

基于三角模型的河北省正定县土地利用效益评价

史兴兴¹, 冯忠江¹, 刘云亮²

(1. 河北师范大学 资源与环境科学学院, 河北 石家庄 050024; 2. 河北省制图院, 河北 石家庄 050031)

摘要: 利用三角模型定量评估了河北省正定县土地利用效益变化。根据土地利用经济、社会、生态效益三者之间的相对比例关系, 利用 Origin 软件建立了科学、直观的三角模型, 并对正定县 1997—2008 年土地利用效益情况进行了评价。结果表明, 三角模型细致的分类和直观的图解展现了正定县土地利用效益的 6 种类型和由生态滞后的不可持续性发展到生态引领、社会引领型、经济引领的弱可持续性发展的变化趋势。

关键词: 三角模型; 效益类型; 效益趋势; 正定县

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)02-0206-05

中图分类号: F301, TU984

Evaluation of Land Use Efficiency in Zhengding County of Hebei Province Based on Triangle Model

SHI Xing-xing¹, FENG Zhong-jiang¹, LIU Yun-liang²

(1 College of Resource and Environment Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei 050016, China; 2. Cartography Institute of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050031, China)

Abstract: The triangle model was used to evaluate the efficiency of the land use in Zhengding County of Hebei Province. Based on the relationship among the economic, social and ecological benefits of land use, the triangle model was established in the Origin software package to assess the land use efficiency in Zhengding County from 1997 to 2008. The results show that the detailed classification and intuitive diagram from the triangle model described effectively the types and trends of land use. The land use efficiency of Zhengding County could be divided into six classes, the land use efficiency of Zhengding County changed from the ecology-lagging unsustainable state to the ecology-leading, society-leading, and economy-leading weakly sustainable state.

Keywords: triangle model; efficiency type; efficiency tendency; Zhengding County of Hebei Province

土地利用效益评价是衡量土地资源可持续利用水平的重要指标, 恰当地评判区域土地利用效益状况, 有助于揭示区域土地资源利用中存在的问题和矛盾, 为区域土地利用结构优化、功能完善提供借鉴。先进的土地利用效益评价理论知识与实践技术, 是提高土地利用效益分析水平的关键。

国内外众多学者对土地利用效益评价研究做过大量有益工作, 建立了各种评价指标体系和评价模型^[1-2], 并进行了实证分析^[3-4], 提出了许多新的概念^[5]和研究方法^[6]。

但以往研究普遍存在着计算过程复杂, 直观性差, 专业性强的弊端。鉴于此, 本研究提出易于操作, 便于理解、客观准确的三角模型, 并以正定县为例, 具体阐释其在土地利用效益评价中的应用, 以期为区域土地利用优化提供理论依据。

1 模型介绍

三角模型作为一种直观平台, 其基本分析灵活、计算过程简单、直观性强、易于被管理及决策者理解^[7], 是近年国内外较为流行的一种评价模型。本研究尝试把三角模型引用到土地利用效益评价中, 用经济效益指数(I_{En})、社会效益指数(I_S)和生态效益指数(I_{Ec})这 3 个方面的多项指标测量、评估区域土地利用效益情况及土地资源可持续利用能力。利用 Origin 软件处理数据, 生成三角图, 再用 Photoshop 软件添加标记、优化三角模型(图 1)。

图 1 中的三角形为等边三角形, 其中 X 轴、Y 轴、Z 轴分别为 I_{Ec} 、 I_{En} 、 I_S 与综合效益指数(I_c)比值的参考轴。每个轴平均分为 5 个范围: 很低(0~0.2), 一般(0.2~0.4), 较高(0.4~0.6), 很高(0.6~0.8),

收稿日期: 2011-05-16

修回日期: 2011-07-24

作者简介: 史兴兴(1986—), 女(汉族), 山西省襄汾县人, 硕士研究生, 研究方向为区域经济与土地利用。E-mail: xingcherish@163.com。

通信作者: 冯忠江(1964—), 男(汉族), 河北省涪源县人, 教授, 主要从事区域经济与土地利用、区域可持续发展等领域的研究工作。E-mail: fengzhongjiang@163.com。

极高(0.8~1)。三角形内部又进一步细分为 25 个区域,分别表示 25 种不同的土地利用效益类型(表 1) 不同区域的划分主要与 I_{Ec} 、 I_{En} 、 I_S 这 3 者之间的相对比例有关。三角图中以 60°为间隔,按逆时针方向可以依次划分出 6 个范围,不同范围内单项坐标数值相对比例增长趋势不同,根据 I_{Ec} 、 I_{En} 和 I_S 相对比例值的增长趋势变化,确定出 6 种可能的运动趋势($T_1 \sim T_6$),分别表示 6 种不同的土地利用效益趋势(表 2)。

2 三角模型在河北省正定县的应用

2.1 正定县土地利用概况

正定县地跨北纬 38°06′—38°21′,东经 114°23′—114°43′,位于河北省西南部,是省会石家庄市的北大门,是承接省会商贸流通、旅游休闲及纺织服装等相关产业转移的重要基地。境内地势平坦,西北高,东南低,土地总面积 48 598.79 hm²。该县土地利用水平较高,2008 年土地利用率为 98.82%,建设用地率 19.84%,土地垦殖率 62.67%;县城后备土地资源较

少,裸地、沙地、滩涂合计面积占土地总面积的 2.35%,且开发难度大;全县水域面积较大,但多为季节性河道,河床宽浅多砂质,实际水面极小。

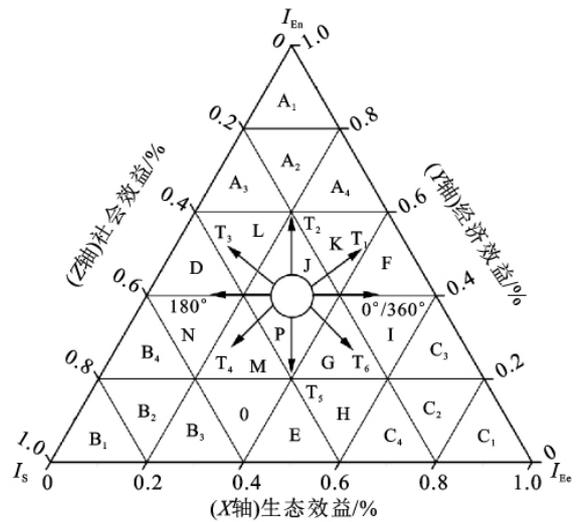


图 1 土地利用效益类型和趋势描述

注: $A_1, A_2, A_3, A_4, B_1, B_2, B_3, B_4, C_1, C_2, C_3, C_4, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P$ 分别表示土地利用效益类型(表 1); $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$ 分别表示土地利用效益趋势(表 2)。下同。

表 1 基于三角模型的土地利用效益类型评价

区域	指数相对比例范围			土地利用效益类型		
	I_{Ec}	I_{En}	I_S	效益特征	效益关系	
A_1	0~0.2	0.8~1.0	0~0.2	经济引领型	严重失调类	
B_1	0~0.2	0~0.2	0.8~1.0	社会引领型		
C_1	0.8~1.0	0~0.2	0~0.2	生态引领型		
A_2	0~0.2	0.6~0.8	0~0.2	经济引领型	失调类	
B_2	0~0.2	0~0.2	0.6~0.8	社会引领型		
C_2	0.6~0.8	0~0.2	0~0.2	生态引领型		
A_3	0~0.2	0.6~0.8	0.2~0.4	经济引领、生态滞后型	濒临失调类	
A_4	0.2~0.4	0.6~0.8	0~0.2	经济引领、社会滞后型		
B_3	0.2~0.4	0~0.2	0.6~0.8	社会引领、经济滞后型		
B_4	0~0.2	0.2~0.4	0.6~0.8	社会引领、生态滞后型		
C_3	0.6~0.8	0.2~0.4	0~0.2	生态引领、社会滞后型		
C_4	0.6~0.8	0~0.2	0.2~0.4	生态引领、经济滞后型		
K	0.2~0.4	0.4~0.6	0~0.2	经济引领、社会滞后型		初级协调类
L	0~0.2	0.4~0.6	0.2~0.4	经济引领、生态滞后型		
N	0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	社会引领、生态滞后型		
O	0.2~0.4	0~0.2	0.4~0.6	社会引领、经济滞后型		
H	0.4~0.6	0~0.2	0.2~0.4	生态引领、经济滞后型		
I	0.4~0.6	0.2~0.4	0~0.2	生态引领、社会滞后型		
E	0.4~0.6	0~0.2	0.4~0.6	经济滞后型	中级协调类	
F	0.4~0.6	0.4~0.6	0~0.2	社会滞后型		
D	0~0.2	0.4~0.6	0.4~0.6	生态滞后型		
J	0.2~0.4	0.4~0.6	0.2~0.4	经济引领型	良好协调类	
M	0.2~0.4	0.2~0.4	0.4~0.6	社会引领型		
G	0.4~0.6	0.2~0.4	0.2~0.4	生态引领型		
P	0.2~0.4	0.2~0.4	0.2~0.4	经济、社会、生态同步型	优质协调类	

表 2 基于三角模型的土地利用效益趋势评价

趋势	变化范围	指数相对比例值的变化趋势			土地利用效益趋势	
		I_{Ee}	I_{En}	I_s	效益表现	相对可持续性
T_1	$0^\circ \sim 60^\circ$	↑	↑	↓	社会滞后	适中可持续性
T_2	$60^\circ \sim 120^\circ$	↓	↑	↓	经济引领	弱可持续性
T_3	$120^\circ \sim 180^\circ$	↓	↑	↑	生态滞后	不可持续性
T_4	$180^\circ \sim 240^\circ$	↓	↓	↑	社会引领	弱可持续性
T_5	$240^\circ \sim 300^\circ$	↑	↓	↑	经济滞后	适中可持续性
T_6	$300^\circ \sim 360^\circ$	↑	↓	↓	生态引领	弱可持续性

注 “↑”表示增加,“↓”表示减少。

2.2 评价指标体系的确定和数据处理

本研究建立以 I_{En} 、 I_s 和 I_{Ee} 这 3 种指数为总目标层的土地利用综合效益评价指标体系(表 3),基于研究数据的可得性、相关性、代表性、可比性、整体性和

动态性等多项原则选取具体指标^[8-9],各项指标值的获取重点参考了《正定县国民经济统计资料(1997—2008 年)》和《河北省土地调查统计年鉴(1997—2008 年)》等。

表 3 土地利用效益评价指标体系

一层指标	二层指标	三层指标	指标
经济效益	投入强度	单位建设用地面积房地产投资(万元/hm ²)	+ x_1
		单位耕地面积农机动力(kW/hm ²)	+ x_2
		单位耕地农业从业人员(人/hm ²)	+ x_3
	经济效果	单位种植面积农业总产值(万元/hm ²)	+ x_4
		单位建设用地面积建筑业增加值(万元/hm ²)	+ x_5
		单位建设用地二三产业增加值(万元/hm ²)	+ x_6
		单位面积财政收入(万元/hm ²)	+ x_7
		地均 GDP(万元/hm ²)	+ x_8
	经济结构	第二产业增加值占 GDP 的比重	+ x_9
		第三产业增加值占 GDP 的比重	+ x_{10}
社会效益	社会发展状况	人口密度(人/km ²)	+ x_{11}
		非农业人口占总人口比重	+ x_{12}
		交通用地比例	+ x_{13}
	人民生活水平	城乡居民人均存款余额/元	+ x_{14}
		农民人均纯收入/元	+ x_{15}
		城镇居民人均可支配收入/元	+ x_{16}
		人均社会消费品零售总额(元/人)	+ x_{17}
生态效益	土地质量	单位种植面积农化肥使用量(t/hm ²)	- x_{18}
		单位种植面积农药使用量(t/hm ²)	- x_{19}
		单位种植面积农用塑料地膜量(t/hm ²)	- x_{20}
	生态条件	沙地占土地总面积的比例	- x_{21}
		年末实有林地覆盖率	+ x_{22}
		园地占土地总面积的比例	+ x_{23}
		年末实有四旁树数量(10 ² 株)	+ x_{24}

注 “+”表示正向指标,“-”表示逆向指标

正向指标值越高土地利用效益越好,逆向指标值越高对土地利用效益的制约越强。因此,在具体标准化时,要分别采用不同的极值标准化公式,对数据进行归一化处理,使各个样本值在 [0, 1] 范围内,并成为极性一致的数值^[10]。为使研究更加符合事实,采取基于修正的变异系数法确定指标权重,指标权重的修

正是将确定的指标权重乘以修正系数^[11],其计算公式为:

$$w_i = \frac{k_m}{k_n} \times v_i / \sum v_i \quad (1)$$

式中: w_i ——改进后指标权重; v_i ——变异系数; k_m ——所有指标个数; k_n ——指标所在领域层的指标

个数, 然后进行归一化处理。

权重系数确定后, 根据公式(2) — (5) 对各个指标数值进行加权处理。

$$I_{En}(i) = \sum_{x=1}^{10} [I'_{En}(x_i) \times w_x] \quad (2)$$

$$I_S(i) = \sum_{y=11}^{17} [I'_S(y_i) \times w_y] \quad (3)$$

$$I_{Ec}(i) = \sum_{z=18}^{24} [I'_{Ec}(z_i) \times w_z] \quad (4)$$

$$I_C(i) = \sum_{t=1}^{24} [I'_C(t_i) \times w_t] \quad (5)$$

式中: $I_{En}(i)$ 、 $I_S(i)$ 、 $I_{Ec}(i)$ 、 $I_C(i)$ —— 分别表示第 i 年正定县的经济效益指数值、社会效益指数值、生态效益指数值和综合效益指数值; w_x —— 第 x 个 I_{En} 指数的权重系数; w_y —— 第 y 个 I_S 指数的权重系数; w_z —— 第 z 个 I_{Ec} 指数的权重系数; w_t —— 第 t 个 I_C 指数的权重系数, 其中 $\sum_{i=1}^{24} w_i = 1$ 。

2.3 三角图中数据点的标定

计算出每年 I_{En} 、 I_S 和 I_{Ec} 3 种指数值分别占 I_C 的相对比例, 利用 Origin 软件, 对数据进行处理, 生成三角图, 标记数据点的年份。图中每个数据点可以表示相应年份土地利用经济、社会、生态 3 种效益的相对比例关系。根据三角图中数据点的分布区域和彼此间的相对位置关系可以对正定县近 11 a 的土地利用效益类型及趋势进行分析和评估。

3 结果与分析

3.1 土地利用效益类型

由表 1 分类可知, 位于三角图上顶角的 A 区(包括 A_1, A_2, A_3, A_4) 土地利用效益最明显的特征是经济效益比较高, 位于三角图左顶角的 B 区(包括 B_1, B_2, B_3, B_4) 土地利用效益特征是社会效益比较高, 位于三角图右顶角的 C 区(包括 C_1, C_2, C_3, C_4) 土地利用的效益特征为生态效益比较高, 也就是说越靠近三角图的顶部其经济效益越高, 越靠近三角图的左下端其社会效益越高, 越靠近三角图的右下端其生态效益越高, 同时, 越靠近三角图三个顶点的位置土地利用效益关系也越不协调; 而位于三角图正中心的 P 区则是三者效益关系最为协调的区域, 是土地利用效益协调发展最佳的状态; 与 P 区紧密相连的 J、M 和 G 区表现为良好协调发展类; 而靠近三角图三边最中间的 D、E 和 F 区为中级协调发展类。

图 2 中 11 个点主要落在了 C_2, G, P, L, M, N 这 6 个区域中。其中, 1997 年落在了 C_2 区, 即位于三角图的右下角, 说明其生态效益很高, 协调性较差, 土地利用效益类型为生态引领型失调衰退类。这是由于在

经济发展的早期, 土地资源开发利用过程中, 尚未充分挖掘经济、社会发展潜力, 土地利用程度整体不高。在生态环境质量较好的状况下, 土地利用的经济、社会效益都显滞后, 表现为生态效益很高, 经济社会效益很低, 三者效益关系已经失调。

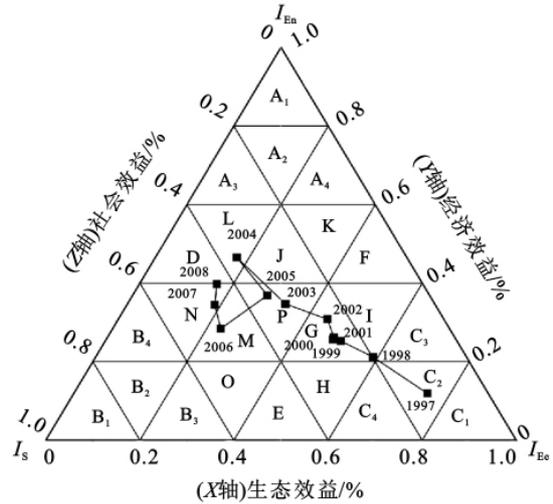


图 2 1997—2008 年正定县土地利用效益类型及趋势
注: 1999、2000、2001 年 3 点的点接近重合。

1998—2002 年, 这 5 个点均分布在与 P 区紧密相连的 G 区, 土地利用效益类型为生态引领型良好协调类。这一时期该县经济效益和社会效益较 1997 年已有很大改善, 但仍存在经济总量偏小, 就业压力较大, 农民增收缓慢的普遍问题, 表现在土地利用效益上则是生态效益较高, 经济、社会效益一般, 三者效益关系为良好协调类, 效益特征为生态引领型。

2004 年这一点位于三角图的 L 区, 其土地利用效益类型为经济引领、生态滞后型。这一时期县政府出台了一系列加快民营经济发展的办法和措施, 极大地调动和激发了社会各界投资创业的积极性, 全县地区生产总值较上年增速提高了 1.8%。经济的突然快速发展, 使得土地开发强度增强, 生态环境质量压力加大, 表现在土地利用效益上则是经济效益较高, 生态效益很低, 社会效益一般, 三者效益关系为初级协调类, 效益特征为经济引领、生态滞后型。

2003 和 2005 年这两个点落在了三角图正中心的 P 区, 其土地利用效益类型为经济、社会、生态同步型优质协调发展类, 是土地利用效益协调发展状况最佳的状态。这与正定县经济运行、社会发展和生态环境矛盾的逐渐消除是分不开的。

2006 年这一点位于与 P 区紧密相连的 M 区, 土地利用效益类型为经济引领型良好协调类。随着产业结构调整, 就业途径扩大, 社会保障工作不断加强,

以及“两减免,三补贴”惠农政策的实施,极大地调动了农民生产积极性,表现在土地利用效益上则是较高的社会效益,而经济、生态效益一般,三者效益关系为良好协调类,效益特征为社会引领型。

位于 N 区的 2007 年和 2008 年土地利用效益类型为社会引领、生态滞后型初级协调类。这主要是 2007 年以来,正定县紧抓石家庄市发展战略机遇,积极推进生态环境建设,努力改善民生,社会各项事业得以全面进步的结果。这一期间随着建设用地的大量增加,土地开发强度的加大,其生态效益很低,社会效益则较高,经济效益一般,三者效益关系属于初级协调类,效益特征为社会引领、生态滞后型。

3.2 土地利用效益趋势

将图 2 中的点按照时间顺序连成折线,根据折线方向的分布范围结合表 2 分类可以判断土地利用效益趋势的总体变化。与以往其它方法比较,三角模型既可以同时反应每一年土地利用的效益特征及效益关系,又可以展现出一段时期内土地利用效益变化的发展趋势。

观察图 2 中 1997—2004 年曲线,其整体方向大致分布在 $120^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 这一范围内,表明其土地利用效益趋势为生态滞后型不可持续性发展(T_3)。这是由于这一时期其生态效益比重持续降低,经济、社会效益比重持续提升,土地利用方式主要是以牺牲生态环境质量为代价,不断提高经济社会效益,这种生态环境保护意识淡薄的土地资源利用方式是不可持续的。

2004—2005 年曲线的方向大致分布在 $300^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 之间,表明土地利用效益趋势转为生态引领型弱可持续性发展(T_6)。这是由于这一时期土地利用生态效益比重上升,而经济社会效益比重略有下降,呈现出一种先发展后治理的土地利用模式,前期片面追求经济社会效益的增长,生态环境不断恶化,后期随着经济发展水平的不断提高,开始注重加大环保投资力度,改善生态环境,土地资源利用的可持续性能力为弱可持续性。

2005—2006 年曲线的方向大致分布在 $180^{\circ} \sim 240^{\circ}$ 之间,表明土地利用效益趋势为社会引领型弱可持续性发展(T_4)。这一时期土地利用社会效益比重在增加,经济、生态效益比重相对下降,土地利用方式是在生态与经济相对协调的发展通道上寻求社会效益的提高,土地资源利用可持续性能力表现为弱可持续性。

2006—2008 年这条曲线的方向大致分布在 $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 之间,表明土地利用效益趋势为经济引领型弱可持续性发展(T_2)。这一时期经济效益比重快速增加,而社会、生态效益比重相对下降,土地利用方式是

在生态和社会相对协调的发展通道上寻求经济效益的增加,土地资源利用方式为弱可持续性。

4 结论

基于三角模型的土地利用效益评价形象直观地展现了正定县土地利用效益的 6 种类型和由生态滞后的不可持续性发展向生态引领、社会引领型、经济引领的弱可持续性发展的变化趋势。该评价方法省去了大量繁琐的计算并减少了计算可能带来的误差,确保了数据利用的准确性和结论的客观性。同时三角模型细致的分类和形象直观的图解便于决策者随时掌控土地利用效益状态,并根据某一时段土地利用效益趋势变化随时调整土地利用战略方针,不断增强土地资源可持续利用能力。

三角模型对定量评估区域土地利用效益状况研究提供了一定的方法借鉴,然而本研究只对三角模型中 6 种可能的变化范围给予了讨论,没有做出效益趋势沿着特殊角度(例如 0° , 60° , 120° 等)变化的分析,在今后的研究中三角模型还有待进一步完善。

[参 考 文 献]

- [1] 王雨晴,宋戈.城市土地利用综合效益评价与案例研究[J].地理科学,2006,26(6):743-748.
- [2] 赵建军.结构方程模型在土地利用效益评价中的应用[D].江西南昌:江西财经大学,2009:31-36.
- [3] 彭建,蒋依依,李正国,等.快速城市化地区土地利用效益评价:以南京市江宁区为例[J].长江流域资源与环境,2005(3):4-6.
- [4] 秦伟山,廖和平,张春柱,等.县域土地利用协调度研究:以重庆市璧山县为例[J].中国农学通报,2010,26(19):344-348.
- [5] 张富刚,郝晋珉,李旭霖,等.县域土地利用协调发展度评价:以河北省曲周县为例[J].水土保持通报,2005,25(2):63-65.
- [6] 韩璐,谢俊奇.小波神经网络在土地利用效益分析中的应用:以兰州市为例[J].资源科学,2011,33(1):153-157.
- [7] 张健,濮励杰.广西崇左市可持续综合发展及对策初探[J].地理研究,2008,27(4):939-941.
- [8] 曾磊,雷军,鲁奇.我国城乡关联度评价指标体系构建及区域比较分析[J].地理研究,2002,21(6):763-771.
- [9] 李香云,王立新,章予舒,等.西北干旱区土地荒漠化中人类活动作用及其指标选择[J].地理科学,2004,24(1):68-75.
- [10] 孙兴辉.呼和浩特市土地利用效益评价研究[D].内蒙古呼和浩特:内蒙古师范大学,2008:22-31.
- [11] 岳永胜.陕西省城市用地效益评价研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2010:19-21.