

# 基于能值分析的贵州省 2000—2010 年 耕地生态安全预警研究

郅红娟<sup>1</sup>, 蔡广鹏<sup>2</sup>, 罗绪强<sup>1</sup>, 韩会庆<sup>1</sup>

(1. 贵州师范学院 地理与旅游学院, 贵阳 550018; 2. 贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵阳 550001)

**摘 要:**土地生态安全作为生态安全问题研究的重要组成部分,已成为当前土地资源可持续利用研究的前沿课题。应用能值分析法,在对贵州省耕地生态系统能值投入产出动态分析的基础上,对耕地生态安全情况进行判定和分析。结果表明:(1) 研究期间贵州省耕地生态安全情况逐渐恶化。由 2000 年的轻警状态恶化到 2010 年的中警状态,表明贵州省耕地生态环境问题不断突出。(2) 贵州省耕地生态安全警度空间差异明显,呈现出东低西高的空间格局。这与东西部之间自然条件的差异和化肥、农药的使用量有关。

**关键词:**生态安全; 预警; 能值分析; 贵州省

**中图分类号:** F323. 211

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2013)06-0307-04

## Study on Warning of Farmland Ecological Security in Guizhou from 2000 to 2010 Based on the Energy Analysis

GAO Hong-juan<sup>1</sup>, Cai Guang-peng<sup>2</sup>, LUO Xu-qiang<sup>1</sup>, HAN Hui-qing<sup>1</sup>

(1. College of Geography and Tourism, Guizhou Normal College, Guiyang 550018, China;

2. College of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** Land ecological security is an important part of the study of the ecological safety issues. It has become the leading issue of the sustainable use of land resources. The security of farmland ecology was analyzed on the basis of analyzing the energy value of the input-output by using the method of energy analysis. The results show that: (1) farmland ecological security situation gradually deteriorated during the study period in Guizhou Province, farmland ecological security situation was in light warning condition in 2000, in moderate warning condition in 2010, which showed that the ecological and environmental problems of farmland became more prominent in Guizhou Province; (2) the degrees of space were obvious differences, showing that the east was lower than west in terms of the spatial pattern, which was related to difference between the east and west in the natural conditions and usage of fertilizer and pesticide.

**Key words:** ecological security; early warning; energy analysis; Guizhou Province

随着我国工业化、城市化进程的快速发展,土地系统,尤其是耕地生态系统受到越来越大的冲击。对耕地空间的进一步压缩必然会影响到粮食安全,人口、资源、环境、经济的可持续性也必然会降低<sup>[1]</sup>。同时,不合理的土地利用方式以及土地利用强度的不断加大,导致部分区域耕地生态系统遭受到严重的威胁和破坏,耕地生态安全问题成为一大严峻挑战<sup>[2-3]</sup>。如何预测耕地生态安全发展趋势、及早发现土地利用的方向性问题是亟待研究和探讨的课题,这就需要了

解耕地资源生态安全的演变规律,确定耕地资源生态安全的警情和所处的警度级别,在土地资源生态环境发生恶化前做出预警。因此,耕地资源生态安全预警研究显得尤为重要。

目前,土地生态安全预警研究主要集中在生态安全预警理论和方法的探讨<sup>[4-7]</sup>、生态安全预警指标体系的建立和生态安全预警系统的调控<sup>[8-14]</sup>等方面。总体而言,土地生态安全评价还大都停留在现状评价上,属于一种静态评价模式,缺乏对土地生态安全的

收稿日期:2013-02-04

修回日期:2013-03-04

资助项目:贵州省软科学研究项目“贵州工业化、城市化加快推进时期耕地保护研究”[黔科合 R 字(2012)2030];贵州省环境科学教学团队项目(黔教高[2012]426 号);贵州师范学院环境科学教学团队项目(贵师院[2012]47 号);国家自然科学基金项目(31100187)

作者简介:郅红娟(1981—),女,山东菏泽人,讲师,硕士,主要从事自然资源开发与区域规划研究。E-mail:hhuiqing2006@126.com

通信作者:蔡广鹏(1963—),男,贵州贵阳人,讲师,硕士研究生,主要从事土地利用与规划研究。E-mail:cjp0123@sina.com

动态评价、过程评价和预警,尤其是从能值分析的角度对区域土地生态安全进行预警研究的还不多见<sup>[15]</sup>。能值分析以能量为基本测度单位,首次将自然资本的价值纳入生态经济系统评价的范畴,为生态系统、生态经济系统及人类生产活动的定量研究开拓了一条新途径,在国家、区域和流域或产业等多个领域系统可持续评价方面得到了广泛的应用<sup>[16]</sup>。贵州省生态环境脆弱,水土流失严重,土地资源环境问题成为农业稳定快速发展的瓶颈。因此,本文以贵州省为例,对其 2000—2010 年耕地生态安全形势变化进行评定,及早发现耕地利用是否偏离可持续发展轨道等问题,以期为该区域耕地系统的可持续发展提供建议。

# 1 研究方法 & 数据处理

## 1.1 研究方法

(1) 净能值产出率(EYR):是产出能值(Y)与经

济投入能值(F+T)的比值,用以评估一种资源对于经济的贡献与价值。净能值产出率越高,表明这种资源的能值利用效率越高,对于系统生产的作用越大。同时,某个系统的净能值产出率也表征着系统对自然环境资源的依赖程度。净能值产出率越高,说明系统生产对自然环境资源的依赖性越强。

(2) 环境负载率(ELR):不可更新环境资源能值(N)与不可更新工业辅助能值(F)之和除以可更新环境资源能值(R)与可更新有机能值(T)之和。较高的环境负载率,表明在系统中存在高强度的能值利用,同时经济活动对环境系统保持着较大压力。环境负载率越小,表明环境承载的压力越小,发展潜力越大。

(3) 可持续发展指数(EIS):是净能值产出率(EYR)与环境负载率(ELR)的比值。如果一个国家或地区的生态经济系统净能值产出率高而环境负载率又相对较低,则它是可持续的,反之是不可持续的(表 1)。

表 1 贵州耕地生态系统能值分析指标

能值评估指标	计算公式	意义
净能值产出率	$EYR=Y/(F+T)$	该指标越高,表明单位产出需要越多的能值投入,且系统具有更高的生产效率
环境负载率	$ELR=(F+N)/(R+T)$	该指标表明了系统对环境服务的利用程度,即系统对环境的压力。越高的 ELR,表明系统对环境的压力越大
可持续发展指数	$EIS=EYR/ELR$	该指标表明了系统具有经济和生态的兼容性,指标越高,系统的可持续性越高

## 1.2 数据来源及处理

1.2.1 数据来源 原始数据和太阳能值是根据《贵州省统计年鉴》(2011 年、2006 年和 2001 年)和《中国农业统计资料汇编(1949—2004)》以及部分调查数据,分别借助能量折算系数<sup>[17-18]</sup>和太阳能值转换率<sup>[19]</sup>计算得到。

1.2.2 数据处理 以贵州省 2000—2010 年耕地生态系统中的能量投入产出数据为基础,把贵州省耕地生态系统的能值产出分为可更新资源(R)、不可更新资源(N)、工业辅助能(F)、可更新有机能(T)。能值产出主要包括粮食作物、经济作物、畜产品等(Y)。再通过能量折算系数和能值转换率,分析耕地系统能值投入产出状况。然后,计算系统的能值流和建立能值指标体系(EYR、ELR、EIS)。根据系统的能量流和物质流数量动态及它们之间的数量关系,分析评价贵州省耕地生态安全状况的变化情况。

# 2 结果与分析

## 2.1 贵州省耕地生态系统能值指标分析

2000—2010 年贵州省耕地生态系统净能值产出率呈下降趋势,由 2000 年的 0.64 下降到 2010 年的

0.52。除贵阳市在 2005—2010 年期间呈上升趋势外,其他州市 10 a 间都趋于下降。其中,黔西南州和毕节地区的下降幅度最大,分别达 0.27 和 0.24。安顺市和铜仁地区的下降幅度最小,分别为 0.07 和 0.08(图 1)。这种下降趋势与能值产出量增长缓慢和工业辅助能的投入的快速增加有很大关系。而贵阳市的上升趋势与技术进步有一定关系。品种的改良、肥料的大量施用、良好的植保、农具的改进与机械化以及生物工程技术的发展等,带来土地生产潜力的增加,产量的增加,使贵阳市净能值产出率有所提高。

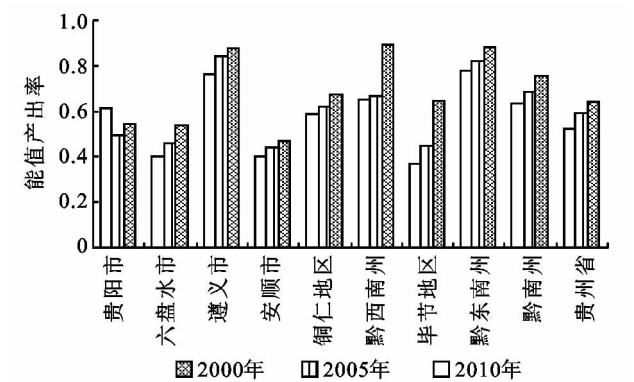


图 1 2000—2010 年贵州省能值产出率变化情况

2000—2010 年贵州省耕地生态系统环境负载率呈上升趋势,由 2000 年的 0.10 上升到 2010 年的 0.16。其中,贵阳市的环境负载率上升最快,由 0.15 上升到 0.26(图 2)。10 a 间贵州省化肥及农药的施用量在逐年增加,加之氮磷钾肥使用比例不协调,导致农业用地地力下降及土地污染,一方面污染物质通过土壤植物系统进入食物链,对动物和人类健康构成威胁,另一方面造成土壤板结、肥力下降。说明贵州省耕地生态系统对生态环境的压力在不断增强。

2.2 贵州省耕地生态安全警情动态变化

在分析 2000—2010 年贵州省可持续发展指数(EIS)评价结果的基础上(表 2),利用 GIS 软件中的

自然断裂点法,将贵州省耕地生态安全警情划分为 5 个等级(表 3)。

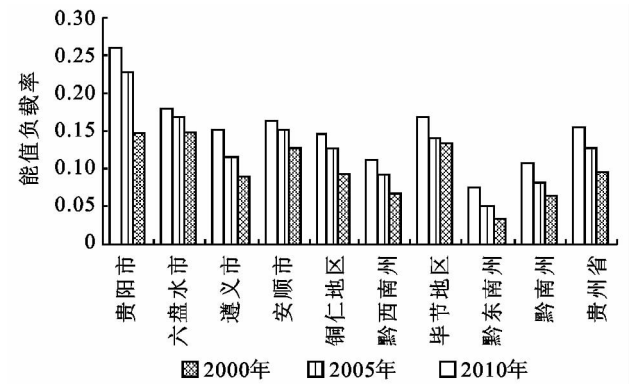


图 2 2000—2010 年贵州省能值负载率变化情况

表 2 贵州省耕地生态系统能值主要指标分析

	2010 年			2005 年			2000 年		
	EYR	ELR	EIS	EYR	ELR	EIS	EYR	ELR	EIS
贵阳市	0.61	0.26	2.35	0.49	0.23	2.16	0.55	0.15	3.68
六盘水市	0.40	0.18	2.23	0.46	0.17	2.71	0.54	0.15	3.61
遵义市	0.76	0.15	5.01	0.84	0.12	7.25	0.88	0.09	9.85
安顺市	0.40	0.16	2.45	0.44	0.15	2.90	0.47	0.13	3.68
铜仁地区	0.59	0.15	4.03	0.62	0.13	4.86	0.67	0.09	7.22
黔东南州	0.65	0.11	5.83	0.67	0.09	7.24	0.89	0.07	13.21
毕节地区	0.37	0.17	2.19	0.45	0.14	3.18	0.64	0.13	4.81
黔东南州	0.78	0.08	10.30	0.82	0.05	16.40	0.88	0.03	26.20
黔南州	0.63	0.11	5.91	0.68	0.08	8.40	0.76	0.06	11.74
贵州省	0.52	0.16	3.37	0.59	0.13	4.64	0.64	0.10	6.73

表 3 耕地生态安全警限判定表

警度	巨警	重警	中警	轻警	无警
评估值	0~1	1~3	3~6	6~9	>9

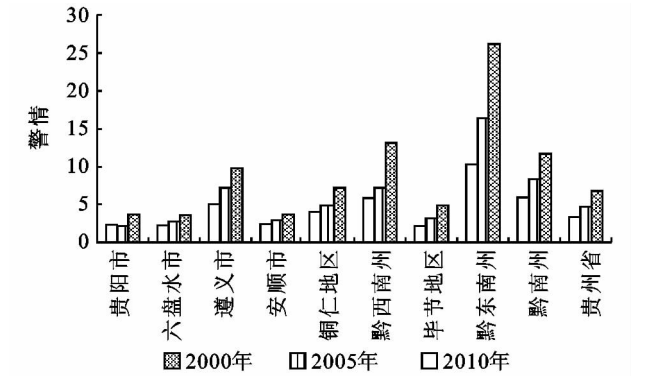


图 3 2000—2010 年贵州省警情变化情况

从图 3 中可以看出,研究期间贵州省耕地生态安全情况逐渐恶化。2000 年贵州省耕地生态安全的警度级别属于轻警,其生态安全综合值为 6.73。到 2010 年警度级别属于中警,其综合值下降到 3.37。研究时期,贵州省人口密度增大,人口压力加重,单位面积耕地农药和化肥负荷加重。由于城镇化步伐的

加快,各项基础设施大量建设,农村企业快速发展,人民生活水平在提高,但也同时对耕地生态环境带来了负面影响,例如土壤侵蚀严重,水土流失面积扩大,耕地退化现象显著,生物多样性减少等。因此,从 2000—2010 年,贵州省耕地生态安全综合值逐年下降,生态环境问题形势严峻。

2.3 贵州省耕地生态安全警情空间分析

2000 年至 2010 年贵州省各个州市的耕地资源生态安全警度大体可分为 4 个级别。2000 年,贵阳市、六盘水市、安顺市和毕节地区处于中警状态;铜仁地区处于轻警状态;黔东南州、黔西南州、黔南州和遵义市处于无警状态。2005 年,贵阳市、六盘水市和安顺市处于重警状态;铜仁地区和毕节地区处于中警状态;黔西南州、黔南州和遵义市处于轻警状态;黔东南州处于无警状态。2010 年贵阳市、六盘水市、安顺市和毕节地区处于重警状态;铜仁地区、黔西南、黔南州和遵义市处于中警状态;黔东南州处于无警状态。由此可见,贵州省大部分州市的耕地生态安全处于中警和轻警,无巨警地区(图 4)。

3 结论

(1) 研究期间贵州省耕地生态安全情况逐渐恶化,由 2000 年的轻警恶化到 2010 年的中警。2000 年至 2005 年生态安全情况恶化速度较快,2005 年至

2010 年耕地生态安全状况比 2005 年有一定程度退化并保持中警状态。为了保证贵州省耕地生态安全状态逐步得到提高,以免对贵州省社会经济可持续发展造成限制,必须作出积极有效的排警调控措施,以摆脱目前耕地生态安全恶化态势。

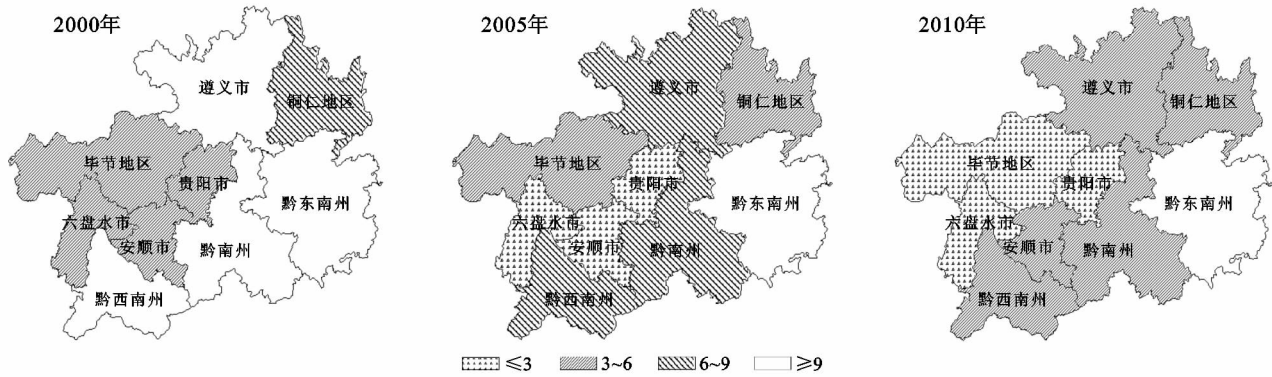


图 4 2000—2010 年贵州省耕地生态安全警情空间分布

(2) 贵州省耕地生态安全警度空间差异明显,贵州东部地区多为无警和轻警状态,西部地区多为重警和中警状态。由于中西部地区生态更加脆弱,化肥、农药的大量使用对耕地环境的恶化作用更加突出,造成西部地区生态安全程度较东部地区低,从而形成贵州耕地生态安全东高西低的空间格局。

参考文献:

[1] 杨梅焕,曹明明,朱志梅. 基于能值理论的榆林市耕地可持续利用评价[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(3): 227-233.

[2] 张小虎,雷国平,袁磊,等. 黑龙江省土地生态安全评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(1): 88-93.

[3] 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, 43(6): 784-789.

[4] 黄贤金,曲福田. 耕地生态经济预警的理论与方法[J]. 生态经济, 1998, 13(5): 14-17.

[5] 吴冠岑,牛星. 土地生态安全预警的惩罚型变权评价模型及应用:以淮安市为例[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 992-999.

[6] 王韩民. 生态安全系统评价与预警研究[J]. 环境评价, 2003, 42(11): 30-34.

[7] 彭昱,文传浩. 脆弱农业区域生态安全预警指标体系研究:以珠江上游流域为例[J]. 贵州财经学院学报, 2004, 113(6): 6-9.

[8] Kumar V. An early warning system for agricultural drought in an arid region using limited data[J]. Journal of Arid Environments, 1998, 32(2): 199-209.

[9] Coopera A, Shinea T, Mcanna T. An ecological basis for sustainable land use of eastern mauritanian wetlands

[J]. Journal of Arid Environments, 2006, 53(27): 116-141.

[10] 黎德,廖铁军,刘洪,等. 乐山市土地生态安全预警研究[J]. 西南大学学报:自然科学版, 2009, 31(3): 141-147.

[11] Josephine Philip Msangi. Land degradation management in Southrn Africa[M]// Mannava V K, Sivakumar N. Climate and Land Degradation. Heidelberg: Srringer Berlin Heidelberg, 2003.

[12] 孙凡,李天云,黄轲,等. 重庆市生态安全评价与监测预警研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版, 2005, 27(6): 757-762.

[13] 石明奎,彭昱,李恩东,等. 珠江上游少数民族农业区域生态安全预警研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(6): 50-54.

[14] 刘欣,赵艳霞,葛京凤,等. 河北省太行山区土地资源生态安全预警与调控研究[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(6): 534-538.

[15] Jiang Yong, Fu Meichen, Wang Zeng. Early warning of agricultural ecological security based on the energy analysis in Wu'an city[J]. Agricultural Engineering, 2011, 27(6): 319-323.

[16] 金丹,卞正富. 基于能值分析的徐州生态经济系统可持续性评价[J]. 国土与自然资源研究, 2010, 50(3): 50-52.

[17] 《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.

[18] 陈阜. 农业生态学[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2002.

[19] 蓝盛芳,钦佩,陆宏芳. 生态系统的能值分析[M]. 北京:化学工业出版社, 2002.