

皖南山区山地生态系统经济价值损失估算方法

许信旺^{1,2}, 朱 诚²

(1. 安徽池州师范专科学校, 安徽 池州 247000;

2. 南京大学城市与资源学系, 江苏 南京 210093)

摘 要: 生态系统是由多种成分组成的复杂系统, 对生态系统破坏造成的损失首先会直接影响到森林资源、水资源、土地资源、草场资源等。为估算某一地区生态系统经济损失, 可采用将损失转化为货币值的方法, 损失函数 $P(A)$, $P(A) = \sum P(UAi) = P(Ai)$, $Ai (i = 1, 2, 3, \dots)$ 为各单项损失值。用此方法估算出皖南山区 2000 年生态系统经济损失值达 27 309.32 万元, 占当年农业总产值的 4.42%, 森林资源损失为 17 679.44 万元, 水资源损失 7 596.66 万元, 土地资源损失 6 094.49 万元, 草场资源损失 3 120.58 万元。所采用的方法科学, 经验证表明估算值基本正确, 但比实际值偏小。

关键词: 生态破坏; 经济损失; 皖南山区

中图分类号: Q 149

文献标识码: A

生态系统是经济、社会和自然的复合系统^[1]。生态系统的效益价值(或称服务价值)已被国内外学者普遍关注, 且已探索出多种计算方法并应用于典型区域研究^[2-5], 但在计算过程中忽视了因人为或自然因素所造成的经济损失, 生态系统的损失是客观的也是现实的。估算生态系统损失值有利于正确评价其真实效益价值。本文运用较为成熟的环境经济学的原理对皖南山区 2000 年生态破坏损失状况作分析探讨, 以期完善生态系统效益价值估算。

1 计算方法和指标选取

1.1 计算方法

我们将生态破坏损失指标分为 2 级, 一级指标 4 类, 二级指标 16 类。徐嵩龄^[7]曾提出生态破坏损失计算的资源价值型和核算型计算方法。本文采用其核算型计算方法, 并将与农业生产相关的土地资源、森林资源、水资源及草地资源作为受损体, 考察受损体破坏后对生产可能造成的影响。在生态破坏

量的数量选择方面, 打破传统的单一使用当年破坏增量或多年破坏累积量的做法, 将其区别对待(表 1)。但未涉及生态系统破坏后对生态系统本身的影响, 因此诸如生物多样性减少的损失、二次损失未计算。主要计算方法^[8-11]有:

1. 生态破坏市场价值法(即生产率法): 这种方法把生态系统看成是生产要素, 生态环境质量变化导致生产率和生产成本的变化, 从而使产量和利润发生改变, 而产品的价值和利润是可以由市场价值来计量的。生态破坏市场价值法即利用生态破坏引起产量和利润的减少来计算经济损失。计算通式为: $L = P_i R_i$, L 为生态破坏造成产品损失的价值, P_i 为 i 种产品市场价格, R_i 为 i 种产品生态破坏减少量。

2. 生态破坏恢复费用法: 在很多情况下, 要全面估算生态破坏造成的经济损失是很困难的, 但是可以通过恢复或保护某种资源不受破坏所需要的费用(工程费用), 作为该资源被破坏带来的经济损失。计算通式为: $L = C_i$, L 为恢复前的经济损失, C_i 为恢复所需的费用。

收稿日期(Received date): 2004- 06- 10; 改回日期(Accepted): 2004- 08- 21。

基金项目(Foundation item): (国家重点科技项目(攻关)计划(96- 920- 19- 08); 安徽省教育厅资助项目: 项目号 2003JW198, 2004kj297 [Supported by the Key Project of National Science and Technology(No: 96- 920- 19- 08) and the Project of Educational Bureau of Anhui Province(No: 2003jw198, 2004kj297)])

作者简介(Biography): 许信旺(1962-), 男, 安徽枞阳人, 副教授, 在读博士。主要从事生态环境与可持续发展教学和研究工作。已发表论文 20 多篇。[Xu Xinwang, male, born in Nov. 1962 in Zongyang, Anhui. Associate Professor. His main research fields cover eco-environment and sustainable development. Email: xuxinwang@163.com]

3. 影子工程法: 当生态破坏后, 人工建造一个工程替代原有的生态功能, 其破坏损失至少是新工程投资的费用。计算通式为: $L = V_3 Q$, L 为损失货币值, V_3 为取代原功能工程的单位费用, Q 为破坏量。

4. 生态破坏替代市场价值法: 计算通式为: $L = V_4 Q$, L 为损失货币值, V_4 为损失物的市场替代物的单位价格, Q 为损失量。

5. 生态破坏调查评价法: 在缺乏价格数据时, 不能应用市场价格法计算, 这时可以通过向专家、环境使用者或受害者进行调查, 获得人们对该生态被破坏赔偿支付的愿望, 进行对该资源价值或保护措施效益的估价。

1.2 损失值估算指标选取

生态系统是由多种成分组成的复杂系统。对生态系统破坏造成的损失主要涉及到森林资源、水资

源、土地资源、草场资源等。为了计算上的方便, 必须将指标划分为可操作的末级指标。 $A_i (i = 1, 2, 3, \dots)$ 为区域内各单项损失值, 保证指标之间相互独立, 损失转化为货币值的函数 $P(A)$, $P(A) = P(UA_i) = \sum(A_i)$ 。皖南山区生态被破坏的方面较多, 但主要可归纳如下指标: 泥沙流失损失、 N 素流失损失、 P 素流失损失、 K 素流失损失、森林释 O_2 量损失、森林土壤持水损失、森林涵养水分损失、森林过伐损失、占用耕地损失、土地砂化损失、土壤次生潜育化、水库淤积损失、塘坝淤积损失、围湖致养鱼损失、围湖致其他水产损失、草场退化损失等。

1.3 计算公式

作者在进行以上论证的基础上, 根据选定的计算方法, 针对不同受损体(资源类型)的受损现状, 得出相应的计算公式(见表 1)。

表 1 皖南山区生态经济损失计算公式一览表

Table 1 Formulas of estimating economical value in ecological destruction in mountainous region of south Anhui Province

损失类型	公式	参数含义	破坏量
泥沙流失损失 L_1	$L_1 = E_1 \times D_1 (K_1 - Q_1) B$	E_1 为拦截 1 m^3 泥沙工程投资费用; K_1 为侵蚀模数; Q_1 为一般林地侵蚀模数; D_1 为各侵蚀类型面积; B 为土壤容重。	年增量
伴随泥沙流失的土壤养分损失 L_2	$L_2 = D_2 \times E_i \times T \times Q_2 \times B_i$	$i = 1, 2, 3$ 分别对应 N 素、 P 素、 K 素; 化肥价格 E 取自统计年鉴中化肥混合平均价格; T 为化肥有效投放系数; Q_2 为养份纯量与化肥折算系数。	年增量
林地土壤涵养水分损失 L_3	$L_3 = E_3 \times (D_{31} \times B_1 + D_{32} \times B_2)$	E_3 为 1 m^3 农林水库投资; D_{31} 为森林有效面积减少量; B_1 为单位面积林地与裸地土壤蓄水差; D_{32} 为针叶林面积年增加量; B_2 为单位面积混交林与针叶林地蓄水量差值。	累积量
森林减少致释 O_2 量损失 L_4	$L_4 = E_4 D_4 K_4 Q_4 T$	E_4 为 O_2 修正市场价格; D_4 为森林有效面积减少量 (hm^2/a); K_4 为森林生产力 ($\text{m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$); Q_4 森林生产 1 t 干物质释; T 为木材比重。	累积量
枯枝落叶层持水损失 L_5	$L_5 = E_5 D_5 K_5 Q_5$	E_5 为 1 m^3 农林水库投资; D_5 为森林有效面积减少量, hm^2/a ; K_5 为枯枝落叶层干重; Q_5 吸水倍数。	累积量
过度采伐致成熟林减少损失 L_6	$L_6 = E_6 D_6 Q_6$	E_6 为木材价格; D_6 成熟林蓄积量年减少值 (m^3/a); Q_6 为木材平均出材率	累积量
蓄水工程泥沙淤积损失 L_7	$L_7 = \sum E_7 \times P_i \times K_i \times B_7$	$i = 1, 2, 3, 4$ 分别表示大型水库、中型水库、小型水库和塘坝; P 为库容; K 为淤积系数; B_7 为土壤重度; E_7 为清淤费用	年增量
围湖造田致养鱼损失 L_8	$L_8 = E_8 \times D_8 \times B_8 \times K_8 \times Q_8$	E_8 为平均鱼价; D_8 为围湖面积; B_8 为养殖系数; Q_8 为各地单位湖面鱼产量	累积量
围湖造田致水产业总损失 L_9	$L_9 = E_9 \cdot D_9 \cdot B_9$	E_9 为单位湖面渔业净产值; D_9 为围湖面积; B_9 为湖泊水面水产养殖系数。	累积量
围湖造田致其他水产品损失 L_{10}	$L_{10} = LW - LF$	LW 围湖造田水产业总损失; LF 养鱼损失。	累积量
湖泊泥沙淤积损失 L_{11}	$L_{11} = E_{11} \times D_{11} \times B_{11}$	E_{11} 为清淤费用系数; D_{11} 为泥沙淤积量; B_{11} 为土壤容量。	年增量
二三产业占用耕地损失 L_{12}	$L_{12} = D_{12} \cdot P_{12} \cdot K_{12}$	D_{12} 为二三产业占用耕地面积; P_{12} 为平均年净产值; K_{12} 为补偿系数。	年增量
土壤砂化损失 L_{13}	$L_{13} = D_{13} \times E_{13} \times P_{13} \times Q_{13}$	D_{13} 为砂化面积; E_{13} 为粮食价格; P_{13} 为粮食正常亩产量; Q_{13} 为减产系数。	累积量
次生潜育化减产损失 L_{14}	$L_{14} = D_{14} \times E_{14} \times P_{14} \times Q_{14}$	D_{14} 为次潜面积; E_{14} 为水稻价格; P_{14} 为正常平均产量; Q_{14} 为减产系数。	累积量

依据公式计算损失值关键在于公式中参数的确定。本文根据实地调查、专家咨询并参照前人^[11]经验来确定参数, 具体如下:

1. 泥沙流失损失采用: $L_1 = E_1 D_1 (K_1 - Q_1) B_1$ 式中: E_1 为拦截 1 m^3 泥沙工程投资费用(元/ m^3), 取 1.325; K_1 为侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$), 其中: 轻度= 1 350, 中度= 3 750, 强度= 6 500, 极强度= 11 500, 剧烈= 20 000; Q_1 为一般林地侵蚀模数, 取 $500 \text{ t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$; D_1 为各侵蚀类型面积(km^2); B_1 为土壤重度, 按《安徽土壤》取为 $1.3 \text{ t}/\text{m}^3$ 。

2. 伴随泥沙流失的土壤养分损失采用: $L_2 = D_2 \times E_i \times T \times Q_2 \times B_i$ 。式中: $i = 1, 2, 3$, 分别对应 N 素、P 素、K 素、 D_2 为各侵蚀类型面积(km^2)。化肥价格 E 取自统计年鉴中化肥混合平均价格, 2 549 元/ t ; T 为化肥有效投放系数, 取 3.33; Q_2 为养份纯量与化肥折算系数, $\text{N}^-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: 5.88; P^+ 过磷酸钙: 5.33; $\text{K}^+ \text{KCL}$: 1.82; B 为土壤中养分含量, 取《安徽土壤》中的调查分析结论, 全 N 为 0.132; 速效 P 为 $4.98 \text{ mg}/\text{kg}$; 速效 K 为 $108.27 \text{ mg}/\text{kg}$ 。据新安江等地的调查: 碱解 N/全 N = 0.106 9, 所以计算中取有效态碱解 N 含量 $0.106 9 \times 0.132\% = 0.0141\%$ 。

3. 林地土壤涵养水分损失采用: $L_3 = E \times (D_{31} \times B_1 + D_{32} \times B_2)$ 。式中: E 为 1 m^3 农林水库投资, 取调查值 $0.94 \text{ 元}/\text{m}^3$; D_{31} 为森林有效面积减少量, 有效面积系指可比蓄积和覆盖情况下的面积; B_1 为单位面积林地与裸地土壤蓄水差(m^3/hm^2), 取 $4.58 \text{ m}^3/\text{hm}^2$; D_{32} 为针叶林面积年增加量; B_2 为单位面积混交林与针叶林地蓄水量差值, 取值 $1.25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

4. 森林减少致释 O_2 量损失采用: $L_4 = E_4 \times D_4 \times K_4 \times Q_4 \times T$ 。式中: E_4 为 O_2 修正市场价格(元/ t), 为 630 元/ t ; D_4 为森林有效面积减少量(hm^2/a); K 为森林生产力($\text{m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$), 取 $41.25 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$; Q_4 森林生产 1 t 干物质释 O_2 , 取 $1.333 \text{ t}/\text{t}$; T 为木材比重, 按林业厅提供的平均值为 $0.48 \text{ t}/\text{m}^3$ 。

5. 枯枝落叶层持水损失采用: $L_5 = E_5 \times D_5 \times K_5 \times Q_5$ 。式中: E_5 为 1 m^3 农林水库投资, $0.94 \text{ 元}/\text{m}^3$; D_5 为森林有效面积减少量, $\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$; K_5 为枯枝落叶层干重, 按林业厅提供的本省森林均值, $11 050.05 \text{ kg}/\text{hm}^2$; Q_5 吸水倍数取 2.5。

6. 过度采伐致成熟林减少损失采用: $L_6 = E_6 \times D_6 \times Q_6$ 。式中: E_6 为木材价格, 按统计年鉴中木材混合平均价, 取为 $195 \text{ 元}/\text{m}^3$; D_6 成熟林蓄积量年减

少值(m^3/a); Q_6 为木材平均出材率, 取为 56.12%。

7. 蓄水工程泥沙淤积损失采用: $L_7 = \sum E_7 \times P_i \times K_i \times B_7$ 。式中: $i = 1, 2, 3, 4$ 分别表示大型水库, 中型水库, 小型水库和塘坝; P_7 为库容; K_7 为淤积系数($1\% \times 1/\text{a}$): 大型水库取 1.0; 中型水库取 2.0; 小型水库取 10.0; 塘坝取 50.0; B_7 为土壤重度($1.3 \text{ t}/\text{m}^3$); E_7 为清淤费用, 全国平均值为 $1 \sim 3 \text{ 元}/\text{t}$, 按清淤难度, E_7 值确定: 大型水库取 $3.0 \text{ 元}/\text{t}$; 中型水库取 $2.0 \text{ 元}/\text{t}$; 小型水库和塘坝取 $1.0 \text{ 元}/\text{t}$ 。

8. 围湖造田致养鱼损失采用: $L_8 = E_8 \times D_8 \times B_8 \times K_8 \times Q_8$ 。式中: E_8 为各地市鱼价(元/ kg); D_8 为围湖面积($\times 10^4 \text{ hm}^2$); B_8 为养殖系数(全省平均 0.444 8, 总养殖面积/可养面积); Q_8 各地单位湖面鱼产量($\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$)。

9. 围湖造田致水产业总损失采用: $L_9 = E_9 \times D_9 \times B$ 。式中: E_9 为各地市单位湖面渔业净产值(元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$); D_9 为围湖面积; B 为湖泊水面水产养殖系数(0.444 8)。

10. 围湖造田致其它水产品损失采用: $L_{10} = \text{围湖造田水产业总损失} - \text{养鱼损失}$

11. 湖泊泥沙淤积损失采用: $L_{11} = E_{11} \times D_{11} \times B_{11}$ 。式中: E_{11} 为清淤费用系数, 取 $3 \text{ 元}/\text{t}$; D_{11} 为泥沙淤积量; B_{11} 为土壤量度, $1.3 \text{ t}/\text{m}^3$ 。

12. 二三产业占用耕地损失采用: $L_{12} = D_{12} \cdot P_{12} \cdot K$ 。式中: D_{12} 为 2000 年二三产业占用耕地面积; P_{12} 为平均年净产值, 按统计年鉴中的 90 a 不变价计 $2 960.7 \text{ 元}/\text{hm}^2$; K 为补偿系数, 按本省土地管理有关规定取为 5.0。

13. 土壤砂化损失采用: $L_{13} = D_{13} \times E_{13} \times P_{13} \times Q_{13}$ 。式中: D_{13} 为砂化面积, 数据取自《安徽省农业区域资源数据集》; E_{13} 为粮食价格, 按统计年鉴中粮食平均混合价格取为 $0.73 \text{ 元}/\text{kg}$; P_{13} 为粮食正常亩产量, 取《中国统计年鉴》中的全国均值 $3 930 \text{ kg}/\text{hm}^2$; Q_{13} 为减产系数, 按《2000 年中国的环境》中有关资料取为 30%。

14. 次生潜育化减产损失采用: $L_{14} = D_{14} \times E_{14} \times P_{14} \times Q_{14}$ 。式中: D_{14} 为次潜面积, 分区主要数据来自各县调查; E 为水稻价格; P_{14} 为正常平均产量; Q_{14} 为减产系数, 取 20%。

2 皖南山区自然生态环境评价

2.1 自然条件

皖南山区位于长江以南, 包括黄山市区、绩溪、

歙县、休宁、黟县、祁门、石台、旌德、东至、贵池、青阳、泾县、宁国、广德、宣州共 15 个县(市、区), 土地面积 $2\,709\,731\text{ km}^2$ 。地貌类型复杂多样, 山地、丘陵和盆地交织, 其中山地约占 55%、丘陵约占 35%, 山间盆地、河谷平原和水域约占 15%。天目山屹立在皖浙边境, 黄山、九华山耸峙在皖南中央, 三大山系构成了皖南三组相对隆起的中山地貌, 山体高度一般在 $800\sim 1\,500\text{ m}$ 间, 其中黄山莲花峰海拔 $1\,873\text{ m}$, 为全省最高峰。发源于中山区的新安江、青弋江和水阳江三大水系, 沿着构造线发育, 贯穿于整个皖南山区。本区处北亚热带南缘, 南部接中亚热带北缘, 属温暖湿润的亚热带季风气候。气候特点是: 四季分明、气候温和、雨量充沛、光照丰富、雨热同季、生长期长。全区年平均气温 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右, 多年平均降水量 $1\,200\sim 1\,700\text{ mm}$, 年平均太阳辐射总量 113.7 KJ/cm^2 , 光热水资源十分丰富。区内地带性土壤类型主要有红壤、黄壤, 且随山体海拔高度的差异还有黄棕壤、山地草甸土分布, 非地带性土壤有石灰土等。地带性植被类型属中亚热带常绿阔叶林, 部分县市位于中亚热带北缘, 也反映其中亚热带与北亚热带过渡性类型, 即常绿、落叶阔叶混交林。常绿树种主要有青冈栎、苦槠、甜槠、乌桕栲、石栎、青栲、樟、红楠、紫楠、木荷等。落叶阔叶树种主要有枫香、麻栎、锥栗、栓皮栎、化香、枫杨、鹅耳枥、泡花树等。

2.2 生态被破坏状况

随着经济的发展和人口的增长, 人们对资源的需求和消耗日益增大, 人口、资源和环境之间的矛盾日益尖锐, 由于片面追求经济效益的最大化, 在资源开发过程中忽视了生态环境的保护, 使生态系统遭到不同程度的破坏, 生态系统的功能减弱, 生物多样性减少, 同时生态破坏已成为制约经济发展的因素。目前, 皖南山区生态被破坏主要表现在:

1. 森林资源破坏。据统计, 全区森林面积现有 $1\,787\,600\text{ hm}^2$, 森林覆盖率不断减少, 皖南山区解放初期森林覆盖率达 $60\%\sim 70\%$, 目前下降到 31.8% 。而且森林形态发生了很大变化, 林相由原来的乔木、灌木、草本、地被等多层次的结构转变成灌木、草本为主的简单结构, 林木高度大幅度下降^[11]。森林面积锐减, 结构简单的现状, 加重了水土流失, 使河流含沙量大增, 河湖淤塞。据调查, 1949 年以来水田江、青弋江中下游河床普遍淤高 $1\sim 1.5\text{ m}$, 少数河段达 $2\sim 3\text{ m}$, 新安江屯溪河段淤积

2 m 左右。造成森林土壤持水减少, 涵养水分损失。本文未考虑林相变化造成的直接损失, 而以林相变化加重了水土流失来替代。2. 水资源破坏。由于水土流失加重, 水库、塘坝、湖泊淤积, 使库容减少, 河道淤塞, 通航里程缩短。围湖造田, 一方面使汛期调洪能力下降, 同时也造成了渔业和其他产业损失, 使复杂多样的生态循环单一化。3. 土地资源破坏。土地资源的破坏主要表现为水土流失严重。水土流失面积达 $9\,165.6\text{ km}^2$, 约占全区面积的 33.82% , 造成大量的有机成分流失。第二、第三产业占用耕地逐年增加, 土壤次生潜育化严重, 土地质量下降。4. 草场资源退化。皖南山区草场资源主要分布在山地丘陵地区。分布零星, 过度放牧, 只放不养, 造成草场退化。

3 生态破坏损失值计算结果及分析

3.1 类型损失强度

经计算, 2000 年皖南山区生态破坏经济损失达 $27\,309.32$ 万元。生态破坏损失值占当年农林牧渔生产总值的 4.42% 。生态破坏的要素分布表现出: 森林资源破坏损失最多, 占全区总损失的 49.85% , 其次是水资源与土地资源损失, 分别为 23.13% 和 18.09% 。草场资源破坏损失只占 8.9% (表 2)。其原因与皖南以低山丘陵为主体的脆弱生态系统有必然的联系。

从图 1 可见, 2000 年皖南山区森林资源损失以歙县最高, 黄山市区最低; 水资源损失以东至县最高, 黟县最低; 土地资源损失以宣州区最高, 石台县最低; 草场资源损失以东至县最高, 宣州区最低。作者认为造成以上现象的原因是: 1. 自然地理状况如土地面积和类型、地质地貌以及气候水文等因素, 控制了各地的物质循环的方向和强度。如东至县东南为山区, 西北为沿江平原, 水域面积广阔, 但接受大量来自山地丘陵的沉积物, 河流湖泊淤积严重, 河滩草地季节性水毁导致该县水资源和草地资源损失最大。2. 人类活动改变自然过程, 不合理的土地利用、过度砍伐, 使宣州、歙县两地的土地资源和森林资源损失成为全区之最。相反, 由于环保意识强、保护措施得力, 黄山市区和黟县(均为世界自然或文化遗产地)森林和水资源损失最小。从图 1 四种类型损失值变化曲线, 所表现出波峰波谷变化趋势基本一致, 尤其是森林、水和土地资源损失曲线拟合更

好,揭示了它们具有一定的相关性。其原因是生态系统要素间相关性导致的结果。

表 2 皖南山区生态系统损失值(单位:万元)
Table 2 Economic loss value in ecological destruction in souther Anhui

地名	森林资源	水资源	土地资源	草场资源	合计
黄山市区	26.07	315.35	323.66	60.38	783.00
歙县	2 395.71	396.50	1 070.08	481.11	4 343.40
休宁县	1 955.41	232.44	143.29	170.60	2 501.74
黟县	430.16	67.08	99.28	22.30	845.10
祁门县	818.88	100.23	73.33	55.08	1 047.50
宣州	672.82	819.24	1 751.51	0.00	3 243.57
郎溪县	197.18	699.85	393.45	80.93	8 552.86
广德县	2 263.66	310.70	388.50	323.88	3 286.74
宁国市	1 576.07	495.99	298.14	115.68	2 485.88
泾县	1 526.88	1 472.64	357.09	428.63	9 557.86
旌德县	452.88	123.50	97.72	61.67	735.77
贵池区	2 003.80	736.52	733.83	442.70	3 916.85
东至县	1 332.58	1 574.64	389.93	592.25	3 889.40
石台县	429.73	209.65	16.34	63.43	719.15
青阳县	870.35	460.74	97.33	151.39	1 579.81
合计	17 679.44	7 596.66	6 094.49	3 120.58	27 309.32

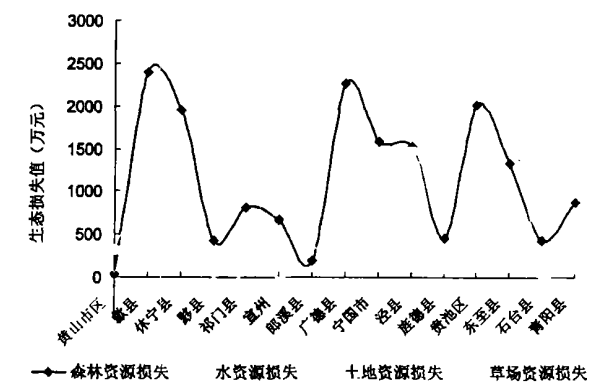


图 1 皖南山区生态系统损失值

Fig. 1 Economic loss value in ecological destruction in South Anhui

3 2 生态破坏损失强度差异分析

皖南山区 2000 年生态破坏经济损失受自然、社会、经济因素的影响,面积损失强度地区差异鲜明。面积损失强度 < 60 元/ hm^2 的有黄山市区、祁门县、石台县等,此三县(区)为黄山国家级风景名胜区和古牛降国家自然保护区所在地。自然保护区内通过宣传教育,环境立法,人们的环保意识逐渐增强,保护生态环境已成为自觉行为。这些县区单位面积生态损失值小,也验证了生态保护取得了成效。而生

态破坏值 > 150 元/ hm^2 的广德、宣城、泾县、贵池、歙县山地与平原(长江沿江平原或屯溪盆地)之间的过渡地带,属生态脆弱带(图 2)。

表 3 皖南山区生态破坏损失面积强度(元/ hm^2)
Table 3 Economic loss intensity of ecological destruction in souther Anhui

地名	森林	水资源	土地资源	草场资源	总损失
黄山市区	1.38	16.73	17.17	3.20	41.53
歙县	92.68	15.34	41.40	18.61	168.02
休宁县	90.92	10.81	6.66	7.93	116.32
黟县	50.15	7.82	15.57	2.60	98.52
祁门县	37.01	4.53	3.31	2.49	47.35
宣州	44.91	54.69	116.92	0.00	216.53
广德县	106.71	14.65	18.31	15.27	154.94
宁国市	64.65	20.34	12.23	4.75	101.97
泾县	74.91	72.25	17.51	21.03	468.94
绩溪县	81.77	7.31	22.79	13.60	143.41
旌德县	49.98	13.63	10.78	6.81	81.20
贵池区	96.90	35.61	35.48	21.40	189.40
东至县	49.51	58.50	14.49	22.00	144.50
石台县	30.39	14.83	1.16	4.49	50.86
青阳县	77.94	41.28	8.72	13.56	141.53

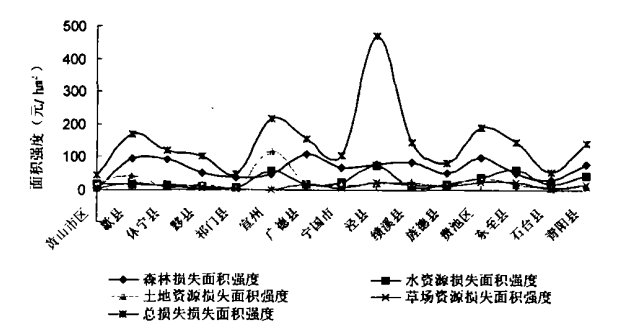


图 2 生态破坏损失空间强度

Fig. 2 Economic loss intensity of ecological destruction in South Anhui

从图 2 可见,2000 年皖南山区森林资源损失强度最高为广德县,最低仍为黄山市区;水资源损失强度也还是东至县最高,祁门县最低;土地资源损失强度同样是宣州区最高,石台县最低;草场资源损失强度以东至县最高,宣州区最低。这一结果同样验证前文的分析。

生态破坏损失产值强度是指某种资源破坏损失值占与此相关产业的当年产值比。经计算皖南山区生态破坏总值相当于农林牧渔总产值的 4.42%。森林资源损失产值强度大于 25% 的歙县、休宁、宣

城、青阳、贵池、东至等县(区)均处在山地向平原、盆地过渡带,与面积强度值具有一致的结论。由表4、图3可见,各种资源损失平均产值强度草地资源最小为0.020 1元/hm²,水资源最高为0.555 1元/hm²,石台县水资源损失产值强度居各县之首。作者认为这主要是由于本区畜牧业发展已达一定水平,而水产业发展尚不够。水热因子是本区农业生产的有利条件,参考文献^[10]曾得出过同样的结论。

4 结论

估算皖南山区生态系统经济损失,可采用将损失转化为货币值的方法,即:损失函数 $P(A)$, $P(A) = (P(\cup A_i) = \sum P(A_i)$, $A_i(i = 1, 2, 3, \dots)$ 为各单项损失值。经估算2000年皖南山区生态系统经济损失值达27 309.32万元,占当年农业总产值的4.42%,生态破坏主要表现为:森林资源损失最多占全区总损失的49.85%,其次水资源和土地资源损失分别为23.13%和18.09%,草场资源破坏损失只占8.9%。上述原因与皖南以低山丘陵为主体的脆弱生态系统有必然的联系。

表4 皖南山区生态经济损失产值强度(单位:万元/hm²)
Table 4 Economic loss strength of ecological destruction
in souther Anhui

地名	森林资源	水资源	土地	草场	总损失
黄山市区	0.004 5	0.070 1	0.015 0	0.005 7	0.017 2
歙县	0.584 5	0.713 1	0.044 0	0.032 0	0.098 7
休宁县	0.336 6	0.334 9	0.008 1	0.019 7	0.076 6
黟县	0.117 6	0.651 3	0.016 0	0.005 6	0.060 7
祁门县	0.107 2	0.737 0	0.008 3	0.016 5	0.052 6
宣州	0.269 5	0.047 1	0.026 5	0.000 0	0.030 5
广德县	0.145 8	0.072 6	0.020 4	0.021 4	0.060 9
宁国市	0.117 8	0.262 7	0.012 5	0.007 8	0.046 0
泾县	0.150 4	1.106 4	0.022 0	0.031 1	0.230 2
绩溪县	0.177 7	0.074 0	0.020 2	0.021 1	0.061 6
旌德县	0.092 8	0.092 4	0.008 9	0.010 0	0.031 5
贵池区	0.599 2	0.043 1	0.025 3	0.031 1	0.061 5
东至县	0.376 0	0.1445	0.013 2	0.042 5	0.067 2
石台县	0.194 5	3.743 8	0.003 2	0.034 76	0.077 9
青阳	0.331 2	0.234 1	0.006 7	0.023 0	0.061 6

注:森林资源损失产值强度为:森林资源损失值/林业产值;水资源损失比为:水资源损失值/渔业产值;土地损失比为:土地损失值/农业产值;草场损失比为:草场损失值/牧业产值;总损失比为:总损失值/农林牧渔总产值。

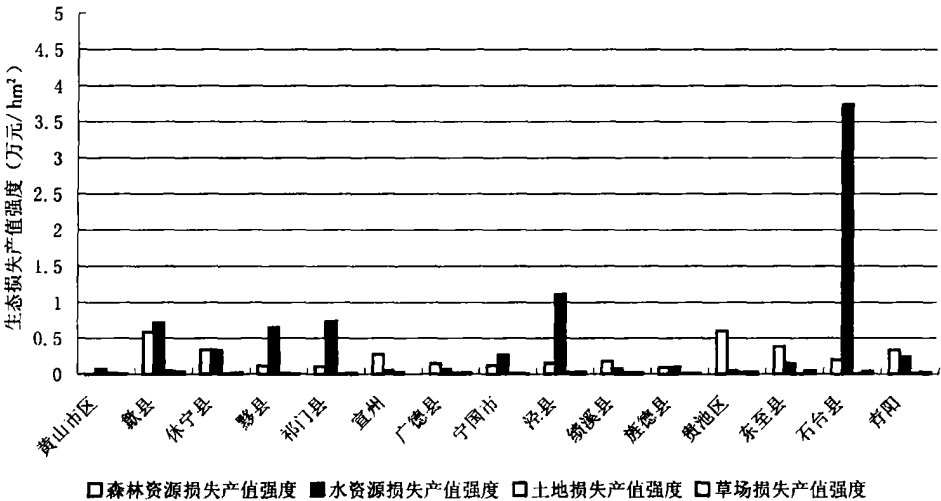


图3 皖南山区生态经济损失产值强度

Fig.3 Economic loss strength of ecological destruction in souther Anhui

参考文献(References):

[1] Ma Shijun, Wang Rusong. Social-economy-nature complex ecosystem[J]. *Journal of ecology*, 1984, 4(1): 1~ 9. [马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. *生态学报*, 1984, 4(1): 1~ 9.]

[2] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, *et al.*. The value of the world s ecosystem services and natural Capital[J]. *Nature*, 1997, 387: 253 ~ 260.

[3] Mark T. Brown Sergio Ulgiati: Emery evaluation of the biosphere and natural capital. *Ambio* Vol. 28 (suppl.) 1999. 486~ 494.

[4] Chen Zhongxin, Zhang Xinshi. The value of Ecosystem services in Chain[J]. *Sci Bull*, 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] Zong Yueguang, Chen Hongchun. The systematic analysis on value of regional ecosystem services ——a case study of L ingwu city[J]. *Geography reaserch*, 2000, 19(2): 148~ 155. [宗跃光, 陈红春. 地域生态系统服务的价值结构分析——以宁夏灵武县为例[J]. 地理研究, 2000, 19(2): 148~ 155.]
- [6] Xiao Yu, Xie Gaodi. Economic value of ecosystem services in Mangcuo lake drainage basin[J]. *Chinese journal of applied ecology*, 2003, 14(5): 678~ 680. [肖玉, 谢高地. 莽措湖流域生态系统服务经济价值变化研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 678~ 680.]
- [7] Xu Songling. The standardization of the concepts and methods in the calculation of the economic loss of ecological resource destruction [J]. *Journal of natural resources*. 1997, 12(2): 160~ 168. [徐嵩龄. 生态资源破坏经济损失计量中的概念和方法的规范化[J]. 1997, 12(2): 160~ 168.]
- [8] Anhui Statistic Bureau. Statistical Yearbook of Anhui Province (2001 年) (NO. 13, Beijing: Natinal Statistical Press, 2001.
- [9] Xu Xinwang. The features of natural agricultural resources and proper exploration of them in the mountainous area in southem Anhui[J]. *Journal of mountain science*, 1999, 17(2): 188~ 191. [许信旺. 皖南山区农业自然资源特征及合理利用途径[J]. 山地学报, 1999, 17(2): 188~ 191]
- [10] Zhou Binggen, Chen Wujun. An analysis on the reasons of soil erosion and measures of the prevention in the mountains and hills of Anhui Province[J]. *Journal of Anhui Normal University*, 1992, (3): 87~ 93. [周秉根, 陈武俊. 安徽山地水土流失成因与防治对策[J]. 安徽师大学报, 1992, (3): 87~ 93.]
- [11] Zhang Huiqin, Ge Xiaoming. Analysis of environmental economy system[M]. Beijing: Science and Technology Press, 1993. [张慧勤, 过孝明. 环境经济系统分析[M]. 北京: 科学技术出版社, 1993.]

Estimation Methods of the Economical Loss of Ecological Destruction in Mountainous Regions of South Anhui

XU Xinwang^{1,2}, ZHU Cheng²

(1. Department of Geography of Chizhou Teachers College, Chizhou, Anhui Province 247000, China;

2. Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing 210093, China)

Abstract: Ecosystem is a complex system consisting of diversiform kinds of elements. The economical loss caused by ecosystem destruction could directly affect forest resource, water resource, soil resource, grass resources, etc. We can turn the loss in to currency value, namely, define a function $P(A) = P(\bigcup A_i) = \sum P(A_i)$, $A_i (i=1, 2, 3, \dots)$ is the loss value for each item. According to the method, it is estimated that the loss of ecosystem, forest resource, water resource, and grass resource is 273 093 200 yuan, 176 794 400 yuan, 75 966 600 yuan, 60 944 900 yuan and 31 205 800 yuan, respectively in mountainous regions in the south of Anhui in 2000, and the ecosystem economical loss takes up 4.42 percent of total agriculture production value in the same year. The method used in this paper is scientific but not completely exact, the estimation value is less than the reality.

Key words: Ecological destruction, economical losses, mountainous regions in the south of Anhui