

小流域治理环境质量综合评价指标体系研究

林积泉<sup>1</sup>, 王伯铎<sup>1</sup>, 马俊杰<sup>1</sup>, 唐晓兰<sup>1</sup>, 程金香<sup>1</sup>, 张振文<sup>2</sup>  
(1. 西北大学环境科学系, 西安 710069; 2. 陕西省环境科学学会, 西安 710048)

摘 要: 分析、研究了小流域治理效益评价的常用指标, 提出了小流域环境质量综合评价指标体系。指标体系由流域生态环境、农村环境和社会经济 3 类指标和 17 个子指标构成, 从整体上反映小流域治理后环境质量的改善、生态资源储备价值的增值和区域可持续发展能力的变化, 为小流域治理的规划、设计、环境质量评价和验收管理提供科学依据。  
关键词: 小流域; 环境质量综合评价; 指标体系  
中图分类号: X 820. 2; S157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409( 2005) 01-0069-03

Study on Indicator System for Environmental  
Quality Comprehensive Assessment

LIN Ji-quan<sup>1</sup>, WANG Bo-duo<sup>1</sup>, MA Jun-jie<sup>1</sup>, TANG Xiao-lan<sup>1</sup>, CHENG Jin-xiang<sup>1</sup>, ZHANG Zhen-wen<sup>2</sup>  
(1. Dept. of Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710069, China;  
2. Environmental Science Society of Shaanxi Province, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** It comes up with indicator system of small watershed environmental quality comprehensive assessment after analyzing and studying indicators which are usually used to assess the benefit of small watershed management. This indicator system is made up of 3 categories including watershed eco-environment, rural environment and social economy and 17 sub-indicators. It reflects as a whole mutative process of the improvement of environmental quality, value of increase of eco-resource reserve and raising ability of regional sustainable development after small watershed management. Also it provides the scientific basis for planning, designing, checking and accepting of small watershed management and assessment of its environmental quality.  
**Key words:** small watershed; environmental quality comprehensive assessment; indicator system

水土流失是造成生态环境恶化的主要原因之一, 我国水土保持的长期经验证明, 以小流域为单位的治理是防治水土流失的最佳形式。开展小流域治理, 从生态学的观点看, 既是解决水土流失问题, 也是解决生态环境问题。小流域是一个完整的地貌单元和独立的自然生态系统, 其土壤侵蚀方式、形态和类型有一定的规律性, 同时又是一个社会经济系统。我国多年来开展的小流域治理, 环境效益和经济效益十分显著, 取得了很大的成效。因此, 小流域治理是生态环境保护与建设的重要方式, 也是实现山川秀美战略的主要途径。通过有效地控制水土流失, 使小流域的人口、环境、经济三者平衡协调发展, 实现小流域生态效益、经济效益和社会效益的统一, 进而实现区域的可持续发展。但是由于小流域之间的差异性较大, 小流域治理的工程设计、投资、时间和实施内容各不相同, 所以治理后的效果也相差悬殊。  
为了规范和正确指导小流域治理的实施, 促进小流域治

理水平的提高, 使小流域治理后达到保护和改善生态环境、创造可持续发展的小流域环境的目的, 迫切需要对小流域治理的效果进行综合评价, 以反映其环境质量的改善、生态资源储备的增值和区域可持续发展能力的提高, 为小流域治理的规划、设计、环境质量评价和验收管理提供科学依据。  
1 小流域治理效益评价指标分析  
小流域治理开发中, 把开发建立在治理的基础上, 注重生态效益、经济效益和社会效益三者的统一, 是生态学原理、系统科学和生物技术运用的结合<sup>[1]</sup>。由于小流域治理需要较高的投入和相应的技术措施支持, 收效缓慢, 所以在小流域治理中, 寻求投资较小、见效较快的方法, 就成为小流域治理中优化投资行为的必然选择。由此也产生了各种各样小流域治理效绩评估的思想和途径, 其效益评价有单项评价和综合评价。从小流域治理效绩评价来看, 综合评价更能反映治理

① 收稿日期: 2004-06-23  
基金项目: 国家社会科学基金项目( 03BJY025)  
作者简介: 林积泉( 1980- ), 男, 西北大学硕士生, 主要从事环境评价与规划方面的研究。

后的整体效益、改善的程度,故多用综合评价指标体系。

1.1 常用的评价指标

表 1 小流域治理效益常用评价指标统计分析

序号	指 标	使用情况 <sup>[3~5]</sup>	使用频度	排序
1	土壤侵蚀量(模数)		1.00	1
2	治理程度			
3	人均粮食产量		0.83	2
4	人均纯收入			
5	林草覆盖率		0.75	3
6	劳动生产率			
7	土地生产率		0.67	4
8	资金产投比(生产率)			
9	产品(系统)商品率		0.58	5
10	径流系数或拦蓄量			
11	投资回收期		0.42	6
12	能量产投比		0.33	7
13	人均基本农田			
14	系统抗逆力			
15	总收入		0.25	8
16	环境人口容量			
17	林草地占宜林草地比率			
18	单位投资年均效益额		0.17	9
19	经济内部回收率			
20	生态经济结构势			
21	经济林草占林草地比率			
22	农田施肥量			
23	生活设施价值		0.08	10
24	农田治理程度			
25	单位面积治理投资			

小流域治理的目的是改善生态环境质量,使生态系统达到良性循环和生态经济系统的高效产出。通过进行合理的时空布局 and 产业结构、土地利用结构的调整,把生态经济系统建立在高效、低能、和谐、持久与稳定发展的基础上,实现生态和经济的良性循环。同时,经济效益的提高必然导致社会各项工作的高效、有序。因此,小流域治理的效绩一般用生态效益、经济效益和社会效益的变化来反映<sup>[2]</sup>。由于评价的侧重点稍有差异,指标的选取也不一样,指标体系的结构也随之变化。

调查了目前有关小流域治理效益评价通常采用的指标,共调查有代表性文献 12 篇,指标 25 个,调查统计结果如表 1 所示。

1.2 评价指标使用频度统计分析

由表 1 可知,使用频度最高(1.0)的指标是土壤侵蚀量或土壤侵蚀模数和治理程度指标,这也是小流域治理的最初目标和始终不能脱离的目标,排于所有指标的首位。其次是人均粮食产量,反映的是小流域治理对农村生活水平的影响,这是与小流域治理能否巩固和取得全面成效息息相关的指标,只有粮食产量的稳定提高,才能保证退耕还林还草的实施,其使用频度为 0.83,排序为第二。排序第三的是人均纯收入、林草覆盖率和劳动生产率,其中,人均纯收入指标,反映的是小流域治理对农民收入的影响,这是与小流域治理能否得到巩固的指标;林草覆盖率是小流域治理的直观指标,该指标得不到频度最高的原因是其虽与小流域治理的目的有一定的相关性,但由于不同地区林草地质量差异较大,

再加上其与目的指标有一定的重叠性,影响了其使用频度;劳动生产率反映的是劳动的经济效率,其余收入指标的部分重叠是其使用频率较低的原因。排在第四位的是土地生产率和资金产投比,前者反映的是小流域治理后土地能够承载的人口及畜牧数量,也是与基本生活和收入相关的指标;后者反映的是投入资金的经济效果,也间接反映人口压力。排在第五位的是产品商品率和地表径流拦蓄量,其中产品商品率反映的是投入资金的经济效果,也间接反映人口压力;地表径流拦蓄量反映小流域治理工程的保水效果,小流域治理中保土的直观性对其有一定程度的掩盖。其它指标往往与前述指标有较大的相关性,或仅反映某种较为特殊的评价目的,其使用频率均不超过 0.5。

2 小流域治理环境质量综合评价指标体系

综上所述,常用的评价指标侧重于经济社会方面,对环境质量反映的指标较少,同时对小流域治理后自然生态系统恢复力的反映力度也不够。由于环境是生存和发展的基础,环境质量越好,其资源价值越高,则小流域的可持续发展的潜力就越大。对小流域的环境质量进行综合评价,就是从环境的角度,评价该区域环境的质量水平与变化及环境对发展的支撑能力。

2.1 指标体系的构建原则

根据小流域的特征、治理目标以及评价目的,评价指标体系应能全面、真实和定量反映小流域治理后其环境质量的变化程度。本指标体系的构建遵循以下原则:

(1)科学性。指标应该客观存在,概念明确,并具有一定的独立内涵;能反映小流域环境质量在时间、空间上的变化特征和水平;应尽可能反映小流域治理后直接和间接效益。

(2)系统性。各评价指标及其所反映的环境质量特征之间有着内在的联系,单个指标仅反映小流域质量的某个方面,只有相互联系的指标体系才能反映小流域环境质量的总体特征。

(3)针对性。指标体系应能反映目前或潜在存在的主要环境问题。

(4)可比性。指标应充分考虑小流域治理的阶段性和生态环境的不断变化,使选择的指标既有纵向的连续性,又有不同区域小流域治理效果的横向可比性。

(5)可量化性。指标易于量化和获得,每个指标的值应同其所反映的效益相一致。

2.2 指标体系建立的基本思路

小流域治理环境质量评价是从改善小流域环境的角度所进行的评价和诊断,因此,小流域治理环境质量的评价因子应该选择反映小流域治理后其内部环境因子、影响小流域内部环境的区域社会经济因素及其对小流域外部相关环境的影响因子;从环境质量的内涵来看,评价因子不仅要包括生态因子,而且要包括与小流域治理有关的污染因子,同时,还应包括能反映小流域治理后区域可持续发展能力的因子。综合这三个方面,即由反映治理后环境质量的水平、环境资源价值水平和小流域所在区可持续发展能力提高的指标,共同构成小流域治理后环境质量综合评价指标体系,将小流域治理与环境质量提高和区域发展有机结合起来,避免仅通过反映小流域治理的直观效果,而忽视其明显的间接效果,使

小流域治理后其成果难以巩固和缺乏持续发展能力的缺陷。

2.3 小流域治理环境质量综合评价指标体系

小流域治理环境质量综合评价指标体系由流域生态环境质量指标群、农村环境污染控制指标群和社会经济指标群三大指标群组成(图 1)。

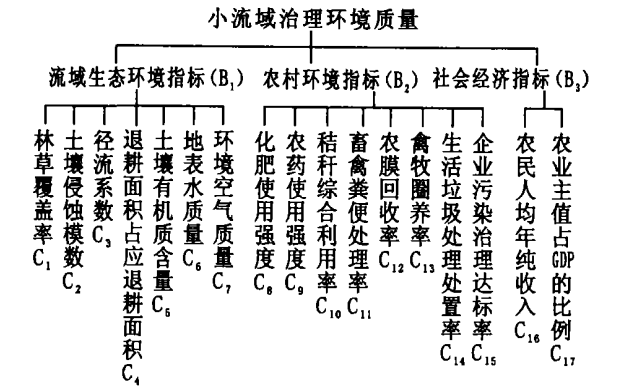


图 1 小流域治理环境质量综合评价指标体系

2.3.1 流域生态环境质量指标 B<sub>1</sub>

在小流域生态环境质量指标中,通过林草覆盖率指标的变化,既反映小流域治理后环境质量改善的直观效果,又反映林草植被对小流域水土保持的间接效益,此外,还反映生态资源的储备与增值情况。通过土壤侵蚀模数指标的变化,反映小流域治理的保土作用;通过径流系数指标的变化,反映小流域治理的保水作用。通过退耕还林还草(退耕面积占应退耕面积的比例)指标的变化,反映耕地对水土流失贡献的削减程度。通过土壤有机质含量指标的变化,反映治理后土壤的保肥作用和抗蚀力,据国外试验,土壤有机质含量达到 2 % 时,便有抗蚀力。同时土壤中有机质的增加有利于先锋生物群落的出现,从而有利于小流域生态环境系统的恢复<sup>[6]</sup>。通过引用国家现行的地表水环境质量和环境空气质量标准,使小流域所在区能够满足更大区域的环境质量要求,满足人体健康的要求。

通过上述指标,综合反映小流域生态环境的质量和生态资源储备的水平。

2.3.2 农村环境指标 B<sub>2</sub>

基本农田是小流域所在区农民基本生活的重要基础,伴随着基本农田的集约利用和产业化,将出现非点源污染。因此,农村环境指标是小流域环境质量评价指标体系中不可缺少的内容。选用基本农田利用中的农药、化肥施用量作为衡量小流域非点源污染的指标,以控制农药、化肥的使用对地表水及地下水的污染。采用农膜回收率作为控制农膜对农田土壤形成污染的指标,体现农田肥力资源的持续利用。采用秸秆综合利用率、畜禽粪便处理率作为生物质的综合利用和循环经济

参考文献:

[1] 孙博源. 黄土高原生态农业建设与小流域治理[J]. 中国水土保持, 2000, (1): 42- 44.

[2] 李忠魁. 黄土高原小流域治理效益评价与系统评估研究——以宁夏西吉县黄家二岔为例[J]. 生态学报, 1998, 18(3): 241 - 247.

[3] 李智广, 李锐, 杨勤科, 等. 小流域治理综合效益评价指标体系研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 71- 75.

[4] 李智广, 李锐. 小流域治理综合效益评价方法刍议[J]. 水土保持通报, 1998, 18(5): 19- 23.

[5] 王军强, 陈存根. 陕西黄土高原小流域治理效益评价[A]. 见: 曹明明, 李同升. 城市与区域研究的理论和实践[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2002. 112- 117.

[6] 马乃喜, 惠决河. 生态环境保护理论与实践[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2002. 92.

济指标, 避免其对农村环境空气和地表水环境的污染。通过这些指标, 全面反映农村的环境质量及小流域治理对周边环境可能引起的影响以及农田生态资源的可持续利用。

禁牧和封山育林(草)是减轻水土流失、巩固水土保持、退耕还林成果的重要措施,采用畜牧圈养率作为评价指标,反映畜牧业发展对流域生态环境的压力和草地资源的储备和持续利用能力。生活垃圾是污染环境的一大因素,国内的一些小流域已出现垃圾包围农村和河流的现象,因此,采用生活垃圾处理处置率作为控制生活垃圾污染的评价指标,保护小流域的环境空气质量和地表水水质以及流域景观。为了保障小流域的环境功能,采用工业企业污染治理达标率作为评价指标,全面控制小流域内的工业污染源。通过上述指标,反映农村环境污染的控制情况和农村环境质量的改善。

2.3.3 社会经济指标 B<sub>3</sub>

小流域治理不仅要改善小流域的生态环境,同时也要提高区内农民的生活水平,否则,将无法保证已有治理措施的巩固和效益的提高,可能会因为农民生活的需求而毁于一旦,因此,将农民人均年纯收入作为评价小流域可持续发展能力的指标。小流域的发展能力要看在该区内有否发展潜力或经济增长点以及产业结构是否合理,所以,采用小流域所在区的农业产值占该区 GDP 的比重作为反映小流域治理后取得的经济效益和间接的社会效益以及区域具有的可持续发展能力的评价指标。通过这两个指标来反映小流域治理后社会经济状况及结构的变化,体现环境质量改善的内涵。

3 结 语

(1) 从环境质量角度出发,建立了小流域环境质量综合评价指标体系,它由生态环境、农村环境和社会经济三类指标和 17 个子指标构成。该指标体系密切联系,不可分割,是一个有机结合的整体。

(2) 指标体系能客观、全面的反映小流域治理后环境质量改善和生态资源储备价值增值以及区域可持续发展潜力的动态变化过程。利用该指标体系对小流域治理综合效益进行评价,突出了小流域治理不仅注重经济效益,而且重视生态环境的建设和保护,因为小流域的治理,生态环境是基础,经济效益是保证,区域可持续发展是最终目标。

(3) 评价指标体系不仅突出了水土流失治理的预防性,更具有前瞻性,避免出现小流域越治理,环境质量越来越恶化的局面。

(4) 指标体系使评价结果更加科学,更加符合实际情况,提供有效的信息。为小流域治理的实施、治理模式的选择和环境质量评价提供指导,为小流域治理的和环境质量的科学管理提供依据。