

基于压力—状态—响应模型的宝鸡市 生态安全动态评价及预测

蒙晓, 任志远, 戴睿

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 基于压力—状态—响应(PSR)概念模型,对 21 个指标进行了数据标准化处理,指标权重确定和生态安全评价模型的构建。以陕西省宝鸡市为例,分析了宝鸡市 1991—2009 年来的生态安全问题。利用生态安全动态模型对研究区的生态安全变化状况进行深入研究,并利用灰色系统理论中的灰色系统预测模型 GM(1,1),对研究区未来 10 a 的生态安全状况进行预测。研究结果:(1) 19 a 间宝鸡市的生态安全值呈现逐年减小的趋势,从 1991 年的 0.650 减小为 2009 年的 0.434,平均每年减少 0.01749%。(2) 以现在的生态环境的“压力—状态—响应”指数预测未来 10 a 的生态安全值的变化情况,结果显示从 2012—2021 年生态安全值将持续减小,2021 年生态安全值将减小至 0.317。

关键词: 生态安全动态; PSR 模型; 灰色系统预测; 宝鸡市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)03-0231-05

中图分类号: X171.1

Ecological Security Evaluation and Its Forecast Analysis of Baoji City Using Pressure—State—Response Model

MENG Xiao, REN Zhi-yuan, DAI Rui

(College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: Pressure—state—response (P—S—R) model was used to perform the standardization of 21 indexes, to determine index weights and to construct an ecological security evaluation model. By taking Baoji City as an example, ecological safety problems in Baoji City from 1991 to 2009 were analyzed. Change of ecological security in the area was studied in detail by using dynamic ecological security model. Finally, grey system budget model GM (1,1) based on the grey system theory was used to forecast ecological security in the next decade. Results showed that (1) ecological security value for the city in the past 19 years was reduced year by year, specifically, the value was reduced from 0.650 in 1991 to 0.434 in 2009, with an average reduction by 0.01749%; (2) the pressure—state—response model was used to forecast ecological security situation in the next decade. From 2012 to 2021, ecological security value will maintain the reducing trend and be reduced to 0.317 by 2021.

Keywords: ecological safety evaluation; pressure—state—response model; grey system budget model; Baoji City

生态安全是指生态系统的健康和完整情况,其概念有广义和狭义两方面。狭义的生态安全是指自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平反映。健康系统是稳定的和可持续的,在时间上能够维持它的组织结构和自治,以及保持对胁迫的恢复力。广义的生态安全是指在人们的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安

全,组成一个复合人工生态安全系统^[1]。

近年来随着人口的增长和社会经济的发展,人类活动对环境的压力不断增大,人地矛盾加剧,人类的生存的环境呈现总体恶化的趋势,人类的生存受到了进一步的威胁。生态安全问题已逐渐受到人们的重视并成为国内外研究的前沿课题和热点问题。

国外对生态安全的研究主要围绕生态安全的概念及生态安全与国家安全、民族问题、军事战略、可持续发展和全球化的相互关系而展开。具体主要集中在两

收稿日期:2011-09-07

修回日期:2011-11-15

资助项目:国家自然科学基金项目“西北黄土高原区土地资源开发利用与生态安全动态分析”(41071057)

作者简介:蒙晓(1987—),女(汉族),陕西省咸阳市人,硕士研究生,研究方向为资源环境 RS 与 GIS。E-mail:mengqingsen1987@163.com。

通信作者:任志远(1953—),男(汉族),陕西省兴平市人,教授,博士生导师,主要从事国土资源开发与生态环境评价研究。E-mail:renzhy@snnu.edu.cn。

个方面:一是基因工程生物的生态(环境)风险与生态(环境)安全;二是化学品的施用对农业生态系统健康及生态(环境)安全的影响。研究层面也主要集中在全球或国家层面,很少涉及地方或区域层面,研究的内容也主要集中在生态健康、生态风险方面。

国内对生态安全的研究从 20 世纪 90 年代开始,近年来已成为研究领域的热点问题。国内对生态安全的研究主要包括生态系统健康诊断、区域生态风险分析、景观安全格局、生态全监测与预警以及生态安全管理、保障等方面。近年来以生态安全评价研究最为活跃,评价生态安全的手段也趋于多元化,包括用生态足迹法分析生态安全,用“压力—状态—响应”模型评价生态安全,运用等权法、属性识别模型、层析分析法、景观分析评价生态安全^[2]。

1991—2009 年的近 20 a 中,随着我国各方面的发展以及相关政策的实施,宝鸡市作为西部的典型工业城市,其工业企业等数量急剧增长,导致生态安全动态变化明显,对其生态安全动态变化的研究具有明显的区域代表性,所以本文以陕西省宝鸡市为研究区,采用“压力—状态—响应”模型、生态安全动态度模型以及灰色系统预测方法对宝鸡市 1991—2009 年的生态安全状况以及发展趋势进行研究,以探明宝鸡市近年来的生态安全状况。

1 研究区概况

宝鸡市地理位置为东经 $106^{\circ}18'$ — $108^{\circ}03'$,北纬 $33^{\circ}35'$ — $35^{\circ}06'$,平均海拔 618 m,东西长 156.6 km,

南北宽 160.6 km。东连西安市、咸阳市,南接汉中市,西、西北分别与甘肃省天水市和平凉市毗邻。全市总面积 $18\,172\text{ km}^2$,其中市区面积 555 km^2 ,建成区面积 83 km^2 。地质构造复杂,东、西、南、北、中的地貌差异大,具有南、西、北三面环山,以渭河为中轴向东拓展,呈尖角开口槽形的特点。山、川、原兼备,以山地、丘陵为主,山地占总面积 56%,丘陵占总面积 26.5%,川原占总面积 17.5%,呈现“六山一水三分田”格局。

宝鸡市下辖金台、渭滨、陈仓 3 个区和扶风、眉县、岐山、凤翔、宝鸡、千阳、陇县、麟游、凤县、太白 9 个县。总人口 373.14 万人,人均地区生产总值(GDP)21 525.5 元。人均耕地面积大于 0.083 hm^2 ,高于国际人均耕地面积警戒线 0.054 hm^2 。

2 数据来源

本文采用的数据来源于 1992—2010 年宝鸡市统计年鉴,陕西省统计年鉴,中国统计年鉴,宝鸡市历年环境质量调查报告,陕西省环境状况公报,陕西省水资源报告,宝鸡市国民经济和社会发展统计公报。

3 研究方法

3.1 生态环境安全值的计算方法

3.1.1 建立评价模型 建立生态安全动态评价“压力—状态—响应”模型,其中压力、状态以及人文响应分别有 7 个评价指标^[3-7]。具体指标体系及其权重值如表 1 所示。

表 1 生态安全动态评价指标体系及权重

一级指标(权重)	二级指标(权重)	
生态安全动态评价	生态环境压力(P) (0.366 4)	人口自然增长率 $C_1/\%$ (0.066 3)
		年末运营车辆数 $C_2/\text{辆}$ (0.037 4)
		工业固废产生量 $C_3/10^4\text{ t}$ (0.040 8)
		工业废水排放量 $C_4/10^4\text{ t}$ (0.048 4)
		工业废气排放量 $C_5/(10^8\text{ m}^3)$ (0.059 1)
		农药施用强度 $C_6/(\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2})$ (0.032 8)
		化肥施用强度 $C_7/(\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2})$ (0.034 6)
		总人口 $C_8/\text{万人}$ (0.039 9)
		人均国民生产总值 $C_9/\text{元}$ (0.043 4)
	生态环境状态(S) (0.214 9)	人均耕地面积 $C_{10}/(10^3\text{ hm}^2/\text{万人})$ (0.030 0)
		旱涝保收面积 $C_{11}/10^3\text{ hm}^2$ (0.024 5)
		植被覆盖率 $C_{12}/\%$ (0.063 1)
		水土流失率 $C_{13}/\%$ (0.041 2)
	生态环境人文响应(R) (0.418 7)	封山育林及当年造林面积 C_{14}/hm^2 (0.0584 2)
		水土保持及治理面积 C_{15}/hm^2 (0.046 2)
	工业固废处理达标率 $C_{16}/\%$ (0.054 2)	
	工业废气处理达标率 $C_{17}/\%$ (0.078 6)	
	废水处理达标率 $C_{18}/\%$ (0.068 2)	

生态环境安全值的计算模型:

$$E_i = \sum_{i=1}^n Y_i W_i \quad (1)$$

式中: E_i ——生态环境安全值; Y_i ——单项评价指标的安全指数; W_i ——单向评价指标的权重值; $i=1, \dots, n$ 。

将评价指标分为正向指标和负向指标,其中正向指标是指数值越大生态环境越安全的指标,负向指标是指数值越小生态环境越安全的指标^[8]。

对正向指标,若 $S_i > B_i$,则 $Y_i = 1$;

$S_i < B_i$,则 $Y_i = (S_i/B_i)\%$ 。

对负向指标,若 $S_i < B_i$,则 $Y_i = 1$;

$S_i > B_i$,则 $Y_i = (B_i/S_i)\%$ 。

式中: S_i ——相应评价指标的实际值; B_i ——指标的安全标准值; Y_i ——单项评价指标的安全指数,其中 $0 < Y_i < 1$,此值越大,表示该项指标越安全。

3.1.2 评价指标标准值和权重值的确定 评价指标的标准值 B_i 的确定可以是国家、国际与行业的标准,也可以是评价区未受损时生态环境或生态系统的背景值,也可以是科学研究已判定的保障生态安全或不安全的临界值。本文依据上述要求,并参考相关文献确定各项评价指标的安全标准值^[9-11]。评价指标权重值的确定方法有很多种,目前由层次分析法确定指标权重的方法较成熟,故本文选取层次分析法和熵权法的平均值赋权值,来确定各项评价指标的权重值。计算过程中的判断矩阵的判定通过咨询相关专家得到^[12-14]。具体计算结果见表1。

3.2 生态安全动态评价

本文借鉴土地利用变化研究中对土地利用变化动态的研究方法对生态安全动态进行评价研究。土地利用变化动态模型有2种类型,在此以单一土地利用类型动态模型为基础引申出生态安全动态模型^[15]:

$$K = \frac{E_b - E_a}{E_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: E_b , E_a ——研究初期及研究末期的生态安全值; T ——研究时段,当 T 的单位为年时, K 值就是该研究区生态安全值的年变化率^[16]。

3.3 生态安全动态预测

本文对生态安全动态预测采用灰色系统预测方法。基于灰色建模理论的灰色预测法,按照预测问题的特征,可分为5种基本类型,即数列预测、灾变预测、季节灾变预测、拓扑预测和系统综合预测。这5种预测都是地理学中重要而且常用的预测方法。基于本研究的特征,本文采取灰色系统预测的数列预测法对宝鸡市生态安全动态进行预测。

所谓数列预测就是对某一指标的发展变化情况所作的预测,其预测的结果是该指标在未来各个时刻的具体值。具体方法是首先对原始数列作累加生成累加数列,即:

$$X(n) = \sum_{i=1}^n x(i) \quad (3)$$

式中: $X(n)$ ——累加数列; $x(n)$ ——原始数列; n ——数列的项数。

累加数列的变化趋势用如下微分方程表示:

$$\frac{dX}{dt} + aX = u \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (5)$$

Y 为列向量 $Y = [X(2), X(3), \dots, X(n)]^T$;

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X(1)+X(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X(1)+X(2)] & 1 \\ \vdots & 1 \\ -\frac{1}{2}[X(1)+X(2)] & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

微分方程式(4)所对应的时间响应函数为

$$X(n+1) = [x(1) - \frac{u}{a}]e^{-an} + \frac{u}{a} \quad (7)$$

式中: B ——构造数据矩阵; n ——时间序列的项数; a, u ——中间转变量。 a 和 u 可以通过最小二乘法拟合得到。

4 结果与分析

4.1 生态安全值计算结果

通过生态安全动态评价“压力—状态—响应”模型以及生态安全值的计算模型得出1991—2009年宝鸡市的各项生态安全指标以及整个地区各年份的生态安全值如表2所示。分析表2可知,19 a 间宝鸡市总人口、人均耕地面积、年末运营车辆数、工业固废产生量、工业废水排放量、工业废气排放量等指标的生态安全值呈现减小趋势,而人口自然增长率、国民生产总值增长率、旱涝保收面积、工业固废处理达标率、工业废气处理达标率、废水处理达标率6项指标生态安全值呈现增长的趋势。另外,植被覆盖率、水土流失率以及当年造林及封山育林面积呈现先减后增的变化趋势,除此之外的其他指标生态安全值的变化趋势均表现不明显。总体分析可知1991—2009年宝鸡市生态安全状况逐渐恶化的主要原因是人口的增长以及经济社会的发展,经济方面表现为工业废水、废气、固废的排放造成的环境压力从而影响整个地区的生态安全状况。除此之外,对工业废气等的治理力度

不大,虽然工业废气、废水、固废等的处理和处置率的安全值呈现增长趋势,但是处理与处置的力度不足以与排放所造成的损失抵消,故整体出现生态环境恶化的后果。社会方面对生态环境造成的压力表现为年末运营车辆的数量增长。汽车尾气排放、能源消耗等。人口压力方面,虽然人口自然增长率的生态安全

值呈现增大趋势,但是人口密度仍然逐年变大,成为生态环境恶化的驱动因素之一。综合各项指标的生态安全值可得出宝鸡市各个年份的综合生态安全值,具体表现为生态安全值从 1991 年的 0.033 减小为 2009 年的 0.022,平均每年减少 0.0579%。其动态变化状态如图 1 所示。

表 2 宝鸡市 1991—2009 年生态指标安全值

指标	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
1991 年	0.027 2	0.037 4	0.040 8	0.048 4	0.059 1	0.032 8	0.034 6	0.035 3	0.012 6
1992 年	0.029 0	0.037 4	0.040 8	0.048 4	0.059 1	0.0328	0.034 6	0.034 8	0.007 7
1993 年	0.032 8	0.037 4	0.040 8	0.048 4	0.059 1	0.029 5	0.034 6	0.034 5	0.007 3
1994 年	0.033 1	0.037 4	0.040 8	0.048 4	0.059 1	0.028 3	0.034 6	0.034 3	0.037 6
1995 年	0.035 3	0.037 4	0.040 6	0.042 4	0.054 4	0.019 9	0.034 6	0.034 3	0.007 5
1996 年	0.033 1	0.026 1	0.040 8	0.044 0	0.059 1	0.019 4	0.034 6	0.034 3	0.018 7
1997 年	0.033 6	0.025 2	0.029 3	0.041 4	0.059 1	0.016 5	0.034 6	0.034 0	0.016 5
1998 年	0.033 9	0.025 2	0.029 3	0.041 4	0.059 1	0.016 4	0.034 6	0.033 8	0.040 6
1999 年	0.033 6	0.021 6	0.021 6	0.048 4	0.055 2	0.015 4	0.033 3	0.033 6	0.043 4
2000 年	0.033 2	0.021 6	0.020 5	0.048 4	0.045 4	0.013 4	0.030 6	0.032 9	0.043 4
2001 年	0.035 6	0.018 0	0.022 8	0.048 4	0.033 1	0.014 5	0.031 5	0.032 8	0.017 7
2002 年	0.036 4	0.018 9	0.021 3	0.048 4	0.032 9	0.013 9	0.029 6	0.032 8	0.011 0
2003 年	0.030 4	0.014 6	0.017 3	0.041 7	0.015 8	0.013 6	0.028 3	0.032 6	0.009 6
2004 年	0.036 9	0.014 6	0.014 8	0.047 6	0.014 6	0.013 3	0.025 3	0.032 4	0.007 3
2005 年	0.037 0	0.010 2	0.014 6	0.047 1	0.014 4	0.013 0	0.024 0	0.032 6	0.014 8
2006 年	0.036 8	0.008 6	0.013 7	0.045 5	0.014 2	0.011 6	0.023 6	0.031 8	0.009 3
2007 年	0.035 6	0.006 2	0.013 6	0.044 7	0.011 3	0.014 1	0.023 0	0.031 9	0.010 1
2008 年	0.037 8	0.006 1	0.009 7	0.036 4	0.008 3	0.015 8	0.024 2	0.031 8	0.016 8
2009 年	0.037 4	0.005 8	0.007 6	0.025 1	0.004 1	0.015 1	0.024 0	0.032 1	0.016 7

指标	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	安全值
1991 年	0.030 0	0.017 9	0.043 7	0.043 7	0.035 5	0.032 1	0.015 9	0.021 0	0.078 6	0.033 0
1992 年	0.030 0	0.017 5	0.050 0	0.035 0	0.037 7	0.034 2	0.016 3	0.027 5	0.078 6	0.033 6
1993 年	0.030 0	0.024 5	0.041 7	0.034 6	0.039 7	0.034 8	0.012 2	0.026 6	0.078 6	0.033 2
1994 年	0.029 3	0.024 5	0.035 9	0.032 6	0.036 7	0.034 3	0.010 3	0.020 2	0.078 6	0.033 3
1995 年	0.028 7	0.024 5	0.046 2	0.026 1	0.044 3	0.035 1	0.008 5	0.009 5	0.078 6	0.031 2
1996 年	0.028 6	0.024 5	0.048 9	0.025 1	0.046 2	0.039 8	0.020 8	0.022 1	0.078 6	0.033 4
1997 年	0.028 1	0.024 5	0.051 3	0.022 7	0.043 4	0.029 8	0.006 2	0.017 8	0.077 0	0.030 8
1998 年	0.027 9	0.024 5	0.052 1	0.025 0	0.046 2	0.036 4	0.006 2	0.017 8	0.077 0	0.032 5
1999 年	0.027 7	0.024 5	0.052 7	0.025 0	0.046 2	0.042 5	0.002 3	0.024 7	0.078 6	0.032 9
2000 年	0.026 2	0.024 5	0.053 8	0.028 2	0.046 2	0.052 6	0.002 5	0.022 9	0.078 6	0.032 7
2001 年	0.025 4	0.024 5	0.054 4	0.028 8	0.046 2	0.058 4	0.002 1	0.022 0	0.052 1	0.029 3
2002 年	0.023 4	0.024 5	0.055 3	0.027 8	0.003 1	0.053 5	0.022 3	0.026 4	0.054 3	0.028 2
2003 年	0.022 9	0.024 5	0.060 1	0.029 0	0.002 5	0.041 7	0.040 8	0.014 9	0.047 0	0.025 2
2004 年	0.023 8	0.024 5	0.059 7	0.025 5	0.002 2	0.033 7	0.042 6	0.014 9	0.046 5	0.025 0
2005 年	0.023 7	0.024 5	0.060 0	0.029 2	0.002 3	0.024 1	0.042 0	0.014 7	0.046 3	0.024 6
2006 年	0.023 3	0.024 5	0.059 7	0.032 4	0.005 3	0.019 1	0.039 3	0.022 1	0.043 0	0.024 2
2007 年	0.023 7	0.024 5	0.061 1	0.035 6	0.002 0	0.023 9	0.039 0	0.025 5	0.041 0	0.024 3
2008 年	0.023 7	0.024 5	0.061 4	0.036 0	0.002 1	0.020 8	0.042 8	0.019 7	0.033 6	0.023 2
2009 年	0.023 7	0.024 5	0.060 9	0.034 6	0.002 1	0.036 6	0.047 7	0.017 1	0.019 0	0.022 0

注: C₁—C₁₈与表 1 中的定义相同。

图 1 为宝鸡市 1991—2009 年生态安全动态变化图。当生态安全值在图中越接近多边形外侧则生态环境越全,反之,越接近多边形的中心点越不安全,生

态环境处于非常恶劣的状态。由图 1 可以看出,1991—1996 年生态安全值变化幅度不明显,1996—1998 年出现生态安全值略微减小的情况,1998—2000

年生态安全值逐渐好转,从 2000 年以后生态安全值剧烈减小,至 2009 年减小至 0.022。由此分析可知宝鸡市近年来生态环境的形势较严峻,需及时采取相应措施。

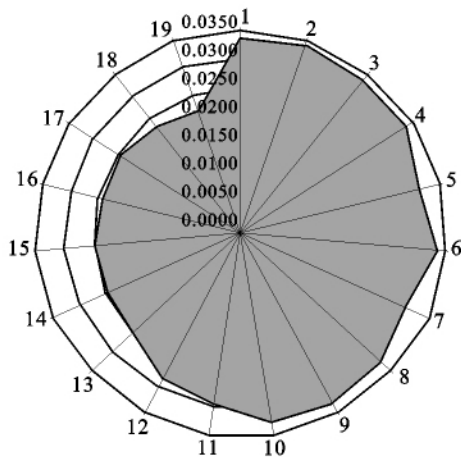


图 1 宝鸡市 1991—2009 年生态安全动态变化雷达图

4.2 生态安全动态评价结果及动态预测结果

以式(2)计算出宝鸡市 19 a 的生态安全动态度 $K = -0.017 544$,负号表示从 1991—2009 年宝鸡市生态安全值呈现逐年变小的趋势,平均每年减少 0.017 544%。

本文借助 DPS 数据处理系统软件进行灰色系统预测,将 1991—2009 年 19 a 的生态安全值在 DPS 中处理得出生态安全值的时间动态模型如下:

$$x(t+1) =$$

$$-1.432 173 \exp(-0.025 315t) + 1.465 173 \quad (8)$$

式中: x ——预测的生态安全值; t ——时间。

对当前模型进行精度检验,检验结果 $C = 0.4490$, $P = 0.8889$, C 表示由得出的模型计算所得的原始数列的还原值与实际观测值之间的残差值的方差。 P 表示最小误差概率。由于灰色预测精度检验等级标准中 $P > 0.7$, $C < 0.65$ 即为合格,所以得出的生态安全值的时间动态模型成立。运用式(8)的模型计算得出宝鸡市从 2011 年起未来 10 a 的生态安全值的预测值如图 2 所示。

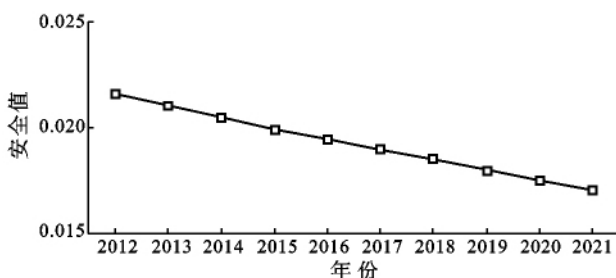


图 2 宝鸡市 2012—2021 年生态安全动态预测值

5 结论

本文应用“压力—状态—响应”模型建立宝鸡市生态安全评价的指标模型,分别从生态环境压力、生态环境状态、生态环境人文响应 3 方面选取了与生态安全相关系数较高的 18 个指标进行生态安全状态的评价。在评价过程中对各个指标权重的确定运用层次分析法和熵权法的平均值赋权值,这样综合主、客观分析法的优点,使指标权重的评价更趋科学、合理。此外,通过建立生态安全动态模型对宝鸡市 19 a 间的生态安全发展变化情况进行进一步研究,最后运用灰色系统预测模型对未来 10 a 的生态安全值进行预测。研究结果如下:

(1) 从时间序列上分析可知,1991—2001 年宝鸡市生态安全值变化幅度较小,10 a 间生态安全值仅减小 0.003 7,而且在 1996,1999 和 2000 年甚至出现生态安全值增大,说明在 20 世纪末期宝鸡市的生态安全状态良好。从 2000 年开始生态安全值减小趋势明显,直至 2009 年生态安全值减小至 0.022,虽然在某些年份出现过较小增大的变化,但是总体上仍呈明显的下降趋势。其原因是 2000 年以后人口、经济以及社会等各方面的飞速发展,使得生态环境压力增加,另一方面人们没有及时意识到问题的严重性并采取相应措施,导致生态环境恶化。

(2) 本文在对生态安全的动态进行研究时,利用单一土地利用类型土地利用变化动态度的概念引申出生态安全动态模型,以研究区生态安全年平均变化率为因变量,以时间为序列的生态安全值为自变量,计算出宝鸡市 19 a 间生态安全值平均年变化率为 0.017 544%,使对生态安全动态的研究结果更精确化。

(3) 文中利用灰色系统预测 GM(1,1) 模型对研究区 2011 年以后未来 10 a 的生态安全状态进行了预测,预测结果显示,2012—2021 年生态安全值将继续呈现下降的趋势,具体表现为生态安全值从 2012 年的 0.021 58 减小至 2021 年的 0.017 18。所以应该及时采取相应措施,使得人们的生存环境呈现健康发展的态势趋势。

[参 考 文 献]

- [1] 万利,陈佑启,谭靖,等. 北京郊区生态安全动态评价与分析[J]. 地理科学进展,2009,28(2):238-244.
- [2] 陈星,周成虎. 生态安全:国内外研究综述[J]. 地理科学进展,2005,24(6):8-20.
- [3] 张文梅. 城市水土资源生态安全评价:以西安市为例[J]. 资源科学,2008,30(12):1916-1922.

(下转第 295 页)

业生态系统的种植业与渔业生产潜力。

(4) 作为“两型社会”改革试验区,历史赋予长株潭城市群农业生态系统的功能更多的是生态功能和休养功能。长株潭城市群应重点开发其特色农业与绿色农业,建设、维护其良好的生态环境,加大植树造林的力度,使森林的覆盖率、蓄林量达到一个新的历史高度,保持生态系统较高的绿化率,维护整个城市群的生态环境。然而,从长株潭城市群农业生态系统分析来看,其林业的能值产出从2000年的32.81%增加到2008年的46.68%,9 a来,增加了差不多14%,其林业的开发速度过快。在新的形势环境下,历史赋予长株潭城市群的林业生态系统不再是简单的经济产出功能,因此,应加快对该区域林业生态系统的功能转化,变经济产出功能为生态保护功能,以更好地为长株潭城市群“两型社会”的建设和发展提供生态保护。

[参 考 文 献]

- [1] 陈东景,徐中民. 干旱区农业生态经济系统的能值分析:以黑河流域中游张掖地区为例[J]. 冰川冻土,2002,24(4):374-379.
- [2] 吕翠美,吴泽宁. 区域水资源生态经济系统可持续发展评价的能值分析方法[J]. 系统工程理论与实践,2010,30(7):1293-1298.
- [3] Howard T O. Environmental accounting: emergy and environmental decision making. New York, USA[M]. John Wiley & Sons, Inc, 1996:35-52.
- [4] 蓝盛芳,钦佩. 生态经济系统能值分析[M]. 北京:化学工业出版社,2002:387-397.
- [5] 农业技术经济手册编委会. 农业技术经济手册[M]. 北京:农业出版社,1983:238-312.
- [6] 陈阜. 农业生态学教程[M]. 北京:气象出版社,2004:48-49.
- [7] 张希彪. 基于能值分析的甘肃农业生态经济系统发展态势及可持续发展对策[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(5):165-171.
- [8] 张洁瑕,郝晋珉,瑞娟,等. 黄淮海平原农业生态经济系统演替及其可持续性的能值评估[J]. 农业工程学报,2008,24(6):102-108.
- [9] 王明全,王金达,刘景双,等. 东北地区农业生态经济系统的能值分析[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(6):183-188.
- [10] 周子英,杨君,段建南,等. 基于能值理论的长沙市农业生态经济系统演替分析[J]. 农业现代化研究,2011,32(4):465-469.
- [11] 周萍,刘国彬,侯喜禄. 黄土丘陵区退耕前后典型流域农业生态经济系统能值分析[J]. 农业工程学报,2009,25(6):266-273.
- [12] 刘继展,李萍萍. 江苏农业生态系统能值分析[J]. 农业系统科学与综合研究,2005,21(1):29-36.
- [13] 王建源,薛德强,田晓萍,等. 山东省农业生态系统能值分析[J]. 生态学杂志,2007,26(5):718-722.
- [14] 姚作芳,刘兴土,李秀军,等. 基于能值理论的吉林省农业生态系统分析[J]. 生态学杂志,2009,28(10):2076-2081.
- [15] 刁丽琼,廖和平,秦伟山. 基于能值分析的山西省生态经济系统可持续发展评价[J]. 水土保持通报,2011,31(3):175-179.
- [1] 郭斌,任志远,高孟绪. 3S支持的城市土地利用变化与生态安全评价研究[J]. 测绘科学,2010,35(2):125-129.
- [2] 房用,王淑军. 生态安全评价指标体系的建立:以山东省森林生态系统为例[J]. 东北林业大学学报,2007,35(11):77-82.
- [3] 高春风. 生态安全指标体系的建立与应用[J]. 环境保护科学,2004,30(123):38-40.
- [4] 魏兴萍. 基于PSR模型的三峡库区重庆段生态安全动态评价[J]. 地理科学进展,2010,29(9):1095-1099.
- [5] 郭斌,任志远. 西安城区土地利用与生态安全动态变化[J]. 地理科学进展,2009,28(1):71-75.
- [6] 郭斌,任志远. RS, GIS支持下的城市生态安全动态研究:以西安为例[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(10):64-70.
- [7] 周旭. 我国生态安全评价研究综述[J]. 西华师范大学学报:自然科学版,2007,28(3):200-206.
- [8] 喻锋,李晓兵,王宏,等. 皇甫川流域土地利用变化与生态安全评价[J]. 地理学报,2006,61(6):645-653.
- [9] 魏兴萍. 重庆市生态安全评价[J]. 中国岩溶,2010,29(2):154-151.
- [10] 林年丰,汤洁,王娟,等. 松嫩平原西南部的生态安全研究[J]. 干旱区研究,2007,24(6):868-873.
- [11] 张虹波,刘黎明,张军连,等. 黄土丘陵区土地资源生态安全及其动态评价[J]. 资源科学,2007,29(4):193-200.
- [12] 周俊霞,刘淑英,王平. 武威市凉州区土地利用动态度的时间分异分析[J]. 贵州农业科学,2011,39(2):218-220.
- [13] 李月臣. 中国北方13省市生态安全动态变化分析[J]. 地理研究,2008,27(5):1150-1160.

(上接第235页)