

应用相关性分析大气飘尘中铜、铅浓度的初步研究

高 小 玲

(北京市环境监测中心)

在自然界与工业排放的大气飘尘中,各种各样的无机物、有机物、金属颗粒物对人体的危害越来越被人们所重视。本文介绍应用相关性分析大气飘尘中铜、铅浓度所做的初步研究,提出利用风速、飘尘重量分析飘尘中铜含量的可能性和铅的不可能性,指出采样方式、分析手段对数据处理的影响,并提出有待今后进一步探讨的问题。

一、大气飘尘中铜、铅与诸因素相关性

大气飘尘中的铅和铜对人体危害很大,铅中毒可以引起神经炎、肌肉痛、血压降低、心动过缓等,严重时会造成死亡。铜中毒可以引起肌肉痉挛、肌群麻痹及全身疼痛,对于这些危害性较大的金属,应进行应急的和长期的监测工作。最理想的情况是以最小的工作量换取最大量的可靠数据,即利用对数据的合理分析找出相关因素的方法,为环境质量的评价和污染预报提供可信的依据。

大气飘尘中铅与铜与什么相关、与什么不相关我们分别做了飘尘重量、大气能见度、风速这三种因素的比较。

1. 大气飘尘中铅与飘尘重量以及气象条件诸因素的相关分析

1980年1—2月,我们在本市天安门广场毛主席纪念堂南门用PW-9790型 β 飘尘仪(荷兰飞利浦公司制)进行了为期一个月、每日24小时的连续采样。然后每四天为一个周期,从中选择七天的测定数据,并从西郊机场气象台取得了与这七天相应的气象数据,进行了数据相关分析。铅的相关分析是建立

在约560个数据之上,铜建立在约600个数据之上。要提及的是:大气能见度不是仪器记录值,而是目测值,因此误差较大;其次,大气能见度受多种因素影响,究竟什么是主要影响因素,很难说清,所以经过初步比较后,我们去掉了这个因素。

对诸因素做图(参见图1),从图可以看出全天24小时中,铅浓度的最高峰出现在20—22点,一直延续到清晨4点左右,这段时间是北京市允许大型机动车进入市区的时间。由此可以看出该区飘尘中铅的浓度的高低除了受工业污染源的影响外,主要受汽车尾气的影响。最初我们认为铅只与交通流量、汽车尾气的排放量及汽油的成分有关^[2]。经进一步调查,发现汽车的流量高峰值并不固定地出现在夜间,有时白天比夜间更大。于是我们扩大了调查范围,发现不仅铅有此现象,其他污染物如CO等,也有类似现象。这种略带普遍性的现象是由于不同的气象条件下逆温层的厚度和强度不同而造成的。逆温层的厚度和强度是导致污染物不易扩散、污染浓度升高的主要原因之一。由此看来,铅污

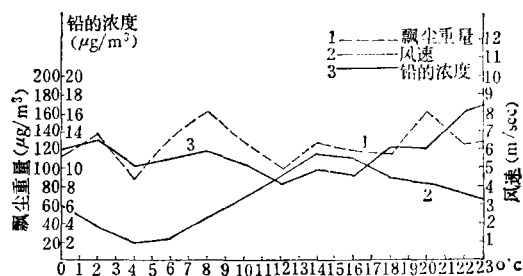


图1 铅与飘尘重量、风速相比较曲线图

染主要是来源于汽车尾气,但是决定铅污染浓度高低的却是逆温层的厚度和强度等因素。

从图 1 中飘尘重量曲线得出这一地区飘尘的主要来源是民用燃料(这是居民做饭时间,又是两个逆温出现的时间)。最后通过数据处理得出铅的浓度与飘尘重量、风速无显著性相关。对这一地区铅污染来源的调查及铅污染程度的分析,为该地区今后的监测方式和污染控制方式提供了依据。

2. 铜与飘尘重量及风速的相关性分析

采样地点、方法同前,图形与数据分析结果表明,铜与飘尘重量、风速的倒数显著性相关(参见图 2)。铜与飘尘重量的相关系数为

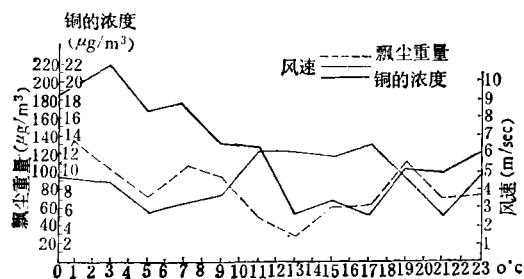


图 2 铜与飘尘重量、风速相比较曲线图

0.779, 其线性方程为:

$$y = 0.0012x + 0.0054 \quad (1)$$

式中, x ——飘尘重量, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

y ——铜的含量, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

铜与风速的倒数的相关系数为 0.833, 其线性方程为:

$$y = 0.41x + 0.089 \quad (2)$$

式中, x ——风速的倒数, 秒/ m ;

y ——铜的含量, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

利用以上两个公式通过每日的风速或在该点运行的 β 射线飘尘仪所记录的飘尘重量推测出天安门广场区域飘尘中铜的含量。下面是于同年四月在距天安门广场十公里处, 应用公式 (1) 计算的铜污染数据与实测数据的比较。因为与气象因素相关的系数随距离

的延长而衰减, 铜与风速倒数的相关数据的相对误差几乎都在 50% 左右, 故略去此组数据。结果见表 1。

表 1

公式(1)计算值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	实测数据值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	绝对误差	相对误差(%)
0.15	0.18	0.03	18.0
0.12	0.09	0.03	28.6
0.10	0.13	0.03	26.1
0.08	0.06	0.02	28.6
0.06	0.08	0.02	28.6
0.12	0.11	0.01	8.9
0.15	0.11	0.04	30.8
0.08	0.06	0.02	28.6
0.04	0.03	0.01	28.6
0.06	0.04	0.02	40.0

二、对采样方式和分析手段的要求

为了得到可靠数据, 整个分析过程包括采样及数据处理, 都应按严格要求进行。采样地点的选择, 对于不同目的要选择不同类型的采样地点。为了摸清某地区的污染情况, 一般可根据该地区地形特点、气象条件、工业布局、居民点密度等, 设点进行监测。例如测大气飘尘中的铅, 就可以根据不同的交通流量, 在几个交通要道附近设点。样品必须周期性采集, 这样所得的数据才具有较好的代表性, 因为没有系统的时间变异, 就会得出假系数^[5]。在选择周期时应注意略去带有特殊性的值, 例如在一个星期中要避免周末期间出现的浓度偏高或偏低的特殊情况, 应在星期二至星期五之间选择采样日期。各季度都有不同的污染特点, 如冬季的相关关系不能代替夏季的相关关系。至于采样时间可以选择 12 小时、24 小时乃至 72 小时, 根据具体实验情况而定。

分析方法要求经典可靠。在采用不为人们所熟悉的新方法时, 应将此方法与经典方法做对照。本文的分析数据, 均出自于环炉分析法, 在分析过程中分别在大批铅和铜样品中任取 20 个样品, 与原子吸收法做对照

表 2 测定飘尘中铜含量对照实验数据

数据 编号	环炉法 测定值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	原子吸收 法测定值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	绝对误差	相对误差 (%)
1	2.8	2.4	0.40	15.4
2	16.0	13.0	3.0	20.7
3	6.0	4.4	1.6	30.8
4	12.0	13.1	1.1	8.8
5	14.7	16.1	1.4	9.1
6	9.2	7.3	1.9	23.3
7	7.2	6.2	1.0	15.2
8	10.4	11.6	1.2	10.9
9	44.0	37.4	6.6	16.2
10	42.0	50.8	8.8	19.0

实验。测定出的结果相对误差基本小于 20%，参见表 2（该表只列出其中 10 个数据）。

数据处理所用的计算相关系数的公式是：

$$r_{y \cdot x} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}}$$

经过 F 检验，判断其显著性相关，再应用以下两式：

$$\begin{cases} b = \frac{\sum xy - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \\ a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n} \end{cases}$$

然后写出它们之间的线性表达式：

$$y = bx + a$$

三、小 结

近几年来国外对相关分析很重视，相关分析应用广泛，比如在城区污染预报时几十个监测点统一采样，统一进行样品分析和数据处理，只通过一点就可得到一系列点的相关系数。若这些数据间具有线性关系，这一系列相关系数就可作为建立一个相关区域的数据。在此区域内，用一个参照点的数据可推测出该区域内任意一点日污染浓度，故相关分析也可用于建立最佳监测网点。

相关分析与正交设计相结合，通过对共同影响一个变量的诸变量进行分析，找出主要影响并加以控制，则可在污染治理上收到少投资多办事的效果。总之，相关分析在环境污染方面的应用必然越来越被人们所重视。

参 考 文 献

- [1] Weisz, H., *Mikroanalysis by the Ring Oven Technique*, 2nd Edition, Pergamon Press, (1970).
- [2] Oconnor, B. H. et al., *Atmos. Environ.*, 11 (7), 635 (1977).
- [3] Elson, D. M., *Atmos. Environ.*, 12 (5), 1103 (1978).

《声学进展》启事

本刊为综合性声学科技刊物，报道我国和世界各国与声学有关的新成果、新技术、新应用、新工艺与新材料；评述声学技术在工业、农业、军工、教育、科学文化、交通运输、医药卫生、海洋开发、环境保护等方面的应用。刊载内容包括：水声学、超声学（包括超声检测、超声加工处理、医学超声、声表面波技术、微波超声等）、噪声控制、高声强、语言声学、建筑声学、电声学、心理声学、音乐声学等。

《声学进展》自 1982 年起由福建科学技术出版社出版，向国内外发行。欢迎广大读者投稿、订阅和刊登广告业务。需要订阅的读者，请向福州市福建省新华书店联系预订，每期定价四角八分，季刊，64 页，全年订费一元九角二分。银行帐号：中国人民银行福州支行 651018。编辑部地址：北京市 2712 信箱《声学进展》编辑部。