

监测与评价

煤矿城市大气质量评价的变权识别模型的建立及应用研究

赵晓亮, 宋子岭, 包晓明

(辽宁工程技术大学资源与环境工程学院, 辽宁阜新 123000)

摘要: 利用煤矿城市各评价单元中大气评价因子的污染贡献率确定相应各个因子在各评价单元中的权重, 充分体现不同单元内部相同因子之间的客观各异性; 实现对属性识别理论模型的改进, 建立变权识别模型; 建立在有序分割和属性识别准则的功能基础之上的变权识别理论模型信息利用率高, 能进行点位排序, 划分出更细微的污染程度差别。最后对辽宁阜新矿业城市进行大气质量评价, 将所得结果与综合指数法计算结果进行比较分析, 给出变权识别模型的适用度, 效果良好。

关键词: 污染贡献率; 变权识别模型; 煤矿城市; 大气质量

中图分类号: X823 文献标识码: B 文章编号: 1006-8759(2007)06-0052-04

THE ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF IDENTIFICATION MODEL WITH VARYING WEIGHT FOR AIR QUALITY EVALUATION OF COAL MINING CITY

ZHAO Xiao-liang, SONG Zi-ling, BAO Xiao-ming

(College of Resource and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: In this paper, the weight of each evaluation gene of the coal mining city is determined by the pollution rates of them in order to establish a new concept called identification model with varying weight. With standard data, relatively objective rules of classification respectively for units which are to be evaluated are founded. The new model which is based on order dividing and identification theory has the function of distinguishing little difference between the genes. And the work to determine the applicability of this model mentioned above is finished after the application of this model to air quality of coal mining city and then the comparison of results deduced from this model and comprehensive index. The result of analysis shows the new model is available.

Keywords: pollution rates; identification model with varying weight; coal mining city; air quality

收稿日期: 2007-09-03

第一作者简介: 赵晓亮(1981-), 男, 安徽淮北人, 硕士, 方向为环境评价与系统决策模型研究, 现为辽宁工程技术大学资源与环境工程学院环境科学系教师。

0 前言

煤矿城市的大气污染多属烟煤型污染^[1]。因此结合煤矿城市的主要污染特征构建符合客观规律的大气质量评价模型十分必要。目前大气质量方法很多,比如模糊数学法,虽能较客观地反映大气的实际状况,但容易丢失许多信息^[2];灰色数学法虽信息利用率和精确度均有较大的提高,但评价结果的分辨率低^[3]。本文在程乾生教授提出的属性识别理论模型的研究基础之上,从权重赋值和评价准则环节的角度进行改进,提出变权识别理论模型。这种赋权方法的最大特点是能够对每一个评价单元产生一组符合自身条件的权系数,进而衍生出一套符合自身条件的评价准则。

1 属性识别理论模型

1.1 分类标准矩阵及测量数据矩阵的确定^[4]

燃煤是致使煤矿城市环境空气中可吸入颗粒物、降尘和二氧化硫污染严重的重要原因。设 m 个评价因子为可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳。按照国家环境空气质量标准(GB3095-1996),并结合实际将大气环境质量分为 K 个级别 C_1, C_2, \dots, C_k , 并确定第 k 个级别中第 j 个评价因子的标准浓度值为 $a_{jk}(j=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, K)$, 由此确定分类标准矩阵为:

$$(Q^k) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \Lambda & a_{1K} \\ a_{21} & a_{22} & \Lambda & a_{2K} \\ M & M & O & M \\ a_{m1} & a_{m2} & \Lambda & a_{mK} \end{bmatrix} \quad (1)$$

一般地,满足 $a_{j1} \leq a_{j2} \leq \dots \leq a_{jk}$ ($j=1, 2, \dots, m$)

若共有 p 个待评单元,且第 i 个待评单元中第 j 个评价因子的实测浓度值为 x_{ij} ($i=1, 2, \dots, p; j=1, 2, \dots, m$)。由此确定测量数据为:

$$(x_{ij}) = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \Lambda & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \Lambda & x_{2m} \\ M & M & O & M \\ x_{p1} & x_{p2} & \Lambda & x_{pm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

1.2 测度评价矩阵的确定

设第 i 个待评单元因子有属性 C_k 测度为 μ_{ijk} ($i=1, 2, \dots, p; j=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, K$)。则 μ_{ijk} 可由下列式子确定:

当 $x_{ij} \leq a_{j1}$ 时, $\mu_{ij1} = 1, \mu_{ij2} = \mu_{ij3} = \dots = \mu_{ijk} = 0$;

当 $x_{ij} \geq a_{jk}$ 时, $\mu_{ijk} = 1, \mu_{ijl} = \mu_{ij2} = \dots = \mu_{ij(K-1)} = 0$;

$l \neq 0$;

当 $a_{jl} \leq x_{ij} \leq a_{j(l+1)}$ 时,

$$\mu_{ijl} = \frac{|x_{ij} - a_{j(l+1)}|}{|a_{jl} - a_{j(l+1)}|}$$

$$\mu_{ij(l+1)} = \frac{|x_{ij} - a_{jl}|}{|a_{jl} - a_{j(l+1)}|} \quad (3)$$

$\mu_{ijk} = 0$ ($k < l$ 或 $k > l+1$)

其中 $i=1, 2, \dots, p; j=1, 2, \dots, m; l \leq 1 \leq k-1$,

由此确定单指标测度评价矩阵:

$$(\mu_{ij}^k) = \begin{bmatrix} \mu_{i11} & \mu_{i12} & \Lambda & \mu_{i1k} \\ \mu_{i21} & \mu_{i22} & \Lambda & \mu_{i2k} \\ M & M & O & M \\ \mu_{im1} & \mu_{im2} & \Lambda & \mu_{imk} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\text{令 } (\mu_{i\#}^k) = \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} \mu_{ijk} \quad (5)$$

μ_{ik} 为第 i 个待评单元对于第 k 级别的属性测度,其中 α_{ij} 为第 i 个待评价单元的第 j 个评价因子的权重系数, $1 \leq i \leq p; 1 \leq j \leq m$ 。由此确定综合测度评价矩阵:

$$(\mu_{i\#}^k) = \begin{bmatrix} \mu_{i11} & \mu_{i12} & \Lambda & \mu_{i1k} \\ \mu_{i21} & \mu_{i22} & \Lambda & \mu_{i2k} \\ M & M & O & M \\ \mu_{ip1} & \mu_{ip2} & \Lambda & \mu_{ipk} \end{bmatrix} \quad (6)$$

1.3 评价等级和评价分数的确定

根据综合测度评价矩阵,就可以按照置信度准则对大气环境质量进行识别和比较分析,置信度(通常 $0.5 \leq \lambda \leq 1$,一般取 $0.6 \leq \lambda \leq 0.7$)。计算:

$$k_i = \min \left\{ k : \sum_{l=1}^k \mu_{ik} \geq \lambda, 1 \leq k \leq K \right\}$$

$$(1 \leq i \leq p) \quad (7)$$

则认为第 i 个待评单元的大气环境质量综合评价结果为 q_i 级。

$$q_i = \sum_{k=1}^K n_k \mu_{ik} \quad (8)$$

称 q_i 为第 i 个待评单元的综合分数,其中 $n_k = K + 1 - k; i=1, 2, \dots, p; k=1, 2, \dots, K$ 。

2 权重系数的确定

权重的确定过程本质上是客观的^[5]。权重的确定方法很多,如统计分析法、层次分析法、灰色关联法、熵法赋权、主成分分析法、污染贡献率法、污染分担率法等。本文采用的属性识别理论的权

重确定方法是采用污染贡献率法对属性识别理论的权重确定方法进行改进，将因子的实测值和标准值相结合来确定权重。根据各待评单元中各评价因子的贡献率确定各评价因子的权重系数：

$$\alpha_{ij} = \frac{x_{ij}/x_j^*}{\sum_{j=1}^m (x_{ij}/x_j^*)} \quad (9)$$

其中： α_{ij} —第 i 个待评单元中第 j 个评价因子的权重系数；

x_{ij} —第 i 个待评单元中第 j 个评价因子的实测浓度；

x_j^* —第 j 个评价因子的标准浓度值（一般以 II 级为标准）

3 变权识别理论模型在阜新市大气环境质量评价中的应用

3.1 大气环境现状数据的采集

以煤矿城市——阜新市为模型研究的应用对象，应用变权识别模型对阜新 2006 年的大气环境质量进行评价，将其结果与阜新市 2006 年环境评价报告对比。研究数据来源为阜新市环保局提供的 2006 年各功能区各季节以及同年度采暖期、非采暖期的各污染物日均监测结果，见表 1。

表 1 2006 年主要污染物的日均统计结果

类别	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO
工业区	0.223	0.051	0.025	1.1
居民区	0.220	0.050	0.022	1.2
交通区	0.285	0.083	0.032	1.3
清洁区	0.228	0.040	0.025	1.0
冬季	0.294	0.169	0.031	2.7
春季	0.394	0.016	0.020	0.8
夏季	0.116	0.006	0.021	0.6
秋季	0.151	0.032	0.031	0.5
采暖期	0.294	0.169	0.031	2.7
非采暖期	0.220	0.018	0.024	0.6

3.2 评价标准的确定

依据阜新市城市总体性质以及阜新市环保局近几年的总结报告，阜新市大气环境质量评价采用国家环境保护局颁布的（GB 3095-1996）二级标准规定的浓度限值作为评价基础，同时根据中国环境学会环境质量评价专业委员会建议的分级评价标准，本论文在研究模型应用时采用以下大

气环境污染物浓度极限标准，见表 2。

表 2 阜新市大气污染物浓度极限标准

项目	I	II	III
可吸入颗粒物	0.05	0.15	0.25
二氧化硫	0.05	0.15	0.25
二氧化氮	0.08	0.08	0.12
一氧化碳	4.00	4.00	6.00

3.3 变权识别模型在环境质量评价中的应用

由式 1 和表 2 确定分类标准矩阵。然后由式 2 和表 1 确定测量数据矩阵。以工业区为例：

$$(x_{ij}) = \begin{bmatrix} 0.223 & 0.051 & 0.025 & 1.1 \\ 0.220 & 0.050 & 0.022 & 1.2 \\ 0.285 & 0.083 & 0.032 & 1.3 \\ 0.228 & 0.040 & 0.025 & 1.0 \end{bmatrix}$$

由式 (3) 确定单指标测度评价矩阵：

$$(\mu_{jk}) = \begin{bmatrix} 0.27 & 0.73 & 0 \\ 0.99 & 0.01 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

由式 (9) 确定各评价单元的权重系数，见表 3。

表 3 阜新市各评价单元的权重系数

类别	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO
工业区	0.616	0.141	0.129	0.114
居民区	0.618	0.140	0.116	0.126
交通区	0.598	0.174	0.126	0.102
清洁区	0.647	0.114	0.133	0.106
冬季	0.472	0.272	0.093	0.163
春季	0.825	0.034	0.079	0.063
夏季	0.631	0.033	0.214	0.122
秋季	0.581	0.123	0.224	0.072
采暖期	0.472	0.272	0.093	0.163
非采暖期	0.72	0.059	0.147	0.074

由单指标测度评价矩阵和权重系数确定综合测度评价矩阵。

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0.5489 & 0.5674 & 0.3446 & 0.4953 & 0.4763 \\ 0.4511 & 0.4326 & 0.0574 & 0.5047 & 0.0517 \\ 0 & 0 & 0.5980 & 0 & 0.4720 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.1760 & 0.5835 & 0.9942 & 0.4763 & 0.4960 \\ 0 & 0.4165 & 0.0058 & 0.0512 & 0.5040 \\ 0.8250 & 0 & 0 & 0.4720 & 0 \end{bmatrix}^T$$

由权重系数、综合测度评价矩阵及式 7，式 8 确定评价等级和评价分数，见表 4。

表4 阜新市各评价单元大气环境质量的变权识别分析结果

单元	工业区	居民区	交通区	清洁区	冬季	春季	夏季	秋季	采暖期	非采暖期
级别	II	II	II	II	I	I	I	II	II	II
综合	2.5489	2.5674	1.7466	2.4953	2.0043	1.3530	2.5835	3.0986	2.0033	2.4960

3.4 应用效果分析

将利用变权识别模型划分的2006年阜新市大气环境质量结果与同年度阜新市环保局提供的应用上海大气质量指数法(综合指数法)的评价结果相比较,见表5。

表5 两种评价方法对应各评价单元的大气环境质量评价结果

评价单元	综合指数	本法评价结果	
		综合分数	级别
工业区	1.43	2.5489	II
居民区	1.41	2.5674	II
交通区	1.88	1.7466	II
清洁区	1.41	2.4953	II
冬季	1.40	2.0043	III
春季	1.42	1.3530	III
夏季	0.47	2.5835	II
秋季	0.64	3.0985	II
采暖期	1.4	2.0033	III
非采暖期	0.84	2.4960	II

由表5可见,两种不同的方法对同一大气环境现状进行评价所得的评价结果总体上是相吻合的。按照上海大气质量指数法的计算原理对居民区,冬季评价得到的评价指数分别为1.41和1.40,且得出冬季大气质量优于居民区的大气质量。利用变权识别模型得到的评价结果,居民区和冬季的综合分数分别为2.5674和2.0043,得出居民区大气环境质量优于冬季大气环境质量。从表1中我们可以看出冬季各项评价因子的污染浓度值均大于居民区各项评价因子的污染浓度值,显而易见,冬季的大气环境质量应该劣于居民

区的大气环境质量。

4 结论

(1) 上海大气质量指数法选择超标率大的因子为计算准则,只要污染物的超标倍数相等,则认为它们对环境的作用效果是一样的,相反,倘若某一因子的超标率远远大于其他因子的超标率,则选择超标率大的因子为计算准则,这种做法大大的凸现超标率大的因子的贡献,这明显不符合实际情况,并进而影响到对整个环境质量好坏的判断。

(2) 变权识别模型能反映一些细微的差别,对同属一个级别的两个评价单元进行更为精确的排序。建立在有序分割和属性识别准则的功能基础之上的变权识别理论模型信息利用率高,能进行点位排序,划分更细微的污染程度差别,使评价结果更趋于合理,可靠。

(3) 变权识别模型的信息利用率高,计算方法简单,能准确反映阜新市大气环境质量的真实情况。

参考文献

- [1] 程乾生. 属性识别理论模型及其应用[J]. 北京大学学报(自然科学版), 1999, 33(1): 12~20.
- [2] 赵晓亮, 宋子岭, 胡军山. 矿井水质评价的变权识别模型的建立及应用[J]. 露天采矿技术, 2005, 2(1): 32~34.
- [3] 赵晓亮, 宋子岭, 周扬, 赵国智. 矿井安全预评价的变权欧式距离模型的建立及其应用[J]. 安全与环境学报, 2005, 5(5): 9~11.
- [4] 何斌, 高登好. 大气质量综合评价的变权识别模型及其应用[J]. 环境工程, 2001, (6): 57~58.
- [5] 肖继先. 应用模糊综合评价级数评价大气环境质量[J]. 环境工程, 1994, (6): 46~49.