

# 基于物元模型的资源型城市土地利用效益动态评价研究

刘畅<sup>1</sup>, 师学义<sup>1</sup>, 梁旭琴<sup>2</sup>, 石立豪<sup>1</sup>, 柴迪<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学(北京) 土地科学技术学院, 北京 100083; 2. 潞城市国土资源局, 山西 潞城 047500)

**摘要:**为了探寻资源型城市土地利用综合效益的动态变化情况,以山西省晋城市为研究区,从土地利用经济效益、社会效益、生态环境效益三个维度上构建了土地利用综合效益评价指标体系,并通过层次分析法与物元模型相结合,对区域自 2006 年以来的土地利用综合效益进行了动态评价。结果表明:2006—2013 年,晋城市土地利用综合效益得到了稳步的提升,同时土地经济、社会、生态环境效益也都分别得到了不同程度的提升。但同时也存在着土壤污染问题没有有效解决以及区域土地发挥的社会公平保障效应较低的问题,研究结果可为资源型城市合理利用和保护土地以及促进土地更好地为社会经济生态环境可持续发展服务提供科学的参考与依据。

**关键词:**土地利用效益; 动态评价; 层次分析法; 物元模型; 晋城

**中图分类号:**F301.24

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2015)04-0122-05

## Research on Dynamic Assessment of Land Use Benefits of Resource-typed City Based on Matter Element Model

LIU Chang<sup>1</sup>, SHI Xueyi<sup>1</sup>, LIANG Xuqin<sup>2</sup>, SHI Lihao<sup>1</sup>, CHAI Di<sup>1</sup>

(1. College of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Bureau of Land and Resources of Lucheng City, Lucheng, Shanxi 047500, China)

**Abstract:** In order to explore the dynamic rules of comprehensive land use benefits of resource-typed cities, we selected Jincheng City in Shanxi Province as the research example, established an assessment index system of comprehensive land use benefits from perspectives of land use economic benefits, social benefits and ecological environmental benefits, and carried out the dynamic assessment of land use benefits from 2006 through the combination use of analytic hierarchy process and matter element models. The results demonstrated as following. From 2006 to 2013, the comprehensive land use benefits of Jincheng City elevated steadily, and land economic, social and ecological environmental benefits were augmented at different degrees simultaneously. However, problems such as soil pollution and the low benefits on decreasing the gap between the urban and rural area still existed and were not solved effectively. The research results could offer some scientific basis for land use and conservation in resource-typed cities to stimulate the comprehensive and sustainable development of economy, society and eco-environment.

**Keywords:** land use benefits; dynamic assessment; Analytic Hierarchy Process; matter element model; Jincheng City

随着我国城市化与工业化的大力推进,我国对土地资源的开发与利用创造了巨大的社会效益,但也出现了生态环境恶化、土地供需矛盾突出等问题<sup>[1-2]</sup>。土地利用效益作为衡量区域土地利用合理性与可持续性的重要指标,指的是单位面积土地投入与消耗在区域发展的社会、经济、生态环境等方面所实现的物质产出或有效成果<sup>[3]</sup>。正确评价区域土地利用效益,揭示土地利用中存在的问题和矛盾,对于促进区域土地利用结构与布局的优化和实现区域社会、

经济、生态的可持续发展具有重要意义。

目前,对于区域土地利用效益的研究主要集中在土地利用效益的评价时空对比研究<sup>[4-6]</sup>,土地利用经济、社会、生态效益的耦合协调关系研究<sup>[7-8]</sup>。所采用的方法有熵权法<sup>[9]</sup>,层次分析法<sup>[10]</sup>,因子分析法<sup>[11]</sup>,对应分析法<sup>[12]</sup>,Topsis 模型<sup>[13]</sup>,ESDA 分析法<sup>[14]</sup>、耦合度模型<sup>[15]</sup>,并通过 GIS 技术来实现区域效益差异的可视化<sup>[16]</sup>。已有的研究取得了很多成果,但同时也存在着一些问题。土地利用综合效益作为一个复杂的系统,具有模糊性与

非线性的特点,以往的评价方法并没有有效解决这一问题。另外,随着我国生态文明建设的提出,资源型城市目前正处于关键的转型阶段,对于揭示该类城市土地利用效益动态变化规律的研究较少。

本文选择山西省晋城市为研究区,晋城市作为典型的资源型城市,面临着发展与保护环境的双重任务,处于转型关键期。本文以层次分析法与物元模型相结合构建土地利用综合效益评价体系,对自第三轮晋城市土地利用总体规划(2006—2020)实施以来区域土地利用效益变化规律进行揭示与分析,同时揭示出土地利用中存在的问题,为资源型城市土地资源利用以及促进区域社会、经济、生态环境协调发展提供一定的借鉴。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

晋城市位于山西省东南部,处于黄土高原区地带,市域内地形起伏较大,大部分地区海拔在 700 m 以上。根据 2013 年土地利用变更调查数据统计,晋城市土地总面积 942 042.85 hm<sup>2</sup>,其中农用地、建设用地和其他用地面积分别占总面积的 70.66%,6.22%,23.12%。晋城市作为典型的资源型城市,煤炭作为其支柱产业,近年来经济发展迅速,产业结构不断得到优化,同时城市基础服务设施,人民生活水平也不断得到改善和提

高。此外,晋城市享有全国花园城市及国际花园城市的称号,环境质量良好。自第三轮土地利用规划实施以来,随着区域土地利用不断的变化,势必会对城市土地的经济效益、社会效益以及生态环境效益造成影响,进而影响城市土地的综合利用效益。

1.2 数据来源

文中相关研究数据资料主要来源于统计资料与实地调查资料:其中经济、社会效益指标资料及生态环境效益指标中的森林覆盖与污染物排放情况来源于《晋城统计年鉴 2007—2014 年》、《晋城市国土资源公报》,土地复垦情况主要来自晋城市土地变更调查资料以及实地调研资料。

2 评价指标体系构建

2.1 评价指标选取

土地利用效益作为土地资源利用水平的综合度量指标,在经济、社会和生态环境三个维度进行全面综合考虑才能反映出土地利用效益的本质特征<sup>[17]</sup>。本文以土地利用效益理论为依据,综合参考已有的研究成果<sup>[18-20]</sup>,遵循指标选取科学性、代表性、可量化性、可操作性、完整性等原则的基础上,结合研究区实际情况,构建以经济效益、社会效益、生态环境效益为一级指标的土地利用效益指标体系,具体结果及指标解释见表 1。

表 1 晋城市土地利用综合效益评价指标体系

目标层	主题层	指标权重	指标层	指标解释	指标权重	组合权重
土地利用 效益 A	经济效益 B <sub>1</sub>	0.351	地均矿业 GDP C <sub>1</sub> (万元/hm <sup>2</sup> )	表征土地的经济生产能力大小	0.673	0.236
			人均 GDP C <sub>2</sub> (万元/人)		0.327	0.115
	社会效益 B <sub>2</sub>	0.327	城乡收入比 C <sub>3</sub>	表征社会的公平程度	0.234	0.077
			矿业吸纳就业人数 C <sub>4</sub> (万人)	表征矿业用地对就业的促进作用	0.272	0.089
			城市化率 C <sub>5</sub> (%)	表征社会的城市化发展进程	0.309	0.101
			人均拥有道路面积 C <sub>6</sub> (m <sup>2</sup> /人)	表征人民生活便捷程度	0.185	0.06
	生态环境 效益 B <sub>3</sub>	0.322	森林覆盖率 C <sub>7</sub> (%)	表征区域森林覆盖与生物多样性程度	0.434	0.14
			单位面积化肥使用负荷 C <sub>8</sub> (kg/hm <sup>2</sup> )	表征区域污染与环境质量状况	0.146	0.047
			单位面积固体废弃物负荷 C <sub>9</sub> (kg/hm <sup>2</sup> )		0.135	0.043
			被破坏土地复垦比例 C <sub>10</sub> (%)	表征被破坏土地生态恢复治理的情况	0.285	0.092

2.2 指标权重确定

目前常用的确定土地利用效益评价指标权重的方法有 DELPHI 法、主成分分析法、层次分析(AHP)法、客观赋权法、熵权法等方法。本文在此采用层次分析法对各个指标的权重进行赋值。

3 评价方法与过程

物元模型适用于多因子评价,来解决复杂的模糊不相容问题<sup>[21]</sup>。土地利用效益本身具有非线性、复

杂性的特点,其包含着经济、社会与生态环境效益,并且三者存在着复杂的耦合关系,以往的研究中多采用综合指数评价法,很难挖掘出单个指标的评价信息,不能有效全面地展示出城市土地利用效益的情况以及具体存在的问题<sup>[22]</sup>。因此,本文通过借鉴物元模型的原理及方法,对晋城市土地利用效益进行评价。主要步骤如下:

3.1 构造物元

把土地利用综合效益记作 N,N 的特征为 c,对应

的特征量值  $v$ ,三者构成了土地利用综合效益基本元。假设  $N$  有多个特征,它以  $m$  个特征  $c_1, c_2, \dots, c_m$  和相应的统计量值  $v_1, v_2, \dots, v_m$ ,则可以将  $N$  表示为:

$$R=(N, c, v)=\left|\begin{array}{ccc} N, & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & v_m \end{array}\right| \quad (1)$$

3.2 确定经典域及节域

$$R_{oj}=(N_{oj}, c_k, v_o)=\left|\begin{array}{ccc} N_{oj} & c_1 & (a_{oj1}, b_{oj1}) \\ & c_2 & (a_{oj2}, b_{oj2}) \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & (a_{ojn}, b_{ojn}) \end{array}\right| \quad (2)$$

式中: $R_{oj}$ ——经典域物元; $N_{oj}$ ——评价目标的第  $j$  个等级,  $j=(1, 2, \dots, n)$ ;  $c_k$ ——第  $k$  个评价指标;  $(a_{ojk},$

$b_{ojk})$ ——效益等级  $j$  的取值范围,  $k=(1, 2, \dots, m)$ 。

$$R_p=(P, c, X_{pk})=\left|\begin{array}{ccc} P & c_1 & a_{p1}, b_{p1} \\ & c_2 & a_{p2}, b_{p2} \\ & \vdots & \vdots \end{array}\right| \quad (3)$$

其中  $P$  表示所有的效益等级,  $X_{pk}$  是指  $P$  关于  $k$  特征的  $c_k$  的量值范围  $(a_{pk}, b_{pk})$ 。目前我国利用物元模型对土地利用效益评价研究较少,没有统一的标准,本文将晋城市的土地利用效益划分为 4 个等级:Ⅰ级(优),Ⅱ级(良),Ⅲ级(中),Ⅳ级(差),对于评价指标的经典域数值范围的确定,主要通过参考相关国家质量标准 and 政府公开资料<sup>[23-24]</sup>、结合研究区省域及市域实际情况、其他类似资源型城市资料和参考相关文献成果<sup>[25-28]</sup>确定相应的数值范围。各经典域  $R_I, R_{II}, R_{III}, R_{IV}$  及节域  $R_P$  的取值范围如表 2 所示。

表 2 晋城市土地利用效益评价指标经典域、节域取值范围

项目	$R_I$	$R_{II}$	$R_{III}$	$R_{IV}$	$R_P$
地均矿业 GDP $C_1$ (万元/hm <sup>2</sup> )	(9~12]	(6~9]	(3~6]	(0~3]	[16~0)
人均 GDP $C_2$ (万元/人)	(6~8]	(4~6]	(2~4]	(0~2]	[8~0)
城乡收入比 $C_3$	(1~1.5]	(1.5~2]	(2~2.5]	(2.5~3]	(1~3]
矿业吸纳就业人数 $C_4$ (万人)	(160~180]	(140~160]	(120~140]	(100~120]	[180~100)
城市化率 $C_5$ (%)	(60~80]	(50~60]	(40~50]	(0~40]	[80~0)
人均拥有道路面积 $C_6$ (m <sup>2</sup> /人)	(14~18]	(10~14]	(6~10]	(2~6]	[14~2)
森林覆盖率 $C_7$ (%)	(40~50]	(30~40]	(20~30]	(0~20]	[50~0)
单位面积化肥使用负荷 $C_8$ (kg/hm <sup>2</sup> )	(0~255]	(255~380]	(380~650]	(650~1000]	(0~1000]
单位面积固体废弃物负荷 $C_9$ (kg/hm <sup>2</sup> )	(0~2500]	(2500~3500]	(3500~4500]	(4500~6000]	(0~6000]
被破坏土地复垦比例 $C_{10}$ (%)	(0.1~0.2]	(0.2~0.3]	(0.3~0.4]	(0.4~0.5]	[0.5~0.1)

3.3 确定待评判物元

$$R_o=(P_o, c, v)=\left|\begin{array}{ccc} P_o & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & v_m \end{array}\right| \quad (4)$$

此式称为  $P_o$  的待评物元,  $v_k$  则待表待评各指标  $c_k$  的具体量值。

3.4 确定关联函数及关联度

$$K_j(v_k)=\begin{cases} -\frac{\rho(v_k, X_{ojk})}{|X_{ojk}|} & v_k \in X_{ojk} \\ \frac{\rho(v_k, X_{ojk})}{\rho(v_k, X_{pk}) - \rho(v_i, X_{ojk})} & v_i \leftrightarrow X_{ojk} \end{cases} \quad (5)$$

其中,  $\rho(v_k, X_{ojk}) = |v_i - \frac{1}{2}(a_{okj} + b_{okj})| - \frac{1}{2}(b_{okj} - a_{okj})$ ;  $\rho(v_k, X_{pk}) = |v_k - \frac{1}{2}(a_{pk} + b_{pk})| - \frac{1}{2}(b_{pk} - a_{pk})$ ;  $|X_{ojk}| = |a_{ojk} - b_{ojk}|$ ,  $k=(1, 2, \dots, m)$ ;  $j=(1, 2, \dots, n)$ 。  $\rho(v_k, X_{ojk}), \rho(v_k, X_{pk})$  分别表示点  $v_k$  与对应经典域与节域之间的距离;  $K_{j(vk)}$  表示各指标关于各评价等级  $j$  的归属程度,取值范围为整个实数轴,若  $K_{j(vk)} = \max K_{j(vk)}, j \in (1, 2, \dots, n)$ ,则评定指标  $v_i$  属

于等级  $j$ 。

3.5 计算综合关联度确定评价等级

$$K_j(P_o) = \sum_{i=1}^n W_k K_j(v_k) \quad (6)$$

式中:  $W_k$ ——由层次分析法计算的各指标对应的权重;  $K_j(v_k)$ ——待评项目关于等级的单指标关联度;  $K_j(P_o)$ ——关于等级  $j$  的综合关联度,其中  $j=(1, 2, \dots, n)$ 。若  $K_j(P_o) = \max K_j(P_o), j=(1, 2, \dots, m)$ ,则评定  $P_o$  属于等级  $j$ 。当  $K_j(P_o) > 0$  时,表示待评项目达到了  $j$  标准,当其数值越大时,表示效益越好。当  $-1 < K_j(P_o) < 0$  时,表示待评项目未完全达到该等级标准,但具备转化为该效益等级的条件,数值越大,表示转化越容易;当  $K_j(P_o) < -1$  时,表明待评项目没有达到该等级且其值越小,表示效益越差。

4 结果与分析

通过将数据代入物元模型中,联合应用 Matlab 与 Excel 软件对各效益指标的隶属度与综合关联度计算,计算结果详见表 3—5。

表 3 晋城市土地利用效益各单项指标关联度

关联度	2006 年				效益指标等级							
	I	II	III	IV	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
$k_j(C_1)$	-0.669	-0.504	-0.007	0.007	IV	III	III	III	III	II	II	II
$k_j(C_2)$	-0.708	-0.563	-0.125	0.125	IV	III	III	III	III	II	II	II
$k_j(C_3)$	-0.710	-0.570	-0.140	0.140	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	III
$k_j(C_4)$	-0.371	0.258	-0.170	-0.358	IV	IV	III	III	II	II	II	II
$k_j(C_5)$	-0.320	-0.171	0.220	-0.005	III	III	III	III	II	II	II	II
$k_j(C_6)$	-0.439	-0.159	0.318	-0.289	III	III	III	II	II	II	II	II
$k_j(C_7)$	-0.313	0.160	-0.080	-0.387	II	II	II	II	II	II	II	II
$k_j(C_8)$	-0.048	0.109	-0.293	-0.587	II	II	II	II	III	III	III	III
$k_j(C_9)$	-0.667	-0.235	0.412	-0.177	III	IV	IV	III	IV	III	III	III
$k_j(C_{10})$	-0.233	-0.389	0.352	-0.736	IV	III	III	III	II	II	II	II

表 4 晋城市土地利用综合效益等级

关联度	N <sub>I</sub>	N <sub>II</sub>	N <sub>III</sub>	N <sub>IV</sub>	效益级别
$k_j(2006)$	-0.477	-0.159	-0.035	-0.182	向中转换
$k_j(2007)$	-0.438	-0.138	-0.024	-0.239	向中转换
$k_j(2008)$	-0.442	-0.105	0.019	-0.266	中
$k_j(2009)$	-0.351	-0.007	-0.039	-0.351	向良转换
$k_j(2010)$	-0.358	0.064	-0.134	-0.362	良
$k_j(2011)$	-0.274	0.187	-0.248	-0.418	良
$k_j(2012)$	-0.236	0.216	-0.259	-0.501	良
$k_j(2013)$	-0.182	0.324	-0.234	-0.522	良

表 5 晋城市土地利用经济效益、社会效益、生态环境效益等级

年份	经济效益 级别	社会效益 级别	生态环境 效益级别
2006	差	中	向良转换
2007	向中转换	向中转换	向良转换
2008	中	中	良
2009	中	向良转换	良
2010	中	向良转换	向优转换
2011	向良转换	良	向优转换
2012	向良转换	良	向优转换
2013	良	良	优

从表 4 可以看出,自 2006 年以来,晋城市土地利用综合效益没有恶化,并且稳步地得到优化,由最初的向中转换状态发展到了良好效益级别。更加详细地分析来看,2006—2007 年, $k_{III}(2007)>k_{III}(2006)$ ,表明晋城市 2007 年土地利用综合效益基本达到了中级效益级别,但并没有完全达到中等级别标准,增加了向中级转换的条件,而后  $k_{III}(2008)=0.019$ ,表明到了 2008 年,城市土地利用效益级别达到了中级标准。而后可以看出, $k_{II}(2009)=-0.007$ ,表明城市土地利用综合效益开始从中级向良级别转化。而后  $k_{II}(2013)>k_{II}(2012)>k_{II}(2011)>k_{II}(2010)$ ,表明自 2010 年起,晋城市土地利用综合效益已经达到了良好等级,并且逐渐趋向稳定。表 5 的结果也显示出晋城市土地利用的经济、社会和环境生态效益都得到了

不同程度上有效的提升,经济效益级别从 2006 年的差级提升到了良好,社会效益级别由中提升到了良好,生态环境效益则提升到了优秀。

对表 3 的结果分别从经济效益、社会效益和生态环境效益的角度进行分析。2006 年晋城市土地利用经济效益较差,地均矿业 GDP 和人均 GDP 处于Ⅳ级标准,而后自 2007—2010 年,二者达到了Ⅲ级标准,到 2011 年以后,二项指标达到了Ⅱ级标准。这主要是随着晋城市不断地调整产业结构,整合矿业资源,转变传统以煤炭开采的粗放型土地利用方式,大力利用土地建设循环经济工业园区,提高了土地集约利用程度,并且通过发展粉煤灰等固废材料的再利用来增加经济效益以及充分发挥区域丰富的旅游资源发展区域旅游业,不断挖潜建设用地潜力,并通过土地流转的方式实现农用地规模经营,促进区域经济增长和土地经济效益的提高。可以总结出,自 2006—2013 年以来,晋城市土地经济效益得到了显著提升。

从晋城市土地社会效益的角度来看,自 2006 年以来,城乡收入比指标虽得到了优化,到 2013 年由原来的Ⅳ级标准达到了Ⅲ级标准,但效益等级较低,显示出区域的贫富差距问题依然明显,但得到了一定的改善。晋城市大力发展农村土地整治,为农村的发展带来直接与间接的经济收入,并且在农村地区新兴了许多产业工业园区,力争保证城乡的协调发展,提升了土地对于保障社会公平的功能效益。矿业吸纳就业人数自 2006 年以来不断提高,从Ⅳ级标准提升到了Ⅱ级标准,说明晋城市人民就业人数不断提高,矿业土地发挥了很好的吸纳人口就业的作用,对解决社会就业产生的社会效益不断增大。城市化水平指标也得到了显著的提升,由 2006 年的Ⅲ级标准提升到 2013 年的Ⅱ级标准,晋城市通过走特色城镇化战略,通过鼓励土地流转、进行土地整治等综合项目,实施城乡之间整体联动和谐发展的特色城镇化战略,使得

更多的人享受到了城市化的红利。人均拥有道路面积指标从2006年的Ⅲ级标准提升到了2013年的Ⅱ级标准,晋城市大力发展交通事业,自2006—2013年以来,晋城市修建了阳城—翼城、陵川—高平等10项省、市级公路工程,占地总面积达1729.67 hm<sup>2</sup>,增加了人民的生活出行便捷度,方便了人民的生活。总体来看,自2006—2013年以来,晋城市土地的社会效益得到了全面的提升,但土地发挥的社会公平效益较低。

对于晋城市土地生态环境效益,森林覆盖率指标一直处于Ⅱ级标准。晋城市为进行生态文明建设,打造国际花园城市,通过实施退耕还林政策大力开展植树造林,加大如晋城市白马寺公园、阳城蟒河猕猴自然保护区等一系列的国家级、省级自然保护区建设力度,为城市中的居民和生物提供了栖息地,增加了物种多样性与丰度,发挥了很好的水土保持与净化空气的生态环境效益。对于指标单位面积固体废弃物负荷基本上没有明显的变化趋势,纵然晋城市已不断调整产业结构,降低煤炭产业在总产值中的比重,但其作为支柱产业,仍然大量占地。统计资料显示,2006—2013年以来,晋城市共新增煤炭工业用地358 hm<sup>2</sup>,尽管加强了治理工作,但其所导致的土壤污染问题没有得到有效解决。指标单位面积化肥使用负荷则由最初的Ⅱ级下降至Ⅲ级标准,不合理的土地利用造成了面源污染,影响了土地的健康质量,降低了土地的环境效益。对于指标被破坏土地复垦比例,由2006年的Ⅳ级提升到了Ⅱ级,晋城市严格执行土地整理与复垦专项规划,不断加大对土地复垦投入的资金与力度,严格遵守“谁破坏,谁复垦”,加大对矿区企业的监管力度,保证对因采矿而破坏土地的恢复与生态建设情况。因此,可以得出自2006—2013年,晋城市总体环境生态效益得到了提升,但就土壤污染问题没有得到有效的解决。

## 5 结论与讨论

本文从土地利用经济效益、社会效益和生态环境效益角度入手,考虑到土地利用效益系统的非线性与模糊性特点,创新性地通过联合运用层次分析法与物元模型,构建评价指标体系,确定经典域、节域、隶属度和综合关联度,揭示了晋城市土地利用效益的动态变化规律,并指出了城市土地利用中存在的问题,对处于转型期的资源性城市土地利用效益测度与动态规律演变的研究作了一次很好的探索性尝试。

总体来看,随着山西省围绕中央政府提出的“三个转变”战略的实施,以及为落实山西省政府综合改革发展试验区建设的方针,晋城市通过不断优化土地

利用结构和调整产业结构,从传统的煤炭依赖性矿业城市向绿色发展的循环经济城市转型,晋城市土地利用综合效益得到了稳步的提升,并且城市土地的经济效益、社会效益与生态环境效益都得到了提升。但同时也可以看到在土地利用中仍然存在着土壤污染问题以及区域土地发挥的社会公平保障效应较低的问题。晋城市应在进一步开展土地利用工作中,优化土地利用结构与空间布局,整合矿业用地,从源头上控制减少污染源,并通过土地整理、复垦等工程技术措施加大对土壤污染的防治力度,同时要进一步加大对农村建设的支持与力度,不断缩小城乡差距,继续坚持走可持续发展的道路,保证土地的综合效益不断提升。

本研究还存在改进之处。首先构建指标体系时,由于受到研究数据获取有限性的影响,评价指标的选择存在一定的不足,另外在确定指标权重时采用了层次分析法,存在着一些人为主观因素,可能对评价结果的准确性造成一定的干扰。在确定指标经典域、节域过程中,由于缺少统一的岸准和规范而加入一定的人为主观因素,可能会对结果产生一定的影响。另外,没有对土地利用的经济、社会和生态环境效益的耦合与协调关系进行进一步的探讨,拟在接下来的研究工作中进行补充。

### 参考文献:

- [1] 仇娟东,赵景峰,吴建树. 基于耦合关系的中国区域土地利用效益水平测度[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(1):103-110.
- [2] 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.
- [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,2005,14(3):304-309.
- [4] 张静. 汉中市土地利用综合效益评价研究[J]. 西北师范大学学报:自然科学版,2014,50(2):115-120.
- [5] 申海元,陈瑛,张彩云. 西安市土地利用综合效益研究[J]. 土壤通报,2009,40(2):209-212.
- [6] 陈炼,李淦. 基于改进熵权 TOPSIS 法的江西省土地利用效益综合评价[J]. 江西农业学报,2013,25(9):115-119.
- [7] 曹堪宏,朱宏伟. 基于耦合关系的土地利用效益评价:以广州和深圳为例[J]. 中国农村经济,2010(8):58-66.
- [8] 李冠英,张建新,刘培学,等. 南京市土地利用效益耦合关系研究[J]. 地域研究与开发,2012,31(1):130-134.
- [9] 王筱明. 基于熵权法的济南市土地利用效益评价研究[J]. 水土保持研究,2008,15(2):96-98.
- [10] 张嘉宁,王继军. 黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益评价[J]. 水土保持研究,2009,16(2):142-146.

黄灌区农田土壤总有机碳和活性有机碳含量直到35 a左右才开始出现显著增长,在此过程中,则以一种相对平缓、渐进的方式不断推进其演变进程。而有机碳化学稳定性则表现出与时间尺度无关的不变性。但是限于研究方法的约束,有关的演变格局和驱动机制分析,依然有待长期定位监测数据资料的充实。

#### 参考文献:

- [1] 张国盛,黄高宝,ChanYIN. 农田土壤有机碳固定潜力研究进展[J]. 生态学报,2005,25(2):351-357.
- [2] 沈宏,曹志洪,胡正义. 土壤活性有机碳的表征及其生态效应[J]. 生态学杂志,1999,18(3):32-38.
- [3] 徐万里,唐光木,盛建东,等. 垦殖对新疆绿洲农田土壤有机碳组分及团聚体稳定性的影响[J]. 生态学报,2010,30(7):1773-1779.
- [4] 陈留美. 新垦淡灰钙土土壤肥力质量演变及磷素形态转化的研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2006.
- [5] 虞江萍,文云朝,汪一鸣,等. 宁夏扬黄灌溉对土壤环境的影响[J]. 地理科学进展,2000,19(3):279-284.
- [6] 李顺江,胡霞,刘连友. 开垦对退化沙质草地土壤机械组成及有机碳分布的影响[J]. 水土保持研究,2011,18(4):150-152.
- [7] 刘梦云,安韶山,常庆瑞. 宁南山区不同土地利用方式土壤有机碳特征研究[J]. 水土保持研究,2005,12(3):47-49.
- [8] 张凤荣,安萍莉,王军艳,等. 耕地分等中的土壤质量指标体系与分等方法[J]. 资源科学,2002,24(2):71-75.
- [9] Bastida F, Barberá G G, García C, et al. Influence of orientation, vegetation and season on soil microbial and biochemical characteristics under semiarid conditions[J]. Applied Soil Ecology, 2008,38(1):62-70.
- [10] Laganier J, Angers D A, Pare D. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: A meta-analysis[J]. Global Change Biology, 2010,16(1):439-453.
- [11] Campbell C A, Zentner R P, Liang B C, et al. Organic C accumulation in soil over 30 years in semiarid southwestern Saskatchewan-Effect of crop rotations and fertilizers[J]. Canadian Journal of Soil Science, 2000,80(1):179-192.
- [12] 王胜佳,陈义. 多熟制稻田土壤有机质平衡的定位研究[J]. 土壤学报,2002,39(1):9-15.
- [11] 丁森林,孙希胜,王梅娟,等. 基于因子分析的平原地区土地利用效益评价:以山东省潍坊市为例[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):467-470.
- [12] 朱瑜馨,张锦宗. 对应分析在土地利用综合效益评价中的应用[J]. 地理科学进展,2010(4):478-482.
- [13] 陈琳琳,鲁春阳,文枫,等. 基于改进 TOPSIS 法的城市土地利用绩效评价及障碍因子诊断:以重庆市为例[J]. 资源科学,2011,33(3):535-541.
- [14] 张荣天,焦华富. 泛长三角城市土地利用效益测度及时空格局演化[J]. 地理与地理信息科学,2014,30(6):75-81.
- [15] 张明斗,莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析:以东北三省34个地级市为例[J]. 资源科学,2014,36(1):8-16.
- [16] 吴志伟,胡远满,陈文波. 基于GIS技术的土地利用效益评价研究[J]. 水土保持研究,2011,18(2):75-79.
- [17] 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.
- [18] 王国刚,刘彦随,方方. 环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异[J]. 地理科学进展,2013,32(4):649-656.
- [19] 杨佳惠,雷国平. 黑龙江省煤炭城市鸡西市的土地利用综合效益评价[J]. 水土保持研究,2012,19(6):176-179.
- [20] 李启权,张新,高雪松,等. 川中丘陵县域土地利用程度与效益耦合协调格局分析[J]. 农业现代化研究,2014,35(1):97-102.
- [21] 蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京:科学技术文献出版,1994.
- [22] 郑华伟,张锐,刘友兆. 基于物元分析的土地利用系统健康诊断[J]. 中国土地科学,2012,26(11):33-39.
- [23] 全国爱国卫生运动委员会. 国家卫生城市标准[OL]. <http://www.nhfp.gov.cn/jkj/s5898/201405/a8ce63259ee640729671917865467年88.shtml>, 2014-05-16/2015-04-19.
- [24] 晋城市国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[OL]. [http://www.jconline.cn/Contents/Channel\\_4445/2011/1122/741290/content\\_741290.htm](http://www.jconline.cn/Contents/Channel_4445/2011/1122/741290/content_741290.htm), 2011-11-22/2015-04-19.
- [25] 中国社会管理创新报告—社会改革与城市创新[M]. 北京:科学技术文献出版社,2013.
- [26] 张绍良,彭德福. 试论我国土地复垦现状与发展[J]. 中国土地科学,1999,13(2):1-5.
- [27] 黄辉玲,罗文斌,吴次芳,等. 基于物元分析的土地生态安全评价[J]. 农业工程学报,2010,26(3):317-321.
- [28] 余健,房莉,仓定帮,等. 熵权模糊物元模型在土地生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报,2012,28(5):261-265.

(上接第126页)