

# 基于层次分析法的纸坊沟流域 农业生态经济系统效益评价

任春燕

(武汉生物工程学院 园林系, 武汉 430415)

**摘要:**通过对农业生态经济系统效益进行量化, 判断区域农业生态经济效益的发展趋势, 为优化产业结构提供依据。以纸坊沟流域为例, 对2001–2008年农业经济调查数据进行分析, 运用层次分析法对农业生态经济系统效益评价体系进行分析, 通过专家咨询法确定关键指标及其权重, 结合相关评价标准及打分法(10分制)对数据进行标准化, 利用权重及标准化值对数据进行归一化处理, 得出农业生态经济系统效益评价的量化结果。结果表明:2001年、2005年和2008年纸坊沟流域农业生态经济系统效益综合分值分别为5.409、6.153和7.026, 分别为“中等”和“良好”级。层次分析法可进行定量–定性转换, 更加直观地表达流域农业生态经济系统效益变化趋势。

**关键词:**层次分析法; 农业生态经济系统; 指标体系; 效益评价; 纸坊沟流域

中图分类号: F323

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0214-04

## Zhifanggou Valley Agricultural Eco-economic System Benefit Evaluation Based on Analytic Hierarchy Process

REN Chun-yan

(Department of Landscape Garden, Wuhan Bioengineering Institute, Wuhan 430415, China)

**Abstract:** By quantifying the benefit of the agricultural eco-economic system, the development trend was estimated, in order to provide evidence for adjusting the agricultural structure. We analyzed the surveyed data of agricultural economic from 2001 to 2008 in Zhifanggou Valley, analyzed the benefit of the agricultural eco-economic system by analytic hierarchy process (AHP), decided the key indices and their weights by referring experts, standard the original data by reference and grading (ten point), united them by their weights and standard data. The result showed that value of 2001, 2005 and 2008 were 5.409, 6.153 and 7.026, respectively, the grades are ‘middling’ or ‘well’. By applying the AHP, we can get the quantitative or qualitative result, and can estimate the development trend of the benefit more directly.

**Key words:** analytic hierarchy process; agricultural eco-economic system; index system; effective evaluation; Zhifanggou watershed

黄土丘陵区纸坊沟流域已形成了适合其区域特征的农业生态经济模式, 包括农–副型、农–果型等农业生态经济模式<sup>[1]</sup>, 其实施效果是人们普遍关心的问题, 因此对该区域农业生态经济效益进行评价是必要的。

目前对于农业生态经济系统效益综合评价的方法主要有综合指数法<sup>[2-3]</sup>、模糊综合评价法<sup>[4]</sup>、层次分析法(AHP)和人工神经网络评价法<sup>[5]</sup>。其中, AHP是对定性问题进行定量分析的一种简便、灵活而又实

用的多准则决策方法, 已广泛应用到能源系统分析、城市规划、经济管理、科研评价等领域, 得到了广泛的重视和应用。

本文结合现有的农业生态经济系统效益评价体系, 通过专家打分法确定指标层各因子的权重, 利用评分法对指标进行标准化及归一化, 对农业生态经济系统效益评价系统中的关键指标进行量化分析, 为了解区域农业生态经济效益优势及发展方向, 及时调整产业结构及科学决策提供依据。

1 农业生态经济效益评价指标体系概述

构建合理的农业生态经济效益评价指标体系是进行农业生态经济效益评价的前提和基础,其直接影响到评价结果的科学性、可靠性和准确性。

目前,农业生态经济系统效益评价体系是根据层次分析法将评价体系分为目标层、准则层和指标层,同时将准则层分为  $m$  个亚层,指标层分  $n$  个关键指标<sup>[69]</sup>。

其中,目标层及准则层分别如下:

$$O = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_m\} \tag{1}$$

$$U_i = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_n\} \tag{2}$$

式中:  $O$  ——目标层;  $U$  ——准则层;  $T$  ——指标层。

根据农业生态经济系统效益评价特征不同及研究侧重点的不同,  $m, n$  可根据研究目标的不同属性进行选取。本研究以纸坊沟流域农业生态经济系统为对象,根据专家咨询建议<sup>[10]</sup>,取  $m = 3, n = 17$ ,同时通过专家打分法确定各指标层指标的权重。

结合王继军等人研究<sup>[3,7]</sup>,黄土丘陵区农业生态经济系统效益评价体系构成见表 1。

表 1 黄土丘陵区农业生态经济效益评价指标层次结构

目标层(O)	准则层(U)	指标层(T)	权重( $W_i$ )
农业生态经济系统效益评价	生态环境( $U_1$ )	人口密度( $A_1$ )	0.0243
		耕垦指数( $A_2$ )	0.0307
		农林牧土地利用结构( $A_3$ )	0.0755
		年平均降水量( $A_4$ )	0.0524
		水土流失治理率( $A_5$ )	0.0986
		土壤侵蚀模数( $A_6$ )	0.0474
	社会经济( $U_2$ )	人均纯收入( $B_1$ )	0.1349
		人均粮食产量( $B_2$ )	0.0420
		农产品商品率( $B_3$ )	0.0766
		农业产投比( $B_4$ )	0.0380
		农村恩格尔系数( $B_5$ )	0.0606
		农村劳动力人均受教育年限( $B_6$ )	0.0496
	可持续发展( $U_3$ )	人均基本农田( $C_1$ )	0.0375
		人口自然增长率( $C_2$ )	0.0458
		劳动力转移程度( $C_3$ )	0.0516
		流域农业产业链与资源量相关度( $C_4$ )	0.0868
		农业科技贡献率( $C_5$ )	0.0476

2 数据标准化方法

2.1 评价指标数据标准化方法

通过对大量的实验及调查数据进行标准化处理,是消除量纲影响及误差的主要方式之一。评价标准的设定通常有以下 3 种方法。

2.1.1 基准值法 某一具体指标的评价值是一个量化的有量纲的原始数据<sup>[11]</sup>。在系统综合评价中,它

不具可加性,评价时首先要将其标准化成 0~ 1 之间的标准评价值,如:

$$S' = S/S_0 \tag{3}$$

$$S' = \begin{cases} 0 & S \leqslant a \\ (S - a)/(b - a) & a < S < b \\ 1 & S \geqslant b \end{cases} \tag{4}$$

式中:  $S'$  ——指标的标准评价值;  $S$  ——量化的原始数据;  $a, b$  ——基准值;  $S_0$  ——对象评价的标准值。式(4)是一种模糊隶属函数的形式,具体函数形式可依据指标的意义而定。

2.1.2 评分法 按一定的分制(5 分制、10 分制、百分制等)对具体指标或综合指数能满足目标的程度进行打分。某一评价对象为人均粮食(kg/人),假定以人均粮食  $\geqslant 600$  kg 为满意标准,按 10 分制打分,则人均粮食大于 600 kg 为满分,即 10 分,550~ 600 kg 之间为 9 分,500~ 550 kg 之间为 8 分,450~ 500 kg 之间为 7 分,300~ 450 kg 之间为 6 分,250~ 300kg 之间为 5 分,200~ 250 kg 之间为 4 分,150~ 200 kg 之间为 3 分,100~ 150 kg 之间为 2 分,50~ 100 kg 之间为 1 分,小于 50 kg 为 0 分<sup>[12-13]</sup>。

2.1.3 评语法 依据指标及综合指数对目标的满足程度给予评语。满足程度通过评定价值所处标准范围为依据来决定。如某评价对象的综合评价结果(即综合指数)在 0~ 1 之间,则有如下评语标准:1~ 0.8 为优秀;0.8~ 0.6 为良好;0.6~ 0.4 为一般;0.4~ 0 为差。在模糊综合评判等方法中常用这些标准范围以确定评语集<sup>[14]</sup>。

无论哪一种方法所设定的标准,都是研究者根据系统所要达到的目标在对系统进行评价前就拟定的,通常带有一定的主观性。评价标准是否符合客观要求取决于专家的经验和对系统状况的认识程度,其次尽可能在低层次上确定指标的评语标准、评分标准和基准值,以克服高层次上评语偏差过大的影响。

2.2 评价指标数据标准化结果

在表 1 中,有量化的指标,也有一些定性的指标,如:流域农业产业链与资源量的相关度,这些定性指标不是具体的数值,而是语言评价的等级。为了消除由于量纲不同带来的不可比性,在评价前,需要对这些定性指标进行定量化处理,使不同类型的指标数据具有相同的量纲,并对原始数据采取归一法进行标准化处理。通过查阅大量文献资料,参考以下标准<sup>[7,15-23]</sup>。

(1) 国家、行业和地方规定的标准以及国际标准,如:人均粮食产量参考陕西省和国家的标准;农村恩格尔系数打分参考国际标准,农村劳动力人均受教育年限打分参考陕西省和全国的标准等。

(2) 类比标准。

(3) 科学研究已判定的生态经济效应值, 如: 流域农业产业链与资源量相关度打分的确定。

(4) 根据指标数据标准化方法中的评分法( 10 分制)。

本文以黄土丘陵区农业生态经济系统效益调查数据为例, 结合相关标准对关键指标进行评分, 判

断各关键指标得分值。评分标准及评分结果分别见表 2 和表 3。

一旦确定了关键指标的评分标准, 就可以对指标层进行打分和量化了。本研究通过以黄土丘陵区典型地区纸坊沟为例, 采用表 2 的评分标准, 对其农业生态经济系统效益中的关键指标进行评分统计, 统计结果见表 3。

表 2 黄土丘陵区农业生态经济效益评价体系关键指标评分标准表

指标	分值										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A <sub>1</sub>	> 200	[ 200, 170)	[ 170, 140)	[ 140, 110)	[ 110, 90)	[ 90, 80)	[ 80, 70)	[ 70, 60)	[ 60, 50)	[ 50, 40)	≤40
A <sub>2</sub>	≥20	[ 18, 20)	[ 16, 18)	[ 14, 16)	[ 12, 14)	[ 10, 12)	[ 8, 10)	[ 6, 8)	[ 4, 6)	[ 2, 4)	< 2
A <sub>3</sub>	< 1: 1	1: 1. 3	1: 1. 6	1: 1. 9	1: 2. 2	1: 2. 5	1: 2. 8	1: 3. 5	1: 4. 0	1: 4. 5	≥1: 5
A <sub>4</sub>	< 200	[ 200, 270)	[ 270, 340)	[ 340, 410)	[ 410, 480)	[ 480, 550)	[ 550, 620)	[ 620, 700)	[ 700, 800)	[ 800, 900)	≥900
A <sub>5</sub>	< 30	[ 30, 40)	[ 50, 58)	[ 58, 62)	[ 62, 66)	[ 66, 70)	[ 70, 74)	[ 74, 78)	[ 78, 84)	[ 84, 90)	≥90
A <sub>6</sub>	> 20000	[ 20000, 17000)	[ 17000, 13000)	[ 13000, 10000)	[ 10000, 8000)	[ 8000, 6000)	[ 6000, 5000)	[ 5000, 4000)	[ 4000, 3000)	[ 2000, 1000)	≤1000
B <sub>1</sub>	< 300	[ 300, 600)	[ 600, 1000)	[ 1000, 1400)	[ 1400, 1900)	[ 1900, 2400)	[ 2400, 1900)	[ 2900, 3400)	[ 3400, 3800)	[ 3800, 4000)	≥4000
B <sub>2</sub>	< 200	[ 200, 250)	[ 250, 350)	[ 350, 400)	[ 400, 440)	[ 440, 480)	[ 480, 520)	[ 520, 560)	[ 560, 580)	[ 580, 600)	≥600
B <sub>3</sub>	< 20	[ 20, 25)	[ 25, 30)	[ 30, 35)	[ 35, 40)	[ 40, 50)	[ 50, 60)	[ 60, 70)	[ 70, 80)	[ 80, 85)	≥85
B <sub>4</sub>	< 0. 5	[ 0. 5, 1)	[ 1, 1. 5)	[ 1. 5, 2)	[ 2, 2. 5)	[ 2. 5, 3)	[ 3, 3. 5)	[ 3. 5, 4)	[ 4, 4. 5)	[ 4. 5, 5)	≥5
B <sub>5</sub>	> 0. 8	[ 0. 8, 0. 7)	[ 0. 7, 0. 6)	[ 0. 6, 0. 5)	[ 0. 5, 0. 4)	[ 0. 4, 0. 35)	[ 0. 35, 0. 3)	[ 0. 3, 0. 25)	[ 0. 25, 0. 2)	[ 0. 2, 0. 1)	≤0. 1
B <sub>6</sub>	0	( 0, 2]	( 2, 4]	( 4, 6]	( 6, 8]	( 8, 10]	( 10, 12]	( 12, 13]	( 13, 14]	( 14, 15]	> 15
C <sub>1</sub>	< 0. 013	[ 0. 013, 0. 023)	[ 0. 023, 0. 053)	[ 0. 053, 0. 083)	[ 0. 083, 0. 103)	[ 0. 103, 0. 136)	[ 0. 136, 0. 166)	[ 0. 166, 0. 186)	[ 0. 176, 0. 180)	[ 0. 180, 0. 200)	≥0. 200
C <sub>2</sub>	< 0	[ 0, 5)	[ 5, 10)	[ 10, 15)	[ 15, 20)	[ 20, 25)	[ 25, 30)	[ 30, 35)	[ 35, 40)	[ 40, 50)	≥50
C <sub>3</sub>	< 2	[ 2, 4)	[ 4, 6)	[ 6, 8)	[ 8, 10)	[ 10, 12)	[ 12, 14)	[ 14, 16)	[ 16, 18)	[ 18, 20)	≥20
C <sub>4</sub>	无开垦	轻度开垦	重度开垦	广种垦荒	单一种粮	农果木萌芽	农果发展 林木萌芽	主导产业 培育	相关产业 形成	产业间形成 有机统一关系	系统 良性循环
C <sub>5</sub>	< 10	[ 10, 16)	[ 16, 22)	[ 22, 28)	[ 28, 34)	[ 34, 38)	[ 38, 45)	[ 45, 50)	[ 50, 55)	[ 55, 60)	≥60

表 3 纸坊沟流域农业生态经济系统效益评价体系关键指标打分统计结果

年 份	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
2001	8	6	10	5	1	8	5	2	8	10	2	5	5	3	9	5	4
2005	8	6	10	6	3	9	5	4	9	9	4	5	5	8	5	6	6
2008	8	6	10	3	7	9	10	4	9	8	5	6	5	3	3	8	7

3 评价指标数据归一化

3.1 评价指标数据归一化方法

对原始数据的评分只能表明该指标的相对重要性, 并不能表明其在整个评价体系中的绝对重要性。结合权重及数据标准化结果, 即可对数据进行归一化处理。其归一化公式为:

$$P_{ij} = W_i \times S_{ij} \tag{5}$$

式中:  $P_{ij}$  ——各指标归一化值;  $W_i$  ——各指标权重;  $S_{ij}$  ——数据标准化所得分值。

3.2 评价指标数据归一化结果

利用式(5) 分别对纸坊沟流域不同年限的农业生态经济系统效益评价体系中指标层各关键指标进行归一化处理。其结果见表 4。

4 纸坊沟流域农业生态经济系统效益评价

4.1 纸坊沟流域农业生态经济系统效益评价方法

根据农业生态经济效益评级指标体系, 首先按照准则层进行分析, 采用综合加权模型分别计算生态环境、社会经济、可持续发展的综合归一化值, 然后对各准则层进行加权, 得出农业生态经济效益评价指标综合归一化值。计算方法为:

$$E_j = \sum_{i=1}^n W_i \times X_{ij} \tag{6}$$

式中:  $E_j$  ——各代表年份农业生态经济效益归一化值;  $X_{ij}$  ——指标打分值,  $n= 17$ 。

根据综合的农业生态经济效益评价指标综合归一化值, 在参考国内外相关研究<sup>[15, 24-26]</sup>的基础上, 根

据相关专家的经验判断并结合实际情况, 采用 5 个区间来界定农业生态经济效益评价等级, 区间量度值范围为[ 0, 10], 见表 5。

表 4 纸坊沟流域农业生态经济系统效益  
评价关键指标归一化值结果

纸坊沟 流域	各指标归一化值			权重( $W_i$ )
	2001	2005	2008	
$A_1$	0. 1944	0. 1944	0. 1944	0. 0243
$A_2$	0. 1842	0. 1842	0. 1842	0. 0307
$A_3$	0. 7550	0. 7550	0. 7550	0. 0755
$A_4$	0. 2620	0. 3144	0. 1572	0. 0524
$A_5$	0. 0986	0. 2958	0. 6902	0. 0986
$A_6$	0. 3792	0. 4266	0. 4266	0. 0474
$B_1$	0. 6745	0. 6745	1. 3490	0. 1349
$B_2$	0. 0840	0. 1680	0. 1680	0. 0420
$B_3$	0. 6128	0. 6894	0. 6894	0. 0766
$B_4$	0. 3800	0. 3420	0. 3040	0. 0380
$B_5$	0. 1212	0. 2424	0. 3030	0. 0606
$B_6$	0. 2480	0. 2480	0. 2976	0. 0496
$C_1$	0. 1875	0. 1875	0. 1875	0. 0375
$C_2$	0. 1374	0. 3664	0. 1374	0. 0458
$C_3$	0. 4644	0. 2580	0. 1548	0. 0516
$C_4$	0. 4340	0. 5208	0. 6944	0. 0868
$C_5$	0. 1904	0. 2856	0. 3332	0. 0476

表 5 农业生态经济效益评价指标综合归一化值  
范围及评价等级

标准化值	[ 0, 2)	[ 2, 4)	[ 4, 6)	[ 6, 8)	[ 8, 10]
评价等级	I	II	III	IV	V
评价状态	极差	差	中等	良好	优
效益程度	效益极差	效益差	效益一般	效益良好	效益很好

4.2 纸坊沟流域农业生态经济系统效益评价结果  
分析

运用式(6) 对研究对象内的农业生态经济效益评价体系中准则层( 生态环境、社会经济、可持续发展) 分别计算归一化值, 并通过加权计算出效益评价综合值。计算结果见表 6。

表 6 纸坊沟流域农业生态经济效益综合值

年份	生态 环境值	社会 经济值	可持续 发展值	效益评价 综合值
2001	1. 874	2. 121	1. 414	5. 409
2005	2. 170	2. 364	1. 618	6. 153
2008	2. 408	3. 110	1. 507	7. 026

依据表 5 中的评价等级的划分标准, 分别对纸坊沟流域 2001 年、2005 年和 2008 年的农业生态经济系统效益进行评价, 得出如表 7 中的结论。

表 7 纸坊沟流域农业生态经济系统效益评价结果

纸坊沟流域	2001	2005	2008
	中等	良好	良好

由表 7 可知: 通过上述研究方法, 可以很明确地判断出纸坊沟流域农业生态经济效益由 2001 年的“中等”级上升到 2008 年的“良好”级。

5 结 语

本文采用层次分析法对纸坊沟农业生态经济系统效益中关键因子进行量化分析, 从更加直观的角度判定出纸坊沟流域农业生态经济系统效益由“中等”级发展为“良好”级。层次分析法作为一种定性与定量相结合的决策分析方法, 它是将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程, 应用这种方法, 可以更加直观的评判目标层及准则层的变化趋势, 为评价某一系统提供了由定性- 定量- 定性的方法。本项目所涉及的农业生态系统效益评价体系及层次分析法具有现实操作性, 可应用于农业生产、环境保护、资源开发等领域, 并为其提供预警, 为生产者及管理者提供决策依据。

参考文献:

[ 1] 刘普灵, 王栓全, 田均良, 等. 黄土高原中部丘陵区生态农业建设模式研究[ J]. 水土保持研究, 2000, 7( 2): 34-38.

[ 2] 胡永宏. 综合评价方法[ M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[ 3] 孔正红. 黄土高原丘陵沟壑区小流域优化生态- 生产范式[ D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2002.

[ 4] 谢季坚, 刘承平. 模糊数学方法及其应用[ M]. 武汉: 华南理工大学出版社, 2006: 1-7.

[ 5] Shim J P. Bibliographical research on the analytic hierarchy process ( AHP) [ J]. J. Sohø Economic Planning Sciences, 1989, 23: 161-167.

[ 6] 王继军, 权松安, 谢永生, 等. 流域生态经济系统建设模式研究[ J]. 生态经济, 2005( 10): 136-140.

[ 7] 王继军, 郑科, 郑世清, 等. 中尺度生态农业建设效益评价指标体系研究[ J]. 水土保持研究, 2000, 7( 3): 219-247.

[ 8] 周上游. 农业生态安全与评价体系研究[ D]. 长沙: 中南林学院, 2004.

[ 9] 李芬, 王继军. 黄土丘陵区纸坊沟流域农业生态安全评价指标体系初探[ J]. 水土保持通报, 2007, 27( 6): 184-188.

[ 10] 曹利军. 可持续发展评价理论与方法[ M]. 北京: 科学出版社, 1999: 56-57, 72, 118-182.

[ 11] 齐鑫山. 山东省生态农业综合评价标准值的确定及其应用[ J]. 生态农业研究, 1995, 3( 3): 34-41.

[ 12] 曹凑贵, 陈聿华. 农业生态系统评价若干问题探讨[ J]. 生态农业研究, 1994, 2( 2): 69-74.

[ 13] 刘新生, 郑少锋, 崔伯胜. 农业经济效益评价的综合指数法探讨[ J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2003, 3( 5): 42-44.

## 4 结语

本研究选取与石漠化最为密切的影响因子作为评价指标,构建相对性的评价标准,并基于熵权灰色关联法对毕节地区 8 个县市进行了土地质量的评价分析。

(1) 综合分析结果表明:毕节试验区土地质量水平从高到低的顺序是威宁县>金沙县>黔西县>毕节市>赫章县>织金县>大方县>纳雍县。土地质量水平较好的是威宁县和金沙县,土地质量水平一般的为黔西县、毕节市、赫章县、织金县、大方县和纳雍县。

(2) 本研究以毕节地区 8 个石漠化县(市)为例,通过合理选取与岩溶区土地质量最为密切的影响因子岩溶地区土地质量评价指标体系,指标体系结构简明,便于操作,并运用熵权灰色关联法进行土地质量的等级划分,为决策者采取合适的土地政策和管理措施,进行退化土地的恢复重建提供了一定的科学依据。

(3) 熵权灰色关联法是一种将熵权法与灰色关联法有机结合研究方法,熵权法在很大程度上减少了人为主观性对评价过程的干扰,使评价结果能够更为准确地反映区域农业发展客观实际情况。灰色关联法在研究不确定性方面也有其独到的一面。该方法概念清晰,结构简单,计算简洁,评价结果与现实结果基本一致,为岩溶石漠化区的土地质量综合评价提供了一种新方法。

(4) 从运算的结果来看,毕节试验区 8 个县市均是典型的喀斯特山区,土地质量水平较接近,区分并不明显。本研究在划分土地质量等级标准的时采用的 8 个县市相对性的评价标准,仅划分了 3 个等级,是对岩溶石漠化区土地质量研究的一次探索。

参考文献:

- [1] Dumanski J, Pieri C. Land quality indicators: research plan[J]. Agriculture Ecosystems Environment, 2000, 81: 93-102.
- [2] Dumanski J, Gameda S, Pieri C. Indicators of land quality and sustainable land management: An annotated bibliography. Environmentally and Socially Sustainable development series: Rural development[M]. U S: Washington D C, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 1998.
- [3] 秦耀辰. 区域系统模型及其应用[M]. 河南开封: 河南大学出版社, 1994: 118-119.
- [4] 毕节地区年鉴编辑部. 毕节年鉴(2009)[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2009.
- [5] 贵州师范大学地理研究所, 贵州省农业资源区划办公室. 贵州省地表自然形态信息数据量测研究[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2000.
- [6] 郭秀云. 灰色关联法在区域竞争力评价中的应用[J]. 决策参考, 2004, 5(11): 54-59.
- [7] 刘勇, 刘友兆, 徐萍. 区域土地资源生态安全评价: 以浙江嘉兴市为例[J]. 资源科学, 2004, 26(3): 69-75.
- [8] 吴佐礼, 陈聿华. 农业生态系统综合评价指标体系及其权重探讨[J]. 生态农业研究, 1996, 4(2): 28-31.
- [9] 左伟, 王桥, 王文杰, 等. 区域生态安全评价指标与标准研究[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1): 67-71.
- [10] 刘昌明. 西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究: 生态环境卷[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 273.
- [11] 王继军. 纸坊沟流域农业生态经济系统建设及其投入问题分析[J]. 世界科技研究与发展, 2001, 22(3): 56-58.
- [12] 梁一民, 刘普灵, 王继军. 退耕还林还草, 实现黄土丘陵区农田生产力的跃迁[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(6): 56-59.
- [13] 陕西统计局. 陕西省统计年鉴(1989-2006)[M]. 北京: 中国统计出版社, 1989-2006.
- [14] 曹利军. 可持续发展评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 56-57, 72, 118-182.
- [15] 曾建权. 层次分析法在确定企业家评价指标权重中的应用[J]. 南京理工大学学报, 2004, 2(1): 99-104.
- [16] 徐勇, 徐炯心, 房金福. 黄土高原中部丘陵区(中尺度)农村经济特征、制约因素与发展对策[J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 14-21.
- [17] 吴国庆. 区域农业可持续发展的生态安全及其评价研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 227-233.
- [18] 吴开亚, 何琼, 孙世群. 区域生态安全的主成分投影评价模型及应用[J]. 中国管理科学, 2004, 12(1): 106-109.
- [19] 王振祥, 朱晓东, 石磊, 等. 安徽省沿淮地区生态安全评价模型和指标体系[J]. 应用生态学报, 2006, 17(12): 2431-2435.

(上接第 217 页)