

# 模糊综合法在城市环境质量评价中的应用

吴 宁

(陕西省铜川市气象局, 铜川 727031)

**摘要** 通过对城市环境质量指标的综合分析,确定了多层次模糊评价法,将其应用于城市空气质量评价中。此法能够将复杂的多层次评价转化为定量评价,从而更合理有效地对区域的大气质量状况加以分析比较。对铜川市 2003、2004 年度大气环境中 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 浓度年的日均值采用模糊综合评价法进行分析,从而评价铜川市的大气环境质量等级。对比分析年度变化趋势,结果客观地反映了城市区域的大气环境状况,从而为改善和治理城市环境提供必要的理论依据。

**关键词** 模糊综合法 空气质量 环境评价

## 引言

城市空气质量受多种环境要素及气象条件的制约,各要素又可分为若干层次的指标,各环境指标对其影响各异,且存在较大的不确定性。为了全面、定量、指标化地评定城市的空气质量,本文采取模糊综合法<sup>[1]</sup>进行空气质量的综合评价,客观地反映了城市区域的大气环境状况,从而为改善和治理城市环境提供必要的依据。

## 1 模糊综合评价法

### 1.1 评价因子的确定

根据铜川市的工业布局 and 结构分析,铜川市的常年污染物主要为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>,将年平均浓度作为评价的指标层,由指标 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 综合评价定目标层 B,上述关系可表示为:  $U_B = C_1, C_2, C_3$ 。

### 1.2 监测数据

表 1 给出了 2003、2004 年铜川市大气质量监测值。

表 1 铜川市大气环境质量监测值<sup>[2]</sup> mg/m<sup>3</sup>

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
2003	0.096	0.039	0.159
2004	0.061	0.030	0.151

### 1.3 隶属函数的确定

隶属函数是污染因子实测浓度和空气质量评价

标准的函数<sup>[3]</sup>。选取影响空气质量的主要污染因子  $n$  个,建立评价因素集合  $C$ ,则  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ; 参照国家《环境质量标准》(GB3095-1996),根据铜川的实际监测值,将大气质量环境标准相应地分为 3 级。建立各单项指标对每项标准的隶属函数  $R_{ij}$ 。

当质量级别  $j=1$ ,

$$R_{ij} = \begin{cases} 1 & C_i < C_{i1} \\ (C_{i2} - C_i) / (C_{i2} - C_{i1}) & C_{i1} \leq C_i \leq C_{i2} \\ 0 & C_i > C_{i2} \end{cases} \quad (1)$$

当质量级别  $j=2$ ,

$$R_{ij} = \begin{cases} 0 & C_i < C_{ij-1} \\ (C_i - C_{ij-1}) / (C_{ij} - C_{ij-1}) & C_{ij-1} \leq C_i \leq C_{ij} \\ (C_{ij+1} - C_i) / (C_{ij+1} - C_{ij}) & C_{ij} \leq C_i \leq C_{ij+1} \end{cases} \quad (2)$$

当质量级别  $j=3$

$$R_{ij} = \begin{cases} 0 & C_i < C_{im-1} \\ (C_i - C_{im-1}) / (C_{im} - C_{im-1}) & C_{im-1} \leq C_i \leq C_{im} \\ 1 & C_i > C_{im} \end{cases} \quad (3)$$

式中  $i=1, 2, 3, \dots, n$  表示各个污染因子;  $j=1, 2, 3, \dots, m$ , 表示各级大气环境质量标准。分别将表 1 中的 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 平均浓度实测值  $C_i$  代入公式 (1)、(2)、(3),由城市的 3 项环境指标  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  指标的隶属度组成的单因素评价矩阵  $R$  即:

作者简介:吴宁,女,1981 年生,本科,助理工程师,主要从事专业气象服务工作,Email:pudding1106@126.com

收稿日期:2005 年 4 月 27 日;定稿日期:2005 年 7 月 19 日

$$R = \begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} \quad (4)$$

#### 1.4 权重系数的确定

为突出污染物在评价中的作用,利用超标加权法分别计算各污染因子权重:

$$b_i = \frac{C_i / S_i}{\sum_{i=1}^n C_i / S_i} \quad (5)$$

式中  $S_i$  取均值,表示第  $i$  种指标在某种功能情况下浓度的标准值

#### 1.5 模糊关系合成算子的选择

采用“ $\wedge$ ”和“ $\vee$ ”算子,记作  $M(\wedge, \vee)$ 。设有两个模糊矩阵  $A$ 、 $B$ ,则  $C$  中的元素为:

$$C_{ij} = (a_{i1} \wedge b_{1j}) \vee (a_{i2} \wedge b_{2j}) \dots \vee (a_{ik} \wedge b_{kj}) \quad (6)$$

“ $\wedge$ ”意为两数之中取小,“ $\vee$ ”为两数之中取大。

#### 1.6 模糊综合评价

利用 3 项指标对目标层  $B$  进行综合评价,

$$B = b_0 R = (b_1 \ b_2 \ b_3) \quad (7)$$

其中  $b$  为空气质量各项指标的权重系数矩阵, $o$  为模糊矩阵的合成算子<sup>[4]</sup>。由上式可得出各指标对于各级空气质量的隶属度,用以评定等级。为了对环境质量加以定量化,取矩阵  $Y = (95, 82.5, 67.5, 52.5, 37.5)$ ,大气环境评分计算式为:

$$P = B_0 Y^T \quad (8)$$

## 2 评价结果

通过式(8)得到环境质量评价评分  $P$ ,得出 2003 年度大气环境质量综合评分为 70.02,等级为

3 级,属轻污染;2004 年度大气环境质量综合评分为 74.63,等级为 3 级,属轻污染。2004 年较 2003 年 3 级隶属度略下降。由评价结果(表 2)可知,铜川大气主要污染物为可吸入颗粒物。综合评分后,铜川市大气环境质量处于轻度污染状态,但 2004 年的大气环境质量要优于 2003 年,这除了受本年的气候变化影响外,主要的原因也在于政府逐年加大了对污染项目的治理力度和市民环境意识的提高。

表 2 污染因子权重系数及隶属度

	权重			隶属度		
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	I	II	III
2003	0.28	0.11	0.61	0.171	0.268	0.561
2004	0.21	0.12	0.67	0.176	0.276	0.548

## 3 结论

(1) 模糊综合评价方法可用于城市不同时期以及不同城市空气质量的综合比较,也可用于评价城市水环境和噪音环境的等级。

(2) 模糊综合评价法能够比较全面地考虑各种因素的影响及相互作用,实现定量分析,并能在一定程度上反映出影响空气质量的关键因素。

(3) 在运用此方法时需要结合本地区实际情况和特点选用相应的环境指标及权值,并对分级标准加以适当调整。

## 参考文献

- 汪培庄. 模糊集合论及其应用. 上海:上海科技出版社,1983
- 铜川市环保局. 铜川市环境监测质量简报,2003,2004,2005
- 叶文虎,栾胜基. 环境质量评价学. 北京:高等教育出版社,1994
- 刘康兰,袁浩. 模糊综合评价在环境质量评价中的应用. 环境工程,2000,2(18):55-56

# Application of Fuzzy Comprehensive Method in Urban Environmental Quality Assessment

Wu Ning

(Tongchuan Meteorological Bureau, Shaanxi Province, Tongchuan 727031)

**Abstract:** The method of fuzzy comprehensive assessment was used in the comprehensive analysis of urban environmental quality. This method could convert the complicated multi-level assessment into quantificational assessment so to analyze the regional atmospheric quality conditions. An analysis was made of the SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10 concentrations in 2003 and 2004 in Tongchuan. The analysis provides academic evidences for improving father the environment.

**Key words:** fuzzy comprehensive assessment, air quality, environment assessment