

# 黄土丘陵区农业生态经济效益评价指标体系的构建

任春燕<sup>1</sup>, 王继军<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**以“黄土高原水土保持与可持续生态建设试验示范区”为研究对象,在分析区域农业生态经济系统演变过程及生态经济效益的变化情况的基础上,确立了农业生态经济效益的主要内容及其影响因素,预测了区域内典型流域未来 5~15 a 的人均经济收入以及未来 30~40 a 的人口、人均基本农田、人均果园和人均羊单位。并以此为依据,构建了适合于黄土丘陵区的农业生态经济效益评价指标体系,包括生态环境、经济效益和可持续发展 3 个大类,20 个具体指标。

**关键词:**黄土丘陵区; 农业生态经济效益; 可持续发展; 指标体系

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)01-0155-05

中图分类号: F323.22

## Evaluation Indicators System for Agro-ecological Economy in the Loess Hilly and Gully Region

REN Chun-yan<sup>1</sup>, WANG Ji-jun<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources and Environment, NorthWest A & F University, Yangling, Shanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling, Shanxi 712100, China)

**Abstract:** Taking the Baota district of Yan'an City and seven townships (towns) of Ansai County for example, this paper discussed the evolution of regional agro-ecological economic system and the corresponding changes in its ecological and economic benefits. We recognized the major contents of agro-ecological economy and its main influencing factors, and predicted the per-capita income in the following 5~15 years, and the population, per-capital basic farmland, orchards and sheep in the next 30~40 years in its typical watershed region. By the method of system analysis, the main 20 specific indexes from the indexes system were further recognized, which can be categorized into eco-environment, economic benefit and sustainable development, we worked out to construct the eco-agricultural economic indicators evaluation system that are suitable for the loess hills and gully region.

**Keywords:** loess hilly region; agro-ecological and economic efficiency; sustainable development; index system

经济效益评价是指对某种措施、活动或工程进行的投入—产出分析。在对黄土丘陵区生态农业生态经济模式效益进行评价时,投入的产出目标不仅仅局限于农业和农村经济,更主要的是为了获得农业生态经济效益,是将投入和产出看作两个相互独立的部分进行考虑<sup>[1]</sup>。在考察投入时,并不严格遵循投入最小原则,仅希望投入的额度是合理且可承受的。在评估农业和农村经济收益时,也并非将追求最大产出作为目标,而是从全国或大区域社会经济发展平均状况的角度来衡量所实施的生态农业建设的产出效益是否合理和是否能使受益人满意。

李淑兰和刘兴元<sup>[2-6]</sup>对农业经济模式和生态经济体系进行的初步探讨,对近代农业生态经济体系的建立有一定的指导作用。李兴稼<sup>[7]</sup>评价了农户生态园式和产业化经营式的生态农业模式,提出该区的评价应该从系统结构、功能、效益三个方面进行整体评价。赵德芳等人<sup>[8]</sup>以可持续发展生态经济学为基础,同样从系统结构、功能以及效益方面建立了黄土丘陵区农业生态经济系统评价指标体系。徐勇等人<sup>[9]</sup>从生态环境效益、经济效益和可持续发展性等角度对黄土丘陵区农业经济发展问题进行了初步探讨。相关专家<sup>[10]</sup>也曾利用层次分析法对此进行了研究,从生态

收稿日期: 2008-07-17

修回日期: 2008-11-13

资助项目: 国家科技支撑项目 (2006BAD09B07); 国家科技支撑项目 (2006BAD09B10)

作者简介: 任春燕 (1983—), 女 (汉族), 陕西省西安市人, 硕士研究生, 研究方向为流域生态。E-mail: chunyan\_0320@163.com。

通信作者: 王继军 (1964—), 男 (汉族), 陕西省渭南市人, 研究员, 主要从事生态经济研究。E-mail: jjwang@ms.iswc.ac.cn。

经济、经济效益和综合功能方面建立了农业生态经济评价指标体系。这些研究均适应了各自的研究区域的现实需要,但从总体上来看,目前尚未有统一的、标准化的生态农业模式效益评价指标体系,对中尺度层次上的农业生态经济效益研究相对滞后。因此针对黄土丘陵区生态农业发展现状及可能趋势,借鉴相关研究成果,探讨适合于黄土丘陵区农业生态经济模式的效益评价指标体系具有重要的现实意义。

## 1 研究区概况

本研究以“黄土高原水土保持与可持续生态建设试验示范区”为对象,建立农业生态经济效益评价指标体系。研究区域地理位置为东经  $109^{\circ}04'40''$ — $109^{\circ}34'25''$ ,北纬  $36^{\circ}22'40''$ — $36^{\circ}32'16''$ ,包括延安市宝塔区的柳林、枣园、万花、河庄坪,安塞县的沿河湾、高桥、楼坪等 7 个乡(镇),总土地面积为  $1\,162\text{ km}^2$ 。该区域地处暖温带半干旱区向半湿润区的过渡带,年平均气温  $7.8\sim 10.6$ ;  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的活动积温  $2\,871\sim 3\,828$ ,年日照时数  $2\,313\sim 2\,559\text{ h}$ ,无霜期平均  $140\sim 186\text{ d}$ ,年平均降水量  $505.3\sim 621.7\text{ mm}$ 。海拔高度多在  $1\,000\sim 1\,600\text{ m}$ ,为典型的黄土丘陵区。由于历史上长期的土地不合理利用和过度垦伐,自然植被退化严重,加之降水集中,水土流失严重,年侵蚀模数达  $5\,000\sim 10\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ,导致生态环境恶化,区域经济发展缓慢。近 20 a 来通过综合治理,特别是 1999 年实施的退耕还林还草工程,该区生态环境有了极大改善,经济得到较大发展,但生态与经济之间的矛盾依然存在,因此评价生态经济系统效益,寻找发展问题之症结,已成为农业生态经济发展的现实需求。

## 2 指标选择的依据

### 2.1 农业生态经济系统演变过程及其效益变化

根据李壁成、田均良等人<sup>[1]</sup>对黄土丘陵区 1938 年以后生态经济系统演变情况的分析,其生态系统经历了一个从破坏到逐步恢复的过程,可划分为 3 个阶段:1938—1973 年为严重破坏时期,其主要原因是单一抓粮食的外延扩大再生产所致;1974—1983 年为不稳定恢复时期,仍然是粮食未满足人类的需要所致;1984 年至今为恢复和改善期。

2.1.1 农业生态经济结构调整及效果 近 20 a 来农业生态经济结构发生了较大变化,基本农田面积逐年增加、坡耕地不断减少,1985 年基本农田占农地的 7.95%,1994 年增加到 10.2%,到 1999 年基本农田面积达到  $6\,105\text{ hm}^2$ ,人均  $0.08\text{ hm}^2$ ;而坡耕地占农地的

比重则由 1985 年的 92.5% 减少到 1999 年的 82.9%。基本农田的增加,为粮食生产、陡坡退耕和生态农业建设奠定了坚实的基础。果园面积逐步扩大,该区果园面积由 1985 年占区域土地面积的 0.7%,增加到 1999 年的 2.7%,人均达到  $0.05\text{ hm}^2$ 。由于本区域具有发展优质水果的良好生态条件和相对清洁的水土环境,果品生产成为该地区的一项支柱产业。林地呈减少趋势,近年来虽然进行了大规模的植树造林,但是成活率、保存率不高,成活的幼林其生态保护功能尚未发挥功能。人工草地建设有所发展,但还远远不能满足生态环境建设和畜牧业发展的要求。

在调整土地利用结构的同时,对非耕地进行整治,逐步凸现了生态效益。研究表明<sup>[11]</sup>,燕沟流域为研究区内典型农业生态建设基地,其 1998、1999、2000 年的减沙效益分别为 68.27%、83.23% 和 93.54%;流域治理、植被覆盖率、侵蚀模数分别由 1997 年的 23.9%、27.21%、 $6\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$  相应地变为 2003 年的 73.3%、70.0%、 $406\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。该区域近年通过加强林灌草混交模式的建设,依据立地条件,合理布设林草建设,推广应用抗旱造林技术,有效提高了植被成活率。利用河道潜流截渗、引水上山和节水滴灌等工程措施充分开发了当地水资源,使群众得到实惠,以实际的水土保持和生态经济效益,调动了群众对生态农业建设的积极性<sup>[12]</sup>。现阶段,主要以建设基本农田提高单位面积产量为突破口,以退耕陡坡耕地造林种草、恢复建造植被为重点,调整土地利用结构,建立合理的生态农业结构模式,使人为水土流失基本得到控制,生态环境恶化的趋势得到基本遏制<sup>[11]</sup>。

2.1.2 农业生态经济效益变化 研究区域农户经济收入整体处于增加的良好势头,且收入结构近年变化明显(表 1)。农业收入仍为主要收入,占总收入的 70% 左右,比重逐步减少。畜牧业 9 a 平均比重为 13%,但 1998 年以后畜牧业有减少趋势,反映了退耕还林后封山育林的直接效果。第三产业(商业、饮食业和服务业等)得到较快的发展,9 a 平均为 10%,1999 年急速增长到 22%,反映了随着生态环境建设的推进和退耕还林政策的实施,带动了农业劳动力转移和农村产业结构的调整。林业无论从历史上还是从近 9 a 进程来看,在农村收入中所占比重甚微。区域经济结构的调整,带动经济收入的变化,农村劳动力重新分配,农业基础设施也逐步完善,在减轻区域农业经济负担的同时,也有利于减缓对生态环境的破坏。这样有益于经济的发展和生态环境的改善,在以农业为主的经济模式的条件下,能更有效地建立良好的农业生态经济循环系统。

表 1 主要产业收入占农户总收入比重

年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	9 a 平均
农业	60.90	69.24	70.50	82.73	79.65	68.16	57.32	76.49	60.20	69.60
林业	0.74	0.02	0.69	0.37	0.06	0.05	0	0.01	0	0.14
畜牧业	16.72	17.21	22.40	12.95	13.54	11.64	20.91	7.24	8.70	13.11
第三产业	18.99	10.27	2.34	0.87	2.07	9.78	6.00	11.37	21.91	9.90

注:数据源于对田均良<sup>[1]</sup>论文中的数据整理,数据区域包括延安市宝塔区的柳林、枣园、万花、河庄坪,安塞县的沿河湾、高桥、楼坪等 7 个乡镇。

益本比(产投比)是衡量生态农业建设效益在经济上是否合理有效的综合指标,反映单位投入的产出效果。在经济系统结构演变过程中,投入结构也发生了重要变化(图 1)。在 1991—1999 年 9 a 间,典型农户家庭经济收入结构发生了较大变化,种植业投入所占比重最大,但比重呈现逐步减少趋势;对林业的投入,着眼点在于恢复植被,9 a 林业总投入 6 975.00 元,产投比为 0.52。牧业收入稳定增长。

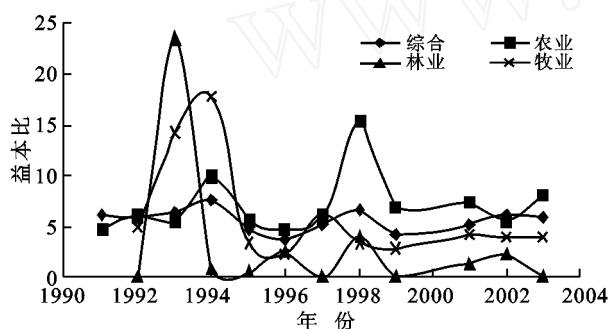


图 1 研究区域典型农户家庭农业生态经济收入益本比

## 2.2 农业生态经济效益的主要内容及其影响因素

影响农业生态经济效益的主要因素来自 3 个大的方面,包括农业生态环境效益、农业经济效益和农业可持续发展因素等。只有将三者有效、充分地进行考虑,做到既可以发展当地经济,又可以保护环境,同时还要考虑到农业经济的可持续发展问题。

### 2.2.1 农业生态环境效益内容及其影响因素

生态环境效益评价是农业生态经济效益评价的核心内容。一个区域或流域实施新的生态农业建设措施后其生态效益如何,最关键的是考察其水土流失控制情况和林草植被恢复情况。在水土流失控制方面,重点评价建设淤地坝、整理川台地、修筑梯田等工程措施和营造林、灌、草等生物措施的减沙效果。经常采用的评价指标包括减沙效益、土壤侵蚀模数、坝系数等。林草植被恢复方面,评价的重点是土地利用结构,尤其是土地利用结构中林、灌、草地所占的比例,比例越高,说明被评价区域或流域景观外貌和生态环境状况

越好,常采用的评价指标有永久性植被覆盖率、森林覆盖率、植被郁闭度等。

### 2.2.2 农业生态经济效益内容及其影响因素

在黄土丘陵区生态农业建设过程中,最关键的和最基础的工作是进行土地整治和土地覆盖工程,因此,土地整理产投比被视为经济效益评价的重要内容。土地整理中的资金流向主要包括建淤地坝、修梯田、平整川台地和造林种草等方面。通过合理利用有效资源,在响应国家环保政策的前提下扩大产投比,建立特色农业,使农民收入实现多元化。燕沟流域土地整理和林草植被恢复的投资情况为<sup>[1]</sup>:建坝淤地投资密度为 30 565 ~ 38 081 元/hm<sup>2</sup>,修梯田投资密度为 7 500 ~ 12 000 元/hm<sup>2</sup>,果园建设投资密度为 6 120 元/hm<sup>2</sup>,林草植被恢复投资密度为 1 387.5 元/hm<sup>2</sup>。2000 年人均收入为 1 541 元,在 2005—2010 期间扩大粮食生产、充分发展果园以及畜牧业,预计 2010 年人均收入为 4 311 元(根据对燕沟流域 1949—2000 年人均收入变化拟合曲线:  $y = 48.733e^{0.1793x}$ ,  $R^2 = 0.9305$ ,  $x$  为年限)。随着第三产业的产生和发展,农业劳动力转移增多,农业基础设施的完善,农业系统外能量和物质向内输入增加,减轻了对农业生态系统所造成的压力,促进了生态经济系统的良性循环。田均良等人<sup>[1]</sup>的分析及预测成果表明,对整个研究区土地利用结构进行调整后,5 a 内,其人均收入可达到 2 500 ~ 2 600 元,15 a 后,人均收入预计可达到 4 500 ~ 4 600 元。

### 2.2.3 农业生态经济可持续发展及其影响因素

通过生态农业建设而形成的生态型农业和农村经济发展模式是在现有的资源环境基础、人口规模以及社会经济条件下选择的农业和农村经济发展方式。在未来相当长的时间内,随着人口的增长和农村居民生活水平的提高,这种既定模式能否经得起考验,这正是开展可持续发展评价要回答的问题。可持续发展评价必须重点考察的两个活动性因素是科技进步和人口增长。科技进步有利于可持续发展,且体现既定农业和农村经济发展模式的各个方面,如提高资源

利用率,培养出全新的高产、高效、优质品种,新工艺拓展、深加工的发展等;而人口增长正相反,它是挑战既定模式是否具有可持续发展最直接因素。在对黄土丘陵区生态农业建设进行可持续评价时,重点应讨论未来 30~40 a 内既定农业和农村经济发展模式,在科技进步和人口增长条件下,对农村居民生活可能的支撑水平,在不考虑技术进步的情况下,通过预测人均基本农田、人均园地和人均林草地占有量等指标随时间的变化,可在一定程度上反映出黄土丘陵区生态型农业和农村经济发展模式的可持续状况。在保持现有的土地利用结构及其比例变化趋势和维系生态平衡和国家相关政策条件下,对燕沟区域人口及人均基本农田、人均果园、人均羊单位进行预测(表 2)。人口增长模型符合对数函数曲线方程: $y = 681.27 \ln x + 1115.3$  ( $R^2 = 0.9917$ ,  $x$  为年限)。

表 2 燕沟流域人口、人均基本农田、人均果园和人均羊单位的变化

指标	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年
人口/人	3 066	3 385	3 593	3 753	3 882
人均基本农田 ( $\text{hm}^2/\text{人}$ )	0.194	0.175	0.165	0.158	0.153
人均果园 ( $\text{hm}^2/\text{人}$ )	0.108	0.099	0.092	0.088	0.085
人均羊单位 (只/人)	—	2.220	2.090	2.000	1.930

注:数据来源同表 1。

### 3 评价指标体系的建立

建立农业生态经济效益评价指标体系,即依据指标的原则,选择若干具有代表性的指标来反映农业效益各个侧面的发展水平,用科学的方法构造效益指数,以便对比分析农业经济效益的水平<sup>[14]</sup>。农业生态经济效益评价指标体系的构建,应充分考虑到当前农业经济的发展和环境保护的需要,从众多的农业经济和生态环境因素中挑选关键因素。

#### 3.1 农业生态经济效益评价指标体系的构建原则

根据农业生态经济效益的基本概念,按照上述分析结果构建预选指标集,再选出特性较好的指标,初步构建评价指标体系。其次,根据评价原则和农业生态经济效益的特点及研究区域的实际情况,采用层次分析法,主要从生态环境、农业经济效益和可持续发展 3 个大类效益进行评价,并将各层次分解为若干具

体指标,形成具有 3 个层次结构(目标层、准则层和指标层)和多项具体指标的综合评价体系。

3.1.1 评价体系构建的理论依据 研究区农业生态经济系统具有独特的结构、功能和运动的规律性,是一个能利用各种自然资源和农业经济、技术条件,形成农业生态经济合力,发挥农业生态经济功能和效益的复合体,其系统功能的优劣是由系统结构合理与否决定的,而系统功能的优劣又集中体现在农业生态经济效益上。因此,要研究黄土高原丘陵区农业生态经济,反映和评价研究区农业生态经济系统的整体结构、功能、生态和经济效益及发展动态,就应设置一套反映符合系统性的综合指标体系。

3.1.2 标评价体系构建原则 (1) 系统科学性。根据农业经济效益的内涵,建立经济效益评价指标体系,必须建立在遵从农业资源利用的自然规律、生态规律和经济规律等科学基础之上,能客观地反映农业生产系统内部的经济效益及外部环境影响状况,科学地反映农业生产过程中各项投入和劳动成果之间的内在关系。(2) 实践指导性。设置指标体系应注重实践的指导性,只有坚持来源于实践又可指导实践的原则,才便于普及和推广。设置的指标体系与农业生产和实际情况越接近,指导性就越强,也越易产生应用结果。(3) 实用操作性。强调指标的实用性、可操作性原则,在于各指标易于理解,具有现代化操作程序。如果指标边界模糊,有关数据难以采集,甚至需要经过复杂计算等,则难有使用价值。(4) 时序动态性<sup>[15]</sup>。对指标体系的设置,首先要考虑指标的动态原则。进行农业生态经济效益的综合评价不仅要在同一时点上进行分析,还要揭示系统的发展趋势,分析其结构的稳定性和缓冲性,并进行有效控制。(5) 纵横可比性。任何指标的合理化程度和运用效果都是从比较中衡量和鉴别的。农业生态经济效益的评价不仅要在不同的时序上纵向可比,还要在不同系统同一时序上横向可比。

#### 3.2 评价指标体系的建立

农业生态经济随着外部环境的改善、农业结构调整以及现代科技投入而发生着动态变化。通过分析表明,农业生态经济效益目标包括生态环境效益目标、经济效益目标和具有显著的可持续发展特征。因此,农业生态经济效益评价指标体系在结构上可划分为生态环境、经济效益和可持续发展 3 个大类,其中生态环境效益内容包括水土流失控制和森林植被恢复两个亚类,经济效益内容包括投资密度、产投比和收入等 3 个亚类,可持续发展包括科技进步和人口增长两个亚类(图 2)。

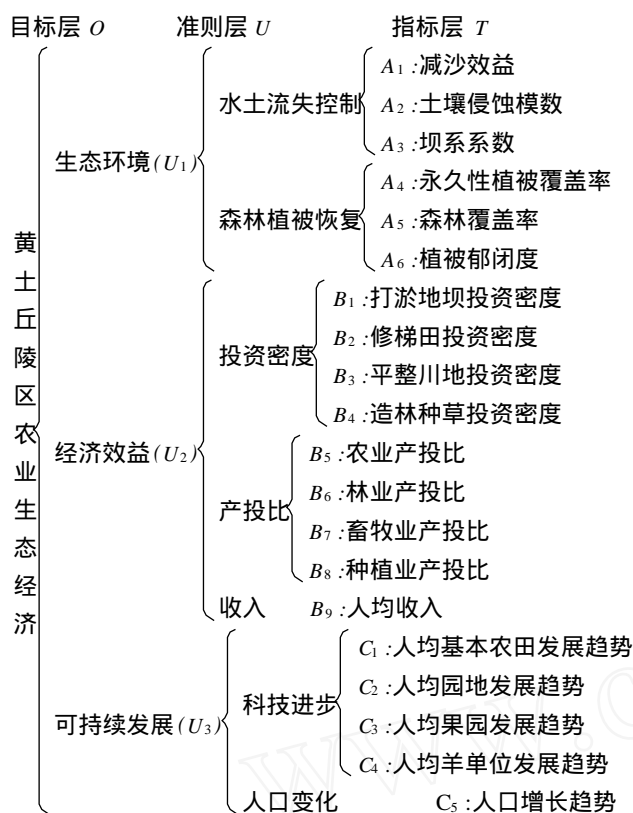


图 2 黄土丘陵区农业生态经济效益评价指标体系

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 田均良, 梁一民, 刘普灵, 等. 黄土高原丘陵区中尺度生态农业建设探索[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 82-87.
- [2] 李淑兰. 丘陵山区“果、牧、能”生态农业体系经济效益评价[J]. 可再生能源, 2004(117): 58-61.
- [3] 刘兴元, 王锁民, 郭正刚. 半干旱地区农业资源的复合经营模式及生态经济耦合效应研究[J]. 自然资源学报, 2004, 9(5): 624-631.
- [4] 王关平, 段学良. 宝塔区山地苹果发展现状与展望[J]. 北方果树, 2007(6): 42-43.
- [5] 章铁, 李宏开, 祝有刚, 等. 大山示范区经果林复合经营模式及其生态和经济效益分析[J]. 应用生态学报, 2005, 16(7): 1247-1251.
- [6] Chan K J, Heenan D P, Oates A. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management [J]. Soil Tillage Res., 2002, 63(3/4): 133-139.
- [7] 李兴稼. 北京山区生态农业的功能定位、模式与评价指标体系[J]. 北京社会科学, 2005(1): 41-46.
- [8] 赵德芳, 孙虎, 延军平. 陕北黄土高原丘陵沟壑区生态经济系统评价[J]. 西安文理学院学报: 自然科学版, 2007, 10(2): 105-110.
- [9] 徐勇, Roy C Sidle, 景可. 黄土丘陵区生态环境建设与农村经济发展问题探讨[J]. 地理科学进展, 2002, 21(2): 130-138.
- [10] 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): 243-247.
- [11] 琚彤军, 刘普灵. 黄土丘陵区规模化生态重建工程资金投入状况及相关问题分析: 以延安燕沟流域为例[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(3): 179-182.
- [12] 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.
- [13] 吴钦孝, 赵鸿雁, 韩冰. 黄土丘陵区草灌植被的减沙效益及其特征[J]. 草地学报, 2003, 11(1): 23-26.
- [14] 刘新生, 郑少锋, 崔百胜. 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.
- [15] 尹德光. 农业统计学[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995.

## 4 结 论

黄土丘陵区农业生态经济效益体系不仅仅包括经济效益, 还包括生态环境的治理以及可持续发展状况。在“七五”到“九五”计划期间, 国家加大了对黄土高原的治理力度, 研究区历经了 20 a 的治理, 先后经过生态系统恢复阶段、生态系统稳定发展阶段, 现已进入稳定高效的良性循环阶段<sup>[1]</sup>。从这 3 个阶段的演变过程来看, 生态环境综合功能受自然因素和科技投入力度等多种因素共同作用, 所以通过建立有针对性的指标体系, 方能评价生态环境变化的总体趋势和主要特征。以延安市宝塔区及安塞县 7 个乡镇近 15 a 农业结构调整以及生态整治成果为基础, 分析区域农业生态经济系统演变过程, 从生态环境、经济效益和可持续发展 3 个方面建立农业生态经济效益评价指标体系, 基本上能够反映和表征黄土丘陵区农业经济发展趋势, 可供同类型区域参考。