

# 基于灰色关联度和模糊聚类理论的林木资产估价

吴青(教授) 谭旭红

(黑龙江科技学院 哈尔滨 150027)

**【摘要】** 本文针对现行市价法使用过程中存在的相似实例选取和量化差异修正这两个难题,结合灰色关联度分析理论和模糊聚类分析理论,提出了一种改进现行市价法的林木资产评估方法,以提高评估结果的准确度。

**【关键词】** 林木资产 现行市价法 模糊聚类 灰色关联度

林木资产的个体性强,每宗交易实例不完全相同,选择与待估林木资产条件相同的交易实例具有较大的模糊性,而且价格影响因素多,难以量化。灰色关联度分析方法对数据的要求较低,在分析和处理林木资产现行市价的相关数据上有着独特的优势;而模糊聚类分析方法是分析事物模糊性的有力工具。因此,本文针对现行市价法中的相似实例选择和量化差异修正问题,基于灰色关联度和模糊聚类理论提出了一种改进现行市价法的林木资产评估方法。

## 一、灰色关联度与模糊聚类的分析方法

**1. 灰色关联度分析。**利用灰色系统分析法中的关联度分析法测定权数,不要求知道变量的分布,也不要求变量之间相互独立,所以比较适合分析经济现象。灰色关联度分析方法的具体步骤如下:

(1)关联系数的计算。设:待估序列为 $D_i(k)=\{D_i(1),D_i(2),\dots,D_i(n)\}$ ;参考序列为 $C_i(k)=\{C_i(1),C_i(2),\dots,C_i(n)\}$ , $i=1,2,\dots,n$ 。对单位不一、初值不同的序列,在计算关联度前应先进行标准化,即将该序列所有数据分别除以该序列所有数据的均值 $\bar{C}_i$ ,得到: $C_i^*=[C_i(1)/\bar{C}_i, C_i(2)/\bar{C}_i, \dots, C_i(n)/\bar{C}_i]$ 。则关联系数为:

$$\eta_i(k)=\frac{\min[\min |D_i^*(k)-C_i^*(k)|]+\rho\max[\max |D_i^*(k)-C_i^*(k)|]}{|D_i^*(k)-C_i^*(k)|+\rho\max[\max |D_i^*(k)-C_i^*(k)|]}$$

其中: $|D_i^*(k)-C_i^*(k)|$ 为第 $k$ 点上 $D_i^*$ 与 $C_i^*$ 的绝对误差; $\min[\min |D_i^*(k)-C_i^*(k)|]$ 为两级最小差, $\max[\max |D_i^*(k)-C_i^*(k)|]$ 为两级最大差; $\rho$ 称为分辨率, $0<\rho<1$ ,一般取 $\rho=0.5$ 。

(2)关联度的计算。在计算序列 $D_i(k)$ 与 $C_i(k)$ 的关联系数后,计算各类关联系数的平均值: $r_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^n \eta_i(k)$ 。 $r_i$ 为序列 $D_i(k)$

与 $C_i(k)$ 的关联度。

(3)求出各影响因素的权重。将上述影响因素关联度归一化之后,最终求得各影响因素的权重: $\sigma_i=\gamma_i / \sum_{i=1}^n \gamma_i$ 。

运用到现行市价法中,通过灰色关联度分析方法求出待估林木资产的影响因素序列与其参照物调整因素序列的相似程度。计算的关联度数值越大,则待估林木资产与其参照物的

关联度越高。

**2. 模糊聚类分析。**在进行模糊聚类分析之前,需要将现有的数据标准化。由于在实际的问题中,不同的数据一般有不同的物理量纲,为了能够对这些数据进行有效的比较,通常要对这些数据进行标准化处理并将它们压缩到 $[0,1]$ 区间中,以消除物理量纲的影响。先介绍几个基本概念:

如果对于任意的整数 $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ ,矩阵 $R=(r_{ij})_{m \times n}$ 中的每个元素 $r_{ij} \in [0,1]$ 成立,则矩阵 $R$ 称为模糊矩阵。假定 $A=(a_{ij})_{m \times n}$ 与 $B=(b_{ij})_{m \times n}$ 为论域 $U$ 的两个模糊矩阵,

则: $AB=\bigvee_{i=1}^n [A(x_i) \wedge B(x_i)]=\bigvee_{x \in U} [A(x_i) \wedge B(x_i)]$ 。以上为 $A$ 与 $B$ 的合成运算( $\bigvee$ 表示取最大值, $\wedge$ 表示取最小值)。

假定给定的论域 $U$ 上的一个模糊关系 $R=(r_{ij})_{m \times n}$ 满足:①自反性;②对称性;③传递性。则称 $R$ 是一个模糊等价关系,满足模糊等价关系的矩阵称为模糊等价矩阵。如果矩阵只满足自反性和对称性,不满足传递性,则称矩阵为模糊相似矩阵。在实际的问题中,我们对原始数据进行标准化处理之后,通常要根据传统的聚类分析方法来计算对象间的相似系数,以得到模糊相似矩阵模型。在本文所举实例中,根据现行市价法的实际运用情况,采用最大最小法确定模糊相似矩阵的相似系数:

$$r_{ij}=\frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} \wedge x_{jk})}{\sum_{k=1}^n (x_{ik} \vee x_{jk})}$$

得到对象间的相似系数之后,我们就可以得到其模糊相似矩阵。但是模糊聚类分析是建立在模糊等价矩阵之上的,仅仅根据其模糊相似矩阵无法进行聚类分析。因此,需要将模糊相似矩阵转化为模糊等价矩阵。

对于模糊相似矩阵 $R \in U_{n \times n}$ ,存在一个自然数 $k(k \leq n)$ 使得传递闭包 $t(R)=R^k$ ,对于一切大于 $k$ 的自然数 $t$ ,恒有 $R^t=R^k$ 成立,此时 $R$ 为模糊等价矩阵。在本文中,取 $k=2$ 。

**二、灰色关联度与模糊聚类理论在林木资产评估现行市价法中的应用**

**1. 运用灰色关联度分析方法求各林木资产价格影响因素的权重。**具体步骤为:①分析各林木资产价格影响因素与林

木资产价格的相关性。②求出各影响因素序列以及价格序列的均值序列算子,然后用各自序列的均值序列算子将与之相对应的林木资产价格影响因素序列中的数据标准化。③求出标准化之后各林木资产价格影响因素序列以及价格序列的差序列。④通过一般灰色关联度分析公式来计算林木资产价格影响因素序列以及价格序列的关联系数。⑤由灰色关联度公式求得林木资产价格影响因素序列以及价格序列的关联度的大小。⑥将上面求得的林木资产价格影响因素的灰色关联度归一化,最终得到各林木资产价格影响因素的权重。

2. 运用模糊聚类分析方法选择待估林木资产的相似实例。①利用灰色关联度得到的影响因素权重建立待估对象与可比实例的模糊矩阵,然后将模糊矩阵中的数据标准化,消除物理量纲的影响。②运用最大最小法建立待估对象和可比实例的模糊相似矩阵。③利用二次闭包传递法将待估对象和可比实例的模糊相似矩阵变成模糊等价矩阵。④根据适当的置信度水平选择相似实例,通过对置信度水平进行控制,选择不同数量的交易实例来提高计算精度。

### 三、综合评估实例分析

待估对象的概况:待估林木资产为黑龙江省伊春市乌马河林业局伊东经营所第65林班314小班的落叶松。

1. 比较因素选择。经市场调查,选择四个林分用途相同、作业区接近的案例A1、A2、A3、A4作为比较案例。我们选择对林木资产价值影响大的立地质量、林分生长状况(含林龄、胸径、树高)及地利等级(含可及度和运距)作为比较因素。

表1 比较因素评价表

样本	立地质量 C <sub>1</sub>	林龄 C <sub>2</sub>	胸径 C <sub>3</sub>	树高 C <sub>4</sub>	可及度 C <sub>5</sub>	运距 C <sub>6</sub>	价格 D
A <sub>1</sub>	0.90	0.95	0.80	0.85	0.85	0.85	490
A <sub>2</sub>	0.85	0.85	0.80	0.80	0.85	0.90	374
A <sub>3</sub>	0.75	0.75	0.85	0.80	0.80	0.80	244
A <sub>4</sub>	0.80	0.80	0.85	0.80	0.85	0.85	382
B	0.95	0.95	0.80	0.80	0.85	0.85	待估

2. 将各数据标准化。 $C_1' = (1.09, 1.03, 0.91, 0.97)$ ;  $C_2' = (1.13, 1.01, 0.90, 0.96)$ ;  $C_3' = (0.97, 0.97, 1.03, 1.03)$ ;  $C_4' = (1.05, 0.98, 0.98, 0.98)$ ;  $C_5' = (1.01, 1.01, 0.96, 1.01)$ ;  $C_6' = (1.00, 1.06, 0.94, 1.00)$ ;  $D' = (1.32, 1, 0.66, 1.03)$ 。

3. 计算绝对差序列。 $\Delta_i = |D_i'(k) - C_i'(k)|, i=1, 2, \dots, 6; k=1, 2, \dots, 4$ 。所以: $\Delta_1 = \{0.23, 0.03, 0.25, 0.06\}$ ;  $\Delta_2 = \{0.19, 0.01, 0.24, 0.07\}$ ;  $\Delta_3 = \{0.35, 0.03, 0.37, 0.00\}$ ;  $\Delta_4 = \{0.27, 0.02, 0.32, 0.05\}$ ;  $\Delta_5 = \{0.31, 0.01, 0.30, 0.02\}$ ;  $\Delta_6 = \{0.32, 0.06, 0.28, 0.03\}$ 。

4. 计算两级最小差与最大差。 $\min[\min |D_i'(k) - C_i'(k)|] = 0, \max[\max |D_i'(k) - C_i'(k)|] = 0.37$ 。

5. 取 $\rho = 0.5$ ,得到关联系数为: $\eta_1(k) = \{0.446, 0.860, 0.425, 0.755\}$ ;  $\eta_2(k) = \{0.493, 0.949, 0.435, 0.725\}$ ;  $\eta_3(k) = \{0.346, 0.860, 0.333, 1.000\}$ ;  $\eta_4(k) = \{0.407, 0.902, 0.366, 0.787\}$ ;  $\eta_5(k) = \{0.374, 0.949, 0.381, 0.902\}$ ;  $\eta_6(k) = \{0.366, 0.755, 0.398, 0.860\}$ 。

6. 得到关联度为: $r_1 = 0.6215; r_2 = 0.6505; r_3 = 0.6350; r_4 = 0.6155; r_5 = 0.6515; r_6 = 0.5948$ 。

7. 得到参照物权重: $\sigma_1 = 0.165; \sigma_2 = 0.173; \sigma_3 = 0.168; \sigma_4 = 0.163; \sigma_5 = 0.173; \sigma_6 = 0.158$ 。

8. 将权重引入影响因素的评价表中,得到加权的比较因素评价表,如表2所示:

表2 加权比较因素评价表

样本	立地质量 C <sub>1</sub>	林龄 C <sub>2</sub>	胸径 C <sub>3</sub>	树高 C <sub>4</sub>	可及度 C <sub>5</sub>	运距 C <sub>6</sub>	价格 D
A <sub>1</sub>	0.149	0.164	0.134	0.139	0.147	0.134	490
A <sub>2</sub>	0.140	0.147	0.134	0.130	0.147	0.142	374
A <sub>3</sub>	0.124	0.130	0.143	0.130	0.138	0.126	244
A <sub>4</sub>	0.132	0.138	0.143	0.130	0.147	0.134	382
B	0.157	0.164	0.134	0.130	0.147	0.134	待估

9. 由上述加权比较因素评价表中,引入模糊聚类理论,求得模糊相似矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.896 & 0.841 & 0.896 & 1 \\ 0.896 & 1 & 0.939 & 1 & 0.896 \\ 0.841 & 0.939 & 1 & 0.973 & 0.841 \\ 0.896 & 1 & 0.973 & 1 & 0.896 \\ 1 & 0.896 & 0.841 & 0.896 & 1 \end{bmatrix}$$

10. 用二次闭包传递法求得模糊等价矩阵,通过计算,得到闭包传递矩阵为:

$$R^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0.896 & 0.896 & 0.896 & 1 \\ 0.896 & 1 & 0.973 & 1 & 0.896 \\ 0.896 & 0.973 & 1 & 0.973 & 0.896 \\ 0.896 & 1 & 0.973 & 1 & 0.896 \\ 1 & 0.896 & 0.896 & 0.896 & 1 \end{bmatrix}$$

因为 $R^2 \neq R$ ,必须再进行闭包传递计算,结果如下:

$$R^4 = \begin{bmatrix} 1 & 0.896 & 0.896 & 0.896 & 1 \\ 0.896 & 1 & 0.973 & 1 & 0.896 \\ 0.896 & 0.973 & 1 & 0.973 & 0.896 \\ 0.896 & 1 & 0.973 & 1 & 0.896 \\ 1 & 0.896 & 0.896 & 0.896 & 1 \end{bmatrix}$$

可见, $R^4 = R^2$ ,闭包传递运算结束,即得到该模糊相似矩阵的模糊等价矩阵。通过观察最后一行的数值大小,可以得到与待估对象最为相近的可比实例A<sub>1</sub>,其价格为490元/米<sup>2</sup>。

若采用传统的现行市价法,通常选择与待估林木资产最相近的可比案例即A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>(至少3个),进行价格修正后计算得到的评估结论为: $P_{A_1} = 488.775$ (元/米<sup>2</sup>);  $P_{A_2} = 384.659$ (元/米<sup>2</sup>);  $P_{A_4} = 479.935$ (元/米<sup>2</sup>)。则: $P_B = 0.7 \times 488.775 + 0.2 \times 384.659 + 0.1 \times 479.935 = 467.068$ (元/米<sup>2</sup>)。实际上该对象的成交价格为480元/米<sup>2</sup>。采用传统的现行市价法估价的误差= $(480 - 467.068) \div 480 \times 100\% = 2.69\%$ ;采用改进后的现行市价法估价的误差= $|480 - 490| \div 480 \times 100\% = 2.08\%$ 。由此可以看出,采用改进后的现行市价法得到的估价与实际成交价格更为接近,估算精度更高。

### 主要参考文献

陈平留,刘健.森林资源资产评估运作技巧.北京:中国林业出版社,2002