

绿色食品生产基地大气环境质量的模糊综合评价

王景伟, 王海泽, 王绍斌 (1. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江大庆 163319; 2. 沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110161)

摘要 根据辽宁省阜新市彰武县环境监测站提供的数据, 建立评价因子集 U , 根据环境质量的4个等级建立评价等级集 V , 选择降半梯形分布来确定隶属函数, 建立模糊关系矩阵 R , 采用超标倍数赋权法确立权重系数, 构造权重系数矩阵 A , 将模糊矩阵 R 和权重矩阵 A 进行合成, 得出综合评价结果。2002~2004年彰武县空气质量的最终评价结果分别为I级、II级和符合发展绿色食品的要求。与其他方法的比较结果表明, 该模糊综合评价法较好地解决了质量分级归属问题, 采用超标倍数赋权法建立权重得到了比较客观的结果。

关键词 绿色食品; 模糊综合评价; 环境质量评价

中图分类号 X823 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)10-03027-02

Fuzzy Comprehensive Assessment on Air Environmental Quality in Green Food Production Bases

WANG Jing-wei et al (Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract In this fuzzy comprehensive assessment, the evaluating factor congregation U was set up according to the data provided by Environment Monitoring Station of Zhangwu county, Fuxin city, Liaoning province, the evaluating grade congregation V was set up based on 4 grades of environment quality standard, the subordinate function was confirmed to establish the fuzzy relation matrix R by selecting the falling semi-trapezoid distribution, the weight coefficient was confirmed to construct weight coefficient matrix A by super-standard multiple weight method, and the comprehensive assessment results could get by combination of fuzzy relation matrix R and weight coefficient matrix A . The final air quality in assessment result of Zhangwu county in 2002~2004 was divided into I and II grade, which fitted to the request of developing green food. Comparisons with other method show that this method of fuzzy comprehensive assessment better solves the adscription question of quality grade. Using super-standard multiple weight method to establish weight coefficients can obtain more objective results.

Key words Green food; Fuzzy comprehensive assessment; Environmental quality assessment

1 模糊综合评价法的原理

模糊综合评价法是应用模糊变换原理和最大隶属度原则, 考虑与所评价事物相关事物的各个因素, 对其做出综合评价^[1]。

设论域 $U = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 上有 m 个模糊子集 A_1, A_2, \dots, A_m 构成一个标准模型库, 若对任意一个 $x_0 \in U$, 有 $i_0 \in \{1, 2, \dots, m\}$ 使得 $A_{i_0}(x_0) = \max_k \{A_k(x_0)\}$, 则认为 x_0 相对隶属于 A_{i_0} 。论域 U_k 上有一标准模型 A , 待识别的 n 个对象为 x_1, x_2, \dots, x_n , 若某个 x_k 满足 $A(x_k) = \max \{A(x_1)\}$, 则优先录取 x_k ^[2]。

设评价因素集合为: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$

抉择评语集合为: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$

先对单因素集 U 中的单因素 $u_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 作单因素评价, 从因素 u_i 着眼确定该事物对抉择等级 $v_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 的隶属度 r_{ij} , 这样就得出第 i 个因素的单因素评价集^[3]。

$$r_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$$

它是抉择评语集 V 上的模糊子集。这样 m 个评价因素的评价集就构造出一个总的模糊关系矩阵 R 。

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

R 就是评价因素论域 U 到抉择论域 V 的一个模糊关系,

$r_{ij} = \mu_k(u_i, v_j)$ 表示因素 u_i 对抉择等级 v_j 的隶属度。

2 结果与分析

根据绿色食品生产基地的大气环境质量要求, 一般情况

下, 选择总悬浮物(TSP)、二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)和氟化物(F⁻) 4个项目作为监测项目^[4]。该次评价由于资料中没有氟化物(F⁻)的数据, 因而只选其余3个项目。但从以往监测情况看, 当地氟化物(F⁻)对空气质量没有太大影响, 因而也不会对该次评价结果造成太大影响。

2.1 建立评价因子集和评价等级集 笔者选择辽宁省阜新市彰武县作为研究地点。根据彰武县环境监测站提供的数据, 建立评价因子集 $U: U = \{u_1, u_2, u_3\}$, 其中 u_1 为SO₂, u_2 为TSP, u_3 为NO_x。

环境质量标准定为4个等级, 依据中国绿色食品发展中心所制定的绿色食品生产基地大气环境质量标准(表1)。

表1	大气环境质量分级标准							ng/m ³
污染物								均值
SO ₂	0~0.05	0.05~0.15	0.15~0.25	0.25~0.50	0.50~1.00	1.00~2.00	2.00~4.00	0.238
TSP	0~0.15	0.15~0.30	0.30~0.50	0.50~0.75	0.75~1.00	1.00~1.50	1.50~2.00	0.425
NO _x	0~0.05	0.05~0.10	0.10~0.15	0.15~0.30	0.30~0.50	0.50~0.75	0.75~1.00	0.150

这样就建立了评价等级集合 $V: V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ 。

2.2 确定隶属函数, 建立模糊关系矩阵 确定隶属函数的方法很多, 该次评价根据相关资料和前人的经验, 选择降半梯形分布来确定隶属度。降半梯形分布公式为^[5-6]:

$$\mu(u) = \begin{cases} 1 & 0 \leq u \leq a_1 \\ \frac{a_2 - u}{a_2 - a_1} & a_1 < u < a_2 \\ 0 & a_2 < u \end{cases} \quad (1)$$

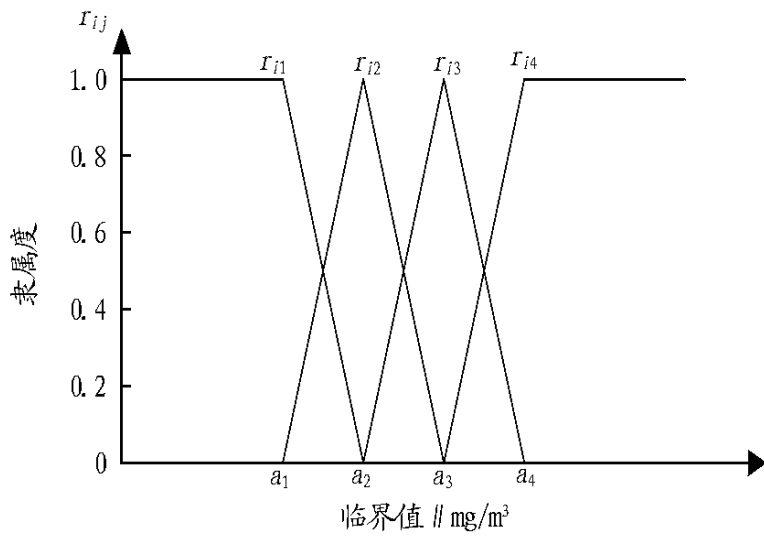
由于标准定为4个等级, 所以隶属函数分布如图1所示^[7-8]。

仍设 R 是从 U 到 V 上的一模糊关系, r_{ij} 代表第 i 个因子对第 j 级程度的大小, 即第 i 个因子对第 j 级标准的隶属度^[9]。由公式(1)计算出隶属度 r_{ij} 。原始数值及计算结果见

作者简介 王景伟(1973-), 男, 辽宁康平人, 硕士, 讲师, 从事区域农业生态经济管理研究。

收稿日期 2006-12-12

表2.3。



注： $a_1 \sim a_4$ 表示第1级到第4级大气环境质量分级标准。

图1 降半梯形隶属函数分布

表2 空气中各项污染物的浓度值 mg/m^3

年份	二氧化硫(SO ₂)	总悬浮物(TSP)	氮氧化物(NO _x)
2002年	0.022	0.259	0.030
2003年	0.025	0.267	0.034
2004年	0.024	0.281	0.036

注：表中数据均为年平均值。

表3 空气中各项污染物的隶属度

年份	项目	R			
2002	SO ₂	1	0	0	0
	TSP	0.273	0.727	0	0
	NO _x	1	0	0	0
2003	SO ₂	1	0	0	0
	TSP	0.220	0.780	0	0
	NO _x	1	0	0	0
2004	SO ₂	1	0	0	0
	TSP	0.127	0.873	0	0
	NO _x	1	0	0	0

由隶属度建立起模糊矩阵 R。2002 年的模糊矩阵 R 为^[10]：

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.273 & 0.727 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

与此类似，2003 和 2004 年的模糊矩阵分别为：

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.220 & 0.780 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}; R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.127 & 0.873 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2.3 确立权重系数，构造权重系数矩阵 模糊评价法中计算权重系数的方法很多，常用的有指数赋权法、分级赋权法、标准赋权法、熵法赋权等^[11]。但它们计算出的权重值体现的是指标浓度值越大则权重越大，而实际权重值应该反映指标的危害性大小，危害大则权重大，因此这几种方法计算出的权重值不太切合实际。该研究采用超标倍数赋权法^[12]，具体公式为：

$$W_i^{(k)} = (X_k / \bar{S}_i) / (\sum_{i=1}^n X_k / \bar{S}_i) \quad (2)$$

该方法既突出了环境质量评价中主要污染物的作用，又考虑了不同污染物标准的差异(如毒理学等方面的差异)，此外，权重矩阵中的元素还可以反映出哪一项污染物是首要污染物，计算结果见表4。

表4 模糊综合评价权重

年份	SO ₂	TSP	NO _x
2002年	0.102	0.676	0.222
2003年	0.109	0.655	0.236
2004年	0.101	0.660	0.239

表4 表明,2002 ~2004 年的权重矩阵分别为：

$$A = (0.102, 0.676, 0.222); A = (0.109, 0.655, 0.236); A = (0.101, 0.660, 0.239)$$

2.4 综合评价 将前几步得出的模糊矩阵 R 和权重矩阵 A 进行合成，得出综合评价结果(表5)。

表5 隶属度向量

年份	隶属度向量 B				首要污染物	评价最终级别
2002年	0.509	0.491	0	0	TSP	
2003年	0.490	0.510	0	0	TSP	
2004年	0.424	0.576	0	0	TSP	

表5 表明,2002 ~2004 年空气首要污染物为 TSP(所占的权重相对较大)，空气质量的最终评价结果分别为、和级。根据绿色食品生产基地发展对环境质量的要求，空气质量为级和级的空气符合发展绿色食品的要求。因此，研究区的大气环境质量符合发展绿色食品生产要求。

3 模糊综合评价法与其他方法的比较

为了比较起见，笔者也采用其他几种方法对研究区的大气环境质量进行了评价。

3.1 采用标准赋权法计算各因子的权重^[13] 采用标准赋权法计算各因子的权重，所得结果见表6。比较表5 和表6 可以看出：

(1) 用标准赋权法计算的各因子的权重只与因子的各级分类标准有关，而没有考虑各评价因子的实际测定值，缺乏动态变化，不能确定首要污染物，因而所反映出的权重系数在不同时间、不同地点都是相同的，不能确切代表实际情况。

(2) 在最终评价结果中，由标准赋权法计算权重得出的最终级别都是级，而由超标倍数赋权法计算权重得出的最终级别分别为级、级、级，这是由于标准赋权法计算权重时没有接纳实测信息，而只强调赋权标准化所致。由此可见，用超标倍数赋权法计算权重得出的隶属度来评价空气质量较为合理。

表6 隶属度向量

年份	隶属度向量 B'				评价最终级别
2002年	0.871	0.129	0	0	
2003年	0.861	0.139	0	0	
2004年	0.845	0.155	0	0	

3.2 采用单项污染指数法和大气综合污染指数法^[14] 这里分别以评价等级的前两级(级和级)为标准，计算结果见表7、8。

表7、8 表明，当采用二级标准时，综合污染指数法和模糊综合评价法的计算结果基本一致，但综合污染指数法所得

(上接第3028页)

的部分结果偏低;而当采用一级标准时,综合污染指数法所得的结果偏高。这是由于该法计算公式中突出了污染最重的因子的作用,而对于各种因子的实际重要性缺乏考虑。实际上,如果采用三级标准来计算综合污染指数,所得结果会更低,这说明该法因为采用标准的不同会得到差异很大的评价结果,这也是综合污染指数法的主要缺点。

表7 以I级标准计算的大气污染指数值

	SO ₂	TSP	NO _x	P _{ave}	P _综	评价结果是否小于1
2002年	0.44	1.73	0.60	0.92	1.39	否
2003年	0.50	1.78	0.68	0.99	1.44	否
2004年	0.48	1.87	0.72	1.02	1.51	否

表8 以II级标准计算的大气污染指数值

	SO ₂	TSP	NO _x	P _{ave}	P _综	评价结果是否小于1
2002年	0.15	0.86	0.30	0.44	0.68	是
2003年	0.17	0.89	0.34	0.47	0.71	是
2004年	0.16	0.94	0.36	0.49	0.75	是

4 结论

采用模糊综合评价法无论从计算过程还是计算结果上看,都是比较合理且符合实际的。它克服了其他方法的一

些缺点,解决了一些其他方法难以解决的问题。例如,权重的确定考虑了实际权重因素,实测值逼近评价标准边界两侧时质量分级归属的问题等。

参考文献

- [1] 邓聚龙.灰色系统基本方法[M].武汉:华中工学院出版社,1987.
- [2] KAUFMANN A.Introduction to the theory of fuzzy subsets[M].New York:Academic Press,1995.
- [3] 胡继才,万福钧,吴珍权,等.应用模糊数学[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,2002.
- [4] 武丽敏,钱振华,张长青.大气质量评价综合指数法的研究[J].环境科学,2003,16(3):58-60.
- [5] 罗定贵.模糊数学在地下水质量评价中的应用[J].华东地质学院学报,2004,17(4):350-355.
- [6] 贺北方,刘正才.多级模糊层次综合评价的数学模型及应用[J].系统工程理论与实践,1989(6):1-6.
- [7] 刘康兰,袁浩.模糊综合评判在环境质量评价中的应用[J].环境工程,2000(1):55-56.
- [8] 陈利顶,李俊然,傅伯杰.三峡库区生态环境综合评价与聚类分析[J].农村生态环境,2001,17(3):35-38.
- [9] 汪培庄.模糊集合论及其应用[M].上海:上海科技出版社,2003.
- [10] 孟中,张维功,孟媛.用模糊数学方法综合评价环境质量[J].环境保护,2002(8):28-29.
- [11] 陈世权.模糊决策与分析[M].贵阳:贵州出版社,1990.
- [12] DUBOIS D, PRADE H.Fuzzy sets and systems, theory and applications[M].New York:Academic Press,1998.
- [13] 邱立萍.污染程度的模糊综合评价[J].环境技术,2003(3):36-38.
- [14] 洪峤森.环境质量综合评价方法的比较研究[J].环境保护,2003(6):60-63.