

海南农垦橡胶林生态系统服务价值的分析^①

陈 伟¹, 兰国玉^{2,3}, 蒋菊生^{4*}, 彭宗波⁴

(1. 华南热带农业大学 海南 儋州 571737; 2. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明, 650223;
3. 中国热带农业科学院 橡胶研究所 海南 儋州 571737; 4. 海南省农垦总局 海南 海口 570000)

摘 要:以海南 农垦为研究区域, 运用系统生态学知识与生态经济学方法初步评价了海南农垦橡胶林生态系统部分服务的价值, 结果表明: 海南农垦橡胶林生态系统服务价值在 121.43×10^8 元, 占海南省 2005 年生产总值的 8.2%。其中: 经济价值为 24.51×10^8 元, 占总价值的 20.2%; 生态价值为 59.52×10^8 元; 占总价值的 49.01%; 社会经济价值为 37.40×10^8 元, 占总价值的 30.8%。海南农垦橡胶产业在减缓能源危机、维护国家安全以及加速经济建设上具有重要的现实意义。

关键词: 海南 农垦; 橡胶林; 生态系统服务价值

中图分类号: F326.24 文献标识码: A 文章编号: 1001-7461(2008)01-0215-04

Evaluation of the Rubber Forest Ecosystem Service Function of Hainan State Farm Bureau (HSFB)

CHEN Wei¹, LAN Guo-yu^{2,3}, JIANG Ju-sheng^{4*}, PENG Zong-bo⁴

(1. South China University of Tropical Agriculture, Danzhou, Hainan 571737, China;
2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650223, China;
3. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 571737 China;
4. State Farm of Hainan Province, Haikou, Hainan 570000, China)

Abstract: By using systemic ecology knowledge and 'Market Value' method, a partial value of the rubber forest ecosystem service function of Hainan State Farm Bureau (HSFB) was assessed. The results showed that the total amount value of the ecosystem service function of rubber forest of HSFB was 121.43×10^8 yuan (RMB), which occupied 8.2% of the total amount output value of Hainan Province in 2005. Of the total value, the economy value was 24.51×10^8 yuan, ecosystem value was 59.52×10^8 yuan and society value was 37.40×10^8 yuan, which occupied 20.2%, 49.01% and 30.8% respectively. So we can draw a conclusion that: the rubber industry of HSFB had realistic meaning in relieving energy crisis and supporting national energy security and accelerating economic construction.

Key words: Hainan State Farm Bureau (HSFB); rubber forest; ecosystem service value

自 Holdren 和 Ehrlich 首次提出生态系统服务 (ecosystem service) 的概念以来, 就已引起生态学的重视^[1~3]。生态系统服务功能 (ecosystem service functions) 是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[4]。近年来, 随着全球气候变暖, 土地荒漠化, 生物多样性锐减等全球性生态环境问题的加剧, 对于生态系统的服务功能研究越来越受国内外的学者的重视, 生态学家、生态经济学家及其他相关领域的科学家共同合作, 从生态系统过程、生态服务功能及其生态

经济价值等多个方面开展综合研究, 不断充实与丰富生态系统服务功能的内涵^[4]。人们逐渐认识到, 生态系统服务功能是人类生存与现代文明的基础^[5,6]。

橡胶产业是多功能多效益型产业, 其生态系统服务功能所产生的效益及影响是巨大的, 其净价值总量约为 50.7 亿元/a, 在经济建设和国家安全上具有重要的现实意义。目前海南岛橡胶林面积占海南岛森林总面积的 21.7%^[7], 在海南岛生态环境维护上有着举足轻重的作用。因此, 评价海南农垦橡胶林生态系统的服务价值, 有助于深入认识橡胶林生态

① 收稿日期: 2007-04-18 修回日期: 2007-06-26
基金项目: 中国热带农业科学院橡胶研究所科技创新基金课题: "海南岛生态资产评估研究" (20050565003)
作者简介: 陈伟 (1979-), 女, 湖北鄂州人, 硕士, 主要从事网络建设和产业生态学研究。
通讯作者: 蒋菊生。
© China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系统的重要性, 加强对橡胶林生态系统的保护, 保证其生态服务功能的正常发挥, 为将来做进一步绿色 GDP 的核算和建立适当的价值补偿机制提供依据, 为橡胶产业的可持续发展提供理论保障。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

海南农垦国有农场 92 个, 分布于海南岛(北纬 18.09°~20.10°; 东经 108.03°~111.03° 之间) 各县市, 气候属于热带季风气候, 年平均气温约 22.5~25.6℃, 年降雨量在 1 500~2 000 mm 左右, 年平均降雨量为 1 750 mm。其动植物资源相当丰富, 热带栽培作物资源也十分丰富。据 2005 年海南农垦经济和社会发展统计资料显示, 海南农垦 2005 年土地总面积 85.46 万 hm², 占海南省总面积的 25%, 其中已开垦利用地 49.70 万 hm², 占垦区总面积的 58.16%, 橡胶地面积约 25.28 万 hm², 占垦区总面积的 29.60%, 海南农垦以其占海南岛陆地 1/4 的土地和全省 1/8 的人口, 实现了全省 1/6 的财政收入, 其中农业税收占全省的一半以上, 农场较集中的市县有 80% 以上的地方财政收入来自农垦。

1.2 研究方法

物质质量评价法(PAM) 主要是从物质质量的角度对生态系统提供的服务进行整体评价, 而价值量评价法(VAM) 主要是从价值量的角度对生态系统提供的服务进行整体评价^[8]。本文将两种方法相结合对海南农垦天然橡胶林生态系统服务价值进行评估。

1.2.1 土壤保持 (1) 土壤保持量为潜在土壤侵蚀量与现实土壤侵蚀量之差^[9]。 $A_c = R \times K \times LS(1 - C \times P)$

其中 A_c 为土壤保持量(t/hm²·a⁻¹); R 为降雨侵蚀力指标; K 为土壤可侵蚀性因子; LS 为坡长坡度因子; C 为地表植被覆盖因子; P 为土壤保持措施因子。

(2) 采用机会成本法对橡胶林保持土壤的服务功能价值进行评价。

$Es = At \times B / (0.6 \times 10\,000 \times \rho \times 7\%)^{[10]}$
其中, Es 为土壤保持价值量(元/a), At 为土壤保持的物质质量(t/a), B 为单位面积农田年均收益(元/hm²), ρ 为土壤容重(t/m³)。

1.2.2 涵养水源 采用水量平衡法基于对橡胶林水分分配特征的已有研究, 计算得到橡胶林水源涵养物质质量。采用替代工程法对海南农垦橡胶林涵养水源的服务功能价值量进行评价。根据当前水库工程的建造成本计算橡胶林涵养水源的影子价格。

$W = (R - E) \times A = \theta RA^{[7]}$
上式中, W 为涵养水源量(m³/a); R 为平均降雨量(mm/a); A 为研究区域面积(hm²); E 为平均蒸散量(mm/a); θ 为径流系数。这种方法其实是把生态系统的总径流量看作其水源涵养量。
1.2.3 净化环境 目前对生态系统净化环境的物质质量的估算, 用得较多的方法采用影子工程法和替代花费法来估算其净化大气效益。

2 结果与分析

表 1 生态系统价值总量分析表
Table 1 Aggregated analysis of the ecosystem value

功能价值指标		价值总量/元
生态价值 (59.52×10 ⁸ 元)	涵养水源	7.7×10 ⁸
	土壤保持	0.7×10 ⁸
	净化环境	10.33×10 ⁸
	防风固沙	1.11×10 ⁸
	生产有机质	29.5×10 ⁸
经济价值 (24.51×10 ⁸ 元)	生物多样性维持	10.18×10 ⁸
	林产品(干胶)	21.478×10 ⁸
	木材	3.03×10 ⁸
社会价值 (37.40×10 ⁸ 元)	社会产品、科研文化价值、增加就业价值、促进科技进步价值等等	37.40×10 ⁸
合计		121.43×10 ⁸

2.1 生态价值

2.1.1 土壤保持 海南农垦土地资源较丰富, 开发和利用潜力较大。海南农垦的橡胶种植面积占海南省的 63%, 在海南的橡胶种植产业中占据着重要的地位。因此, 有必要开展对海南农垦土壤的水土保持研究, 以期为充分保护和利用好海南农垦的土地资源提供理论依据。

根据 2005 年土地资源和利用状况, 知海南农垦包括橡胶地、热作地、各种林地、耕地、茶园、果园以及生产水面共计 49.70 万 hm², 当年完成农业总产值 60.58 亿元, 海南农垦单位面积年平均收益为: 12 189.13 元/hm²。

据黎瑞波等(2005) 的研究, 海南橡胶林土壤的平均容重为 1.17 t/m³。据上式可以计算出历年海南农垦单位面积橡胶林土壤保持平均价值为: 281.54 元/(hm²·a⁻¹), 根据 2005 年海南农垦橡胶林的总面积 24.68 万 hm², 则海南农垦橡胶林土壤保持价值为 0.7×10⁸ 元。

2.1.2 涵养水源 天然橡胶林是典型的人工林生态系统, 成林后有较高的郁闭度, 加之地表植被和枯枝落叶覆盖基本完整, 因此橡胶林具有较强的改善区域小气候、涵养水分的生态服务功能。
据秦钟等研究结果得到海南农垦橡胶林单位面

积的年水源涵养物质量约为: $4\,635.26\text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1})$ ^[11]。本文采用替代工程法对海南农垦橡胶林涵养水源的价值量进行评价,橡胶林涵养水源的功能类似于水库蓄水,根据当前水库工程的建造成本计算橡胶林涵养水源的影子价格。国内许多文献统一采用的我国水库蓄水成本是: $0.67\text{ 元}/\text{m}^3$ ^[12],结果得到海南农垦单位面积橡胶林每年涵养水源的生态服务功能价值量为: $3\,105.62\text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1})$ 。2005 年海南农垦橡胶林的总面积 24.68 万 hm^2 ,则海南农垦橡胶林 2005 年水源涵养价值为 7.7×10^8 元。

2.1.3 净化环境

吸收二氧化硫价值 据中国生物多样性国别报告可知森林平均吸收 SO_2 的能力为 $215.6\text{ kg}/\text{hm}^2$,每削减 100 吨 SO_2 投资为 5 万元,运行费用 1 万元/ $(\text{t} \cdot \text{a})$ ^[13],则海南农垦橡胶林的吸收 SO_2 作用节约费用为 3.2×10^8 元。

滞尘功能价值 粉尘是评判大气质量的重要指标之一,植物特别是树木对于烟灰、粉尘都明显的阻挡、过滤和吸附作用。森林对于有害粉尘和烟尘有很大的滞留过滤作用:针叶林的滞尘能力为 $33.2\text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,阔叶林的滞尘能力为 $10.11\text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[13]。若将橡胶林按阔叶林的滞尘能力计算,则海南农垦橡胶林滞尘总量为 $2.5 \times 10^6\text{ t}$,削减粉尘的成本为 $170\text{ 元}/\text{t}$ ^[14]。因此海南农垦橡胶林此项服务产生的价值是 4.25×10^8 元。

增加降雨量 根据当地气象水文调查,植胶成林后,降雨量增加,水土流失减少,大大改善了小气候和生态环境。据一些相关研究表明森林能减少下垫面的反射率,可提高空气湿度,增加降水 $10\% \sim 30\%$ ^[15]。则海南农垦橡胶林的此项服务的价值为 2.88×10^8 元。

综上所述,海南农垦橡胶林净化环境的总价值为 10.33×10^8 元。

2.1.4 防风固沙 橡胶林生态系统由于有健全的水土保持措施,加之茂密的枝叶、地表覆盖植被及枯枝落叶对防止雨水对土壤的直接冲刷都有较强的保护作用,因此橡胶林具有较强防风固沙的生态服务功能。根据人工固沙造田成本 $450\text{ 元}/\text{hm}^2$ ^[16],可计算得到海南农垦橡胶林此项服务的价值为 1.11×10^8 元。

2.1.5 有机物质生产 海南农垦橡胶林的林分主要是成熟橡胶林为主的人工经济林。据黎瑞波(2005)的研究结果计算得到,海南农垦橡胶林在 $1 \sim 30\text{ a}$ 树龄的整个周期内(一般在 30 a 开始对老胶树更新)干物质总生产量为 $154\text{ t}/\text{hm}^2$,即平均每年单位面积生产干物质 $5.13\text{ t}/\text{hm}^2$,则海南农垦橡胶

林总的生物生长量为 $1.26 \times 10^6\text{ t}$ 。根据中国科学院有关研究结果^[17],计算得到海南农垦橡胶林有机物质生产的价值为 29.5×10^8 元。

2.1.6 生物多样性维持 实地调查发现,橡胶树及其防护林带(占胶林面积的四分之一)均已成林,其覆盖率较开荒前也大大增加。与地方上的稀树草原及荒地相比,进入胶林,有着较适宜的生态环境。在橡胶林生态系统中,建立起了一种动植物交错缠绵的互惠关系,养育着许多的动植物群落,极大地丰富了海南生物多样性,为人类进行生物多样性保护提供了更多的机会。

动物栖息地价值 可将海南农垦橡胶林比成一个大动物园,目前建设一个大动物园需投资 10 000 万元以上,使用影子工程法,根据价值工程的廉价原则,以 10 000 万元为投资额^[14],按 7% 的利息计算,则海南农垦橡胶林动物栖息的年价值为 0.07×10^8 元。

增加生物多样性的价值 研究资料表明,森林采伐造成的游憩及生物多样性的价值损失为 $400\text{ 美元}/\text{hm}^2$,全球社会对保护我国森林资源的支付意愿为 $112\text{ 美元}/\text{hm}^2$ ^[18],经计算得出海南农垦橡胶林生态系统此项价值为 1.01×10^9 元。

生物控制(防治病虫害价值) 森林系统是一个复杂的生态系统,由于鸟类环境的复杂生态关系,可以有有效的防治病虫害。据林业部统计数据,1995 年平均全国林地防治费用 $3.57\text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1})$ ^[18]。可以利用费用替代法来计算海南农垦橡胶林防治病虫害的服务功能给人类带来的经济价值。经计算得出海南农垦橡胶林防治病虫害的价值为 0.0088×10^8 元。

综上所述,海南农垦橡胶林生物多样性维持的总价值为 10.18×10^8 元。

2.2 经济价值

2.2.1 橡胶林生态系统林产品(干胶)的价值 橡胶产业主要的产品就是干胶,历年农垦干胶产量来自农垦统计资料,本文将采用最近的干胶价格指标来评价海南农垦橡胶产业产品(干胶)价值。

2003 ~ 2005 年海南干胶的平均价格为: $13\,219.80\text{ 元}/\text{t}$ 。据海南农垦 2005 年经济和社会发统计资料,可知海南农垦 2005 年干胶总产量为 $16.247\,1\text{ 万 t}$,推算出海南农垦 2005 年橡胶林产品(干胶)总价值为 21.478×10^8 元。

2.2.2 橡胶林生态系统木林产品的价值 橡胶产业的另一个重要产品就是胶木,橡胶木材是种不变形、纹理美、耐蛀防腐的高级木材,在建筑装饰和家具制作上有广阔的应用前景,海南农垦从 1975 年开始对老胶林进行有计划的更新。而海南农垦 2005 年

更新所得木材总量为 $181\,478\text{ m}^3$, 目前海南橡胶木材的市场平均价格为: $1\,670.00\text{ 元/m}^3$ 。据此推算出海南农垦 2005 年橡胶木材产品总价值为 3.03×10^8 元。

综上所述, 海南农垦橡胶产业经济总价值为 24.51×10^8 元。

2.3 社会服务价值

海南的天然橡胶产业是在人烟稀少或荒无人烟的边远地区发展起来的, 天然橡胶产业的发展极大地促进了地方社会生活。由于数据的可获得性我们仅就海南农垦橡胶产业提供社会产品、促进社会就业、增加社会收入、促进科技进步和科学文化知识传播和科研文化价值等几项社会服务功能价值进行评估。综合这些分析结果, 得到 2005 年海南农垦橡胶产业社会服务功能价值为 37.40×10^8 元。

3 结论与讨论

发展是人类永恒的主题, 对自然资源的开发利用与环境保护相协调要符合科学发展观。海南农垦橡胶产业必须把生态、经济和社会三种服务功能兼顾、融为一体, 使产业得到可持续发展。为了降低在开发利用自然资源过程中自然生态服务功能降低所产生的潜在生态风险, 政府和企业应该遵循复合生态系统原理, 在决策过程中对提供这些服务的资源的存量给予足够的权重。采取生态系统工程技术方法。

本文尝试运用系统生态学知识与生态经济学方法初步评价了海南农垦橡胶林生态系统部分服务的价值, 结果表明: (1) 橡胶林是高产出、高效益的行业, 能为人类社会做出巨大贡献的行业。发展橡胶产业是人类开发利用自然资源的一种方式, 它会产生强大的经济、生态和社会服务功能价值。

(2) 在海南橡胶产业生态系统服务功能价值中, 经济价值居中, 其中干胶产品的价值, 占全部服务价值的 17.7%, 对于干胶产品合理化经营管理, 它将是一种可再生、可持续利用的生物能源资源, 同时也是海南人民脱贫致富的来源。从这一点来说, 发展天然橡胶事业对解决新世纪能源危机和缓解海南经济方面将起到重要的作用。

(3) 木材产品的经济价值相对很小。木材产品的经济价值, 只占全部服务价值的 3.2%, 远远低于其涵养水源、净化空气等生态服务的价值。可见, 在进行林业经营时, 应重点注重其生态系统的生态服务功能(橡胶林的质量经营和生态效益经营), 其木材价值只是其中很小的一部分。橡胶林生态系统的服

务功能是产品价值的基础, 当橡胶林生态系统失去其生态服务功能时, 产品价值也将随之消失。

(4) 海南农垦橡胶产业生态服务价值大, 但生态服务价值的评估包含不确定性。但是即使是最粗略的估计, 也是有益的尝试。它强调了生态系统服务的重要性, 以及生态系统服务对人类福利的潜在的影响。

(5) 海南农垦橡胶产业提供天然橡胶产品的社会服务功能具有特殊性、重要的战略性和不可替代性。它只是社会服务经济价值的一部分, 占总值的 30.8%, 已成为海南的财政收入的主要来源, 是海南重要的支柱产业。

参考文献:

[1] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature. 1997, 386: 253-260.

[2] Ehrlich P R, Ehrlich A H. Extinction[M]. New York: Bal-lantine, 1981

[3] Holdren J P, Ehrlich P R. Human population and the global environment[J]. American Scientist. 1974, 62: 282-292

[4] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探-以海南岛尖峰岭热带森林为例[J]. 生态学报. 2000, 11(4): 481-484.

[5] 欧阳志云, 赵同谦, 赵景柱, 等. 海南岛生态系统生态调节功能及其生态经济价值研究[J]. 应用生态学报. 2004, 15(8): 1395-1402.

[6] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价的初步研究[J]. 生态学报. 1999, 19(5): 607-613.

[7] 蒋菊生, 王如松. 海南橡胶产业生态[M]. 北京: 中国科学技术出版社. 2004.

[8] 赵景柱, 肖寒, 吴钢. 生态系统的物质与价值量评价方法的比较分析[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 290-292.

[9] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱等. 海南岛生态系统土壤保持空间分布特征及生态经济价值评估[J]. 生态学报. 2000, 20(4): 552-558.

[10] 李金昌, 姜文来, 任勇等. 生态价值论[M]. 重庆: 重庆大学出版社. 1999.

[11] 秦钟, 周兆德, 陶忠良. 橡胶林水分的分配特征[J]. 热带作物学报. 2003, 24(3): 6-10.

[12] 薛达元, 包浩生, 李文华. 长白山自然保护区森林生态系统间接经济价值评估[J]. 中国环境科学, 1997, 19(3): 247-252.

[13] 国家环境保护局. 中国生物多样性国别报告[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.

[14] 韩维栋, 高秀梅, 卢昌义, 等. 中国红树林生态系统生态价值评估[J]. 生态科学, 2000, 19(1): 41-46.

[15] 王树森. 辽宁省森林生态效益的测评初探[J]. 林业经济, 1999, (1): 47-51.

[16] 郎璞梅. 广义森林生态效益货币量的空间模型分析[J]. 生态学报, 2003, 23(7): 1356-1362.

[17] 俞益武, 吴家森, 柯和佳, 等. 苍南县公益林生态系统经济价值研究[J]. 华东森林经理, 2001(15): 42-45.

[18] 中国环境与发展国际合作委员会. 中国自然资源定价研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.