

# 基于循环经济和多属性群决策的区域城市土地利用评价分类研究

汪友结, 吴次芳, 罗文斌, 吴泽斌

(浙江大学 公共管理学院, 杭州 310027)

**摘要:** 本文将循环经济视角下区域城市土地利用水平的评价分类视为多属性群决策问题, 以“加权和与加权积的混合算法”为基本计算方法, 借鉴现有的群决策理论与方法, 从决策理论的角度阐述了循环经济视角下城市土地利用水平的评价、排序、集团划分与隶属稳定度分析问题, 并以安徽省为例进行了实证研究。结果表明: 在循环经济视角下安徽省 17 个地级市的城市土地利用水平大体可分为 5 类, 总体呈现出明显的“南高北低”局面; 各个城市的集团序隶属稳定度不尽相同, 各城市应根据自身情况采取相应措施努力实现集团上跃。

**关键词:** 城市土地利用; 评价; 分类; 循环经济; 多属性群决策; 集团序

**中图分类号:** F301.2   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1002-980X(2008)08-0047-07

随着经济的快速增长, 城市土地与人类社会的互动引发了许多资源环境问题, 加剧了土地短缺和人地矛盾, 严重影响了城市的可持续发展。循环经济为土地资源由传统利用方式转向可持续发展利用方式提供了战略性的理论范式, 大力推进国土资源领域循环经济的发展<sup>[1-3]</sup>, 从而促进城市土地资源的可持续利用已是当务之急。

要进一步推进城市土地利用系统的良性发展, 需对循环经济视角下区域城市土地利用水平进行较为科学的评价和分类, 而目前此类研究几乎没有独立地被提出过。传统意义上的相关研究多是基于现状年度值的简单加权和计算评价, 且区域城市分类多是基于分市评价值的简单排序<sup>[4,5]</sup>, 这在一定程度上忽视了年度数据突变可能引起的结果偏差和评价指标间的不可补偿性, 且不能合理地对区域城市土地利用水平进行科学定位。循环经济视角下区域城市土地利用评价分类的核心是要体现出评价指标间的不可补偿性和提高评价分类结果对实践操作的指导意义。为此, 本文将循环经济视角下区域城市土地利用的评价分类视为一个多属性群决策问题,

并尝试建立了基于循环经济和多属性群决策的区域城市土地利用评价分类理论体系, 并以我国安徽省为例进行了实证研究。

## 1 基本理论

### 1.1 循环经济视角下城市土地利用评价问题的多属性群决策描述

#### 1.1.1 多属性群决策要点分析

多属性群决策过程是集结有关群决策群体对某个决策问题的意见的过程<sup>[6]</sup>, 决策问题从单人决策发展到群体决策给决策分析带来了许多复杂性, 但也在一定程度上消除了单人决策所固有的数据突变缺陷, 因此针对多属性群决策的决策方法研究也越来越受到人们的重视<sup>[7-9]</sup>。多属性群决策的 3 个基本因素是方案集、属性集和决策者集。由于决策者的经验、能力、水平和对决策问题的熟悉程度等方面存在差异, 因此各个决策者在决策过程中的作用或影响力是不同的, 这种差别可用决策者的权重来表示; 此外, 在建立对方案集中的方案进行评价所需要的评价指标体系时, 鉴于各个属性的重要程度不同,

收稿日期: 2008-05-31

基金项目: 国家社会科学基金重点项目资助 (03AJY003); 国家科技支撑计划课题 (2006BAJ11B03) 资助

作者简介: 汪友结 (1975 →), 男, 安徽怀宁人, 浙江大学公共管理学院博士研究生, 研究方向: 土地资源管理与房地产开发; 吴次芳 (1954 →), 男, 浙江温州人, 浙江大学公共管理学院副院长, 教授, 博士生导师, 研究方向: 土地资源管理与政策; 罗文斌 (1982 →), 男, 湖南衡南人, 浙江大学公共管理学院博士研究生, 研究方向: 土地资源管理与城市旅游; 吴泽斌 (1978 →), 男, 江西赣州人, 浙江大学公共管理学院博士研究生, 研究方向: 土地利用规划与土地资源管理。

决策者还要根据特定的评估标度给出各属性的权重;最后,以设立的指标体系为基础,设法利用统计数据或专家打分法给出属性值,采用一定的统计方法,求得各个方案各个属性下的加权属性值,并进一步求得各个方案的评价值,从而最终完成多属性群决策评价。

1.1.2 城市土地利用评价问题的多属性群决策描述

将循环经济视角下区域各城市土地利用水平视为决策问题中的方案集合,设待评价分类的城市集合为  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,描述循环经济视角下城市土地利用水平的属性集合为指标集  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ;结合循环经济视角下城市土地利用评价对不同指标的侧重程度,科学拟定指标权重  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m)^T$ ;将序列年度视为决策者集  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_l\}$ ,其在决策过程中所被赋予的权重以向量  $= (1, 2, \dots, l)^T$  表示;针对待评价分类的城市集合  $X$ ,以指标集  $A$  的属性值集合  $S$  为基础构成决策矩阵集合。进行基于循环经济和多属性群决策的城市土地利用评价的目的,就是根据决策矩阵集合中的各个决策矩阵提供的评判信息,在体现循环经济发展要求的基础上,应用特定算法进行信息集结,最终得到循环经济视角下区域各城市土地利用评价值集合  $f^i = \{f^1, f^2, \dots, f^n\}$ 。

1.2 循环经济视角下区域城市土地利用水平分类问题的多属性群决策描述

1.2.1 群决策中的方案排序分类研究

方案排序分类在群决策过程中显得尤为重要,它往往既是群决策的重要步骤又是群决策的主要目的。目前较为常用的排序分类方法是,决策者根据偏好对方案集中的方案做成对比较并区分优劣,最终排列各方案的优劣次序,在此基础上再运用某些技术手段对各方案进行类别划分。但这种排序分类方法存在两个明显的缺陷:一是类别划分的结果是方案集团之间的差异性,而对方案集团内所含方案的优劣无法客观反映;二是无法合理确定前后两个方案集团的边界,从而无法为低层次方案集团内所含方案向高层次方案集团实施跳跃提供理论支持。因此,如何采取较为科学、合理的排序分类方法对基于实际决策背景的决策问题加以分析研究,值得探讨,且对该问题的解决具有一定的理论和实践意义。

1.2.2 区域城市土地利用水平分类问题的多属性群决策描述

为将多属性群决策理论方法应用到循环经济视角下区域城市土地利用水平分类问题中,本文采用

改进了的集团序<sup>[10]</sup>思想方法,其基本思路是:将循环经济视角下区域城市土地利用水平分类问题视为一个较为复杂的群决策问题,在已得到群给出的优先序关系的基础上,结合决策者对分类的目标要求,利用对所形成的循环经济视角下区域城市土地利用水平序集中序位指标的比较,获得带有优先序的城市集团组合。这样不仅可以获得对已知城市的集团划分,还能够观察到每一集团中城市的优先次序关系,并能进行单个城市对其所属集团的隶属稳定度分析:这些正是采用集团序思想方法来进行分类的优势所在。此外,还可以根据对分类的具体精度要求,采用不同的集团序区分精度向量,以达到细化或粗放的分类目的:这又体现了该方法的灵活适用性。由此可见,将集团序思想方法引入到循环经济视角下区域城市土地利用水平分类问题研究中,对于可行而有效地解决当前的实际决策问题并满足决策者的具体要求,是具有理论与应用价值的。

2 计算方法

2.1 基于循环经济和多属性群决策的城市土地利用评价计算方法

目前已有的城市土地利用评价方法多是基于指标和权重的简单加权和法,但加权和法隐含了各指标属性值之间的可补偿性且这种补偿是线性的,而事实上,循环经济视角下城市土地利用评价指标的属性值之间并不全是可补偿的,即使在一定范围内可以补偿,这种补偿也是非线性的。考虑到控制层各类指标之间不能完全补偿,而每一控制层指标下的操作层指标之间可以补偿,所以在确定了待评价城市集合  $X$ 、控制层指标集合  $A$  和操作层指标集合  $B$ 、属性值集合  $S$ 、序列年度  $E$ 、指标权重  $\mu$  和年度序列权重 的基础上,本文以反映指标不可补偿性的“加权和 - 加权积”混合算法为计算基础,建立基于循环经济和多属性群决策的城市土地利用评价基本计算公式(见式 1):

$$f^i = \left\{ \left\{ \left\{ \mu^A \cdot \left( \mu^B \cdot r_{ij}^k \cdot 100 \right) \right\}_{j=p}^q \right\}_{l=1}^m \right\}_{k=1}^l \quad (1)$$

式(1)中,  $f^i$  为城市  $x_i$  的评价值,  $k$  为序列年度代码,  $l$  为第  $k$  个序列年度的权重值,  $m$  为控制层指标的数目,  $\mu^A$  为控制层指标  $A_l$  的权重,  $j$  为控制层指标  $A_l$  所辖的操作层指标的代码,  $\mu^B$  为操作层指标  $B_j$  的层内权重值,  $r_{ij}^k$  为城市  $x_i$  的操作层指标  $B_j$  在第  $k$  个序列年度的标准化

属性值。

## 2.2 基于集团序理论的分类计算思路和城市隶属稳定度分析方法

根据循环经济视角下区域城市土地利用水平分类问题的实际情况,取适当的集团序区分精度向量<sup>[10]</sup>,区分精度体现了分类的标准和分类结果的细化程度,实际计算中的取值依分市评价结果及集团序划分精度而定。通过对各个城市评价价值 $f^i$ 的两两比较,得到单个城市优先关系集合,再通过层层迭代依次得到各级序集合 $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$ 。为进一步提供决策依据,需继续进行单个城市对其所属集团的隶属稳定度分析,其计算过程如下:

设集团序 $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$ 的各元素的次序为递减排列,即满足 $f_r^i > f_{r+1}^i$ ,其中 $f_r^i$ 表示集团 $O_r$ 中的城市 $x_i$ 的评价价值, $f_{r+1}^i$ 表示集团 $O_{r+1}$ 中的城市 $x_j$ 的评价价值, $(r = 1, 2, \dots, m - 1)$ ;令 $f_q^+ = \max f_q^i$ , $f_q^- = \min f_q^i$ ,其中 $f_q^i$ 表示集团 $O_q (q = 1, 2, \dots, m)$ 中的城市 $x_i$ 的评价价值;令 $f^i$ 为 $f^i$ 的变化值,为保证城市 $x_i$ 的集团序指标不发生改变,须有:

$$\begin{cases} f^i & f_{q+1}^+ - f^i & & (q = 1) \\ f_{q+1}^+ - f^i & f^i & f_{q-1}^- - f^i & (1 < q < m) \\ f^i & f_{q-1}^- - f^i & & (q = m) \end{cases} \quad (2)$$

为消除 $f^i$ 存在的数值绝对性,定义城市 $x_i$ 的集团隶属稳定度 $m^i = f^i / f^i$ ,则根据式(2)可求得:

$$m^i = \begin{cases} (f_{q+1}^+ / f^i - 1, +) & (q = 1) \\ (f_{q+1}^+ / f^i - 1, f_{q-1}^- / f^i - 1) & (1 < q < m) \\ (-, f_{q-1}^- / f^i - 1) & (q = m) \end{cases} \quad (3)$$

## 3 实证研究

### 3.1 研究区域概况

本文以安徽省为例进行实证研究。安徽省位于我国华东地区腹地,行政上辖 17 个地级市。20 世纪 90 年代以来,安徽省经济取得了快速发展,但同时也出现了土地资源浪费、水土流失、土地污染以及后备土地资源不足等现象<sup>[11]</sup>。随着国家“中部崛起”战略的实施和安徽省“奋力崛起”战略的推进,安徽省面临着千载难逢的发展良机,但同时也面临着巨大的生态环境压力,特别是作为城市发展载体的土地利用系统更是如此。为切实贯彻科学发展观,更好地将循环经济理念贯穿到土地利用系统的构建中,需要对安徽省城市土地利用的循环经济发展程度进行较为客观的判断。

### 3.2 分市评价价值的计算

#### 3.2.1 评价指标体系构建及其权重确定

鉴于本文研究的是城市土地利用情况,所以指标数据的提取范围均以各地级市的城市建成区为准(除指标 $B_{17}$ 的数据提取范围为地级市行政区外)<sup>[12]</sup>。根据循环经济视角下<sup>[13]</sup>城市土地利用评价指标<sup>[14]</sup>选取的原则以及城市土地利用的实际情况,本文将评价指标体系设置为 3 层。目标层紧紧锁住问题关键并突出重点,即循环经济视角下城市在特定社会经济发展水平中的土地利用情况,而对其他层面内容则涉及较少<sup>[15]</sup>。控制层包括 5 个方面<sup>[16]</sup>:城市经济社会发展情况;按照循环经济“3R”原则设置的土地资源投入减量化情况;土地污染物减量排放情况;土地资源再利用情况;土地资源环境安全情况。在各个控制层下分别选择了 20 个操作指标,这些操作指标依据循环经济视角下城市土地利用的机理与特点进行设计。本文所构建的循环经济视角下城市土地利用评价指标体系见表 1。

权重是指在相同目标约束下各指标间的重要性相对关系的数量化表示,在多指标综合评价中,权重具有举足轻重的作用<sup>[17]</sup>。本文主要采用层次分析法并根据实践经验对权重初步分析结果做适当调整,从而对各层次指标的权重进行确定,即:在构建判断矩阵的基础上,进行控制层指标的单层次排序,获得各个控制层指标的权重 $\mu^i$ ;再将控制层指标权重采用均分的方法分配给其下属的各个操作层指标,获得操作层指标的层内权重 $\mu_j^i$ 。具体结果见表 1。

#### 3.2.2 决策者集设定及其权重确定

本文将序列年度视为决策者集 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_t\}$ ,其在决策过程中所被赋予的权重以向量 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_t)^T$ 表示。就本研究区域安徽省而言,为方便计算和提高研究成果的适用性,本文拟将 2003 年、2004 年和 2005 年这 3 年视为决策者集合 $E = \{e_1, e_2, e_3\}$ ;考虑到近者占优的原则,经专家打分确定决策者权重向量 $\omega = (0.15, 0.28, 0.57)^T$ 。

#### 3.2.3 指标属性值的标准化

循环经济视角下城市土地利用各评价指标的性质各不相同,必须对各指标的原始数据进行标准化处理,消除不同指标之间量纲的差别,以使各指标具有可比性。为了便于在不同城市之间进行比较分析,并满足“加权和-加权积”混合算法的基本要求,本文采用极值标准化法对指标进行标准化处理,即以每个决策者(序列年度)的原始数据为考察对象,对不同城市的评价指标的原始数据进行量化处理<sup>[18]</sup>。考虑到循环经济视角下城市土地利用评价

指标分为正向型和逆向型两种,所以属性值标准化的计算公式应根据指标类型的不同而不同,即:对于正向型指标,  $r_{ij}^k = r_{ij}^{(k)} / r_{j-\max}^{(k)}$ ,其中  $r_{ij}^k$  为城市  $x_i$  的操作层指标  $B_j$  在第  $k$  个序列年度的标准化属性值,  $r_{ij}^{(k)}$  为城市  $x_i$  的操作层指标  $B_j$  在第  $k$  个序列年度的原始属性值,  $r_{j-\max}^{(k)}$  为标准化前第  $k$  个序列年度

的所有待评价城市的操作层指标  $B_j$  属性值集中的最大值;对于逆向型指标,  $r_{ij}^k = r_{j-\min}^{(k)} / r_{ij}^{(k)}$ ,其中  $r_{ij}^k$  和  $r_{ij}^{(k)}$  的释义同上,  $r_{j-\min}^{(k)}$  为标准化前第  $k$  个序列年度的所有待评价城市的操作层指标  $B_j$  属性值集中的最小值。

表 1 循环经济视角下城市土地利用评价指标体系及其权重

控制层指标 (A) 及其权重	操作层指标 (B)	操作层指标的层内权重	操作层指标的最终权重	指标释义或计算方式
经济社会发展 (A <sub>1</sub> ) (0.130)	人均 GDP (B <sub>1</sub> )	0.250	0.0325	城区 GDP/ 城区人口
	单位土地面积 GDP 产值 (B <sub>2</sub> )	0.250	0.0325	城区 GDP/ 城区面积
	单位土地面积建筑施工企业施工产值 (B <sub>3</sub> )	0.250	0.0325	城区建筑施工企业施工产值/ 城区面积
	建筑业就业人数占总就业人数比例 (B <sub>4</sub> )	0.250	0.0325	城区建筑业就业人数/ 城区总就业人数
土地资源投入减量化 (A <sub>2</sub> ) (0.216)	单位土地面积工业产值 (B <sub>5</sub> )	0.250	0.0540	城区工业产值/ 城区面积
	单位土地面积第三产业产值 (B <sub>6</sub> )	0.250	0.0540	城区第三产业产值/ 城区面积
	建设用地减量趋势 (B <sub>7</sub> )	0.250	0.0540	城区建设用地面积/ 城区 GDP
	单位土地面积基本建设投资额 (B <sub>8</sub> )	0.250	0.0540	城区基本建设投资额/ 城区面积
土地污染物减量排放 (A <sub>3</sub> ) (0.304)	单位土地面积工业粉尘排放量 (B <sub>9</sub> )	0.250	0.0760	城区工业粉尘排放量/ 城区面积
	单位土地面积固体废弃物排放量 (B <sub>10</sub> )	0.250	0.0760	城区固体废弃物排放量/ 城区面积
	单位土地面积的城镇生活污水排放量 (B <sub>11</sub> )	0.250	0.0760	城区城镇生活污水排放量/ 城区面积
	单位土地面积的工业烟尘排放量 (B <sub>12</sub> )	0.250	0.0760	城区工业烟尘排放量/ 城区面积
土地资源再利用 (A <sub>4</sub> ) (0.217)	人均建筑施工面积 (B <sub>13</sub> )	0.250	0.0542	城区建筑施工面积/ 城区人口
	建成区容积率 (B <sub>14</sub> )	0.250	0.0542	建成区建筑面积/ 建成区土地面积
	旧城改造比例 (B <sub>15</sub> )	0.250	0.0542	城区旧城(含城中村)改造面积/ 城区面积
	单位土地面积全社会消费品零售总额 (B <sub>16</sub> )	0.250	0.0542	城区全社会消费品零售总额/ 城区面积
土地资源环境安全 (A <sub>5</sub> ) (0.133)	人均耕地 (B <sub>17</sub> )	0.250	0.0333	辖区耕地面积/ 辖区总人口数
	人口密度 (B <sub>18</sub> )	0.250	0.0333	城区人口/ 城区面积
	建成区绿化率 (B <sub>19</sub> )	0.250	0.0333	建成区绿化面积/ 建成区土地面积
	单位土地面积环保投资 (B <sub>20</sub> )	0.250	0.0333	城区环保投资/ 城区面积

注:操作层指标的最终权重指的是操作层指标自身的层内权重与其所属的控制层指标权重的乘积。

### 3.2.4 分市评价计算

本研究的原始数据主要来源于 2004—2006 年的《安徽省统计年鉴》、安徽省环境统计资料以及其他相关的实地调研资料。实际计算中,以表 1 所示

的指标体系及其权重为计算基础,以序列年度及其权重为决策者依据,应用式(1)计算,经分析获得循环经济视角下安徽省城市土地利用分市评价结果,见表 2。

表 2 循环经济视角下安徽省 17 个城市的土地利用分市评价结果

地区 (x <sub>i</sub> )	合肥市	淮北市	亳州市	宿州市	蚌埠市	阜阳市	淮南市	滁州市	六安市	马鞍山市	巢湖市	芜湖市	宣城市	铜陵市	池州市	安庆市	黄山市
评价值 (f <sup>i</sup> )	10.18	5.78	5.00	5.14	5.79	4.56	5.91	6.09	5.80	8.22	7.25	7.36	6.27	6.92	7.46	8.00	7.26

### 3.3 集团序划分及城市隶属稳定度分析

#### 3.3.1 集团序划分

以表 2 中的分市评价结果为计算基础,通过对各个城市评价值 f<sup>i</sup> 的两两比较,建立原始差值矩阵 S<sub>0</sub>:

$$S_0 = \begin{bmatrix} 0 & 4.40 & 5.18 & 5.04 & 4.39 & 5.62 & 4.27 & 4.09 & 4.38 & 1.96 & 2.93 & 2.82 & 3.91 & 3.26 & 2.72 & 2.18 & 2.92 \\ -4.40 & 0 & 0.78 & 0.64 & -0.01 & 1.22 & -0.13 & -0.31 & -0.02 & -2.44 & -1.47 & -1.58 & -0.49 & -1.14 & -1.68 & -2.22 & -1.48 \\ -5.18 & -0.78 & 0 & -0.14 & -0.79 & 0.44 & -0.91 & -1.09 & -0.80 & -3.22 & -2.25 & -2.36 & -1.27 & -1.92 & -2.46 & -3.00 & -2.26 \\ -5.04 & -0.64 & 0.14 & 0 & -0.65 & 0.58 & -0.77 & -0.95 & -0.66 & -3.08 & -2.11 & -2.22 & -1.13 & -1.78 & -2.32 & -2.86 & -2.12 \\ -4.39 & 0.01 & 0.79 & 0.65 & 0 & 1.23 & -0.12 & -0.30 & -0.01 & -2.43 & -1.46 & -1.57 & -0.48 & -1.13 & -1.67 & -2.21 & -1.47 \\ -5.62 & -1.22 & -0.44 & -0.58 & -1.23 & 0 & -1.35 & -1.53 & -1.24 & -3.66 & -2.69 & -2.80 & -1.71 & -2.36 & -2.90 & -3.44 & -2.70 \\ -4.27 & 0.13 & 0.91 & 0.77 & 0.12 & 1.35 & 0 & -0.18 & 0.11 & -2.31 & -1.34 & -1.45 & -0.36 & -1.01 & -1.55 & -2.09 & -1.35 \\ -4.09 & 0.31 & 1.09 & 0.95 & 0.30 & 1.53 & 0.18 & 0 & 0.29 & -2.13 & -1.16 & -1.27 & -0.18 & -0.83 & -1.37 & -1.91 & -1.17 \\ -4.38 & 0.02 & 0.80 & 0.66 & 0.01 & 1.24 & -0.11 & -0.29 & 0 & -2.42 & -1.45 & -1.56 & -0.47 & -1.12 & -1.66 & -2.20 & -1.46 \\ -1.96 & 2.44 & 3.22 & 3.08 & 2.43 & 3.66 & 2.31 & 2.13 & 2.42 & 0 & 0.97 & 0.86 & 1.95 & 1.30 & 0.76 & 0.22 & 0.96 \\ -2.93 & 1.47 & 2.25 & 2.11 & 1.46 & 2.69 & 1.34 & 1.16 & 1.45 & -0.97 & 0 & -0.11 & 0.98 & 0.33 & -0.21 & -0.75 & -0.01 \\ -2.82 & 1.58 & 2.36 & 2.22 & 1.57 & 2.80 & 1.45 & 1.27 & 1.56 & -0.86 & 0.11 & 0 & 1.09 & 0.44 & -0.10 & -0.64 & 0.10 \\ -3.91 & 0.49 & 1.27 & 1.13 & 0.48 & 1.71 & 0.36 & 0.18 & 0.47 & -1.95 & -0.98 & -1.09 & 0 & -0.65 & -1.19 & -1.73 & -0.99 \\ -3.26 & 1.14 & 1.92 & 1.78 & 1.13 & 2.36 & 1.01 & 0.83 & 1.12 & -1.30 & -0.33 & -0.44 & 0.65 & 0 & -0.54 & -1.08 & -0.34 \\ -2.72 & 1.68 & 2.46 & 2.32 & 1.67 & 2.90 & 1.55 & 1.37 & 1.66 & -0.76 & 0.21 & 0.10 & 1.19 & 0.54 & 0 & -0.54 & 0.20 \\ -2.18 & 2.22 & 3.00 & 2.86 & 2.21 & 3.44 & 2.09 & 1.91 & 2.20 & -0.22 & 0.75 & 0.64 & 1.73 & 1.08 & 0.54 & 0 & 0.74 \\ -2.92 & 1.48 & 2.26 & 2.12 & 1.47 & 2.70 & 1.35 & 1.17 & 1.46 & -0.96 & 0.01 & -0.10 & 0.99 & 0.34 & -0.20 & -0.74 & 0 \end{bmatrix}$$

取集团序区分精度向量  $1.2.3.4 = (1, 1, 1, 1)$ , 矩阵集合  $S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\}$ , 其中  $S_1, S_2, S_3$  依次如下文所示,  $S_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1.22 \\ -1.22 & 0 \end{bmatrix}$ ,  $S_5 = \zeta$ .  
通过逐步迭代, 依次遴选出集团  $O_1 = \{x_1\}$ 、 $O_2 = \{x_{10}, x_{16}, x_{15}, x_{12}, x_{17}, x_{11}\}$ 、 $O_3 = \{x_{14}, x_{13}, x_8\}$ 、 $O_4 = \{x_7, x_9, x_5, x_2, x_4, x_3\}$ 、 $O_5 = \{x_6\}$ , 剩余差值

$$S_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.78 & 0.64 & -0.01 & 1.22 & -0.13 & -0.31 & -0.02 & -2.44 & -1.47 & -1.58 & -0.49 & -1.14 & -1.68 & -2.22 & -1.48 \\ -0.78 & 0 & -0.14 & -0.79 & 0.44 & -0.91 & -1.09 & -0.80 & -3.22 & -2.25 & -2.36 & -1.27 & -1.92 & -2.46 & -3.00 & -2.26 \\ -0.64 & 0.14 & 0 & -0.65 & 0.58 & -0.77 & -0.95 & -0.66 & -3.08 & -2.11 & -2.22 & -1.13 & -1.78 & -2.32 & -2.86 & -2.12 \\ 0.01 & 0.79 & 0.65 & 0 & 1.23 & -0.12 & -0.30 & -0.01 & -2.43 & -1.46 & -1.57 & -0.48 & -1.13 & -1.67 & -2.21 & -1.47 \\ -1.22 & -0.44 & -0.58 & -1.23 & 0 & -1.35 & -1.53 & -1.24 & -3.66 & -2.69 & -2.80 & -1.71 & -2.36 & -2.90 & -3.44 & -2.70 \\ 0.13 & 0.91 & 0.77 & 0.12 & 1.35 & 0 & -0.18 & 0.11 & -2.31 & -1.34 & -1.45 & -0.36 & -1.01 & -1.55 & -2.09 & -1.35 \\ 0.31 & 1.09 & 0.95 & 0.30 & 1.53 & 0.18 & 0 & 0.29 & -2.13 & -1.16 & -1.27 & -0.18 & -0.83 & -1.37 & -1.91 & -1.17 \\ 0.02 & 0.80 & 0.66 & 0.01 & 1.24 & -0.11 & -0.29 & 0 & -2.42 & -1.45 & -1.56 & -0.47 & -1.12 & -1.66 & -2.20 & -1.46 \\ 2.44 & 3.22 & 3.08 & 2.43 & 3.66 & 2.31 & 2.13 & 2.42 & 0 & 0.97 & 0.86 & 1.95 & 1.30 & 0.76 & 0.22 & 0.96 \\ 1.47 & 2.25 & 2.11 & 1.46 & 2.69 & 1.34 & 1.16 & 1.45 & -0.97 & 0 & -0.11 & 0.98 & 0.33 & -0.21 & -0.75 & -0.01 \\ 1.58 & 2.36 & 2.22 & 1.57 & 2.80 & 1.45 & 1.27 & 1.56 & -0.86 & 0.11 & 0 & 1.09 & 0.44 & -0.10 & -0.64 & 0.10 \\ 0.49 & 1.27 & 1.13 & 0.48 & 1.71 & 0.36 & 0.18 & 0.47 & -1.95 & -0.98 & -1.09 & 0 & -0.65 & -1.19 & -1.73 & -0.99 \\ 1.14 & 1.92 & 1.78 & 1.13 & 2.36 & 1.01 & 0.83 & 1.12 & -1.30 & -0.33 & -0.44 & 0.65 & 0 & -0.54 & -1.08 & -0.34 \\ 1.68 & 2.46 & 2.32 & 1.67 & 2.90 & 1.55 & 1.37 & 1.66 & -0.76 & 0.21 & 0.10 & 1.19 & 0.54 & 0 & -0.54 & 0.20 \\ 2.22 & 3.00 & 2.86 & 2.21 & 3.44 & 2.09 & 1.91 & 2.20 & -0.22 & 0.75 & 0.64 & 1.73 & 1.08 & 0.54 & 0 & 0.74 \\ 1.48 & 2.26 & 2.12 & 1.47 & 2.70 & 1.35 & 1.17 & 1.46 & -0.96 & 0.01 & -0.10 & 0.99 & 0.34 & -0.20 & -0.74 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0.78 & 0.64 & -0.01 & 1.22 & -0.13 & -0.31 & -0.02 & -0.49 & -1.14 \\ -0.78 & 0 & -0.14 & -0.79 & 0.44 & -0.91 & -1.09 & -0.80 & -1.27 & -1.92 \\ -0.64 & 0.14 & 0 & -0.65 & 0.58 & -0.77 & -0.95 & -0.66 & -1.13 & -1.78 \\ 0.01 & 0.79 & 0.65 & 0 & 1.23 & -0.12 & -0.30 & -0.01 & -0.48 & -1.13 \\ -1.22 & -0.44 & -0.58 & -1.23 & 0 & -1.35 & -1.53 & -1.24 & -1.71 & -2.36 \\ 0.13 & 0.91 & 0.77 & 0.12 & 1.35 & 0 & -0.18 & 0.11 & -0.36 & -1.01 \\ 0.31 & 1.09 & 0.95 & 0.30 & 1.53 & 0.18 & 0 & 0.29 & -0.18 & -0.83 \\ 0.02 & 0.80 & 0.66 & 0.01 & 1.24 & -0.11 & -0.29 & 0 & -0.47 & -1.12 \\ 0.49 & 1.27 & 1.13 & 0.48 & 1.71 & 0.36 & 0.18 & 0.47 & 0 & -0.65 \\ 1.14 & 1.92 & 1.78 & 1.13 & 2.36 & 1.01 & 0.83 & 1.12 & 0.65 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0.78 & 0.64 & -0.01 & 1.22 & -0.13 & -0.02 \\ -0.78 & 0 & -0.14 & -0.79 & 0.44 & -0.91 & -0.80 \\ -0.64 & 0.14 & 0 & -0.65 & 0.58 & -0.77 & -0.66 \\ 0.01 & 0.79 & 0.65 & 0 & 1.23 & -0.12 & -0.01 \\ -1.22 & -0.44 & -0.58 & -1.23 & 0 & -1.35 & -1.24 \\ 0.13 & 0.91 & 0.77 & 0.12 & 1.35 & 0 & 0.11 \\ 0.02 & 0.80 & 0.66 & 0.01 & 1.24 & -0.11 & 0 \end{bmatrix}$$

由此可见,循环经济视角下安徽省城市土地利用水平呈现出一定的区域差异,依据集团序划分的结果大致可将其分为 5 类,从高到低依次为:第 I 类为合肥市;第 II 类为马鞍山市、安庆市、池州市、芜湖市、黄山市、巢湖市;第 III 类为铜陵市、宣城市、滁州市;第 IV 类为淮南市、六安市、蚌埠市、淮北市、宿州市、亳州市;第 V 类为阜阳市,各类城市的具体分布如图 1 所示。

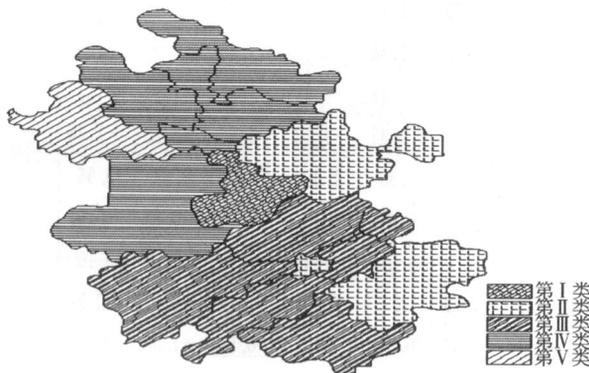


图 1 循环经济视角下安徽省城市土地利用水平总体分布图

### 3.3.2 城市隶属稳定度分析

根据前述分市评价结果及分类结果,运用式(2)、式(3)对安徽省 17 个城市进行隶属稳定度分析,具体计算结果见表 3。

此处的  $m_{左}$ 、 $m_{右}$  分别指区间值  $m^i$  的左、右边值,如对于  $m^i$  (-19.25%, +), 有  $m_{左} = -19.25%$ ,  $m_{右} = +$ 。

## 4 结论与建议

1) 循环经济视角下安徽省的城市土地利用水平呈现出明显的“南高北低”局面,这与安徽省经济社会发展现状基本相符。其中:省会合肥市的发展水平最好,这与其全省政治经济文化中心的地位是相符的;沿江经济较为发达的城市或靠近江浙地区的城市基本都处于第 II 类或第 III 类集团;江北老工业城市或煤炭资源型城市基本属于第 IV 类或第 V 类集团。

2) 除去首位合肥市外,在其他 16 个城市中,实施集团上跃难度最小 ( $m_{右}^i = 5.00%$ ) 的城市依次为淮南市、铜陵市和六安市,实施集团上跃难度最大 ( $m_{右}^i = 40.00%$ ) 的城市有巢湖市和黄山市;除去末位城市阜阳市外,在其他 16 个城市中,最易出现集团序下滑 ( $m_{左}^i = -5.00%$ ) 的城市依次为滁州市、巢湖市和黄山市,最不易出现集团序下滑 ( $m_{左}^i = -20.00%$ ) 的城市依次为淮南市、六安市、蚌埠市和淮北市。各个城市在了解自身所属集团以及相应的集团隶属稳定度后,应根据自身的实际情况采取积极有效的措施,切实提高循环经济视角下城市土地利用水平,在防止出现集团序下滑的基础上努力实现集团上跃。

3) 循环经济视角下城市土地利用评价分类是一个较为复杂的决策问题,为保证此类决策的科学性、

灵敏性和保序性,本文尝试运用以序列年度数据为计算基础的多属性群决策方法来进行评价,并采用改进了的集团序分析方法对循环经济视角下区域城市土地利用水平进行类别划分及集团隶属稳定度分析,取得了预期的评价分类效果。随着循环经济在城市发展中地位的逐步提升,循环经济视角下城市

土地利用的有关知识和数据会得到越来越多的积累,对其开展评价分类也会越来越精确、越来越可靠。本文提出的思想和方法加以实时改进和完善后,将会在相关决策分析与管理应用中发挥良好的作用。

表3 安徽省17个城市的隶属稳定度计算表

城市 ( $x_i$ )	评价值 ( $f^i$ )	所属集团	维持隶属稳定的 $f^i$	集团隶属稳定度 ( $m^i$ )
合肥市 ( $x_1$ )	10.18	$O_1$	$f^1$ - 1.96	$m^1$ (- 19.25%, +)
马鞍山 ( $x_{10}$ )	8.22	$O_2$	- 1.30 $f^{10}$ 1.96	$m^{10}$ (- 15.82%, 23.84%)
安庆市 ( $x_{16}$ )	8.00	$O_2$	- 1.08 $f^{16}$ 2.18	$m^{16}$ (- 13.50%, 27.25%)
池州市 ( $x_{15}$ )	7.46	$O_2$	- 0.54 $f^{15}$ 2.72	$m^{15}$ (- 7.24%, 36.46%)
芜湖市 ( $x_{12}$ )	7.36	$O_2$	- 0.44 $f^{12}$ 2.82	$m^{12}$ (- 5.98%, 38.32%)
黄山市 ( $x_{17}$ )	7.26	$O_2$	- 0.34 $f^{17}$ 2.92	$m^{17}$ (- 4.68%, 40.22%)
巢湖市 ( $x_{11}$ )	7.25	$O_2$	- 0.33 $f^{11}$ 2.93	$m^{11}$ (- 4.55%, 40.41%)
铜陵市 ( $x_{14}$ )	6.92	$O_3$	- 1.01 $f^{14}$ 0.33	$m^{14}$ (- 14.60%, 4.77%)
宣城市 ( $x_{13}$ )	6.27	$O_3$	- 0.36 $f^{13}$ 0.98	$m^{13}$ (- 5.74%, 15.63%)
滁州市 ( $x_8$ )	6.09	$O_3$	- 0.18 $f^8$ 1.16	$m^8$ (- 2.96%, 19.05%)
淮南市 ( $x_7$ )	5.91	$O_4$	- 1.35 $f^7$ 0.18	$m^7$ (- 22.84%, 3.04%)
六安市 ( $x_9$ )	5.80	$O_4$	- 1.24 $f^9$ 0.29	$m^9$ (- 21.38%, 5.00%)
蚌埠市 ( $x_5$ )	5.79	$O_4$	- 1.23 $f^5$ 0.30	$m^5$ (- 21.24%, 5.18%)
淮北市 ( $x_2$ )	5.78	$O_4$	- 1.22 $f^2$ 0.31	$m^2$ (- 21.11%, 5.36%)
宿州市 ( $x_4$ )	5.14	$O_4$	- 0.58 $f^4$ 0.95	$m^4$ (- 11.28%, 18.48%)
亳州市 ( $x_3$ )	5.00	$O_4$	- 0.44 $f^3$ 1.09	$m^3$ (- 8.80%, 21.80%)
阜阳市 ( $x_6$ )	4.56	$O_5$	$f^6$ 0.44	$m^6$ (- , 9.65%)

### 参考文献

- [1] 吴季松. 落实科学发展观,发展循环经济[J]. 技术经济, 2006, 25(1): 1-7.
- [2] 胡振琪,王霖琳. 土地资源领域发展循环经济的基本思路与对策[J]. 国土资源科技管理, 2006(6): 13-16.
- [3] 夏青,梁钰. 面向循环经济的矿产资源开发利用模式[J]. 自然资源学报, 2006, 21(2): 288-292.
- [4] 冯艳,徐晓琪,王琰. 城市循环经济发展水平综合评价——以辽宁省为例[J]. 技术经济, 2006, 25(8): 121-123.
- [5] 孟丽莎,沈中华. 面向中原城市群的循环经济评价研究[J]. 技术经济, 2006, 25(11): 12-16.
- [6] 岳超源. 决策理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7] CZOGALA E, ROUBENS M. Approach to multi-criteria decision making problems using probabilistic set theory[J]. European Journal of Operational Research, 1989, 43(3): 263-266.
- [8] TKACH R J, SIMONOVIC S P. A new approach to multi-criteria decision making in water resources[J]. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 1997(1): 25-43.
- [9] 陈晓红,徐选华,曾爱群. 信用担保业务自动化决策支持系统研究[J]. 系统工程, 2004, 22(10): 75-79.
- [10] 鲁欣. 决策方法与客户分类[M]. 北京: 对外经济贸易大学出版社, 2007.
- [11] 胥国麟,吕成文. 芜湖市土地利用评价[J]. 中国农业资源与区划, 2006, 27(6): 65-68.
- [12] 黄贤金. 区域循环经济发展评价[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2006.
- [13] 吴贵生,张洪石,付玉秀. 发达国家发展循环经济的实践及对中国的启示[J]. 技术经济, 2006, 25(1): 7-9.
- [14] 迟春洁,蒋景楠. 循环经济评价指标体系的研究内容和构建思路[J]. 技术经济, 2006, 25(2): 5-6.
- [15] 黄贤金. 循环经济: 产业模式与政策体系[M]. 南京: 南京大学出版社, 2004.
- [16] 马其芳,黄贤金,彭补拙. 区域农业循环经济发展评价及其实证研究[J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 892-899.
- [17] 王舒,黄贤金,陈逸. 区域循环经济发展评价的应用研究——以江苏省为例[J]. 江西农业大学学报(社会科学版), 2006, 5(1): 110-113.
- [18] 方创琳,毛汉英. 区域发展规划指标体系建立方法探讨[J]. 地理学报, 1999, 54(5): 410-419.

(下转第 56 页)

竞争的市场格局;要注意产业集群发展的一般规律,从产业接续方面考虑产业集群的布局与规划,并要在追求利润最大化的情况下考虑适度的有序竞争对于产业集群发展的促进作用。

在产业集群的建设与规划中,尤其在资源城市的产业集群建设中,政府应积极介入,并注重产业集群的规划工作,以利润水平为关键指标,合理确定主导企业的规模与数量,以期实现产业集群的整体利润水平最好,建设符合本地资源禀赋特点、经济效益好且可持续发展的产业集群。唯有如此,才能实现跨越式发展,解决经济发展中的就业危机、经济增长

危机与环境危机。

### 参考文献

- [1] PORTER M E. 国家竞争优势[M]. 北京:华夏出版社, 2002.
- [2] 王泽强. 基于区域创新视角的产业集群研究[J]. 技术经济. 2006, 25(9):6-9.
- [3] ROELANDT T J A, HERTOOG P D. Cluster Analysis and Cluster-based Policy in OECD Countries [R]. Paris: OECD, 1998.
- [4] HAY D A, MORRIS D J. Industrial Economics and Organization[M]. Oxford University Press, 1991:370-373.

## Study on Industrial Cluster Planning Based on Profit Maximization

Hao Jialong

(Yangquan College, Taiyuan University of Technology, Yangquan Shanxi 045011, China)

**Abstract :** The industrial cluster, forming the attraction based on specific resources, is composed of specialized supplier, service providers, manufacturers of related industries and related organizations which can closely communicate with each other and have relevance, and plays an important role in the development of regional economy. This paper analyzes the problem about the cluster scale and the profit maximization of industrial cluster planning, and discusses the quantitative relation between the structures of dominant enterprises in industrial cluster and the profit maximization. It also proposes that the planning and construction of industrial cluster should not only seek benefit but also construct market structure with orderly competition in order to implement the optimization of industrial cluster and promote the healthy development of regional economy.

**Key words :** industrial cluster; industrial cluster planning; profit maximization

(上接第 53 页)

## The Evaluation and Classification of City Land-use System Based on Circular Economy and Multiattribute Group Decision-making

Wang Youjie, Wu Cifang, Luo Wenbin, Wu Zebin

(College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract :** In order to implement the evaluation and classification of city land-use system based on circular economy, this paper uses the multiattribute group decision-making theory and method. Using the mixed method between the simple weight summation and product as the calculation basis, it expounds the evaluating, sorting, group-dividing and subordination stability-analyzing of city land-use system from the view of decision-making theory. Taking Anhui province as the example, it empirically studies the comprehensive evaluation and classification of city land-use system based on circular economy. The result shows that, according to the city land-use levels of 17 cities in Anhui province, the cities can be divided into five ranks, and those in south are superior to the others in north obviously; different city has different subordination stability, and every city should take positive measures to initiate jumping between aggregative ranks.

**Key words :** city land-use; evaluation; classification; circular economy; multiattribute group decision-making; aggregative rank