

张家界市退耕还林的生态经济效益分析

庄大昌, 唐晓春

(广东商学院城市与环境学系, 广东 广州 510320)

摘 要: 湖南省张家界森林生态系统服务功能退化制约了山区经济的可持续发展,“退耕还林”是恢复森林生态系统服务功能价值的主要手段。以张家界退耕还林森林生态系统的恢复为例,综合运用资源经济学、生态经济学的理论和方法,评估了退耕还林区森林恢复后的生态服务功能价值量,得出了退耕还林后所产生的生态经济效益为42 790.73×10⁴元,增加了11.9倍。说明只有恢复张家界地区森林生态环境,保护好张家界地区的森林资源,才能实现张家界森林资源的可持续利用,保证山区经济的可持续发展。

关键词: 退耕还林; 效益评估; 张家界市

中图分类号: S75

文献标识码: A

人类社会的可持续发展从根本上取决于生态系统及其服务的可持续性,人类的可持续发展必须建立在保护地球生命支持系统、维持生物圈的可持续性和维持生态系统服务功能的可持续性的基础上^[1,2]。森林生态系统是一个十分复杂特殊的生态系统,从生态学和经济学的角度论,森林生态系统具有特殊的生态功能和经济价值,它具有持续地为人类提供食物、原材料和水资源的潜力,并在保护生物多样性以及旅游休闲等方面发挥着重要作用,给人类带来了巨大的经济效益、生态效益和社会效益。分析与评价生态系统服务功能的和生态经济价值,已成为当前生态学与生态经济学研究的前沿课题。近年来,国际上对生态系统服务功能的研究十分重视,美国生态学会组织了以Gretchen Daily负责的研究小组,对生态系统服务功能进行了系统研究^[2];国际科学联合会环境委员会曾成立Constanza负责的专门研究组以研究生物多样性间接经济价值及其评估方法,以及生物多样性与生态系统服务功能关系^[2-4]。在我国,生态系统服务功能与价值的研究起步较晚,自1988年以来,李金昌、侯元兆、陈仲新、欧阳志云等先后对不同的森林生态系统生态经济价

值作了评估;薛达元等对长白山自然保护区生物多样性价值进行了评估;陈仲新等对中国生态系统的价值进行了评估;韩维栋等对中国红树林系统的生态价值进行了评估;肖寒等对海南岛尖峰岭热带雨林的生态价值进行了评估等^[5,6]。但对森林生态系统的恢复,特别是退耕还林的生态经济效益分析还不多。鉴于此,笔者在大量实地调查和试验基础上,根据地方统计资料 and 价格年鉴,运用生态经济学的理论与方法,以2004年不变价格为标准,估算出了张家界市退耕还林的生态经济效益,以此为西部地区的退耕还林工程提供一些理论和实践依据。

1 研究区域概况

张家界市位于湖南省的西北部武陵山区,澧水中上游,土地总面积9 543.74 km²,主要以山地和丘陵为主。境内自然资源十分丰富,有维管束植物1 630种,国家一级保护树种57种,主要有珙桐、光叶珙桐和鹅掌楸等;陆生脊椎野生动物22目、58科、269种。以鸟类居多,占种数46.9%;其次为兽类,占28.9%;爬行类占16.1%;两栖类占8.1%。

收稿日期(Received date): 2005-11-12 改回日期(Accepted): 2006-01-11

基金项目(Foundation item): 国家社会科学基金资助项目(05BJY025),湖南省自然科学基金资助项目(03JJY5019)。[National Society Science Foundation of China No 05BJY025, Natural Science Foundation of Hunan No 03JJY5019]

作者简介(Biography): 庄大昌(1968-),男,湖南桃源人,博士,副教授,研究方向为资源管理与区域开发。[Zhuang Dachang(1968-), male, Ph.D. associate professor, specialized in Resources management and regional development. E-mail: zhuangdc@163.com]

国家一级保护动物 3 种: 豹、云豹、黄腹角雉; 国家二级保护动物 25 种, 其中 18 种被列入《濒危野生动植物国际贸易公约》。湖南省级保护的有獐、毛冠鹿、红嘴相思鸟等 54 种^[7]。由于对森林资源的不合理开发和利用, 破坏了森林生态系统, 导致区内水土流失十分严重。根据 2002—08 的遥感影像图显示, 全市水土流失面积 2 787. 25 km², 其中轻度侵蚀 1 070. 93 km², 中度侵蚀面积 1 579. 64 km², 强度侵蚀面积 136. 68 km²^①。2000 年以来, 张家界市启动退耕还林工程, 全市 100 多个乡镇、1 137 个村的 11. 2 万户农户、40 多万人参与到退耕还林工程建设, 共完成退耕还林 5. 53 × 10⁴ hm²; 全市新建成生态林 2. 83 × 10⁴ hm², 生态与经济兼用林 2. 23 × 10⁴ hm², 经济林 0. 47 × 10⁴ hm², 使全市有林地面积增加到 39. 4 × 10⁴ hm², 林木蓄积量已达 1 668 × 10⁴ m³, 森林覆盖率达到 66. 5%^[1]。退耕还林工程取得了巨大的生态效益、经济效益和社会效益。

2 森林生态系统服务功能价值评估方法与技术选择

2.1 森林生态系统服务功能价值分类

研究生态系统服务的经济价值, 将其纳入国民经济核算体系, 能促进自然资本开发的合理决策, 避免损害生态系统服务的短期经济行为, 有利于生态系统的保护并最终有利于人类自身的可持续发展。森林是一个十分复杂的生态系统, 由于其生态系统功能和服务的多面性, 因而生态系统服务功能具有多价值性, 给人类带来巨大的经济效益和社会效益^[8]。森林生态功能总经济价值按效益评价可分为直接利用价值和间接利用价值及非利用价值。

2.1.1 直接利用价值

主要指森林生态系统产生的产品的价值, 它包括食品、农业产品及其他生产原料, 景观娱乐等产生的直接价值, 直接利用价值可用产品的市场价格来估算。

2.1.2 间接利用价值

主要指无法商品化的森林生态系统服务功能价值, 如生物多样性, 净化水质, 调节气候产生的间接利用价值, 间接利用价值的评估需要根据森林生态系统服务功能的类型来估算。

2.1.3 非利用价值

非利用价值是独立于人类对森林生态系统服务的现期利用的价值, 它源于人类可能对未来森林利用方式选择的评价, 特别是人类不清楚其将来的价值, 但相信它将来价值很高, 是一种很难测定的价值。

2.2 森林生态系统价值评估方法

根据人们对森林生态功能的认识程度和基础数据的可获得性, 选择森林生态系统在保持土壤、涵养水源、固定 CO₂、维持营养物质循环、降解污染物和防治病虫害等 6 个方面的功能进行经济价值评估, 并引入生态价值发展阶段系数对评估结果进行调整。

2.2.1 直接市场价格法

是指对有市场价格的生态系统产品和服务进行估价的一种方法, 主要是用于生态系统生产的物质产品的评价^[9, 10]。

2.2.2 替代市场价格法

是指使用替代物的市场价格来评估没有市场价格的环境物品的价值的一种方法。市场替代法通常被运用于天然侵蚀、土壤肥力降低及土地退化等。

2.2.3 炭税法 and 造林成本法

根据生物的生物学特性, 其具有吸收 CO₂ 和释放 O₂ 的能力, 利用光合作用方程式, 计算出单位干物质生产量所吸收的 CO₂ 和释放 O₂, 并根据国际和国内对 CO₂ 排放收费标准将生态指标换算成经济指标, 得出固定 CO₂ 的经济价值^[10, 11]。

2.2.4 旅行费用法

旅行费用法常常用来评价那些没有市场价格的自然景点或者环境资源的价值。通过旅游者在消费这些环境商品或服务所支出的费用, 对森林旅游价值进行估算^[10]。

2.2.5 影子工程法

是指以人工建造一个工程来替代生态功能或原来被破坏的生态功能的费用。单位蓄水量库容成本以 1991 年全国水库建设投资计算, 加上物价变化指数, 算出每建设 1 m³ 库容需年投入成本 0. 67 元^[12, 13]。

2.2.6 生态价值法

将 Pearce 的生长曲线与社会发展水平以及人们生活水平相结合, 根据人们对某种生态功能的实际社会支付和物种价值来估算生态服务价值的方法^[10]。

①张家界市 2003—2015 年水土保持规划报告。

2 3 森林生态系统服务功能价值评估技术

森林具有经济、生态和社会三大效益, 森林生态服务功能效益不同, 其评估技术的方法也不一样, 某种森林效益可用不同的评估方法, 而同一评估方法也可对多种森林效益适用; 对于森林效益的选取, 应选择效益最突出的类型, 而对于评估方法的选取, 应视其可行性和可操作性来进行。基于以上原则, 张家界退耕还林的森林生态经济效益的评估方法如下 (表 1)。

表 1 张家界退耕还林的生态效益评估方法
Table 1 The evaluation methods of ecosystem services value in ZhangJiajie

价值类型	森林生态经济效益	评价方法
直接利用价值	动、植物产品价值	市场价值法
	科考旅游价值	旅行费用法
	保持水土价值	替代市场法
	调节气候价值	炭税法 and 造林成本法
间接利用价值	涵养水源价值	影子工程法
	降解污染物价值	影子工程法
	生物多样性价值	生态价值法
非利用价值	存在价值和遗产价值	

3 退耕还林的生态经济效益

3 1 直接利用价值

3 1 1 森林资源生产力价值

$$L_{\text{财}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i W_i C_i (1 + \lambda)$$

式中 $L_{\text{财}}$ 为张家界退耕还林的森林植物年生产价值量, S 为 1 年植物资源面积 (hm^2), W_i 为森林资源单位面积年增长量 (t), C_i 为 1 年森林等植物资源单位面积纯收入价格 (元 / t), λ 价格的增长率。张家界退耕还林的植物资源价值主要以林木资源价值为主。根据全国主要树种标准序列立木林价和湖南省林分净生长标准, 计算出张家界地区林木活立木年平均生长量为 $1.18 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$, 活立木山价为 $300 \text{ 元} / \text{m}^3$ [12]。依上式计算得出张家界退耕还林的森林资源年平均价值为 $1.956\ 00 \times 10^4$ 元。

3 1 2 科考旅游价值

$$L_{\text{旅}} = l_i B_i$$

式中 $L_{\text{旅}}$ 为科考旅游价值量 (元 / a), l_i 为单位森林科考旅游效益 (元 / hm^2), B_i 为张家界退耕还林的森林科考旅游的面积 (hm^2); 按照我国单位面积森林生态系统的科考旅游价值 $382 \text{ 元} / \text{hm}^2$ [12] 作为张家界退耕还

林的森林科考旅游的价值, 计算出张家界退耕还林的森林科考旅游的总价值量为 $2\ 112\ 46 \times 10^4$ 元。

3 2 间接利用价值评估

3 2 1 涵养水源的价值

$$L_{\text{财}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i V_i (1 + x_i)$$

式中 $L_{\text{财}}$ 为多年平均蓄水价值量, V_i 为当年蓄水量, c 为当年修建 1 m^3 水库库容的平均价格, x 为价格的增长系数, 按照我国每立方米水库修建的单位价格 $0.67 \text{ 元} / \text{m}^3$ [12] 计算。张家界地区多年均降水量 $1\ 381.6 \text{ mm}$, 长江流域森林生态系统的耗散水量为 60% [13], 可计算出张家界退耕还林的森林蓄水的年价值量为 3.07×10^8 元。

3 2 2 生物多样性价值

$$L_{\text{财}} = W_i C_i$$

W_i 为张家界森林生态系统单位面积的生态价值, C_i 为退耕还林的面积; 根据张家界地区的实际投资和该区人们对生态功能的认识水平 (即生态价值系数, 与恩格尔系数成反比), 在现行保护条件下张家界森林生态系统单位面积的生态价值量为 $246.58 \text{ 元} / \text{hm}^2$, 计算张家界退耕还林增加的森林作为野生动植物栖息地价值为 $3\ 429.34 \times 10^4$ 元。

3 2 3 调节气候价值

根据植物光合作用方程式



可知, 植物每生产 162 g 干物质可吸收 264 g CO_2 [12], 木材的平均密度为 $0.45 \text{ t} / \text{m}^3$ [13], 得出张家界退耕还林的森林植被吸收 CO_2 的量为 $4.74 \times 10^4 \text{ t}$ 根据目前国际上通用的炭税率标准和我国的实际情况, 采用我国的造林成本 $250 \text{ 元} / \text{t}$ 和国际炭税标准 $150 \text{ 美元} / \text{t}$ 的平均值 $770 \text{ 元} / \text{t}$ [10, 13] 作为炭税标准, 得出张家界退耕还林的森林吸收 CO_2 而产生的价值量为 $3\ 649.8 \times 10^4$ 元。

3 2 4 降解污染物价值

$$L_{\text{财}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i V_i (1 + x_i)$$

$L_{\text{财}}$ 为张家界退耕还林的森林降解污染物的价值, c_i 为单位污染物处理成本, x_i 为价格增长率; V_i 为退耕还林的森林降解的周边地区污染物量; 本文以森林降解 SO_2 为例, 张家界退耕还林的森林吸收 SO_2 的能力值为 $152 \text{ kg} / (\text{hm}^2 \cdot \text{a})$, 每削减 1 t SO_2 处理成本为 600 元 [11], 从而计算出张家界退耕还林的森林降解污染物而产生的价值量为 504.33×10^4 元。

3 2 5 保持土壤的价值

森林生态系统保持土壤的功能非常强大,其经济价值主要体现在三个方面:减少土地资源面积损失的经济价值,减少土壤肥力损失的经济价值,减少水库泥沙滞留和淤积的经济价值,森林生态系统保持土壤的总经济价值为上述三项之和;首先根据潜在土壤侵蚀量与现实土壤侵蚀量之差,求得生态系统保持土壤的量,即

$$Q = Q_p - Q_r$$

式中 Q 为森林生态系统保持的土壤重量 (t); Q_p 为潜在土壤侵蚀量 (t), 可用荒地的土壤侵蚀量表示; Q_r 为现实土壤侵蚀量 (t); 然后, 分别计算土壤保持的三部分价值。根据湖南省水利厅水土保持站定点实测的结果表明^[8], 张家界市的现实土壤侵蚀量为 11.75×10^4 t/a, 荒地的侵蚀模数为 148 t/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$), 潜在土壤侵蚀量为 818.44×10^4 t/a, 其保持土壤的量为 806.96×10^4 t/a

$$V_1 = Q / \rho / h \times p_j \times 10^{-4}$$

式中 V_1 为减少土地资源面积损失的价值; ρ 为土壤容重 (t/m^3); h 为表土层厚度 (m); p_j 为土地的机会成本, 长江流域土壤耕作层的平均厚度为 0.5 m, 按我国林业生产的机会成本 263.58 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) (1992年不变价) 计算。则每年张家界退耕还林保持土壤的价值为 42.54×10^4 元

$$V_2 = \sum Q \times b_i \times p_f \times 10^{-4}$$

式中 V_2 为减少土壤营养元素损失的价值; b_i 为第 i 种养分元素在土壤中的含量 (%); p_f 为化肥的平均价格 2549 元/t^[13]; i 为营养元素的类型, 据湖南省土肥站对湖南省土地营养元素研究测定, 1 hm^2 土地中 N 为 $256 \text{ kg}/\text{hm}^2$, P 为 $200 \text{ kg}/\text{hm}^2$, K 为 $510 \text{ kg}/\text{hm}^2$ ^[8]。张家界退耕还林保持氮、磷和钾的价值为 136.17×10^4 元

$$V_3 = Q / \rho / k_i \times p_c \times 10^{-4}$$

式中 V_3 为减少水库泥沙滞留和淤积的价值; ρ 为土壤容重 (t/m^3); k_i 为进入河川水库的固体径流占总的土壤保持量的百分比 (%); p_c 为每立方米淤塞物的清理费用。依据长江流域的泥沙运动规律, 一般有 24% 的泥沙淤积于水库、河流等。按照我国每立方米水库修建的单位价格 0.67 元/ m^3 ^[13] 计算。则每年减少泥沙淤积的价值为 260.17×10^4 元。依下式

$$V_s = V_1 + V_2 + V_3$$

则张家界退耕还林的森林生态系统保持土壤的总经济价值 438.88×10^4 元

3.3 非利用价值评估

张家界退耕还林的森林非利用价值主要包括其

存在价值和遗产价值; 遗产价值源于人们将价值置于森林生态系统的保护以上, 供后代利用, 并涉及到关于未来收益以及未来收益与技术的可用性的一些假设条件; 而存在价值是人们为了将来能直接利用与间接利用某种生态系统服务功能的支付意愿, 被认为是生态系统的内在价值, 是争论最大的价值类型, 是对生态环境资本的评价, 这种评价与其现在或将来的用途都无关; 这类价值是对未来可能价值的一种推测和希望, 其价值量依赖于人类的主观意识, 并随人类对森林生态系统功能的认识而不但变化, 价值量评估比较困难, 因此, 这里不进行定量评估。

4 结果与讨论

1 张家界退耕还林的森林生态服务功能价值 (直接利用价值和间接利用价值) 的总价值量为 42790.73×10^4 元, 退耕还林的森林生态系统服务功能的价值是十分可观的。因此, 在开发利用山区森林资源时, 必须注意退耕还林的森林生态环境的保护, 制定符合山区森林生态系统特点的开发方案, 实现山区森林资源的可持续利用。

2 2004年张家界市退耕还林的坡耕地平均粮食产量为 $750 \text{ kg}/\text{hm}^2$ ^[7], 则 $5.53 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 退耕地每年产生的经济效益 3318.0×10^4 元, 而张家界市退耕还林后生态服务功能价值增加了 39472.73×10^4 元, 是退耕地收入的 11.9 倍, 体现了森林资源的巨大的生态服务功能价值。研究结果表明, 张家界实施退耕还林后生态环境得到明显的改善, 森林生态服务功能价值上升并产生了巨大的生态经济效益, 它有利于山区经济的可持续发展。

3 基于张家界退耕还林工程的生态经济效益估算尚属首次, 故以上价值估算可能还存在一些误差, 有的可能是统计数据的误差引起的, 有些是因为价值估算过程中的评估方法不一样造成的, 如由于退耕还林后水土流失减少而导致减少的山洪暴发、治沙人力和物力等方面的损失所产生的经济效益, 这将在今后的工作中加以表述。

因此, 尽管张家界退耕还林的生态服务功能价值量巨大, 但森林生态系统的脆弱性, 要求我们在森林资源管理和开发利用的过程中, 应注意森林生态系统的脆弱性和承载力, 遵循森林生态系统的生态学规律, 坚持保护性开发原则, 实行森林资源的资产化管理, 保护退耕还林区的森林生态系统, 合理地开发

这一自然资源;不能只顾眼前的经济利益,而忽视长久持续的社会、经济、生态效益。只有这样才能有效地保护森林生态环境,才能实现森林资源的可持续利用,促进区域经济的可持续发展。

参考文献 (References)

- [1] Shanshin Ton a Howard T. Odum b, Joseph J Delfino Ecological-economic evaluation of forest management alternatives[J]. *Ecological Engineering*. 1998 (11): 291~ 302
- [2] Paulo A. L. D. Nunes Jeroen C. J. M. van den Bergh. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? [J]. *Ecological Economics* 2001 (39): 203~ 222
- [3] Ouyang Zhijun Wang Rusong Zhao Jingzhu Ecosystem services and their economic valuation[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999 10(5): 636~ 40[欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].应用生态学报,1999,10(5): 636~ 640]
- [4] Chen Zhongxin, Zhang Xinshi Valuation of ecosystem benefit in China[J]. *Chinese Science Bulletin*. 2000 45(1): 17~ 22[陈仲新,张新时.中国生态系统效益的价值[J].科学通报,2000,45(1): 17~ 22]
- [5] Zhang Zhiqiang Xu Z. M, Cheng G. D. Valuation of ecosystem services and natural capital[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21 (11): 1918~ 1926[张志强,徐中民,程国栋.生态系统服务与自然资本价值评估. [J].生态学报,2001,21(11): 1918~ 1926]
- [6] Fang Chuanglin Yang Jie Theory and application on the risk creation and the management of regional development planning[J]. *Geographical Research* 2002 21(2): 210~ 217[方创琳,杨洁.区域发展规划的风险生成与经营理论及应用[J].地理研究,2002,21(2): 219~ 227]
- [7] Static yearbook in Hunan Province[M]. Beijing China Static Press 2000~ 2004 [湖南省统计年鉴[M].北京,中国统计出版社,2000~ 2004]
- [8] Shen Manhong The method of environment economy. *Economical Research*. 1997(10): 47~ 52[沈满洪,论环境经济手段[J].经济研究,1997(10): 47~ 52]
- [9] Tam Tietenberg Environment and resources economy[M]. Beijing TsingHua University Press 2001 86~ 100[Tam Tietenberg [环境与资源经济学[M].北京:清华大学出版社.2001.86~ 100]
- [10] A. Myrick Freeman. The measurement of environmental and resource values Theory and methods Translated by Zeng X. G, Beijing China Renmin University Press 2002. 109~ 190[A·迈里克·弗里曼.环境与资源价值评估——理论与方法[M].曾贤刚译,北京:中国人民大学出版社.2002 109~ 190]
- [11] Costanza Robert The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature* 1997 a 387, 15 May: 253~ 260
- [12] Ren Zhiyuan, Li Jing The valuation of ecological services from the vegetation ecosystems in the Qinling Daba Mountains[J]. *Acta Geographical Sinica*. 2003 58(4): 503~ 511[任志远,李晶.陕南秦巴山区植被生态功能的价值测评[J].地理学报,2003 58(4): 503~ 511]
- [13] Hou Yuanzhao The valuation of forest in China Beijing China Forest Press 1995. 67~ 83[侯兆元.中国森林资源核算研究[M].北京:中国林业出版社,1995.67~ 83]

Evaluation of the Land Recovery Forest Eco-economy Benefit in Zhangjiajie

Zhuang Dachang Tang Xiaochun

(Dept. of Urban and Environment Guangdong University of Business Studies Guangzhou 510320 China)

Abstract In the mountains, because of the human's unreasonable exploitation and utilization, the forest's ecosystem degeneration and ecological value fall victim, which is serious harm to the regional economic sustainable development in Zhangjiajie. Land Recovery forest is mainly method to renew the ecological function of the forest ecosystem. In the paper, the eco-economics theory and a range of evaluation methods are applied, which capture different components of the total economic value (TEV), based on the investigation and experiments, to evaluate the eco-economic benefit of the Land Recovery forest skills. The main evaluation methods include the method of tax rate of Sweden, Researching value, travel consumption method, Robert Constanza method, market value method, assets value method. The conclusion shows that the total assets value of the forest resources is $42\,790\,73 \times 10^4$ yuan (RMB) that it increased 11.9 times in the Land Recovery forest, which is about eleven times than before. The result suggest that renewing the forest ecological environment, protecting the forest resources and carrying out the assets management of the forest resources in Zhangjiajie area are the good ways to realize the sustainable utilization of the forest resources and to guarantee the sustainable development of the regional economy in Zhangjiajie area.

Key words Land Recovery Forest, benefit evaluation, Zhangjiajie