

# 小流域治理综合效益评价指标体系研究

李智广 李锐 杨勤科 赵永安

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘要** 近年来,小流域治理综合效益评价指标体系研究有较快发展,总结成果并推陈出新有助于寻求更为科学、系统和实用的评价指标体系,是流域治理评价规范化的出路。该文对国内小流域治理综合效益评价的主要指标体系进行了分析和归类,并选取指标频度 $\geq 0.44$ 的 11 个指标对黄河中游 4 条小流域的治理效益作了评价。由此例可知:这 11 个指标具有较强的客观性、普遍适用性,为水土保持效益评价的科学化、规范化提供了参考。 中图分类号:S157.2  
**关键词:** 流域 综合效益评价 指标体系

## Indictor System for Comprehensive Benefit Evaluation of Small Watershed Management

Li Zhiguang Li Rui Yang Qinke Zhao Yong'an

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and Ministry of  
Water Resources, Yangling District, Shaanxi Province, 712100, PRC)

**Abstract** The research on the indictor systems of comprehensive benefits watershed management in China were synthesized, and the 11 indictors to construct the indictor system were selected according to the frequency of all indictors chosen in the references concerned. The benefits of four watershed in the middle reaches of the Yellow river were comprehensively appraised and analyzed, it provides a basis for the subjective, general and scientific evaluation of soil and water conservation benefits.

**Keywords:** watershed management; comprehensive benefit evaluation; indictor system

从“水土保持小流域治理”提出以来,以小流域为单元的水土保持治理取得了显著的综合效益,研究如何评价和度量其经济、社会和生态效益,即建立综合效益评价指标体系对促进流域治理的健康发展有着十分重要的意义。因为评价指标筛选和指标体系构造的过程本身就是

收稿日期:1998—09—13

\* 本文为《中国水土保持管理信息系统》子模块《小流域治理验收评价系统》研究内容的一部分。

流域治理发展研究的一部分,它可以使治理单位确定治理发展中优先考虑的问题,同时给投资单位一个了解和认可治理进程的有效信息工具。近年来,小流域治理效益评价研究在指标体系、评价方法和效益量化等方面提出有价值的成果。但是,在如何评价流域治理的综合效益方面,尚缺乏普遍适用的指标体系。本文拟在分析国内小流域治理综合效益评价指标体系的基础上,建立更为科学、客观和具有普遍适用性的指标体系。

## 1 小流域治理综合效益评价指标体系建立

### 1.1 建立评价指标体系的原则

评价指标体系可依据区域特征和治理目标进行构造,其特征主要表现为:在时间上反映流域治理的速度和趋势,在空间上反映生态经济系统的整体布局和结构,在数量上反映治理的规模,在层次上反映小流域系统的功能和水平。这样的指标体系就不只是单指标的延伸,而是兼有描述、评价、解释和决策等功能的有机体系。构造指标体系时应遵循下列原则:

- (1) 指标的客观性。指标必须客观存在,符合区域实际情况,避免受人为影响严重的指标。
- (2) 指标的主导性。不同区域和不同治理措施产生的效益是不相同的。在具体评价时,应选择主要的治理措施及其产生的效应进行评价。
- (3) 指标的独立性。单个指标反映流域的某一侧面,指标之间应尽力不相互重叠,不存在运算或因果关系。
- (4) 指标的可量化性。指标可以用数量表达,每一项具体数值同反映的效益内容相一致。
- (5) 指标的可操作性。指标必需的资料容易取得、必需的计算方法容易操作;避免计算复杂、采集困难的指标。
- (6) 指标的适应性。指标在用于评价流域治理效益时应有可比较性,不能受事物以外的因素影响。
- (7) 指标体系的系统性。措施之间的联系,反映到效益指标之间也有着内在的联系。某一指标反映问题的一个侧面,相联系的指标体系就能反映流域系统整体。

### 1.2 评价指标体系的结构和内容

流域治理的效益实质上是在生态——经济系统综合功能的基础上实现的,以人类社会为中心的生态——环境系统所需求和接受的生态效益和经济效益的统一。作为生态——社会的复合系统,其要素包括无机资源、生物环境和经济状况,其结构是通过一定质量和数量的治理措施配置在适当的位置来表现,其功能体现在流域系统所能达到的生态、经济和社会效益。因此,流域治理效益综合评价实质上是对流域生态经济系统的综合评价,应充分体现系统的要素、结构和效益三方面的内容。(见图 1)

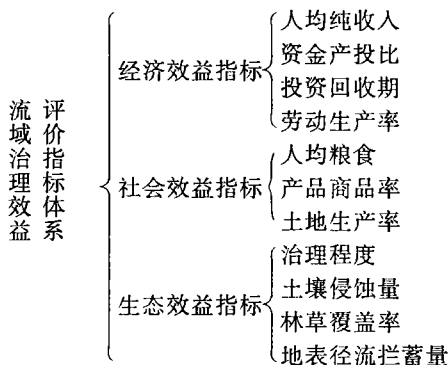


图 1 流域治理综合效益评价指标体系

由于区域的广泛性和流域特征的多样性,评价指标的内容和数目会随参评流域分布范围的变化,其变化趋势一般是参评小流域分布的范围愈大,指标愈向具有主导作用,更为普遍适应、客观和更易采集的指标集中。为了选择具有这些特性的指标,按照指标或实际采用的量化指标含义相同与否,对所列参考文献选用的指标项目进行分析、归纳得到表1

表1 主要文献指标汇总分析表

序号	指标项目	文献										频度	顺序
		1	2	3	4	7	8	9	10	11			
1	治理程度	√	√	√	√	√	√	√	√	√	1.00	1	
2	土壤侵蚀量	√	√	√	√	√	√	√	√	√			
3	人均粮食产量	√	√	√	√		√	√	√	√	0.89	2	
4	人均纯收入	√	√	√		√		√	√	√	0.78	3	
5	土地生产率	√		√	√	√	√	√		√			
6	林草覆盖率	√	√	√	√	√		√			0.67	4	
7	劳动生产率	√	√	√	√	√					0.56	5	
8	产品商品率	√	√	√	√					√			
9	资金产投比	√	√	√	√	√							
10	地表径流拦蓄量	√		√	√				√	√			
11	投资回收期	√	√	√				√			0.44	6	
12	系统抗逆力	√	√	√							0.33	7	
13	总收入	√	√			√							
14	劳动力利用率	√	√	√									
15	能量产投比		√	√	√								
16	人均基本农田				√		√	√					
17	林草面积占宜林草比率						√		√	√			
18	粮食 1hm <sup>2</sup> 产潜力实现率		√				√				0.22	8	
19	环境人口容量	√			√								
20	单位投资年均效益额			√		√							
21	粮食产量	√					√						
22	经济林草占林草地比率							√		√	0.11	9	
23	农田 1hm <sup>2</sup> 施肥量		√										
24	多种经营开发水平		√										
25	生活设施价值		√										
26	经济内部回收率				√								
27	生态经济结构势				√								
28	治理年数						√						
29	年治理度						√						
30	农田治理程度						√						
31	治理每 1km <sup>2</sup> 投资						√						
32	措施保存率									√			
33	总产值增长率							√					
34	新增措施(林草、库容)							√					

注:“√”为指标被选用

由此可知:频度 $\geq 0.56$ 的指标 10 个,频度 $\geq 0.44$ 的指标 11 个,频度 $\geq 0.33$ 的指标 17 个。频数统计分析法是统计具有工作经验并对该领域有深入了解的学者所选指标的集中程度,

因此,某指标频度大小反映了该指标表征研究对象该方面特征的大小,客观性、普遍适用性、主导性以及指标数据的易获得性的大小,也反映指标的科学性、客观性;由相互联系的具有较大频度的指标构成的指标体系就能够最大程度地综合反映对象的整体特征。为此,选择频度 $\geq 0.44$ 即被选取频率接近一半的 11 个指标构成评价指标体系。

## 2 实例分析

### 2.1 实例评价

王茂沟、川掌沟、堡子沟和老虎沟是黄河中游多沙粗沙区的 4 条小流域。经过 5—10 a, 4 条流域的单项指标都有较大程度的提高。依照建立的指标体系,利用关联度分析原理对 4 条流域的综合效益进行评价,其中,参考数据列由各流域治理后所达到的最佳水平(最优值)构成,这实质上是该区域现有流域综合治理的“理想模式”,以此作为灰色系统评价的标准,用各流域和该理想模式进行对比分析,作出定量评价。经过式(1)—(4)的数据转化得到 4 条流域的关联度为:

$$R_1 = 0.692; R_2 = 0.800; R_3 = 0.835; R_4 = 0.694$$

关联序为  $R_3 > R_2 > R_1 > R_4$

$$\text{各流域实测数据无量纲化处理: } Xi(k) = 6 \cdot Ii / \sum Ii \quad (1)$$

$$\text{差序列 } \Delta I(k) = |Xi(k) - X0(k)| \quad (2)$$

$$\text{各流域的关联系数: } \theta_i(k) = \frac{\min_i[\min_k \Delta I(k)] + 0.5 \times \max_i[\max_k \Delta I(k)]}{\Delta I(k) + \max_i[\max_k \Delta I(k)]} \quad (3)$$

$$\text{关联度: } Ri = \sum_{k=1}^{11} \theta_i(k) \quad (4)$$

表 2 各小流域指标实测值

评价指标	王茂沟	川掌沟	堡子沟	老虎沟	最优值	平均值
	$X_1(k)$	$X_2(k)$	$X_3(k)$	$X_4(k)$	$X_{10}(k)$	$\sum Ii/6$
I1 治理程度/%	82.0	78.1	86.6	73.3	86.6	81.3
I2 土壤侵蚀量/(t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	1650	3222	739	1409	739	1551.8
I3 人均粮食产量/kg	431.4	577.8	493.6	457.8	577.8	507.68
I4 人均纯收入/元	618	850	730	355	850	680.6
I5 土地生产率/(元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	1173	1634	2193	1023	2192	1642.8
I6 林草覆盖率/%	58.5	71.7	34.4	36.3	71.7	54.52
I7 劳动生产率(元/工日)	4.74	16.30	8.95	5.41	16.30	10.34
I8 产品商品率/%	6.34	8.10	9.13	4.95	9.13	7.53
I9 资金产投比(元/百元)	236.7	300.9	235.2	244.4	300.9	263.62
I10 地表径流模数/(m <sup>3</sup> ·km <sup>-2</sup> )	2.01	2.61	0.64	0.43	0.43	1.66
I11 投资回收期/a	6	9	7	6	6	6.8

### 2.2 综合效益评价指标体系分析

根据关联序,4 条流域治理的综合效益优劣次序依次为:堡子沟>川掌沟>王茂沟>老虎沟。川掌沟、堡子沟、王茂沟和老虎沟分别位于内蒙古自治区准格尔旗、甘肃省庄浪县、陕西省

绥德县和甘肃省宁县,分属黄土丘陵沟壑区第一副区、第三副区和黄土高原沟壑区,自然条件、社会经济条件和土地资源适宜性存在较大的差异,综合治理的措施配置各具特点,但是采用图1的11个指标体系的评价结论与各流域实际情况是相符的,堡子沟与川掌沟治理效益较好,流域系统处于良性循环,王茂沟与老虎沟治理效果一般,流域系统初步向良性循环发展。这说明该指标体系具有较强的客观性、普遍适用性和主导性。

### 3 结 语

近年来,小流域治理综合评价指标体系的研究方面有较快发展,总结已有成果并推陈出新有助于寻求更为科学、系统和实用的评价指标体系,是流域治理评价规范化的出路。本文全面考虑了流域治理效益的实质和特点,对有关研究进行分析,构造了新的指标体系。由实例分析可知,该指标体系具有较强的客观性、普遍适用性和主导性,为流域治理效益评价向科学化、规范化发展提供了参考。

#### 参 考 文 献

- 1 水土保持综合治理效计算办法. 国家技术监督局,1995
- 2 孙立达,孙保平,齐实. 小流域综合治理理论与实践. 北京:中国科学技术出版社,1992
- 3 常茂德,赵光耀,田杏芳,等. 黄河中游多沙粗沙区小流域综合治理模式及其评价. 郑州:黄河水利出版社,1997
- 4 中国科学院环境科学局. 黄土高原小流域综合治理与发展. 北京:科学技术文献出版社,1992
- 5 中国科学院 水利部水土保持研究所. 土地资源及生产力研究. 北京:科学技术文献出版社,1991
- 6 黎锁平. 水土保持综合治理效益的灰色系统评价. 水土保持通报,1994,14(5):13-18
- 7 韩冰,汪有科,吴发启. 渭北黄土高原沟壑区小流域综合治理评价的研究. 水土保持学报,1995,9(3):84-89
- 8 水土保持小流域治理办法(草案). 1980,4,29 颁布实施
- 9 李玉山,苏陕民. 长武王东沟高效生态经济系统综合研究. 北京:科学技术文献出版社,1991
- 10 李璧成. 小流域水土流失综合治理遥感监测. 北京:科学技术出版社,1995
- 11 李智广. 小流域综合治理管理信息系统(硕士论文). 陕西杨陵:中国科学院,水利部水土保持研究所,1996

\*\*\*\*\*  
(上接第66页)

理的社会经济活动影响降到最低程度。

#### 3.3 增加投入,加大建设力度

建国以来,特别是1982年以来,青海省的水土保持重点主要在东部黄土高原农业区,主攻方向是正确的。但是,西部青南牧区,特别是江源区的水土流失防治工作,由于认识尚未达到共识,因而经费缺乏,机构不健全,尚未起动。仅在江源区以下玉树县城附近等地开展了1~3条小流域治理,面积不大,江源区各县林业、畜牧等有关部门虽然在区内做了大量的工作,取得一些成绩。但远不及其生态恶化发展的趋势。保护和建设江源区的生态环境势在必行,它不仅有利于青海,更得益于沿江各省市和全国的经济的发展。因此长江上中下游均有责任。建议中央在财力、物力、人力上给予必要的投入和支持。同时,建议长委协调沿江省市与青海省共同搞好长江源区的生态建设与保护工作。