

鄱阳湖生态经济区土地生态安全研究

余敦, 陈文波

(江西农业大学 景观与环境生态研究中心, 南昌 330045)

摘要: 土地生态安全评价是生态安全评价的重要组成部分, 也是当前土地可持续利用研究的前沿课题, 对其进行研究有着极其重要的意义。利用 2001–2007 年的相关数据, 借助于物元模型对鄱阳湖生态经济区的土地生态安全进行研究。结果表明: (1) 鄱阳湖生态经济区土地生态安全状况, 由 2001 年较安全状态下降到 2005 年不安全状态。(2) 2005–2007 年土地生态安全由不安全状态到临界安全状态, 状态有所好转。研究也证明了利用物元模型进行区域土地生态安全评价是可行的, 这种方法可作为土地生态安全评价研究的新方法。

关键词: 土地生态; 物元模型; 生态安全; 鄱阳湖生态经济区

中图分类号: F323.211

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0107-05

Research for Land Ecological Security in Poyang Lake Ecological Economic Zone

YU Dun, CHEN Wen-bo

(Research Center for Landscape and Environment Ecology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: The land ecological security evaluation is the important component of the ecological security evaluation, is also the current land sustainable use research forefront topic, and it is vitally significant to research. The purpose of this paper is to use relevant data from 2001 to 2007 to study the land ecological security in Poyang Lake ecological economic zone by employing matter-element model. The results show that: (1) the land ecological security state in Poyang Lake ecological economic zone had been dropped from 2001 to 2005; (2) from 2005 to 2007, the land ecological security state had been improved, from the unsafe condition to the critically safe condition. The result of the research has proved that it is feasible to evaluate regional land ecological security by using matter-element model, and this method can be used as land ecological security evaluation research new method.

Key words: land ecology; the matter-element model; ecological security; Poyang Lake ecological economic zone

生态安全的概念自提出以来, 引起了众多学者的关注^[1-3]。土地是人类赖以生存和发展的物质基础, 随着人口的增加、社会经济的发展, 土地生态环境的破坏程度日益严重。土地生态安全评价是生态安全评价的重要组成部分, 也是当前土地可持续利用研究的前沿课题, 对其进行研究有着极其重要的意义。但是, 目前土地生态安全评价还处于起步阶段, 土地生态安全评价的理论研究还处于探讨阶段, 评价方法、评价指标体系及标准值的确定仍是研究中的难点问题^[4-9]。

20 世纪 80 年代我国数学家蔡文提出了物元分析理论, 用于解决不相容问题, 从最初的物元分析到现在的可拓学, 已奠定了其理论体系^[10-11], 物元模型被广泛应用在环境质量的综合评判、产品质量分级以及农业资源评价等方面^[12-14], 但是在土地生态安全评

价是的应用很少有相关的报道。

位于长江中下游的鄱阳湖生态经济区, 是我国重要的商品粮基地和江西省重要的经济区, 其土地的生态安全状况不仅对整个江西省鄱阳湖地区产生影响, 而且对长江中下游地区产生影响。然而近年来, 随着人类活动的加剧和对土地不合理的开发利用, 直接威胁着江西省乃至整个长江中下游地区的社会经济的可持续发展。而且这种变化或退化当其到达一定的程度时, 就难以逆转, 对土地生态安全将造成威胁。因此, 控制土地生态系统恶化的有效办法就是防患于未然, 在其发生退化变质之前, 对其进行评价, 并采取相应的措施, 加以有效抑制、减缓、控制、整治, 使土地生态系统步入良性循环。

基于此, 本文以鄱阳湖生态经济区土地生态安全

作为研究对象, 针对本区域的特点建立土地生态安全评价指标体系, 并借助于物元模型对其土地生态安全进行评价, 最后对结果进行分析。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

鄱阳湖生态经济区地处中纬度, 长江中下游南岸, 江西的北部, 地跨东经 $114^{\circ}29' - 117^{\circ}42'$, 北纬 $27^{\circ}30' - 30^{\circ}06'$, 包括南昌、九江、鹰潭、抚州、景德镇、新余 6 个设区市和 25 个县(市), 共 31 个县(市、区)。土地面积 5.12 万 hm^2 , 占全省总面积 30.68%。2007 年全区总人口为 1 977.61 万人, 其中城镇人口为 850.38 万人; 乡村人口为 1 127.23 万人。

1.2 研究方法

本文采用的研究方法主要有: 遥感卫星影像解译; 物元分析法; 定性分析与定量分析相结合的方法; 抽样调查与实地调查的方法等。

物元分析法: 根据鄱阳湖生态经济区土地资源生态安全的特点, 基于 P-S-R 模型和层次分析法建立土地资源生态安全评价的指标体系, 采用物元和可拓理论构建土地资源生态安全评价的综合评判模型。

遥感卫星影像解译实现的过程是: 数据预处理 \rightarrow 训练样区的选择 \rightarrow 对像元进行分类 \rightarrow 对分类结果进行后处理 \rightarrow 评价分类精度 \rightarrow 在 ENVI 软件中通过相应的菜单(Vector)、命令(Raster to Vector)操作实现, 并将矢量文件以 Shape 格式导出。

2 物元模型的介绍

2.1 物元的定义

给定事物的名称 M , 它关于特征 C 的量值为 X , 以有序三元 $R = (M, C, X)$ 组作为描述事物的基本元, 简称物元。一个事物有多个特征, 若事物 M 以 n 个特征 C_1, C_2, \dots, C_n 和相应的量值 X_1, X_2, \dots, X_n 来描述, 则可以表示为:

$$R = \begin{pmatrix} M & C_1 & X_1 \\ & C_2 & X_2 \\ & C_3 & X_3 \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & X_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

2.2 确定经典域、节域和待判物元

(1) 确定经典域(R_j)。对于事物 N 由 m 件事物 N_1, N_2, \dots, N_m 组成, 其中 N_j 是第 j 个事物($j = 1, 2, \dots, m$), C_i 是事物 N_j 的第 i 个特征, V_i^j 是 N_j 关于 C_i 的取值范围, 即经典域 R_0 的直观含义就是事物每个属性变化的基本区间, V_i^j 的取值范围为区间 $\langle a_i^j, b_i^j \rangle$,

b_i^j , 记作 $V_i^j = \langle a_i^j, b_i^j \rangle$, ($i = 1, 2, \dots, n$)。

$$R^j = \begin{pmatrix} N^j & C_1^j & V_1^j \\ & C_2^j & V_2^j \\ & C_3^j & V_3^j \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n^j & V_n^j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N^j & C_1^j & \langle a_1^j, b_1^j \rangle \\ & C_2^j & \langle a_2^j, b_2^j \rangle \\ & C_3^j & \langle a_3^j, b_3^j \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n^j & \langle a_n^j, b_n^j \rangle \end{pmatrix} \quad (2)$$

(2) 确定节域(R^p)。节域 V_i^p 是事物 N 关于的 C_i 取值范围, 记作 $V_i^p = \langle a_i^p, b_i^p \rangle$ ($i = 1, 2, \dots, n$) 很明显 $V_i^j \subset V_i^p$ 。

$$R^p = \begin{pmatrix} N^p & C_1^p & V_1^p \\ & C_2^p & V_2^p \\ & C_3^p & V_3^p \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n^p & V_n^p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N^p & C_1^p & \langle a_1^p, b_1^p \rangle \\ & C_2^p & \langle a_2^p, b_2^p \rangle \\ & C_3^p & \langle a_3^p, b_3^p \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n^p & \langle a_n^p, b_n^p \rangle \end{pmatrix} \quad (3)$$

(3) 确定待判物元(R^d)

$$R^d = \begin{pmatrix} N^d & C_1^d & V_1^d \\ & C_2^d & V_2^d \\ & C_3^d & V_3^d \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n^d & V_n^d \end{pmatrix} \quad (4)$$

式中: V_k^d ($k = 1, 2, \dots, n$) ——待评物元关于第 k 个指标的评价值。

2.3 确定待评事物各指标关于各等级关联函数的计算

关联函数 $K_j(V_k^d)$ 用来表达 V_k^d 与区间 $\langle a_i^j, b_i^j \rangle$ 的关联程度, 具体计算公式如下:

$$K_j(V_k^d) = \begin{cases} -\frac{\rho(V_k^d, V_i^j)}{|V_i^j|} & V_k^d \in V_i^j \\ \frac{\rho(V_k^d, V_i^j)}{\rho(V_k^d, V_i^j) - \rho(V_k^d, V_i^j)} & V_k^d \notin V_i^j \end{cases} \quad (5)$$

式中: $\rho(V_k^d, V_i^j) = |V_k^d - \frac{b_i^j + a_i^j}{2}| - \frac{b_i^j - a_i^j}{2}$; $\rho(V_k^d, V_i^j)$

$= |V_k^d - \frac{b_i^p + a_i^p}{2}| - \frac{b_i^p - a_i^p}{2}$ 。 $\rho(V_k^d, V_i^j)$ 、 $\rho(V_k^d, V_i^p)$ 分

别表示点 V_k 与经典域区间和节域区间的距。关联度 $K_j(V_k^d)$ 实际上刻划的是待评事物各指标关于各评价等级 j 的归属程度, 相当于模糊数学中描述模糊集合的隶属度, 模糊数学隶属度为闭区间 $[0, 1]$, 而关联度的取值范围是整个实数轴, 若 $K_j(V_k^d) = \max K(V_k^d)$, $j \in (1, 2, \dots, m)$, 则评定指标 V_k 属于等级 j 。

2.4 计算待评事物 N^d 关于等级 j 的关联度

$$K_j(N^d) = \sum_{i=1}^n a_i K_j(V_k^d) \quad (6)$$

式中: a_i ——其对应指标 C_i 的权重, 且 $K_j(N^d)$ 是待评事物各指标关于各等级的关联度在考虑指标重要

性程度情况下的组合值, 表示待评事物 N^d 属于等级 j 的程度。若 $K_j(N^d) = \max K_j(N^d), j \in (1, 2, \dots, m)$, 则评定 N^d 属于等级 j 。

3 鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价指标体系的构建

3.1 评价指标体系的建立

鄱阳湖生态经济区土地生态安全系统是一个多层次、多因素的复合系统。要对这样一个复合的系统进行评价, 需要选取恰当的评价指标。参考相关研究, 并根据鄱阳湖生态经济区的实际情况, 结合专家意见完成指标的筛选, 得到鄱阳湖生态经济区土地生

态安全评价指标体系, 包括 7 项评价因素和 19 项评价指标, 具体见表 1。

3.2 评价指标权重的计算

采用物元分析模型, 必须科学、客观的确定各指标的权重。为建立一个较为科学的指标权重体系, 本论文中采用层次分析法(AHP)确定不同层次的各评价因子及指标的权重。层次分析法确定权重大体可以分为 5 个基本步骤: 构建指标体系的层次结构模型; 构建两两判断矩阵; 进行层次单排序值的计算; 一致性检验; 层次总排序。

按照以上方法和步骤, 最终确定鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价指标的权重, 具体见表 1。

表 1 土地生态安全评价标准值

项目层 A	因素层 B	指标层 C	权重	安全	较安全	临界安全	不安全
A ₁ 土地资源压力	B ₁ 人口压力	C ₁ 人口密度/(人·km ⁻²)	0.041	300	500	1500	4000
		C ₂ 人口增长率/%	0.029	5	10	15	20
		C ₃ 人均耕地(hm ² /人)	0.037	0.3	0.1	0.08	0.04
	B ₂ 环境压力	C ₄ 单位面积耕地化肥负荷/(kg·hm ⁻²)	0.010	400	600	1000	1400
		C ₅ 单位面积耕地农药负荷/(kg·hm ⁻²)	0.010	20	40	70	110
		C ₆ 地表起伏度	0.018	0.1	0.2	0.3	0.4
		C ₇ 自然灾害受灾面积比例/%	0.023	1	2	3	5
	B ₃ 社会经济压力	C ₈ 经济密度/(万元·km ⁻²)	0.034	16000	5000	1000	200
		C ₉ 城镇化率/%	0.026	90	60	40	20
A ₂ 土地资源状态	B ₄ 土地质量	C ₁₀ 耕地粮食单产/(kg·hm ⁻²)	0.058	7000	6000	5000	4000
		C ₁₁ 土壤侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	0.098	1000	2500	5000	8000
		C ₁₂ 水土流失面积比例/%	0.092	1	2	3	5
	B ₅ 土地利用结构	C ₁₃ 森林覆盖率/%	0.102	80	60	40	20
		C ₁₄ 25°以上坡耕地面积比/%	0.081	10	20	30	40
A ₃ 人文环境响应	B ₆ 调整压力	C ₁₅ 有效灌溉面积比/%	0.099	60	50	40	30
		C ₁₆ 环保治理投资占 GDP 比例/%	0.071	6	5	4	3
	B ₇ 改善状态	C ₁₇ 人均 GDP 元/元	0.043	50000	20000	10000	5000
		C ₁₈ 第三产业占国民生产总值比重/%	0.068	80	60	40	30
		C ₁₉ 农民人均纯收入/元	0.060	6000	4000	3000	2000

4 鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价的物元模型的构建

本文尝试从动态评价(时间变化)对鄱阳湖生态经济区土地生态安全进行研究。鉴于获取数据的局限性, 动态评价以鄱阳湖生态经济区 2001–2007 年的相关数据为基础, 借助物元模型对其土地生态安全进行评价。

4.1 建立鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价物元

把鄱阳湖生态经济区 31 个县(市、区)作为一个整体, 以 2001–2007 年统计数据为基础, 通过加权平均得到每年各个指标的原始数据。这里以 2001 年的数据为例, 建立物元模型的评价物元。其余 6 a 在此不做详列。

$$R = \left[\begin{array}{ll} 2001 \text{ 年} & \begin{array}{ll} \text{人口密度}(C_1) & 471.59 \\ \text{人口增长率}(C_2) & 1.50 \\ \text{人均耕地}(C_3) & 0.058 \\ \vdots & \vdots \\ \text{农民人均纯收入}(C_{19}) & 2257 \end{array} \end{array} \right]$$

4.2 建立鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价经典域

4.2.1 确立评价标准 在确定经典域和节域之前, 需要先确定所选各项指标的生态安全标准。生态安全评价指标标准值的确定是一项非常具有探索性的工作, 本文在查阅国内外有关资料的基础上, 参考相关研究, 咨询专家, 以尽最大限度保证评价标准值的准确度和应用性, 最终确定鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价标准值详见表 1。

4.2.2 确定经典域 根据表 1 和公式(2), 建立经典域矩阵, 设 $P = \{ \text{安全} \rightarrow \text{较安全} \rightarrow \text{临界安全} \rightarrow \text{不安全} \}$, $R_1 = \{ \text{安全} \}$, $R_2 = \{ \text{较安全} \}$, $R_3 = \{ \text{临界安全} \}$, $R_4 = \{ \text{不安全} \}$ 。

$$R_1 = \begin{bmatrix} c_1, & \langle 0, 300 \rangle \\ c_2, & \langle 0, 5 \rangle \\ c_3, & \langle 0.1, 0.3 \rangle \\ c_4, & \langle 0, 400 \rangle \\ c_5, & \langle 0, 20 \rangle \\ c_6, & \langle 0, 0.1 \rangle \\ c_7, & \langle 0, 1 \rangle \\ c_8, & \langle 5000, 16000 \rangle \\ c_9, & \langle 60, 90 \rangle \\ N_{1, c_{10}}, & \langle 6000, 7000 \rangle \\ c_{11}, & \langle 0, 1000 \rangle \\ c_{12}, & \langle 0, 1 \rangle \\ c_{13}, & \langle 60, 80 \rangle \\ c_{14}, & \langle 0, 10 \rangle \\ c_{15}, & \langle 60, 100 \rangle \\ c_{16}, & \langle 5, 6 \rangle \\ c_{17}, & \langle 20000, 50000 \rangle \\ c_{18}, & \langle 60, 80 \rangle \\ c_{19}, & \langle 4000, 6000 \rangle \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} c_1, & \langle 300, 500 \rangle \\ c_2, & \langle 5, 10 \rangle \\ c_3, & \langle 0.08, 0.1 \rangle \\ c_4, & \langle 400, 600 \rangle \\ c_5, & \langle 20, 40 \rangle \\ c_6, & \langle 0.1, 0.2 \rangle \\ c_7, & \langle 1, 2 \rangle \\ c_8, & \langle 1000, 5000 \rangle \\ c_9, & \langle 40, 60 \rangle \\ N_{2, c_{10}}, & \langle 5000, 6000 \rangle \\ c_{11}, & \langle 1000, 2500 \rangle \\ c_{12}, & \langle 1, 2 \rangle \\ c_{13}, & \langle 40, 60 \rangle \\ c_{14}, & \langle 10, 20 \rangle \\ c_{15}, & \langle 50, 60 \rangle \\ c_{16}, & \langle 4, 5 \rangle \\ c_{17}, & \langle 10000, 20000 \rangle \\ c_{18}, & \langle 40, 60 \rangle \\ c_{19}, & \langle 3000, 4000 \rangle \end{bmatrix}$$

4.3 建立鄱阳湖生态经济区土地生态安全评价节域 根据各指标 ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_{19}$) 最高限值 and 公式(2), 建立节域矩阵 R_p 。

$$R_3 = \begin{bmatrix} c_1, & \langle 500, 1500 \rangle \\ c_2, & \langle 10, 15 \rangle \\ c_3, & \langle 0.04, 0.08 \rangle \\ c_4, & \langle 600, 1000 \rangle \\ c_5, & \langle 40, 70 \rangle \\ c_6, & \langle 0.2, 0.3 \rangle \\ c_7, & \langle 2, 3 \rangle \\ c_8, & \langle 200, 1000 \rangle \\ c_9, & \langle 20, 40 \rangle \\ N_{3, c_{10}}, & \langle 4000, 5000 \rangle \\ c_{11}, & \langle 2500, 5000 \rangle \\ c_{12}, & \langle 2, 3 \rangle \\ c_{13}, & \langle 20, 40 \rangle \\ c_{14}, & \langle 20, 30 \rangle \\ c_{15}, & \langle 40, 50 \rangle \\ c_{16}, & \langle 3, 4 \rangle \\ c_{17}, & \langle 5000, 10000 \rangle \\ c_{18}, & \langle 30, 40 \rangle \\ c_{19}, & \langle 2000, 3000 \rangle \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} c_1, & \langle 1500, 4000 \rangle \\ c_2, & \langle 15, 20 \rangle \\ c_3, & \langle 0, 0.04 \rangle \\ c_4, & \langle 1000, 1400 \rangle \\ c_5, & \langle 70, 110 \rangle \\ c_6, & \langle 0.3, 0.4 \rangle \\ c_7, & \langle 3, 5 \rangle \\ c_8, & \langle 0, 200 \rangle \\ c_9, & \langle 0, 20 \rangle \\ N_{4, c_{10}}, & \langle 0, 4000 \rangle \\ c_{11}, & \langle 5000, 8000 \rangle \\ c_{12}, & \langle 3, 5 \rangle \\ c_{13}, & \langle 0, 20 \rangle \\ c_{14}, & \langle 30, 40 \rangle \\ c_{15}, & \langle 0, 30 \rangle \\ c_{16}, & \langle 0, 3 \rangle \\ c_{17}, & \langle 0, 5000 \rangle \\ c_{18}, & \langle 0, 30 \rangle \\ c_{19}, & \langle 0, 2000 \rangle \end{bmatrix}$$

5 结果与分析

土地生态安全评价是一个动态的变化过程, 过程评价是获取土地生态环境发展演化的重要手段, 从静态的现状评价转向动态的过程评价是土地生态安全评价研究的必然趋势。

5.1 土地生态安全结果计算

鉴于获取数据的局限性, 本文选取了鄱阳湖生态经济区 2001-2007 年的相关数据, 在建立物元研究对象、经典域和节域的基础上, 进行关联度的计算。以 2001 年为例, 简单介绍计算

$$R_p = \begin{bmatrix} c_1, & \langle 0, 4000 \rangle \\ c_2, & \langle 0, 20 \rangle \\ c_3, & \langle 0, 0.3 \rangle \\ c_4, & \langle 0, 1400 \rangle \\ c_5, & \langle 0, 110 \rangle \\ c_6, & \langle 0, 0.4 \rangle \\ c_7, & \langle 0, 5 \rangle \\ c_8, & \langle 0, 16000 \rangle \\ c_9, & \langle 0, 90 \rangle \\ P, c_{10}, & \langle 0, 7000 \rangle \\ c_{11}, & \langle 0, 8000 \rangle \\ c_{12}, & \langle 0, 5 \rangle \\ c_{13}, & \langle 0, 80 \rangle \\ c_{14}, & \langle 0, 40 \rangle \\ c_{15}, & \langle 0, 60 \rangle \\ c_{16}, & \langle 0, 6 \rangle \\ c_{17}, & \langle 0, 50000 \rangle \\ c_{18}, & \langle 0, 80 \rangle \\ c_{19}, & \langle 0, 6000 \rangle \end{bmatrix}$$

过程, 将 2001 年 C_1 对应的人口密度的量值 $X_1 = 471.59$ 输入公式(5)中可得出该指标对应的各评价等级的关联度分别是 $K_1(V_k) = 0.05112$, $K_2(V_k) = 0.34205$, $K_3(V_k) = 0.00812$, $K_4(V_k) = 0.21136$, 依据判断标准 $K_2(V_k) = \max K_j(V_k)$, ($j = 1, 2, 3, 4$), 因此判断该指标的安全级别是 R_2 , 即较安全级别。同样方法可以求出

2001 年其他各项指标所对应的各等级的关联度, 根据表 1 各项指标所对应的权重输入公式中, 通过加权求和, 计算得出所有指标对应的个评价等级的综合关联度分别是: $K_1(P_{2001}) = 0.064126$, $K_2(P_{2001}) = 0.400211$, $K_3(P_{2001}) = 0.21244$, $K_4(P_{2001}) = 0.184096652$, 依据判断标准 $K_2(P_{2001}) = \max K_j(P_{2001})$, ($j = 1, 2, 3, 4$), 判断鄱阳湖生态经济区 2001 年土地的安全级别为 R_2 , 即较安全级别。用同样的方法求出鄱阳湖生态经济区 2002-2007 年的土地生态安全等级, 其结果见表 2 和表 3。

5.2 结果分析

根据表 2 和表 3 可看出: 2001 年鄱阳湖生态经济区土地生态安全综合值为 0.400 211, 根据生态安全综合评判等级, 等级判断为 N_2 级水平, 即较安全状态; 2002 年土地生态安全综合值为 0.302 04, 等级判断为 N_3 级水平, 即临界安全状态; 2003 年土地生态安全综合值为 0.281 574, 等级判断为 N_3 级水平, 即临界安全状态; 2004 年土地生态安全综合值为 0.326 324, 等级判断为 N_3 级水平, 即临界安全状态; 2005 年土地生态安全综合值为 0.406 341, 等级判断为 N_4 级水平, 即不安全状态; 2006 年土地生态安全综合值为 0.244 277, 等级判断为 N_3 级水平, 即临界安全状态; 2007 年土地生态安全综合值为 0.327 671, 等级判断为 N_3 级水平, 即临界安全状态。

表 2 鄱阳湖生态经济区 2001- 2007 年土地生态安全水平计算结果

项 目	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	等级判断	安全级别
$K_j(P_{2001})$	0.064126	0.400211	0.212441	0.184097	N ₂	较安全
$K_j(P_{2002})$	0.224386	0.118338	0.30204	0.244993	N ₃	临界安全
$K_j(P_{2003})$	0.174905	0.087806	0.281574	0.209613	N ₃	临界安全
$K_j(P_{2004})$	0.210131	0.098029	0.326324	0.242502	N ₃	临界安全
$K_j(P_{2005})$	0.252709	0.038616	0.065689	0.406341	N ₄	不安全
$K_j(P_{2006})$	0.212959	0.119522	0.244277	0.178555	N ₃	临界安全
$K_j(P_{2007})$	0.258460	0.166728	0.327671	0.224662	N ₃	临界安全

表 3 鄱阳湖生态经济区 2001- 2007 年土地安全评价结果

年份	土地资源压力	土地资源状态	人文环境压力
2001	较安全	临界安全	较安全
2002	临界安全	临界安全	较安全
2003	临界安全	临界安全	较安全
2004	临界安全	临界安全	临界安全
2005	不安全	不安全	临界安全
2006	临界安全	临界安全	临界安全
2007	临界安全	临界安全	较安全

(1) 从 2001 年和 2007 年土地生态安全值计算结果来看, 鄱阳湖生态经济区从 2001- 2005 年生态安全值出现下降, 由 2001 年较安全状态下降到 2005 年不安全状态。从土地资源压力、土地资源状态及人文环境响应 3 个子项目可以看出: 从 2001- 2005 年 3 个子项目逐步恶化, 其中土地资源压力、土地资源状态从较安全状态滑向不安全状态, 人文环境响应相对缓和一些, 从较安全状态缓变为临界安全状态。土地生态安全总体呈明显的恶化趋势, 这主要是由于随着基础设施的大量建设, 鄱阳湖生态经济区经济迅速发展, 城市化进程加快, 导致人口增长过快, 人口密度增大, 单位面积耕地化肥和农药负荷过大, 森林覆盖率偏低, 耕地粮食单产低。因此经济的发展是以牺牲土地和社会生态安全为代价的, 致使鄱阳湖生态经济区的土地生态安全呈总体下降趋势。

(2) 从 2005- 2007 年土地生态安全由不安全状态到临界安全状态, 状态有所好转。从土地资源压力、土地资源状态及人文环境响应 3 个子项目来看, 3 方面均出现好转迹象: 土地资源压力、土地资源状态从不安全状态走向临界安全状态, 人文环境响应从临界安全状态变为较安全状态。这主要是近两年来, 考虑到实现江西在中部崛起的战略。因此, 在这种战略思想的指导下, 探索发展循环经济的有效途径, 推动“资源- 产品- 污染排放”所构成的传统模式, 向“资源- 产品- 再生资源”所构成的循环经济模式转变。积极发展生态农业、生态工业、现代服务业, 大力倡导绿色消费, 推动发展模式从先污染后治理型向生态亲和型转变, 增长方式从高消耗、高污染型向资源节约和生态环保型转变, 实现产业经济生态化和生态经济产业化。

6 结论与讨论

本文应用物元分析法对鄱阳湖生态经济区土地生态安全建立了物元评判模型, 克服了多角度、多因素识别评价中的主观片面性。可拓集合中“即是又非”的临界概念, 摆脱了经典数学“非此即彼”的二值限制, 显示了自然界中“即此亦彼”的过渡状态。本文所选用的物元模型关联度函数本身消除了量纲, 因此原始数据不用归一化处理, 而且逻辑意义明确。研究证明, 评价结果与鄱阳湖生态经济区的实际情况比较符合, 从 2001- 2007 年, 土地生态安全状况由较安全- 临界安全- 不安全- 临界安全的变动趋势, 但其整体水平并不容乐观, 目前仍处于临界安全水平, 只有继续坚持防治水土流失, 合理引导化肥农药的施用并进一步优化土地配置, 科学调整农业产业结构, 才能实现该区域土地的生态安全和可持续发展。研究也证明了利用物元模型进行区域土地生态安全评价是可行的, 这种方法可作为土地生态安全评价研究的新方法。通过对区域土地生态安全科学评价, 及时了解区域土地生态安全的状态和发展趋势, 并找出关键问题, 为土地可持续利用决策提供科学依据, 是实现区域土地可持续利用和区域可持续发展的有效途径。

该方法在土地生态安全评价中的应用尚属尝试, 还有诸如指标的选择、量值范围界定等问题需要进一步深入研究。物元模型作为一个正在蓬勃发展的数学工具, 无论在理论体系方面还是在实际应用中都存在着不完善的地方, 例如目前可供选择的关联度函数较少, 由于不同的问题有不同的关联函数, 目前只建立了实数域上的函数、二阶关联函数和阶关联函数的基本形式, 因此物元模型在土地生态安全评价中的应用也需要进一步深入研究和扩展。

参考文献:

[1] 崔胜辉, 洪华生, 黄云凤, 等. 生态安全研究进展[J]. 生态学报, 2005, 25(4): 861-868.
[2] 杨京平, 卢剑波. 生态安全的系统分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

(下转第 116 页)

5 结论

由于该区土壤盐渍化的形成过程主要属于残积盐渍过程,地下水埋深较深,气候干旱,降水少,再加上在绿洲内部的人为活动的影响,如:建立排碱渠,改善排水系统,加大排碱力度等,虽然绿洲内部盐渍化程度有所降低,但绿洲外部(东面下游区)不但没有排出盐分,而且还接收了绿洲排出的盐分,加重了盐渍化程度,因此,盐渍化有向下游(东部)转移的趋势。主要向轻、微轻盐渍地转化,其次是向中度盐渍地转化,向重度盐渍地转化最少,转化地区主要是绿洲东部、东南部和南部;轻、微轻盐渍地面积增大,主要由非盐渍地和中度盐渍地转化,转化区域是绿洲内部;中度盐渍地减少,向轻、微轻盐渍地和重度盐渍地转化,转化地区在东部和东北部转化为轻、微轻盐渍地,在绿洲内部和绿洲外缘转化为非盐渍地,在东北部转化为重度盐渍地;重度盐渍地却有所减少,主要向中度盐渍地和轻、微轻盐渍地转化,而且在绿洲内部转化为非盐渍地,在绿洲外部转化为中度盐渍地和轻、微轻盐渍地。渭干河-库车河三角洲盐渍化的形成主要有地质、地貌、土壤质地等自然因素和灌溉方式不合理,盲目开发利用等人为影响因素的综合结果,其中人为因素的影响力比较大,人为因素促使了盐渍化程度的进一步恶化。

参考文献:

- [1] 姜凌,李佩成,胡安焱,等.干旱区绿洲土壤盐渍化分析评价[J].干旱区地理,2009,32(2):234-239.
- [2] 朱庭芸.灌区土壤盐渍化防治[M].北京:农业出版社,1992:32-38.
- [3] 买买提·阿扎提.土壤盐渍化及其治理措施研究综述[J].环境科学与管理,2008,29(5):29-33.

(上接第 111 页)

- [3] 肖笃宁,陈文波,郭福良.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354-358.
- [4] 陈百明.区域土地可持续利用指标体系框架的构建与评价[J].地理科学进展,2002,21(3):204-215.
- [5] 汤洁,朱石峰.东北农牧交错带土地生态环境安全指标体系的建立与综合评价:以镇费县为例[J].干旱区资源与环境,2006,20(1):119-124.
- [6] 高桂芹,韩美.区域土地资源生态安全评价:以山东省枣庄市中区为例[J].水土保持研究,2005,12(5):271-273.
- [7] 李茜,任志远.区域土地生态环境安全评价[J].干旱区资源与环境,2007,21(5):75-79.
- [8] 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.

- [4] 何祺胜,塔西南拉提·特依拜,丁建丽.基于决策树方法的干旱区盐渍地信息提取:以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[J].资源科学,2006,28(6):134-140.
- [5] 张飞,塔西南拉提·特依拜,丁建丽,等.干旱区绿洲土壤盐渍化遥感定量评价[J].生态环境学报,2009,18(5):1822-1829.
- [6] Farifteh J, van der Meer F, Carranza E J M. Similarity measures for spectral discrimination of salt-affected soils[J]. International Journal of Remote Sensing, 2007, 28(23):5273-5293.
- [7] 茆长宝,陈勇.土地利用及其生态服务价值演变的驱动力与预测研究:以江苏省为例[J].水土保持研究,2010,17(4):270-275.
- [8] 颜耀文,袁春霞,张绍东.近15年来民勤湖土地利用-覆盖动态与格局[J].干旱区地理,2009,32(2):423-429.
- [9] 刘雅轩,张小雪,雷军,等.近30年新疆经济重心转移路径[J].干旱区地理,2009,32(2):472-477.
- [10] 王宏卫.干旱区绿洲土壤盐渍化时空动态遥感分析及可持续发展研究:以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[D].乌鲁木齐:新疆大学,2009:67.
- [11] 钱云,郝毓灵.新疆绿洲[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,2000:358-359.
- [12] 罗江燕.基于3S技术的土壤盐渍化影响因素研究:以渭干河-库车河三角绿洲为例[D].乌鲁木齐:新疆大学,2009:29-32.
- [13] 王嵩,冯平,李建柱.地下水生态环境控制指标问题的研究现状[J].干旱区资源与环境,2005,19(4):99-103.
- [14] 张克锋,李宪文,张定祥,等.中国土地资源退化时空变化分析[J].环境科学,2006,27(6):1245-1251.
- [15] 何祺胜,塔西南拉提·特依拜,丁建丽,等.塔里木盆地北缘盐渍地遥感调查及成因分析:以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[J].自然灾害学报,2007,16(5):24-29.
- [16] 董新光,邓铭江,周金龙,等.论新疆平原灌区土壤盐碱化与水资源开发[J].灌溉排水学报,2005,24(5):14-17.

- [9] 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,2003,6(1):2-7.
- [10] 蔡文.可拓论及其应用[J].科学通报,1999,44(7):673-682.
- [11] 蔡文.可拓集合和不相容问题[J].科学探索学报,1983,4(1):83-97.
- [12] 刘立民,刘汉龙,连传杰,等.建筑物塌陷损坏评价的物元模型及其应用[J].防灾减灾工程学报,2003,23(2):94-98.
- [13] 李如忠.模糊物元模型在区域水环境承载力评价中的应用[J].环境科学与技术,2004,27(5):54-56.
- [14] 李如忠.模糊物元模型在区域水安全评价中的应用[J].水土保持研究,2005,12(5):221-223.