

# 水土保持生态修复效益评价探讨

杨子峰<sup>1,2</sup>, 于兴修<sup>1</sup>, 马 骞<sup>1,2</sup>

(1. 临沂师范学院地理与旅游学院, 山东 临沂 276005; 2. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070)

**摘 要:**近年来, 水土保持生态修复综合效益评价指标体系及评价方法的研究发展迅速, 总结原有成果并推陈出新有助于寻求更为科学、系统、实用的评价指标体系和评价方法。研究对水土保持生态修复综合效益评价的指标进行归类和分析并对主要的评价方法进行评述, 在此基础上确立了评价原则、建立了一套涵概生态效益、经济效益和社会效益的综合评价指标体系。

**关键词:**综合效益; 评价原则; 指标体系; 评价方法

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0175-03

## The Discussion of Benefits Evaluation of the Ecological Restoration of Water and Soil Conservation

YANG Zi-feng<sup>1, 2</sup>, YU Xing-xiu<sup>1</sup>, MA Qian<sup>1, 2</sup>

(1. College of Geography and Tourism, Linyi Normal University, Linyi, Shandong 276005, China;

2. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** The research on the evaluation indicator system of the ecological restoration of soil and water conservation comprehensive benefits and evaluation technique developed promptly, which summarizes the original achievement and bring forward the new in favor of seeking more scientific, systematic, and practical indicator system and the evaluation technique. The evaluation indicator of the comprehensive benefits of the ecological restoration of water and soil conservation is classified and analyzed and the major evaluation technique is assessed. Based on these evaluations, principles are established, and a set of evaluation indicator system including general ecological benefits, economic benefits and social benefits is established.

**Key words:** comprehensive benefits; estimation principle; indicator system; evaluation technique

水土保持生态修复是水土保持生态建设实践经验的总结、深化和发展。生态修复的提出就是要调整生态重建的思路, 摆正人与自然的关系, 以自然演化为主, 通过人为引导加速自然演替过程, 遏制生态系统的进一步退化, 快速恢复地表覆盖植被, 预防水土流失和洪涝灾害的频繁发生。其特点是用工省、成本低、见效快、应用面积广、综合效益高, 目前已经成为世界各国治理水土流失、改善生态与环境的重要途径之一。

水土保持涉及面广, 且类型多样, 因而不同地区水土保持的考核目标存在一定差异。总体而言, 水土保持效益要通过经济效益、生态效益和社会效益等方面来反映, 而这几方面的效益往往是由若干个指标来体现。在我国, 水土保持生态修复效益评价是一项新的课题, 根据不同类型的流域治理区域, 建立适合不同区域特点的综合评价指标体系, 不但可以丰富水土保持生态修复的理论, 而且可以为进一步完善生态修复措施提供科学依据。

### 1 评价原则

水土保持生态修复效益的评价, 一般应遵循下列原则:

(1) 科学性。评价指标与评价方法应符合生态学、经济

学原理以及农、林、牧、水保等有关学科的基本原理与概念, 并尽可能地应用现代手段予以权衡和定量表达。

(2) 整体性。从建设高效稳定农业生态经济系统的整体出发, 将生态、经济、社会效益统筹兼顾, 力求评价的准确、合理。

(3) 重点性。按照三大效益的要求, 以系统的整体功能为主, 并兼顾与功能相联系的大农业生产结构改善。

(4) 动态性。不仅能反映现状, 而且还能反映系统发展的过程和趋势。

(5) 普适性。即指标和方法用于评价不同区域水土保持生态修复效益应有可比性。

### 2 评价指标

#### 2.1 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: 在时间上反映水土保持生态修复的速度和趋势, 在空间上反映生态经济系统的整体布局 and 结构, 在数量上反映治理的规模, 在层次上反映流域系统的功能 and 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<sup>[1]</sup>。构造指标体系

\* 收稿日期: 2005-12-26

基金项目: 水利部项目“水土保持生态修复试点工程”资助

作者简介: 杨子峰(1982-), 男, 浙江温岭人, 硕士研究生, 研究方向为水土资源利用。

时应遵循下列原则<sup>[2]</sup>：

- (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具有可比性,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。

2.2 评价指标体系简析

流域水保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社会——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。相关研究者曾用不同的方法,在各自的领域提出了一定数量的评价指标,形成了各具特色的评价指标体系,有利地促进了水土保持生态修复效益评价的工作。

孟德顺等<sup>(1990)</sup><sup>[3]</sup>提出了与效益评价紧密相关的 18 个评价指标;杨文治等<sup>(1991)</sup><sup>[4]</sup>针对试验区的实际情况,从农业生态经济系统与治理的角度出发,建立了包括 4 大类 17 个评价指标的指标体系;常茂德等<sup>(1995)</sup><sup>[5]</sup>提出了 4 大类 15 个评价指标;国家“八五”科技攻关项目所属“黄河中游多沙粗沙区快速治理模式的实践与理论”专题通过两次筛选,最后选定 14 个评价指标<sup>[6]</sup>;孟庆枚<sup>(1996)</sup><sup>[7]</sup>提出了包括生态经济复合效果的评价指标 14 个;杨智广等<sup>(1998)</sup><sup>[11]</sup>提出了 3 类 11 个评价指标。本文根据水土保持生态修复的性质,将评价指标筛选并按生态、经济、社会这三大方面的效益进行归类(见表 1)。

表 1 效益评价指标

指标	孟德顺等	杨文治等	常茂德等	“八五”攻关	孟庆枚	杨智广等
生态效益	治理程度、林草覆盖率、单位面积施肥量、土壤侵蚀模数	治理面积率、林草地面积率、农田施肥量、土壤侵蚀减少率	治理程度、林草覆盖率、土地利用率	治理程度、林草覆盖率、种植业能量产投比、土壤侵蚀模数、地表径流模数、生态经济结构势	治理程度、林草覆盖率、种植业能量产投比、土壤侵蚀模数、地表径流模数	治理程度、土壤侵蚀量、林草覆盖率、地表径流拦蓄量
经济效益	粮食面积产潜力实现率、人均纯收入、人均多种经营收入、人均消费水平、劳动生产率	粮食面积产潜力实现率、人均纯收入、多种经营开发水平、收入递增率	人均纯收入、土地生产率、劳动生产率、投资回收年限	经济内部回收率、土地生产率、劳动生产率、资金生产率	经济内部回收率、土地生产率、劳动生产率、资金生产率、系统商品率	人均纯收入、资金产投比、投资回收期、劳动生产率、土地生产率
社会效益	人均产粮、农业生产增长率、农产品商品率、劳动力利用率	人均产粮、农业劳动年生产力、农产品商品率、劳动力利用率、生活设施增长率	人均产粮、农业劳动年生产力总收入增长率、劳动力利用率	人均基本农田、环境人口容量、粮食满足程度		人均产粮、农产品商品率

由表 1 可以看出,各家提出的效益评价指标体系均有其侧重点,有明确的目的性,很大程度上反映了效益评价复杂性和科学性。但是这些指标体系一般都是侧重于效益评价的某一部分,不能涵概其所有内容。因此,需要对这些指标进行分析和研究,在此基础上,建立一套更科学、更完善的指标体系。

2.3 评价指标的遴选

由于区域的广泛性和流域特征的多样性,评价内容和指标的数目会随参评流域分布范围的变化,其变化趋势一般是评价的范围愈大,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。为了突出重点,又能避免以往指标选用中的面面俱到,本文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(见表 2)。

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≥0.5 即被选取频率超过一半的 10 个指标构成评价指标体系。该指标体系基本上反映了水土保

持治理过程中改善生态环境、发展当地经济的生态经济系统建设的复合效果,旨在将计算评价的结果作为流域生态经济系统建设、调整生产布局、强化环境管理和合理开发利用土地的依据。该指标充分体现了生态——经济——社会这三方面的和谐统一。根据频数统计分析法,确定区域水土保持生态修复效益评价指标体系内容如下:

- (1) 生态效益指标:治理程度、林草覆盖率、土壤侵蚀模数。
- (2) 经济效益指标:劳动生产率、土地生产率、人均纯收入、粮食面积产潜力实现率。
- (3) 社会效益指标:人均产粮、农产品商品率、劳动力利用率。

3 评价方法

3.1 常规国标法<sup>[8]</sup>

根据(GB/T 15774-95)《水土保持综合治理——效益计算法》预测自规划措施实施后任一年的水土保持经济、生态、社会效益,并用静态、动态两种方法进行经济效益分析。

3.2 模糊评价法<sup>[8]</sup>

模糊评价分为单因子和多因子评价,通过对不同指标取不同权重,根据模糊集理论,每个指标的评价构成一个模糊子集,全部指标的综合评价组成模糊集的映射,即模糊关系。

表 2 主要文献指标汇总分析表

序号	指标项目	文献					频度	顺序	
		孟	杨文治	常	“八五”	孟			杨智广
生态效益指标									
1	治理程度	✓		✓	✓	✓	✓	0. 83	1
2	林草覆盖率	✓		✓	✓	✓	✓	0. 83	
3	土壤侵蚀模数	✓			✓	✓	✓	0. 67	2
4	种植业能量产投比				✓	✓		0. 33	
5	地表径流模数				✓	✓		0. 33	3
6	公顷施肥量	✓						0. 17	
7	治理面积率		✓					0. 17	4
8	林草地面积率		✓					0. 17	
9	农田施肥量		✓					0. 17	
10	土壤浸蚀减少率		✓					0. 17	
11	土地利用率			✓				0. 17	5
12	地表径流拦蓄量						✓	0. 17	
经济效益指标									
1	劳动生产率	✓		✓	✓	✓	✓	0. 83	1
2	土地生产率			✓	✓	✓	✓	0. 67	
3	人均纯收入	✓	✓	✓			✓	0. 67	2
4	粮食面积产潜力实现率	✓	✓	✓				0. 50	
5	投资回收年限			✓			✓	0. 33	4
6	经济内部回收率				✓	✓		0. 33	
7	资金生产率				✓	✓		0. 33	5
8	人均多种经营收入	✓						0. 17	
9	人均消费水平	✓						0. 17	
10	多种经营开发水平		✓					0. 17	
11	收入递增率		✓					0. 17	
12	系统商品率					✓		0. 17	
13	资金产投比						✓	0. 17	
社会效益指标									
1	人均产粮	✓	✓	✓			✓	0. 67	1
2	农产品商品率	✓	✓				✓	0. 50	
3	劳动力利用率	✓	✓	✓				0. 50	2
4	农业生产增长率	✓		✓				0. 33	
5	农业劳动年生产力	✓						0. 17	3
6	生活设施增长率	✓						0. 17	
7	总收入增长率			✓				0. 17	4
8	人均基本农田				✓			0. 17	
9	环境人口容量				✓			0. 17	
10	粮食满足程度				✓			0. 17	

注:“ ✓ ”为指标被选用

3.3 层次分析法<sup>[2]</sup>

层次分析法可对多目标、多准则、多层次的复杂问题进行分析,通过建立层次分析模型构造判断矩阵、层次排序和诊断结果分析对效益进行评价。

应用此方法评价水土保持生态修复综合效益,是在其基本原理的基础上,针对不用流域的自然、经济、社会条件及修复措施,并根据研究时期内各项效益的实测、调查或计算结果的指标值,给出各自的评价得分值,然后参照评价等级划分标准,评价其修复水平的高低和系统建设的功能。

3.4 多目标决策灰色关联投影法<sup>[9]</sup>

灰色系统理论,上世纪 90 年代在经济建设的各个领域得到了广泛的应用。武汉理工大学吕锋<sup>[10]</sup>等人提出的灰色关联投影法在经济效益评价方面取得令人欣慰的成果。王宏兴等(2003)首次将多目标灰色关联投影法运用于水土保持生态工程建设综合效益评价方面,丰富了迫切需要的水土

保持生态修复综合效益评价方法。

以上几种评价都是前人反复研究总结得出,并用于实践当中,取得了一定的效果。

4 结 语

水土保持生态修复综合效益指标体系的构成及评价,可为水土保持效益分析提供理论依据,也可解决了水土保持效益评价标准不一的难题。首先,指标体系应体现水保“三大效益”相辅相成的思想;其次,鉴于流域具有层级系统的特点、明确的界限,可视为单个生态系统,因而以流域为单元评价水土保持生态修复效益将更具科学性。本文在总结前人研究成果的基础上,提出了一套涵概生态效益、经济效益和社会效益的评价指标体系及相应的评价方法,以期对相关研究提供启示。

(下转第 181 页)

经统计分析表明, 在 1989~ 2003 年间降水峰值出现在在 2002 年, 2003 年降水也相对比较充沛。表 5 给出了盐池县多年平均降水量以及 2002 年和 2003 年实际降水状况。从表中可以看出, 对于盐池县而言, 2002 年和 2003 年是明显的丰水年, 特别是 2002 年为典型丰水年, 年降水量分别达到 399.8 mm、302.1 mm, 比以往年份明显提高。2002 年全年降水量比多年降水量平均值多 121.3 mm, 高出多年平均值的 42.2%。特别是在支取生长季节, 5~ 8 月降水量达 366.6 mm, 高于多年降水量总量; 2003 年全年降水量比多年降水量平均值多 14.6 mm, 高出多年平均值的 5.1%。植物生长季节 5~ 8 月降水量 215.4 mm, 占多年平均降水量的 75%。因此, 在治理荒漠化政策的保障下, 加上充沛的降水, 使得盐池县 1999~ 2003 年期间的植被覆盖度明显高于 1989~ 1999 年期间的植被覆盖度。

表 5 盐池县 2002/ 2003 年降水量变化													mm
月降水量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
多年平均	1.7	3.4	8.6	17.1	26.9	31.3	54.1	73.6	41.9	20	7.6	1.3	287.5
2002 年	1.0	2.3	2.6	27.3	62.9	111.9	56.9	33	91.1	5.2	0.1	5.5	399.8
2003 年	2.3	1.0	9.6	14.9	49.6	68.5	38.4	58.9	28.1	23.5	7.5	0.0	302.1

4 结 论

NDVI 监测表明, 1989~ 2003 年, 盐池县植被状况明显好转, 全县成片荒漠化土地逐渐减少。通过对两个时段 1989~

参考文献:

[ 1 ] 宝音, 陶格涛, 刘丹. 农牧交错带多伦县耕地变化及问题分析[ J ]. 内蒙古大学学报( 自然科学版), 2001, 32( 6 ): 657~ 660.

[ 2 ] 杨泰运, 陈广庭. 农牧交错地带土地生产力退化的初步研究[ J ]. 干旱区资源与环境, 1991, 5( 3 ): 75~ 82.

[ 3 ] 罗承平, 薛纪瑜. 中国北方农牧交错带生态环境脆弱性及其成因分析[ J ]. 干旱区资源与环境, 1995, 9( 1 ): 1~ 7.

[ 4 ] 张兰生, 方修琦, 任国玉. 我国北方农牧交错带的环境演变[ J ]. 地学前缘, 1997, 4( 1~ 2 ): 127~ 135.

[ 5 ] 北京大学, 等. 植物地理学( 附植物学基础)[ M ]. 北京: 人民教育出版社, 1980. 139.

[ 6 ] 丁国栋. 区域荒漠化评价中植被的指示性及盖度分级标准研究— 以毛乌素沙区为例[ J ]. 水土保持学报, 2004, 18( 1 ): 159~ 160.

[ 7 ] 牛宝茹, 刘俊荣, 王政伟. 干旱半干旱地区植被覆盖度遥感信息提取研究[ J ]. 武汉大学学报( 信息科学版), 2005, 30( 1 ): 27~ 30.

[ 8 ] 党安荣, 王晓栋, 陈晓峰, 等. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理办法[ M ]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 112.

[ 9 ] 丁建丽, 塔西甫拉提· 特依拜. 基于 NDVI 的绿洲植被生态景观格局变化研究[ J ]. 地理学与国土研究, 2002, 18( 1 ): 23~ 26.

[ 10 ] 赵英时. 遥感应用分析原理与办法[ M ]. 北京: 科学出版社, 2003. 387~ 398.

[ 11 ] 李苗苗, 吴炳方, 颜长珍, 等. 密云水库上游植被覆盖的遥感估算[ J ]. 资源科学, 2004, 26( 4 ): 153~ 159.

[ 12 ] 顾祝军, 曾志远. 遥感植被盖度研究[ J ]. 水土保持研究, 2005, 12( 2 ): 18~ 21.

[ 13 ] 卢中正, 高会军, 邱少鹏, 等. 黄河上游及源头区植被覆盖度特征及环境影响遥感调查与研究[ J ]. 陕西环境, 2001, 8( 4 ): 36~ 38.

[ 14 ] 王晓慧, 李增元. 高志海, 等. 沙化土地信息提取研究[ J ]. 林业科学, 2005, 41( 3 ): 82~ 87.

( 上接第 177 页)

参考文献:

[ 1 ] 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.

[ 2 ] 康玲玲, 王云璋, 王霞. 小流域水土保持综合治理效益指标体系及其应用[ J ]. 土壤与环境, 2002, 11( 3 ): 274~ 278.

[ 3 ] 王佑民. 黄土高原沟壑区综合治理及其效益研究[ M ]. 北京: 中国林业出版社, 1990.

[ 4 ] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[ M ]. 北京: 科学出版社, 1992.

[ 5 ] 常茂德, 赵诚信. 黄土高原地区不同类型区水土保持综合治理模式研究与评价[ M ]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1995.

[ 6 ] 陈彭岑, 于德广. 黄河中游多沙粗沙区快速治理模式的实践与理论[ M ]. 郑州: 黄河水利出版社, 1998.

[ 7 ] 孟庆枚. 黄土高原水土保持[ M ]. 郑州: 黄河水利出版社, 1996.

[ 8 ] 舒乔生, 丁福俊, 高鹏. 水土保持效益评价与预测系统的研究[ J ]. 水土保持科技, 2000, ( 3 ): 25~ 27.

[ 9 ] 王宏兴, 王晓, 杨秀英, 等. 多目标决策灰色关联投影法在小流域水土保持生态工程综合效益评价中的应用[ J ]. 水土保持研究, 2003, 10( 4 ): 43~ 46.

[ 10 ] 吕锋, 等. 多目标决策灰色关联投影法及应用[ J ]. 系统工程理论与实践, 2002, ( 1 ): 103~ 107.

1999 年和 1999~ 2003 年的植被覆盖度类型图的对比分析, 结果表明, 两个时期盐池县的植被覆盖度都朝好的方向转变。其中, 1989~ 1999 期间第ⅳ类植被面积减少 44 818.15 hm<sup>2</sup>, 第ⅳ类、ⅳ类植被面积分别增加 32 098.30 hm<sup>2</sup>、10 514.34 hm<sup>2</sup>、2 205.51 hm<sup>2</sup>, 1999~ 2003 年期间第ⅳ类、ⅳ类植被面积总共减少 54 363.75 hm<sup>2</sup>, 第ⅳ类、ⅳ类植被面积分别增加 48 157.87 hm<sup>2</sup>和 6 205.88 hm<sup>2</sup>。1999~ 2003 年时间段第ⅳ类、ⅳ类、ⅳ类植被的年均增减量( 分别为 - 10 299.54 hm<sup>2</sup>、- 3 291.40 hm<sup>2</sup>、12 039.47 hm<sup>2</sup>、15 51.47 hm<sup>2</sup>) 显著高于 1989~ 1999 时段的年均增减量( 分别为 - 448.18 hm<sup>2</sup>、320.98 hm<sup>2</sup>、105.14 hm<sup>2</sup>、22.06 hm<sup>2</sup>)。通过分析不同等级植被之间的转移变化, 表明盐池县在生态环境的建设过程中, 第ⅳ类、ⅳ类植被覆盖度地区没有得到很好的保护, 对这一地区的生态环境建设的成果没有得到很好的巩固。

造成盐池县植被盖度变化及不同等级植被之间转移变化的主要原因是荒漠化治理措施( 包括退耕还林、禁牧封育等) 以及降水增加等多种因素共同作用所致。近年来采取的退耕还林、全县禁牧、人工封育以及大规模的治沙造林等措施对于植被的恢复起到了极大的作用。特别是自 2001 年国家退耕还林工程的实施以及自 2002 年 11 月 1 日全县范围内禁牧等荒漠化治理措施, 对于植被恢复起到巨大的作用。与此同时, 2002 年及 2003 年降水较为丰沛, 超出多年平均值 42.2% 和 5.1%, 有利于植被恢复和好转。