

# 基于 RAGA-PPC 模型的土地整治综合效益评价 ——以甘肃省庆阳市 15 个土地整治项目为例

程文仕, 乔蕪强, 刘志, 黄鑫

(甘肃农业大学 资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** [目的] 对甘肃省庆阳市 2012—2013 年实施完成的 15 个土地整治项目进行综合效益评价, 以期  
为庆阳市土地整治项目的实施与管理提供参考。[方法] 采用投影寻踪方法(PP)构建评价指标体系, 借助  
实数编码加速遗传算法的投影寻踪分类模型(RAGA-PPC 模型), 从社会、经济、生态 3 个方面选取 12 个评  
价指标对项目实施的综合效益进行评价。[结果] 15 个土地整治项目中宁县和正宁县的两个项目的综合效  
益为优, 西峰区项目为良, 合水县等的 11 个项目为中, 华池县城壕乡项目最差。[结论] 研究区土地整治项  
目实施效益整体较好, 但是还需要在制定和优化土地整治工程建设内容和管理时更加合理、平衡。

**关键词:** 土地整治; 实数编码加速遗传算法; 投影寻踪分类模型; 综合效益; 甘肃省庆阳市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)04-0257-05

中图分类号: F301.24

文献参数: 程文仕, 乔蕪强, 刘志, 等. 基于 RAGA-PPC 模型的土地整治综合效益评价[J]. 水土保持通  
报, 2016, 36(4): 257-261. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.04.045

## Assessment of Comprehensive Benefits from Land Remediation Based on RAGA-PPC Model

—A Case Study of 15 Projects in Qingyang City of Gansu Province

CHENG Wenshi, QIAO Hongqiang, LIU Zhi, HUANG Xin

(College of Resources and Environmental Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** [Objective] The comprehensive benefits from land reclamation in Qingyang City of Gansu Province  
were evaluated to promote the implementation of land reclamation and to improve land management. [Method] A  
evaluation system was established by the projection-pursuit classification model of real coding accelerating ge-  
netic algorithm(RAGA-PPC), in which twelve evaluation indices, including the aspects of social, economic  
and ecological, was used to evaluate the comprehensive benefits from 15 projects of land remediation in  
Qingyang City from 2012 to 2013. [Results] In 15 land reclamation projects, projects of Ningxian County  
project and Zhengning County project were assessed having the best comprehensive benefits, Xifeng District  
having good benefits, Heshui County and other 10 projects having intermediate benefits, the lowest was  
Chenshao Township of Huachi County project. [Conclusion] The overall benefits from land renovation pro-  
ject were thought better, but the construction entries of land renovation project and the management need to  
be conducted more reasonably and jointly.

**Keywords:** land consolidation; real coding accelerating genetic algorithm; projection pursuit classification mod-  
el; comprehensive benefits; Qingyang City of Gansu Province

土地整治是提高土地利用率、增加耕地面积、提  
高耕地质量、改善农村生产生活条件、强化节约集约  
用地和提升土地产能的重要途径。据中国国土资源  
年鉴,仅 2003—2011 年全国土地整治总规模达到  
 $7.70 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,到 2011 年以后,年投资额超过 1 000

亿元<sup>[1]</sup>。《全国土地整治规划(2011—2015 年)》明确  
了“十二五”期间和今后土地整治的任务,对旱涝保收  
高标准基本农田建设、农村土地综合整治提出了更高  
的要求,投资力度和建设规模将继续上升。因此,土地  
整治效益评价对坚守耕地红线、确保粮食安全、积极稳

收稿日期:2015-09-02

修回日期:2015-10-18

资助项目:甘肃省教育科学“十二五”规划课题“以复合型应用人才培养为目标的实践教学改革创新研究:以甘肃农业大学土地资源管理专业为例”(GS[2013]GHB0849);国家自然科学基金地区项目(41161066/D010702)

第一作者:程文仕(1976—),男(汉族),陕西省汉中市人,博士研究生,副教授,主要从事土地评价、土地利用与规划方面的教学和研究。  
E-mail:tgchwhsh@163.com。

妥推进城镇化发展,建设“美丽中国”、“生态中国”、“和谐中国”的宏伟目标具有重大的理论和现实意义。

土地整治综合效益评价是从区域社会、经济、生态综合效益角度对土地整治项目实施效果的鉴定,有利于提升土地整治项目的管理水平,推动土地整治项目的高效实施。因此,土地整治逐渐成为近年国内学者研究的焦点和热点。一些学者<sup>[2-4]</sup>从不同的角度,构建了经济效应、社会效应、生态效应三维一体的土地整治效应评估指标体系,分别对湿地、农用地、煤矿区、低山丘陵土地整治区土地利用变化引发的生态系统服务价值损益进行分析,并从生态重建与景观修复层面提出了相应的策略。针对土地整治效益评价方法,学者们采用的比较多的方法是模糊综合评价及其在此基础上进行的改进方法<sup>[5]</sup>,除此之外还有能值分析<sup>[6]</sup>、熵权可拓物元模型<sup>[7]</sup>、云模型<sup>[8]</sup>、数据包络分析法<sup>[9]</sup>、人工神经网络<sup>[10]</sup>、灰色关联投影法<sup>[11]</sup>等方法。然而这些方法对综合效益评价的指标选取都存在一定的局限性,对投入的大量人力、物力、财力能否发挥应有的作用不能很好地量化,而 RAGA-PPC 模型具有能够克服高维数据的“维数祸根”,排除与数据结构和特征无关的变量干扰等特点。本研究以采用 RAGA-PPC 模型为创新点,对研究区域土地整治项目的经济、社会、生态环境效应进行科学、准确地分析。RAGA-PPC 模型其本质是优化指标从而找出能反映高维数据特征和结构的投影,在低维子空间进行数据分析从而达到分析研究高维数据的目的<sup>[12]</sup>。如张欣莉等<sup>[13]</sup>对水质评价、付强等<sup>[14]</sup>对水稻灌溉制度优化、赵小勇等<sup>[15]</sup>对生态农业建设的综合评价等研

究均应用了该模型,都取得了积极显著的结果。因此,本研究基于 RAGA-PPC 模型,采用投影寻踪方法(PP)构建评价指标体系,对甘肃省庆阳市 2012—2013 年实施完成的 15 个土地整治项目进行综合效益评价,以期为庆阳市土地整治项目的实施与管理提供参考。

## 1 研究区概况及数据来源

### 1.1 研究区概况

庆阳市地理位置位于 35°15′—37°10′N,106°20′—108°45′E,东接陕甘两省的子午岭,西倚宁夏六盘山,北与宁夏回族自治区交界,南被陕甘分界线所围,总土地面积  $2.70 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,辖 1 区 7 县,总人口约 256 万人。地势北高南低,属典型的黄土高原丘陵沟壑区,山、川、塬兼有,沟、峁、梁相间,海拔介于 885~2 089 m 之间。属干旱半干旱气候,年均气温 9℃,年日照时数 2 250~2 600 h,无霜期 140~180 d,多年平均降水量 330~660 mm,降水集中期变化不大,主要集中在 7 月中、下旬。庆阳市地下水埋藏较深,地表水多分布在地势较低的山谷中,水资源时空分布失衡;土壤主要为黄绵土,但因地势地貌不同,塬面、台地地形平坦,土壤相对肥沃;坡地起伏较大,土壤养分含量低;区内水土流失严重,生态环境脆弱,农业生产以种植业为主。农村经济发展缓慢,国家级贫困县占六席,域内坡地和抛荒地较多,耕地面积逐年萎缩,因此,加强耕地保护,进行土地整治迫在眉睫,2012—2013 年实施完成的 15 个项目土地整治项目基本情况详见表 1。

表 1 庆阳市 15 个项目土地整治项目基本情况

项目名称	编号	总投资/ 10 <sup>4</sup> 元	总面积/ hm <sup>2</sup>	建设规模/ hm <sup>2</sup>	新增耕地率/ %
合水县何家畔乡赵楼村土地整理	QY <sub>01</sub>	260	151.31	142.03	10.03
华池县五蛟乡马河村土地整理	QY <sub>02</sub>	60	42.20	40.39	10.03
华池县上里塬乡柳树河土地整理	QY <sub>03</sub>	100	52.04	49.53	10.04
华池县林镇乡张岔土地整理补助项目	QY <sub>04</sub>	40	28.25	27.49	17.56
华池县城壕乡庄科土地整理项目	QY <sub>05</sub>	326	206.40	178.07	10.02
华池县柔远镇土坪土地整理项目	QY <sub>06</sub>	100	57.47	54.00	10.81
环县环城镇周元土地整理项目	QY <sub>07</sub>	352	197.00	192.21	10.04
宁县平子镇土地整理复垦补助项目	QY <sub>08</sub>	200	108.75	97.00	30.39
宁县米桥乡土地复垦整理项目	QY <sub>09</sub>	225	109.34	104.93	12.72
庆城县太白梁乡庙山土地整理项目	QY <sub>10</sub>	400	236.24	218.04	10.03
西峰区显胜乡下刘土地整理复垦项目	QY <sub>11</sub>	500	269.42	245.62	18.83
镇原县新集乡王寨土地整理项目	QY <sub>12</sub>	418	245.62	228.54	10.38
镇原县山岔镇周家庄土地整理项目	QY <sub>13</sub>	219	129.85	119.01	10.07
正宁县湫头乡北武土地复垦整理项目	QY <sub>14</sub>	305	196.26	147.00	30.08
正宁县西坡乡高红土地整理复垦项目	QY <sub>15</sub>	301	178.27	147.28	10.04

## 1.2 数据来源与处理

数据资料主要包括土地整治项目实施前后的项目区土地利用变化、社会经济发展和生态状况。其中:农地单产增长率、农民人均年纯收入增长率、人均耕地面积增长率的测算数据来源于各项目区 2011—2013 年农业统计年报和统计年鉴;新增耕地率、田块规整变动率、整治后路网密度、绿色植被覆盖率增加值、整治后生物丰度指数、林草覆盖率增加值、土地垦殖率等土地利用资料是依据 2013 年底的庆阳市各区县卫星影像图和项目实施前的实测地形图进行实地调查的基础上,深入分析测算而来;静态投资回收期、土地经济密度资料根据项目投资额和实际项目实施后的经济效果测算得到所需要的数值。

## 1.3 研究方法

### 1.3.1 实数编码加速遗传算法(RAGA) 遗传算法(GA)通过模拟生物的自然选择和群体遗传机制,把一组随机生成的可行解作为父代群体,把适应度函数(目标函数或它的变形函数)作为父代个体适应环境能力的度量,经选择、杂交生成子代个体,后者再经变异,优胜劣汰,如此反复进行迭代,使个体的适应能力不断提高,且优秀个体不断向最优点逼近<sup>[16]</sup>。加速遗传算法(RAGA)采用实数编码,它克服了传统遗传算法的二进制编码的缺点,极大增强了算法的寻优性能。

### 1.3.2 投影寻踪分类模型(PPC) 投影寻踪分类模型(PPC 模型)是利用投影特征值对样本进行合理分类从而进行综合评价的,其本质为降维技术<sup>[17]</sup>。其建模过程为<sup>[18]</sup>:

(1) 归一化处理评价指标。根据最大值、最小值和特征值,对指标进行归一化处理。

(2) 构造投影指标函数  $Q(a)$ 。把  $n$  维数据  $\{x(i, j) | j=1, 2, \dots, n\}$  综合成以  $\{a(j) | j=1, 2, \dots, n\}$  为投影方向的一维投影值  $z(i)$ , 其中  $a$  为单位长度向量:

$$z(i) = \sum_{j=1}^n a(j)x(i, j) \quad (1)$$

根据投影寻踪思想,其投影值  $z(i)$  的分布特征为:局部尽量密集,整体尽量分散,于是投影指标函数可表达为:

$$Q(a) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m [z(i) - E(z)]^2}{m-1}} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [R - r(i, j)] \cdot u[R - r(i, j)]$$

式中: $E(z)$ ——序列投影值  $\{z(i) | i=1, 2, \dots, m\}$  的平

均值; $R$ ——局部密度的窗口半径,它要求窗口内的投影点平均个数不能太少,以避免滑动平均偏差太大,又不能使它随着  $m$  的增大而增加太高,一般取值  $0.1 Sz$ ;  $r(i, j)$ ——样本之间的距离,  $r(i, j) = |z(i) - z(j)|$ ;  $\mu(t)$ ——单位阶跃函数,当  $t \geq 0$  时,  $\mu(t) = 1$ ,反之为 0。

(3) 优化投影指标函数。当各指标值的样本集一定时,投影指数函数  $Q(a)$  只受投影方向  $a$  的影响,因此可以通过投影指标函数的最大值来求解最佳投影方向,即最大值目标函数:

$$s. t. \sum_{j=1}^n a^2(j) = 1 \quad (3)$$

$$\text{约束条件: } \max: Q(a) = SzDz \quad (4)$$

这是一个以  $\{a(j) | j=1, 2, \dots, n\}$  为优化变量的复杂非线性优化问题,用传统的优化方法处理较难。因此,应用基于实数编码的加速遗传算法(RAGA)来解决其高维全局寻优问题。

(4) 分类(优先次序排列)。把由步骤(3)求得的最佳投影方向  $a$  代入公式(3)求得各样本的投影值  $z(i)$ 。将  $z(i)$  与  $z(j)$  进行比较,若  $z(i)$  越大,则样本越优,反之样本越差。如果二者越接近,则两样本可分为同一类。将  $z(i)$  值从大到小排列,则可将样本从优到劣进行排序。

## 2 结果与分析

### 2.1 评价指标体系构建

根据国内外研究现状和庆阳市及其各区县的实际情况,评价指标的选取应能良好地反映研究区域的土地整治效益,按照可持续发展评价指标体系建立的原则:科学性、整体性、易得性、简明性、动态性,参照国内外学者研究成果<sup>[19-20]</sup>,根据当地统计数据情况进行指标筛选,确定能够反映土地整治综合效益的 3 个 II 级指标,12 个 III 级指标(表 2)。

### 2.2 土地整治综合效益评价

按照评价指标体系中各指标值的计算公式计算出庆阳市 2012—2013 年实施完成的 15 个土地整治项目的指标值。将各指标值作为样本数据进行归一化处理,按次序代入公式(2)—(4),得到投影指标函数,并对投影指标函数进行优化。在 Matlab 环境下进行语言编程,选父代初始种群规模  $N=400$ ,变异方向所需随机数  $M=10$ ,变异概率  $p_m=0.2$ ,交叉概率  $p_c=0.8$ ,迭代次数 50,加速次数  $C_i=20$ ,得到投影指标函数各指标值的最佳投影方向  $a$ (表 3)。

表 2 研究区土地整治综合效益评价指标

I 级指标	II 级指标	III 级指标	指标含义
土地整治综合效益	经济效益	新增耕地率 $A_1$	新增耕地/建设规模
		农地单产增长率 $A_2$	(整治后单产—整治前单产)/整治前单产
		农民人均年纯收入增长率 $A_3$	(整治后收入—整治前收入)/整治前收入
	社会效益	静态投资回收期 $A_4$	项目总投资/土地整治增加的年收入
		人均耕地面积增长率 $A_5$	(整治后人均耕地—整治前人均耕地)/整治前人均耕地
		田块规整变动率 $A_6$	(整治前田块数—整治后田块数)/整治前田块数
		整治后路网密度 $A_7$	项目区道路长度/建设规模
		土地经济密度 $A_8$	项目总投资/建设规模
	生态效益	绿色植被覆盖率增加值 $A_9$	[(整治后林草面积+耕地面积)-(整治前林草面积+耕地面积)]/项目区总面积
		整治后生物丰度指数 $A_{10}$	( $0.11 \times$ 耕地面积+ $0.21 \times$ 草地面积+ $0.35 \times$ 林地面积+ $0.04 \times$ 建设用地面积+ $0.28 \times$ 水域面积+ $0.01 \times$ 未利用地面积)/项目区总面积
		林草覆盖率增加值 $A_{11}$	(整治后林草面积—整治前林草面积)/项目区总面积
		土地垦殖率 $A_{12}$	耕地总面积/项目区总面积

注:表中除  $A_1$  单位为年外,其他数据单位均为百分比;生物丰度指数是衡量被评价区域内生物多样性的丰富程度,主要用于生态环境质量评价;各土地利用类型权重参数来源为《生态环境状况评价技术规范(HJ192-2015)》。

表 3 各指标值最佳投影方向

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$	$A_{10}$	$A_{11}$	$A_{12}$
0.535 4	0.049 2	0.108 7	0.365 3	0.442 8	0.251 5	0.218 3	0.311 1	0.292 6	0.043 9	0.242 7	0.124 5

从表 3 可知,所有评价指标与土地整治综合效益成正相关关系,说明选取的 12 个指标在土地整治综合效益评价中均发挥着重要的作用。最佳投影方向  $a$  的绝对值越大,影响越大,对土地整治综合效益的影响越大,12 个指标中新增耕地率对评价结果的影响程度最大,其余指标重要性程度依次为人均耕地面积增长率、静态投资回收期、土地经济密度、绿色植被覆盖率增加值、田块规整变动变化率、林草覆盖率增加值、整治后路网密度、土地垦殖率、农民人均年纯收入增长率、农地单产增长率、整治后生物丰度指数。在此基础上对经济效益、社会效益、生态效益 3 大

指标的最佳投影方向值进行计算,其结果分别为 1.058 6,1.223 7 和 0.703 7,说明研究区域土地整治都高度注重经济效益和社会效益,对生态效益的重视程度偏低。

将最佳投影方向  $a$  代入公式(1)得到研究区域土地整治项目综合效益的投影值  $Z_i$ (表 4)。根据 RAGA-PPC 模型的测算结果(表 4)的最佳投影方向  $a$  的投影值  $Z_i$  的大小,可以看出 15 个土地整治项目综合效益的相对优劣程度。总体来说,最佳投影方向  $a$  的投影值  $Z_i$  值整体不高,且主要集中在 1~1.5 之间。

表 4 研究区域土地整治项目综合效益  $a$  方向的投影值  $Z_i$

$QY_{01}$	$QY_{02}$	$QY_{03}$	$QY_{04}$	$QY_{05}$	$QY_{06}$	$QY_{07}$	$QY_{08}$	$QY_{09}$	$QY_{10}$	$QY_{11}$	$QY_{12}$	$QY_{13}$	$QY_{14}$	$QY_{15}$
1.224 1	1.080 9	1.086 5	1.327 2	0.773 1	1.022 5	1.049 5	2.240 8	1.077 9	1.098 1	1.571 4	1.086 5	1.067 3	2.081 9	1.062 5

2.3 结果分析

根据优( $\geq 2$ )、良( $\geq 1.5, < 2$ )、中( $\geq 1, < 1.5$ )、差( $< 1$ )4 个等级的确定原则,把 15 个土地整治项目按照投影值  $Z_i$  的大小分为不同的实施效果等级: $QY_{08}$ (2.240 8), $QY_{14}$ (2.081 9)土地整治项目综合效益为优, $QY_{11}$ (1.571 4)土地整治项目综合效益为良, $QY_{01}$ (1.224 1), $QY_{02}$ (1.080 9), $QY_{03}$ (1.086 5), $QY_{04}$ (1.327 2), $QY_{06}$ (1.022 5), $QY_{07}$ (1.049 5), $QY_{09}$ (1.077 9), $QY_{10}$ (1.098 1), $QY_{12}$ (1.086 5),

$QY_{13}$ (1.067 3)和  $QY_{15}$ (1.062 5)土地整治综合效益为中, $QY_{05}$ (0.773 1)土地整治综合效益为差。

$QY_{08}$  和  $QY_{14}$  项目实施前项目区田块分布较均匀,有部分废弃宅基地可进行复垦,生态环境较为脆弱。整治中除修建梯田、强化基础设施建设外,注重干旱半干旱地区蓄水保塬工程、农田防护和生态环境整治,整治后增加了有效耕地面积,促进了农民增产增收,改善了区域的生态环境,取得了显著的经济效果,更为地区经济、社会和生态的协调可持续发展提

供了坚强的保障,其效益明显高于其他项目,说明评价结果  $QY_{08}$  和  $QY_{14}$  土地整治综合效益为优,与实际情况相符合。 $QY_{05}$  项目实施前,项目区地块零散、坡度较大,土地整治中重点修建梯田,强化基础设施,忽略了蓄水保塬、农田防护和生态环境保持工程,实施后除取得了较好的经济效益外,生态环境质量和农民的生活质量并没有明显的改善,远远不如其他项目实施后的社会、生态效果,更谈不上示范带动效应。而  $QY_{11}$  项目处于董志塬(庆阳市政府所在地)的边缘地带,实施条件整体较好,实施后更好地发挥了资源优势,总体效益良好;其余 11 个项目在社会、经济和生态效益三方面出现了不平衡,注重经济效益,而忽略了生态效益,给区域造成了极大的生态压力。综合以上分析,RAGA-PPC 模型评价结果符合实际,准确可靠。

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

土地整治发展战略研究、土地整治工程技术创新以及信息化技术是土地整治研究的重点。通过对庆阳市土地整治项目实地调研,发现土地整治项目实施效果整体较好,但生态效益较差,最佳投影方向值小于 1。研究土地整治综合效益评价对区域和谐发展具有十分重要的作用,其研究结果与实地调研结果一致,充分反映了当地的土地整治项目存在的不足和改进之处。

近年来,关于土地整治综合效益问题越来越受到社会各界的关注。研究多集中于从单纯的技术改进提升到“技术研发和标准制定”协调发展的新高度,进一步研发数量—质量—生态型的土地整治新技术、加快技术标准的研究和完善土地整治工程监督管理体系;缺乏对土地整治综合效益监测机制。本研究借助 RAGA-PPC 模型建立土地整治综合效益评价体系,对效益评价具有一定的创新意义,对土地整治效益监测和绩效考核机制的形成具有一定的借鉴意义。

投影寻踪分类模型通过数值直观的反映了土地整治综合效益评价中指标值对评价结果的影响程度。本研究中所选择的 15 个土地整治项目位于庆阳市不同区域,分异明显,实施的内容也不尽相同。从评价的过程和结果可以看出:RAGA-PPC 模型不仅避免了人为主观因素的影响,保证评价结果的客观性,更重要的是它为不同空间尺度的土地整治综合效益比较评价提供了科学的方法,也为土地整治项目选择、区域土地整治规划方案比选、土地整治项目实施后期评价等环节提出了下一步的研究方向。

#### 3.2 结论

(1) 由投影方向  $\alpha$  可知,土地整治综合效益评价所有指标与土地整治综合效益成正相关,在土地整治综合效益评价中均发挥着重要的作用。新增耕地率对评价结果的影响程度最大,其次依次为人均耕地面积增长率,静态投资回收期,土地经济密度,绿色植被覆盖率增加值,田块规整变动变化率,林草覆盖率增加值,整治后路网密度,土地垦殖率,农民人均年纯收入增长率,农地单产增长率,整治后生物丰度指数。政府根据其影响指标可适当地进行工程建设内容的调整。

(2) 15 个土地整治项目中  $QY_{08}$ ,  $QY_{14}$  两个项目的综合效益为优,  $QY_{11}$  项目为良,  $QY_{01}$  等 11 个项目为中,  $QY_{05}$  最差,评估结果符合实际。但是研究区域都太注重经济效益和社会效益,而忽视了生态效益,三效益值差异较大,不能给农户带来综合效益最大化,更不能为生态脆弱区的生态环境恢复提供正能量。因此,今后的土地整治中应该更加重视生态效益,达到三效益相平衡,实现土地整治综合效益最大化。

(3) 由于目前土地整治综合效益评价存在着评价指标体系的不统一、相关制度不完善、效益监测网络不成型等问题,极大制约了土地整治综合效益的发展。因此,要改变目前这种状况,应逐步建立有效的效益评价体系,完善区域土地评价制度,协调好三效益的关系和注意三效益相统一的原则。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 吴次芳,费罗成,叶艳妹. 土地整治发展的理论视野、理性范式和战略路径[J]. 经济地理, 2011, 31(10): 1718-1722.
- [2] 李正,王军,白中科,等. 基于物元评判模型的土地整理综合效益评价方法研究[J]. 水土保持通报, 2010, 30(6): 190-194.
- [3] 冯广京,林坚,胡振琪,等. 2013 年土地科学研究重点进展评述及 2014 年展望[J]. 中国土地科学, 2014, 28(1): 3-19.
- [4] 郑华伟,张俊凤,刘友兆. 基于熵权可拓物元模型的农村土地整理项目绩效评价[J]. 水土保持通报, 2014, 34(6): 193-200.
- [5] 杨俊,王占岐,金贵,等. 基于 AHP 与模糊综合评价的土地整治项目实施后效益评价[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(8): 1036-1042.
- [6] 刘元芳,郑艳东,赵娇娇,等. 基于能值分析方法的农村土地整治效益评价[J]. 水土保持研究, 2013, 20(2): 191-195, 200.

(下转第 268 页)

农业,形成具有黔江特色的生态经济体系;②继续深入实施“森林保护工程”、“退耕还林还草工程”;③积极加强矿山开采的生态监控,以及废弃矿区、石漠化地区的治理和重要生态功能区保护,以致于促进生态恢复,降低生态负荷,加大生态功能;④坚持政府主导与市场化运作相结合,积极争取国家投资、逐步加大区县财政投入、鼓励社会资本参与,拓展投资渠道,加大对土地生态环境建设的投入,加强生态保护。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张虹波,刘黎明.土地资源生态安全研究进展与展望[J].地理科学进展,2006,25(5):77-85.
- [2] 严超,张安明,吴仕海.基于GM(1,1)模型的土地生态安全动态分析与预测:以安徽省池州市为例[J].西南大学学报:自然科学版,2015,37(2):103-109.
- [3] 刘勇,刘友兆,徐萍.区域土地资源生态安全评价:以浙江嘉兴市为例[J].资源科学,2004,26(3):69-75.
- [4] 任志远,黄青.陕西关中地区生态安全定量评价与动态分析[J].水土保持学报,2005,19(4):169-172.
- [5] 龚建周,夏北成,陈健飞.快速城市化区域生态安全的空间模糊综合评价:以广州市为例[J].生态学报,2008,28(10):4992-5001.
- [6] 李月辉,胡志斌,高琼,等.沈阳市城市空间扩展的生态安全格局[J].生态学报,2007,26(6):875-881.
- [7] 黄妮,刘殿伟,王宗明.辽河中下游流域生态安全评价[J].资源科学,2008,30(8):1243-1251.
- [8] 李玲,侯淑涛,赵悦,等.基于P-S-R模型的河南省土地生态安全评价及预测[J].水土保持研究,2014,21(1):188-192.
- [9] 刘欣,葛京凤,冯现辉.河北太行山区土地资源生态安全研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(5):68-74.
- [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,2007,43(6):784-789.
- [11] 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.
- [12] 李佩武,李贵才,张金花,等.城市生态安全的多种评价模型及应用[J].地理研究,2009,28(2):293-302.
- [13] 李明月,江华.生态足迹分析模型的假设条件缺陷及应用偏差[J].农业现代化研究,2005,26(1):6-9.
- [14] 杨珊.土地变化对流域景观格局与生态安全的影响:以汉江流域中下游地区为例[D].湖北武汉:华中师范大学,2007.
- [15] 吕建树,吴泉源,张祖陆,等.基于RS和GIS的济宁市土地利用变化及生态安全研究[J].地理科学,2012,32(8):928-935.
- [16] 严超.黔江区土地生态安全评价及调控研究[D].重庆:西南大学,2015.
- [7] 吴冠岑,刘友兆,付光辉.基于熵权可拓物元模型的土地整理项目社会效益评价[J].中国土地科学,2008,22(5):40-46.
- [8] 樊敏,刘耀林,吴艳娟,等.基于云模型的土地整理生态影响评价研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2008,33(9):986-989.
- [9] 单秀丽.基于数据包络分析的土地整治综合效益评价研究[J].价值工程,2013(23):318-319.
- [10] 梁彦庆,黄志英,冯志江,等.基于人工神经网络的土地整理项目综合效益评价研究[J].安徽农业科学,2011,39(8):4799-4801.
- [11] 潘珍妮,刘应宗,高红江.农村土地综合整治项目效益评价方法研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2012,12(5):45-60.
- [12] 何国英.基于RAGA-PPC模型在土地规划方案评价中的应用研究[J].安徽农学通报,2012,18(17):41-59.
- [13] 张欣莉,丁晶,李祚泳,等.投影寻踪新算法在水质评价模型中的应用[J].中国环境科学,2000,20(2):187-189.
- [14] 付强,付红,王立坤.基于加速遗传算法的投影寻踪模型在水质评价中的应用研究[J].地理科学,2003,23(2):236-239.
- [15] 赵小勇,付强,邢贞相,等.投影寻踪模型的改进及其在生态农业建设综合评价中的应用[J].农业工程学报,2006,22(5):222-225.
- [16] 田劲松,过家春,刘琳,等.基于物元模型的土地整理经济效益评价[J].水土保持通报,2012,32(5):107-112.
- [17] 张学喜,王国体,张明.基于加速遗传算法的投影寻踪评价模型在边坡稳定性评价中的应用[J].合肥工业大学学报,2008,31(3):430-454.
- [18] 付强,赵小勇.投影寻踪模型原理及其应用[M].北京:科学出版社,2006.
- [19] 聂英,董娜,李英.农地开发整理效益评价指标体系构建:以吉林省大安项目区为例[J].农业技术经济,2015(6):99-109.
- [20] 何如海,聂雷,何方.生态涵养型土地整治综合效益评价[J].中国农业大学学报,2013,18(4):232-237.

(上接第 261 页)