

基于改进 SPA 法的土地利用规划环境影响跟踪评价

璩路路, 师学义, 刘畅

(中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083)

摘要:针对目前土地利用规划环境影响评价系统的不确定性,在理解集对分析(SPA)原理的基础上,利用原创联系度的可展性对其进行改进,将其扩展到四级评判,并结合信息熵法,以山西省晋城市为例,建立了基于改进 SPA 法的土地利用规划环境影响评价模型,并利用该模型在构建以水环境、土壤环境、大气环境与生态环境为子系统的区域自然环境质量评价指标体系的基础上,对晋城市土地利用规划影响自然环境的 10 项指标进行了综合评价。此外,为了验证改进 SPA 法对土地利用规划环境影响评价的合理性与可行性,将其评价结果与模糊综合评价结果以及多指标综合评价结果进行了比较。结果表明:自第 3 轮土地利用规划执行以来,晋城市从 2007 年的自然环境质量Ⅱ级到 2009 年的Ⅲ级,2011 年的Ⅱ级,2013 年的Ⅰ级,总体上晋城市自然环境质量呈现出由Ⅲ级向Ⅰ级转化的正向发展趋势;改进 SPA 法综合评价结果与模糊综合评价结果以及多指标综合评价结果基本一致。研究认为利用改进的集对势进行土地利用规划环境影响跟踪评价具有一定的可行性,评价结果较接近实际情况,为土地利用规划环境影响跟踪评价提供了一种科学合理且简单实用的评价方法。

关键词:土地利用规划;自然环境;跟踪评价;熵权;改进 SPA 法;晋城市

中图分类号:X82

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)04-0104-06

Environmental Impact Tracking Assessment of Land Use Planning Based on Improved Set Pair Analysis

QU Lulu, SHI Xueyi, LIU Chang

(College of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: In view of the environmental impact assessment of land use planning system's uncertainty, an improved set pair analysis (SPA) model is quoted that utilizes SPA theory and the malleability of the original relation degree to extend the comprehensive evaluation ranking of the environmental impact assessment of land use planning from 3 levels to 4 levels. We established the regional natural quality assessment index system consisting of water environment sub-system, soil environment sub-system, atmosphere environment sub-system and ecological environment sub-system. It can be used for obtaining the environmental impact assessment of land use planning level in different years of Jincheng City based on 10 influential factors with the theory of entropy weight and improved SPA. The comprehensive evaluation results of proposed model of the evaluation of the environmental impact assessment of land use planning are compared with the results of improved fuzzy comprehensive evaluation and comprehensive assessment to prove the rationality of improved SPA. The results indicated that since the implementation of the third-round land use planning, there was an overall improvement from Ⅲ to Ⅰ in the natural environment quality from 2007 year, 2009 year, 2011 year and 2013 year in Jincheng City. Compared with fuzzy comprehensive evaluation and comprehensive assessment, the results of three methods are basically consistent. Then it shows the evaluation results of improved SPA are reliable, reasonable and visualized, and the improved SPA is a scientific and practical evaluation method that can more carefully describe the environmental impact assessment of land use planning.

Keywords: land use planning; natural environment; tracking assessment; entropy weight method; improved set pair analysis; Jincheng City

早在 1979 年,《中华人民共和国环境保护法(试行)》首次把对建设项目进行环境影响评价作为法律制度确立下来,这一制度的建立和实施对于企业的优化选址,预防开发建设活动可能产生的环境污染和破坏,发挥了积极作用。但随着经济活动范围和规模的不断扩大,政策、规划和计划的实施所造成的环境影响越来越突出,相对于具体的建设项目而言,后者对环境的影响更加巨大、持久,范围也更加广泛^[1]。2002 年 10 月 28 日,全国人大常委会通过了《中华人民共和国环境影响评价法》,并于次年 9 月 1 日起正式实施,其中明确指出:对国务院有关部门、设区的市级以上地方人民政府及其有关部门,对其组织编制的土地利用的有关规划必须进行环境影响评价。《环境影响评价法》的施行,使得中国的环境影响评价制度从建设项目拓展到了规划层面,并将土地利用规划列为“一地三域”之首^[2]。土地利用规划具有统筹、指导区域土地资源利用的功能,土地利用规划环境影响评价是指对土地利用规划的实施所造成的环境影响进行分析、评价和预测,并将评价结论体现在土地利用规划中,从而提高土地利用规划的科学性。因此土地利用规划的环境影响评价对提高政府决策的科学化具有重要意义,探索土地利用规划环境影响评价内涵及其实施技术方法成为是开展这一领域研究的基础。

当前,土地利用规划环境影响评价常用的方法有 DPSIR 模型法^[3]、模糊综合评判法^[4]、物元模型法^[5]、神经网络法^[6]、生态足迹法^[7]以及综合指数法^[8]。每种方法都有自身的优点和不足,众多学者针对各种方法的不足作了相应的改进,取得了一定成果。但是由于土地利用规划环境影响评价影响因素的不确定性,评价指标与自然环境等级之间存在复杂的非线性关系,所以至今没有一个统一的评价模型来进行土地利用规划环境影响评价。因此,为了克服现有评价方法的不足,本文以晋城市第 3 轮土地利用总体规划为例,尝试运用改进 SPA 法对其进行土地利用规划环境影响评价。

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,地貌以山地丘陵为主,地势呈东西北高,中部、南部低的簸箕状,属于暖温带半湿润大陆性季风气候区,四季分明,冬季寒冷干燥,夏季降水集中,春秋温凉短促,地理坐标为东经 111°55′—113°37′,北纬 35°12′—36°00′,是山西通往中原地区的门户。根据 2013 年土地利用变更调查数据统计,晋城市土地总面积 942 043 hm²,其中,农用地、建设用地和其他用地面积比例分别为 70.66%,6.21%,23.13%。晋城市曾荣获全国花园城市的称号,环境质量良好。但作

为主要的矿业型城市,其土地资源总体呈现出一定的生态环境脆弱性,尤其是近年来晋城市国民经济总量不断扩大,城镇化进程越来越快,区域土地利用产生了巨大的变化,对区域环境产生了一定的影响。

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和实地调查资料,其中,水资源、森林资源、固体废弃物排放等相关资料来源于《晋城市统计年鉴(2007—2014 年)》,大气状况资料来源于《晋城市环境保护公报》,生物多样性资料源于《中国环境统计年鉴(2007—2014 年)》、《晋城市土地利用变更调查数据》;土壤的相关资料来源于《晋城市土壤志》、《晋城市农业普查报告》,此外,地表水的水质状况资料来源于对晋城市主要河流的实地监测数据。

2 研究方法

2.1 熵权法

目前常用的确定土地利用规划环境影响评价指标权重的方法包括主观赋权法如 Delphi 法、层次分析(AHP)法和成对比较法等,客观赋权法如主成分分析法、熵权法和灰色关联度法等。为避免人为主观性,本研究采用客观赋权法——熵权法确定耕地生态安全评价指标权重。熵权法根据评价指标变异程度的大小来确定指标权重,指标变异程度越大,信息熵越少,该指标权重值就越大,反之越小。设有 m 个评价指标, n 个被评事物,定义第 j 个指标的信息熵为 e_j ,其权重为 W_j ,主要算法为:

(1) 计算第 j 项指标下的 i 个样本值的比重

$$p_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sum_{i=1}^n s_{ij}}, \quad k = \frac{1}{\ln n} \quad (1)$$

(2) 计算第 j 项指标的熵值

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \quad (2)$$

(3) 定义第 j 项指标的权重

$$w_j = \frac{1 - e_j}{m - \sum_{i=1}^m e_j} \quad (3)$$

式中: s_{ij} 为第 i 个被评事物第 j 个指标的标准化值,为使 $\ln p_{ij}$ 有意义,一般约定:当 $p_{ij} = 0$ 时, $\ln p_{ij} = 0$,其中 $0 \leq e_j \leq 1$ 。

2.2 改进集对分析

2.2.1 改进 SPA 法评价原理及模型 集对分析是赵克勤等^[9-11]提出的一种新的不确定系统分析方法,但该评价方法存在一点不足,是 b, c 的细化问题,即同异反评语细化问题。原创联系度 $[u_{(A-B)} = a + bi + c_j]$ 虽然可以对研究对象进行“一分为三”的刻画,但是将研究对象所处的空间状态简单的“一分为三”略

显粗糙,因此,必须根据原创联系度的可展性原理进行深层次的细化,将原来的表达式改写成式(4):

$$u_{(A-B)} = a + b_1 i^+ + b_2 i^- + c_1 j^+ + c_2 j^- \quad (4)$$

设有 n 个评价对象,用 m 个指标描述评价对象属性, x_{ij} 为对象 i 的第 j 项指标 ($j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n$), 将土地利用规划影响下的环境质量等级划分为 K 级 ($K=1, 2, \dots, v$), 文本中令 $v=4$ 。土地利用规划环境影响评价指标的各个等级标准值 $A_k = [rk_1, \dots, rk_j, \dots, rk_m]$ 组成一个集合, 将每个年份的土地利用规划环境影响评价指标值组成另一个集合 $B_i = [xi_1, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im}]$, 这两个集合于是构成一个集对 $(A_k, B_i)^{[12]}$ 。若指标 x_{ij} 处于某一等级 k 的范围内时, 则认为是同一, 其值为 a ; 若指标 x_{ij} 处于 k 级别相邻级别且靠近优越一边, 则认为是优异, 记为 b_1 ; 若

指标 x_{ij} 处于 k 级别相邻级别且靠近劣差一边, 则认为是劣异, 记为 b_2 ; 若处于 k 级别相隔级别且靠近优越一边, 则认为是优反, 记为 c_1 ; 若处于 k 级别相隔级别劣差一边, 则认为是劣反, 记为 c_2 。这样, b, c 得到进一步细化, 并且这样处理符合原创联系度可展性。在土地利用规划环境影响评价中, 为了方便生态安全等级的优劣识别, 可以将式(4)简记为:

$$u_{(A-B)} = a + bi^+ + ci^- + dj^+ + ej^- \quad (5)$$

式中: $a, b, c, d, e \in [0, 1], a + b + c + d + e = 1, i^+ \in [0, 1], i^- \in [0, 1], i^+ + i^- \in [0, 1], j^+ = \{0, 1\}, j^- = -1$, 其中, a 为同一度, b 为正差异度, c 为负差异度, d 为正对立度, e 为负对立度。

依据以上原理建立指标评价模型, 对于正向性指标, 相对于一级的联系度:

$$\begin{aligned} \text{一级联系度 } u_1(r_{1j}, x_{ij}) &= \begin{cases} 1 + 0i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [0, r_{1j}) \\ \frac{r_{1j}}{x_{ij}} + \frac{x_{ij} - r_{1j}}{x_{ij}} i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{1j}, r_{2j}) \\ \frac{r_{1j}}{x_{ij}} + \frac{r_{2j} - r_{1j}}{x_{ij}} i^+ + 0i^- + \frac{x_{ij} - r_{2j}}{x_{ij}} j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{2j}, +\infty) \end{cases} \\ \text{二级联系度 } u_2(r_{2j}, x_{ij}) &= \begin{cases} \frac{r_{2j} - r_{1j}}{r_{2j} - x_{ij}} + 0i^+ + \frac{r_{1j} - x_{ij}}{r_{2j} - x_{ij}} i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [0, r_{1j}) \\ 1 + 0i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{1j}, r_{2j}) \\ \frac{r_{2j} - r_{1j}}{x_{ij} - r_{1j}} + \frac{x_{ij} - r_{2j}}{x_{ij} - r_{1j}} i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{2j}, r_{3j}) \\ \frac{r_{2j} - r_{1j}}{x_{ij} - r_{1j}} + \frac{r_{3j} - r_{2j}}{x_{ij} - r_{1j}} i^+ + 0i^- + \frac{x_{ij} - r_{3j}}{x_{ij} - r_{1j}} j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{3j}, +\infty) \end{cases} \\ \text{三级联系度 } u_3(r_{3j}, x_{ij}) &= \begin{cases} \frac{r_{3j} - r_{2j}}{r_{3j} - x_{ij}} + 0i^+ + \frac{r_{2j} - r_{1j}}{r_{3j} - x_{ij}} i^- + 0j^+ + \frac{r_{1j} - x_{ij}}{r_{3j} - x_{ij}} j^- & x_{ij} \in [0, r_{1j}) \\ \frac{r_{3j} - r_{2j}}{r_{3j} - x_{ij}} + 0i^+ + \frac{r_{2j} - x_{ij}}{r_{3j} - x_{ij}} i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{1j}, r_{2j}) \\ 1 + 0i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{2j}, r_{3j}) \\ \frac{r_{3j} - r_{2j}}{x_{ij} - r_{2j}} + \frac{x_{ij} - r_{3j}}{x_{ij} - r_{2j}} i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{3j}, r_{4j}) \\ \frac{r_{3j} - r_{2j}}{x_{ij} - r_{2j}} + \frac{r_{4j} - r_{3j}}{x_{ij} - r_{2j}} i^+ + 0i^- + \frac{x_{ij} - r_{4j}}{x_{ij} - r_{2j}} j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{4j}, +\infty) \end{cases} \\ \text{四级联系度 } u_4(r_{4j}, x_{ij}) &= \begin{cases} \frac{r_{4j} - r_{3j}}{r_{4j} - x_{ij}} + 0i^+ + \frac{r_{3j} - r_{2j}}{r_{4j} - x_{ij}} i^- + 0j^+ + \frac{r_{2j} - x_{ij}}{r_{4j} - x_{ij}} j^- & x_{ij} \in [0, r_{2j}) \\ \frac{r_{4j} - r_{3j}}{r_{4j} - x_{ij}} + 0i^+ + \frac{r_{3j} - x_{ij}}{r_{4j} - x_{ij}} i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{2j}, r_{3j}) \\ 1 + 0i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{3j}, r_{4j}) \\ \frac{r_{4j} - r_{3j}}{x_{ij} - r_{3j}} + \frac{x_{ij} - r_{4j}}{x_{ij} - r_{3j}} i^+ + 0i^- + 0j^+ + 0j^- & x_{ij} \in [r_{4j}, +\infty) \end{cases} \end{aligned}$$

模型中 r_{kj} 为第 j 项指标评价标准的 k 级和 $k+1$ 级的界限值, 根据上述模型对每个年份的各个指标计算联系度系数 a, b, c, d, e 的值, 同理, 可拟构建负向型指标相对于不同等级的联系度公式。

设联系度矩阵为 $R = (a_{jk} + b_{jk} i^+ + c_{jk} i^- + d_{jk} j^+ + e_{jk} j^-)_{m \times l}$, 权重向量为 $W = (W_{ij})_{n \times m}$, 基于模糊算

子对 W 和 R 进行合成运算, 得到评价年份 i 相对于 k 级的综合关联度 U_k :

$$U_k = W \cdot R = \sum_{j=1}^m w_{ij} \cdot a_{jk} + \sum_{j=1}^m w_{ij} \cdot b_{jk} i^+ + \sum_{j=1}^m w_{ij} \cdot c_{jk} i^- + \sum_{j=1}^m w_{ij} \cdot d_{jk} j^+ + \sum_{j=1}^m w_{ij} \cdot e_{jk} j^- \quad (6)$$

2.2.2 基于改进 SPA 法的评价结果判定 根据式

(6)得出各个年份对于不同等级的联系度表达式后,本文拟用集对势进行评价结果判定。

(1)集对势计算。同一度与对立度的比值为所论集对的集对势,集对势是用来反映两个集合所具有的某种趋同程度或联系趋势。在土地利用规划环境影响评价中计算年份*i*对于不同等级的集对势,可得到年份*i*对于不同等级的趋同程度。当集对势越大时,表示其同一趋势越强,所以取集对势中的最大值所对应的等级为研究对象的判定结果。改进 SPA 法集对势计算公式如下:

$$\text{shi}(U_{ik})=a_{ik}/(d_{ik}+e_{ik}) \tag{7}$$

(2)乐观势与悲观势计算。乐观势是从乐观的角度出发,把所有的差异度全部转化成同一度,用同一度和对立度的比值去量化系统的态势,定义乐观势为:

$$\text{shi}_o(U_{ik})=(a_{ik}+b_{ik}+c_{ik})/(d_{ik}+e_{ik}) \tag{8}$$

悲观势是从悲观的角度出发,把所有的差异度均转化成对立度,用同一度和对立度的比值去量化系统的态势,定义悲观势为:

$$\text{shi}_p(U_{ik})=a_{ik}/(b_{ik}+c_{ik}+d_{ik}+e_{ik}) \tag{9}$$

(3)集对势定位。集对势的取值范围是由乐观势和悲观势所确定的区间得到的,依据式(10)作集对势定位计算,计算集对势在集对势的区间内相对于乐观势的贴近度,从而反映用集对势进行结果判定的准确程度。

$$o_{ik}=\frac{\text{shi}(U_{ik})-\text{shi}_p(U_{ik})}{\text{shi}_o(U_{ik})-\text{shi}_p(U_{ik})}\times 100\% \tag{10}$$

若 $o_{ik}>50\%$,表示判定结果比较乐观、准确,若 $o_{ik}<50\%$,则将判定为该等级存在潜在误差风险,50%为判断集对势定位准确程度的节点值。

3 实证应用

3.1 土地利用规划环境影响评价指标选择、解释及权重确定

在进行土地利用规划环境影响识别的基础上,结合相关已有的研究成果,遵循指标选取科学性原则、可比性原则、可获取性原则和系统性原则基础上,建立了目标层、主题层和指标层 3 个层次、10 项指标的评价指标体系。同时,利用熵权法确定指标权重,具体结果、指标解释及指标权重见表 1。

表 1 晋城市土地利用规划环境影响评价指标体系及权重

目标层	主题层	指标层	指标解释	指标权重
土地利用 规划环境 影响评价	水环境 A ₁	人均水资源量 B ₁	反映区域水资源数量变化情况	0.107
		地表水水质优良比例 B ₂	反映区域水资源质量变化情况	0.092
		单位面积化肥使用负荷 B ₃	反映农用地土壤污染情况	0.168
	土壤环境 A ₂	单位面积固体废弃物负荷 B ₄	反映工矿建设用地污染土壤情况	0.134
		水土流失率 B ₅	反映开发未利用地土壤流失情况	0.043
		综合污染指数 B ₆	反映空气污染情况	0.063
	大气环境 A ₃	空气质量达二级天数占全年比 B ₇	反映空气质量达标情况	0.097
		森林覆盖率 B ₈	反映退耕还林森林覆盖情况	0.068
	生态环境 A ₄	物种丰度 B ₉	反映生物多样性情况	0.139
		森林病虫害防治率 B ₁₀	反映自然灾害情况	0.089

注:物种丰度是指评价区域内生物多样性的丰贫程度。物种丰度决定着生态系统的面貌,是反映生态和质量最本质的特征之一。计算公式为:物种丰度=(0.35×林地面积+0.21×草地面积+0.28×水域湿地面积+0.11×耕地面积+0.04×建设用地面积+0.01×其他)/区域面积。

3.2 土地利用规划环境影响评价指分级标准

准的确定,本文通过参考相关国家质量标准^[13],结合研究区域实际情况和参考相关文献成果^{[5]、[14]}确定了晋城市土地利用规划环境影响评价指标分级标准(表2)。

目前我国关于土地利用规划环境影响评价还没有统一的标准,本文将晋城市的环境质量划分为 4 个等级:Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级,对于评价指标分级标

表 2 晋城市土地利用规划环境影响评价指标分级标准

评价指标	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
人均水资源量(m ³ /人)	600~800	400~600	200~400	0~200
地表水水质优良比例	0.6~1	0.4~0.6	0.2~0.4	0~0.2
单位面积化肥使用负荷(kg/hm ²)	0~250	250~380	380~650	650~1000
单位面积固体废弃物负荷(t/hm ²)	0~0.25	0.25~0.35	0.35~0.45	0.45~0.6
水土流失率(%)	0~21	21~47	47~60	60~100
综合污染指数	0~1.3	1.3~3.5	3.5~7.5	7.5~15
空气质量达二级天数占全年比例(%)	93~100	83~93	56~83	0~56
森林覆盖率(%)	40~50	30~40	20~30	0~20
物种丰度(%)	30~100	20~30	15~20	0~15
森林病虫害防治率(%)	71~100	43~71	15~43	0~15

3.3 SPA 法联系度矩阵 R 计算结果

这里以晋城市 2007 年为例,计算其 SPA 法各等级联系度矩阵,结果如下:

$$R_{2007/1} = \begin{bmatrix} 1+0i^+ \\ 0.75+0.25i^+ \\ 0.94+0.06i^+ \\ 0.6+0.24i^+ + 0.16j^+ \\ 0.26+0.33i^+ + 0.41j^+ \\ 0.93+0.07i^+ \\ 0.95+0.05i^+ \\ 0.84+0.16i^+ \\ 0.86+0.14i^+ \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$R_{2007/2} = \begin{bmatrix} 0.94+0.06i^- \\ 1 \\ 1 \\ 0.59+0.41i^+ \\ 0.44+0.22i^+ + 0.34j^+ \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0.85+0.15i^- \end{bmatrix}$$

$$R_{2007/3} = \begin{bmatrix} 0.48+0.48i^- + 0.04j^- \\ 0.61+0.39i^- \\ 0.7+0.3i^- \\ 1 \\ 0.39+0.61i^+ \\ 0.67+0.33i^- \\ 0.87+0.13i^- \\ 0.64+0.36i^- \\ 0.45+0.55i^- \\ 0.46+0.46i^- + 0.08j^- \end{bmatrix}$$

$$R_{2007/4} = \begin{bmatrix} 0.33+0.33i^- + 0.33j^- \\ 0.38+0.38i^- + 0.24j^- \\ 0.48+0.37i^- + 0.15j^- \\ 0.83+0.17i^- \\ 1 \\ 0.57+0.29i^- + 0.14j^- \\ 0.64+0.31i^- + 0.05j^- \\ 0.56+0.28i^- + 0.16j^- \\ 0.58+0.19i^- + 0.23j^- \\ 0.2+0.37i^- + 0.43j^- \end{bmatrix}$$

运用 Matlab 计算软件对晋城市 2007 年联系度矩阵 R_{2007} 和权重向量 W 进行合成运算,得出晋城市 2007 年对于不同等级的综合联系度。

$$U_{ik} = R_{2007} W = (R_{2007/1} + R_{2007/2} + R_{2007/3} + R_{2007/4}) W = [0.84+0.12i^+ + 0.04j^+, 0.91+0.06i^+ + 0.02i^- + 0.01j^+ 0.65+0.03i^+ + 0.31i^- + 0.03j^-, 0.54+0.28i^- + 0.18j^-]$$

根据式(7—10)计算出 2007 年晋城市相对于不同等级的集对势、乐观势和悲观势等,利用集对势三参数进行土地利用规划环境影响等级判定,取集对势三参数间特元^[15]最大值者对应的等级为最终评价结果,如表 3 所示。

表 3 晋城市土地利用规划环境影响改进 SPA 法跟踪评价结果(2007 年)

等级标准	集对势	乐观势	悲观势	特元	集对势定位/%	等级
I	21	24	5.25	24	84.00	
II	90	99	10	99	89.89	II
III	21.67	32.33	1.86	32.33	65.01	
IV	3	4.56	1.2	4.56	53.57	

由表 3 的评价结果可知:2007 年晋城市土地利用规划环境影响质量等级为 II 级,等级 II 的特元最大,其中集对势最大值为 II 等级,表明评价结果趋于等级 II 的趋势最强,乐观势和悲观势最大值都为 II 级表明无论从乐观还是悲观角度评价结果为 II 等级的概率都要大于其他等级;由四个等级的集对势定位都大于 50%,则说明各等级判定结果比较乐观、准确。同理可以计算出晋城市 2009、2011 年和 2013 年土地利用规划环境影响改进 SPA 法综合评价结果。同时为了验证改进 SPA 法评价结果的合理性,本文与传统的综合评价结果进行比较,传统的综合评价中,模糊综合评价法是一种基于模糊数学模型建立的综合评价方法,其基本原理是先确定评价指标集合评价集,再确定各个评价指标的权重和对应隶属度向量,从而获得模糊判断矩阵,最后对模糊判断矩阵进行模糊运算并归一化处理,得到模糊综合评价等级。多指标综合评价法目前在生态环境质量综合评价等领域运用的比较广泛,并且是一种较为成熟的评价方法,它通过建立评价指标体系与确定权重,对各个评价指标逐层逐项的加权评分,计算出综合分值。因此本文与模糊综合评价和多指标综合评价结果同时进行比较,改进 SPA 法评价结果与模糊综合评价、多指标综合评价比较结果如(表 4)所示。

由改进 SPA 法综合评价结果与模糊综合评价结果的比较可知:2007 年和 2009 年改进 SPA 法综合评价结果分别为 II 级和 III 级,而模糊综合评价结果则为 III 级和 II 级,2011 年两种方法评价结果完全一致;2013 年改进 SPA 法综合评价结果为 I 级,而模糊综合评价结果为 II 级,但是它们判定的土地利用规划环境影响等级相差不过一个等级,没有出现越级现象。

改进 SPA 法综合评价结果与多指标综合评价结果相比较得知,多指标综合评价总分值从 2007—2013 年是不断增长的,这与 2009—2013 年改进 SPA 法综合评价得到的土地利用规划环境影响等级在一定程度上正好呈对正应关系,虽然 2007—2009 年改进 SPA 法得到的土地利用规划环境影响等级下降,但长期来看整体上升趋势是一致的。通过综合分析可知:改进 SPA 法综合评价结果与多指标综合评价结果以及模糊综合评价结果基本一致,由于模糊综合评价法和多指标综合评价法的实用性和可行性已得到普遍认可,所以利用集对势进行土地利用规划环境影响评价具有一定的可行性,评价结果比较贴近实际情况。

表 4 晋城市土地利用规划环境影响改进 SPA 法跟踪评价结果

年份	改进 SPA 法综合评价			模糊综合评价等级	多指标综合评价总分值
	集对势	集对势定位/%	等级		
2007	90.12	90.02	Ⅱ	Ⅲ	0.289
2009	83.75	74.56	Ⅲ	Ⅱ	0.314
2011	54.76	69.39	Ⅱ	Ⅱ	0.380
2013	68.08	85.3	Ⅰ	Ⅱ	0.429

4 结论与讨论

集对分析是一种辩证思维的综合评价模型,它通过注重信息处理过程中的相对性和模糊性能比较好的解决问题的不确定性。本文利用原创联系度的可展性原理建立了土地利用规划环境影响改进 SPA 法评价模型,更为细致的描述了评价对象的同一性、差异性、对立性特性。此外,利用熵权法确定各指标在土地利用规划环境影响评价中的影响程度,评价结果更为客观,较为准确反映土地利用规划环境影响等级状态。研究结果表明:晋城市 2007 年土地利用规划环境影响级别为Ⅱ级,2009 年为Ⅲ级,2011 年环境影响级别为Ⅱ级,2013 年环境影响级别为Ⅰ级,整体上呈波动上升的趋势;改进 SPA 法综合评价结果与模糊综合评价结果以及多指标综合评价评价结果基本一致,充分说明其在环境影响等级界定上具有一定的可行性和合理性。此外,与模糊综合评价结果相比,改进 SPA 理论简单实用,操作方便,在环境影响等级界定上更加精确,既可以给出评价对象环境影响等级,又能得到评价对象对于不同等级的趋同程度,评价结果准确可靠、合理直观,为土地利用规划环境影响跟踪评价提供了一种更科学合理且简单易操作的评价方法。

土地利用规划对区域环境的影响是一种非线性的复杂关系,在土地利用规划环境影响跟踪评价过程

中,由于必须设定评价指标的等级状况,而目前很多相关准则和标准中只有标准等级值,本文通过参考国家标准及前人研究成果并结合区域实际情况,得到了指标权重、域区间和定位值等,与综合指数法、模糊综合评价法等方法相比,能够有效克服区域自然环境质量的模糊性和各评价环境因子之间的不相容性,更加适合针对复杂系统的评价问题。此外,由于当前土地利用规划环境影响跟踪评价没有公认的评价指标,而且还受到各种物质、文化、管理以及自然生态等环境的影响,文章尚无法对这些相关因素进行定量分析。因此,如何合理的建立一套更加全面的土地利用规划环境影响跟踪评价指标体系以及如何量化各指标的影响程度等问题,仍需要后续研究。

参考文献:

[1] 蔡玉梅,郑伟元,张晓玲,等.土地利用规划环境影响评价[J].地理科学进展,2004,22(6):567-575.

[2] 胡健,王雷,欧名豪.土地利用规划与规划环评一体化实施研究[J].地域研究与开发,2009,28(2):85-89.

[3] 刘英英,石培基,刘玲,等.基于 DPSIR 陇南市土地利用规划环境影响评价[J].土壤通报,2011(4):795-800.

[4] 唐国滔,姚焕玫.基于模糊综合评判法的土地利用规划环境影响评价研究[J].国土资源科技管理,2010,27(4):108-114.

[5] 刘畅,师学义,高奇.基于熵权物元模型的土地利用规划环境影响跟踪动态评价[J].环境科学学报,2015,35(8):2641-2647.

[6] 赵源,彭馥艳.县级土地利用规划的环境影响评价设计[J].长江流域资源与环境,2010,19(8):964-969.

[7] 蔡育秋,俞艳,袁艳斌,等.基于生态足迹法的土地利用规划环境影响评价研究[J].国土资源科技管理,2010,27(4):62-66.

[8] 刘春雨,董晓峰,刘英英,等.县域土地利用规划环境影响评价:以民乐县为例[J].干旱区资源与环境,2013,27(11):135-141.

[9] 赵克勤.集对分析及其初步应用[M].杭州:浙江科学技术出版社,2000.

[10] 蒋云良,徐从富.集对分析理论及其应用研究进展[J].计算机科学,2006,33(1):205-209.

[11] 赵克勤,宣爱理.集对论:一种新的不确定性理论方法与应用[J].系统工程,1996,14(1):18-23.

[12] 魏明华,郑志宏,黄强,等.基于改进 SPA 法的地下水环境模糊综合评判[J].水利学报,2009,40(10):1204-1209.

[13] 环境保护部.环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)[S].北京:中国环境科学出版社,HJ633—2012,2012.

[14] 吕昌河,贾克敬,冉圣宏,等.土地利用规划环境影响评价指标与案例[J].地理研究,2007,26(2):249-257.

[15] 南彩艳栗晓玲.基于改进 SPA 的关中地区水土资源承载力综合评价[J].自然资源学报,2012,27(1):104-114.