

文章编号: 1009-6094(2004)02-0066-02

最优指标法在环境监测 优化布点中的应用*

张苗云^{1,2,3}, 张迎³, 钱益跃³

(1 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002; 2 中国科学院研究生院, 北京 100029; 3 金华市环境监测中心站, 浙江金华 321000)

摘要: 采用最优指标法对郑州市 17 个大气环境采样点的监测数据进行优选, 得到的优化点位基本能反映城市空气质量的总体情况, 可以达到环境监测优化布点的目的。

关键词: 环境工程; 最优指标法; 排序; 优化布点; 环境监测

中图分类号: X830.1 **文献标识码:** A

0 引言

环境监测中如何优化采样点十分重要, 它关系到能否客观准确地反映某区域的环境质量。近年来国内外对环境测点的优化问题进行了不少研究, 文献[1, 2, 3]提出应用物元关联分析法进行环境监测的优化布点, 该方法计算简便, 评价结果直观, 在大气和水质监测优化布点中得到了较好的应用, 但其关联函数的确定存在一定人为性。最优指标法是在 TOPSIS 法基础上总结出的一种新方法, 它用接近最优水平的原理对多目标系统进行决策和评价^[4]。本文利用最优指标法进行大气环境监测点位优化, 并对优选结果进行检验。

1 方法原理

1) 建立原始数据矩阵 X 。

设有 n 个监测点, 每一监测点有 m 个属性指标, 则构成原始数据矩阵 X

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}$$

2) 确定最优指标值。

最优指标值用向量 Y 表示。

$$Y = (X_1, X_2, \cdots, X_m)$$

其中 高优指标为 $X_j = \max\{X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj}\}$; 低优指标为 $X_j = \min\{X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj}\}; j = 1, 2, \cdots, m$ 。

3) 原始矩阵的最优指标归一化处理。

高优指标归一化数据为 $Z = X_j/X_j$; 低优指标归一化数据为 $Z = X_j/X_j$ 。

式中 X_j 为最优指标, $i = 1, 2, \cdots, n; j = 1, 2, \cdots, m$ 。

数据经过归一化处理后, 可建立优化决策矩阵 Z

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1m} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \cdots & z_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}$$

4) 计算各采样点指标值与最优水平的接近程度。

$$\bar{Z}_i = \frac{\sum_{j=1}^m z_{ij}}{m}, i = 1, 2, \cdots, n \quad j = 1, 2, \cdots, m$$

5) 根据 \bar{Z}_i 值大小确定排序, 并结合点位优化原则进行优化布点^[3]。

2 实例分析

2.1 大气环境质量监测点位优化

最优指标法应用于大气环境监测优化布点的实例资料摘自文献[2]。表 1 列出了郑州市 17 个采样点 SO_2 , NO_x 和 TSP 等 3 项大气污染指标重污染季节的监测值。

表 1 冬季大气污染物浓度 mg/m^3
Table 1 Concentration of atmospheric pollutants in winter (mg/m^3)

编号	采样点	SO_2	NO_x	TSP
1	肉联	0.104	0.073	0.453
2	董寨	0.102	0.051	0.512
3	电缆厂	0.112	0.064	0.473
4	工人路口	0.118	0.087	0.778
5	监测站	0.084	0.035	0.365
6	三官庙	0.073	0.039	0.391
7	三厂小学	0.122	0.043	0.662
8	东大街	0.115	0.076	0.436
9	新华厂家属院	0.077	0.029	0.387
10	手表厂	0.122	0.062	0.524
11	铁路局	0.113	0.114	0.843
12	烟厂	0.111	0.071	0.612
13	火车站	0.114	0.124	0.794
14	医学院	0.127	0.108	0.818
15	二七广场	0.161	0.095	0.735
16	大石桥	0.097	0.109	0.789
17	郑纺机	0.120	0.051	0.570

根据建立的最优指标法优化模型, 首先确定各污染项目的最优指标值。由于环境质量指标为逆向指标, 即指标值越大, 环境质量越差, 因此用低优指标来确定最优指标值, 然后对表 1 中原始数据用最优指标值进行归一化处理, 构筑优化决策矩阵 Z , 并计算各采样点指标值与最优水平的接近程度 \bar{Z}_i , 最后根据 \bar{Z}_i 值的大小确定各采样点优劣排序, 同时结合点位优化原则进行监测点位的优化, 具体结果见表 2。

从表 2 可以看出, 按照各采样点的 \bar{Z}_i 大小及排序, 郑州市大气环境质量监测点位最终可以优化为 5、9、12、15 和 17 号 5 个点位, 以最优水平作为参照, 分别代表了市区空气质量最好、较好、一般、较差及最差水平的情况。

2.2 与物元分析法优选结果的比较

物元分析法通过构造标准物元矩阵和节域物元矩阵, 应用物元分析理论中的关联函数实现对环境监测点位的优化布点目的。最优指标法则是基于 TOPSIS 法的思路, 用接近最优水平的原理对多目标系统进行决策和评价。比较两种方法的优选点位可以看出, 最优指标法与物元分析法的优选结果基本相同, 14、15 号点与最优水平的接近程度最低, 同属大气环境质量最差一类, 并且均处在交通繁华区, 两者间不存在根本性区别。

* 收稿日期: 2003-08-11

作者简介: 张苗云(1966—), 男, 博士研究生, 高级工程师, 从事资源与环境地球化学及环境监测研究。

9号采样点与最优水平接近度最高,反映的是大气环境质量最好的情况,因此,最优指标法增加9号优化点作为空气质量最好点位的代表,更符合郑州市区大气污染的实际状况。

表2 各采样点的 \bar{Z}_i 及优化结果Table 2 \bar{Z}_i and optimal results of atmospheric environmental monitoring sites

编号	$\sum Z$	\bar{Z}_i	点位 排序	最优指标法 优选点位	物元分析法 优选点位
1	1.904 9	0.635 0	5		
2	1.997 2	0.665 7	4		
3	1.876 6	0.625 5	6		
4	1.421 1	0.473 7	13		
5	2.697 6	0.899 2	2	5	5
6	2.677 1	0.892 4	3		
7	1.824 1	0.608 0	8		
8	1.853 5	0.617 8	7		
9	2.891 2	0.963 7	1	9	
10	1.762 7	0.587 6	10		
11	1.333 4	0.444 5	15		
12	1.662 5	0.554 2	11	12	12
13	1.333 9	0.444 6	14		
14	1.289 5	0.429 8	16		14
15	1.255 3	0.418 4	17	15	
16	1.481 2	0.493 7	12		
17	1.817 3	0.605 8	9	17	17

2.3 效果检验

依据环境空气质量标准将有关的污染物浓度等标化。计算得到的空气综合污染指数可以定量地描述和比较环境污染的程度,反映城市空气质量的总体情况。采用空气综合污染指数公式

$$P = \sum_{i=1}^n C_i / S_i$$

分别对全体17个测点和用最优化指数法优选出的5个测点及用物元分析法优选出的4个测点代表的环境质量计算综合污染指数。式中的 C_i 和 S_i 分别为 i 项空气污染物的实测浓度和环境质量二级标准限值, n 为污染物项数。计算结果分别为 $P_{17}=3.45$, $P_5=3.28$ 和 $P_4=3.37$ 。按综合污染指数分级方法评定,它们同属轻污染等级,表明用最优化指数法优选结果能基本代表全部17个测点所表征的郑州市大气环境状况。

3 结论

最优指标法是在TOPSIS法的思路总结出的一种决策方法,其排序结果充分利用了原始信息量,可以定量反映不同评价单元的优劣程度。应用该方法进行大气环境监测点位的优化布点,概念明确,计算简便,具有直观、简明、准确的特点。实例分析表明,优选结果基本上能够全面反映优化区域的大气环境质量。

References(参考文献):

[1] Li Zuoyong(李祚泳). Optimization of atmospheric environmental monitoring sites by matter element analysis[J]. *Research of Environmental Sciences*(环境科学研究), 1996, 9(6): 45~48

- [2] Sun Zhongdang(孙中党), Sun Yong(孙勇), Li Jing(李静), et al. On optimization of atmospheric environmental monitoring sites by matter element analysis in Zhengzhou city[J]. *Chongqing Environmental Science*(重庆环境科学), 1999, 21(6): 16~18
- [3] Gao Minghui(高明慧). Study on optimized points selection of water quality environmental monitoring by matter element analysis[J]. *Advances in Environmental Science*(环境科学进展), 1997, 5(3): 77~81
- [4] Chen Youxiao(陈有孝). The application and comparison with TOPSIS on evaluation of comprehensive benefits in hospital by optimal index method[J]. *Chinese Journal of Health Statistics*(中国卫生统计), 1994, 11(5): 59~60

Optimization of environmental monitoring sites by optimal index method

ZHANG Miao-yun^{1,2,3}, ZHANG Ying³, QIAN Yi-yue³

(1 State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy Sciences, Guiyang 550002, China; 2 Graduate School of the Chinese Academy Sciences, Beijing 100029, China; 3 Jinhua Environmental Monitoring Centre, Jinhua 321000, Zhejiang, China)

Abstract: The given paper introduces in detail the principles and the calculation procedures of the optimal index method and uses the method to optimize the atmospheric environmental monitoring sites. As is known, the optimal index method is a decision-making means derived from the Technology for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, which can be used for the optimization of environmental monitoring sites, a powerful means to control the environmental qualities in one. Therefore, the optimal index method is of great scientific as well as practical significance to obtain the optimal monitoring sites in the field of environmental protection. In this article, we choose the concentration of three atmospheric pollutants SO₂, NO_x and TSP as evaluation indexes. On the basis of analyzing the actual monitoring data of atmospheric pollutants, the author has categorized the ranks of monitoring sites in the light of size, and at the same time established the optimal model of environmental monitoring sites in Zhengzhou city. The optimal results of 17 atmospheric environmental monitoring sites with the optimal index method show that the optimization sites can basically reflect the general status of air quality in Zhengzhou city, and therefore embody the purpose of optimal number of sites. Hence, there is no doubt that our newly improved methods will have a great reference value to the optimization of monitoring some definite environmental sites.

Key words: environmental engineering; optimal index method; ranking; optimal number of sites; environmental monitoring

CLC number: X830.1 Document code: A

Article ID: 1009-6094(2004)02-0066-02