times C_{12} + 0.0182 \times C_{13} + 0.0100 \times C_{14} + 0.0059 \times C_{15} + 0.0379 \times C_{16} +$$

$$0.0190 \times C_{17}$$

2.2.3 评价结果。将现有植物划分为3级, $V > 90$ 分为I级水土保持植物,综合表现佳; $85 < V \leq 90$ 分为II级水土保持植物,综合表现较好; $80 < V \leq 85$ 为III级水土保持植物,表现情况一般; $V \leq 80$,水土保持植物综合水土保持功能相对较弱,不建议在重庆市水土保持中推广应用。

由表9可知,I级水土保持植物共31种,分别为灯台

树、旱柳、麻栎、水杉、羽脉山黄麻、银毛叶山黄麻、麻栎、白栎、板栗、栎木、光皮栎木、山杨、枫香、构树等。I 级水土保持植物综合评分在 90 分以上,在适应性指标、生长指标、水土

保持指标、经济指标、土壤指标等各评价指标上表现优良,适应性强,水土保持能力强,耐瘠薄,在渝东北大巴山山地保土维护区,从山地坡底到山地坡顶,立地条件差到优良均可广泛栽植。

表 9 渝东北地区水土保持乔木/大径竹综合评价

Table 9 Comprehensive evaluation for soil and water conservation arbor/large diameter bamboo in northeastern Chongqing

排序 Ranking	名称 Name	综合分值 Comprehensive score	级别 Grade	排序 Ranking	名称 Name	综合分值 Comprehensive score	级别 Grade
1	灯台树	93.2	I	45	梨	88.2	II
2	旱柳	93.0	I	46	乌桕	88.1	II
3	麻栎	92.7	I	47	华山松	88.0	II
4	水杉	92.6	I	48	皂荚	87.6	II
5	枫香	92.3	I	49	小叶青冈	87.4	II
6	垂柳	92.2	I	50	合欢	87.4	II
7	朴树	92.0	I	51	阔叶樟	87.3	II
8	尾巨桉	91.9	I	52	鹅掌楸	87.3	II
9	檫木	91.7	I	53	毛叶木姜子	87.2	II
10	巨尾桉	91.7	I	54	梧桐	87.2	II
11	栓皮栎	91.5	I	55	野漆	87.0	II
12	构树	91.5	I	56	青冈	86.9	II
13	羽脉山黄麻	91.4	I	57	毛脉南酸枣	86.7	II
14	白栎	91.3	I	58	台湾相思	86.3	II
15	山杨	91.3	I	59	栲	85.9	II
16	刺槐	91.2	I	60	核桃	85.7	II
17	糙皮桦	91.0	I	61	石灰花楸	85.6	II
18	复羽叶栎树	90.9	I	62	四川含笑	85.3	II
19	巨桉	90.9	I	63	巴山松	84.9	III
20	香椿	90.8	I	64	枇杷	84.8	III
21	银毛叶山黄麻	90.8	I	65	青钱柳	84.6	III
22	臭椿	90.8	I	66	天竺桂	84.6	III
23	红椿	90.8	I	67	紫穗槐	84.6	III
24	亮叶桦	90.8	I	68	黑壳楠	84.2	III
25	国槐	90.8	I	69	杜仲	84.2	III
26	栎木	90.6	I	70	厚朴	84.0	III
27	巴东栎	90.6	I	71	杨梅	83.8	III
28	马尾松	90.2	I	72	枣	83.8	III
29	光皮栎木	90.2	I	73	小花木荷	83.3	III
30	乌冈栎	90.1	I	74	银木荷	83.3	III
31	板栗	90.1	I	75	南竹	82.9	III
32	黄葛树	89.4	II	76	麻竹	82.9	III
33	柳杉	89.3	II	77	巴山冷杉	82.9	III
34	柏木	89.3	II	78	薯豆	82.4	III
35	响叶杨	89.2	II	79	冬青	82.4	III
36	桤木	89.0	II	80	小叶榕	82.2	III
37	日本落叶松	89.0	II	81	楠木	82.2	III
38	樟	88.9	II	82	白蜡树	81.8	III
39	柿	88.7	II	83	撑绿竹	81.7	III
40	山桐子	88.6	II	84	鄂羊蹄甲	81.6	III
41	山乌桕	88.5	II	85	野茉莉	81.5	III
42	喜树	88.5	II	86	蓝花楹	81.2	III
43	杉木	88.3	II	87	龙眼	80.6	III
44	枫杨	88.2	II				

II级水土保持植物 31 种,分别为核桃、黄葛树、柳杉、柏木、响叶杨、桤木、毛脉南酸枣、喜树、山桐子、山乌桕、樟、合欢、青冈等。II级水土保持植物综合评分在 85~90 分,在适应性指标、生长指标、水土保持指标、经济指标、土壤指标等各评价指标上表现良,适应性较强,水土保持能力较强,较耐瘠薄,适宜在渝东北大巴山山地保土维护区立地条件相对一般

的区域栽植。

III级水土保持植物 25 种,分别为巴山松、枇杷、黑壳楠、杜仲、厚朴、天竺桂、小叶榕、麻竹等。III级水土保持植物综合评分在 80~85 分,在适应性指标、生长指标、水土保持指标、经济指标、土壤指标等各评价指标上表现一般,适应性一般,水土保持能力一般,适宜在渝东北大巴山山地保土维护

区立地条件相对较好的区域栽植。

3 结语

水土保持植物研究一直是水保事业关注的重点。科学种植、规范管理是水土保持植物发挥效益的先决条件,选择合适的水土保持植物并栽植在合适的生长地点,势必提高水土保持效率。当前的研究成果在一定意义上为重庆市水土保持植物选择提供了参考,为产业化开发利用明确了方向。但是,该研究依然存在不足之处,需进一步研究。水土保持植物开发重点必定随时间而变化,需要项目组继续深入的研究。重庆市水土保持植物资源非常丰富,但由于科研或宣传不够,有很多资源尤其是药用植物资源,人们还不知道其经济价值,更谈不上开发利用。所以,需要开展一些基础研究,研究开发其利用价值,攻克其产业化的关键技术,依靠科技创新,培育新型产业。做好水土保持植物资源开发利用产业化规划非常必要,在项目完成后,就可形成一个新的集中连片的产业基地,因此应加强不同区域水土保持植物资源开发利用产业化规划研究。

参考文献

- [1] 陈维学. 浅谈水土保持植物种植的应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2015(30): 1752.
- [2] 郑昌隆. 裸岩山地绿化的先锋树种——羽叶山黄麻[J]. 国土绿化, 2002(6): 35.
- [3] 杨青川, 康俊梅, 张铁军, 等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J]. 科学通报, 2016, 61(2): 261-270.
- [4] 洪绶曾. 苜蓿科学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [5] 洪绶曾. 中国苜蓿育种的研究与发展[J]. 草业科学, 1989(6): 40-42.
- [6] 田晓锋. 重金属镉对金丝柳和香根草的生长及光合生理的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2008.

(上接第 115 页)

观,增加水体的观赏性,从而提高公园滨水绿地的生态效益和景观效果,保护湿地生态系统的完整性,维护湿地生态过程和生态服务功能^[14]。适当引入外来树种,以丰富植物种类,增加观赏性和物种多样性,以实现景观的层次性、观赏性、适应性、多样性等综合功能和良好的生态效益^[15]。

参考文献

- [1] 王保忠, 安树青, 王彩霞, 等. 城市园林绿化及其关键技术[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(4): 16-18.
- [2] 王明荣, 宋国防. 生态园林设计中植物的配置[J]. 中国园林, 2011(5): 86-90.
- [3] 汪菊渊. 植物造景[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [4] 胡晓媛, 李玉廷. 城市生态风景园林设计中植物的主要功能和配置方法[J]. 现代园艺, 2019(6): 71-72.
- [5] 朱钧珍. 中国园林植物景观艺术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003: 12-18.

- [7] 李继晖. 对彭水发展漆树特色经济林的思考[J]. 重庆林业科技, 2011(3): 56-57.
- [8] 蒋光毅, 黄先智, 史东梅, 等. 石漠化区桑树地埂的土壤水分特征研究[J]. 水土保持学报, 2015, 29(6): 215-221.
- [9] 南宏伟, 贺秀斌, 鲍玉海, 等. 桑树根系对紫色土壤抗剪强度的影响[J]. 中国水土保持, 2011(8): 48-51.
- [10] 陈春, 吴大洋, 孙波. 三峡库区建成片桑园对水土保持效果的初步研究[J]. 中国蚕业, 2004, 25(1): 22-23.
- [11] 李香云, 王玉杰, 朱金兆. 重庆缙云山楠竹林地不同时间尺度降雨量再分配规律研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 101-104.
- [12] 凯旋. 重庆近郊马尾松经营林分的水文特征研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2016.
- [13] 张先仪. 整地方式对水土保持及杉木幼林生长影响的研究[J]. 林业科学, 1986, 22(3): 225-232.
- [14] 牛涛. 华西南屏区退耕地几种植被覆盖模式水土保持效益研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2012.
- [15] 杜金海. 试析低效柏木纯林不同改造对水土保持功能的影响[J]. 水能经济, 2017(3): 144.
- [16] 宋春, 徐敏, 赵伟, 等. 不同土地利用方式下紫色土磷有效性及其影响因素研究[J]. 水土保持学报, 2015, 29(6): 85-89.
- [17] 黄志刚, 李锋瑞, 曹云, 等. 南方红壤丘陵区杜仲和油桐人工林水土保持效应的比较[J]. 林业科学, 2007, 43(8): 8-14.
- [18] 谢旗. 中轻度水土流失区厚朴造林前景展望[J]. 亚热带水土保持, 1991(3): 32, 49.
- [19] 王云翔, 孙海龙, 罗龙皂, 等. 人工石质边坡构树根系抗剪特性研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(3): 114-118.
- [20] 陈光升, 胡庭兴, 黄立华, 等. 华西南屏区人工竹林凋落物及表层土壤的水源涵养功能研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(1): 159-162.
- [21] 程金花, 张洪江, 王伟, 等. 重庆四面山 5 种人工林保土功能评价[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(6): 54-59.
- [22] 李娅. 水淹对三峡库区岸生植物秋华柳和野古草存活和恢复生长的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [23] 赵洋毅, 王玉杰, 王云琦, 等. 重庆北部水源区水源涵养林构建模式对土壤养分的影响[J]. 水土保持学报, 2009, 23(4): 236-240.
- [24] 钟荣华, 鲍玉海, 贺秀斌, 等. 三峡水库消落带 4 种草本根系抗拉特性及根系粘聚力[J]. 水土保持学报, 2015, 29(4): 188-194.

- [6] 王丽. 麓山景区植物景观现状调查与分析[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2008.
- [7] 朱玉菲. 城市风景湖泊植物景观设计的研究: 以杭州西湖风景名胜区为例[D]. 保定: 河北农业大学, 2008.
- [8] 德丽思. 常德市园林发展与特色研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2008.
- [9] 石芸. 浅析公园植物配置方法[J]. 现代园艺, 2018(1): 75.
- [10] 马锦义, 武涛. 中国传统造园植物造景艺术特征与手法[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2003, 3(2): 99-104.
- [11] 杨国栋, 陈效速. 木本植物物候相组合分类研究: 以北京市植物园栽培树种为例[J]. 林业科学, 2000, 36(2): 39-46.
- [12] 但新球. 森林景观资源美学价值评价指标体系的研究[J]. 中国林业调查规划, 1995(3): 44-48.
- [13] 翁殊斐, 陈锡汤, 黄少伟. 用 SBE 法进行广州市公园植物配置研究[J]. 中国园林, 2002(5): 84-86.
- [14] 马潇源. 城市湿地公园植物配置研究: 以银川阅海国家湿地公园为例[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(11): 6643-6645.
- [15] 李俊魁. 石家庄市综合性公园绿地绿化树种配置研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2009.