

江西省农业可持续发展的生态安全评价

赵志刚^{1,2}, 王凯荣^{3①}, 谢小立⁴ (1. 湖南农业大学生物科学技术学院, 湖南 长沙 410128; 2. 宜春学院生命科学与资源环境学院, 江西 宜春 336000; 3. 青岛农业大学农业生态与环境健康研究所, 山东 青岛 266109; 4. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 湖南 长沙 410125)

摘要: 基于农业可持续发展状况建立江西省农业生态安全评价指标体系, 采用聚类分析法将江西省农业生态安全度划分为不安全、较不安全、较安全和安全4个等级。从地域分异特征来看, 环鄱区域生态系统遭受一定程度的破坏; 赣南区域农业生态问题突出, 农业生态安全性较差; 赣中区域农业生态系统结构基本完整, 农业生态安全状况较好。在11个地级市中吉安等6个地级市处于较安全等级, 鹰潭等5个地级市处于较不安全等级。针对江西省农业可持续发展状况, 探讨了农业生态安全体系建设问题。

关键词: 农业生态系统; 区域特征; 生态安全评价; 可持续发展; 江西省

中图分类号: X22; S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673 - 4831(2012)03 - 0225 - 06

Eco-Safety Assessment of Agricultural Sustainable Development in Jiangxi Province. ZHAO Zhi-gang^{1,2}, WANG Kai-rong³, XIE Xiao-li⁴ (1. College of Bioscience and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. College of Life Science and Resources and Environment, Yichun University, Yichun 336000, China; 3. Institute of Agricultural Ecology and Environmental Health, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 4. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China)

Abstract: Based on the status quo of the agricultural sustainable development in Jiangxi, an ecological safety assessment index system was set up. Using the clustering method, eco-safety of the agricultural production in Jiangxi Province was divided into four grades, i. e. unsafe, relatively unsafe, relatively safe and safe. According to geographical variability, the ecosystem of the circum-Poyang Lake region has suffered a certain degree of damage. The South Jiangxi region was quite poor in agricultural eco-safety, and the ecological problem with its agriculture is outstanding. In the Central Jiangxi region, the agricultural ecosystem is basically intact in structure and the agricultural eco-safety is quite good. Out of the 11 district-leveled cities in Jiangxi Province, six, including Ji'an fall into the relatively safe grade and the other five, including Yingtan, in the relatively unsafe grade. In light of the status quo of the agricultural sustainable development in Jiangxi, problems in construction of agricultural eco-safety systems are discussed, which will be of certain value to optimization of disposition of the regional agricultural resources and guidance of agricultural development.

Key words: agricultural ecosystem; regional characteristic; eco-safety assessment; sustainable development; Jiangxi Province

中国的生态安全研究始于1998年, 但迄今为止, 人们对生态安全的定义与内涵仍未形成完全一致的认识^[1]。中国是一个传统的农业大国, 农业可持续生态安全不仅关系着13亿人口的吃饭问题, 更是涉及国家安全的重大问题。近年来, 国内学者结合我国农业可持续发展问题, 对农业生态安全的定义、特点与评价等开展了一些研究与探讨^[2-4]。在农业生态安全的定义与内涵方面, 学术界已经形成了基本的共识, 即农业赖以发展的自然资源、生态环境处于一种不受威胁、没有危险、健康、平衡的状态。农业生态安全评价的目的是通过对生态安全贡献较大的因子的安全状态进行判断, 有针对性地进行区域生态建设, 并予以政策支持^[5]。但有关生

态安全的评价标准、等级尺度和关键指标等由于受到研究时间、区域等因素的影响, 现在还没有统一标准, 因此存在评价结果不能全面反映农业生态安全真实情况的问题。目前多采用层次分析法、综合指数法对农业生态安全进行评价^[6], 并引用了“因子贡献率”、“指标偏离度”和“障碍度”等概念^[7-9]。

江西是农业大省, 农业在其经济体系中占有重要的战略地位。但是近年来, 随着工业经济的发

收稿日期: 2011 - 10 - 08

基金项目: 中国科学院知识创新工程资助项目(KZCX2 - YW - 423); 江西省教育厅2010年度青年科学基金(GJJ10251)

① 通信作者 E-mail: krwang1@163.com

展,城市化建设加速,农业生态环境污染加剧,江西省农田数量与质量也呈现下降趋势,农业生态环境已经处于相对恶化状态。在已有研究基础上,笔者选取与农业可持续发展关系较密切的自然与社会因子,并考虑指标的科学含义、数据来源,以及与农业和相关产业发展的联系等来进行农业生态安全评价。因此,评价与探讨江西省农业可持续发展的生态安全状况,对于发现和纠正影响农业生态安全的关键因子,促进该省乃至全国农业的可持续健康发展具有重要的现实意义。

1 研究方法

1.1 数据来源

数据主要来源于统计年鉴,包括《江西省统计年鉴(2008年)》、《江西环境统计年报(2007年)》、

水利部门统计数据(2007年)、江西省气象局台站监测数据(2007年)以及部分相关县市统计局提供的数据;相对安全等级特征描述来自对该省部分区域的调研结果。图件及相关基础数据来自地球系统科学数据共享平台(<http://www.geodata.cn>)。

1.2 指标体系与数据处理

从农业生态系统压力、生态环境表现力、农业生态系统保障力3个方面选取指标建立江西省农业生态安全评价指标体系(表1)。农业生态系统压力主要考虑人口、环境污染对农业生态系统的影响。生态环境表现力依据国家环境保护部提供的方法^[10]作定量评价,评价指标有:生物丰度指数、植被覆盖指数、土地退化指数、水网密度指数、环境污染指数、生态环境指数。农业生态系统保障力考虑社会投入与农业经济2个方面对农业生态系统的影响。

表1 江西省农业生态安全评价指标体系和指标权重值

Table 1 Index system and index weighted values for eco-safety assessment of the agriculture in Jiangxi Province

目标层	准则层		指标层	
	指标	权重值	指标	权重值
农业生态安全(A)	农业生态系统压力(B ₁)	0.300 0	人口密度(C ₁)	0.086 9
			人口城镇化率(C ₂)	0.043 5
			人均耕地面积占有量(C ₃)	0.039 2
			单位耕地面积化肥施用强度(C ₄)	0.034 8
			单位耕地面积农药施用强度(C ₅)	0.056 5
			单位耕地面积农膜使用强度(C ₆)	0.039 1
	生态环境表现力(B ₂)	0.400 0	生物丰度指数(C ₇)	0.054 0
			植被覆盖指数(C ₈)	0.070 3
			土地退化指数(C ₉)	0.086 5
			水网密度指数(C ₁₀)	0.081 1
			环境污染指数(C ₁₁)	0.043 3
			生态环境指数(C ₁₂)	0.064 8
	农业生态系统保障力(B ₃)	0.300 0	有效灌溉系数(C ₁₃)	0.038 5
			农作物总播种率(C ₁₄)	0.061 5
			农村恩格尔系数(C ₁₅)	0.046 1
			环境保护支出比(C ₁₆)	0.061 6
			农业人口全年纯收入(C ₁₇)	0.015 4
			农业技术人员比例(C ₁₈)	0.076 9

由于收集到的各项指标数据具有自身的量纲与分布区间,无法直接进行比较与运算,必须对原始数据进行标准化处理。笔者采用极差标准化法进行数据处理,计算方法为

$$X_j' = \frac{X_j - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

$$X_j' = \frac{X_{\max} - X_j}{X_{\max} - X_{\min}}。 \quad (2)$$

式(1)~(2)中, X_j' 为标准化后的数据。若某指标赋值 X_j 越大表示越安全,则用式(1)计算;若某指标赋值越小表示越安全,则用式(2)计算。

1.3 指标权重确定与加权运算

不同指标对生态安全的贡献大小不尽相同,为了表明各指标影响生态安全指数的程度,需要对指标权重进行量化。笔者采用变异系数法^[11]确定指标权重,计算公式为

$$V_j = S_j / \bar{Y}_j, \quad j = 1, 2, \dots, m; \quad (3)$$

$$W_j = V_j / \sum_{j=1}^m V_j。 \quad (4)$$

式(3)~(4)中, V_j 为第 j 项指标的变异系数; S_j 为第 j 项指标的标准差; \bar{Y}_j 为第 j 项指标的平均值; m 为指

标个数; W_j 为第 j 项指标的权重。在征求农业、环境保护及经济等领域有关学者意见基础上确定各级指标权重, 结果见表 1。

区域农业生态安全的每一项指标都从某个侧面反映农业可持续发展的生态安全状况。为全面系统地反映该区域的农业生态系统安全性, 采用农业生态安全指数 (S) 来表征, 将其定义为某一评价单元上的各种评价因素对农业生态安全度的影响总和。综合评价模型为

$$S = \sum_{j=1}^m W_j \cdot X_j' \quad (5)$$

式(5)中, W_j 为第 j 项指标的权重; X_j' 为标准化后的指标值。 S 越大, 区域农业生态系统安全度越高。

表 2 江西省农业生态安全度相对等级划分

Table 2 Grading of agricultural eco-safety in Jiangxi Province

序号	相对等级	指数范围	生态安全特征描述
1	不安全	[0, 0.500 0]	生态环境受到较重破坏, 农业生态系统结构残缺, 功能接近或者已经丧失, 生态恢复与重建有困难, 生态环境问题大, 生态系统演替具有不确定性
2	较不安全	(0.500 0, 0.570 0]	生态系统遭到部分破坏, 农业生态系统结构发生变化, 生态问题较突出, 但尚能维持基本的系统功能, 但在受干扰胁迫后极有可能发生逆向演替
3	较安全	(0.570 0, 0.640 0]	农业生态系统受到轻微干扰, 生态系统结构较完整, 功能较完善, 在一般间断性的干扰胁迫下能够恢复, 抵抗持续性干扰的能力较差
4	安全	(0.640 0, 1.000 0]	农业生态系统未受干扰破坏, 农业生态系统结构完整, 功能性强, 系统恢复再生能力强, 生态问题不显著, 生态灾害少, 具有抵抗持续性干扰的能力

1.4 分类等级

在计算出区域农业生态安全度之后, 对其进行区域相对等级划分。目前常见的分级方法为聚类分析法^[12], 笔者采用 SPSS 13.0 统计软件对农业生态安全指数进行 K -均值聚类分析, 将农业生态安全度划分为 4 级, 并结合前人的研究成果^[13-17] 与专家意见, 根据实际状况对不同等级的农业生态安全度进行描述(表 2)。

2 结果与分析

根据计算结果, 利用 GIS 软件作江西省农业生态安全评价空间分异图(图 1)。

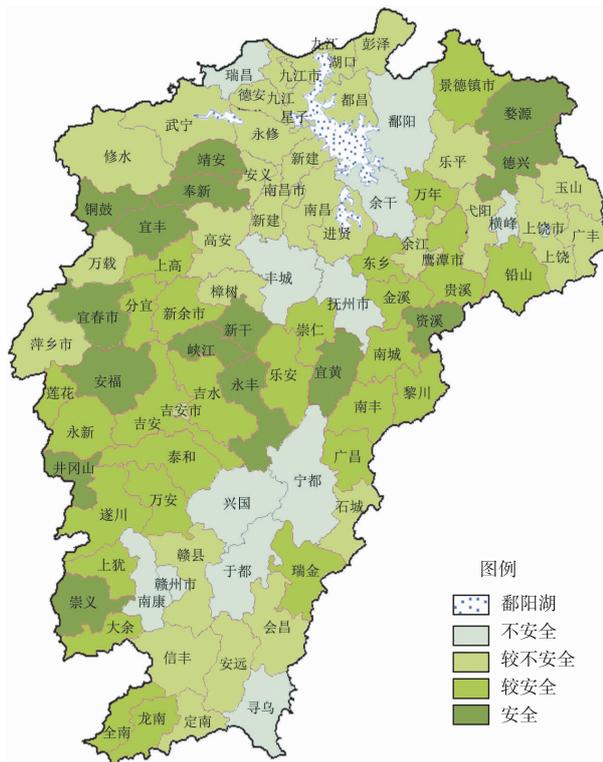


图 1 江西省农业生态安全评价空间分异

Fig. 1 Spatial differentiation of agricultural eco-safety assessment in Jiangxi Province

由图1可知,江西省各县市农业生态安全状况呈现一定的地域分异特征,从生态安全分级来看,主要集中于3个区域:(1)环鄱区域,主要分布于赣北围绕鄱阳湖附近区域,包括南昌市、九江市的绝大部分县(区、市)及丰城、樟树、抚州市等周边地区,该区域生态系统遭受一定程度的破坏,农业生态安全性较差;(2)赣中区域,包括宜春、萍乡、新余、吉安、抚州、上饶等地级市的绝大部分县(区、市),该区域农业生态系统结构基本完整,农业生态

安全状况较好;(3)赣南区域,包括赣州市区、南康市、信丰县、于都县、宁都县、兴国县等县(区、市),该区域农业生态问题突出,农业生态安全性较差。

通过比较不同地区农业生态安全度评价价值与地区综合排名(表3)可以发现,江西省各地级市农业生态安全评价价值未出现不安全等级,其中,6个市处于较安全等级,5个市处于较不安全等级。安全等级最高的2个地区分别为吉安市和抚州市,安全等级最低的2个地区分别为南昌市和九江市。

表3 江西省农业生态安全度评价价值与地区综合排名

Table 3 Agricultural eco-safety assessment and comprehensive ranking of the regions in Jiangxi Province

排名	地级市	管辖县(区、市)
1	吉安市(0.625 4)	吉安市区(0.538 3)、吉安县(0.585 2)、吉水县(0.603 0)、峡江县(0.662 8)、新干县(0.649 2)、永丰县(0.657 2)、泰和县(0.617 5)、遂川县(0.570 6)、万安县(0.580 5)、安福县(0.686 1)、永新县(0.633 7)、井冈山市(0.721 2)
2	抚州市(0.614 5)	抚州市区(0.495 5)、南城县(0.626 8)、黎川县(0.632 6)、南丰县(0.598 7)、崇仁县(0.582 2)、乐安县(0.628 5)、宜黄县(0.699 8)、金溪县(0.594 0)、资溪县(0.730 8)、东乡县(0.568 0)、广昌县(0.602 8)
3	新余市(0.594 2)	新余市区(0.575 0)、分宜县(0.613 4)
4	宜春市(0.593 0)	宜春市区(0.572 4)、奉新县(0.670 9)、万载县(0.532 0)、上高县(0.588 8)、宜丰县(0.648 4)、靖安县(0.665 2)、铜鼓县(0.686 6)、丰城市(0.489 7)、樟树市(0.524 7)、高安市(0.551 1)
5	景德镇市(0.575 5)	景德镇市区(0.600 0)、乐平市(0.551 0)
6	萍乡市(0.574 0)	萍乡市区(0.527 5)、莲花县(0.620 4)
7	鹰潭市(0.551 8)	鹰潭市区(0.504 8)、余江县(0.535 6)、贵溪市(0.614 9)
8	上饶市(0.543 3)	上饶市区(0.448 1)、上饶县(0.501 3)、广丰县(0.532 4)、玉山县(0.537 5)、铅山县(0.589 0)、横峰县(0.478 0)、弋阳县(0.564 9)、余干县(0.454 8)、鄱阳县(0.487 4)、万年县(0.581 7)、婺源县(0.662 5)、德兴市(0.681 8)
9	赣州市(0.536 8)	赣州市区(0.472 7)、赣县(0.558 4)、信丰县(0.513 9)、大余县(0.605 7)、上犹县(0.585 0)、崇义县(0.663 9)、安远县(0.560 8)、龙南县(0.584 2)、定南县(0.555 7)、全南县(0.602 2)、宁都县(0.477 4)、于都县(0.475 5)、兴国县(0.445 0)、会昌县(0.561 7)、寻乌县(0.386 9)、石城县(0.559 8)、瑞金市(0.590 4)、南康市(0.462 5)
10	南昌市(0.525 2)	南昌市区(0.509 2)、南昌县(0.543 0)、新建县(0.537 3)、安义县(0.508 3)、进贤县(0.528 0)
11	九江市(0.518 8)	九江市区(0.524 1)、九江县(0.542 2)、武宁县(0.514 2)、修水县(0.541 8)、永修县(0.542 7)、德安县(0.543 1)、星子县(0.508 4)、都昌县(0.505 1)、湖口县(0.505 1)、彭泽县(0.534 9)、瑞昌市(0.444 9)

括号内数据为农业生态安全指数值。

从地理位置来讲,环鄱区域地势最低,河网密集,汛期大量的洪水流经该区域注入鄱阳湖,同时在汛期境内各大河流汇入长江,导致水位迅速顶托上升,农业生产受到严重威胁;而赣中区域位于湖区的边缘地带,地势较高且平坦,河网密度及洪水压力较小,农业生产安全性较高;赣南大部分地区山地居多,地势较高,水网密度低,可耕作土地少,水土流失严重,危害地区农业生产与发展。

依据江西省农业生态安全指标分析图(图2)可以看出,环鄱地区处于全省政治、经济中心,人口密度大且增速快,工业发达,已引起环境污染、生物丰度降低等问题,因此,区域系统压力与生态环境表现力值较轻;但农业科技人员、技术、资金投入较充足,农民收入高于全省平均值,因此多数地区农业生态系统保障力处于前列。赣中区域人口密度适

中,农业污染较低,生态环境佳,农业生态保障投资合理,整体农业生态安全度处于省内较高水平。赣南区域尽管人口密度不大,但人均可耕地面积较少,部分地区农业污染严重,如安远、全南、寻乌等县化肥、农药使用量严重超过全省平均水平,区域农业生态系统压力较大。区域生态环境也存在问题,主要表现在:植被覆盖指数低,多数区域还不到60(赣州平均值为69.05);土地退化严重,多数区域土地退化指数大于11(赣州平均值为9.59),南康市高达20.65;部分区域水网密度低,如兴国县水网密度指数仅为28.98(赣州平均值为81.72);多数地区生物丰度指数也低于60(赣州平均值为66.13)。同时农业科技人员不足、农民收入低等农业生态系统保障力不足也是影响该区农业生态安全的因素。

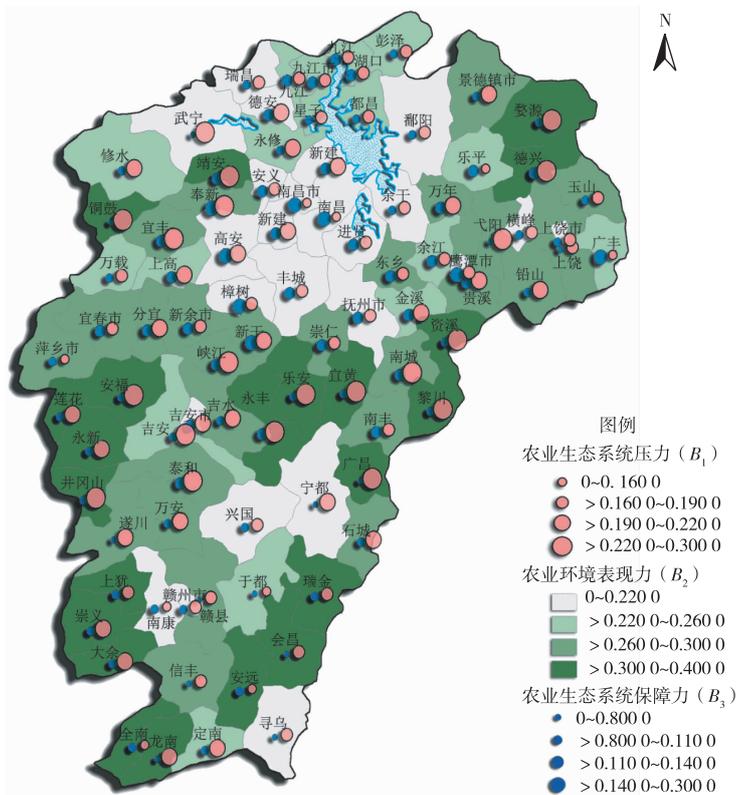


图2 江西省农业生态安全指标分析

Fig. 2 Agricultural eco-safety index analysis of Jiangxi Province

3 江西省农业可持续发展的生态安全体系建设

3.1 增进区域整体生态环境建设,提高农业综合抗灾能力

洪涝灾害是江西的主要农业灾害,给江西农业经济造成的损失极其严重,加强抗洪能力的生态建设是非常重要的举措。环鄱区域水网密集,要加强对湖泊、水库等的生态环境工程建设,在灾害多发区可提倡发展避洪农业^[18]。对于改善农田生态系统环境,可与基本农田保护规划相结合,通过实施农用地分区、建设生态隔离带和林网带来改善。赣南部分区域生态环境状况不佳,可通过增加植被覆盖率、提高水土保持率和注重坡耕地土地利用等措施来改善,由于赣南多数地区以山地和丘陵为主,还应大力发展“立体农业”。

3.2 在环鄱区域构建合理的农业生产模式,协调人口分布

依据鄱阳湖区地势低平、水域辽阔等特点,环鄱区域农业生产可选择“种植业-渔业-加工业”模式,以种植业为基础,渔业为重点,加工业为支柱,将农、副、渔、工、商有机结合,实现一体化生产,同

时借助区位优势,发展农业服务、农业旅游等产业,增加农业总产值,降低工业比例,减少大气、水体环境对农业系统造成的污染压力。借助鄱阳湖生态经济区发展,有计划地开发和利用周边后备土地资源,促使人口向低密度区域流动,减少南昌-九江中心区域人口数量,降低农业生态系统压力,提高农业安全度。

3.3 注重赣中区域资源的培育与可持续利用

自然资源是区域社会经济可持续发展的物质基础,资源短缺和匮乏是生态不安全的重要体现^[19]。赣中区域农业安全度高,农业资源生态环境条件好,因此,要加强培育区域农业可再生资源,增强其可再生能力和可持续利用能力,对于生长周期较长的农业资源,如林木资源的利用,应合理规划、使用,并加强保护和管理。

3.4 增加赣南地区农业投入,建立农业安全保障体系

农药、化肥和农膜的使用强度过大会对农业环境造成污染,形成系统压力,但这些农业生产条件也是保收增产所必需的,因此合理使用这些农业生产资料对建立农业安全保障体系具有重要意义。赣南地区地处赣江源头,赣江是鄱阳湖水系第一大

河,也是长江中下游主要支流之一,流域内耕地近118.5万 hm^2 ,控制赣州农业面源污染的强度和潜在威胁对江西农作物生态安全具有重要意义。对赣南区域应严格控制化肥、农药及农膜使用强度,保证作物生态环境安全;应鼓励农民根据实际需要施肥、喷药,避免多余肥料和农药等通过挥发、径流、渗漏等途径流失,积极推广绿肥、秸秆还田等绿色种植模式。赣南地区远离江西省政治、经济中心,农村经济发展缓慢,用于生态环境建设的投入非常有限,可通过政策鼓励农技人员投身建设,增加农业科研平台数量,提高农业科技含量。加大环境治理投入,并通过政策调整与资金支持逐步提高农民收入,尤其是提高偏远地区或因灾受损农民的收入,促进地方农业环境健康、协调和可持续发展。

4 结语

目前,农业生态安全研究已经成为国内外地学、生态学、资源与环境学领域研究的热点,将生态安全理念引入区域农业生态系统的评价中,有助于分析、判断区域农业生态系统的地域性差异,对于指导未来区域农业发展、制定农业发展规划具有重要意义。同时,根据综合研究评价所得到的不同等级农业生态安全区划,调整、管理与构建适应自然生态环境的农业生产系统,对于防御自然灾害、减轻其危害程度意义重大^[20]。

参考文献:

- [1] 邹长新,沈渭寿.生态安全研究进展[J].农村生态环境,2003,19(1):56-59.
- [2] 周上游.农业生态安全与评估体系研究[D].株洲:中南林学院,2004.
- [3] 吴国庆.区域农业可持续发展的生态安全及其评价探析[J].生态经济,2001(8):22-25.
- [4] 熊鹰,王克林,吕辉红.湖南省农业生态安全与可持续发展初

- 探[J].长江流域资源与环境,2003,12(5):432-439.
- [5] 王军,何玲,董谦,等.河北省农业生态安全障碍度评价与对策研究[J].农业现代化研究,2010,31(1):81-85.
- [6] 王军.农业生态安全的理论与实践[M].北京:中国农业出版社,2009:14-66.
- [7] 黄贤金.区域循环经济发展评价[M].北京:社会科学文献出版社,2007:45-92.
- [8] 李晓燕,王宗明,张树文.基于GIS的区域生态安全障碍因素分析:以吉林省西部为例[J].中国农学通报,2007,23(11):339-343.
- [9] CHEN Guang-jian, LIU Qing. Evaluation of Sustainable Land Management and Diagnosis of Obstacle at County Scale in Sichuan Basin: Taking Lezhi County as Example[J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 2006, 11(4): 1046-1051.
- [10] HJ/T 192—2006,生态环境状况评价技术规范(试行)[S].
- [11] 郑静,刘学录.兰州市土地开发潜力评价研究[J].干旱区资源与环境,2010,24(12):39-43.
- [12] 邓爱珍,陈美球,林建平.鄱阳湖区土地生态安全评价[J].江西农业大学学报,2006,28(5):787-792.
- [13] 肖荣波,欧阳志云,韩艺师,等.海南岛生态安全评价[J].自然资源学报,2004,19(6):169-175.
- [14] 熊鹰,王克林,黄道友. GIS支持下的湖南省生态环境质量综合评价[J].水土保持学报,2004,18(5):174-178.
- [15] 李建国,刘金萍,刘丽丽,等.重庆市农业生态安全空间特征与政策建议[J].农业现代化研究,2010,31(4):462-466.
- [16] 耿海波,孙虎,李根明.陕西省农业生态安全定量评价及其发展趋势分析[J].农业系统科学与综合研究,2008,24(1):36-40.
- [17] 许联芳,刘新平,王克林,等.湖南省农业可持续发展的生态安全评价[J].资源科学,2006,28(3):87-93.
- [18] 黄国勤.论江西洪涝灾害[J].灾害学,2000,15(2):60-65.
- [19] 章家恩,骆世明.农业生态安全及其生态管理对策探讨[J].生态学杂志,2004,23(6):59-62.
- [20] 于飞,谷晓平,袁淑杰,等.贵州省农业生态安全性评价[J].自然灾害学报,2011,20(4):165-171.

作者简介:赵志刚(1977—),男,陕西西安人,讲师,博士生,主要研究方向为农业生态学。E-mail: zhaozg_77@163.com