

# 城市智能化增长评价模型探讨

刘耀明, 梁照宾, 尚 崇

(河南师范大学 计算机与信息工程学院, 河南 新乡 453007)

**摘要:** 文章结合可持续发展的3个E和智能化增长的10项原则, 通过层次分析法进行分析, 选取人口增长率、人口幸福指数、土地规划率、土地可利用面积、环境绿化面积、环境持续发展率、交通拥堵状况、交通安全系数、经济发展水平和GDP水平作为评价指标, 运用ISM解释结构模型, 对影响因素进行关系分析, 得到一个直观的结构模型。建立主客观综合权重评价模型, 即主观方法模糊综合评价和客观方法熵权法综合计算权重, 得到了可信度较高的各项指标权重值。

**关键词:** 智能化增长; ISM解释结构模型; 主客观综合权重模型; 熵权法

## 1 城市智能化增长研究背景

预计到2050年, 城市人口将不断增加, 达到世界总人口的66%, 为了考虑和达到长期的可持续稳定发展的规划目标, 许多城市正在实施智能化的初步增长计划, 智能化增长是一种起源于20世纪90年代的城市规划理论, 它的目标是以3个E和10项原则为基础遏制城市的持续蔓延以及以城市为中心的周边农田的流失和减少。

## 2 模型建立与模型求解

结合可持续发展的3个E和智能化增长的10个原则, 我们需要建立一个可以衡量城市智能化成功率指标体系。

### 2.1 Delphi法确定指标体系

通过Delphi法进行分析, 评价一个城市智能化增长是否成功, 我们需要从人口指标、土地指标、环境指标、交通指标和经济指标等5个方面进行统计分析, 同时统计分析出影响城市智能化增长是否成功的10个因素。

### 2.2 基于ISM解释结构模型的指标关系分析城市智能化增长成功率评价指标

解释结构模型 (Interpretive Structural Model, ISM) 是

静态的定性模型, 把经过处理的信息构建成多级解释结构模型, 最终将系统构造成一个多层递阶解释结构模型, 明确问题的层次和整体结构。经过分析总结构成系统的结构模型, 最终得到ISM结构模型图如图1所示。

### 2.3 主客观综合权重模型

确定了完整的评价体系, 需要确定评价指标的权重, 这里利用主观方法与客观方法结合的思想使指标权重更具有说服力。

(1) 基于模糊综合评价确定主观指标权重。

首先确定被评价对象的因素 (指标评价)、集合评价 (等级) 集; 在分别确定各个因素的权重及它们的隶属度向量, 获得模糊评判矩阵; 最后把模糊评判矩阵与因素的权向量进行模糊运算并进行归一化, 得到模糊综合评价结果。确定单一准则下各指标的相对权重。通过matlab编程实现权重A的计算, 一致性指标CI的计算, 一致性比例CR的计算, 实现一致性检验, 即: 权重值 $A=(0.100\ 2\ 0.121\ 5\ 0.088\ 9\ 0.128\ 9\ 0.074\ 3\ 0.093\ 0\ 0.109\ 0\ 0.101\ 2\ 0.088\ 0\ 0.095\ 1)$ ,  $CI=0.357\ 0$ ,  $CR=0.092\ 0<0.1$ , 判断矩阵的一致性是可以接受的。

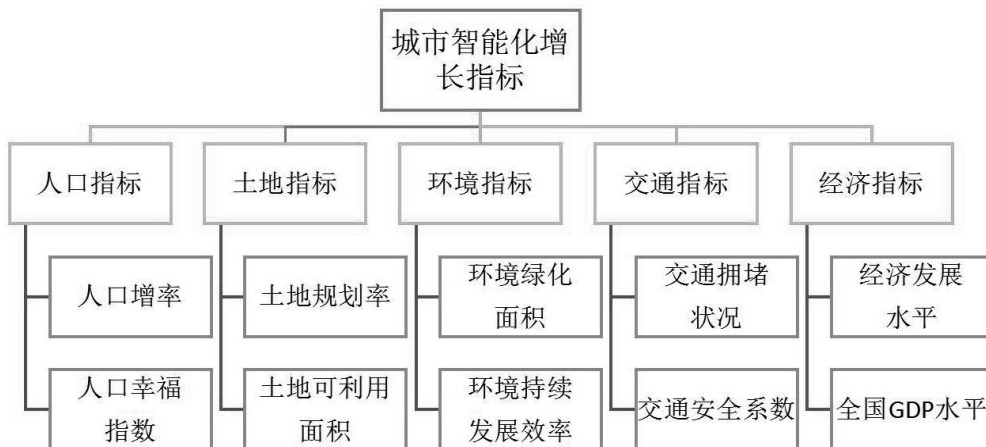


图1 ISM解释结构模型

作者简介: 刘耀明(1994—), 男, 河南许昌, 本科。

(2) 基于熵权法确定客观指标权重。

熵权法的基本思路是根据指标变异性的的大小来确定客观权重。熵权法赋权步骤如下:

①数据标准化。

将各个指标的数据进行标准化处理。假设给定了k个指标  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , 其中  $X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。假设各指标数据标准化后的值为  $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$ , 那么

$$Y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} \quad (\text{本文中} k=10) \quad (1)$$

②求各指标的信息熵。

根据信息论中信息熵的定义, 一组数据的信息熵为

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

$$\text{其中 } p_{ij} = Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij} \quad (3)$$

如果  $p_{ij} = 0$ , 则定义

$$\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \ln p_{ij} = 0 \quad (4)$$

③确定各指标权重。

根据信息熵的计算公式, 计算出各个指标的信息熵为  $E_1, E_2, \dots, E_{10}$ ,

通过信息熵计算各指标的权重:

$$w_i = \frac{1 - E_i}{k - \sum E_i} \quad (i = 1, 2, \dots, 10) \quad (5)$$

通过计算得到各指标的客观权重为  $B = (0.082 \ 1 \ 0.101 \ 2 \ 0.095 \ 4 \ 0.101 \ 5 \ 0.095 \ 6 \ 0.082 \ 6 \ 0.108 \ 7 \ 0.100 \ 3 \ 0.112 \ 0 \ 0.120 \ 6)$ 。

由主观模糊综合评价得到的权重集为  $A$ , 由客观熵权法得到的权重集为  $B$ , 主客观综合指标权重  $W_i = \omega_1 A_i + \omega_2 B_i$ , 为确保主客观的影响降至最小, 在此赋  $\omega_1 = \omega_2 = 0.5$  最终得到的评价指标体系公式:

$$D = 0.091 \ 6W_1 + 0.111 \ 4W_2 + 0.092 \ 2W_3 + 0.115 \ 2W_4 + 0.085 \ 0W_5 + 0.087 \ 0W_6 + 0.108 \ 9W_7 + 0.100 \ 8W_8 + 0.100 \ 0W_9 + 0.107 \ 9W_{10} \quad (6)$$

### 3 模型评价分析

根据上述模型, 我们可以通过10项评价指标体系对城市智能化发展成功率进行综合分析, 利用ISM解释结构模型创建的指标关系层次更加明了直观, 主客观综合指标权重确定方法模型, 利用主观方法模糊综合评价和客观方法熵权法两者结合使计算的权重值更加有说服力, 也使科学研究更具有严谨性, 利用计算得出的综合权重将各指标信息进行融合, 从而得到综合的评价体系, 进而讨论城市智能化发展的成功率。

### 4 结语

城市智能化增长率是一个城市智能化增长是否成功的标志, 同时也可以预测未来城市的智能化增长率, 为城市做一个长久的增长计划。我们采用灰色预测对两个城市的未来增长率做出预测, 根据预测结果对城市未来智能化发展做出合理规划。城市智能化发展建设会越来越稳定, 城市智能化发展也将达到非常成功的阶段。

### [参考文献]

- [1]赵静, 丹奇. 数学建模与数学实验[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [2]张灵莹. 城市可持续发展综合评价方法及应用[J]. 数学的实践与认识, 2003(7): 30-35.
- [3]王莫然. Matlab与科学计算[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [4]陈雪莲. 我国环境保护与可持续发展问题浅析[J]. 经济师, 2004(8): 247.

## Discussion on evaluation model of urban intelligent growth

Liu Yaoming, Liang Zhaobin, Shang Chong

(College of Computer and Information Engineering, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

**Abstract:** Combined with the sustainable development of the three E and intelligent growth of the ten principles, through the analysis of analytic hierarchy process, select the population growth rate, population happiness index, land planning rate, land use area, environmental green area, environmental sustainable development rate, traffic congestion, traffic safety factor, economic development level and GDP level as the evaluation index. Using ISM to explain the structural model, we analyze the influencing factors and get an intuitive structural model. The evaluation model of subjective and objective weight is established, that is, the fuzzy comprehensive evaluation and the objective method entropy weight method are used to calculate the weights, and the weight values of each index are obtained with high reliability.

**Key words:** intelligent growth; ISM interpretation structure model; subjective and objective comprehensive weight model; entropy weight method