

# 铁岭东沟小流域水土流失综合治理前后 生态经济系统评价

陈英智<sup>1</sup>, 周江红<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省水土保持科学研究所 牡丹江实验站, 黑龙江 牡丹江 157011;

2. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 选择侵蚀山区有代表性的小流域——铁岭东沟小流域为研究对象, 采用综合效益系数法和综合功能系数法, 对水土流失综合治理前后小流域生态系统进行了综合效益和综合功能评价。通过分析发现, 所采用的方法揭示了小流域水土保持生态建设治理项目的单项效益和综合效益, 说明这种方法适用于复杂的侵蚀山区生态经济系统评价。

**关键词:** 水土流失; 生态经济系统; 评价

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)01-0132-03

中图分类号: S157

## Ecological Economic System Appraisal of Comprehensive Soil Erosion Control in the Small Watershed of Donggou in Tieling Town

CHEN Ying-zhi<sup>1</sup>, ZHOU Jiang-hong<sup>2</sup>

(1. *Mudanjiang Experimental Station, Heilongjiang Institute of Soil and Water Conservation, Mudanjiang, Heilongjiang 157011, China*; 2. *School of Water Conservation and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China*)

**Abstract:** Taking the Donggou watershed as a small representative watershed for the mountainous area and using the integrated benefit method and the comprehensive function method, ecosystem of the small watershed is evaluated for the integrated benefits and comprehensive functions before and after soil erosion programs are implemented. Analyses indicate that the used methods can describe the single benefit and integrated benefit resulted from the projects of soil and water conservation and ecological construction in small watersheds, and are suitable to ecological-economic system appraisal in the complex eroded mountainous area.

**Keywords:** soil and water loss; ecological economic system; appraisal

侵蚀山区生态经济系统在目标、平衡、效益、规律等方面都表现出双重性, 表现在生态目标与经济目标、生态平衡与经济平衡、生态效益与经济效益、生态规律与经济规律之间呈现出既相互矛盾又相互统一的辩证关系。即: 水土保持生态建设综合评价的目标, 一方面是国民收入的增加和消费水平的提高。对农民来说, 就是收入的增加和生活水平的提高。另一方面是保护水土资源, 防治水土流失, 改善生态环境<sup>[1]</sup>。本研究选择侵蚀山区有代表性的小流域——铁岭东沟小流域为研究对象, 1999—2001 年利用 3 a 时间对其进行了水土流失综合治理, 采用综合效益系数法和综合功能系数法, 对试验区生态经济系统进行综合效益和综合功能评价。

### 1 试验区概况

铁岭东沟小流域位于牡丹江市爱民区铁岭镇一村境内, 流域平均宽 1.36 km, 长 6.24 km, 总面积 8.48 km<sup>2</sup>。气候属温带大陆性季风气候区, 无霜期 120~130 d, 年均降水量 525 mm。地貌类型按黑龙江省地貌区划, 属牡丹江和林口丘陵河谷盆地区, 地形起伏较大, 多年平均地表径流深为 75 mm。各业用地中农业用地、林业用地、荒草地、荒山坡、沟壑、村屯占地分别为 344, 420, 20, 20, 10 和 34 hm<sup>2</sup>。地形起伏较大, 耕地坡度较陡。水土流失面积 388.4 hm<sup>2</sup>, 占总面积的 45.8%, 其中轻度流失 123.9 hm<sup>2</sup>, 中度流失 75.0 hm<sup>2</sup>, 强度流失 187.4 hm<sup>2</sup>, 极强度侵蚀 2.1

收稿日期: 2005-12-20

修稿日期: 2006-04-04

资助项目: 黑龙江省水利厅资助项目

作者简介: 陈英智(1966—), 女(汉族), 黑龙江省延寿县人, 硕士, 高级工程师, 主要从事山区退化生态系统恢复与重建等方面的研究。E-mail: yingzhichen@163.com.

hm<sup>2</sup>。共有侵蚀沟 9 条, 沟壑密度 0.24 km/km<sup>2</sup>, 侵蚀模数 2 527.1 t/(km<sup>2</sup>·a)。

## 2 生态经济系统评价方法

本研究针对铁岭东沟小流域的特点, 以保护和合理利用水土资源为基础, 在充分调查水土流失程度和成因的前提下, 深入地分析了流域结构与功能<sup>[4]</sup>。根据流域地貌、地形、水土流失状况, 本着因地制宜, 除害兴利, 立体开发, 工程措施、植物措施与美化环境措施结合, 生态效益、经济效益、社会效益同步发展的原则, 科学布局, 合理安排各项水土流失治理措施<sup>[3]</sup>。对侵蚀山区这一复合系统进行评价, 不能只靠单项评价指标, 必须从不同侧面设置多项指标, 根据其地位和重要性给予一定的权重, 计算出评价系统的整体效应和整体生产力。本研究采用综合效益系数法和综合功能系数法, 对试验区生态经济系统进行综合效益、综合功能分析评价。

$$\text{效益系数表达式为: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

式中:  $\sigma$ ——效益系数;  $x_i$ ——影响效益因素评分(0 ~ 1);  $n$ ——影响效益因素个数。

表 1 铁岭东沟小流域林地生态状况

因素	林相		覆盖度		森林覆盖率		系统调节能力	
	评述	打分	评述	打分	评述	打分	评述	打分
现状	灌森多为柞丛, 少量人工林为落叶松单层林	0.30	林草生长一般, 覆盖度小于 1	0.30	< 50%	0.40	有轻度水土流失	0.35
治理前后	乔灌和针阔混交复层林	0.95	林草生长茂密, 覆盖度大于 1	0.90	> 70%	0.95	水土流失完全得到控制	0.90

$$\text{用公式 } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}} \text{ 计算效益系数}$$

式中:  $\sigma$ ——效益系数;  $x_i$ ——影响效益因素评分(0 ~ 1);  $n$ ——影响效益因素个数。

现状  $\sigma_{\text{生}} = \sqrt{(0.3^2 + 0.3^2 + 0.4^2 + 0.35^2)/4} = 0.34$

治理后  $\sigma_{\text{生}} = \sqrt{(0.95^2 + 0.9^2 + 0.95^2 + 0.9^2)/4} = 0.93$

经计算, 模型实施前后试验区林地生态经济系统生态效益系数分别为 0.34 和 0.93。

(2) 经济效益。用效益系数  $\sigma_{\text{经}}$  表示。林地经济收入以林业(间伐木材或条材), 山产品(采药、蘑菇、山野菜), 果树, 多种经营(养耳、种参、养蜂等)为来源。试验区林地生态经济系统治理前后打分评述分别是 0.2, 0.3, 0.3, 0.3 和 0.9, 0.8, 0.8, 0.9。

用上式分别计算出生态经济系统中各子系统(如林地生态经济系统、农田生态经济系统等)的生态效益系数( $\sigma_{\text{生}}$ )、经济效益系数( $\sigma_{\text{经}}$ )和社会效益系数( $\sigma_{\text{社}}$ )。各子系统的不同效益系数分别相加之和, 即为整个生态经济系统不同效益的综合效益系数。

综合功能系数表达式为:

$$\varphi_c = \sqrt[3]{\sigma_{\text{生}} \cdot \sigma_{\text{经}} \cdot \sigma_{\text{社}}}$$

式中:  $\varphi_c$ ——生态经济系统综合功能系数;  $\sigma_{\text{生}}$ ,  $\sigma_{\text{经}}$ ,  $\sigma_{\text{社}}$ ——代表生态效益、经济效益、社会效益系数。

用上式分别计算出生态经济系统中各子系统(如林地生态经济系统、农田生态经济系统等)的综合功能系数。各子系统的综合功能系数之和, 即为整个生态经济系统的综合功能系数。

## 3 试验区治理前后生态经济系统评价

### 3.1 试验区林地生态经济系统治理前后分析

(1) 生态效益。用效益系数表示, 林地生态效益取  $\sigma_{\text{生}}$  表示。林地生态效益取决于覆盖度、林相、森林覆盖率和对系统的调节能力等诸因素。试验区治理前后林相、覆盖度、森林覆盖率和系统调节能力打分评述(详见表 1)。

现状:  $\sigma_{\text{经}} = \sqrt{(0.2^2 + 0.3^2 + 0.3^2 + 0.3^2)/4} = 0.28$

治理后:  $\sigma_{\text{经}} = \sqrt{(0.9^2 + 0.8^2 + 0.8^2 + 0.9^2)/4} = 0.85$

经计算, 模型实施前后试验区林地生态经济系统经济效益系数分别为 0.28 和 0.85。

(3) 社会效益。用效益系数  $\sigma_{\text{社}}$  表示。林地社会效益主要表现为林木资源增长情况、山产品资源增长情况和改善环境情况等方面。铁岭东沟小流域林地生态经济系统治理前后打分评述分别是: 0.2, 0.3, 0.2 和 0.8, 0.9, 0.95。

现状:  $\sigma_{\text{社}} = \sqrt{(0.2^2 + 0.3^2 + 0.2^2)/3} = 0.24$

治理后:  $\sigma_{\text{社}} = \sqrt{(0.8^2 + 0.9^2 + 0.95^2)/3} = 0.89$

经计算, 模型实施前后试验区林地生态经济系统社会效益系数分别为 0.24 和 0.89。

## (4) 林地生态经济系统治理前后综合功能评价。

$$\varphi_c = \sqrt[3]{\sigma_{\text{生}} \cdot \sigma_{\text{经}} \cdot \sigma_{\text{社}}}$$

式中:  $\varphi_c$ ——生态经济系统综合功能系数;  $\sigma_{\text{生}}$ ,  $\sigma_{\text{经}}$ ,  $\sigma_{\text{社}}$ ——代表生态效益、经济效益、社会效益系数。

计算林地生态经济系统的综合功能系数

$$\text{治理前: } \varphi_{c\text{现}} = \sqrt[3]{0.34 \times 0.28 \times 0.24} = 0.28$$

$$\text{治理后: } \varphi_{c\text{优}} = \sqrt[3]{0.93 \times 0.85 \times 0.89} = 0.89$$

经计算,模型实施前后试验区林地生态经济系统综合功能系数分别为 0.28 和 0.89。

## 3.2 试验区坡田生态经济系统治理前后分析

(1) 生态效益。取决于防护林、农田水利、耕作制度、土壤肥力、水土保持措施、作物结构等因素评述农田生态系统。经计算其生态效益系数为:现状  $\sigma_{\text{生}} = 0.41$ , 治理后  $\sigma_{\text{生}} = 0.85$ 。所以模型实施前后试验区坡田生态经济系统生态效益系数分别为 0.41 和 0.85。

(2) 经济效益。取决于大豆、玉米、经济作物、蔬菜、大棚等经济收入。经计算其经济效益系数为:现状  $\sigma_{\text{经}} = 0.49$ , 治理后  $\sigma_{\text{经}} = 0.82$ 。所以模型实施前后试验区坡田生态经济系统经济效益系数分别为 0.49 和 0.82。

(3) 社会效益。取决于产品质量、商品率。经计算其社会效益系数为:  $\sigma_{\text{社}} = 0.54$ , 治理后  $\sigma_{\text{社}} = 0.84$ 。所以模型实施前后试验区坡田生态经济系统社会效益系数分别为 0.54 和 0.84。

(4) 坡田生态经济系统治理前后综合功能评价。现状  $\varphi_c = 0.48$ , 治理后  $\varphi_c = 0.84$ 。所以模型实施前后试验区坡田生态经济系统综合功能系数分别为 0.48 和 0.84。

## 3.3 试验区水域生态经济系统治理前后分析

(1) 生态效益。取决于沟谷工程设施标准和数量、生物种群结构、生产稳定性。经计算其生态效益系数为:现状  $\sigma_{\text{生}} = 0.27$ , 治理后  $\sigma_{\text{生}} = 0.87$ 。所以模型实施前后试验区水域生态经济系统生态效益系数分别为 0.27 和 0.87。

(2) 经济效益。取决于渔、水禽、水稻等其它因素。经计算其经济效益系数计算为:现状  $\sigma_{\text{经}} = 0.21$ , 治理后  $\sigma_{\text{经}} = 0.74$ 。故模型实施前后试验区水域生态经济系统经济效益系数各为 0.21 和 0.74。

(3) 社会效益。取决于产品质量、数量、商品率。经计算其社会效益系数计算得:现状  $\sigma_{\text{社}} = 0.21$ , 治理后  $\sigma_{\text{社}} = 0.84$ 。所以模型实施前后试验区水域生态经济系统社会效益系数分别为 0.21 和 0.84。

## (4) 水域生态经济系统治理前后综合功能评价。

现状  $\varphi_c = 0.20$ , 治理后  $\varphi_c = 0.77$ 。所以模型实施前后试验区水域生态经济系统综合功能系数分别为 0.20 和 0.77。

## 3.4 评价结果

试验区生态经济系统治理方案实施以后,总体比较,综合功能由 0.96 提高到 2.50, 提高了 1.6 倍。其中:生态效益功能系数由 1.02 提高到 2.65, 提高 160%; 经济效益功能系数由 0.91 提高到 2.38, 提高 162%; 社会效益功能系数由 0.99 提高到 2.47, 提高 150%。详见表 2, 表 3。

表 2 铁岭东沟小流域治理前生态经济系统评价结果

治理前	生态 $\sigma_{\text{生}}$	经济 $\sigma_{\text{经}}$	社会 $\sigma_{\text{社}}$	综合 $\varphi_c$
林地生态经济系统	0.34	0.28	0.24	0.28
坡田生态经济系统	0.41	0.49	0.54	0.48
水域生态经济系统	0.27	0.14	0.21	0.20
合计	1.02	0.91	0.99	0.96

表 3 铁岭东沟小流域治理后生态经济系统评价结果

治理后	生态 $\sigma_{\text{生}}$	经济 $\sigma_{\text{经}}$	社会 $\sigma_{\text{社}}$	综合 $\varphi_c$
林地生态经济系统	0.93	0.85	0.89	0.89
坡田生态经济系统	0.85	0.82	0.84	0.84
水域生态经济系统	0.87	0.71	0.74	0.77
合计	2.65	2.38	2.47	2.50

## 4 结 论

铁岭东沟小流域水土流失综合治理措施实施以后,采用综合效益系数法和综合功能系数评价方法对试验区生态经济系统进行综合效益和综合功能评价,其生态、经济和社会效益比治理前有显著提高,综合功能系数由治理前的 0.96 提高到了 2.50,充分反映了侵蚀山区生态经济系统的特点,揭示了小流域水土保持生态建设治理开发措施的单项效益和综合效益,所以说这种评价方法适于复杂的侵蚀山区生态经济系统评价。

## [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 陈浩,等.晋西黄土高原小流域地貌演化特征与水沙过程的动态监测[J].水土保持研究,2004,11(2):1-3.
- [ 2 ] 雷阿林,等.坡沟系统土壤侵蚀回顾与展望[J].水土保持通报,1997,17(2):37-43.
- [ 3 ] 刘汉桂.建设生态型城市,实现可持续发展[J].水土保持研究,2001,8(3):3-6.