

基于 PSR 的商洛市各县区土地生态安全分析

张红侠, 肖杰, 张孝存 (商洛学院城乡规划与建筑工程学院, 陕西商洛 726000)

摘要 根据《商洛统计年鉴》数据, 基于 PSR 模型, 从生态环境状态、生态环境压力和生态环境响应 3 方面选取 23 项指标, 计算 2009~2013 年商洛市 7 县区的土地生态安全综合指数并进行分析。结果表明: 研究时段内商洛市的土地安全状态处于一个许可范围内, 安全等级处于上升趋势, 2009 年以来各指标指数均成波动变化; 分县区中镇安土地生态安全指数远大于其他县区, 土地生态安全级别较高; 洛南、丹凤、商南、柞水、山阳、商州等 6 县区的土地安全指数差别较小, 安全等级相比镇安较低。

关键词 PSR; 土地生态安全; 各县区; 商洛市

中图分类号 S27; F301.2; X825 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-306-03

Ecological Safety Analysis of Land in All Districts and Counties of Shangluo Based on PSR Model

ZHANG Hong-xia, XIAO Jie, ZHANG Xiao-cun (School of Urban, Rural Planning and Architectural Engineering, Shangluo College, Shangluo, Shanxi 726000)

Abstract According to the data of "Shangluo Statistical Yearbook", selecting 23 indicators from ecological environment status, pressure and impact based on PSR model, the Land ecological security composite index of 7 districts and counties in Shangluo City from 2009 to 2013 were calculated and analyzed. The results indicates that the current safety status of the land in Shangluo City was in a permissible range with safety class rising and all indicators having been fluctuating since 2009; that the Land ecological security composite index in Zhen'an among sub-counties was much greater than that of other 6 districts and counties with a higher land ecological safety class; and that the Land ecological security composite index of Luonan, Danfeng, Shangnan, Zhashui, Shanyang, Shangzhou were smaller with a safety class lower than that of Zhen'an.

Key words PSR, land ecological safety; all districts and counties; Shangluo City

土地是人类赖以生存的物质基础。构建科学合理的国土生态安全格局对保障区域土地资源可持续利用、协调人地关系、保证区域经济社会可持续发展具有重要的意义^[1]。近年来, 土地生态安全研究已成为国内外多学科、多领域的热门课题。如郭旭东等^[2]运用 PSR 框架对土地质量指标体系的构建及研究进展进行了探讨, 并指出未来土地安全研究方向; 毛燕玲等^[3]根据 PSR 模型研究了南昌市土地生态安全状况, 为区域土地安全评价提供了具体的研究思路。目前, 商洛已制定出建设“中国西部最美山水生态城市”的重大战略, 土地生态安全程度对商洛的发展起着举足轻重的作用。笔者运用 PSR 模型对 2009~2013 年商洛市 6 县 1 区的土地生态安全状况进行评价, 拟为商洛的生态建设和土地资源永续利用提供参考。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究区概况 商洛市 (109°01'~110°88'E, 33°43'~34°08'N) 位于陕西省东南部, 东临河南, 东南临湖北, 北、西北、西南分别与渭南市、西安市、安康市接壤; 境内沟壑纵横, 地势西北高、东南低, 呈掌状分布, 素有“八山一水一分田”之称。商洛市河流密布, 地跨长江、黄河两大流域, 位于暖温带和北亚热带过渡地带, 属半湿润山地气候; 主要的土壤类型北部为褐土(板土), 南部为黄褐土(黄泥土); 植被以暖温带植被型为主体, 野生中药材十分丰富, 具有种类多、储量高、药用成分高的特点, 林特产品以生漆、油桐、核桃、板栗、柿子、木耳等著称。全市辖商州区、镇安、丹凤、商南、洛南、山阳及柞水 6 县 1 区, 总面积 19 293 km², 占陕西省面积的 9.4%。2013 年统计全

市人口 250.64 万, 其中农业人口为 205.7 万, GDP 总量 510.88 亿元, 农民人均年纯收入 5 759 元^[4]。

1.2 研究方法 PSR 模型由经济合作发展组织(OECD)与联合国环境规划署(UNEP)在 20 世纪 80 年代末共同提出, 即压力(Pressure)、状态(State)、响应(Response)模型^[2]。在其框架内, 用压力指标、状态指标、响应指标 3 个不同但又相互联系的类型来表达某一类资源环境问题, 具有较强的评价效果。3 个指标中, 压力指标反映人类活动给资源环境造成的负荷; 状态指标表明自然资源与生态系统的状况; 响应指标表明人类面临资源环境问题所采取的对策^[2-3]。应用 PSR 模型进行区域土地生态安全评价时, 首先要对各指标进行标准化处理; 其次需确定各指标的权重值; 再者计算土地生态安全分项指标指数值及综合指数值; 在上述步骤基础上, 进行具体的土地生态安全状况评价^[3-5]。

1.2.1 指标体系构建。 指标体系是对土地生态安全综合评价定量考核的依据。参考土地生态安全评价相关文献^[5-6], 结合商洛土地资源现状及社会经济发展状况, 建立了一套具有目标层、逻辑层、系统层和指标层的土地生态安全评价体系(表 1), 包含 23 项具体指标, 有正(+)负(-)之分。正指标指数值越大越好, 负指标指数值越小越好^[7]。

1.2.2 数据标准化。 采用最大离差法对数据进行标准化。计算后的数据避免了因评价指标的单位、量纲和正负之分等不同, 不能直接进行比较的情况^[8]。具体方法如下:

对于正向指标:

$$y_{ij} = (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin}), i = 1, 2, 3, \dots, n, j = 1, 2, 3, \dots, m$$

对于负向指标:

$$y_{ij} = (X_{imax} - X_{ij}) / (X_{imax} - X_{imin}), i = 1, 2, 3, \dots, n, j = 1, 2, 3, \dots, m$$

基金项目 陕西省教育厅科研项目(14JK1222)。

作者简介 张红侠(1978-), 女, 陕西咸阳人, 副教授, 硕士, 从事土地资源利用与区域发展研究。

收稿日期 2015-11-20

式中, y_{ij} 为各指标的标准量化值; X_{ij} 为各指标的实测值, $X_{i\max}$ 和 $X_{i\min}$ 分别为指标 i 的最大值和最小值, i 为指标序列, j 为时间序列。评价指标经标准化处理后, 数值范围为 0 ~ 1。0 表

示时间序列内某一年的某一指标和其他年份的同一指标相比处于更差的状态; 1 表示时间序列内某一年的某一指标和其他年份的同一指标相比处于更佳的状态。

表 1 商洛市土地生态安全评价指标体系

目标层	逻辑层	系统层	指标层	趋向性	
土地生态安全综合评价指数	A ₁ 压力	B ₁ 自然	C ₁ 人均耕地面积 (hm ²)	+	
			C ₂ 年内减少耕地面积 (hm ²)	-	
		B ₂ 社会	C ₃ 总人口 (万人)	-	
			C ₄ 人口自然增长率 (%)	+	
		B ₃ 经济	C ₅ 农村化肥使用量 (t)	-	
			C ₆ 农药使用量 (kg)	-	
	A ₂ 状态	B ₄ 自然	C ₇ 水田面积 (hm ²)	+	
			C ₈ 旱地面积 (hm ²)	+	
			C ₉ 农作物总播种面积 (hm ²)	+	
			C ₁₀ 粮食作物面积 (hm ²)	+	
			C ₁₁ 国家基建面积 (hm ²)	+	
			C ₁₂ 大于 25° 陡坡耕地面积 (hm ²)	-	
		B ₅ 社会	C ₁₃ 退耕还林还草面积 (hm ²)	+	
			C ₁₄ GDP 总值 (亿元)	+	
			C ₁₅ 农林牧副渔总产值 (万元)	+	
			C ₁₆ 农林牧副渔业从业人员 (万人)	+	
			C ₁₇ 粮食单产量 (kg/hm ²)	+	
		A ₃ 响应	B ₇ 自然	C ₁₈ 年内增加耕地面积 (hm ²)	+
				C ₁₉ 当年造林面积 (hm ²)	+
				C ₂₀ 人均粮食占有量 (kg)	+
			B ₈ 社会	C ₂₁ 农业机械总动力 (万 kW)	+
				C ₂₂ 农民人均纯收入 (元)	+
			B ₉ 经济	C ₂₃ 旅游综合收入 (亿元)	+

1.2.3 指标权重确定。 指标权重影响土地生态安全值的高低^[9]。该研究采用均值权重法确定各指标的权重^[10], 即逻辑层中压力、状态、响应 3 个因子各占 1/3, 每个逻辑因子下的压力、状态、响应 3 个子系统各占其 1/3, 即各占 1/9, 依次类推到指标层。各指标权重计算公式为:

$$W_i = \frac{W_j}{n}$$

式中, W_i 为第 i 项指标的权重值; W_j 为第 i 项指标所属上一层的因子 j 的权重值; n 为因子 j 下一层所选的指标个数。计算结果见表 2。

表 2 商洛市土地生态安全评价指标的权重值

指标	权重	指标	权重	指标	权重
C ₁	1/18	C ₉	1/36	C ₁₇	1/27
C ₂	1/18	C ₁₀	1/36	C ₁₈	1/27
C ₃	1/18	C ₁₁	1/27	C ₁₉	1/27
C ₄	1/18	C ₁₂	1/27	C ₂₀	1/18
C ₅	1/18	C ₁₃	1/27	C ₂₁	1/18
C ₆	1/18	C ₁₄	1/27	C ₂₂	1/18
C ₇	1/36	C ₁₅	1/27	C ₂₃	1/18
C ₈	1/36	C ₁₆	1/27		

1.2.4 土地生态安全各指标指数计算。 区域土地生态安全是各因素综合作用的结果。在指标标准化和权重确定的基础上, 还需对区域生态安全各指标安全指数进行计算。该研

究采用综合指数法计算, 公式如下:

$$ESCV = \sum_{i=1}^n p(x_i) \times W_i$$

式中, $ESCV$ 代表区域土地生态安全综合值; $p(x_i)$ 代表各指标的标准值; W_i 代表各指标的权重值; n 代表指标的项数, $n = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ 。

1.2.5 土地生态安全综合指数及其评价。 现有的土地生态安全综合指数的评价方法中, 指数加法模型曾被多次应用^[10-11]。指数最大值为 1, 越接近 1 土地安全等级越高; 反之则越低。论文采用指数加法模型对标准化数据进行安全综合指数计算。公式如下:

$$T = \sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)$$

式中, T 为土地生态综合安全值; n 为指标项数, $n = 1, 2, 3, \dots, n$; P_i 为各指标的标准值; W_i 为各指标的权重值。

1.3 数据来源 基础数据来源于《商洛统计年鉴》(2010 ~ 2014 年), 在摘录、引用和实际计算时, 通过询问相关工作人员和多种学术论文对比核查方式, 尽量全面搜集数据, 力求计算结果能总体反映商洛市各县区土地生态安全状况^[4]。

2 结果与分析

2.1 商洛市各县区土地生态安全综合分析 依据以上公式及相关数据, 分别计算出各单项指标安全值。在此基础上, 计算出土地生态安全压力值、土地生态安全状态值、土地生态安全响应值及土地生态安全综合值(表 3)。

表3 商洛市各县区土地生态安全评价综合指数

县(区)	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
洛南	0.015 0	0.020 0	0.023 5	0.024 4	0.022 5
丹凤	0.016 1	0.016 7	0.027 2	0.024 4	0.023 1
商南	0.015 9	0.019 4	0.023 8	0.026 5	0.028 3
柞水	0.023 1	0.020 3	0.026 8	0.027 6	0.015 4
山阳	0.016 7	0.018 9	0.029 6	0.028 5	0.026 4
商州	0.018 0	0.022 3	0.020 5	0.025 7	0.019 7
镇安	0.488 0	0.411 1	0.477 1	0.605 4	0.594 7

由表3可知,横向来看,商洛市各县区的综合指数都呈逐年波动增加,说明各县区的土地状态逐渐朝好的态势发展,表明商洛市整体的土地安全等级逐渐提升。纵向来看,各个年份镇安的综合指数远大于其余县区;其他6县区中,山阳、柞水、商南的土地生态安全指数大于商州、丹凤和洛南。

2.2 商洛市各县区土地生态安全评价 由表3可知,2009~2013年,在商洛6县1区中,镇安土地生态安全指数远大于其余县区。在商洛市各县区中,2009年土地生态安全指数由大到小依次为镇安、柞水、商州、山阳、丹凤、商南、洛南;2010年依次为镇安、商州、柞水、洛南、商南、山阳、丹凤;2011年依次为镇安、山阳、丹凤、柞水、商南、洛南、商州;2012年依次为镇安、山阳、柞水、商南、商州、丹凤、洛南;2013年依次为镇安、商南、山阳、丹凤、洛南、商州、柞水。总体上各县区的土地生态安全值在不同的年份呈现出波动变化,但总的趋势是朝着好的态势发展。

进一步分析可知,除镇安县外,其余6县区的土地安全指数差别较小。通过对基础指标和原始数据的对比分析发现:镇安县的土地利用率较高,无论是耕地面积还是林地面积都要高于其余的6县区,但基建面积却低于其余6县区;镇安县化肥、农药的施用量相对较少,农业机械总动力投入高于其他县区。其余的6县区在耕地面积、林地面积方面比例较少,用于基建方面所占的面积较大,尤其商州区作为商洛市政治、经济和文化中心,基建所占面积大的情况表现得

(上接第280页)

(4)水汽通量图上濮阳处在水汽输送带的顶端等值线密集区内,水汽通量散度图上濮阳位于辐合中心区的边缘,850和700 hPa濮阳的相对湿度均在90%左右,充足的水汽输送及其在濮阳上空的辐合,当地又有近于饱和的湿层配合,对产生强降水非常有利。

(5)在湿度层结深厚且具有热力不稳定、对流不稳定的气层中,有垂直风切变的触发,很容易产生短时强天气。

(6)濮阳处于等 θ_{se} 线密集带南部边缘大值区内,斜压性大,有利于气旋性涡度发展,致使上升运动增强,可使降水强度增大。

更为突出。

3 结论与建议

3.1 结论 ①2009~2013年,商洛市各县区的土地生态安全综合指数均成波动变化;商洛市总的土地生态安全等级处于上升趋势;②分县区中,镇安土地生态安全指数远大于其他县区,土地生态安全级别较高;其余6县区的土地安全指数差别较小,且安全等级较低。

3.2 建议 土地生态安全与区域的经济和社会的发展密切相关,经济与社会发展的速度、持续性和稳定性也依赖于可持续的土地生产力之上。商洛市地处秦岭腹地、自然环境复杂,由于各县区的经济发展水平差异、自然基础差别和不同性质的生产活动,使不同县区土地生态安全存在着较大差异。因此,商洛在对外交流、学习借鉴其他地区的土地生态安全建设经验外,还需进一步提高自身的经济水平与科技水平,合理开发土地,以便更好地促进区域土地安全系统的健康发展。

参考文献

- [1] 袁丽娟. 土地资源生态安全评价研究综述[J]. 西部资源, 2013(3): 179-181.
- [2] 郭旭东, 邱扬, 连刚, 等. 基于PSR框架的土地质量指标体系研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2003, 22(5): 479-488.
- [3] 毛燕玲, 刘冬玲. 基于PSR模型框架下的南昌市土地生态安全综合评价[J]. 南昌大学学报(理科版), 2014, 38(3): 273-277.
- [4] 商洛市统计局. 商洛统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2009-2013.
- [5] 邱微, 赵庆良, 李裕, 等. 基于压力-状态-响应模型的黑龙江省生态安全评价研究[J]. 环境科学, 2008, 29(4): 1148-1152.
- [6] 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.
- [7] 张祥义, 许峰, 赵文廷. 基于PSR模型的河北省土地生态安全评价的分区[J]. 贵州农业科学, 2013, 41(8): 207-211.
- [8] 张军以, 苏维词, 张凤太, 等. 基于PSR模型的三峡库区生态经济区土地生态安全评价安全分析[J]. 生态环境学报, 2011, 31(6): 1039-1044.
- [9] 谢嗣频. 土地生态安全评价指标体系研究: 以无锡市为例[D]. 南京: 南京农业大学, 2011: 26.
- [10] 裴婷婷, 陈英, 赵亚南, 等. 基于PSR模型的白银市土地生态安全评价[J]. 中国农学通报, 2014, 30(2): 215-221.
- [11] 张红侠, 曾科, 李睿康. 基于生态压力指数的商洛市土地生态安全研究[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(3): 246-250.

参考文献

- [1] 虎莹. 周口市一次短历时强降水天气过程分析[R]. 河南省2011年度重大天气过程总结, 2011: 58-68.
- [2] 马月枝, 王新红, 宋培玲, 等. 2010年8月豫北一次短历时强降水过程分析[J]. 气象与环境科学, 2011, 34(4): 31-39.
- [3] 魏慧娟. 短历时强降水的形成机制及预报模型[R]. 河南省2011年度重大天气过程总结, 2012: 42-49.
- [4] 李改琴, 吴丽敏, 许庆娥, 等. 河南一次下击暴流天气的多普勒雷达分析[R]. 河南省2011年度重大天气过程总结, 2011: 75-81.
- [5] 丁永红, 马金仁, 纪晓玲. 一场大范围强对流天气的成因分析[J]. 干旱气象, 2006, 24(1): 28-33.
- [6] 王金兰, 叶东, 刘朝亮, 等. 2011年7月3日暴雨天气分析[R]. 河南省2011年度重大天气过程总结, 2011: 69-74.