

多目标决策——理想点法综合评价大气环境质量

陈 武, 李凡修, 杨 波

(江汉石油学院, 湖北 荆州 434102)

摘 要: 介绍了多目标决策——理想点法的基本原理, 建立了一个综合评价大气环境质量的数学模型。利用该模型可以方便地对大气环境质量进行综合评价。

关键词: 大气环境质量; 综合评价; 多目标决策; 理想点法

中图分类号: X 823 文献标识码: A 文章编号: 1006- 2009(2001) 01- 0029- 02

大气环境质量综合评价的方法^[1,2]很多, 各有特点。现介绍多目标决策理想点法^[3], 并将其引入大气环境质量综合评价。该法容易理解, 计算简单, 不但能体现大气环境质量与多种污染因子的复杂关系, 而且评价科学、合理。

1 基本原理

假设影响大气环境质量的因子有 n 个目标 $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$, 对于每个目标函数分别有其最优值: $f_i^* = \max_x f_i(x) = f_i(x) (i = 1, 2, \dots, n)$ 。

如果所有这些目标的最优解 $X^i (i = 1, 2, \dots, n)$ 都相同, 设为 X^* , 那么只要在 $X = X^*$ 这点, 所有的目标都同时达到各自的最优值。但一般来说, 这种情况是不太可能发生的。因此对向量函数 $F(X) = [f_1(x), f_2(x) \dots f_n(x)]^T$ 来说, 向量 $F^* = [f_1^*, f_2^*, \dots, f_n^*]^T$ 仅是一个理想点, 要做的就是 R 上找出一 X , 使 $f(X)$ 与 f^* 的偏差最小, 此时目标的最优值就离理想点越近, 其计算结果就越优, 因此可在这个 n 维空间定义一个模, $\|F(x) - F^*\| \rightarrow \min$, 常用闵可夫斯基 (Minkowski) 距离法:

$$\|F(x) - F^*\| = \left\{ \left[\sum_{i=1}^n \lambda_i |f_i(x) - f_i^*|^p \right] \right\}^{\frac{1}{p}} = Lp(x) \dots \dots \dots (1)$$

其中: $P \in (1, \infty)$ 。

(1)式是理想点法最常用的公式。式中 f_i^* 为第 i 个目标的希望值, $f_i(x)$ 为第 i 个目标的实际值。 λ 为权重。在实际工作中可根据需要选择不同的 P 值来定义不同的距离空间, 当 $P = 1$ 时称为海明距离或绝对距离; $P = 2$ 时称为欧式距离; $P = \infty$ 时称切比雪夫距离。无论 P 取何值, 对同一事

物的评价结果相同。即该距离越小, 说明该点离理想点越近。

2 实例分析

根据上述原理和方法, 以参考文献[1]中的数据为依据, 以 SO_2, NO_x, TSP 为评价目标因子, 对佳木斯 1994 年冬季大气环境质量进行了综合评价。1994 年度佳木斯冬季 10 个单元大气污染因子监测统计值见表 1^[1]。

表 1 大气污染因子监测统计值 mg/Nm³

监测单元	SO ₂	NO _x	TSP
1	0.012 1	0.031 6	0.448 7
2	0.003 3	0.030 8	0.449 3
3	0.051 1	0.048 0	0.577 7
4	0.028 6	0.030 6	0.359 9
5	0.034 4	0.052 5	0.378 9
6	0.027 5	0.024 7	0.160 2
7	0.026 5	0.045 0	0.574 2
8	0.128 0	0.051 0	0.533 0
9	0.280 0	0.056 0	0.165 0
10	0.045 0	0.037 0	0.165 9

表 2 评价级别与标准值 mg/Nm³

污染因子	评价级别与标准值			
	I (C ₁)	II (C ₂)	III (C ₃)	IV (C ₄)
SO ₂	0.05	0.15	0.25	0.50
NO _x	0.05	0.10	0.15	0.30
TSP	0.15	0.30	0.50	1.00

收稿日期: 2000- 09- 04; 修订日期: 2000- 12- 06

第一作者简介: 陈 武 (1968-), 男, 湖北荆州人, 硕士研究生。

选用大气环境质量标准(GB 8978-88)中的 SO₂、NO_x、TSP 3 个指标(见表 2), 来综合评价大气环境质量, 对大气环境质量进行分级。根据理想点法, 把 GB 8978-88 中的每一级标准 C_j[C_j(SO₂), C_j(NO_x), C_j(TSP)] 作为一个理想点, 然后计算出每一单元监测值 D_i[d_i(SO₂), d_i(NO_x), d_i(TSP)] 与各理想点间的距离, 再根据理想点间距离的大小来判断每个单元大气环境质量所属级别。

对影响大气环境质量的 3 个指标 SO₂, NO_x, TSP 作等权处理, 即 λ₁ = λ₂ = λ₃ = 1/3, 为计算方便取 λ = 1, 且选取 P = 2, 则式(1)变为:

$$L_2(x) = \left\{ \sum_{i=1}^m (f_i(x) - f_i^*)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \dots (2)$$

(2) 式为三维空间中的欧式距离, 欧氏空间中的向量 F(x) 与向量 F* 的距离, 与哪一级理想点距离最小, 则该单元的大气环境质量便属于哪一级大气质量。

根据(2)式的原理可按下式计算:

$$L_{ij} = \{ [d_i(\text{SO}_2) - C_j(\text{SO}_2)]^2 + [d_i(\text{NO}_x) - C_j(\text{NO}_x)]^2 + [d_i(\text{TSP}) - C_j(\text{TSP})]^2 \}^{\frac{1}{2}} \quad (i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, \dots, 10) \dots (3)$$

根据式(3)可计算每个监测单元所有因子到 1、2、3、4 级标准的综合距离, 其值如表 3 所示。

在每个监测单元的 4 个距离数字中取:

$$L = \min\{Li1, Li2, Li3, Li4\}, \text{ 结果见表 4.}$$

表 3 监测因子的综合距离

监测单元(i)	Li1	Li2	Li3	Li4
1	0.301 7	0.214 0	0.270 6	0.783 6
2	0.303 5	0.220 5	0.278 6	0.788 9
3	0.427 7	0.299 3	0.236 6	0.665 8
4	0.211 9	0.152 1	0.287 9	0.839 4
5	0.229 4	0.147 8	0.265 8	0.814 7
6	0.035 4	0.200 6	0.425 1	1.002 2
7	0.424 9	0.305 7	0.257 8	0.685 9
8	0.390 9	0.236 2	0.160 5	0.646 9
9	0.230 6	0.192 5	0.349 2	0.897 3
10	0.021 1	0.170 8	0.407 9	0.985 9

表 4 评价中的综合距离最小值及所属标准中的级别

监测单元	最短距离	所属级别
1	0.214 0	C II
2	0.220 5	C II
3	0.236 6	C III
4	0.152 1	C II
5	0.147 8	C II
6	0.035 4	C I
7	0.257 8	C III
8	0.160 5	C II
9	0.192 5	C II
10	0.021 1	C I

根据表 3 中的计算结果, 取每个监测单元的监测因子至 1、2、3、4 级标准的距离中最小值, 得出如表 4 中的结果: 即佳木斯 1994 年冬季各监测单元的大气环境质量所属级别分别为 2 级、2 级、3 级、2 级、2 级、1 级、3 级、2 级、2 级、1 级, 第 10 监测单元和第 6 监测单元的大气环境质量最佳。这与利用其他评价方法得到的结果略有区别^[1]。

3 结语

3.1 利用多目标决策理想点法对大气环境质量进行综合评价比其他两种方法^[1, 2]更简便易行, 直接套用式(3)进行计算, 对大气环境质量作出合理评价, 并且不受评价因子个数多少的影响。

3.2 如果评价因子的度量单位不同, 只要依据文献[3]中的标准差标准化法处理后仍可直接用式(3)计算, 因而该法不受度量单位不同的影响。

3.3 利用多目标决策理想点法所得的评价结果与利用加权灰色局势决策法评价佳木斯冬季的大气环境质量结果略有区别。

3.4 多目标决策——理想点法对于水环境质量综合评价也适用。

[参考文献]

[1] 樊庆铎. 加权灰色局势决策法在环境空气质量评价中的应用[J]. 环境保护科学, 1999, (5): 45~ 48.
 [2] 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, 12(6): 46~ 49.
 [3] 陈湛匀. 现代决策分析概论[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1991. 176~ 180.

本栏目责任编辑 李文峻