

基于 P-S-R 模型的湖南省土地资源生态安全动态评价

王鹏¹, 况福民^{1,2}, 邓育武¹, 田亚平¹, 谢卫妮¹ (1. 衡阳师范学院, 资源环境与旅游管理系, 湖南衡阳 421002; 2. 湖南科技大学, 建筑与城乡规划学院, 湖南湘潭 411201)

摘要 根据湖南省区域环境及土地利用特点, 运用 P-S-R 模型建立湖南省土地资源生态安全评价的指标体系, 采用熵权法计算各指标权重和研究区域的土地资源生态安全值, 对其 2001~2010 年的土地资源生态安全状态进行动态综合评价, 划定安全等级。结果表明, 湖南省土地资源生态安全压力指数呈减小趋势; 2001~2010 年湖南省土地资源生态安全状态指数总体为增加趋势, 但是在 2006~2008 年出现小幅度下降; 湖南省土地资源生态安全响应指数呈上升趋势; 综合安全指数变化表现为增加趋势, 但是至 2010 年仍为临界安全。湖南省土地资源生态安全面临的压力仍较大, 区域土地资源状态仍不乐观, 在人类的干预和维持下, 生态安全受人类的影响逐渐加大。

关键词 土地资源; 生态安全; 指标体系; 动态评价; 湖南省

中图分类号 S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)04-01799-03

Dynamic Evaluation of Ecological Security of Land Resources in Hunan Province Based on Pressure-state-response Model

WANG Peng et al (Department of Resources, Environment and Tourism Management, Hengyang Normal University, Hengyang, Hunan 421002)

Abstract According to regional environment and land use characteristics in Hunan Province, the index system for evaluating ecological security of land resources was developed based on pressure-state-response model. By means of entropy method to calculate the index weight and areas of land resources ecology secure value, an dynamic comprehensive evaluation was conducted on land resources ecological safety status during 2001-2010, delimit the safety level. The land resources ecological safety pressure index in Hunan Province showed a trend of decrease; land resources ecological security state index in Hunan Province during 2001-2010 revealed a general trend of increase, but a small range decrease during 2006-2008; land resources ecological security response index rising; comprehensive security index change trend for the increasing trend, but to 2010 still for critical safety. The pressure of land resources ecological security is still bigger, regional land resource status is not optimistic. Effects of human intervention and maintain on ecological security increase gradually.

Key words Land resources; Ecological security; Index system; Dynamic evaluation; Hunan Province

随着经济的快速发展和人口的迅速膨胀, 自 20 世纪以来, 社会经济和环境之间的矛盾日益凸显, 人类对环境资源不合理开发和利用的表现之一为 人地矛盾。如水土流失加剧、耕地面积减少、土壤污染、生态多样性减少等。同时, 土地生态安全也对人类活动起到制约作用, 因此, 亟需关注对土地资源生态安全问题的研究并从中探寻土地可持续利用和长远发展, 而对土地资源生态安全的动态评价是其重要内容。土地生态安全评价研究尚处于探索阶段^[1], 目前, 学术界对土地生态安全的研究主要表现为: 研究方法上, 主要集中于从自然因素、经济因素和社会因素出发, 在 P-S-R 模型框架下, 应用景观生态、生态足迹、GIS、物元分析模型和支持向量机等多种方法, 构建土地利用生态安全评价指标体系对区域土地利用生态安全进行评价^[2]; 研究区域上, 多为地形区或生态脆弱区、城市地区; 研究期限上, 多为短期研究, 较少有长时间的动态评价研究。笔者在 P-S-R 模型的框架内, 建立层次指标体系, 运用熵权法确定指标权重, 对湖南省土地资源生态安全状况进行较长时间且连续(2001~2010 年)的动态评价研究, 旨在为当地政府科学、合理地利用土地提供决策参考或政策性建议。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况 湖南省幅员辽阔, 地处 108°47'~114°15'E, 24°39'~30°08'N, 全省东西直线距离 667 km, 南北直线距离 774 km, 土地面积 21.18 万 km²。全省辖 13 个市、1 个自治州、122 个县(市、区), 湖南省地貌以山地、丘陵为主, 山地面积占全省总面积的 51.2%, 丘陵及岗地占 29.3%, 平原占 13.1%, 水面占 6.4%。该区属中亚热带季风湿润气候, 光热充足, 雨量丰沛, 年平均降雨量在 1 200~1 700 mm 之间, 但时空分布很不均匀。全省年平均气温为 17.7℃, 日照时数 1 460.9 h; 降水量 1 548.1 mm。湖南省经济开发历史悠久, 人口众多, 农业人口平均为 232.7 人/km², 远高于全国 82.9 人/km² 的平均水平。

1.2 研究路线及数据来源 土地资源生态安全评价的方法主要有模糊综合法、层次分析法、主成分投影法、灰色关联度法、生态足迹法等^[1]。该研究是在 P-S-R 模型的框架中对土地资源生态安全进行评价。P-S-R 模型即“压力-状态-响应”模型, 是用于定量测度生态安全的概念模型, 其基本思路是人类活动对自然资源和生态环境施加“压力”, 改变了生存环境的“状态”和自然资源的质量和数量; 人类社会则通过经济政策和宏观调控对自然反馈的“状态”变化作出“响应”, 以减缓由于人类活动对生态环境造成的压力, 维持系统的可持续性^[3]。在此模型框架内, 某类环境问题可由 3 个不同但又互相联系的指标类型来表达(图 1): 压力指标表示人类活动对环境造成的负荷; 状态指标表示环境质量、自然资源、生态系统的支持能力; 响应指标表示人类面临环境问题所采取的对策^[4]。

基金项目 国家自然科学基金项目“南方红壤丘陵区土地生态安全研究——以湘南红壤丘陵区为例”(41171076); 湖南省科技“资源环境与区域可持续发展”创新团队项目; 湖南省人文地理学重点建设学科资助项目。

作者简介 王鹏(1965-), 男, 湖南祁东人, 教授, 博士, 从事土地资源与环境及区域可持续发展研究, E-mail: wangpengnju@163.com。

收稿日期 2012-12-18

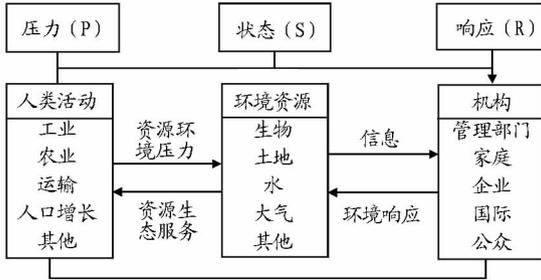


图1 土地资源生态安全 P-S-R 模型

该研究数据主要来源于湖南省统计年鉴(2002~2010年)、中国统计年鉴(2006年)、2001~2010年的相关统计公报、环境质量报告,部分指标数据来源于与指标相关的文献以及土地生态安全评价领域的文献资料等。

2 结果与分析

2.1 土地资源生态安全评价指标体系

2.1.1 指标体系的层次结构。基于 P-S-R 模型框架,根据指标选择的基本原则,以国家土地资源安全评价应用性评估指标体系为基础,结合研究区域土地资源生态问题的特点,并参考已有的相关研究成果^[5-10],构建了包含目标层、准则层、因素层和指标层等 4 个层次的湖南省土地资源生态安全评价指标体系(表 1)。

2.1.2 确定指标权重。确定指标权重的方法有主观赋权法和客观赋权法 2 种,该研究采取客观赋权法中的熵权法,其具体的计算过程如下:

表1 湖南省土地生态安全评价指标体系

目标层	准则层	因素层	指标层	指标趋向		
土地生态安全系统	系统压力	人口压力	X ₁ 人口密度(km ² /人)	-		
			X ₂ 人口自然增长率(‰)	-		
	土地压力	社会经济压力	X ₃ 人均耕地面积(hm ²)	+		
			X ₄ 人均林地面积(hm ²)	+		
			X ₅ 城市化率(%)	+		
	系统状态	环境压力	X ₆ 土地产出率(元/km ²)	+		
			X ₇ 化肥施用量(折纯)(kg)	-		
			X ₈ 工业固体废弃物排放量(t)	-		
			X ₉ 年降水量(mm)	+		
			X ₁₀ 水土流失率(%)	-		
			资源环境质量	系统响应	X ₁₁ 森林覆盖率(%)	+
					X ₁₂ 耕地旱涝保收面积(hm ²)	+
					X ₁₃ 人均绿地面积(m ²)	+
			环境响应	社会经济响应	X ₁₄ 工业固废综合利用率(%)	+
					X ₁₅ 水土流失治理率(%)	+
		X ₁₆ 农村居民人均纯收入(元)			+	
		X ₁₇ 第三产业占 GDP 比重(%)			+	
					X ₁₈ 环保投资率(%)	+

注:“-”表示负向影响,“+”表示正向影响。

(1)数据的无量纲化处理。采用极差法,对于正向安全性指标采用公式:

$$y_{ij} = (x_{ij} - x_{j\min}) / (x_{j\max} - x_{j\min}) \quad (1)$$

对于负向安全性指标采用公式:

$$y_{ij} = (x_{j\max} - x_{ij}) / (x_{j\max} - x_{j\min}) \quad (2)$$

公式中,x_{jmin}为指标值最小值;x_{jmax}为指标值最大值;x_{ij}为第 i 年的第 j 个指标的原始值;y_{ij}为指标原始值的标准化值。各指标标准化计算结果见表 2。

表2 指标标准化值

指标	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
X ₁	1	0.871 7	0.758 9	0.666 5	0.579 9	0.497 0	0.372 3	0.261 3	0.128 3	0
X ₂	0.710 5	1	0.881 6	0.697 4	0.618 4	0.565 8	0.486 8	0.289 5	0.276 3	0
X ₃	1	0.863 6	0.727 3	0.590 9	0.409 1	0.227 3	0.159 1	0.113 6	0.045 5	0
X ₄	0.416 7	0.416 7	0.500 0	0.583 3	0.750 0	0.833 3	1	0	0	0.083 3
X ₅	0	0.096 0	0.216 0	0.216 0	0.496 0	0.632 8	0.772 0	0.908 0	0.991 2	1
X ₆	0	0.026 5	0.068 6	0.149 9	0.221 9	0.309 6	0.444 7	0.606 8	0.573 8	1.000 0
X ₇	1	0.921 6	0.843 2	0.552 7	0.421 5	0.377 7	0.232 3	0.157 9	0.054 5	0
X ₈	1	0.882 4	0.777 8	0.653 6	0.568 6	0.124 2	0.287 6	0.150 3	0.078 4	0
X ₉	0.141 1	0.267 5	1	0.556 8	0.100 3	0.089 2	0.078 1	0	0.032 0	0.087 2
X ₁₀	1	0.964 3	0.535 7	0.464 3	0.250 0	0.357 0	0.071 4	0	0.500 0	0.607 1
X ₁₁	0	0.236 1	0.399 3	0.597 2	0.630 2	0.758 7	0.821 2	0.786 5	0.878 5	1
X ₁₂	0.026 9	0.028 8	0.046 8	0.091 9	1	0	0.148 6	0.134 4	0.283 0	0.502 4
X ₁₃	0	0.068 6	0.099 3	0.182 3	0.371 8	0.509 0	0.624 5	0.691 3	0.861 0	1
X ₁₄	0	0.327 5	0.327 9	0.651 2	0.986 7	0.865 4	0.754 5	0.830 3	0.851 2	1
X ₁₅	0	0.052 6	0.157 9	0.236 8	0.289 5	0.447 4	0.631 6	0.710 5	0.842 1	1
X ₁₆	0	0.036 5	0.086 3	0.198 7	0.301 9	0.402 1	0.591 5	0.815 9	0.935 5	1
X ₁₇	0.704 6	1	0	0.352 3	0.412 8	0.483 2	0.979 9	0.261 7	0.684 6	0.181 2
X ₁₈	0.269 2	0.326 9	0.403 8	0	0.057 7	0.576 9	0.288 5	0.480 8	0.961 5	1

(2)采用熵权法确定各指标的权重^[11]。定义f_{ij}为第j项指标下第i个被评价的指标比重,公式为:

$$f_{ij} = y_{ij}^* / \sum_{i=1}^m y_{ij} \quad (3)$$

令e_j为第j项指标的熵值,公式为:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \quad (k = 1/\ln m; \text{当 } f_{ij} = 0 \text{ 时,令 } f_{ij} \ln f_{ij} = 0) \quad (4)$$

令w_j为第j项指标的熵权,公式为:

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^m (1 - e_j) \quad (0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^m w_j = 1) \quad (5)$$

其中,m代表研究期,研究期为10,j为指标个数,为18。各指标的权重见表3。

2.1.3 指标安全指数的测算。在表1所示层次体系中,要求测算准则层和目标层的安全指数^[1],计算过程如下:

(1)准则层用安全指数来定量测度人类活动对环境造成的压力、环境显示出的状态以及各方面对环境问题的响应能

力。令安全指数为 ESI_i , 则有:

表 3 各指标熵权

指标	熵权	指标	熵权	指标	熵权
X_1	0.059 14	X_7	0.066 62	X_{13}	0.067 49
X_2	0.035 89	X_8	0.020 53	X_{14}	0.032 16
X_3	0.077 47	X_9	0.126 32	X_{15}	0.065 88
X_4	0.070 40	X_{10}	0.053 10	X_{16}	0.077 92
X_5	0.010 33	X_{11}	0.033 77	X_{17}	0.035 52
X_6	0.086 21	X_{12}	0.070 96	X_{18}	0.010 29

(1) 准则层用安全指数来定量测度人类活动对环境造成的压力、环境显示出的状态以及各方面对环境问题的响应能力。令安全指数为 ESI_i , 则有:

$$ESI_i = \sum_{j=1}^m y_{ij} \times w_j \quad (0 \leq w_j \leq 1) \quad (6)$$

式中, m 为各指标层的指标个数。

(2) 目标层用综合安全指数来测度一个区域土地资源生态安全的总体水平, 是较为全面的反映。令综合安全指数为 $ESII_i$, 则有:

$$ESII_i = \sum_{j=1}^m y_{ij} \times w_j \quad (0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^m w_j = 1) \quad (7)$$

计算后, 当 $ESII_i$ 为 1 时, 表示土地资源生态安全状态为理想。当综合安全指数越大时, 说明该地土地资源生态安全程度越高, 反之则越低。

2.1.4 土地资源生态安全标准与等级划分。结合湖南省实际, 借鉴前人在此方向的研究经验^[5, 11-12], 建立土地资源生态安全等级评判和等级划分标准(表 4)。根据表 4 中相对的安全等级标准, 划分湖南省土地资源生态安全指数所在的安全区间, 并判断 2001~2010 年湖南省土地资源生态安全的等级状态。

表 4 湖南省土地资源生态安全标准评价表

安全等级	综合指数	指标特征
I 不安全	0.0~0.2	生态系统结构极不合理, 土地生态系统退化严重, 系统功能丧失, 抗外界干扰能力极差, 生态恢复与重建很困难
II 较不安全	0.2~0.4	生态系统及结构很不合理, 土地生态系统受到较大破坏, 系统功能退化, 抗外界干扰能力很差
III 临界安全	0.4~0.6	生态系统结构较不合理, 土地生态系统受到中度破坏, 但系统尚可维持基本功能, 可抵抗部分外界干扰
IV 较安全	0.6~0.8	生态系统结构比较合理, 土地生态系统受到轻微破坏, 系统自身功能和自我恢复能力较强
V 安全	0.8~1.0	生态系统结构合理、未定, 土地生态系统基本未受干扰破坏, 系统自身功能和自我恢复能力强

2.2 湖南省土地资源生态安全评价结果分析 在 P-S-R 模型框架中, 通过对 2001~2010 年湖南省土地资源生态安全相关数据的无量纲化处理, 运用熵权法计算层次体系中各指标的权重, 各指标归一化分值以及与对应的权重加权求得土地资源生态安全系统压力指数、系统状态指数、系统响应指数和系统综合指数。经过以上计算和判断, 得出 2001~2010 年湖南省土地资源生态安全指数和安全等级(表 5、图 2)。

表 5 2001~2010 年湖南省土地资源生态安全指数和安全等级

年份	系统压力指数	系统状态指数	系统响应指数	系统综合指数	安全等级
2001	0.278 591	0.072 823	0.027 830	0.379 244	较不安全
2002	0.266 456	0.099 580	0.057 161	0.423 197	临界安全
2003	0.248 342	0.178 196	0.031 813	0.458 351	临界安全
2004	0.216 669	0.133 940	0.064 532	0.415 141	临界安全
2005	0.204 980	0.143 821	0.089 574	0.438 375	临界安全
2006	0.186 856	0.090 082	0.111 732	0.388 670	较不安全
2007	0.189 893	0.094 073	0.149 722	0.433 688	临界安全
2008	0.109 933	0.082 661	0.151 143	0.343 737	较不安全
2009	0.101 484	0.138 262	0.189 832	0.429 578	临界安全
2010	0.102 400	0.180 105	0.192 684	0.475 189	临界安全

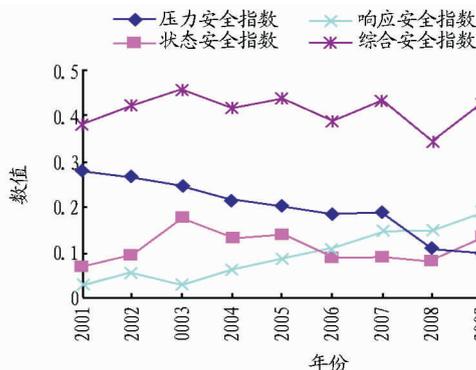


图 2 2001~2010 年湖南省土地资源生态安全变化趋势

2.2.1 土地资源生态安全压力系统分析。由表 5 和图 2 可知, 2001~2009 年, 湖南省土地资源生态安全压力指数呈现出减小趋势。由 0.278 591 减小到 0.101 484, 年均降幅约为 6.3%。2010 年上升到 0.102 400 表明在研究期内, 研究区内人类对土地资源造成的压力日渐增大, 压力层的安全状态也由 2001~2005 年的较不安全转变为 2006~2010 年的不安全。压力层指标变化的原因如下: 第一, 人口增加速度快。数据显示, 人口密度由 2001 年的 310.8 人/ km^2 上升到 327.5 人/ km^2 , 人口自然增长率也由 4.86‰ 上升到 5.62‰。人口增长给土地资源带来巨大的压力, 人均土地资源如人均耕地资源、人均林地资源减少。第二, 城市化的推进也给土地资源生态安全带来压力。城市化水平逐渐提高, 城市化率由 2001 年 30.8% 上升至 2010 年的 43.3%, 单位土地面积的产出率由 2001 年的 1 809 200 元/ km^2 增加到 2010 年的 5 267 500 元/ km^2 。城市化占用的土地面积逐渐加大, 土地的社会经济压力增加^[12]。第三, 在经济发展过程中, 土地的环境压力逐渐加大。如农药化肥的大量使用, 化肥施用强度由 2001 年的 46.35% 上升至 2010 年的 60.23%, 固体废弃物的排放强度增加了 40.71%。

2.2.2 土地资源生态安全状态系统分析。由表 5 和图 2 可知, 2001~2005 年湖南省土地资源生态安全状态指数呈波动上升状态, 由 2001 年的 0.072 823 上升为 2005 年的 0.143 821。2006~2008 年状态安全指数有所下降, 降至 0.082 661。2009~2010 年状态安全指数又开始攀升, 年均升幅达到 3.3%。究其原因, 与湖南省多变的土地生态环境

人力及物力是远远不够的。这就要求政府发挥服务社会的职能,适时出台一些有利于农村文化产业的发展政策,为农民群众筹资创办特色文化产业搭建良好的平台。

同时,外部的法律保障措施也不可缺少。近几年,农村文化产业发展过程中无序化和人治行为的现象屡禁不止,只有当地政府建立起相对科学、合理和完善的法律体系,最终才能有效遏制农村文化产业市场存在的窘况,使农村文化产业朝着健康、有序的方向前进,拉动农村经济飞速发展、城镇化进程加快。

4 结语

提升农村经济水准的途径数不胜数,但是其中最有效、

(上接第1801页)

关系密切。湖南省处于亚热带季风气候区,季风气候表现为降水集中多暴雨,且季节分配不均匀,易造成旱涝灾害。在研究期间,年降水量以2003年最多,为4 154亿 m^3 ,而2008年的年降水量最少,为2 593亿 m^3 ,旱涝保收面积年均变幅大,为18.7%;森林覆盖率在研究期内也呈波动变化,在2010年为最大值,为51.73%,而水土流失率较高,以2008年最大,为25.1%,远高于国家的安全标准值10%^[13]。

2.2.3 土地资源生态安全响应系统分析。由表5和图2可知,2001~2010年湖南省土地资源生态安全响应指数呈上升趋势,由0.027 830上升至0.192 684,表明湖南省对土地资源的保护和维护力度得到加强,效果也较为显著。具体表现为:第一,生态环境成效较大。2001~2010年,湖南省水土流失治理率有所提高,由8.1%升至11.9%,年均升幅达4.7%;固废综合利用率由2001年的59.58%提高至2010年的75%。第二,社会经济成效明显。农村居民人均纯收入从2 299元上升到4 761元,第三产业增加值占GDP比重逐年增加,在财政支出中,环保投资率也由2001年的1.54%提高到2010年的1.92%,人均环保投资率小。

2.2.4 土地资源生态安全综合分析。从表5和图2可看出,湖南省土地资源生态安全综合指数为波动上升趋势,由2001年的0.379 244上升到2010年的0.475 189,除2001、2006和2008年为较不安全等级外,总体安全等级为临界安全。虽然安全值处于上升状态,但仍未到达较安全等级。究其原因:第一,庞大的人口压力,人口密度一直处于增加状态,人口自然增长率达到5.62‰,远高于根据湖南省多年平均数据得出的安全水平值2‰,人地矛盾不断激化。第二,对社会经济效率的追求,使得耕地逐年减少的趋势仍未改变,环保投资率虽然有所增加但占财政支出的比重仍较小,人均环保投资率小^[14]。第三,环境压力大。农药化肥的施用强度较大,固废综合利用率也仍较低,植被覆盖率为57.13%,刚突破国家生态级标准的基本安全值55%,与安全值85%仍相差较大。第四,抵抗自然灾害的能力较低。旱涝灾害下的旱涝保收面积仍然较小。

3 结论与建议

综上所述,2001~2010年,湖南省土地资源生态安全压

健康的手段则是大力发展文化产业,这不仅有利于整合闲散的文化资源,而且在文化产业的创办过程中提升了农民群众的主人翁意识和自我荣誉感。农村文化产业,一个极有广阔成长前景的产业必将使农村经济发展进入良性循环的机制中。

参考文献

- [1] 县祥,王雪.新农村文化建设的战略选择[J].四川文化产业职业学院学报,2008(4):54-56.
- [2] 任丽娟,郝丽娟.优秀传统文化对社会主义新农村建设的作用及思考[J].长春理工大学学报,2011,6(3):35-36.
- [3] 孙金荣.山东农村文化产业发展研究[J].山东社会科学,2005(11):131-133.

力指数总体上呈减小趋势,生态安全状态指数呈增加趋势,但是在2006~2008年出现小幅度下降;湖南省土地资源生态安全响应指数呈上升趋势;综合安全指数变化趋势总体上增加,但是至2010年安全等级仍为临界安全,生态系统结构仍较不合理;因此,湖南省土地资源生态安全面临的压力仍较大,区域土地资源状态仍不乐观。

在人类的干预和维持下,土地资源生态安全将会发生改变,合理的人类活动对土地资源生态安全的状况很重要。根据自然系统的原理,自我调节对于系统的发展才是长远之道。因此,湖南省应根据本区域土地资源生态安全存在的问题和区域生态环境的特点,在社会经济发展过程中采取有效的对策和措施,科学合理利用土地资源:第一,控制人口数量,提高人口素质,以缓解人地矛盾。第二,依法限制城市化过程中滥用耕地的情况,坚持社会经济和环境的可持续发展,退耕还林还草,改善生态环境。第三,工业上严格实行节能减排政策,进行低碳生产和消费,发展循环经济。

参考文献

- [1] 陈西蕊,张蓉珍.基于P-S-R模型的陕西省土地资源生态安全动态评价[J].南方农业学报,2011,42(2):224-228.
- [2] 范瑞锭,陈松林,戴菲,等.福建省土地利用生态安全评价[J].福建师范大学学报,2010,26(5):97-108.
- [3] 马艳.云南省大理白族自治州土地资源生态安全评价[D].武汉:华中师范大学经济管理学院,2011.
- [4] 陈利顶,吕一河,田惠颖,等.重大工程建设中生态安全格局构建的基本原则和方法[J].应用生态学报,2007,18(3):674-680.
- [5] 杨春,何柯润,李灿斌.湖南省土地生态安全动态评价[J].工作探讨,2008,5(5):41-43.
- [6] 左伟,王桥,王文杰,等.区域生态安全评价指标与标准研究[J].地理学与国土研究,2002,18(1):68-72.
- [7] 黄辉玲.土地资源安全评价的指标体系及其利用[J].农机化研究,2006(1):55-56.
- [8] 叶亚平,刘鲁军.中国省域生态环境质量评价指标体系研究[J].环境科学研究,1999,13(3):33-36.
- [9] 李波,张俊彪,罗小锋.湖北省土地资源生态安全的评价[J].统计与决策,2008(16):38-40.
- [10] 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,2007,2(3):1-6.
- [11] 邓楚雄.武冈市土地资源生态安全评价研究[D].长沙:湖南师范大学,2006.
- [12] 湖南省国土资源厅.湖南省土地资源战略问题研究[R].2010:90-121.
- [13] 盛东,李桂元,徐义军.湖南省小流域生态安全综合评价指标体系研究[J].水土保持研究,2010,17(2):58-63.
- [14] 张霞.湖南省环境保护投资现状分析[J].环境保护与循环经济,2011(3):67-71.