

鼎湖山森林与旅游生态服务功能的初步评估

罗传秀, 潘安定, 夏丽华

(广州大学 地理科学学院, 广东 广州 510405)

摘要:采用机会成本法、市场价格替代法、影子工程价格法等评估方法,对广东鼎湖山地区森林生态系统的涵养水源、保持土壤、净化空气、固定 CO₂、休闲游憩等服务功能进行了初步估算。得出该地区森林生态系统的涵养水源价值为 6 617 万元·a⁻¹,保持土壤价值为 3 664.31 万元·a⁻¹,固定 CO₂ 价值为 252.90 万元·a⁻¹,净化空气价值为 436.62 万元·a⁻¹,休闲游憩价值为 31 369.00 万元·a⁻¹。森林生态系统服务功能的总价值为 4.234 0 亿元·a⁻¹。

关键词:鼎湖山;森林;生态系统;服务功能;服务价值

中图分类号:S727.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2005)04-0161-04

The Evaluation of Forest and Function of Tourism Zoology Services of Dinghu Mountain

LUO Chuan-xiu, PAN An-ding, XIA Li-hua

(Geography Science Institute, Guangzhou University, Guangdong, Guangzhou 510405, China)

Abstract: The ecosystem function of water conservation, soil conservation, air purification, CO₂ fixation, tourism of Guangdong Dinghu Mountain were first evaluated by the methods of opportunity-cost, market price, shadow project price. The result indicated that the annual general forest ecosystem service value in this area amount to 423.40 million yuan/a, of which, 66.17 million yuan/a for water conservation, 36.64 million yuan/a for soil conservation, 4.37 million yuan/a for air purification, 2.53 million yuan/a for CO₂, 313.69 million yuan/a for tourism. This kind of evaluation is very important to arouse the consciousness of environment.

Key words: Dinghu Mountain; forest; ecosystem; service function; service value

森林生态系统的生态服务功能是指森林生态系统及其生态过程为人类提供的自然环境条件与效用。鼎湖山是联合国教科文组织人与生物圈(MAB)的世界自然保护区。本文对鼎湖山地区森林生态系统服务功能及其价值首次进行了计量评价,为将自然资源和环境因素纳入国民经济核算体系而最终实现绿色 GDP 提供基础,为促进肇庆市 21 世纪资源、环境和社会经济的可持续发展提供基本的理论支持^[1~3]。

1 鼎湖山概况

鼎湖山位于广东省的中部(112°35'E, 23°08'

N),区域面积 1 155 hm²。地形属丘陵山地,海拔最高为 1 000.3 m。该地区位于热带和亚热带的过渡地带,属季风气候,年平均气温为 21.4℃,最冷月平均气温 12.0℃。年平均降雨量 1 927.3 mm,有明显的雨季,5~9 月降雨量占全年的 69%^[4]。

鼎湖山岩石是泥盆纪形成的砂页岩,森林土壤为砖红壤, pH4.5~5.0,腐殖质较厚。该区物种资源非常丰富,有 1 976 种野生高等植物,38 种哺乳动物和 170 种鸟类。鼎湖山自然保护区有针叶林、针阔叶混交林和常绿阔叶林 3 种植被类型^[5]。从山麓到山顶依次分布着沟谷雨林、常绿阔叶林、亚热带季风常绿阔叶林等森林类型。

2 研究方法

2.1 涵养水源价值

用水量平衡法来计算森林水源涵养量:

$$W = (R - E) \cdot A = \theta R \cdot A \quad (1)$$

式中: W 为涵养水源量($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$), R 为平均降雨量($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$), A 为研究区域面积(hm^2), E 为平均蒸散量($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$), θ 为径流系数^[6]。得到森林涵养水源的总量后, 用水的影子价格乘以涵养水源总量即为森林生态系统涵养水源的价值。其中, 水的影子价格由水库的蓄水成本确定^[9]。

2.2 土壤保持价值

森林的土壤保持能力包括 3 个方面: (1) 固持土壤能力; (2) 保肥能力; (3) 减少泥沙滞留和淤积能力。

2.2.1 固持土壤价值 森林固土价值即森林减少土地废弃损失的经济价值。森林固土价值=减少土地废弃的面积×林业生产的年均收益=森林减少土壤侵蚀的总量/土壤表层的平均厚度×林业生产的年均收益。

目前, 根据国内外森林保护土壤的研究方法和成果, 有 3 种方法可以求森林减少土壤侵蚀的总量:

- ①用无林地与有林地的土壤侵蚀差异来表示;
- ②用无林地的土壤侵蚀量计算(忽略森林土壤侵蚀量);
- ③根据潜在侵蚀量与现实侵蚀量的差值计算^[7]。

本文采用第 2 种方法, 根据我国土壤侵蚀的研究, 无林地的土壤中等程度的侵蚀深度为 $15 \sim 35 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$, 侵蚀模数为 $150 \sim 350 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。以无林地土壤中等程度的侵蚀模数($200 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)作为鼎湖山森林减少土壤侵蚀的模数^[8]。森林减少土壤侵蚀的总量=减少土壤的侵蚀的模数×森林面积。

2.2.2 保肥价值 森林土壤肥力的损失主要是土壤中有有机质 N、P、K 的流失。因此用研究区域土壤的有机质 N、P、K 的平均含量乘以土壤保持量就可得到森林固持有机质 N、P、K 的总量, 再乘以各自的价格即是森林土壤的保肥价值^[8,9]。

根据夏汉平等(1997)^[10]的研究, 鼎湖山土壤养分含量比较丰富, 保护区内最具代表性的季风常绿阔叶林(表 1)表层有机质 N、速效 P、K 含量全年平均较高。

2.2.3 减少泥沙滞留和淤积价值 肖寒等人^[11]认为, 可以用下式估算森林减少泥沙滞留和淤积的价

值, 即

$$En = Ac/\rho \times 24\% \times C \quad (2)$$

式中: En 为减轻泥沙滞留和淤积的经济价值($\text{元} \cdot \text{a}^{-1}$); Ac 为土壤保持量($\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$); C 为水库工程费用($\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$); ρ 为土壤容重($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$)。

表 1 鼎湖山土壤养分含量

Table 1 The soil nutrient ratio of

Dinghu Mountain				$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
表层有机质	N	P	K	总和
47 200	173.8	1.7	64.1	47 439.6

2.3 固定 CO_2 的价值

运用以下公式计算:

$$Q = S - R_d - R_s \quad (3)$$

式中: Q 为 CO_2 固定量($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$), S 为净第一性生产力所同化的 CO_2 量($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$), R_d 为凋落物层呼吸释放的 CO_2 量($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$), R_s 为土壤呼吸释放 CO_2 量($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)。取碳税法 and 造林成本法两者的平均值来评价森林生态系统固定 CO_2 的价值^[6]。

2.4 净化空气的价值

森林净化空气的功能表现为对 SO_2 和粉尘的吸收能力。运用替代花费法, 以削减粉尘(SO_2)的成本来估算鼎湖山地区森林生态系统净化空气功能的价值:

$$V_d = Q_d \cdot S \cdot C_d \quad (4)$$

式中: V_d 为滞尘(SO_2)价值($\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$), Q_d 为滞尘(SO_2)能力($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$), S 为面积(hm^2), C_d 为削减粉尘(SO_2)成本($\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)^[6]。

2.5 休闲游憩功能评估

采用旅行费用法(TCM 法)对鼎湖山风景区的森林游憩价值进行评价。从事游憩活动游客必须支付一定的交通费, 通过对这些费用的统计分析, 可得出游憩需求与旅行费用之间的关系, 求出游憩需求曲线。将旅游者的旅行费用(包括旅行时间价值)作为影子价格, 求出游客的消费者剩余, 一个风景区的游憩价值就是该风景区全体游客的消费者剩余之和^[12]。

3 结果与分析

3.1 涵养水源价值

根据鼎湖山林区多年平均降水量($1\ 927.3$

mm)和径流系数(0.52)^[13],得出鼎湖山林区森林年平均涵养水源能力为 $1\,002.2\text{ mm}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,涵养水源总量为 $1\,158\text{ 万 m}^3\cdot\text{a}^{-1}$ 。用影子工程价格代替水价,即以全国水库建设投资测算的每建设 1 m^3 库容需投入成本费为 $5.714\text{ 元}^{[1]}$,则森林涵养水源的总价值为 $6\,616.81\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

3.2 土壤保持价值

根据鼎湖山林区减少的土壤侵蚀模数($200\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)和森林面积($1\,155\text{ hm}^2$),可以得到鼎湖山森林生态系统减少土壤的侵蚀总量为 $231\,000\text{ m}^3\cdot\text{a}^{-1}$;根据中国耕作土壤表土的平均厚度(0.5 m)和林业生产的年均收益($282.17\text{ 元}\cdot\text{hm}^{-2}$)^[8],得出鼎湖山森林固土价值= $231\,000\text{ m}^3/0.5\text{ m}\cdot\text{a}^{-1}\times 282.17\text{ 元}/\text{hm}^2=1.30\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

根据表1,鼎湖山表层有机质、N、K、P含量总和为 $47\,440\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,又由鼎湖山森林生态系统减少土壤侵蚀总量($231\,000\text{ m}^3\cdot\text{a}^{-1}$)及土壤容重($1.3\text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$)^[8],可计算出鼎湖山森林减少土壤的养分损失量为 $14\,246.10\text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 。据侯元兆的研究^[8],我国1985年和1987—1990年间的化肥施用量(折纯量)为 $10\,863.9\times 10^4\text{ t}$,购买化肥的总费用 $2\,769.72\text{ 亿元}$ (按1990年不变价格),得出我国多年化肥的平均价格为 $2\,549\text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$,可计算出鼎湖山的保肥价值为 $2\,549\text{ 元}\times 14\,246\text{ t}\cdot\text{a}^{-1}=3\,631.33\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

根据鼎湖山森林生态系统减少土壤的侵蚀总量($231\,000\text{ m}^3\cdot\text{a}^{-1}$),鼎湖山森林生态系统减少淤积的价值为 $5.714\text{ 元}/\text{m}^3\times 231\,000\text{ m}^3\cdot\text{a}^{-1}\times 24\%=31.68\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

由固土价值、保肥价值和减小淤积的价值得到鼎湖山土壤保持总价值为 $3\,664.31\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

3.3 固定CO₂的价值

据研究, 1 hm^2 原始林每年固定的碳是 12.563 t ,杉木林每年固定的碳是 4.856 t ,根据中国造林成本 $251.40\text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}(\text{C})$ ^[6,9],由于鼎湖山主要植被为自然、半自然和人工植被三大类型,据此可估算出鼎湖山森林每年固定碳的价值为 $364.788\sim 141.002\text{ 万元}$,取平均值为 252.90 万元 。

3.4 净化空气的价值

根据“中国生物多样性国情研究报告”,阔叶林对SO₂的吸收能力为 $88.65\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,针叶林平均吸收能力为 $215.60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,减少

SO₂的成本为 $600\text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$,采用吸收能力法^[14],则鼎湖山森林每年吸收SO₂的经济价值为 $6.143\sim 14.941\text{ 万元}$,平均为 10.542 万元 。据研究,针叶林的滞尘能力为 $33.20\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,阔叶林的滞尘能力为 $10.20\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,削减粉尘的成本为 $170\text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$ ^[9]。这样得到鼎湖山森林每年滞尘的价值为 $651.882\sim 200.277\text{ 万元}$,平均为 426.080 万元 。因此,即鼎湖山森林净化空气的总价值为 $436.62\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

3.5 休闲游憩功能评估

运用旅行费用法(TCM法)将鼎湖山客源划分为19个出发区。对每一个出发区,随着总旅行费用的增加,其旅游人次将逐渐减少,旅游率会逐渐降低,总旅行费用与旅游人次之间的关系反映了该出发区对游憩地旅游产品的需求状况。当总旅行费用增加到某一数值时,旅游人次将减至零,则旅游需求为零。根据旅游率与总旅行费用的回归方程($y=180.893\times 0.997x$,其中 y 为出发区旅游率, x 为往返于出发区与鼎湖山风景区的总旅行费用),得出该出发区旅游率与增加的总旅行费用的对应序列值,从而可求得旅游人次与旅行费用之间的函数关系式及游憩需求曲线。每一出发区旅游市场的总消费者剩余是需求曲线与游客所支付的价格(即旅行费用)之间的面积,用公式表示为

$$CS = \int_p^{pm} Y(x)dx$$

式中:CS表示消费者剩余, x 表示总旅行费用, p 为现在往返于某一出发区与鼎湖山的总旅行费用, pm 为当该出发区旅游人次(市场需求)为0时的总旅行费用, $y(x)$ 为该出发区的游憩需求曲线。

鼎湖山风景区所有游客的消费者剩余为全部出发区全体游客的消费者剩余之和,以2000年为例,CS为 $31\,369.00\text{ 万元}$ 。由前文可知鼎湖山风景区的森林游憩价值就是全体消费者剩余之和,即为 $31\,369.00(\text{万元})$ 。因此,运用TCM法评价出鼎湖山风景区2000年的森林游憩价值为 $31\,369.00\text{ 万元}$ ^[12]。

4 结 论

经过初步估算得出,鼎湖山森林生态系统涵养水源价值为 $6\,616.81\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$,保持土壤价值为 $3\,664.31\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$,固定CO₂价值为 $252.90\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$,净化空气价值为 $436.62\text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$,休闲游

憩价值为31 369.00万元·a⁻¹。该景区森林生态系统服务功能的总价值为4.234 0亿元·a⁻¹。其中休闲游憩价值占总价值的74.1%。由肇庆市地方志办公室提供的资料可知,2000年肇庆市国民生产总值422.58亿元。因此,鼎湖山森林生态系统服务功能的总价值(4.234 0亿元·a⁻¹)约占全市国民生产总值的1%。这一比例为肇庆市可持续发展的政策与生态环境保护提供了科学依据。应该指出的是,这个值与生态系统实际的服务功能总价值相比偏低。这是因为本文只估算了该区最主要的5项生态系统功能,而其他功能如消除噪音、生物多样性保护等价值未予以考虑。另外,在单项生态系统功能的计算过程中采用了相似地区的研究成果,这也是造成误差的原因之一。

参考文献:

- [1] 余新晓,秦永胜,陈丽华,等.北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J].生态学报,2002,22(5):784-786.
- [2] Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997;387.
- [3] Zhao J Z(赵景柱), Xiao H(肖寒), Wu G(吴刚). Comparison analysis on physical and assessment methods for ecosystems services[J]. Chinese Journal of Applied Ecology(in Chinese)(应用生态学报),2000,11(2):290-292.
- [4] 彭少麟,方炜,任海,等.鼎湖山厚壳桂群落演替过程的组成和结构动态[J].植物生态学报,1998,22(3):245-249.
- [5] 黄忠良,孔国辉,魏平.鼎湖山植物物种多样性动态[J].生物多样性,1998,6(2):116-121.
- [6] 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].应用生态学报,2000,11(4):481-484.
- [7] 关文彬,王自力,陈建成,等.贡嘎山地区森林生态系统服务功能价值评估[J].北京林业大学学报,2002,24(4):80-84.
- [8] 侯元兆.中国森林资源核算研究[M].北京:中国林业出版社,1995.109-136.
- [9] 饶良懿,朱金兆.重庆四面山森林生态系统服务功能价值的初步评估[J].水土保持学报,2003,17(5):36-44.
- [10] 夏汉平,余清发,张德强.鼎湖山3种不同林型下的土壤酸度和养分含量差异及其季节动态变化特性[J].生态学报,1997,17(6):645-653.
- [11] 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.
- [12] 吴章文,罗艳菊.鼎湖山风景区森林游憩价值评价研究[J].林业经济,2002(9):40-42.
- [13] 闫俊华,周国逸,黄忠良.鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林蒸散研究[J].林业科学,2001,37(1):37-45.
- [14] 《中国生物多样性国情研究报告》编写组.中国生物多样性国情研究报告[M].北京:中国环境科学出版社,1997.1-5.

欢迎订阅《林业机械与木工设备》月刊杂志

《林业机械与木工设备》是1966年于北京创刊,是经国家科技部和国家新闻出版署审核批准,由国家林业局主管,哈尔滨林业机械研究所主办,中国林业机械协会、中国林学会林业机械分会、国家木工机械质量监督检测中心协办的全国公开发行的国家级学术期刊、国家级专业技术指导性刊物。《林业机械与木工设备》月刊杂志熔学术、技术、知识、信息于一炉,主要报道国内外林业与木工机械、人造板设备诸方面的研究、设计、制造、试验、使用维修和经营管理等方面的最新成果及先进经验,介绍其发展动向,提供有关信息和资料。

热情欢迎行业内外作者为本刊撰稿;诚恳希望广大读者多提宝贵意见;殷切期盼厂家利用这块园地,刊登广告,宣传产品,以扩大影响、增加效益。

《林业机械与木工设备》为大16开本,国内外公开发行,每期定价5元,全年60元,由各地邮局征订(邮发代号14-74);如在当地邮局错过订期,也可将款直接汇到编辑部,由编辑部邮发。

汇款方法:由邮局汇款,请寄哈尔滨市学府路374号(150086)《林业机械与木工设备》编辑部收(电话:0451-86663021,Email:linji1966@163.com,传真:86680140);由银行汇款,请汇户名:国家林业局哈尔滨林业机械研究所,开户行:中国建设银行黑龙江省分行营业室(105261080002),账号:2301868851050007366