

# 城市大气自动监测系统监测资料的处理及其应用

范绍佳

陈家宜

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

(北京大学环境科学中心, 北京 100871)

**摘要** 本文讨论城市大气自动监测系统监测资料处理及其应用的某些问题。总结了对数正态分布、指数分布、 $\Gamma$ 分布和 Weibull 分布等分布模型对监测资料分布拟合的适用性及分布模型拟合判别指标。介绍了监测资料在监测时空代表性分析、污染物浓度预报研究方面的应用途径。

**关键词** 大气自动监测系统, 浓度分布模型, 监测资料处理及应用。

城市大气污染监测是开展城市大气环境保护、进行大气环境科学研究的基础。由于大气污染物在大气环境中的分布受污染源排放特征、气象、季节、地形等因素的影响, 大气污染的特点是范围大, 随时间空间而变化。为了准确地掌握城市大气污染状况, 必须在所关心的区域内同时进行多点的连续监测。目前最有效的监测手段是建立城市大气自动监测系统。

1983 年以来, 我国已有 30 个城市先后建立了城市大气自动监测系统, 取得了大量的监测资料。对这些监测资料, 目前的应用仅限于编制监测月报、年报等。如何处理和利用这些监测资料, 是目前亟待解决的问题。本文探讨城市大气自动监测系统监测资料处理及其应用的某些问题, 指出我国开展这方面研究工作的思路。

## 1 监测资料处理的原理

城市大气自动监测系统通常由一个控制中心和若干个子站组成。系统所取得的监测资料, 是系统内位于城市(区域)不同位置(功能区)的各子站对所关心的各种污染物的同步监测值, 每个数值都是某一段时间内的平均值。虽然大气污染物浓度的分布受污染源排放特征、气象、季节、地形等因素的影响, 在时间空间上变化很大, 但这种变化是有一定范围的。因此, 可把污染物浓度监测数据看成是由趋势性分量、周期性分量和随机性分量组成的。通过大量的监测数据, 可以借助概率统计的方法从中归纳出监测数据的基

本特征, 为环境管理、环境科研服务。

在监测资料处理的大量文献中, 普遍使用的统计量是平均值、标准差和频率。基于统计学的原理, Larsen<sup>[1-4]</sup>系统地介绍了一种有关污染物影响、标准和降低排放量相互关系的空气质量数据分析方法, 世界卫生组织<sup>[5]</sup>也提出了全球大气环境监测系统(GEMS)数据的处理方法。这些方法的基本出发点, 是认为监测数据的频率分布和累积频率分布相当充分地描述了已知地点和已知时间周期内某种大气污染物的污染情况。

## 2 污染物浓度的统计分布模型

处理大量监测资料的基本方法, 是用污染物浓度的统计分布模型来描述监测数据的特征, 在过去的 10 多年里, 建立了很多描述污染物浓度分布的统计模型。从早期 Larsen 的研究以来, 对数正态分布模型作为一个通用模型获得了广泛的应用<sup>[6-9]</sup>。一些研究人员也用指数分布<sup>[8-11]</sup>、 $\Gamma$ 分布<sup>[7-10]</sup>和 Weibull 分布<sup>[7-9]</sup>来描述数据的特征。Bencala 和 Seinfeld<sup>[7]</sup>、Georgopoulos 和 Seinfeld<sup>[12]</sup>、Buttazzoni<sup>[13]</sup>、Marani<sup>[14]</sup>、Taylor<sup>[15]</sup>等研究人员对各种分布模型的适用性进行过较深入的对比研究, 综合他们的研究成果可得:

(1) 不存在一个统一的分布模型。污染物浓度数据的分布, 取决于污染物的形态、数据的平均时间、测站的位置等因素;

(2)对数正态分布最适用于颗粒物数据,同时也适用于大部分的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  数据;

(3) $\Gamma$  分布对  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$  数据的适用性最好;

(4)Weibull 分布适用于大部分  $\text{CO}$ 、 $\text{O}_3$  资料;

(5)指数分布适用于极值和点源附近的资料。

上述结果,对正确选择数据的分布模型有一定的意义,但不是绝对的。究竟选择那一种模型最为合适,取决于数据本身的特征和应用的方便。

### 3 对数正态分布模型在监测数据处理中的应用

由于对数正态分布适用于大部分的监测数据,且污染物浓度呈对数正态分布可很容易用风速的近似对数正态分布来解释<sup>[7,16]</sup>,同时对数正态分布很容易用标准的统计方法来处理,因此,对数正态分布在资料处理中得到广泛的应用。

检验数据是否符合对数正态分布,简单而直观的方法是在对数正态概率纸上作累积频率分布图。把浓度资料由小到大排列或按分组列表,然后以超过各种浓度(对数尺度)的累积频率(概率尺度)作图,如果数据服从对数正态分布,则为一条直线。线上累积频率为 50%值的浓度便是几何平均浓度,线的斜率则是几何标准差的度量,后者在数值上等于 84%浓度与 50%浓度的比值。

符合对数正态分布的资料,可用几何平均值和几何标准差这 2 个参量来描述资料的基本特征。对任一组给定的数据,用不同的平均时间平均,它的算术平均值均相等。因此,由算术平均和几何平均、几何标准差的关系式可把各种不同平均时间的平均值联系起来<sup>[6]</sup>:

$$M = M_g \times S_g^{0.5 \ln S_g} \quad (1)$$

式中, $M$  为算术平均值; $M_g$  为几何平均值;

$S_g$  为某特定平均时间的几何标准差; $\ln$  为自然对数。

如果计算出了某平均时间的几何平均值和几何标准差,则任何频率的期望值可由下式计算:

$$c = M_g \times S_g^z \quad (2)$$

式中, $z$  为该频率下的浓度与中值浓度的偏差数。

从上可见,对数正态分布模型的应用是十分方便、也是很有效的。

### 4 监测资料数据分布模型拟合判别指标

用不同的分布模型来描述城市大气自动监测系统的监测资料、模拟污染物的浓度,或用不同的方法来分析同一个问题的数字特征等,是大气自动监测系统监测资料处理常遇到的问题。如何评价这些模型或不同方法的性能,人们建立了很多的判别指标体系。

Bencala 和 Seinfeld<sup>[7]</sup>用平方误差和作为判别分析过不同模型对数据的拟合性。Fox<sup>[17]</sup>从理论上对指标进行过研究,他分析了各种指标的性能和用途。Hayes 和 Moore<sup>[18]</sup>曾分析过 15 种性能指标,Juda<sup>[19]</sup>列举了 18 种指标。他们的研究表明:

(1)不可能用单一的指标来描述模型的性能,而应按问题的性质来选择合适的指标;

(2)指标的选择应尽可能具有通用性,还要便于使用。根据作者结合北京市大气自动监测系统监测资料的分析研究,相关系数和相对误差是一种较优的指标体系。相关系数能描述模拟结果与实测结果的趋势是否一致,相对误差能描述模拟结果与实测结果在数值上的接近程度,同时这两个指标都是无量纲数,具有可比性。这两个指标同时使用,能较好地评价模型的性能。

### 5 监测资料在分析监测时空代表性中的应用

由于大气污染物的浓度变化与污染源的排放特征、气象条件和大气湍流等有关,同样的污染源对某一地区或地点所造成的污染物地面浓度随时间而变化。即使在一个较短的时间内测定几次,可发现不同的时间具有不同的测定值。如何选择合适的采样时间,以获得有代表性的监测结果,是监测实践中的一个现实问题。

Saltzman<sup>[20]</sup>研究过采样平均时间问题,张良璧<sup>[21]</sup>、王爱珍<sup>[22]</sup>也研究过日监测时次的代表性问题,但他们所用的资料较少,得出的结论还需

进一步验证。

测站的空间代表性,从一开始建立大气污染监测系统时就是一个十分引人注目的问题。1937—1939年在英国莱斯特市进行的世界第一次较大范围的大气污染监测时就认识到选择有代表性采样点的重要性。考虑测站代表性的监测布点优化课题至今仍是环境监测界的热门课题。

在大气污染自动监测系统的监测数据中,常存在空间相关性。这种相关性的存在,意味着一个监测点提供了周围地区大气污染的部分资料。利用这个事实,可以分析监测系统各测子站的空间代表性问题。Goldstein等<sup>[23]</sup>、Elsom<sup>[24]</sup>、Handsombe和Elsom<sup>[25]</sup>等人利用空间相关分析分析美国纽约、英国伦敦等城市的大气污染监测网测站的代表性,他们得出的结论认为:利用监测资料,通过空间相关分析,研究测站的空间代表性是可行的。

### 6 监测资料在污染物浓度预报研究中的应用

污染物浓度预报是开展监测的目的之一。从1930年比利时马斯河谷发生空气污染事件以来,世界上还发生了多起空气污染事件,每次事件都造成大批人患病以致死亡。通过这些教训,人们逐渐认识到空气污染的严重性,迫切希望能了解什么时候可能发生污染。当可能发生污染时,人们就可以预先进行污染控制或预防。这促使人们开展城市大气污染的预报研究工作。

针对不同的目的和要求,人们建立了很多的预报模型<sup>[26-29]</sup>。这些模型基本上可分成两大类:一类是统计模型<sup>[26-27]</sup>,另一类是物理模型<sup>[28-29]</sup>。

统计模型是利用大量的历史监测资料,经统计分析而建立起来的。统计模型可用来预报日平均值、日最大值等,但其物理意义是不明确的,难于利用模型来进行污染的控制。

物理模型是基于描述大气污染物扩散行为过程而建立的。物理模型能预报污染物浓度的时

空分布,可用于短期和长期的污染浓度预报。物理模型的物理意义明显,易于控制管理。

从应用的角度看,要对污染物的源排放、扩散规律作深入的调查研究,建立污染物浓度预报的物理模型,然后利用历史监测资料来完善模型。这样建立起来的模型,可达到大气污染浓度预报的业务使用要求。

### 参考文献

- 1 Larsen R. J. Air Pollut. Control Ass. . 1973, **23**:933
- 2 Larsen R. J. Air Pollut. Control Ass. . 1974, **24**:551
- 3 Larsen R. and Heck W. J. Air Pollut. Control Ass. . 1976, **26**: 325—333
- 4 Larsen R. J. Air Pollut. Control Ass. . 1977, **27**:454
- 5 世界卫生组织,中国医学科学院卫生所译. 全球环境监测系统大气监测数据的分析和解释. 1980
- 6 Larsen R. J. Air Pollut. Control Ass. . 1969, **19**:24
- 7 Benca R, Seinfeld J. Atmos. Environ. . 1976, **10**:941
- 8 Berger A, Melice J, Demuth C. Atmos. Environ. . 1982, **16**: 2863
- 9 Holland D, Filz-simons T. Atmos. Environ. . 1982, **16**:10771
- 10 Surman P, Simpson R, Stokoe J. Atmos. Environ. . 1982, **16**: 2609
- 11 Simpson R et al. . Atmos. Environ. . 1984, **18**:1115
- 12 Georgopoulos P, Seinfeld J. Environ. Sei. & Technol. . 1982, **16**: 401A
- 13 Buttazznol J. Air Pollut. Control Ass. . 1986, **36**:1028
- 14 Marani et al. . J. Air Pollut. Control Ass 1986, **36**:1250
- 15 Taylor J et al. . Atmos. Environ. . 1986, **20**:1781
- 16 Knox J, Lange R. J. Air Pollut. Control Ass. . 1974, **24**:48
- 17 Fox D. Bull. Amer. Meteor. Soc. . 1981, **62**:599
- 18 Hayes S, Moore G. Atmos. Environ. . 1986, **20**:1897
- 19 Juda K. Atmos. Environ. . 1986, **20**:2449
- 20 Saltzman B. J. Air Pollut. Control Ass. . 1970, **20**:660
- 21 张良壁. 环境污染分析技术汇编. 第二集,北京:中国建筑工业出版社,1980
- 22 王爱珍,四川环境. 1986, **5**:44
- 23 Goldstein I. Atmos. Environ. . 1979, **13**:421
- 24 Elsom D. Atmos. Environ. . 1978, **12**:1103
- 25 Handsoombe C, Elsom D. Atmos. Environ. . 1982, **16**:1061
- 26 Bolzern P et al. . Atmos. Environ. . 1982, **16**:1899
- 27 Finzi G, Tebaldi G. Atmos. Environ. . 1982, **16**:2055
- 28 Giffod F, Hanna S. Atmos. Environ. . 1973, **7**:131
- 29 Hameed S. Atmos. Environ. . 1974, **8**:555

# Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

1. 0—50 $\mu\text{g S}^2/\text{ml}$ .

**Key words:** sulfide, standard solution, solution preparation method, solution stability.

**Persistence and Biodegradation of Polyolefine Plastic Films and Phthalate Esters in the Environment.** Wu Jiemin (Dept. of Environmental Science, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 77—80

The persistence and damage to crops of polyolefine plastic films and phthalate esters used as a plasticizer in farm lands were described. The characteristics of biodegradation of these organic compounds and the corresponding informations were summarized, and some effective measures which may be taken to reduce and eliminate the load of these pollutants also were proposed.

**Key words:** polyolefine plastic films, phthalate esters, characteristics of biodegradation.

**Biodegradation of Surfactants in the Environment.**

Guan Jingqu and Li Jisheng (Dept. of Chemistry, Shandong Normal University, Jinan 250014); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 81—85

The influence of surfactants on the environment was reviewed and the testing methods and kinetics for surfactant biodegradation were discussed. It was found that the microbial activity and exposure condition would affect the biodegradability of surfactants. Type, extent of branching, and number of carbon atom of the hydrophobes and the number of EO and PO units would also affect the biodegradation of surfactant. A complex system of different surfactants could be easily degraded.

**Key words:** biodegradation, surfactants, environment.

**Data Processing and Application of the Automatic**

**Air Quality Monitoring System.** Fan Shaojia et al. (Dept of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 150275); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 86—88

This study deals with data process and applications of the Automatic Air Quality Monitoring System. An assessment of the models which goodness-of-fit among lognormal, exponential, gamma and Weibull distribution is presented. A concluding survey of data applications in representative analysis and prediction of air pollution is made.

**Key words:** the Automatic Air Quality Monitoring System, distribution models, data processing and application.

**Geotechnical Engineering and the Environment.** Zheng Junjie et al. (Wuhan Foundation Engineering Center, Wuhan 430071); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 89—91

The relationship between geotechnical engineering and the environment was discussed. At first the problem how to protect the environment using geotechnical processes was discussed in three aspects: (1) making the use of waste materials; (2) landfilling solid wastes and; (3) preventing natural calamities. Then the bad effects that geotechnical engineering imposes on the environment were reviewed in the following four aspects: (1) deformation of surrounding buildings; (2) vibration; (3) noise and; (4) chemical pollution. At the same time, some ways of reducing these bad effects were put forward. Finally, the restrictions that the environment exerted on geotechnical engineering were also discussed.

**Key words:** geotechnical engineering, environment.