

# 模糊聚类分析法在声环境功能区划分中的应用

李丽<sup>1</sup>, 尹卫萍<sup>2</sup>

(1. 南通市环境监测中心站, 江苏 南通 226006; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

**摘要:**基于聚类分析和模糊数学的基本原理,运用模糊聚类分析的方法在南通市声环境功能区调整中对难以确定功能区的部分单元进行模糊聚类分析。通过分类,将具有共性的单元划归一类。结果表明,类别的划分突出了特性,反映了不同类别功能区的差异,对难以确定功能类别的单元归属起了科学、客观的辅助作用。

**关键词:**声环境功能区;聚类分析;模糊数学

中图分类号:O159;X 839.1

文献标识码:B

文章编号:1674-6732(2014)03-0044-03

## Application of Fuzzy Clustering Analysis in Division of Acoustic Environmental Function Zones

LI Li<sup>1</sup>, YIN Wei-ping<sup>2</sup>

(1. Nantong Environmental Monitoring Central Station, Nantong, Jiangsu 226006, China; 2. Jiangsu Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

**Abstract:** Based on the fundamental theory of clustering analysis and fuzzy mathematics, some units whose function categories difficult to be confirmed were analyzed during the adjustment of acoustic environmental function zones in Nantong. The similar units which have the same characters were grouped. Such division can show that different clusters have their own characters and the differences among these functions. The analysis can help to divide those units whose attributions were difficult to be determined into the suitable functional categories.

**Key words:** Acoustic environmental function zones; Adjustment; Fuzzy clustering analysis

随着城市建设发展和区域功能变化,南通市“十一五”环境保护规划中声环境功能区划部分内容已不适应目前实际情况,现行区划依据标准已经废止。环保部于2008年10月1日起正式实施了3项新的环境噪声标准,南通市于近期对现行的市区环境噪声功能区划进行了调整,区划时尝试采用模糊聚类分析法进行确定,取得了较为满意的结果。

### 1 模糊聚类分析

根据南通市城市总体规划(2009—2030),依据《城市区域环境噪声适用区划分技术规范》(以下简称《规范》),将南通市中心城区划分为58个环境噪声单元。根据区划说明,依次对各单元区划:其中12个单元满足《规范》所述1类区要求,划分为1类区;22个单元满足2类区要求,划分为2类区;18个单元满足3类区要求,划分为3类区;中心城区的交通干线和铁路划为4类区;无0

类区。

剩余6个单元,A类用地占地率在60%~70%之间,B类与C类用地占地率为15%~25%,介于1类区和2类区之间,由于区域内规划较紊乱,用地类型混乱,噪声源分布零散,用《规范》较难准确界定。

模糊聚类分析是将样本的种种性质数量化,成为样本的指标。若有 $n$ 个样本,每个样本有 $m$ 种指标,用 $X_{ij}$ 表示第 $i$ 个样本的第 $j$ 个指标,则 $i$ 个样本可以用向量表示为: $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im})$ ,而全部样本可以用矩阵元为 $X_{ij}$ 的一个张量表示。

#### 1.1 各代表点的统计指标的数据标准化

对样本的各类数字化的指标进行标准化处理,取消量纲,使各指标间数据具有相对稳定性和可

收稿日期:2012-08-22;修订日期:2013-12-20

作者简介:李丽(1968—),女,高级工程师,大学,从事环境监测工作。

比性。

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j}$$

$$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

$$X_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}, S_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}$$

式中： $m$ ——变量因素个数； $n$ ——被分类对象的个数； $X_{ij}$ ——第  $i$  个被分类对象的  $j$  个变量的原始统计数据； $X_j$ ——第  $i$  个被分类对象的  $j$  个变量的原始统计数据的标准化值； $\bar{X}_j$ —— $n$  个被分类对象的第  $j$  个变量的平均数； $S_j$ —— $n$  个被分类对象的第  $j$  个变量的标准差。

### 1.2 计算统计量 和模糊关系 $R$

应用下面公式构造聚类分析的模糊关系矩阵：

$$R = (r_{ij})_{n \times n}$$

其中， $n$  为样本，即待划分单元个数，其中矩阵元用夹角余弦法计算：

$$r_{ij} = \frac{\sum_{R=1}^m X_{iR} X_{jR}}{\sqrt{\sum_{R=1}^m X_{iR}^2} \sqrt{\sum_{R=1}^m X_{jR}^2}}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$

用上述方法建立的模糊关系矩阵  $R$  的主对角线上的元素为 1，且所得的矩阵为对称矩阵。

### 1.3 对模糊关系进行复合求模糊等价关系

在模糊数学中，设有两个模糊关系  $R$  和  $S$ ，称  $R \cdot S$  为模糊关系的复合，即模糊关系矩阵的积。对模糊关系  $R$  作自身的复合运算，即  $R_2 = R \cdot R$ ， $R_3 = R_2 \cdot R$ ， $\dots$ ， $R_n = R_{n-1} \cdot R$ 。可以证明，若上述模糊关系对称  $R$  满足：

$$R_{n-1} = R_n = R_{n+1} = \dots = R_{n+t}$$

式中： $t$ ——任意自然数。

计算得到的模糊关系  $R_{n-1}$  即为模糊等价关系。据此对样本在一定聚类水平下分类。

### 1.4 选定聚类水平 $\lambda$ 对样本聚类

对于模糊等价关系  $R_{n-1}$ ，给定一个聚类水平

( $\lambda$  可取矩阵中的  $r_{ij}$  值)。

$$\text{令 } r_{ij} = \begin{cases} 1 & r_{ij} \geq \lambda \\ 0 & r_{ij} < \lambda \end{cases}$$

则矩阵各行或各列中元素相同的即为一类，于是可将样本按一定的聚类水平划分成若干类。调整聚类水平，直到得到所要求的分类。

## 2 声环境功能区划分实例

“区划”时，3 类区和 4 类区易区分确定，因此对部分单元采用聚类分析法划分其属 1 类区或 2 类区。当某个单元的 4 个定量指标均落入“1 类区”或“2 类区”临界值内，就称其为典型区。若某个单元的某几个定量指标落入“1 类区”临界值内，而另外几个定量指标落入“2 类区”临界值内，用聚类分析法做出判断，确定该单元所属的类别。

### 2.1 选择“区划”的定量指标

$X_{i1}$ ：区域内工业用地面积占总面积的百分比；

$X_{i2}$ ：区域内商业用地占总面积的百分比；

$X_{i3}$ ：区域内交通用地占总面积的百分比；

$X_{i4}$ ：区域内按网格布点求得的噪声等效声级平均值  $L_{eq}$ , dB(A)。

根据全市的统计资料、文献资料，确定不同类别区域定量指标的临界值，见表 1。

表 1 声环境功能区定量指标临界值

功能区类别	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$
1 类区	$\leq 10$	$\leq 2.1$	$\leq 12$	$\leq 55$
2 类区	$\geq 20$	$\geq 5.8$	$\geq 15$	$\geq 60$

对尚未确定的 6 个声环境单元评判，首先选取典型的 1 类区  $X_0$ ，其与 6 个待区划的噪声单元的定量指标见表 2。

### 2.2 数据标准化处理

利用式(1)将表 2 中的数据标准化，见表 3。

表 2 声环境单元定量指标

指标	$X_0$ 学田、文峰单元	$X_1$ 新城桥单元	$X_2$ 任港 2 单元	$X_3$ 虹桥 2 单元	$X_4$ 新城区单元	$X_5$ 港闸区 2 单元	$X_6$ 和平桥单元
$X_{i1}$	0	0	19.1	1.76	0	9.16	2.51
$X_{i2}$	3.33	12.56	4.25	2.77	4.38	9.26	7.39
$X_{i3}$	11.89	12.16	10.0	14.72	14.59	19.27	15.69
$X_{i4}$	55	54.6	57.2	56.1	47.8	44.3	54.8

