

层次分析法在中山市土地利用对策研究中的应用

胡月明¹, 肖莉¹, 江华², 吴谷丰³, 陈飞香¹, 冯艳芬¹

(1 华南农业大学 资环学院; 2 经贸学院, 广州 五山 510642; 3 佛山教育学院 数学系, 广东 佛山 528000)

[摘要] 以中山市国家级生态示范区土地利用优化为例, 在对其土地利用现状进行调查分析的基础上, 运用层次分析法的基本原理和数学模型进行了土地利用对策研究。首先将土地利用对策划分为战略目标、规划战略、制约因素和政策措施4个层次, 建立土地利用对策模型和判断矩阵, 并作一致性检验, 求出相应的权重, 据此对土地利用对策措施进行排序, 根据排序结果, 认为中山市国家级生态示范区的土地利用主要应采取合理布局, 统筹安排各业用地, 优化土地利用结构, 提高土地利用效率等措施。

[关键词] 层次分析法; 土地利用对策; 土地利用规划; 中山市

[中图分类号] F301.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)03-057-04

土地有偿使用制度改革以来, 我国土地利用进入一个崭新的阶段, 土地资源得到了多种形式的开发利用, 促进了城乡经济的快速发展, 发挥了土地资源的重要作用^[1~3]。为了进一步合理利用每寸土地, 切实保护耕地, 在土地利用中应从系统观点出发, 对土地利用进行合理分析。层次分析法 (Analytic Hierarchy Process), 简称 AHP 法, 亦称多层次分析决策方法, 70年代初由美国运筹学家、匹兹堡大学教授 Saaty T L 提出。其优点是定性与定量相结合, 具有高度的逻辑性、系统性、简洁性和实用性, 是针对系统中多层次、多目标规划决策问题的有效决策方法^[4]。土地利用对策受多种因素的影响, 在土地利用对策研究中可以将这些因素归为不同层次, 用层次分析法来计算各因素的权重, 依据权重来确定区域土地利用对策。本研究以中山市国家级生态示范区为例, 利用层次分析法对其土地利用对策进行了研究, 以期类似地区土地利用对策研究提供参考。

1 基本原理与方法

1.1 基本原理

AHP 法的基本原理就是把所要研究的复杂问题看作是一个大系统, 通过对系统中多个因素的分析, 划分出各因素间相互联系的有序层次, 再请专家对每一层次的因素进行客观判断后, 相应给出相对重要性的定量表示; 进而建立数学模型, 计算出每一层次全部因素的相对重要性的权值, 并加以排序;

最后根据排序结果进行规划决策并选择解决问题的措施。

1.2 数学模型

假设某一规划决策目标 U , 其影响因素有 P_i ($i=1, 2, \dots, n$), 共 n 个, 且 P_i 重要性权数分别为

W_i ($i=1, 2, \dots, n$), $\sum_{i=1}^n W_i = 1$, 其中 $W_i > 0$;

即 $U = W_1 P_1 + W_2 P_2 + \dots + W_n P_n = \sum_{i=1}^n W_i P_i$ 。

由于影响因素 P_i 对目标 U 的影响程度即重要性权数 W_i 不一样, 因此, 将 P_i 两两比较, 可得到 P_i 个因素对目标 U 重要性权数比构成的判断矩阵 A , 即

$$A = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \\ = (P_{ij})_{n \times n}.$$

把判断矩阵中第 n 行元素连乘起来, 再开 n 次方得

$$\left(\prod_{j=1}^n P_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{j=1}^n \frac{W_i}{W_j} \right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{W_i^n}{W_1 W_2 \dots W_n} \right)^{\frac{1}{n}} = \frac{W_i}{(W_1 W_2 \dots W_n)^{\frac{1}{n}}}, i = (1, 2, \dots, n),$$

然后正规化, 即可得到 $W_1, W_2, \dots, W_n$ 。

计算步骤:

$$R_i = \prod_{i=1}^n P_{ij},$$

[收稿日期] 2001-01-08

[基金项目] 国家“九五”攻关项目(95-004-03-10); 广东省自然科学基金资助项目(980150)

[作者简介] 胡月明(1964—), 男, 湖南安化人, 副教授, 博士, 主要从事地理信息系统应用与土地资源管理研究。

令 $\bar{W}_i = R_i^{-1}$,

加总 $\bar{W}_i$ 得 $K = \sum_{i=1}^n \bar{W}_i, (i=1, 2, \dots, n)$,

计算权数 $W_i = \bar{W}_i / K$,

计算 $\lambda_{\max}$ $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij} W_j}{W_i}$ 。

1.3 一致性检验

从理论上讲,判断矩阵满足完全一致性条件 $P_{ik} = P_{ij} \times P_{jk}$, 此时 $\lambda_{\max} = n$ 。实际上,由于人们认识上的多样性,一般来说专家填写的判断矩阵不可能

满足完全一致性条件,此时 $\lambda_{\max} > n$ 。为了检验一致性如何,需要计算判断矩阵的一致性指标 CI 。定义 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$, 显然当判断矩阵满足完全一致性时, $CI = 0$ 。 $\lambda_{\max}$ 愈大, $\lambda_{\max} - n$ 愈大, 从而 CI 就越大, 矩阵的一致性愈差。将 CI 与平均随机一致性指标 RI 进行比较, 其比值称为判断矩阵的一致性比例, 记作 $CR = CI / RI$ 。当 $CR < 0.1$ 时, 则认为判断矩阵具有满意的一致性, 否则需要把判断矩阵表反馈到专家手里重新调整。1~10阶矩阵的 RI 值参见表1。

表1 1~10阶矩阵的 RI 值

Table 1 RI value of 1-10 rank matrix

矩阵阶数 Rank of matrix	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI 值 RI value	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

2 中山市国家级生态示范区土地利用对策

土地利用对策问题是多层次、多因素的相互交叉、相互制约又相互作用的系统工程问题。土地利用对策问题包括确定土地利用对策目标, 选择适宜的土地开发对策, 判断主要的制约因素、制定土地利用的对策措施等^[3,5~7]。

2.1 土地利用对策目标的确定

2.1.1 战略目标(O) 根据中山市国家级生态示范区的自然、社会、经济和土地资源的分析, 将对策目标确定为: 优化结构、合理布局、内涵挖掘、协调发展、提高效益。

O_1 : 保护耕地, 努力提高土地利用率和土地生产力, 提高农副产品的自给率; O_2 : 优化土地利用结构, 合理安排各业用地; O_3 : 合理布局城市用地, 建立中等生态城市; O_4 : 注意生态建设和环境保护, 使社会、经济和生态综合效益最佳。

2.1.2 规划战略(S) S_1 : 建立必需的粮油、蔬菜、食品生产基地; S_2 : 建立城市建设、工矿企业和农村居民点用地区域, 明确发展方向; S_3 : 建立必需的保证经济和城市发展的交通网络; S_4 : 建立沿江和环城生态林、经济林用地; S_5 : 建立必需的用以保证城市、工矿、农业和林业用水的供水系统。

2.1.3 制约因素(C) C_1 : 人多地少; C_2 : 土地利用率低; C_3 : 人口素质; C_4 : 土地肥力低; C_5 : 环境污染; C_6 : 灾害性天气。

2.1.4 对策措施(P) P_1 : 严格执行计划生育政策, 使人口增长得到控制, 提高人口素质; P_2 : 积极开发未利用土地, 鼓励个人和企业复垦废弃地; P_3 : 控制非农建设占用耕地, 实行非农建设用地计划管理; P_4 : 采用多种方式, 多途径吸引境内外资金, 克服资金短缺制约; P_5 : 充分利用城镇集聚效益, 促进工业和人口的集中布局, 提高城镇建设用地的集约化利用水平; P_6 : 建立环城生态防护林体系和农田林网, 改善城市环境和农业生产条件; P_7 : 兴修水利, 满足城市居民和工矿企业用水及农业生产需要; P_8 : 改造污染企业, 对新建项目进行环境质量预判评价。

2.2 土地利用对策的层次结构

I: 构成总目标的4个战略目标(O_1, O_2, O_3, O_4);

II: 为实现战略目标的开发利用战略5项关键因素(S_1, S_2, S_3, S_4, S_5);

III: 影响土地利用规划战略措施的6个制约因素($C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$);

N: 相应的8项政策措施($P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$)。

2.3 土地利用对策结构模型

根据中山市土地利用的对策目标和层次结构, 建立土地利用对策模型(图1)。经过专家咨询和模型综合分析, 将每个层次上的因素按其重要程度分为若干等级, 赋以权重, 得到各层次判断矩阵。运用层次分析模型, 经过归一化处理 and 一致性检验 ($CR < 0.1$) 后, 得各层次总排序, 见表2。

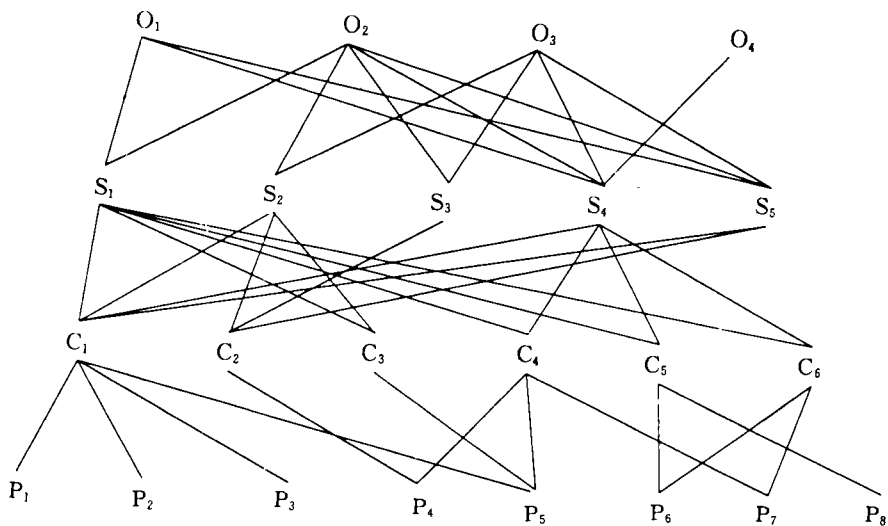


图1 中山市土地利用对策结构模型

Fig. 1 Structural strategy model for landuse in Zhongshan City

表2 层次总排序

Table 2 Gathered compositor of hierarchy

OS	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	组合权重 Weight	
	0.18	0.30	0.45	0.07		
S ₁	0.55	0.20				0.16
S ₂		0.30	0.45			0.29
S ₃		0.20	0.30			0.20
S ₄	0.20	0.15	0.10	1.00		0.20
S ₅	0.25	0.15	0.15			0.15
SC	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	
	0.16	0.29	0.20	0.20	0.15	
C ₁	0.25	0.45		0.20	0.45	0.28
C ₂		0.45	1.00		0.55	0.41
C ₃	0.40	0.10				0.09
C ₄	0.15			0.35		0.09
C ₅	0.10			0.20		0.06
C ₆	0.10			0.25		0.07
CP	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
	0.28	0.41	0.09	0.09	0.06	0.07
P ₁	0.15					0.04
P ₂	0.15					0.04
P ₃	0.55					0.15
P ₄		1.00		0.25		0.44
P ₅	0.15		1.00	0.25		0.16
P ₆					0.45	0.50
P ₇				0.50		0.05
P ₈					0.55	

2.4 土地利用对策的层次分析

从战略目标看，O₃权重最大，为0.45；其次为O₂，权重为0.30；再次为O₁，权重为0.18；O₄权重最

小，仅为0.07。说明为确保中山市国家级生态示范区社会经济战略目标的实现，必须首先合理布局 and 安排城市发展用地，优化土地利用结构，统筹安排各业

用地,同时努力提高土地利用率和土地生产力,注意生态建设和环境保护,使其发展为中等生态城市。

从规划战略看, S_2 权重最大,为0.29, S_3 和 S_4 为0.20, S_1 为0.16, S_5 为0.15,说明建立城市建设、工矿企业和农村居民点用地区域并确定其发展方向,建立必需的保证经济和城市发展的交通网络,是影响其他产业用地结构发生变化的重要纽带,应在土地利用战略上优先给予考虑。

从制约因素看,权重大小顺序为 $C_2, C_1, C_3, C_4, C_6, C_5$,说明在制约因素中,土地利用率低、人多地少、人口素质最为严重,这些因素严重妨碍了土地利用战略目标的实现,需要认真对待并加以解决。

从对策措施看, P_4 (引进资金)、 P_5 (提高集约化利用水平)、 P_3 (控制非农建设用地)、 P_7 (兴修水利)为当务之急,其权重分别为0.44,0.16,0.15,0.08。

3. 结 语

1)层次分析法是基于系统论中的层次性原理建立起来的,其遵循认识事物的规律,将复杂问题分解成若干层次,进行逐步分析比较,把人的主观判断用数据的形式表达和处理,具有一定的准确性和可靠性。当涉及面较广,影响因素较多时,可通过建立数据库、数学模型库和专家知识库来确定各参评因子的权重。层次分析法将定性分析和定量分析结合起来,能较好地解决土地利用对策研究中各种目标与措施之间的关系问题。

2)对中山市土地利用对策进行层次分析的结果表明,为了实现中山市国家级生态示范区的土地利用目标,应采取合理布局,统筹安排各业用地,优化土地利用结构,提高土地利用效率等对策措施。

[参考文献]

- [1] 林增杰. 地籍管理[M]. 北京:中国人民大学出版社,1993.
- [2] 王万茂. 土地利用规划[M]. 北京:中国大地出版社,1996.
- [3] 国土资源部办公厅. 国土资源调研报告[M]. 北京:地质出版社,1999.
- [4] Saaty A L. The analytic hierarchy process[M]. Pittsburgh:McGraw Hill, Inc., 1980.
- [5] 陈佑启, Peter H V, 唐华俊, 等. 我国土地利用变化及其对粮食生产影响的建模分析[J]. 中国土地科学, 2000, 14(4): 22-26.
- [6] 李 红. 我国开发区布局及土地利用现状分析与研究[J]. 中国土地科学, 1998, 12(3): 9-12.
- [7] 吴旭芬, 孙 军. 开发区土地集约利用的问题探讨[J]. 中国土地科学, 2000, 14(2): 17-21.

Application of analytic hierarchy process in study on landuse measures

HU Yue-ming¹, XIAO Li¹, JIANG Hua², WU Gu-feng³, CHENG Fei-xiang¹, FENG Yan-fen¹

(1 College of Natural Resources and Environment, 2 College of Economy and Trade, South China Agricultural University, Guangzhou 510642;

3 Department of Mathematics, Foshan University, Foshan, Guangdong 528000)

Abstract: Based on investigation and analysis of the land use status of the National Ecological Experimental Zone of Zhongshan City, The fundamental principles and mathematical model of analytic hierarchy process (AHP) were applied in studies on land use measures. Land use measures were marked off to 4 layers of stratagical target, planning stratagem, restrictive factor and measures. Model of land use measures and judging matrix were developed, test of coherence was carried out, corresponding weight was calculated, and land use measures were sorted. According to the sorting result, distribution with reasons, making overall plans, optimizing land use structure, and improving using ratio of land are the main measures to be adopted in the development of the National Ecological Experimental Zone of Zhongshan City.

Key words: analytic hierarchy process; landuse measures; land planning; Zhongshan City