

土地利用协调度压力-状态-响应评价模型

Design of PSR Evaluation Model Based on the Coordination Degree of Land Use

李小玲¹, 刘湘源², 陈 瑛¹

LI Xiao-ling¹, LIU Xiang-yuan², CHEN Ying¹

(1. 柳州市自动化科学研究所, 广西柳州 545001; 2. 柳州市国土资源局鱼峰分局, 广西柳州 545005)

(1. Liuzhou Institute of Automation, Liuzhou, Guangxi, 545001, China; 2. Liuzhou City Land Resources Bureau Yufeng Branch, Liuzhou, Guangxi, 545005, China)

摘要:【目的】为科学、定量地评价土地利用协调度, 为政府加大宏观调控力度和土地高效利用提供科学依据。【方法】从人地关系的角度入手, 采用层次分析法和熵值法结合计算指标权重, 建立一个评判指标体系——土地利用协调度的“压力-状态-响应”(Pressure-State-Response, PSR)评价模型, 再根据柳州市2008~2012年土地利用数据评价柳州市土地利用协调度。【结果】模型的评价结果与柳州市的发展趋势相一致。【结论】PSR模型可科学、定量地评价研究区域的土地利用协调度。

关键词: PSR模型 协调度 层次分析法 熵值法

中图分类号: TP27 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2014)01-0027-05

Abstract: 【Objective】The purpose of this article is to scientifically, quantitatively evaluate the land use coordination degree, strengthen the macro-control of land utilization and provide scientific basis for efficient land utilization. 【Method】Relations from a human perspective combined with the calculation of the index weight using AHP and entropy method, a scientific evaluation index system; land use coordination degree of pressure-state-response (Pressure-State-Response, PSR) evaluation model is established. According to the land use in Liuzhou from 2008 to 2012 years, coordination degree of land use for Liuzhou city is evaluated. 【Result】The results from evaluation model is consistent with the development trend of Liuzhou. 【Conclusion】PSR model applied to the land use is a feasible scientific, quantitative method for the evaluation of regional land use coordination degree.

Key words: PSR model, coordination degree, analytic hierarchy process, entropy method

【研究意义】土地利用协调度是指在土地利用过程中, 土地系统的内部各个要素间的总体协调程度, 是把土地利用和城镇经济、社会、环境之间的协调程度量化的指标。为了满足自身需求, 人们有必要对有限的土地资源进行一系列的开发和改造活动。近来土地资源的稀缺性已愈发凸显, 土地的协调利用也越来越受到人们的重视。【前人研究进

展】协调度最先由赫尔曼·哈肯^[1]提出, 之后许多学者对其进行研究, 形成了很多关于土地利用的理论。比如 Marja C. Hoek S^[2]曾指出土地协调利用的重要性。Young-Seok Moon^[3]曾利用增长模型, 肯定了政府调控在土地协调利用中的重要性。在我国, 李植斌^[4]、唐剑武等^[5]都建议将协调度作为土地利用的评价指标。李明月等^[6]成功运用协调度模型评价了广州市的土地利用效率。【本研究切入点】当前关于土地利用协调度的定性研究较多, 但是缺少一个科学的定量评判体系, 同时大多已有的模型都限制在界定城乡协调发展内涵基础上, 或者单纯针对土地利用协调度进行评价指标体系构建和评价

收稿日期: 2013-11-10

修回日期: 2014-01-12

作者简介: 李小玲(1966-), 女, 高级工程师, 主要从事信息工程及自动控制研究。

方法应用,缺少从人地关系的角度构建基于 PSR 模型的土地利用协调度评价系统。【拟解决的关键问题】本文从人地关系的角度入手,采用层次分析法和熵值法结合计算指标权重,建立一个科学的评判指标体系——土地利用协调度的“压力-状态-响应”(Pressure-State-Response, PSR)评价模型,探讨基于 PSR 模型的土地利用协调度评价方法,为政府加大宏观调控力度,土地高效利用提供科学依据。

1 压力-状态-响应(PSR)评价模型

1.1 PSR 模型框架

人们为满足自身需要,对有限的土地资源进行一系列的开发利用和改造活动,在改造过程中,土地会承受种种压力(P)。在这样的压力下,土地的质量、数量、功能等将会呈现出一定的状态(S),又在此状态下,土地会对人们的改造活动作出反馈,再根据反馈,人们又须对土地开发模式、管理模式等进行调整,实现主动响应(R)。这一系列的压力、状态、响应就构成了一个土地利用的 PSR 模型(图 1)。该模型与土地的合理利用密切相关。

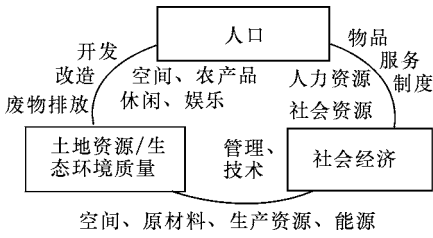


图 1 土地利用 PSR 模型框架

1.2 指标体系构建

根据我国开发区土地集约利用评价规程的系统性、协调性、科学性、可操作性原则^[7],选出以下指标,为土地利用协调度评价所利用,具体见表 1。

表 1 土地利用协调度评价指标体系

压力指标(P)	状态指标(S)	响应指标(R)
人口增长率(C_1) (%)	工业用地率(C_7) (%)	生活垃圾处理率(C_{14}) (%)
土地开发率(C_2) (%)	市内就业率(C_8) (%)	绿化覆盖率(C_{15}) (%)
人口与用地弹性系数(C_3)	人均绿地面积(C_9) ($m^2/人$)	环保投资率(C_{16}) (%)
GDP 增长与用地弹性系数(C_4)	人均公共用地面积(C_{10}) ($m^2/人$)	固定资产投资率(C_{17}) (%)
建设用地年增长率(C_5) (%)	人均建设用地面积(C_{11}) ($m^2/人$)	污水处理率(C_{18}) (%)
恩格尔系数(C_6) (%)	地均 GDP(C_{12}) (万元/ km^2)	闲置土地处理率(C_{19}) (%)
	综合容积率(C_{13})	工业垃圾处理率(C_{20}) (%)

1.3 AHP 法确定指标权重

层次分析法(AHP)是萨迪在 20 世纪 70 年代

中期提出的一种定性与定量分析相结合的多目标分析方法^[8]。本研究采用 0-1 互补型标度发构造判断矩阵,建立与人类思维模式一致的决策模型。步骤如下:

步骤 1:建立比例标度。互补型标度 1,表示 A 比 B 重要,0.5 表示 A 与 B 同样重要,0 表示 B 比 A 重要。

步骤 2:建立判断矩阵 F 。在判断矩阵 $F = (f_{ij})_{m \times n}$ 中, f_{ij} 表示 f_i 相对于 f_j 的重要程度。即

$$\begin{cases} 0, & f_i < f_j, \\ f_{ij} = \{0.5, & f_i = f_j, \\ 1, & f_i > f_j. \end{cases} \quad (1)$$

在矩阵 F 中, f_{ij} 与 f_{ji} 互补($f_{ij} + f_{ji} = 1$)。

步骤 3:建立一致性矩阵 H 。把 $F = (f_{ij})_{m \times n}$ 按行求和,记为 $h_i = \sum_{j=1}^m f_{ij}$,可以得到一致性矩阵 $H = (h_{ij})_{m \times n}$ 。其中,

$$h_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m f_{ik} - \sum_{k=1}^m f_{jk}}{2m} + 0.5. \quad (2)$$

步骤 4:得出指标权重。首先把矩阵 H 的每一个行向量求乘积得

$$X_i = \prod_{j=1}^n h_{ij}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

然后将 X_i 开方可得

$$h_i = \sqrt[n]{X_i}, \quad (4)$$

最后得出指标权重:

$$W_i = \frac{h_i}{\sum_{j=1}^n h_j}, \quad (5)$$

其中 W_i 为各个因素的指标权重。

1.4 熵值法确定指标权重

由于使用熵值法能减少由于各指标的量纲单位不同而造成计算结果的不可公度性,所以我们主要利用全序列法确定指标权重。假设第 i 个指标 y_i 的最小值为 y_i^{\min} ,最大值为 y_i^{\max} ,那么可以使得

$$C_{ij} = \frac{y_{ij} - y_i^{\min}}{y_i^{\max} - y_i^{\min}}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

然后得到在第 n 项指标下的第 m 个对象值所占的指标比重 p :

$$p_{ij} = \frac{f}{\sum_{i=1}^m f}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

f 就是该指标的标准值。最后计算各指标的熵值 e_i :

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (8)$$

其中 $k = \frac{1}{\ln m}$, $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 。由此便

可以得出指标权重 W'_i :

$$W'_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{j=1}^n (1 - e_i)}, j = 1, 2, \dots, n. \quad (9)$$

1.5 组合指标权重的确定

将用 AHP 法得到的权重 W_i 和用熵值法得到的权重 W'_i 结合,运用组合权重公式:

$$\theta_i = \frac{W_i W'_i}{\sum_{i=1}^m W_i W'_i}, 0 < \theta_i < 1, \sum_{i=1}^m \theta_i = 1, \quad (10)$$

得到指标权重。

1.6 土地利用协调度的计算

采用线性加权的方法得到系统的协调度值,公式为:

$$C_1 = W_{B1} \sum_{i=1}^6 W_{C_i} I, C_2 = W_{B2} \sum_{i=7}^{13} W_{C_i} I, C_3 = W_{B3} \sum_{i=14}^{20} W_{C_i} I, C = C_1 + C_2 + C_3。$$

其中 $\sum_{i=1}^n W_i = 1, W$ 为指标权重。 I 为指标的标准化

表 2 柳州市土地协调利用评价指标体系指标值及理想值

指标层 C	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	理想值	理想值来源	功效性
C ₁ (%)	8.37	8.14	7.70	7.53	7.67	7.5	①②	-
C ₂ (%)	56.98	69.45	73.56	82.23	93.67	100	②③	+
C ₃	0.45	0.31	0.78	0.15	0.34	0.27	①②③	+
C ₄	0.11	0.19	0.07	0.09	0.08	0.1	③	-
C ₅ (%)	3.83	2.55	6.02	1.14	2.61	2	③	±
C ₆ (%)	42.50	42.11	42.43	39.93	39.48	50	④	-
C ₇ (%)	32.88	44.98	45.00	39.76	38.25	50	②	±
C ₈ (%)	97.6	96.8	95.85	96.34	96.54	100	②③	+
C ₉ (m ² /人)	8.00	9.76	11.83	12.02	14.29	15	②	+
C ₁₀ (m ² /人)	16.61	16.82	15.97	16.36	17.23	18	③	+
C ₁₁ (m ² /人)	43.83	42.53	43.92	44.00	45.31	50	③	±
C ₁₂ (万元/km ²)	230.39	271.98	380.72	389.38	956.28	1000	②	+
C ₁₃	0.52	0.56	0.57	0.60	0.60	1.0	④	+
C ₁₄ (%)	79.20	64.57	88.23	91.14	95.49	100	②④	+
C ₁₅ (%)	17.63	17.29	18.82	19.74	22.30	25	②③	+
C ₁₆ (%)	10.89	11.34	13.27	14.65	15.24	18	③	+
C ₁₇ (%)	29.21	21.54	16.85	50.50	42.47	55	①	+
C ₁₈ (%)	77.58	82.44	85.71	90.06	94.90	100	①③	+
C ₁₉ (%)	53.64	56.78	65.72	69.40	71.29	100	②	+
C ₂₀ (%)	69.84	73.22	76.98	80.12	85.77	100	①③	+

①先进经验逼近法,②发展趋势估计法,③目标值法,④国家标准值。

$\begin{cases} X_i, \dots, X_i \text{ 为正功效指标} \\ A_i \\ X_i, \dots, X_i \text{ 为负功效指标} \end{cases}$, A_i 为目标值。

2 模型的应用

选择柳州市的土地利用数据建立 PSR 模型。

2.1 指标体系标准化处理

根据系统性、协调性、科学性及其可操作性原则^[7]及柳州市 2008 ~ 2012 年的土地利用的数据^[8]选出以下指标(表 2)为柳州市土地利用协调度评价利用。

由标准化公式(6),可得各指标标准值(表 3)。

2.2 AHP 法计算指标权重

2.2.1 准则层 B 相对于目标层 A 的权重

根据 0-1 标度法,构建判断矩阵

$$F = \begin{pmatrix} 0.5 & 1 & 1 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 1 & 0.5 \end{pmatrix},$$

然后将判断矩阵 F 转化成一致性矩阵 H 。根据公

$$H = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.83 & 0.67 \\ 0.17 & 0.5 & 0.33 \\ 0.33 & 0.67 & 0.5 \end{pmatrix}。$$

(0.65269)

根据公式(3)和公式(4),可以得到 $h = 0.30384$,

(0.47994)

然后根据公式(5),得出指标权重

(0.454)

$$W_{B_1} = 0.212 \quad \circ$$

(0.334)

表3 柳州市土地协调利用评价指标体系各指标标准化值

准则层	指标层	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
压力 B ₁	C ₁ (%)	1.000	0.726	0.202	0.000	0.167
	C ₂ (%)	0.000	0.340	0.452	0.688	1.000
	C ₃	0.476	0.254	1.000	0.000	0.302
	C ₄	0.333	1.000	0.000	0.004	0.083
	C ₅ (%)	0.551	0.289	1.000	0.000	0.301
状态 B ₂	C ₆ (%)	1.000	0.871	0.977	0.037	0.000
	C ₇ (%)	0.000	0.998	1.000	3.931	0.443
	C ₈ (%)	1.000	0.543	0.000	0.078	0.394
	C ₉ (m ² /人)	0.000	0.280	0.609	3.190	1.000
	C ₁₀ (m ² /人)	0.508	0.675	0.000	0.140	1.000
响应 B ₃	C ₁₁ (m ² /人)	0.468	0.000	0.500	0.002	1.000
	C ₁₂ (万元/km ²)	0.000	0.057	0.207	0.219	1.000
	C ₁₃	0.000	0.500	0.625	0.003	1.000
	C ₁₄ (%)	0.473	0.000	0.765	0.859	1.000
	C ₁₅ (%)	0.068	0.000	0.305	0.489	1.000
	C ₁₆ (%)	0.000	0.103	0.547	0.864	1.000
	C ₁₇ (%)	0.367	0.139	0.000	1.000	0.761
	C ₁₈ (%)	0.000	0.281	0.469	0.721	1.000
	C ₁₉ (%)	0.000	0.178	0.684	0.893	1.000
	C ₂₀ (%)	0.000	0.212	0.448	0.645	1.000

2.2.2 指标层 C 相对于准则层 B 的权重

同样,构建 0-1 标度判断矩阵 F 为 16×16 矩阵。依据上述计算计算结果可以得到指标层 C 的指标权重为 $W_{C_1} = 0.021, W_{C_2} = 0.059, W_{C_3} = 0.044, W_{C_4} = 0.059, W_{C_5} = 0.078, W_{C_6} = 0.042, W_{C_7} = 0.071, W_{C_8} = 0.064, W_{C_9} = 0.048, W_{C_{10}} = 0.050, W_{C_{11}} = 0.066, W_{C_{12}} = 0.045, W_{C_{13}} = 0.042, W_{C_{14}} = 0.047, W_{C_{15}} = 0.034, W_{C_{16}} = 0.050, W_{C_{17}} = 0.062, W_{C_{18}} = 0.055, W_{C_{19}} = 0.032, W_{C_{20}} = 0.031$ 。

2.3 熵值法计算指标权重

由公式(7)~(9)可以得到准则层 B 的指标权重为 $W_{B_1} = 0.334, W_{B_2} = 0.332, W_{B_3} = 0.334$ 。经过同样的计算,可以得出指标层 C 的指标权重为

$$W'_{C_1} = 0.027, W'_{C_2} = 0.056, W'_{C_3} = 0.040, W'_{C_4} = 0.038, W'_{C_5} = 0.047, W'_{C_6} = 0.044, W'_{C_7} = 0.052, W'_{C_8} = 0.043, W'_{C_9} = 0.054, W'_{C_{10}} = 0.050, W'_{C_{11}} = 0.052, W'_{C_{12}} = 0.060, W'_{C_{13}} = 0.056, W'_{C_{14}} = 0.052, W'_{C_{15}} = 0.057,$$

$$W'_{C_{16}} = 0.056, W'_{C_{17}} = 0.052, W'_{C_{18}} = 0.056, W'_{C_{19}} = 0.055, W'_{C_{20}} = 0.056。$$

2.4 组合权重计算

将层次分析法与熵值法进行组合来计算各个指标的权重。根据组合公式(10),可以计算出指标体系的组合权重(表4)。

表4 柳州市土地利用协调度评价指标体系指标权重表

准则层 B	权重 B	指标层 C	权重 C
压力 B ₁	0.455	C ₁ (%)	0.011
		C ₂ (%)	0.065
		C ₃	0.035
		C ₄	0.044
		C ₅ (%)	0.073
状态 B ₂	0.211	C ₆ (%)	0.037
		C ₇ (%)	0.073
		C ₈ (%)	0.055
		C ₉ (m ² /人)	0.051
		C ₁₀ (m ² /人)	0.050
响应 B ₃	0.334	C ₁₁ (m ² /人)	0.068
		C ₁₂ (万元/km ²)	0.053
		C ₁₃	0.047
		C ₁₄ (%)	0.048
		C ₁₅ (%)	0.039
		C ₁₆ (%)	0.056
		C ₁₇ (%)	0.064
		C ₁₈ (%)	0.061
		C ₁₉ (%)	0.035
		C ₂₀ (%)	0.035

2.5 评价结果及分析

将表5的计算结果与文献[9,10]的协调度区间标准进行比较,可知柳州市近年来的土地利用协调度评价结果都处在不大协调的区间;柳州市各系统和综合协调度虽总体上升幅度不大,但仍保持逐年上升的趋势。土地利用呈现不大协调状态,说明柳州市的土地利用格局尚不能很好满足经济增长、社会发展的要求,也不能与环境保护保持协调,土地利用仍处在粗放型利用的阶段,还没法满足经济社会的发展对土地利用的要求。建议通过加大投入管理的力度,做好合理的规划,完善各项土地制度,提高土地利用效益与效率,实现土地的利用与社会、环境的相互协调。但是从历年的协调度评价结果的发展趋势来看,柳州市的土地利用正在逐年规范,按照这样的趋势发展下去,柳州市的土地利用协调度会越来越高。

同时,呈现逐年上升趋势的计算结果与柳州市近年来不断加大宏观调控力度,以追求土地高效利用的政策走向一致,说明将 PSR 模型运用到土地利

用协调度的评价研究中是切实可行的。

表 5 柳州市土地利用协调度评价结果

年份	压力系统 B_1	状态系统 B_2	响应系统 B_3	综合协调度 C
2008	0.1577	0.1792	0.0945	0.431
2009	0.1648	0.1803	0.1001	0.445
2010	0.1712	0.1842	0.0983	0.454
2011	0.1824	0.1899	0.1011	0.473
2012	0.1876	0.1904	0.1010	0.479

3 结束语

拥有一个科学、完善、合法的城市规划系统和土地利用规划系统是调配城镇用地规模、合理利用城镇土地资源,顺利实现城镇土地协调利用的重要保证之一。基于 PSR 模型的土地利用协调度评价体系,从人地关系的角度入手,通过建立评判指标体系,采用层次分析法和熵值法结合计算指标权重,能够科学、定量地评价出研究区域的土地利用协调度,其评价结果能为政府加大宏观调控力度,土地高效利用提供了科学依据。

参考文献:

[1] 毕宝德. 土地经济学[M]. 第4版. 北京:中国人民大学

出版社,2001.

- [2] 蒙古军. 土地评价与管理[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [3] Fulton P, Nguyen. Who sprawls most? How growth patterns differ across the U. S. [M]. Los Angeles: The Brookings Institution Survey Series,2001.
- [4] 李植斌. 一种城市土地利用效益综合评价方法[J]. 城市规划,2000,24(8):62.
- [5] 叶文虎,唐剑武. 可持续发展的衡量方法及衡量指标初探,可持续发展之路[M]. 北京:北京大学出版社,1995:57-61.
- [6] 李明月,江华. 广州市土地利用效率评价[J]. 国土资源管理,2005(3):27-29.
- [7] 张笑寒. 基于 AHP 方法的开发区土地集约利用评价研究[J]. 华中农业大学学报:社会科学版,2009(2):25-30.
- [8] 广西统计局. 2012 广西统计年鉴[M]. 广西:中国统计出版社,2012:4
- [9] 中华人民共和国国土资源部. 开发区土地集约利用评价规程(试行)[M]. 北京:中国统计出版社,2008.
- [10] 薛红霞,刘菊鲜,罗伟玲. 广州市城乡发展协调度研究[J]. 中国土地科学,2010,8(39):1.

(责任编辑:尹 闯)

(上接第 23 页)

需求的政务部门,可采用 6VPE 技术实现业务的专属访问和安全隔离。同时从自治区到地市逐步新增 IPv6 互联链路,继续建设 IPv6 平面,搭建起 IPv4 与 IPv6 双平面并存的业务互访平台。

第三阶段工作将 IPv4 平台彻底替换为 IPv6 资源平台,通过调整广西电子政务外网边缘路由器路由与接入设置,逐步将 IPv4 平台业务、6PE、6VPE 业务切换至 IPv6 网络平台,待业务迁移完成后,原有 IPv4 平台即可进行裁减或取消。

4 结束语

广西电子政务外网从 IPv4 网络演进为 IPv6 网络将会有一个相对较长的过程,在这个演进过程中对网络的改造应该是分阶段的,既要保护 IPv4 网络上的业务和投资,也要为将来在新的 IPv6 网络上开展业务做好准备。广西电子政务外网选择双栈技术

和 6PE、6VPE 相结合的方式建设 IPv6 网络平台,在 IP 层面和 MPLS VPN 层面充分发挥各自的优点,即实现从 IPv4 接入到 IPv6 接入的平滑过渡,又实现从 IPv4 VPN 服务到 IPv6 VPN 服务的平滑过渡。

参考文献:

- [1] 谈超洪. 广西电子政务外网业务信息和电子文件交换系统设计[J]. 广西科学院学报,2012,28(02):171-173.
- [2] 国家信息中心. 关于做好“国家电子政务外网下一代互联网应用平台网络及安全改造试点工程”实施工作的通知 [ES/OL]. 2013-10-29. http://www.xxb.yzcity.gov.cn/art/2013/10/29/art_5054_343614.html.
- [3] 陈运清,王茜,胡捷,等. 构建运营级 IPv6 网络[M]. 北京:电子工业出版社,2012.

(责任编辑:陆 雁)