

# 黄土丘陵区农业生态安全评价指标体系的建立

肖薇薇<sup>1,2</sup>, 谢永生<sup>2,3</sup>, 王继军<sup>1,3</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 西安理工大学, 陕西 西安 710048; 3. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 710048)

**摘要:** 以构建黄土丘陵区农业生态安全评价指标体系为研究目的, 通过区域性与科学性结合, 完整性和相对独立性结合, 可行性和可操作性结合, 可比性和针对性结合的指标选取原则, 采用“压力—状态—响应”(PSR) 概念模型结合黄土丘陵区面临的生态环境问题, 提出符合该区实际的农业生态安全评价指标体系。该指标体系分为系统压力、系统状态、系统响应三大部分, 由 10 个一级指标, 21 个二级指标构成。

**关键词:** 黄土丘陵区; 农业生态安全评价; 指标体系

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)02-0146-04

中图分类号: S181

## Establishment of Evaluation Index System of Agriculture and Ecology Security in the Loess Hilly Region

XIAO Wei-wei<sup>1,2</sup>, XIE Yong-sheng<sup>2,3</sup>, WANG Ji-jun<sup>1,3</sup>

(1. College of Resource and Environment, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry,

Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048,

China; 3. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of

Water Resources, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** This article aims to construct an evaluation index system of agriculture and ecology security in the loess hilly region using the index selecting principle which combines regional features with scientific foundation, integrality with relative independence, feasibility with operation, and comparison with pertinence. In order to present the evaluation index system which conforms to this area, the conceptual model of the “Pressure—Condition—Response” (PSR) is used with the ecological problems in the loess hilly region considered. The index system includes the three parts of system pressure, system condition and system response, which is composed of 10 first-grade indexes and 21 second-grade indexes.

**Keywords:** loess hilly region; security evaluation of agriculture and ecology; index system

近年来, 环境问题、资源问题、粮食问题、人口问题已成为人类社会可持续发展进程中全球共同面临的重大障碍性问题<sup>[1]</sup>, 而生态环境问题又是这些重大障碍性因素之最。我国正处于经济快速发展时期, 经济发展所带来的环境与生态问题十分严重; 同时我国又是人口大国, 农业生产始终是社会关注的焦点问题, 农业生态安全、粮食安全等是影响国家安全的重要方面<sup>[2]</sup>。对于生态安全的研究, 目前国外主要集中在基因工程生物的生态(环境)风险与生态(环境)安全、化学物质的施用对农业生态系统健康及生态(环境)安全的影响等两个方面的微观研究; 而整体性区域可持续发展的生态安全及评价研究还尚未涉及<sup>[3]</sup>; 国内则主要集中在生态安全认识<sup>[4-6]</sup>, 生态环

境治理与恢复方面, 生态安全评估指标体系和模型方法方面的研究已经起步<sup>[7-10]</sup>, 生态安全监测、预测等方面的研究则有待进一步深入<sup>[2]</sup>。生态安全评价可为评判一个地区或者国家的生态安全状况提供重要依据, 另外也可以作为人们决策的基础。评价指标体系的建立是评价研究内容的基础和关键, 直接影响到评价的精度和结果, 指标体系应能够反映区域生态安全的主要特征和基本状况。生态安全评价指标系统是生态安全评价体系的核心, 同时也是开展生态安全评价工作的最基本依据。因此, 指标体系的构成要素对评价过程至关重要, 目前农业生态安全评价还没有现成的比较成熟的指标体系。本文将针对黄土丘陵区进行农业生态安全指标体系的初步探索。

收稿日期: 2006-10-23

资助项目: 中国科学院水利部水土保持研究所领域前沿科研专项(SW05102); 中国科学院方向性项目(CASN115-06-04)

作者简介: 肖薇薇(1983-), 女(汉族), 陕西安康人, 硕士, 主要从事土地资源评价与土地生态的研究。E-mail: xiaowei528@hotmail.com。

通讯作者: 谢永生(1960-), 男(汉族), 河南开封人, 主要从事土地资源评价与土地生态的研究。E-mail: ysxie@ms.isw.c.ac.cn。

# 1 生态安全与评价

## 1.1 生态安全的内涵

生态安全到目前为止还没有一个公认的定义。不同的学者由于研究视角和出发点不同,对生态安全理解的侧重点也有所不同,主要可以分为两大类型。一种是从自然生态系统本身所处的状态,如群落、区域、国家乃至全球生态系统处于良好的状态或不受到难以恢复的破坏。这一定义主要考虑生态环境本身的安全状态是否保持良好,是否还能满足人类发展需要,如 Rogers K. S, 尹希成, 郭中伟, 陈国阶以及 I-ASA 等的定义。另一种是从生态系统对社会经济发展的保障能力来定义的,强调生态系统对人类的服务功能。著名环境经济学家 R. Costanza 在“世界生态系统服务的价值和自然资本”一文中列举了 17 种生态系统服务功能,任何一种服务都与人类的生活密切相关<sup>[11]</sup>。

基于国内外不同学者对生态安全的理解,本文认为生态安全作为一种概念或理论,应该综合考虑人口、资源、环境、社会经济等因素,并给出如下定义<sup>[11]</sup>:生态安全是指由自然、经济和社会等组成的复合生态系统在受到一定的威胁、破坏或损害时,系统所具有的服务功能仍能满足人类可持续发展需求的一种状态。该定义同时考虑了系统的状态特征、服务功能以及对社会可持续发展的需求等因素。

## 1.2 生态安全评价

生态安全评价是按照自然生态系统本身为人类提供服务功能的状况和保障人类社会经济与农业可持续发展的要求,对生态环境因子及生态系统整体,对照一定的标准,进行的生态安全状况评估。所谓生态系统的功能是指由自然系统的生境、物种、生物学状态、性质和生态过程所产生的物质及其所维持的良好生活环境对人类的服务性能<sup>[12]</sup>。

# 2 农业生态安全评价

## 2.1 农业生态安全

农业生态安全指某一地域农业赖以生存和发展的生态与环境处于少受或不受生态条件、状态及其变化的破坏、胁迫、损害的状态,在这种状态下农业生态系统的资源充足、功能健全和结构完善,整个系统能达到协调、健康及均衡的可持续发展。

## 2.2 评价指标的选择和设置方法<sup>[13]</sup>

用指标体系测度农业生态安全这一综合性目标,其基本目的在于寻求一组具有典型代表意义、能全面反映这一综合性目标各方面的特征指标,这些指标及

其组合能够恰当地表达人们对该综合目标的定量判断。因此,指标的选择和设置主要基于两方面的考虑,一是能够基本反映研究的目的,二是数据的可获得性。

在农业生态安全评价理论框架的基础上,我们通过“自上而下”与“自下而上”相结合的方法筛选指标(见图1)。所谓自上而下就是指标的选择要以农业系统安全发展的目标为依据,自上而下地进行评价目标的分解,每一个评估目标都对应农业安全发展的子系统,根据衡量各级子系统的原则和标准,形成可能的指标。所谓自下而上就是根据数据的可获得性,在现有数据的基础上,通过数理统计等分析方法提取反映农业子系统发展过程、成果、水平等方面的主要信息,确定并构建衡量各子系统属性的最适合的指标。

这样,兼顾农业生态安全发展的特性和现有的数据基础,构建符合客观实际的农业生态安全评价指标体系<sup>[13]</sup>。

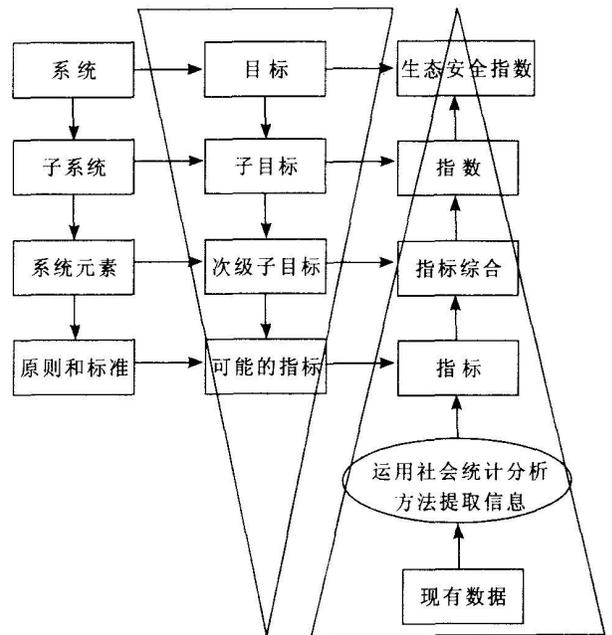


图1 指标的选择和设置方法示意图

## 2.3 黄土高原丘陵区农业生态安全评价指标体系的构建

生态安全的概念是一个综合性的,无论现有的经济指标、社会指标还是生态环境指标都不可能单独对这一概念加以表征、度量 and 评价。联合国经济合作开发署(OECD)提出的“压力—状态—响应”概念模型(见图2)<sup>[1]</sup>。从社会经济与生态环境有机统一的观点出发,表明了人与自然这个生态系统中各因素间的因果关系,更精确地反映了生态安全系统中自然、经济、社会及法制等因素之间的关系,为生态安全指标

的构建提供了一种逻辑基础。从目前我国现有的生态安全指标体系框架来看,基本上是以该模型为基础来建立的多层次生态安全指标体系。

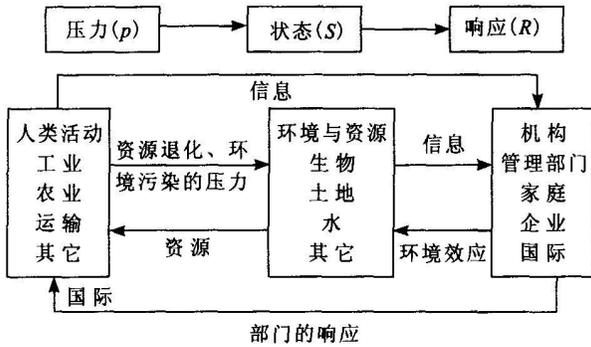
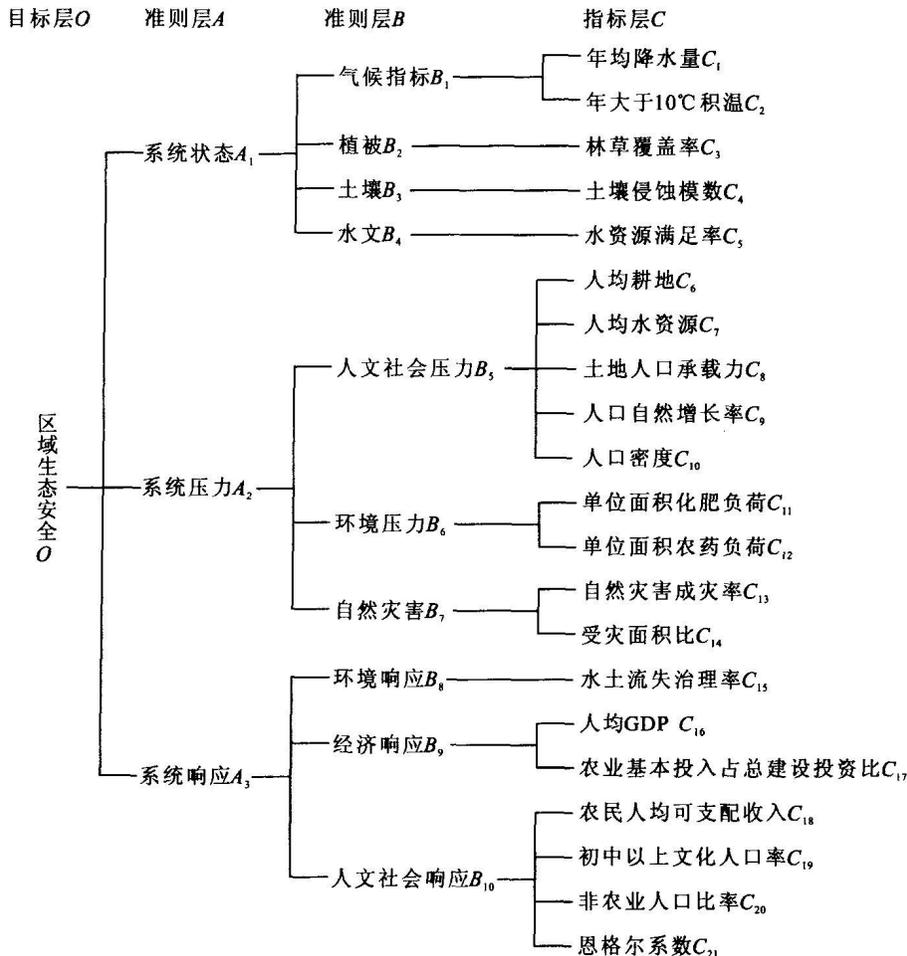


图 2 OECD 压力-状态-响应 (PSR) 框架模型

黄土丘陵区位于黄土高原的中部,主要包括陕北、晋西、宁南、陇中等地,面积辽阔,区内千沟万壑,地形复杂,干旱少雨,植被稀疏,自然灾害频繁,生态环境退化严重,人民生活穷困,属典型的生态环境脆

弱区。区内黄土厚度一般在 50~ 100 m,海拔 800~ 1 800 m,该区水土流失严重地区,大部分地区年侵蚀模数在 5 000 t/km<sup>2</sup> 以上(蒋定生, 1997)<sup>[14]</sup>。

基于 PSR 概念模型框架,通过对农业生态安全评价系统的初步分析,在一般指标体系的基础上,结合黄土丘陵区的资源环境状况、社会经济发展水平和专家们的意见,按照指标确定的通用原则,根据层次分析方法以及评价对象各组成部分之间的关系,构建了一个包含 21 个指标的农业生态安全评价指标体系。该层次结构体系的目标层为综合性指标,总体反映生态安全的程度和水平。准则层反映目标层的指标构成,由状态、压力和响应 3 个综合指标构成。状态指标用来反映自然环境的现状,压力指标反映产生生态环境问题的原因和潜在的影响,响应指标用来反映人类为克服生态环境问题的能力和所作的反应。指标层用来反映准则层各部分的单项指标,由菜单式多指标组成<sup>[11]</sup>。黄土丘陵区农业生态安全综合指标体系及层次结构如图 3 所示。



部分指标因子的生态经济学含义如下。

$C_3$ : 林草覆盖率(%)。林草地占土地面积比重。覆盖率越高,生态环境状态越好。

$C_4$ : 土壤侵蚀模数 $[t/(a \cdot km^2)]$ 。单位国土面积上每年每平方公里土壤流失量。它从强度上表现水土流失的轻重,从侧面也反映了土壤质地和结构情况,反映区域的抗蚀能力。

$C_5$ : 水资源满足率(%)。用可利用水资源量与此地区需水总量的比率来表示。满足率越高,表示该地区的水资源利用率越高。

$C_8$ : 土地人口承载力。指一个国家或者地区的土地资源,在一定的投入水平下持续利用时的食物生产能力及其所能提供的一定营养水平的人口数量。

$C_9$ : 人口自然增长率(%)。用年内净增加人口数占年初总人口数的百分比表示。增长率越高,资源生态环境压力越大。

$C_{11}/C_{12}$ : 单位面积耕地化肥、农药负荷。以每 $1 hm^2$ 使用的化肥、农药投入来表示农业投入对生态环境的压力。在一定范围内,此数值越大,资源生态环境的压力就越大。

$C_{16}$ : 人均GDP(元)。以人均GDP来表示区域经济实力的高低。人均GDP越高,生态环境建设能力越强。

$C_{17}$ : 农业基本投入占总建设投资比(%)。反映区域内对农业投入的多少,也可以反映出该区域对农业的重视程度。

$C_{18}$ : 农民人均可支配收入(元)。农民是农业生产的主体,也是生态环境保护和建设的主体。以农民人均纯收入的高低来表示农民在生态环境建设中的投入能力。农民收入越高,投入能力越强。

$C_{19}$ : 初中以上文化人口率(%)。这指的是初中文化以上人口占总人口的比例。比率越大,此区域的人口综合素质相对较高,生态环境意识与可持续发展观念越强。

$C_{21}$ : 恩格尔系数。反映此区域人们生活水平,系数越大生活质量越差。

### 3 结论

生态安全的研究在我国虽然已有了诸多的研究课题,但是在农业生态安全方面的研究还是相对较少。本文在生态环境安全评价的基本理论指导下,以社会经济发展的压力、生态环境系统对压力的反馈作用和人类对生态系统的调控3个方面分析了黄土丘

陵区生态系统的特征,并据此构建了该区的农业生态安全评价指标体系<sup>[12]</sup>。

针对黄土丘陵区的农业生态安全评价,此指标体系还是首次系统化。它突出了黄土丘陵区干旱以及水土流失严重的状况和农业生态安全评价,提出了水资源满足率以及影响农业安全的相关指标,适合于黄土丘陵区农业生态安全评价的需要。

笔者认为,探寻与生态系统功能有关的各环境因子以及人类对生态系统压力所做出的响应程度,对筛选出客观、科学、反映生态环境系统特征的评价指标是至关重要的,这应是以后生态安全评价指标体系构建方面值得进一步研究的方向。在后续的研究中,该评价体系将应用到黄土丘陵区的典型区域中进行验证,通过与实际区域的结合来进一步完善该体系。

#### [参考文献]

- [1] 左伟,周慧珍,王桥.区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究[J].土壤,2004(1):2-7.
- [2] 张金萍,张保华,刘衍君,等.中国农业生态安全及相关研究进展[J].世界科技研究与发展,2005(4):42-46.
- [3] 尹晓波.区域可持续发展的生态安全评价[J].数量经济技术经济研究,2003(7):139-144.
- [4] 杨京平.生态安全的系统分析[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [5] 肖笃宁,陈文波,郭福良.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354.
- [6] 周国富.生态安全与生态安全研究[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2003,21(3):105-108.
- [7] 王根绪,程国栋,钱鞠.生态安全评价研究中的若干问题研究[J].应用生态学报,2003,14(9):1551.
- [8] 陈东景,徐中民.西北内陆河流域生态安全评价研究:以黑河流域中游张掖地区为例[J].干旱区地理,2002,25(3):219.
- [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] 吴开业,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,2003,12(1):106.
- [11] 吴开亚.区域生态安全的综合评价研究[D].合肥:中国科学技术大学博士论文.
- [12] 邹秀萍,齐清文,等.区域生态安全评价的概念框架及指标体系的建立——西双版纳景洪区为例[C].全国地图学与GIS学术会议论文集,2004.
- [13] 张忠根,应凤其.农业可持续发展评估:理论与方法及应用[M].北京:中国农业出版社,2003.98-99.
- [14] 孔正红.黄土高原丘陵沟壑区小流域优化生态一生产范式[D].北京:中国科学院研究生院博士学位论文.2003.39.