

# 基于主成分分析的土地生态安全评价实证研究 ——以陕西省 10 个省辖市为例

杜忠潮, 韩申山

(咸阳师范学院 旅游与资源环境学院, 陕西 咸阳 712000)

**摘要:** 依据 P-S-R 模型, 从土地自然资源现状、土地社会经济环境压力和人文影响 3 方面出发, 选取与土地资源利用密切相关的 25 个因子构建指标体系, 运用主成分分析法对陕西省西安市、铜川市、宝鸡市、咸阳市、渭南市、延安市、汉中市、榆林市、安康市、商洛市等 10 个省辖市的土地生态安全进行了定量研究。结果表明, 延安市和榆林市的土地生态安全处于良好状态; 汉中、安康和商洛市的土地生态安全处于预警状态; 铜川市和宝鸡市的土地生态安全处于中警状态; 西安、咸阳和渭南市的土地生态安全处于重警状态。针对各省辖市的土地生态安全状态特征, 提出相应的对策和建议。

**关键词:** 土地资源; 生态安全; 主成分分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)06-0198-05

中图分类号: F301

## Land Ecological Security Evaluation Based on Principal Component Analysis —Take Examples of 10 Provincial Cities in Shaanxi Province

DU Zhong-chao, HAN Shen-shan

(College of tour and Resources, Environment, Xi'an Normal University, Xi'an, Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** The P-S-R model is used for building index system consist of the 25 factors, which are from three areas: the status quo of natural resources for the land, the social-economical-environmental pressure of the land and the human impact, are closely related to the use of land resources. It's made by the principal component analysis that the quantitative researches on the land ecological security of Xi'an, Tongchuan, Baoji, Xianyang, Weinan, Yan'an, Hanzhong, Yulin, Ankang, Shangluo City etc. in Shaanxi Province. The analytic results showed that Yan'an and Yulin are good condition of the land ecological security; Hanzhong, Ankang and Shangluo are warning state of land ecological security; Tongchuan and Baoji are the medium warning state of the land ecological security; Xi'an, Xianyang and Weinan are serious warning state of the land ecological security. For the characteristics of the land ecological security status of the provincial cities, the corresponding countermeasures and suggestions are proposed.

**Keywords:** land resources; ecological security; principal component analysis

随着人口剧增和科学技术的进步, 人类活动正以空前的速度和强度改变着陆地被覆及土地利用格局, 引发出越来越多的生态环境问题。从而生态安全被看作是国家安全的重要基石, 成为学术界研究与讨论的“热点”问题。国外将生态安全作为全球环境变化研究的重要领域, 其研究内容主要集中在基因工程生态安全、化肥农药等化学物质的施用, 及其对农业生态系统健康与生态安全的影响等方面<sup>[1-2]</sup>。国内土地生态安全研究主要有对我国北方农牧交错带土地生

态安全的评价分析<sup>[3-5]</sup>, 黄土高原及丘陵山区土地生态安全评价研究<sup>[6-8]</sup>, 以及区域性(如东部地区的县市)和城镇土地利用的生态安全性分析<sup>[9-13]</sup>等。此外, 部分作者还就土地生态安全评价的基本理论及其与国土资源安全的关系进行了探讨<sup>[14-17]</sup>。土地生态安全评价的常见方法有综合指数法、景观指数法、层次分析法和主成分分析法等<sup>[4, 11]</sup>。就陕西省而言, 主要有陕西省区域生态安全及其空间差异的分析<sup>[18]</sup>, 陕南秦巴山地农业景观空间结构动态分系的探讨<sup>[19]</sup>等。有关陕西省土地生态安全的研究尚显薄弱。

收稿日期: 2009-01-12

修回日期: 2009-02-27

资助项目: 陕西省科技厅自然科学基金基础研究计划项目(07K03-01-2); 陕西省重点学科建设专项资金(省重点扶持学科——历史地理学); 咸阳师范学院专项科研计划项目(08XSYK215)

作者简介: 杜忠潮(1956—), 男(汉族), 陕西省咸阳市人, 教授, 硕士生导师, 主要从事区域资源环境与可持续发展研究。E-mail: dzc1109@163.com。

本研究基于土地生态安全的视角, 拟从土地自然资源现状、土地社会经济环境压力、人文影响 3 方面出发, 选取与土地利用密切相关的多项因子, 建立评价指标体系, 并运用主成分分析法对陕西省西安、宝鸡、咸阳、延安、汉中等 10 个省辖市的土地生态安全作定量分析和评价, 以期弥补陕西省区域土地生态安全评价研究的不足, 并为其土地资源的可持续发展和生态建设提供科学依据。

## 1 指标与数据

### 1.1 指标设计

为了揭示陕西省 10 个省辖市的土地生态安全状况, 本研究依据 P—S—R 模型构建指标体系, 包括土地资源状态、土地社会经济环境压力和人文影响等 3 个方面。其中土壤资源状态指标表征环境质量、自然资源与生态系统的支撑能力; 压力指标表示人类活动

对环境造成的负荷; 响应指标表征人类面临问题所采取的对策与措施<sup>[20]</sup>。其中土地资源状态指标包括(表 1): 人均耕地面积( $D_1$ ); 人均园地面积( $D_2$ ); 人均林地面积( $D_3$ ); 人均牧草地面积( $D_4$ ); 人均其他农用地面积( $D_5$ ); 人均居民点及工矿用地面积( $D_6$ ); 人均交通运输用地面积( $D_7$ ); 人均水利设施用地面积( $D_8$ ); 人均未利用土地面积( $D_9$ ); 粮食单位面积产量( $D_{10}$ ); 生物丰度指数( $D_{11}$ ); 自然灾害成灾率( $D_{12}$ ); 森林覆盖率( $D_{13}$ )。土地社会经济环境压力指标包括: 人口密度( $D_{14}$ ); 城镇人口比重( $D_{15}$ ); 单位面积公路里程数( $D_{16}$ ); 农用地和建设用地区比( $D_{17}$ ); 单位土地经济产出( $D_{18}$ ); 人均 GDP( $D_{19}$ ); 单位土地工业废气排放量( $D_{20}$ ); 单位土地工业废水排放量( $D_{21}$ ); 单位土地工业固体废物产生量( $D_{22}$ ); 单位耕地面积化肥负荷( $D_{23}$ )。人文影响指标包括: 工业废水排放达标率( $D_{24}$ ); 工业固体废物利用率( $D_{25}$ )。

表 1 陕西省 10 市土地生态安全评价指标原始值

指标	西安	铜川	宝鸡	咸阳	渭南	延安	汉中	榆林	安康	商洛
$D_1$	0.040	0.100	0.100	0.080	0.120	0.190	0.090	0.290	0.13	0.080
$D_2$	0.004	0.026	0.012	0.025	0.014	0.108	0.007	0.028	0.0146	0.003
$D_3$	0.058	0.214	0.271	0.042	0.038	0.874	0.532	0.376	0.577	0.598
$D_4$	0.002	0.080	0.028	0.005	0.011	0.509	0.015	0.452	0.0227	0.054
$D_5$	0.003	0.006	0.009	0.007	0.009	0.009	0.016	0.013	0.0071	0.008
$D_6^*$	0.014	0.023	0.022	0.021	0.028	0.026	0.015	0.032	0.009	0.013
$D_7^*$	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002
$D_8^*$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.001
$D_9$	0.013	0.011	0.048	0.028	0.033	0.037	0.038	0.079	0.032	0.049
$D_{10}$	4 797	3 277	3 920	4 437	3 512	3 430	3 702	2 237	3 125	2 960
$D_{11}$	78.58	90.65	93.76	50.90	53.10	100.0	113.2	83.26	112.6	115.8
$D_{12}^*$	5.05	2.92	2.82	8.53	42.24	0.92	2.57	2.45	2.47	2.80
$D_{13}$	42.18	46.41	55.17	20.28	15.70	49.75	73.89	29.50	72.37	73.89
$D_{14}^*$	7.340	2.170	2.040	4.850	4.120	0.570	1.390	0.790	1.250	1.240
$D_{15}^*$	90.86	95.77	69.89	81.63	78.90	74.95	82.57	70.21	82.93	81.52
$D_{16}^*$	3.860	5.270	2.750	4.650	4.560	1.480	2.700	1.750	2.710	3.150
$D_{17}^*$	90.69	97.54	90.15	86.48	86.51	97.92	94.66	93.78	95.97	93.99
$D_{18}$	12.57	1.787	2.292	4.242	2.395	1.001	0.799	0.743	0.586	0.512
$D_{19}$	1.586	0.838	1.107	0.870	0.571	1.753	0.621	9.723	5.191	4.201
$D_{20}^*$	4.656	11.45	4.530	4.323	11.13	0.264	1.149	1.817	0.190	0.244
$D_{21}^*$	16.788	0.828	3.968	7.964	3.671	0.240	0.635	0.280	0.247	0.495
$D_{22}^*$	0.124	0.213	0.154	0.147	1.916	0.009	0.127	0.163	29.33	154.19
$D_{23}^*$	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.574	0.599
$D_{24}$	95.60	99.20	96.50	95.10	85.90	74.40	92.20	87.50	81.2	57.7
$D_{25}$	84.78	33.64	36.40	72.67	11.33	74.36	21.74	11.97	22.64	0.84

注: 1 带有“\*”符号的指标为逆向指标。④ 指标单位:  $D_1$ — $D_9$  为  $\text{hm}^2/\text{人}$ ;  $D_{10}$  为  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;  $D_{11}$ — $D_{13}$ ,  $D_{15}$ ,  $D_{17}$ ,  $D_{24}$ ,  $D_{25}$  为%;  $D_{14}$  为  $\text{人}/\text{hm}^2$ ;  $D_{16}$  为  $\text{m}/\text{hm}^2$ ;  $D_{18}$  为  $\text{万元}/\text{hm}^2$ ;  $D_{19}$  为  $\text{万元}/\text{人}$ ;  $D_{20}$ — $D_{23}$  为  $\text{t}/\text{hm}^2$ ; 生物丰度指数 =  $400.62 \times (0.35 \times \text{林地} + 0.21 \times \text{草地} + 0.28 \times \text{水域} + 0.11 \times \text{耕地} + 0.04 \times \text{建设用地} + 0.01 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积}$ 。

## 1.2 数据来源

本研究中的数据来源于《中国区域经济统计年鉴 2006》<sup>[21]</sup>、《陕西统计年鉴 2006》<sup>[22]</sup> 和相关政府网站公布的土地资源利用数据等权威资料, 具体指标的原始数据阵如表 1 所示。

## 2 实证分析

本研究采用主成分分析法, 把原有多个变量化为少数几个荷载原变量绝大部分信息的综合指标, 数学上是一种降维处理技术方法<sup>[23]</sup>。即先进行变量的正向化处理和标准化处理, 对所有逆向指标采用取其相反数作正向化处理, 采用极差标准化对原始数据作标准化处理。变量的正向化处理既消除了变量指标性质不同的差异, 又使所得出的综合评价及各主成分得分值同土地生态安全性正相关; 对指标原始数据的标准化处理, 避免了各指标原始数据量纲不同的影响, 得出陕西省 10 个省辖市生态安全评价指标的标准化数据阵(略)。本文的相关运算分析是借助 SPSS 13.0 软件完成的。

### 2.1 观测变量的相关系数矩阵

利用极差标准化数据阵得出观测变量之间的相关系数矩阵, 给出了观测变量之间的相关性程度。其绝对值越大, 变量之间相关性越显著。经观察统计, 该观测变量的相关系数矩阵中绝对值大于 0.3 的元素占 65.76%, 表明各变量间大多为强相关, 基本适合于进行主成分分析。

### 2.2 提取主成分

利用 SPSS 13.0 软件进行运算处理, 从输出的全部解释变量方差来看(表 2): (1) 各主成分初始解排序中, 只有前 5 个主成分的特征根值大于 1。(2) 各主成分方差贡献率(%)中, 前 5 个主成分的累计方差贡献率为 90.370%。表明前 5 个因子已概括绝大部分信息, 其它因子的信息载荷可以忽略不计(通常提取累积方差贡献率达到 85%~95%所对应的因子为主成分), 故提取前 5 个因子作为主成分是可行的。

### 2.3 主成分载荷矩阵与主成分命名

为了使因子含义更为清晰明了, 采用方差极大法进行因子旋转(正交旋转), 输出主成分载荷矩阵(略)。该矩阵给出各主成分的载荷系数, 即各个变量与有关主成分的相关系数。从中可以看出粮食单产量、人口密度、单位土地经济产出和单位土地工业废水排放量等在第一主成分上的载荷较大, 这些变量指标多为压力指标。生物丰度指数、自然灾害成灾率、森林覆盖率和单位土地工业固体废物产生量等在第二主成分上的载荷较大, 这些变量指标多为土地资源

质量指标。人均园地面积、人均牧草地面积、人均居民点及工矿用地面积和人均国民生产总值在第三主成分上的载荷较大, 这些变量指标多为土地资源数量指标。城镇化水平等在第四主成分上载荷较大, 为社会压力指标; 工业废水排放达标率在第五主成分上载荷较大, 反映人文影响指标。因此, 可将主成分命名如下: 第一主成分和第四主成分为土地资源压力主成分; 第二主成分和第三主成分分别为土地资源状态主成分; 第五主成分为人文响应主成分。

表 2 因子解释原变量的总方差

主成分	初始因子解			旋转后因子解		
	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	10.552	42.208	42.208	8.514	34.058	34.058
2	4.351	17.402	59.611	5.313	21.254	55.312
3	4.021	16.082	75.693	4.230	16.921	72.233
4	2.290	9.161	84.854	2.837	11.347	83.580
5	1.379	5.516	90.370	1.698	6.790	90.370
6	0.937	3.749	94.119	—	—	—
7	0.711	2.844	96.963	—	—	—

注: 表中略去第 8—25 主成分的解释方差信息量。

### 2.4 主成分得分系数矩阵及得分函数

根据输出的主成分得分系数矩阵(略), 可以建立各主成分的得分函数:

$$F_1 = 0.083D_1 - 0.019D_2 + 0.013D_3 + 0.026D_4 + 0.070D_5 + \dots \quad (1)$$

$$F_2 = -0.40D_1 - 0.049D_2 + 0.055D_3 - 0.024D_4 + 0.020D_5 + \dots \quad (2)$$

$$F_3 = 0.109D_1 + 0.247D_2 + 0.060D_3 + 0.205D_4 - 0.090D_5 + \dots \quad (3)$$

$$F_4 = 0.041D_1 - 0.085D_2 - 0.012D_3 - 0.015D_4 + 0.180D_5 + \dots \quad (4)$$

$$F_5 = -0.133D_1 + 0.229D_2 + 0.255D_3 + 0.038D_4 - 0.145D_5 + \dots \quad (5)$$

并利用以上函数式计算出各主成分的得分值。

### 2.5 各市土地生态安全综合评价结果

本研究对陕西省 10 个省辖市的土地生态安全状况的综合评价, 采用计算因子加权总分的方法, 其中关键是因子权重值的确定。从单纯的数量上考虑, 可以将 5 个主成分的的方差贡献率(表 2) 作为其权重系数值, 计算公式为:

$$F = 0.3406F_1 + 0.2125F_2 + 0.1692F_3 + 0.1134F_4 + 0.0679F_5 \quad (6)$$

式中:  $F$ ——某市土地生态安全状况的综合评价价值;

$F_1, F_2, F_3, F_4, F_5$ ——相应各主成分的得分。

利用公式(6)计算出陕西省10个地级市的土地生态安全综合评价价值,该综合评价价值和利用(1)~(5)式得出的各主成分得分值,反映了研究区域土地生态安全的状况(表3)。

### 3 结果分析与建议

#### 3.1 结果分析

对陕西省10个省辖市的土地生态安全综合评价结果(表3)分析如下。

表3 陕西省10个省辖市的土地生态安全综合评价及各主成分得分

城市	土地压力主成分	土地质量主成分	土地数量主成分	人文响应主成分	综合评价价值
西安	-2.133	0.503	0.127	-0.266	-0.654
铜川	0.431	-0.248	0.141	-1.087	-0.232
宝鸡	-0.299	0.218	-0.261	-0.480	-0.012
咸阳	-1.218	-0.549	0.006	-0.331	-0.487
渭南	0.155	-2.488	-0.377	0.650	-0.485
延安	0.151	0.569	2.259	1.350	0.637
汉中	0.396	0.870	-1.052	-0.418	0.170
榆林	1.366	-0.164	0.958	-1.386	0.618
安康	0.591	0.975	-0.848	0.229	0.246
商洛	0.560	0.314	-0.952	1.739	0.199

注:表中土地压力主成分值为第一、第四主成分得分值的综合。

先从各主成分得分情况来看:(1)土地资源压力主成分得分系列中,西安市(-2.1330)是陕西省土地生态压力最大的城市,其次是咸阳市(-1.2176),宝鸡市(-0.2994),这3个地处关中地区、经济发展水平较高的大、中城市的分值皆小于零,其余的延安、渭南、汉中、铜川、商洛、安康和榆林市依次为0.1508, 0.1552, 0.3961, 0.4308, 0.5603, 0.5905和1.3662;这些经济发展水平相对较低的中小城市的分值都大于零。表明地处经济较发达的平原地区的市,土地压力较小;地处经济较落后的山区市,其土地压力较大,土地生态安全性相应较高。(2)土地资源质量主成分上,得分由低到高依次为渭南<咸阳<铜川<榆林<宝鸡<商洛<西安<延安<汉中<安康。其中渭南市(-2.4875)是陕西省10个省辖市中土地资源质量最差的;咸阳市(-0.5490)、铜川市(-0.2483)、榆林市(-0.1643)的分值都小于零,宝鸡市(0.2180)、商洛市(0.3142)、西安市(0.5030)、延安

市(0.5687)、汉中市(0.8697)和安康市(0.9754),它们都大于零。表明生物丰度指数和森林覆盖率越高的市其土地资源质量越高。(3)土地资源数量主成分上,得分由低到高依次为:汉中<商洛<安康<渭南<宝鸡<咸阳<西安<铜川<榆林<延安。汉中市(-1.0519)是陕西10个省辖市中土地资源数量压力最大;其次商洛、安康、渭南和宝鸡市分别为-0.9522, -0.8476, -0.3772和-0.2614;它们都小于零,其余咸阳、西安、铜川、榆林和延安市依次为0.0056, 0.1266, 0.1411, 0.9581和2.2589;它们都大于零。这表明各项人均用地面积偏大的市其土地资源数量主成分得分值就越大,土地生态压力相应越小。(4)人文影响主成分得分由低到高依次为榆林市(-1.3855)、铜川市(-1.0867)、宝鸡市(-0.4799)、汉中市(-0.4175)、咸阳市(-0.3313)、西安市(-0.2662)、安康市(0.2286)、渭南市(0.6495)、延安市(1.3502)和商洛市(1.7388)。其中榆林市(-1.3855)在陕西10市中人文响应最差。其次铜川、宝鸡、汉中、咸阳、西安市,其分值都小于零,安康、渭南、延安和商洛市的分值都大于零。表明工业废水排放达标率越高的市,其人文响应度越高,土地生态安全性就较高。

土地生态安全综合评价价值由小到大的排序为西安、咸阳、渭南、铜川、宝鸡、汉中、商洛、安康、延安和榆林市。表明从土地生态安全综合状况来看,西安市的土地生态安全性最低,生态压力最高;其次是咸阳市,渭南、铜川和宝鸡市的土地生态安全性亦较低。关中地区5市的土地生态安全指数全部小于零,表明其土地利用处于生态不安全状态。其次是汉中、商洛和安康市,其值全部大于零,其土地生态安全性较高。最后是延安和榆林市的土地生态安全性最高。显然,陕西省3大地区土地生态压力最大的是关中地区,其次是陕南,土地生态压力最小的是陕北。

参考通用的生态安全设置标准(表4)<sup>[3-12]</sup>,本文依据土地生态安全综合评价价值,设置4个土地生态安全状态档次,以划分陕西省10个省辖市的土地资源生态安全级别。土地生态安全级别与其综合评价价值正相关,级别越高,其土地资源生态安全状况越好,反之则越差。

延安市和榆林市的土地生态安全综合值大于0.3,其土地生态安全处于良好状态,划分为iv级;汉中、安康和商洛市的土地生态安全综合值处于0.00~0.30之间,土地生态安全处于预警状态,划分为㊸级;铜川和宝鸡市的土地生态安全综合值处于-0.40~0.00之间,土地生态安全处于中警状态,划分为㊹

级;西安、咸阳和渭南市的土地生态安全综合值小于 - 0.400,土地生态安全处于重警状态,划分为 ㊦级。

表 4 土地生态安全标准评判阈值

级别	生态安全值	状态	级别特征
iv	> 0.300	良好	生态环境质量较好,土地生态系统服务功能较为完善,抵御外界干扰强,生态系统结构较完整,受干扰后一般可恢复,生态问题较少,生态灾害不大。
㊥	0.00~ 0.300	预警	生态环境质量一般,生态系统服务功能已有退化,生态环境受到一定程度破坏,生态系统结构有变化,抵御外界干扰能力及自我恢复能力差,生态问题显著,生态灾害时有发生。
㊦	- 0.40~ 0.00	中警	生态环境质量较差,生态系统服务功能严重退化,结构破坏较大,生态环境受到较大破坏,功能退化且不全,受外界干扰恢复较困难,生态问题较大,易发生自然灾害。
㊧	< - 0.400	重警	生态环境恶劣,生态系统结构严重不完整,服务功能丧失,生态恢复与重建困难,极易发生生态灾害。

### 3.2 对策建议

榆林市和延安市地处陕北黄土高原、地形坡度大,气候等自然资源条件较差,但是人均土地资源数量较充足,土地资源的社会、经济和环境压力较小,其土地生态安全总体处于良好状态。该区域应在科学治理水土流失的基础上,进一步加大生态林建设力度,处理好经济开发与环境保护的关系。汉中、安康和商洛 3 市水热条件较好,植被覆盖度高,土地资源质量较高,但人均土地资源数量较小且多山地,土地生态安全处于预警状态。该区域应充分发挥气候、土地被覆优良等资源优势,大力推广特色林果业、生态农业,选择适合山地特点的开发利用方式,搞好土地利用生态安全格局设计,因地制宜地推行多样化土地利用,建立多功能农业分区,提高其斑块镶嵌性与生态多样性,从而提高土地集约、合理利用水平,实现区域生态、经济并举发展。铜川市和宝鸡市人文影响较弱,土地生态安全处于中警状态,该两个省辖市应适当地限制人口过快增长,以减轻人口对于经济发展产生的不良影响,同时加大人文响应。西安、咸阳和渭南 3 市的土地资源的经济、社会和环境压力较大,加之渭南、咸阳市的土地资源质量较低,西安、咸阳市的人文影响亦偏弱,土地生态安全处于重警状态。该 3

市最关键的共性问题是减轻土地资源的经济、社会与环境压力,努力提高经济发展与环境保护的协调度。其次,提高土地资源质量,加大人文响应(如环境保护及其治理)力度也很重要。

最后尚需指出,本研究还存在某些不足,如评价指标的选取,受 P—S—R 模型构架的制约,诸如水热条件、交通和信息便捷度等,还不易纳入该评价指标体系;相同指标(如人均耕地面积等)在不同自然条件和经济发展水平地区的价值各不相同,直接比较有失科学合理。此外,运用诸如生态足迹、P—S—R 模型等生态模型评价问题,一般会得出经济发达地区逊色于经济相对不发达区域的结论,似乎总是陷入“生态悲观论”的泥潭。这应是今后研究中应该加以改进和完善之处。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 杨京平.生态安全的系统分析[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [2] 刘彦随,陈百明.中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究[J].地理研究,2002,21(3):324-330.
- [3] 马瑛.我国北方农牧交错地带土地利用生态安全评价[J].干旱区资源与环境,2007,21(7):53-58.
- [4] 汤洁,朱云峰,李朝阳,等.东北农牧交错带土地生态安全指标体系建立与综合评价[J].干旱区资源与环境,2006,20(1):119-124.
- [5] 卢金发,尤联元,陈浩,等.内蒙古锡林浩特市生态安全评价[J].资源科学,2004,26(2):108-114.
- [6] 张虹波,刘黎明,张军连.黄土丘陵地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.
- [7] 王丽霞,任志远.黄土高原边缘地区生态安全评价与分析:以山西省大同市为例[J].干旱区研究,2005,22(2):251-255.
- [8] 邓楚雄,谢炳庚.丘陵山区土地资源生态安全评价与建设[J].农业现代化研究,2007,28(2):225-228.
- [9] 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.
- [10] 曹新向,郭志永,雏海潮.区域土地资源持续利用的生态安全研究[J].水土保持学报,2004,18(2):192-195.
- [11] 王惠勇,曲衍波,郑晓梅,等.主成分分析法在城镇土地生态安全评价中的应用:以山东省临沂市为例[J].安徽农业科学,2007,35(15):4614-4617.
- [12] 付伟章,曲衍波,齐伟,等.东部小城镇土地生态安全评价方法及应用[J].农业现代化研究,2006,27(3):202-205.
- [13] 王楠君,吴群,陈成.城市化进程中土地资源安全评价指标体系研究[J].国土资源科技管理,2006,23(2):28-31.
- [14] 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):354-358.

(下转第 207 页)

变的时间序列中, 各种景观的分离度具有较为复杂的不均匀变化, 分离度的变化与景观破碎度和优势度的节律变化一样, 具有时段上的起伏振荡。这种明显的节律性变化与该社区的农业经济政策、人口的增长与经济节律十分吻合。这充分说明经济的发展尤其是农业经济政策对于农村社区景观格局的演变以及生态安全的变化起着关键性的作用。

(3) 应用 RS 和 GIS 技术, 借助景观生态学的研究方法, 探讨区域景观格局的演变, 是揭示土地利用/覆盖以及生态状况和空间变异特征的有效手段, 在缺乏生态监测资料的历史积累时, 可利用土地利用/覆盖景观结构及其动态变化特征来揭示区域综合性生态影响的程度和分布范围。从而制定相应的政策, 促进农村社区水土资源和生态环境的可持续发展。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念与研究方法[ J ]. 应用生态学报, 2002, 13(3): 354-358.
- [ 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 ] 王根绪, 程国栋, 钱鞠. 生态安全评价研究中的若干问题[ J ]. 应用生态学报, 2003, 14(9): 1551-1556.
- [ 4 ] Norton S B, Rodier D J, Gentile J H, et al. A framework for ecological risk assessment at the EPA [ J ]. Environ Toxicol Chem, 1992, 11: 1663-1672.
- [ 5 ] Costanza R, Norton B G, Haskell B D. Ecosystem health: New goal for environmental management [ M ]. Washington D C: Island Press, 1992.
- [ 6 ] Dobson, Andy P. Hopes for the future: Restoration ecology and conservation ecology[ J ]. Science, 1997, 277: 515-524.
- [ 7 ] 张兵, 金凤君, 胡德勇. 甘肃中部地区生态安全评价[ J ]. 自然灾害学报, 2007, 16(5): 9-15.
- [ 8 ] 韦仕川, 吴次芳, 杨杨, 等. 基于 RS 和 GIS 的黄河三角洲土地利用变化及生态安全研究[ J ]. 水土保持学报, 2008, 22(1): 185-189.
- [ 9 ] 王志强, 于磊, 张柏, 等. 吉林省西部土地利用变化及其农业生态安全响应[ J ]. 资源科学, 2006, 28(4): 58-64.
- [ 10 ] 王耕, 王伟. 区域生态安全演变机制与过程分析[ J ]. 中国安全科学学报, 2007, 17(1): 16-21.
- [ 11 ] 李翔, 许兆义, 孟伟. 城市生态承载力研究[ J ]. 中国安全科学学报, 2005, 15(2): 3-7.
- [ 12 ] 吴开亚, 何琼, 孙世群. 区域生态安全评价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.
- [ 13 ] 陈星. 区域生态安全空间格局评价模型的研究[ J ]. 北京林业大学学报, 2008, 30(1): 21-28.
- [ 14 ] 陈鹏, 潘晓玲. 干旱区内陆河流域区域景观生态风险分析[ J ]. 生态学杂志, 2003, 22(4): 116-120.
- [ 15 ] Tobias P, Fernando J P, Harald S. Effects of land use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas [ J ]. Journal of Arid Environments, 2004, 57: 344-364.
- [ 16 ] 李晓燕, 张树文. 基于景观结构的吉林西部生态安全动态分析[ J ]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 57-62.
- [ 15 ] 刘彦随. 保障我国土地资源安全的若干战略思考[ J ]. 中国科学院院刊, 2006, 21(5): 379-384.
- [ 16 ] 明寰. 生态安全: 国家安全的重要基石[ J ]. 福建环境, 2002, 19(2): 1.
- [ 17 ] 林彰平. 东北农牧交错带土地利用变化的生态环境效应分析: 以镇赉县为例[ J ]. 松辽学刊: 自然科学版, 2001(1): 1-5.
- [ 18 ] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析[ J ]. 地理学报, 2005, 60(4): 597-606.
- [ 19 ] 张艳芳, 任志远. 陕南秦巴山地农业景观空间格局与动态研究[ J ]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2000, 28(4): 115-119.
- [ 20 ] 王明全, 王金达, 刘景双. 城市生态安全评价研究: 以长春市为例[ J ]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(3): 72-76.
- [ 21 ] 国家统计局国民经济综合统计司. 中国区域经济统计年鉴 2006[ M ]. 北京: 中国统计出版社, 2007.
- [ 22 ] 陕西省统计局. 陕西省统计年鉴 2006[ M ]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [ 23 ] 徐建华. 计量地理学[ M ]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 95-98.

(上接第 202 页)