

文章编号: 1673-0062(2009)03-0088-05

南通市大气环境质量模糊综合评价

贺秋华, 王劲松, 陈朝猛

(南华大学 城市建设学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 分析了南通市 2001-2005 年市区等 7 个监测站所监测的二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、可吸入颗粒物(PM₁₀)和自然降尘(DF)结果的年变化趋势, 根据国家标准利用模糊综合评价模型对各区各年大气环境质量状况做出了合理的综合评价。结果表明, 2001-2005 年, 南通市大气环境质量总体良好, 但有下降趋势。并由模型中各污染因子的权重判断出 SO₂、PM₁₀ 和 DF 是南通市市大气质量的制约因子。

关键词: 大气环境质量; 模糊综合评价

中图分类号: X823 **文献标识码:** A

Fussy Comprehensive Evaluation of Ambient Environmental Quality in Nantong

HE Qiu-hua, WANG Jing-song, CHEN Zhao-meng

(School of Urban Construction, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: Fussy comprehensive evaluation was applied to evaluate atmospheric environmental quality during the period from the year of 2001 to 2005 based on the data from the city's seven automatic sampling stations, including the variables of SO₂, NO₂, PM₁₀ and DF. According to the evaluation, the ambient environmental quality in Nantong was generally good during this period, but with a downward trend. By weighing of the pollution factors in this model, the predominate factors of air pollution were SO₂, PM₁₀ and DF in Nantong.

Key words: ambient environmental quality; fussy comprehensive evaluation

南通市位于江苏省东南部, 长江下游北岸。面积 8001 平方公里, 东经 120°11'47" - 121°54'33", 31°41'06" - 32°42'44"。属北亚热带湿润气候区, 气候温和, 四季分明、雨水充沛, 光照充足。总体气候环境良好, 年平均降水量 822 ~ 1 286

mm, 且多集中在 6-9 月。年平均气温 16.5 ~ 16.9℃, 年平均日照时数 1 902 ~ 2 258 h, 年平均相对湿度为 69.5% ~ 80.8%。年平均风速 2.7 ~ 2.9 m/s, 且主导风向为偏东风, 夏季受台风侵袭机会较多。

收稿日期: 2009-02-19

基金项目: 国家海洋局江苏 908 专项基金资助项目(JS-908-02-07)

作者简介: 贺秋华(1974-), 男, 湖南常宁人, 南华大学城市建设学院讲师。主要研究方向: 环境评价与规划。

1 南通市主要大气污染物变化趋势及其原因分析

根据南通市 2001 - 2005 年度各监测点对二氧化硫 (SO₂)、二氧化氮 (NO₂)、可吸入颗粒物 (PM₁₀) 和自然降尘 (DF) 的监测结果,统计各主要污染物的年平均浓度,绘制曲线图 1 ~ 4.

分析图 1 可知,南通市 SO₂ 年平均浓度总体呈逐年上升趋势,尤以市区、掘港镇上升趋势明显,如图 2 所示,NO₂ 浓度总体也呈上升趋势,市区、掘港镇持续上升,如城镇波动上升,其他县(市)缓慢上升.由图 3 可知,PM₁₀ 年平均浓度总体呈下降趋势,海安镇、如城镇持续下降,其余县(市)大致保持平稳,而汇龙镇却呈上升趋势.图 4 表明,DF 浓度总体呈缓慢下降趋势,但掘港镇、汇龙镇有上升趋势.

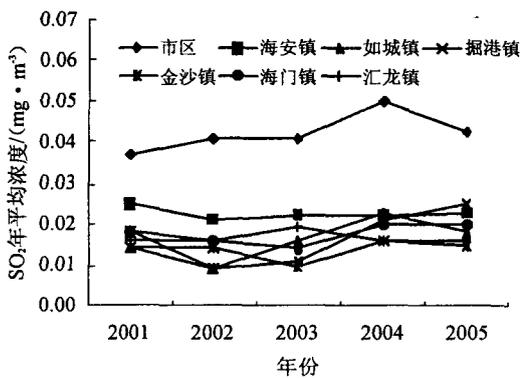


图 1 SO₂ 年平均浓度变化趋势
Fig. 1 The alteration tendency for annual concentration of SO₂

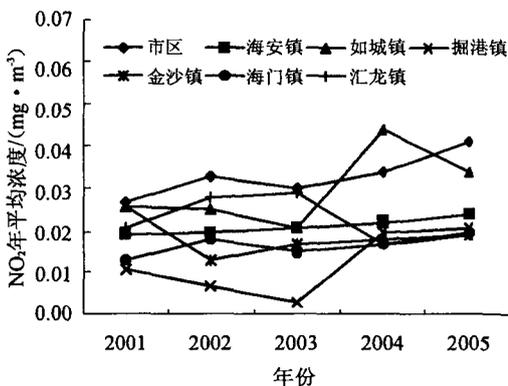


图 2 NO₂ 年平均浓度变化趋势
Fig. 2 The alteration tendency for annual concentration of NO₂

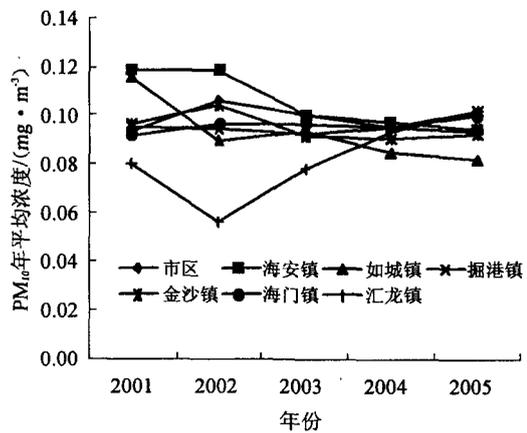


图 3 PM₁₀ 年平均浓度变化趋势
Fig. 3 The alteration tendency for annual concentration of PM₁₀

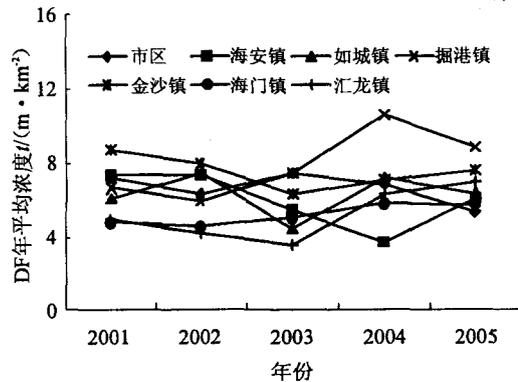


图 4 DF 年平均浓度变化趋势
Fig. 4 The alteration tendency for annual concentration of DF

呈现上述变化趋势的原因在于:①随着电力、热电行业的快速发展,废气排放量有所增加,污染物排放量相应增加,而脱硫设施建设相对滞后,二氧化硫排放量增加较大,“十五”期末与“九五”期末相比,全市二氧化硫排放量增加 1.18 万 t,增幅为 16.6%.②能源结构以煤为主,煤烟型污染是大气污染的主要特征,SO₂、PM₁₀ 和 DF 是主要的大气污染物.③近年通过实施淘汰更新老旧摩托车和尾气污染较重的出租车等,单位交通工具的 NO_x 等汽车尾气排放量有所减少,但由于私家车拥有量的急剧增加,总的汽车尾气排放量不减反增,而且有向各县(市)城镇和农村蔓延的趋势.④“十五”期末与“九五”期末相比,全市烟尘减少 0.67 万 t,下降幅度为 15.7%,致使 PM₁₀ 和 DF 浓度总体呈下降趋势,但粉尘排放量增加了 0.31 万 t,且主要分布于各县(市),因而相应区域上述污染

物浓度却呈增加趋势.

2 大气环境质量综合评价

大气环境质量有多种评价方法,如灰色聚类关联分析法^[1-2]、模糊综合评判法^[3-4]、主成分分析法^[5]、多元统计法^[6]、污染损失率法^[7]、物元分析法^[8]、神经网络模型^[9]、综合指数法^[10]等. 本文选用该市4种主要大气污染物,即二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、可吸入颗粒物(PM₁₀)和自然降尘(DF)作为影响因子,采用模糊综合评判

模型方法,求出南通市市区及所辖6县市政府所在城镇主要大气污染物各年综合污染程度,将大气环境质量按照最大隶属原则,划归不同环境空气质量等级,并加以比较,做出分析和评价.

2.1 评价标准

评价标准采用中华人民共和国国家标准《大气环境质量标准》(GB3095-1996),并根据南通市区规定的降尘控制标准值(8 t/(m·km²)),将降尘标准相应适当地分为三级,见表1.

表1 评价标准
Table 1 Evaluation criterion

污染物名称	取值时间	浓度限制			浓度单位
		一级标准	二级标准	三级标准	
SO ₂	年平均	0.02	0.06	0.10	mg·m ⁻³
NO ₂	年平均	0.04	0.04	0.08	mg·m ⁻³
PM ₁₀	年平均	0.04	0.10	0.15	mg·m ⁻³
DF	年平均	8	12	20	t·m ⁻¹ ·km ⁻²

2.2 评价步骤

1) 建立因子集

$$U = \{SO_2, NO_2, PM_{10}, DF\}$$

2) 建立评价集

$$V = \{I \text{ 级、II 级、III 级}\}$$

3) 建立隶属函数及模糊关系矩阵 R

I 级

$$y = \begin{cases} 1 & x \leq S_1 \\ \frac{S_2 - x}{S_2 - S_1} & S_1 < x < S_2 \\ 0 & x \geq S_2 \end{cases}$$

II 级

$$y = \begin{cases} \frac{x - S_1}{S_2 - S_1} & S_1 < x < S_2 \\ \frac{S_3 - x}{S_3 - S_1} & S_2 < x < S_3 \\ 0 & x \leq S_1, x \geq S_3 \end{cases}$$

III 级

$$y = \begin{cases} 1 & x \geq S_3 \\ \frac{S_2 - x}{S_2 - S_1} & S_1 < x < S_2 \\ 0 & x \leq S_2 \end{cases}$$

式中 x 表示污染物的实测值; $s_i (i = 1, 2, 3)$ 分别表示 I、II、III 级大气环境质量标准. 分别把各年

SO₂、NO₂、PM₁₀、DF 实测值 x 和各级大气环境质量标准 $s_i (i = 1, 2, 3)$ 代入上式中, 得到单因子模糊关系矩阵 $R = [r_{ij}]_{4 \times 3}$.

4) 确定权重集

由于各污染物对大气环境质量的影响程度不同, 所以应赋予它们不同的权重值. 多指标的综合评价因子权重的确定方法, 大体上可分为主观赋权法和客观赋权法两类. 主观赋权法如德菲尔法、层次分析法等, 这种方法较为成熟, 但客观性较差; 客观赋权法如主成分分析、均方差等方法客观性较强. 本文采用均方差方法确定各指标权重, 步骤如下:

① 指标归一化处理

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j,\min}}{x_{j,\max} - x_{j,\min}}$$

② 计算随机变量均值 p_j

$$p_j = n^{-1} \sum_{i=1}^n z_{ij}$$

③ 计算均方差 δ_j

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (z_{ij} - p_j)^2}$$

④ 计算各指标权重 w_j

$$w_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{i=1}^n \sigma_j}$$

经计算得权重模糊子集 $W = \{SO_2、NO_2、PM_{10}、DF\}$

5) 模糊综合评价计算

由 4 种大气污染物的权重与对应单因子评价矩阵进行模糊矩阵运算,即可得到大气综合质量评价矩阵 $B = W \times R$,按照最大隶属原则确定各年各区域大气环境质量所属级别.

2.3 结果与分析

运用上述权重计算公式计算得到大气污染物权重系数模糊子集 = $\{0.4332, 0.0815, 0.3185, 0.1667\}$,由此可见,南通市大气质量影响因子的权重顺序为 $NO_2 < DF < PM_{10} < SO_2$,即 SO_2 为现阶段南通市大气质量的制约因子.有了权重系数模糊子集 W 和模糊关系矩阵 R ,就可以通过模糊复合运算得到综合评价结果,见表 2.由表 2 可知,南通市近五年各监测点基本满足国家二级标准,2001 年各监测点属于一级标准,2002 - 2005 年除市区为二级外,其他监测点仍为一级.

但综合 I、II、III 级隶属度的时空变化,发现大气环境质量有变差的趋势.

2.3.1 时间变化

将每年各监测区域的大气环境质量模糊综合评价的 I、II 级隶属度求均值,得到该年的南通市大气环境质量 I、II 级隶属度,如图 5.由图 5 可知,南通市大气环境质量总体属于 I 级,但是 I 级隶属度逐年下降,II 级隶属度则逐年上升,大气环境质量呈恶化趋势.

2.3.2 空间变化

如图 6 所示,南通市各城镇大气环境质量 II 级隶属度总体呈上升趋势,尤以市区、掘港镇和汇龙镇上升更为明显.2005 年,大气环境质量 II 级隶属度空间上呈现出两大变化特点:① II 级隶属度随离江、海的距离而变化,距离越近其值越大,距离越远其值越小;②沿江城镇呈现由西北向东南、沿海城镇呈现由北而南逐渐下降趋势.

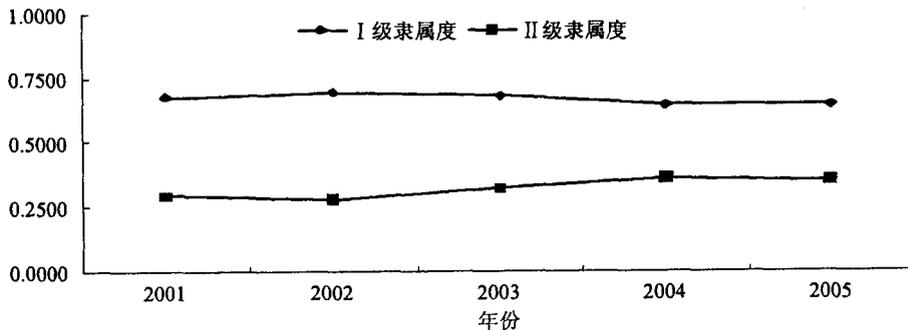


图 5 南通市大气环境质量隶属度年变化趋势

Fig. 5 The alteration tendency for ambient environmental quality affiliated degree

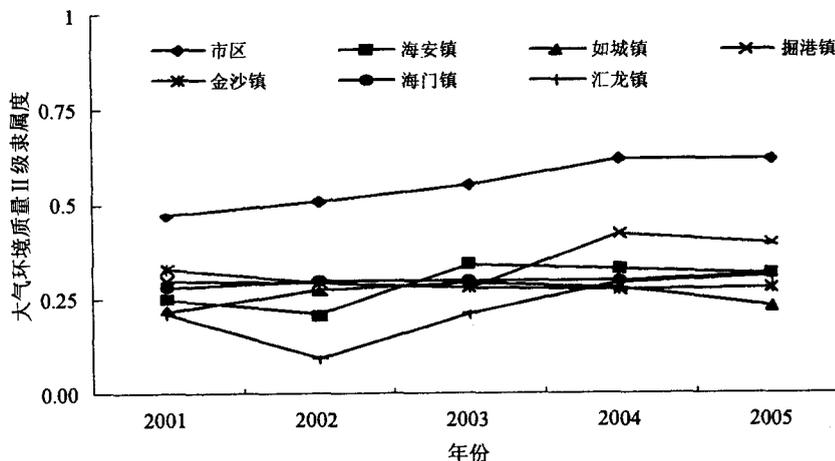


图 6 各城镇大气环境质量 II 级隶属度年变化趋势

Fig. 6 The alteration tendency for ambient environmental quality II affiliated degree of every town

表2 大气环境模糊综合评价
Table 2 Fussy comprehensive evaluation
of ambient environmental quality

年份	地点	大气环境质量隶属度			质量等级
		I级	II级	III级	
2001	市区	0.53	0.47	0.00	I级
	海安镇	0.63	0.25	0.12	I级
	如城镇	0.68	0.22	0.10	I级
	掘港镇	0.70	0.30	0.00	I级
	金沙镇	0.67	0.33	0.00	I级
	海门镇	0.72	0.28	0.00	I级
	汇龙镇	0.79	0.21	0.00	I级
2002	市区	0.45	0.51	0.04	II级
	海安镇	0.67	0.21	0.12	I级
	如城镇	0.73	0.27	0.00	I级
	掘港镇	0.71	0.29	0.00	I级
	金沙镇	0.68	0.29	0.03	I级
	海门镇	0.70	0.30	0.00	I级
	汇龙镇	0.91	0.09	0.00	I级
2003	市区	0.45	0.55	0.00	II级
	海安镇	0.66	0.34	0.00	I级
	如城镇	0.71	0.29	0.00	I级
	掘港镇	0.72	0.28	0.00	I级
	金沙镇	0.72	0.28	0.00	I级
	海门镇	0.70	0.30	0.00	I级
	汇龙镇	0.79	0.21	0.00	I级
2004	市区	0.38	0.62	0.00	II级
	海安镇	0.67	0.33	0.00	I级
	如城镇	0.72	0.28	0.00	I级
	掘港镇	0.58	0.42	0.00	I级
	金沙镇	0.73	0.27	0.00	I级
	海门镇	0.70	0.30	0.00	I级
	汇龙镇	0.71	0.29	0.00	I级
2005	市区	0.38	0.62	0.00	II级
	海安镇	0.68	0.32	0.00	I级
	如城镇	0.77	0.23	0.00	I级
	掘港镇	0.59	0.40	0.01	I级
	金沙镇	0.72	0.28	0.00	I级
	海门镇	0.68	0.32	0.00	I级
	汇龙镇	0.68	0.31	0.01	I级

4 结论与讨论

1) 相较与空气质量日报,模糊综合评价可以从更大的时间尺度上来评价城市大气环境质量。本文使用模糊综合评价分析南通市大气环境质量的变化状况,结果表明从2001-2005年,南通市环境质量总体良好,都达到了大气环境二级标准,但大气污染呈逐年上升趋势。用模糊综合评价方

法得出的这一评价结果与南通市环境保护局用综合指数法得出的评价结果基本一致。

2) 2001-2005年,南通市 SO_2 、 NO_2 年平均浓度总体呈逐年上升趋势; PM_{10} 年平均浓度总体呈下降趋势; DF 浓度总体呈缓慢下降趋势。南通作为煤烟型污染的城市, SO_2 、 PM_{10} 和 DF 为大气污染的主要污染因子。近年政府出台了一系列减少 NO_x 等汽车尾气排放的措施,但由于私家车拥有量的急剧增加,总的汽车尾气排放量不减反增,而且有向各县(市)城镇和农村蔓延的趋势。

3) 空间上,南通市大气环境质量呈现出两大特点:①离江、海越近质量越差,越远越好;②沿江城镇呈现由西北向东南、沿海城镇呈现由北而南逐渐下降趋势。

4) 南通市大气环境质量呈现上述变化的原因主要是近年市承接国际和国内产业转移,一些高耗能产业进入该区域,同时脱硫除尘设施建设相对滞后。至于它们之间存在的定量关系期待进一步的研究。影响大气环境质量的因素很多,本研究仅选择 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 和 DF 4个主要因子,可能存在一定的偏差。

参考文献:

- [1] 姚焕玫,黄仁涛,蒋文凯. 区域大气环境质量灰关联评价方法探讨[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2005,30(4):326-328.
- [2] 张启义,王文涛. 改进的灰色关联投影法在大气环境质量评价中的应用[J]. 环境工程,2007,25(5):88-90.
- [3] 吴新国,王杰,彭书时,等. 武汉市2001-2005年大气环境质量模糊综合评价[J]. 环境科学与技术, 2007,30(10):58-59.
- [4] 宋鹭,龚为民,宋建生. 大气环境质量的模糊综合评判方法[J]. 上海环境科学,1999,18(1):13-15.
- [5] 豆俊峰,邹振扬. 主成份分析法在大气环境质量综合评价中的应用[J]. 重庆环境科学,2001,23(2):32-33.
- [6] 王晓鹏,曹广超. 基于多元统计的大气环境质量评价模型与应用[J]. 环境工程,2007,25(6):81-85.
- [7] 方楠,张江山. 密切值法与污染损失率法在大气环境质量评价中的综合应用[J]. 环境科学导刊,2007,26(2):64-66.
- [8] 杨晓华,杨志峰,郦建强,等. 大气环境质量综合评价的物元分析法[J]. 环境工程,2003,21(5):69-70.
- [9] 彭馥艳,丁辉,赵源. 基于RBF网络的大气环境质量评价[J]. 水土保持研究,2006,13(5):154-155.
- [10] 李祚泳. 大气环境质量综合评价的集对分析法[J]. 环境科学研究,1998,11(2):31-33.