

广西桉树人工林生态效益分析与评价

李飞宇¹, 梁燕英², 石茂鑫² (1. 中种国际种子有限公司, 北京 100028; 2. 广西壮族自治区国有东门林场, 广西扶绥 532108)

摘要 [目的]评价广西桉树人工林生态效益, 筛选出能够促进桉树发展的主要技术指标。[方法]通过调查分析广西 8 个代表性地区的桉树人工林经营发展现状, 采用文献查找借阅、实证研究、定量研究与定性化研究相结合的方法, 对广西桉树人工林发展进行生态效益评价。[结果]桉树人工林单项生态服务价值量从小到大依次为净化空气价值、水源涵养价值、固碳释氧价。生态健康价值 = 固碳释氧价值 + 水源涵养价值 + 净化空气价值。广西各地区桉树人工林生态健康价值平均为 16.51 万元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)。[结论]该研究可为更好地发展广西地区桉树人工林生态效益提供理论依据。

关键词 桉树; 人工林; 生态效益; 广西

中图分类号 S792.39 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)29-0161-05

Ecological Benefit Analysis and Evaluation of *Eucalyptus robusta* Plantations in Guangxi

LI Fei-yu¹, LIANG Yan-ying², SHI Mao-xin² (1. China Natuinal Seed Group Co., Ltd., Beijing 100028; 2. State Owned Dongmen Forest Farm of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Fusui, Guangxi 532108)

Abstract [Objective] To evaluate the ecological benefits of *Eucalyptus robusta* plantations in Guangxi and to screen out the main technical indexes for promoting the development of *Eucalyptus robusta*. [Method] By investigating and analyzing the present situation of *Eucalyptus robusta* plantation management in 8 representative areas of Guangxi, using the methods of literature search, borrowing, empirical research, quantitative research and qualitative research, the ecological benefits of *Eucalyptus robusta* plantations in Guangxi were evaluated. [Result] The value of individual ecological services of *Eucalyptus robusta* plantations from small to large followed by the value of clean air, water conservation value, carbon fixation and oxygen release. Ecological health value = carbon fixation and oxygen release value + water conservation value + clean air value. The average ecological health value of *Eucalyptus robusta* plantations in different areas of Guangxi was 165.1 thousand yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$). [Conclusion] The study can provide a theoretical basis for better ecological benefits of *Eucalyptus robusta* plantations in Guangxi.

Key words *Eucalyptus robusta*; Plantation; Ecological benefit; Guangxi

桉树具有生长快速、适应性强的特点, 与杨树、松树并称为世界三大速生树种, 是我国南方主要速生丰产树种。近年来, 广西桉树种植得到了飞速发展, 桉树种植面积一举跃居全国种植面积第一。但在桉树人工林发展过程中, 仍面临很多困难, 如经营桉树人工林过程中, 倾斜于追逐经济效益最大化, 轻生态效益和社会效益发挥; 社会各界将桉树视为生态“杀手”, “反桉”行为愈演愈烈, 桉树发展社会环境不乐观等。因此, 如何提高桉树人工林生态效益, 已经成为目前林业持续健康发展的热点问题之一。笔者通过对广西桉树现状展开分析, 针对现阶段桉树发展状况, 找出制约桉树发展的主要因素, 结合南宁市、贵港市、北海市、柳州市、崇左市、百色市、梧州市、玉林市 8 个代表性地区桉树人工林生态效益指标, 展开生态效益评定分析, 旨在为广西桉树人工林生态效益发展提供理论依据。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法 对广西桉树人工林发展的生态效益进行了评价和预测, 支撑该研究的理论方法有生态学理论、可持续发展理论及生态效益研究理论。

1.1.1 实证法。该研究以广西桉树人工林发展的生态效益为研究对象, 从实证的角度对该地区桉树人工林的建设进行生态评估分析, 分析桉树人工林发展过程中存在的生态问题, 进而提出对策建议。

1.1.2 定性 with 定量相结合。采用定性 with 定量相结合的方法对广西桉树人工林发展的生态效益进行认证, 研究分析、归

纳总结了该区域桉树人工林建设发展存在的生态问题, 进而提出建议对策。

1.1.3 文献研究法。借助图书馆、网络等查找了大量关于成本效益分析、森林生态效益评价等方面的资料, 在理解其原理的基础上, 将其应用于广西桉树人工林发展的生态效益评估中。通过大量的文献查找, 对该研究所采用的计算公式、评价方法的适用性、准确性等进行论证。

1.2 数据来源 数据主要来源于广西林业厅、各地林业部门、国土局、广西林勘设计院及林业局、园林局相关网站。同时查阅《广西统计年鉴》《广西林业年鉴》和知网文献等进行数据统计, 部分数据通过广西林业厅、各地农林水利局和广西国有东门林场及其相关网站收集处理。

2 结果 with 分析

2.1 生态价值指标评价 结合广西地区桉树人工林产业生态投入占总产值比例分析(表 1), 统计得出南宁市、玉林市、崇左市的生态投入均占总产值的 50% 以上, 表明这 3 个地区的桉树人工林在生态方面投入较高; 发展传统经营项目的柳州地区伴随着工业生产, 生态投入低于 50%, 但柳州地区桉树人工林关于生态投入在总资产中也有较大比例, 达到 46.21%; 贵港市和北海市对产业发展的生态投入较低, 比例分别为 21.43%、32.76%。在森林生态效益补偿制度落实上, 广西各个地区桉树人工林种植均做得较好, 均达到了 7 以上的评价值, 其中做的最好得是玉林市地区, 评价值为 8.676, 其次是南宁市, 评价值为 8.654。

桉树人工林在广西占有很大的种植面积, 其林下旅游资源丰富、品种较多, 可作为重要的园林景观树种。其中以柠檬桉为例, 树形优美, 干型通直, 在广西森林树种中被誉为

“林中仙女”,可作为桉树人工林生态旅游项目重点发展。图 1 为 2009—2015 年广西各地桉树人工林生态旅游收入统计。

表 1 广西各地区桉树人工林生态投入统计
Table 1 Ecological input of *Eucalyptus robusta* plantation in Guangxi

地区 Region	生态投入占总产值比例 Proportion of ecological input to total output value // %	森林生态效益补偿 制度落实评价价值 Evaluation value of implementation of forest ecological benefit compensation system
南宁市 Nanning City	57.32	8.654
柳州市 Liuzhou City	46.21	7.847
贵港市 Guigang City	21.43	8.321
玉林市 Yunlin City	59.43	8.676
北海市 Beihai City	32.76	7.902
百色市 Baise City	45.29	7.690
梧州市 Wuzhou City	21.00	8.150
崇左市 Chongzuo City	58.24	8.500

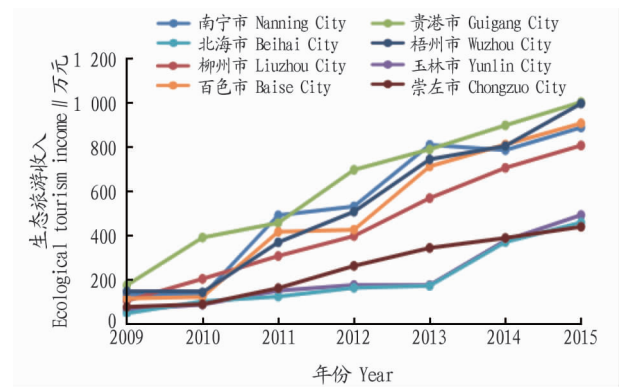


图 1 2009—2015 年广西桉树人工林生态旅游收入统计
Fig.1 Income statistics of ecological tourism of *Eucalyptus robusta* plantation in Guangxi during 2009 – 2015

在对广西各地桉树人工林生态效益分析中,发现桉树生态旅游发展具有巨大潜力,因此,笔者就桉树人工林生态旅游进行了分析。

内部构成要素。生态旅游主题定位不清晰,整体形象不鲜明。虽然广西桉树人工林自然资源多样,动植物资源丰富,拥有典型的水文资源,但由于生态旅游主题定位不清晰,整体形象不鲜明,难以给旅游者留下别具一格的印象。桉树人工林作为广西主要发展的速生丰产林树种,在广西境内覆盖面积较大,木材市场占有率较高。同时,桉树树形通直、干型优美,具有较高的景观价值,但由于桉树人工林经济效益较高,使人们忽视了桉树人工林的生态旅游价值。近年来,随着广西林业厅多功能林业经营方针的提出,有效地刺激了桉树人工林生态旅游开发。桉树林林下空间较为丰富,广西各地因地制宜地进行了桉树林下经济的多功能经营方式,推动了桉树人工林生态旅游的发展,呈现出“桉树+金花茶”“桉树+罗汉松”“桉树+木兰”等林下观花观果的生态旅游方式。随着农业休闲旅游的大力发展,也为桉树人工林生态旅游带来发展契机,桉树人工林林下经济得到快速发展,延伸出了“桉树+红薯”“桉树+鸡”“桉树+蜂”“桉树+菜”等新的桉树人工林休闲旅游模式,不仅提升了桉树人工林本身

的丰富程度,有效地解放了桉树人工林林下空间,还有效地开发利用、提升了桉树人工林的生态旅游价值。

外部环境要素。随着生态发展理念的不断普及和深入,生态旅游发展前景广阔。根据国际生态旅游协会的数据统计,生态旅游收入年增长率高于世界旅游业的平均水平,约 10% ~ 12%。由于近年来桉树人工林大面积种植,对广西生态、社会带来了巨大冲击,也伴随着许多问题出现。在我国,国家旅游局早在 1999 年就将该年定为“生态环境旅游年”,并以此为契机,展开了生态旅游实践活动。随着一系列生态旅游实践活动的推行,可持续发展、生态环保等理论也逐步被接受并不断深入。随后,联合国环境规划署将 2002 年定为“生态旅游年”,至此,无论是在国际旅游市场还是国内旅游市场,生态旅游都吸引了众多旅游者的目光。虽然广西政府对生态旅游发展高度重视,充分意识到桉树人工林旅游发展的重要意义,并提出了生态旅游发展战略目标,但目前生态旅游发展面临的困难也非常严峻。

桉树人工林生态旅游开发项目的创新和完善。桉树人工林项目趋向于生态旅游发展项目,主要以立体林业,多以林下旅游为主,主要开发出新兴的林下农家乐、林下种植珍贵树种等新兴的森林经营模式,有效地提升了桉树人工林的林下经济价值。广西早期或近期发展的旅游景区,如广西七坡林场的桉树人工林高效速丰林展示旅游区、良凤江国家森林公园的珍贵树种桉树混交林丰产展示区、广西高峰林场桉树人工风景旅游基地,逐步开发了一系列生态旅游产品,并且目前在市场上已经占据了一部分份额,具备一定的竞争力。

生态旅游可持续发展意识有待进一步加强。部分景区工作人员生态旅游可持续发展意识不强、业务素质偏低,在日常管理工作中对景区保护存在疏漏。但由于桉树人工林旅游的发展仍处于初期,广大桉树人工林种植户由于其桉树人工林木材经济价值较高,对桉树人工林进行生态旅游开发的积极性不高,这给桉树人工林生态旅游的可持续发展造成了严重阻碍。为此,急需广西各大有林场开展桉树人工林生态旅游项目建设,推动桉树人工林生态旅游发展,带动桉树人工林生态旅游的推广。

2.2 环境要素指标评价

2.2.1 水源涵养价值。所谓的水源涵养功能,是指森林生态系统所具有的蓄水、缓洪补枯、调节径流、净化水质等功能,这些功能与森林生态系统独特的水文生态效应有关。在森林对水资源涵养众多功能中,其最重要的功能主要是蓄水和净化水质。因此,以上述 2 个指标作为研究对象,对森林水源涵养功能和产生的经济价值量进行了评估。

采用影子工程法计算区域所涵养的水源总量^[1]:
涵养水源价值 = 涵养水源总量 × 水库水价格
通俗来讲,森林就相当于一个水库,这个水库的蓄水容量与涵养水量相当。当然,建设水库所需经费也要需要考虑,因此,涵养水源价值 = 涵养水源总量 × (水库水价格 + 建造水库单价)。

根据前人^[2]的研究方法,使用效能法森林净化水质所创造的间接经济价值,用目前工程净化水质的价格来衡量生态系统水质净化创造的价值:

净化水质价值 = 涵养水源总量 × 工业水质净化单价

(1)调节蓄水价值。森林的调节蓄水主要体现在截留大气降水和涵养土壤水分两大方面,森林由于其具有蓄水功能在旱季可以供水抗旱,在洪水泛滥时期可以蓄水防涝,因此被称为“绿色水库”。桉树的枝条和叶的比重大,树冠呈扇形,具有明显的大气降水截留效果。此外,桉树林下凋谢物质含量丰富,有利于水分保持。据相关统计资料,林区的年平均降水量为 1 225 ~ 1 942 mm,森林可以消耗掉 70% ~ 80% 的降雨。具体组成为枯落物拦截和林下土壤蓄水占 45%,森林植被吸收占 23%,林冠截留占 8%。以我国对森林蒸散量的研究成果作为参考^[3-4],在我国,森林年蒸散量占全年总降水量的 30% ~ 80%,取均值 56% 测算^[5],则可以算出桉树人工林生态系统净蓄水量为 5 573.92 m³/(hm²·a)。使用替代工程法对生态系统蓄水创造的价值进行计算,参考森林绿色核算计算中按单位库容造价 5.48 元/m³,农田用水按 1.1 元/m³、工业用水按 1.5 元/m³ 计算^[6],桉树人工林各地区调节蓄水价值平均为3.89 万元/(hm²·a)。

(2)净化水质价值。森林耗水量约占降雨量的 70% ~ 80%,取其中间值 75% 计算,广西林区净化的大气降水量为 11 872.5 m³/(hm²·a),工程污水处理费价格为 0.56 元/t^[1],以此求出桉树人工林各地区生态系统在净化水质上产生的间接经济价值平均为 0.66 万元/(hm²·a)。结合水源涵养效益指标,计算广西各地区桉树人工林水源涵养价值量(表 2)。

2.2.2 固碳释氧价值。森林生态系统的另外一项重要功能是固碳释氧功能。随着全球气候的变暖,空气中二氧化碳含量逐渐增加,森林的固碳能力也日益受到青睐。绿色植物光合作用最基本的原理是吸收二氧化碳、释放氧气。通过绿色植物的光合作用,能够维护大气层中二氧化碳和氧气的动态平衡,以降低温室效应。因此,森林的固碳释氧功能在人类的基本生存中起着重要作用。

植被的初级生产主要化学式为:6CO₂ + 6H₂O = C₆H₁₂O₆ + 6O₂ ↑。每积累 1 g C₆H₁₂O₆,可以固定 1.47 g CO₂,释放 1.07 g O₂。

表 2 广西各地桉树人工林生态系统涵养水源价值

Table 2 Ecosystem water conservation value of *Eucalyptus robusta* plantation in Guangxi

地区 Region	调节蓄水价值 Regulating storage value	净化水质 Purifying water quality	万元/(hm ² ·a)
			水源涵养价值 Water conservation value
南宁市 Nanning City	4.080	0.692	4.772
柳州市 Liuzhou City	3.782	0.598	4.424
玉林市 Yunlin City	3.744	0.635	4.379
贵港市 Guigang City	3.922	0.666	4.588
梧州市 Wuzhou City	3.934	0.667	4.601
北海市 Beihai City	3.727	0.618	4.359
百色市 Baise City	3.430	0.582	4.012
崇左市 Chongzuo City	3.590	0.609	4.199

固碳价值 = 植被的初级生产 × 固碳价格

制氧价值 = 植被的初级生产 × 氧气价格

固碳主要费率为 150 美元(折合人民币为 1 200 元/t),制造氧气价格采用 1 000 元/t^[7]。

(1)桉树年固碳释氧量。桉树枝叶繁多,对桉树光合作用中植物碳释氧量和固碳释氧能力的研究有着重要意义。采用桉树人工林生物量的年增长量,即桉树的年生产力作为桉树通过叶片的光合作用所制造的有机物含量。6 年生的桉树林乔木层桉树的生产力为 22.25 t/(hm²·a),这些年生物量的生长折合年净固碳量为 32.71 t/(hm²·a),折合年释氧量为 23.81 t/(hm²·a);林分的生产力为 23.10 t/(hm²·a),折合成年固碳和释氧量分别为 33.96 和 24.72 t/(hm²·a)。乔木层年固碳和释氧能力为林分年固碳和释氧的 96.31%。由此可知,林分乔木层对林分的年固碳和释氧能力起着决定性作用。

(2)广西各地桉树人工林固碳释氧价值。桉树人工林固碳释氧经济价值量采用成本效应方法进行衡量,固碳价格采用常规的瑞典碳税率 150 美元(折合人民币为 1 200 元/t),制造氧气价格为 1 000 元/t,折算成林分的经济价值时年固碳的价值平均为 4.07 万元/(hm²·a),释氧价值平均为 2.47 万元/(hm²·a),合计 6.54 万元/(hm²·a)。结合固碳制氧价值指标,计算各地区固碳制氧价值量,结果见表 3。

表 3 广西各地区桉树人工林生态系统固碳制氧价值

Table 3 Carbon psa value of *Eucalyptus robusta* plantation ecosystem in Guangxi

地区 Region	林分的生产力 Stand productivity t/(hm ² ·a)	固碳的价值 Carbon sequestration value 万元/(hm ² ·a)	释氧价值 Oxygen release value 万元/(hm ² ·a)	固碳制氧价值
				Carbon fixation and oxygen production value//万元/(hm ² ·a)
南宁市 Nanning City	27.92	3.350 4	2.792	6.142 4
柳州市 Liuzhou City	23.43	2.811 6	2.343	5.154 6
玉林市 Yunlin City	24.31	2.917 2	2.431	5.348 2
贵港市 Guigang City	26.21	3.145 2	2.621	5.766 2
梧州市 Wuzhou City	25.32	3.038 4	2.532	5.570 4
北海市 Beihai City	22.93	2.751 6	2.293	5.044 6
百色市 Baise City	21.23	2.547 6	2.123	4.670 6
崇左市 Chongzuo City	22.43	2.691 6	2.243	4.934 6

2.2.3 净化空气价值。桉树庞大繁多的树叶能够吸附、黏着部分粉尘,降低空气中的颗粒。环境科学研究显示,森林通过一系列的生理生化过程,如吸收、阻隔、过滤及分解等,降解或净化人类排放于外部环境中的部分废气。森林生态系统的重要功能之一就是 SO_2 的净化,其计算可以使用吸收能力法,即:

$$\text{吸收 SO}_2 \text{ 的价值} = \text{单位面积吸收 SO}_2 \times \text{工业固 SO}_2 \text{ 的投入单价} \times \text{林地面积}$$

也可以采用吸收能力法计算吸附粉尘颗粒价值,计算出林区吸收粉尘的服务功能价值。计算公式^[8]为:

$$\text{粉尘颗粒净化的价值} = \text{单位面积滞尘量} \times \text{工业固滞尘投入单价} \times \text{林地面积}$$

$$\begin{aligned} \text{净化空气价值} &= \text{吸收 SO}_2 \text{ 的价值} + \text{粉尘颗粒净化的价值} \\ &= \text{工业固定等值 SO}_2 \text{ 投入成本} + \text{工业粉尘颗粒净化成本} \end{aligned}$$

(1)吸收 SO_2 的经济价值。《中国生物多样性国情研究

报告》显示,阔叶林吸收 SO_2 能力值为 $88.65 \text{ kg}/(\text{hm} \cdot \text{a})$ ^[9]。在桉树人工林吸收 SO_2 分析中,国家归类桉树为阔叶树种,可引用阔叶树种指标进行换算^[9]。每消除 100 t SO_2 的治理费用为 6 万元,其中年运行费用 1 万元,另外 5 万元为投资额。用阔叶林对 SO_2 的吸收能力值模拟测定值,所产生的吸收 SO_2 价值量为 $53.19 \text{ 元}/(\text{hm} \cdot \text{a})$ 。

(2)滞尘的经济价值。空气污染的主要来源之一是尘埃,吸收尘埃能力是衡量生态系统净化能力的重要指标^[10]。桉树人工林吸收尘埃的直接价值,参考国家吸收尘埃的总量 $10 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 的水平来评判,用煤炭燃烧造成污染吸收值为 $560 \text{ 元}/\text{t}$ 。计算得到桉树吸收尘埃的量化计算值为 $5\,600 \text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

桉树人工林吸收 SO_2 的经济价值为 $53.19 \text{ 元}/(\text{hm} \cdot \text{a})$,滞尘的经济价值量平均为 $5\,600 \text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$,合计 $5\,653.19 \text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。结合净化空气价值指标,计算各地区净化空气价值量,结果见表 4。

表 4 广西各地桉树人工林生态系统净化空气价值
Table 4 Air purification value of *Eucalyptus robusta* plantation ecosystem in Guangxi

地区 Region	吸收尘埃的总量 Total amount of dust absorbed t/(hm ² · a)	吸收 SO ₂ 的价值 Value of absorbing SO ₂ 元/(hm ² · a)	滞尘的经济价值量 Economic value of the dust 元/(hm ² · a)	净化空气价值 Clean air value 元/(hm ² · a)
南宁市 Nanning City	12.32	0.689 92	6.899 2	7.589 12
柳州市 Liuzhou City	14.32	0.801 92	8.019 2	8.821 12
玉林市 Yunlin City	13.21	0.739 76	7.397 6	8.137 36
贵港市 Guigang City	12.13	0.679 28	6.792 8	7.472 08
梧州市 Wuzhou City	8.23	0.460 88	4.608 8	5.069 68
北海市 Beihai City	8.43	0.472 08	4.720 8	5.192 88
百色市 Baise City	10.21	0.571 76	5.717 6	6.289 36
崇左市 Chongzuo City	9.04	0.506 24	5.062 4	5.568 64

2.2.4 生物多样性分析。杨尚东等^[11]研究分析表明,随着桉树种植代数的延续,多样性指数、Shannon - Wiener 指数不断降低,长期种植桉树,不利于其他植物种类生长。由图 2 可知,桉树人工林生物多样性虽波动较多,但总体变化幅度不大,各个地区桉树人工林多样性指数的均值在 0.8 左右,表明桉树人工林生物多样性相对稳定。就各地桉树人工林统计数据得出,桉树多样性指数平均变化不大,其原因可能为该研究只对一个地区桉树人工林生物多样性评价,多样性动态变化值变化幅度较小。其中,梧州市生物多样性持续下降,平均水平在 0.7 左右,主要原因是近几年该地区桉树人工林大力扩大发展,导致该地区树种单一。

2.3 生态健康评定 在广西地区桉树人工林生态保护投入情况统计中,发现传统的产业主要以经营森林为主,生态投入较多,如南宁市、柳州市(图 3)。在贵港市桉树人工林发展项目的生态投入中,该产业主要是以盈利为目的,产品主要依托于林木对生态环境的需求不强,因此木材加工业的生态保护方面投入力度小,年增长率较低。同时,由于广西大力发展多功能林业政策,在 2010 年后,生态投入急剧提升,并在 2013 年后趋于平稳。北海市和玉林市桉树人工林前期生态投入较小,随着产业的发展,2011 年开始明显加大投入

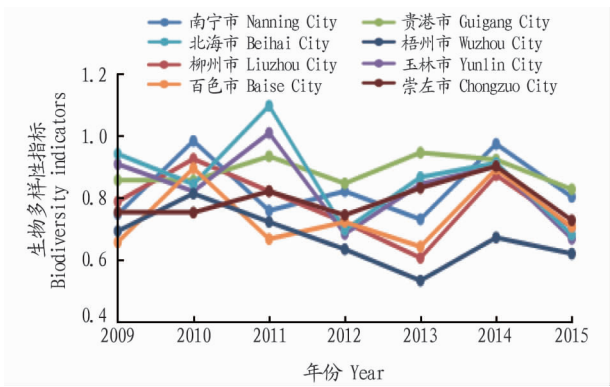


图 2 2009—2015 年广西桉树人工林生物多样性统计
Fig.2 Biodiversity statistics of *Eucalyptus robusta* plantations in Guangxi during 2009 - 2015

用于改善生态环境,以获得更好的生态价值,提升林业产品的品质与销售量。

生态健康的调查主要通过问卷的形式进行打分评定资源有效利用能力,主要是指在广西地区经济生产力的基础上,实现各地区桉树人工林空间上的合理分布和优化。经过调查,桉树人工林在南宁市和柳州市的资源有效利用能力较高,达 0.8 以上,北海市桉树人工林的资源有效利用能力仅

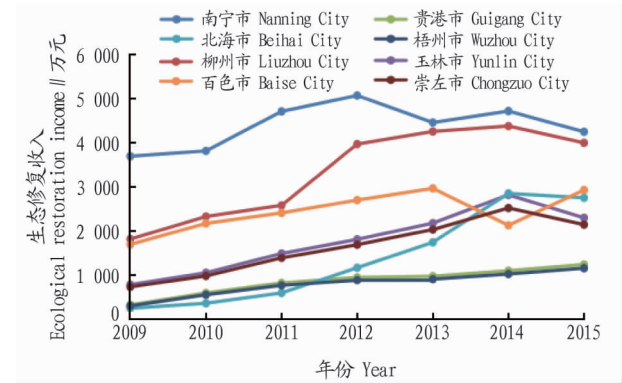


图3 2009—2015 年广西地区桉树人工林生态修复投入统计
Fig.3 Income statistics of ecological restoration of *Eucalyptus robusta* plantations in Guangxi during 2009 –2015

为0.4,其主要原因是桉树人工林经营在北海市经营项目不完善,尚未进行大面积合理经营规划。在环境恢复能力的调查中,南宁市桉树人工林的评价值最高,达到0.778,表明南宁市桉树人工林产业在广西地区分布较广,影响较大,市场占有有力强(表5)。

表5 广西各地区桉树人工林生态健康调查结果
Table 5 Investigation results of ecological health of *Eucalyptus robusta* plantations in Guangxi

地区 Region	资源有效利用能力 Effective utilization of resources	环境恢复能力 Environmental restoration capability
南宁市 Nanning City	0.872	0.778
柳州市 Liuzhou City	0.812	0.724
贵港市 Guigang City	0.666	0.553
玉林市 Yunlin City	0.514	0.458
北海市 Beihai City	0.339	0.302
百色市 Baise City	0.602	0.563
梧州市 Wuzhou City	0.631	0.563
崇左市 Chongzuo City	0.532	0.475

(上接第64页)

3 结论

(1)通过对2016年观测数据进行方差分析可知,7种植物不同配置对试验区保水保土效应存在显著差异;最佳保水保土效应的植物配置为丙配置(细茎冰草250 g、高羊茅125 g、披碱草75 g、紫花苜蓿175 g、红豆草75 g、柠条点播);覆土厚度10 cm时无论何种配置下的保水保土效应表现均为最佳。

(2)通过禾豆比试验可知,适当增加豆科植物的配比,可提高早期植被盖度和生长密度,改变土壤成分结构,提高土壤的抗冲抗蚀性。

参考文献

[1] 陈雷,孙西平. 高速公路水土流失的原因及防治对策[J]. 交通标准化,

3 结论与讨论

(1)该研究对广西8个代表性桉树人工林城市的生态效益进行分析,结果表明:从生态价值指标评价、环境要素指标评价和生态健康评定3个方面,统计出南宁市、玉林市、崇左市的生态投入均高于总产值的50%;在环境恢复能力的调查中,南宁市桉树人工林的评价值最高,达0.778;桉树人工林单项生态服务价值量从小到大依次为净化空气价值、水源涵养价值、固碳释氧价。在评定生态健康指标中,综合生态效益价值进行计算可得到:生态健康价值=固碳释氧价值+水源涵养价值+净化空气价值。因此,广西各地区桉树人工林生态健康价值平均为16.51万元/(hm²·a)。

(2)为更好地发展桉树人工林,应注重改善其发展策略,着重从经营模式转向良种改良、提高林分生态系统稳定性、制定科学的经营管理措施并加大技术推广和宣传、科学规划建立基地长期生态环境质量定位检测体系及适度开发体验性生态旅游、强化生态环保意识等方面采取措施。

参考文献

[1] 常书铭. 浅论生态补偿机制构建:以山西省汾河水库上游水源涵养区为例[J]. 中国水利,2015(4):17–20.
[2] 张顺恒,陈辉. 桉树人工林的水源涵养功能[J]. 福建林学院学报,2010,30(4):300–303.
[3] 黄本胜,洪昌红,邱静,等. 桉树土壤持水能力研究[J]. 水利水电技术,2015,46(6):126–130.
[4] 赵筱青,和春兰,易琦. 大面积桉树引种区土壤水分及水源涵养性能研究[J]. 水土保持学报,2012,26(3):205–210.
[5] 邝龙飞,苏红波,邵全琴,等. 近30年来中国陆地蒸散量和土壤水分变化特征分析[J]. 地球信息科学学报,2012,14(1):1–13.
[6] 杨海根. 桉树与卷荚相思人工混交经营技术试验研究[J]. 林业调查规划,2015,40(1):91–95.
[7] 吴敏兰,燕一波,林丽娜. 漳州市森林生态系统固碳释氧服务功能评估[J]. 福建林业科技,2014(4):68–71.
[8] 刘晓华. 城市森林基调树种降噪污功能评价研究[D]. 福州:福建农林大学,2009.
[9] 王献溥,郭柯. 中国履行生物多样性公约的成就和展望[J]. 广西植物,2006,26(3):249–256.
[10] 张燕. 桉树人工林混交复合生态系统效益评估[D]. 儋州:华南热带农业大学,2007.
[11] 杨尚东,吴俊,谭宏伟,等. 红壤区桉树人工林炼山后土壤肥力变化及其生态评价[J]. 生态学报,2013,33(24):7788–7797.

2009(15):207–210.
[2] 姚兴柱,朱启红. 高速公路建设的水土流失成因与水土保持措施[J]. 山西水土保持科技,2011(3):29–31.
[3] 杨航卓. 公路路域植被修复技术探讨[C]//全国山区公路环境与岩土工程学术会议论文集. 重庆:中国公路学会,2008.
[4] 乔领新,宋桂龙,韩烈保,等. 高速公路岩质边坡植被恢复初期不同植物配置模式的比较研究[C]//全国公路生态绿化理论与技术研讨会论文集. 北京:中国水土保持学会,2009.
[5] 崔纲,刘涛. 新疆高速公路建设项目水土保持措施研究[J]. 交通运输研究,2014,2(2):34–38.
[6] 吕刚,班小峰,雷泽勇,等. 东北黑土区坡耕地治理过程中的水土保持效应[J]. 水土保持研究,2009,16(6):51–55.
[7] 李勇涛,李伟. 刺五加等植物在不同埂带上的保水保土效应分析与评价[J]. 水土保持应用技术,2012(5):9–12.
[8] 中华人民共和国水利部. 土壤侵蚀分类分级标准:SL190—2007[S]. 北京:中国水利水电出版社,2008.