

土地生态安全评价与障碍因子诊断

——以河南省周口市为例

樊鹏飞¹,段朋辉^{1,2},刘志丹^{1,2},彭宏杰¹,梁流涛^{1,2*}

1. 河南大学环境与规划学院,河南 开封 475004

2. 河南大学 黄河中下游数字地理技术教育部重点实验室,河南 开封 475004

摘要: 为探究粮食生产核心区内土地生态安全状况及其障碍因子,破解河南省三大国家战略规划实施过程中的土地困境提供支持。本文采用改进 PSR 模型、相对熵赋权法、障碍因子诊断模型对河南省周口市土地生态进行评价与障碍因子分析。结果表明:(1) 12 年间系统压力呈现缓慢上升-快速下降-逐渐上升的变化趋势;系统状态呈现快速下降-逐渐上升-缓慢下降的变化态势;系统响应与系统压力呈现出拉锯式循环增减变化态势;系统综合指数从 2001 年的 0.3456 下降到 2003 年的 0.3230,又快速上升到 2009 年的 0.4534,再缓慢下降到 2012 年的 0.4394,相应的安全等级也经历了从敏感级到一般安全级再到临界安全级的倒“U”型变化;(2) 有 55.5% 的障碍因子集中在系统压力层,主要障碍因子包括人均耕地、地均化肥和农药负荷、农林水务和环保治理支出比重等指标。研究地域和研究方法的创新丰富了土地生态安全评价研究,为类似区域提供参考借鉴;河南省土地生态安全保护必须从系统压力入手,以构筑绿色和谐的国土空间格局为着眼点,以转变经济发展方式为落脚点,以增加“三农”和环保项目的财政支持为发力点,走一条不以牺牲粮食生产和生态环境的“三化”协调“五化”同步之路。

关键词: 土地生态安全;改进 PSR 模型;障碍度;周口市

中图分类号: F323.21

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2016)02-0207-07

Evaluation and Diagnosis on Land Eco-security and Obstacle Factors

——Taking Zhoukou City of Henan Province as a case

FAN Peng-fei¹, DUAN Peng-hui^{1,2}, LIU Zhi-dan^{1,2}, PENG Hong-jie¹, LIANG Liu-tao^{1,2*}

1. College of Environment and Planning/Henan University, Kaifeng 475004, China

2. Key Laboratory of Geospatial Technology for Middle and Lower Yellow River Regions of Education Ministry, Henan University, Kaifeng 475004, China

Abstract: To explore the situation of land eco-security and its obstacle factors in the core area of grain production, and provide support for the land dilemma in implementation process of the three national strategic planning of Henan Province. This paper took methods including the improved PSR model, relative entropy weight method and obstacle factor diagnosis model. The result showed that:(1) Press index showed a gradually rise- rapid fall-gradually rise fluctuation trends during 12 years; State index showed a rapid decline -gradually increase-slowly downward trends; Response index and the press index showed a seesaw circulation trends; Composite index decreased from 0.3456 in 2001 to 0.3230 in 2003, then quickly increased to 0.4534 in 2009, finally drop to 0.4394 in 2012. The security levels also experienced from sensitive to general safety level then became critical safety level—presented a inverted U shape change. (2)The obstacle factors mainly concentrated in the system pressure layer. It included the per capital cultivated land, fertilizer and pesticide load, the proportion of agriculture and environmental protection spending. It concluded that the innovation of region and methods not only enriched the study of land eco-security evaluation, but also provided a reference for the similar regions. Henan Province must start from the system pressure to construct green and harmonious land spatial patterns, enlarge financial support to the "three rural" and environmental protection and transform economic developing mode. It should exploit a path of three-agriculture coordination and five-oriented synchronization rather than did it at the cost of grain production and the ecological environment.

Keywords: Evaluation of land eco-security; improved PSR model; obstacle degree; Zhoukou City

收稿日期: 2015-10-28

修回日期: 2015-11-20

基金项目: 国家自然科学基金(41301641); 教育部人文社会科学研究一般项目(11YJC790095); 国家博士后科学基金(2012M510175 和 2013T60695)

作者简介: 樊鹏飞(1990-),男,硕士研究生,主要从事土地利用与估价研究. E-mail:18438703566@163.com

***通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:liangliutao415@163.com

土地是人类赖以生存和发展的基础^[1]，健康的土地生态系统关系到国家的政治安全、经济安全、国防安全和人民生存安全^[2]。土地生态安全是指通过合理利用和管理，使土地资源生态状况能满足社会经济发展需要，系统结构和功能不受或少受威胁的状态^[3]。以 2009 年 8 月国家发改委《关于印发河南省粮食生产核心区建设规划的通知》为标志，河南省粮食生产核心区建设上升为国家战略，对区域内土地生态安全提出了严格要求。与此同时，同样上升为国家战略的中原经济区和郑州航空港经济综合实验区建设也在如火如荼地开展，伴随而来的工业化、城镇化极易引起区域内土地生态退化和环境失调，从而对区域内土地生态安全构成潜在威胁。因此，开展土地生态安全评价与障碍因子诊断研究，对于河南省破解三大国家战略规划实施过程中的土地困境，保障中原经济区在全国率先走出一条不以牺牲粮食生产和生态环境的“三化”协调、“五化”同步新道路，具有重要的理论价值与实践意义。

学者在此方面做了大量研究^[4-6]，但还存在需要改进之处：一是研究区域主要集中在东部沿海发达地区和西部生态脆弱区^[7,8]，对于中部粮食生产核心区关注较少；二是在权重的确定上，科学性和准确性有待增强；三是多数研究侧重于评价和趋势分析，较少进行障碍因子诊断。基于此，本研究以粮食生产核心区河南省周口市为例，运用改进的 P-S-R 模型^[9,10]和相对熵组合赋权法来开展土地生态安全评价和障碍因素分析。

1 研究方法与数据来源

1.1 土地生态安全评价方法

1.1.1 改进的 PSR 模型和指标体系构建 一般的 P-S-R 模型对系统内部各部分之间的相互作用机理缺乏细致描述，实际应用中需要适当改进^[10]。本研究强调土地生态系统的综合特征，认为人口、环境和社会经济都具压力、状态和响应表征^[11]，它们之间不是单纯的被影响关系，而是主动和被动交互作用的关系。本研究运用改进的 P-S-R 模型^[8,9,12]，分析了粮食生产核心区区内的人类与土地生态系统的相互作用机理（如图 1）：压力作为生态问题的根源，来源于人类和土地自身，包括人口压力、环境压力以及社会经济压力；伴随着压力、响应以及系统自身变化，土地生态系统的结构和功能状态开始发生改变，土地资源状态、生态环境状态以及社会经济状态都在随着变化；压力和状态的变化会以一定的方式反馈给人类，人类会依据反馈程度来对压力做出调整并采取相应的响应机制，包括经济响应和社会响应两方面^[7,13]。

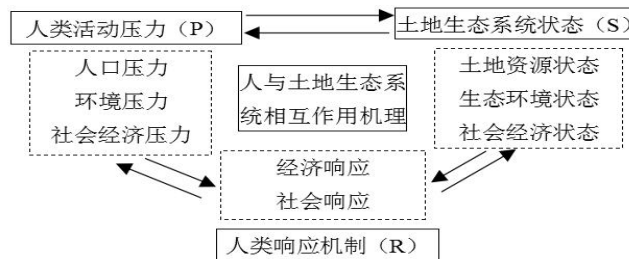


图 1 人与土地生态系统系统的相互作用机理

Fig.1 Mechanism of interaction between human and land ecosystem

参考相关研究^[14,15]，结合周口市实际情况，构建土地生态安全评价指标体系（见表 1）。根据指标作用方向的不同，将其分为正向指标（P）和逆向指标（M）：P 值越大表明区域内维护土地资源生态安全的能力越强，如森林覆盖率、生态用地占比、农民人均收入等，指标越高于基准值，越对土地生态安全有利，越低于该值则越不利；M 值越大表明对区域土地资源生态安全的威胁越大，如人口密度、地均化肥和农药负荷、单位 GDP 产能等，基准值为安全上限，越高于该值越对土地生态安全不利，越低于则越有利。

1.1.2 指标标准化 为了能够更加真实的测算出区域内土地生态安全状况与理想标准的差距，本研究利用各个指标的基准值来进行无量纲化：

(1) 正向指标：
$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & X_{ij} \geq S_i \\ X_{ij}/S_i, & X_{ij} < S_i \end{cases} \quad (1)$$

$$(2) \text{ 逆向指标: } Y_{ij} = \begin{cases} 1, & X_{ij} \leq S_i \\ S_i / X_{ij}, & X_{ij} > S_i \end{cases} \quad (2)$$

式中, $X_{ij}(i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,m)$ 为第 i 个评价指标在第 j 年中的实际值, $S_i(i=1,2,3,\dots,n)$ 为第 i 个评价指标的基准值, Y_{ij} 为该指标的标准化安全指数, $0 \leq Y_{ij} \leq 1$ 。

表 1 基于改进 PSR 模型的土地生态安全评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of land eco-security based on improved PSR model

| 目标层 | 项目层 | 因素层 | 指标层 | 功效 | 基准值 | 基准值来源 | 组合权重 | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| Target | Criterion | Factor level | Evaluation index | Virtue | Basic value | Source of value | Weight | |
| 周口市 土地生态 安全 评价 | 压力 | 人口压力 | C1 人口自然增长率 (%) | M | 1.37 | 世界均值 ^[16] | 0.0366 | |
| | | | C2 人口密度 (人/km ²) | M | 143 | 全国均值 | 0.0384 | |
| | | | C3 人均耕地 (hm ² /人) | P | 0.09 | 全国平均 ^[17] | 0.0435 | |
| | | | C4 地均化肥负荷 (kg/hm ²) | M | 385 | 国际公认 ^[4] | 0.0419 | |
| | | C5 地均农药负荷 (kg/hm ²) | M | 0.131 | 国际公认 ^[18] | 0.0402 | | |
| | | 环境压力 | C6 森林覆盖率 (%) | P | 21.63 | 全国均值 ^[19] | 0.033 | |
| | | | C7 地均工业废水承载量 (t/hm ²) | M | 146.79 | 全国水平 ^[20] | 0.0365 | |
| | | | C8 年降水量 (mm) | M | 350 | 华北均值 ^[21] | 0.0325 | |
| | | | C9 城市化水平 (%) | P | 54.8% | 全国水平 | 0.0354 | |
| | | | 社会经济压力 | C10 经济密度 (万元/km ²) | P | 66.26 | 全国水平 | 0.0383 |
| | | C11 人均建设用地面积 (m ²) | | M | 110 | 国家标准 ^[22] | 0.0331 | |
| | | C12 易涝地占耕地比重 (%) | | M | 34 | 全国水平 ^[18] | 0.0345 | |
| | | 土地资源状态 | | C13 生态用地占比 (%) | P | 65 | 国家标准 ^[23] | 0.0395 |
| | | | | C14 农田有效灌溉率 (%) | P | 40 | 全国水平 ^[4] | 0.035 |
| | C15 单位 GDP 能耗 (吨标准煤/万元) | | M | 0.62 | 全国水平 | 0.0382 | | |
| | 状态 | 生态环境状态 | C16 单位 GDP 电耗 (KWh/万元) | M | 0.92 | 全国水平 | 0.0404 | |
| | | | C17 工业废水排放达标率 (%) | P | 95.3 | 全国均值 | 0.0377 | |
| | | | C18 农林牧渔增加值指数 (%) | P | 8.29 | 河南均值 | 0.0355 | |
| | | | 社会经济状态 | C19 农业机械化水平 (%) | P | 61 | 全国水平 | 0.0331 |
| | | C20 人口死亡率 (‰) | | P | 6.65 | 世界均值 ^[16] | 0.0309 | |
| | | C21 第三产业占 GDP 的比重 (%) | | P | 41.92 | 全国水平 | 0.0347 | |
| | | 经济响应 | | C22 农林水务支出占 GDP 比重 (%) | P | 7.82 | 河南均值 | 0.0405 |
| | | | C23 环保治理支出占 GDP 比重 (%) | P | 1.61 | 全国水平 | 0.0417 | |
| | 响应 | | C24 全年农村居民人均收入 (万元) | P | 0.98 | 全国水平 | 0.0397 | |
| | | | C25 工业 SO ₂ 去除率 (%) | P | 78.45 | 全国水平 | 0.0332 | |
| | 社会响应 | C26 城镇生活污水处理率 (%) | P | 84.35 | 河南均值 | 0.0406 | | |
| | | C27 洪涝处理率 (%) | P | 92 | 全国水平 | 0.0358 | | |

注:基准值一部分来源于相关统计年鉴、统计公报、国家统计局网站数据,另一部分来源于其它研究成果。

Note: Part of basic value is derived from the related statistical yearbook, statistical bulletin, the website of the State Statistics Bureau, the other part is from the other research results.

1.1.3 指标权重的确定 在充分考虑了主客观赋权法的优劣势基础上,本研究选择了组合赋权法,通过引入相对熵理论对组合系数的确立进行了一定改进,计算过程如下:

(1) 层次分析法确定权重 所谓层次分析法是一种定性定量相结合的方法,先请相关专家对各指标进行两两比较,逐层进行判断打分,并构造出矩阵。结合 *Yet Another AHP* 软件用方根法求得最大特征根对应的特征向量,并通过一致性检验,权重向量为: $u_{ki}=(u_{k1}, u_{k2}, u_{k3}, \dots, u_{k27})^T$

(2) 熵权法确定权重 作为一种经典的客观赋权法,熵权法原理是某项指标的值变异程度越大,信息熵越小,该指标提供的信息量越大,相应权重也越大,反之,权重越小^[8]。首先,要计算各个指标的熵值;然后,计算出该指标对应的变异系数;最后,确定各指标的熵权。所确定的指标权重向量为: $u_{ki}=(u_{k1}, u_{k2}, u_{k3}, \dots, u_{k27})^T$

$$(3) \text{ 确定组合权重 } W_i = \sum_{k=1}^R \theta_k \cdot u_{ki} \quad (3)$$

式中, W_i 即为组合权重, θ_k 为组合系数, u_{ki} 为第 k 种赋权法中第 i 指标的权重。由此可以看出,组合赋权法的关键是组合系数的确定。为此,本研究引入“可信度”概念^[24],即一种赋权法的权重可信度越高,其权重系数越大。本研究利用相对熵来确定可信度。引入集合权重,即通过最优解得到

一个与各单一赋权法所得权重最接近的集结权重, 记为 $V=(v_1, v_2, \dots, v_N)$, $U=(u_1, u_2, \dots, u_R)$ 为各单一赋权方法集合, u_{ki} 为第 k 种赋权法中第 i 个指标的权重。利用相对熵思想, 构建求最优解模型^[25]:

$$\min : \sum_{k=1}^R \sum_{i=1}^N v_i \log \frac{v_i}{u_{ki}} \tag{4}$$

$$\begin{cases} s.t & \sum_{i=1}^N v_i = 1 \\ v_i \geq & \forall i \in N \end{cases}$$

求得式(4)中的最优解为 $v_i = \frac{\prod_{k=1}^R (u_{ki})^{\frac{1}{R}}}{\sum_{i=1}^N \prod_{k=1}^R (u_{ki})^{\frac{1}{R}}}$; 可以通过计算每一种赋权结果 u_{ki} 与集结权重

$V=(v_1, v_2, \dots, v_N)$ 的贴近度 $h[u_k, v](k=1, 2, 3, \dots, R)$, 利用贴近度计算可信度即组合系数:

$$\theta_k = \frac{h[u_k, v]}{\sum_{k=1}^R h[u_k, v]} \tag{5}$$

经过计算, 可以分别得到层次分析法和熵权法所确定的指标权重, 把它们带入式(4)-(5)可测算出组合系数 θ_k 分别为 0.4071 和 0.5929, 最后带入式(3)得到了最终的组合权重, 结果见 (表 1)。

1.1.4 综合评价指数的计算 作为评价区域土地资源生态安全状况的综合指标, 土地生态安全综合指数 (LESI) 是根据各指标的标准化值和相应的权重计算得到的, 计算公式如下:

$$S_{ij} = Y_{ij} \times W_i \tag{6}$$

$$F_j = \sum_{i=1}^n Y_{ij} \times W_i \tag{7}$$

式中: S_{ij} 为第 i 个评价指标在第 j 年中的单项安全值; F_j 为第 j 年的土地生态安全综合值; Y_{ij} 为指标 i 在第 j 年中的标准化安全数; W_i 为指标 i 的综合权重。

1.1.5 土地生态安全评价标准与级别划分 在参考其他研究基础上^[3-6], 结合粮食生产核心区实际, 采用文献调研和模糊隶属度的方法, 将安全程度划分为 5 个等级 (见表 2)。需要强调的是, 由于研究区范围较小, 自然和社会经济差异不明显, 其生态安全综合值的跨度不大, 因而相应的安全程度的划分标准也不同于一般大尺度研究。

表 2 土地生态安全程度划分

Table 2 The ecological security level of land

| 综合安全指数 Composite index | 安全等级 Security levels | 评价标准 Evaluation criterion |
|---------------------------|-------------------------|---|
| <0.25 | I 风险级 | 土地生态系统功能接近崩溃, 生态系统结构完全不合理, 几乎丧失抵抗外界干扰的能力, 生态系统很难恢复或重建 |
| 0.25~0.35 | II 敏感级 | 土地生态系统及结构较不合理, 生态系统受到中度破坏, 系统功能有所退化, 抗外界干扰能力很差 |
| 0.35~0.45 | III 临界安全级 | 土地生态系统结构不稳定, 生态系统受到轻微破坏, 但系统尚可维持基本功能, 可抵抗部分外界干扰 |
| 0.45~0.55 | IV 一般安全级 | 土地生态系统正常运转, 生态系统结构基本合理, 具有一定抵抗外界干扰的能力, 具有一定自我恢复的能力 |
| 0.55~0.75 | IV 安全级 | 土地生态系统运转良好, 生态系统结构完备, 环境未受到破坏, 地力肥沃, 无生态问题发生 |
| >0.75 | VI 理想安全级 | 土地生态系统完美运转, 生态系统结构合理并且稳定, 完全能够抵抗外界任何干扰, 自我恢复能力极强 |

1.2 土地生态安全障碍因素计算方法

本研究既要评价粮食生产核心区内土地生态安全状况, 又要对障碍因子进行诊断。引入“因子贡献度”、“指标偏离度”、“障碍度”, 并根据障碍度的大小排序来确定影响因子的主次关系^[26,27]。因子贡献度 T_i , 表示单项因素对总目标的作用程度, 即单因素对总目标的权重 W_i ; 指标偏离度 S_i , 表示单项指标与生态安全目标之间的差距, 可设为指标标准化值与 100% 的差值; 障碍度 P_{ij} , 表示

指标对生态安全的影响,即障碍诊断的结果,公式如下:

$$S_i = 1 - Y_{ij} \tag{8}$$

$$P_{ij} = \frac{S_i W_i}{\sum_{i=1}^{27} S_i W_i} \times 100\% \tag{9}$$

1.3 数据来源

原始数据来源于周口市各县区统计年鉴(2001~2013)、河南省统计年鉴(2001~2013)、中国统计年鉴(2001~2013)、中国农村统计年鉴(2001~2013),河南省土地利用现状数据集,河南省和周口市环境公报和环境监测数据,相关数字影像数据,相关研究报告、书籍、论文期刊和大量的实地调查资料。各指标基准值的确定主要是通过参考相关文献和统计公报,采用目前国际公认值、世界均值、全国均值、地区均值等。

2 结果与分析

依据以上所构建的指标体系和研究方法,利用公式(1)~(7)计算得到周口市 2001~2012 年间的土地生态系统的单项指数和综合指数(图 1)。

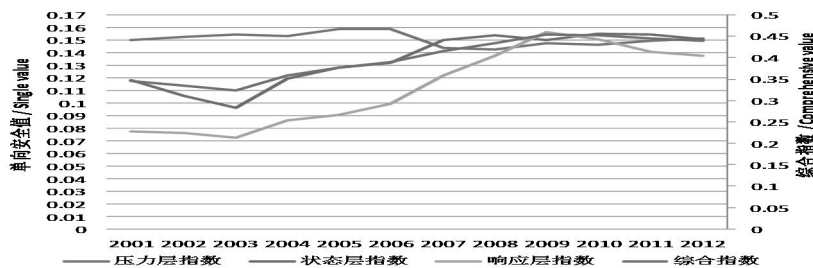


图 2 土地生态安全系统评价结果

Fig.2 The evaluation results of land eco-security system

2.1 土地生态安全单项指数

2.1.1 压力指数 从图 2 可以看出,压力指数在这 12 年间呈现出波动变化态势,可以将其划分为三个阶段:2001~2006 年波动上升,并于 2005 年达到了历史最高点 0.1590;2006~2008 年快速下降,并在 2008 年达到了历史最低点 0.1424,下降幅度达到了 10.44%;2008~2012 年波动上升阶段,并于 2012 年达到 0.1513,增幅达到 6.25%。从各单项值计算结果看,人口自然增长率、人均耕地面积、工业“三废”排放、化肥和农药施用量、人均建设用地面积的变化在很大程度上影响了压力层的变化。通过对原始数据分析得知,周口市土地资源生态安全仍然面临着巨大的压力,主要表现在如下几个方面:(1) 人口压力大,人口数量多且呈现出不断增长态势。周口市的人口规模从 2001 年的 1047.7 万增加到 2012 年的 1126.5 万,人均耕地面积也由 0.0816 hm²/人下降到 0.076 hm²/人。人地矛盾日益尖锐,土地承载压力不断增加,极易引发土地生态环境的恶化。(2) 环境压力不断增加。周口市工业化和农业现代化的步伐不断加快,但却是以一定程度上牺牲生态环境为代价的。在考察期内,周口市单位耕地面积化肥负荷从 2001 年的 0.6855 t/hm² 增加到 2013 年的 0.8567 t/hm²,农药施用量从最低的 0.019 t/hm² 到最高的 0.023 t/hm²。

2.1.2 状态指数 状态指数在评价期内呈现出下降-上升-缓慢下降的变化态势。2001~2003 年为快速下降期,状态指数从 2001 年的 0.1183 迅速下降到 2003 年的历史最低点 0.0961,降幅为 18.76%。在本时期内单位 GDP 的能耗和电耗量不断增加,工业废水排放达标率不断降低,说明区域内的生态环境状态日益恶化。2003~2010 年为不断上升期,状态指数从 2003 年的 0.0961 增加到 2010 年的 0.1547,年增长率高达 6.96%,区域生态环境逐渐改善。由于政策转变,“三农”工作得到了更多重视,政府加大了对农业生产和农村生态环境治理投入,有效灌溉面积、旱涝保收率和排灌机械动力都逐年增加,周口市还大力发展绿色农业,淮阳、扶沟逐渐建立起了集中连片的有机蔬菜、生态农业生产基地,这些都使得系统的状态层指数不断提高。2010~2012 年为缓慢下降期,状态指数从 2010 年的

0.1547 逐渐下降到 2012 年的 0.1505, 降幅为 2.71%。受金融危机影响, 政府为刺激经济, 新建一批相对落后产能, 单位 GDP 能耗和电耗量开始增加, 工业废水排放达标率逐渐降低。此外, 受极端气候影响, 周口市近年来旱涝灾害频发, 这些都使得状态层指数缓慢降低。

2.1.3 响应指数 响应指数呈现出缓慢下降-快速上升-逐渐下降的变化趋势, 该变化与压力层的变化呈拉锯式循环增减态势。2001~2003 年为缓慢下降期, 响应指数从 2001 年的 0.0772 下降到 2003 年的历史最低点 0.0722。由于对环境保护的认识还处于模糊阶段, 农林水务和环境治理投入较低, 工业 SO₂ 去除率和生活污水处理率也比较低, 使得响应指数缓慢降低。2003~2009 年为快速上升期, 响应指数从 2003 年的 0.0722 快速上升到 2009 年的历史最高点 0.1560, 年增长率高达 13.68%。从统计结果看, 周口市农林水务和环境治理支出比重逐年增加, 生活垃圾处理率和工业 SO₂ 去除率也逐渐高出基准值。此外, 第三产业比重和农民人均收入也在快速增长, 这些都使得周口市应对生态问题的能力不断提高。2009~2012 年为逐渐下降时期, 响应指数逐步下降到 2012 年的 0.1375, 降幅为 1.85%。受经济减速影响, 稳增长成为头等大事, 相应的对生态环境治理的重视程度出现一定程度的下降。

2.2 土地生态安全综合指数

从整体上看, 周口市 2001~2012 年间土地生态安全综合指数较低且呈现出下降-上升-下降的变化趋势。由于对土地生态安全的认识还处于模糊阶段, 保护力度不够, 2001~2003 年为下降期, 综合值从 2001 年的 0.3456 下降到 2003 年的 0.3230, 安全等级属于敏感级。由于采取了多种响应措施, 2003~2009 年综合指数快速上升, 从 2003 年的 0.3230 飙升到 2009 年的 0.4534, 增幅达到 40.43%, 相应的状态曲线和响应曲线也呈现出不断上升的态势, 安全级别由敏感级上升为一般安全级。受响应曲线大幅度的下降的影响, 2009~2012 年综合指数缓慢下降, 从 2009 年的 0.4534 缓慢下降到 2012 年的 0.4394, 安全等级由一般安全降为临界安全。

2.3 土地生态安全障碍因子诊断

根据公式(8)~(9)可计算得到 2001~2012 年间的各指标障碍度。由于所选用的指标因子较多, 本研究统计 12 年间障碍度 ≥ 7% 的指标出现频次, 最终筛选了 9 个频次较高的指标, 作为影响粮食生产核心区土地生态安全的主要障碍因子 (见表 3)。

表 3 土地生态安全主要障碍因素

Table 3 Main obstacle factors of land eco-security

| 障碍因素 Obstacle factors | C3 | C4 | C5 | C22 | C23 | C7 | C8 | C13 | C15 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|
| 频次 (次) | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 |
| 频率 (%) | 91.67 | 91.67 | 91.67 | 91.67 | 91.67 | 83.33 | 75 | 66.67 | 66.67 |

2001~2012 年间出现频率最高的障碍因子分别是人均耕地、地均化肥负荷、地均农药负荷、农林水务支出比重以及环保治理支出比重, 它们的出现频率均高达 91.67%; 出现频率第二高的指标因子为地均工业废水承载量, 频率达到了 83.33%; 出现频率第三高的因子为年降水量, 频率也达到了 75%; 出现频率第四高的因子为生态用地占比和单位 GDP 能耗, 频率为 66.67%。从层级分布看, 这 9 个主要障碍因子中, 压力层占到 5 个, 且都为人口压力和环境压力要素; 状态层占到 2 个, 分别为土地资源要素和生态环境要素; 响应层也占到 2 个, 都为经济响应要素。可以看出, 制约周口市土地生态安全的障碍因子主要来源于压力层, 集中在人口压力和环境压力上, 由于该区域农业人口多、耕地面积比重大, 耕作方式是否合理会对区域土地生态安全造成较大影响。因此, 提高土地生态安全水平必须从系统压力入手, 特别要注意农业耕作方式的改善。对于状态层中障碍因子所包括的土地要素和环境要素, 主要由于周口市经济结构和用地结构不合理, 建设用地占比大大高于生态用地, 一些区域还存在着牺牲生态环境发展经济的现象。因而, 作为粮食生产核心区的周口市, 更应该走一条不以牺牲粮食生产和生态环境的“三化”协调“五化同步”之路。响应层中的障碍因子主要为经济响应, 表明粮食生产核心区内的土地生态安全保护应当更加注重经济手段, 从提高农民人均收入入手, 增加财政支持力度, 构建起完善的经济响应机制。

3 结论

本文尝试针对粮食生产核心区开展土地生态安全评价与障碍因子诊断研究,在评价模型和指标体系的构建、指标数据标准化以及权重的确定方面都进行了一定程度的改进和创新,主要结论如下:

(1) 通过对 2001~2012 年间周口市土地生态安全评价,结果表明:压力指数在这 12 年间呈现出上升-下降-上升的波动变化态势,变化幅度最高达到 10.44%;状态指数呈现出快速下降-逐渐上升-缓慢下降的变化态势,显示出区域内土地生态安全的不稳定性;响应指数与压力指数的变化呈现出拉锯式循环增减态势,呈现出缓慢下降-快速上升-逐渐下降的变化趋势;综合指数较低且呈现出下降-上升-下降的变化趋势,相应的安全等级也经历了从敏感级到一般安全级,再到临界安全级的变换。

(2) 通过对 2001~2012 年间周口市土地生态系统进行障碍因子诊断,结果表明:主要障碍因子分别是人均耕地、地均化肥和农药负荷、农林水务和环保治理支出比重、地均工业废水承载量和年降水量、生态用地占比和单位 GDP 能耗。从层级分布看,压力层占 5 个,且都为人口压力和环境压力要素;状态层占 2 个,分别为生态环境要素和土地资源要素;响应层占 2 个,都为经济响应要素。可以看出,提高粮食生产核心区内土地生态安全水平必须从系统压力入手,积极采取响应措施,以构筑绿色和谐的国土空间格局为着眼点,以转变经济发展方式为落脚点,以增加“三农”和环保项目的财政支持为发力点,走一条不以牺牲粮食生产和生态环境的“三化”协调“五化”同步之路,保障河南省国家粮食生产核心区建设,与建设中原经济区、郑州航空港经济综合实验区互动前行。

参考文献

- [1] 王永培.中国地区经济差距的测度与分解 1978-2010[J].当代经济管理,2012,34(11):55-59
- [2] 李智国,杨子生.中国土地生态安全研究进展[J].中国安全科学学报,2007,17(12):5-13
- [3] 黄辉玲,罗文斌,吴次芳.基于物元分析的土地生态安全评价[J].农业工程学报,2010,2(63):316-322
- [4] 谢花林,刘 曲,姚冠荣,等.基于 PSR 模型的区域土地利用可持续性水平测度——以鄱阳湖生态经济区为例[J].资源科学,2015(3):449-457
- [5] 曲衍波,齐 伟,商 冉,等.基于 GIS 的山区县域土地生态安全评价[J].中国土地科学,2008,22(4):38-44
- [6] 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,2003(1):2-7
- [7] 杨春红,张正栋,田楠楠,等.基于 P-S-R 模型的汕头市土地生态安全评价[J].水土保持研究,2012(3):209-214
- [8] 张文斌.基于改进 PSR 模型的西北干旱区土地利用系统健康评价——以玉门市为例[J].中国农学通报,2014(34):109-114
- [9] 高 珊,黄贤金.基于 PSR 框架的 1953-2008 年中国生态建设成效评价[J].自然资源学报,2010(2):341-350
- [10] 白 易,张 奇,石 哲,等.基于改进 PSR 模型的恩平市土地可持续利用评价[J].水土保持通报,2009(4):341-350
- [11] 董金玮,郑新奇.基于改进 PSR 模型的济南市生态安全评价研究[J].资源开发与市场,2007(1):364-369
- [12] Tong C. Review on Environmental Indicator Research[J]. Research on Environmental Science, 2000,13(4):53-55
- [13] 杨倩倩,陈 英,金生霞,等.西北干旱区土地资源生态安全评价——以甘肃省古浪县为例[J].干旱地区农业研究,2012(4):195-199
- [14] 刘 勇,刘友兆,徐 萍.区域土地资源生态安全评价[J].资源科学,2004,26(3):69-75
- [15] 李明月,赖晓娟.基于 BP 神经网络方法的城市土地生态安全评价[J].经济地理,2011,31(2):289-293
- [16] Department of Economic and Social Affairs. World Urbanization Prospects:The 2014 Revision[M]. New York:the United Nations,2014
- [17] 杨利民,于 闽.我国未来人口发展对耕地的需求分析[J].经济地理,2013,33(2):168-171
- [18] 李玉平,蔡运龙.河北省土地生态安全评价[J].北京大学学报:自然科学版,2007(6):784-789
- [19] 国家林业局.全国森林资源统计:第八次全国森林资源清查[M].北京:中国林业出版社,2013
- [20] 解雪峰,吴 涛,肖 翠,等.基于 PSR 模型的东阳江流域生态安全评价[J].资源科学,2014(8):1702-1711
- [21] 张秉祥,韩军彩,陈 静,等.华北地区空中水汽含量与降水量的关系[J].干旱气象,2012,30(2):207-214
- [22] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB50137-2011,城市用地分类与规划建设用地标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2011
- [23] 中华人民共和国建设部.CJJT85-2002,城市绿地分类标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2002
- [24] 李春燕,南 灵.陕西省土地生态安全动态评价及障碍因子诊断[J].中国土地科学,2015(4):72-81
- [25] 周宇峰,魏法杰.组合赋权法在企业绩效评价中的应用[J].工业工程与管理,2007(4):23-27
- [26] 赵宏波,马延吉.东北粮食主产区耕地生态安全的时空格局及障碍因子——以吉林省为例[J].应用生态学报,2014(2):515-524
- [27] 孙 茜,张捍卫,张小虎.河南省资源环境承载力测度及障碍因素诊断[J].干旱区资源与环境,2015(7):33-38