

不同气象条件下大气中气态污染物 浓度值的相互关系*

黄 宁 萱

(沙市市环境监测站)

一、一个常见的问题

在环境质量的研究中,常常有将污染物的年平均浓度值进行比较的问题,从比较中直接得出某种污染物对环境污染的轻重变化。

例,沙市市近两年大气中 SO_2 浓度的日平均值统计如下表:

表 1 沙市市近两年大气中 SO_2 浓度日平均值
统计表 单位: mg/m^3

年 份	月 份	冬 (1月)	春 (4月)	夏 (7月)	秋 (10月)	年平均
1981 年		0.104	0.034	0.088	0.065	0.073
1982 年		0.063	0.100	0.060	0.102	0.081

根据表中 SO_2 浓度的全年日平均值的比较,得出结论:沙市市 1982 年大气中 SO_2 浓度值高于 1981 年,亦即 1982 年 SO_2 对大气的污染重于 1981 年。

上述这种通过比较进行的方法是较简单的分析方法,其结论欠周密。比较,必须在影响因素的素质相同或近似时进行,即条件相同或近似时才有可比性。如果这两年沙市市的气象条件相同或近似,那么年日均浓度值的差异才有可能为排放源污染的轻、重所致。而实际上,监测时的气象条件和排放源排放的情况,就是在同一监测期的五天中都是有所差异的,而在不同监测期之间的差别就更大。这样,年日平均浓度值要进行比较的话,

就必须换算在相同(或相近似)的气象条件下的浓度值,而后进行比较分析,得出较为周密的结论。

二、监测简况

沙市市位于长江中游的荆江河段北岸,城区沿江呈带状分布,宽约 3 公里,长约 10.5 公里,带状线性方向为 ESE—WNW,人口稠密的城区位于北纬 $30^\circ 18.5'$ 、东经 $112^\circ 15'$,全市范围内地势平坦。

在市区 32 平方公里范围内,1980 年 7 月至 1981 年元月的三期大气监测时设监测点 21 个,其中对照点 1 个,平均 1.6 平方公里一个监测点;1981 年 4 月至 1982 年 10 月的 7 期大气监测时设监测点 7 个,其中对照点 1 个,平均 5.3 平方公里一个监测点。监测点在均匀布点的同时兼顾功能区的代表性,监测点在城区带状范围中呈锯齿形分布。

监测周期:每年的 1 月、4 月、7 月、10 月进行大气监测,每期连续五天,每天采样四次,1982 年 4 月份以前每天的采样时间是:1 时、7 时、13 时、19 时,从 1982 年 4 月份起,采样时间是:7 时、11 时、15 时、19 时。

采样和分析方法按文献 [1] 进行。

气象条件采用荆州气象台观测资料,该台位置:北纬 $30^\circ 24'$,东经 $112^\circ 05'$ 。

* 沙市环境监测站全体人员参加各大气监测期的采样和分析。

三、监测结果的分析

本文采用本市 1980 年 7 月至 1982 年 10 月的 10 期大气监测的 50 天中,各监测点所测得的 SO_2 和 NO_x 浓度值,按采样时间统计全市平均浓度值。假定在同一监测期的连续五天中排放源的排放量是相对稳定的,那么,各采样时间全市平均浓度值的差异可视为由各种气象条件不同而所致。

本文选择对污染物浓度影响较大的因素:风速、垂直气温梯度、降雨来进行比较分析。

1. 风速

风速是大气污染物空间分布的主要影响因素之一。风速愈大,输送愈快。如果其它条件相似,则污染物的浓度被风稀释得也愈快。下风向的任何一点上的污染物浓度值与风速成反比,但其比例不是均匀的,当风速超过 3 米/秒时,污染物的浓度急骤下降,而当风速继续增大到一定程度后,其稀释作用的变化就不明显,此时污染物的浓度变化亦不大了。

为了利用地面常规气象观测中的风速资料,本文在进行监测数据处理时,按风速为 0—1.0、1.1—2.0、2.1—3.0、3.1—4.0、4.1—5.0 米/秒进行分级。

上面所述的在其它条件相近时下风向任何一点上的污染物浓度值与风速成反比的关系,本文以风速系数 α_u 表示。

某风速时的风速系数

$$\alpha_u = \frac{\text{某风速时污染物浓度值}}{0-1.0 \text{ 米/秒风速时污染物浓度值}}$$

2. 垂直气温梯度

由于: (1) 大气监测时采样器距地面 1.5 米,监测的是人群呼吸带范围的大气中污染物浓度的情况; (2) 为了利用当地气象台距地面 2 米的百叶箱中所观测到的地面常规气温资料,本文采用下式来表示近地面 2 米的大气层结的垂直气温梯度,即

$$\frac{\Delta T}{\Delta z} = \frac{T_2 - T_0}{2}$$

式中, T_2 是距地面 2 米处气温; T_0 是零厘米处地温; Δz 是垂直高度差,此处为 2 米。

$\frac{\Delta T}{\Delta z}$ 的数值可以用来判断我们所监测的近地面 2 米的大气的稳定状态。大气层结稳定情况对污染物浓度的控制不是均匀的,当 ΔT 值大到一定数值或 ΔT 为负值而小到一定数值后,污染物浓度的变化就不明显。本文将 $\frac{\Delta T}{\Delta z}$ 值按小于 -1.7、-1.7—-1.0、-1.0—-0.5、-0.5—1.0、1.0—1.5、大于 1.5 度/米进行分级。

本文用垂直气温梯度系数表示在其它条件相似时大气中污染物浓度值随大气稳定度增加而上升的关系。将某垂直气温梯度时污染物浓度值与垂直气温梯度大于 1.5 度/米时污染物浓度的比值称为垂直气温梯度系数,即

$$\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}} = \frac{\text{某垂直气温梯度时污染物浓度值}}{\frac{\Delta T}{\Delta z} \text{ 大于 } 1.5 \text{ 度/米时污染物浓度值}}$$

3. 降雨

应当指出,常规大气监测是应该避免有降雨的。但在连续监测的五天中,有时很难能预测到第四天或第五天的降雨,特别是在南方雨季时。本文从本市监测的实际情况出发,初步分析了降雨时间对大气中污染物浓度的影响。

一般认为降雨使大气中污染物的浓度随降雨时间作指数衰减。当然,降雨的影响还与其强度有关,但因在本文统计的 10 期大气监测中没有强度大的降雨,故无法分析降水强度的影响,仅将降雨时间按 1 以下、1—5、5.1—10、10 以上(小时/天)进行分级。如同前面所述的 α_u 和 $\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}}$ 两个系数一样,此处用降雨时间系数 γ_{RD} 来表示大气中污染物浓度值随降雨时间延长而下降的关系。

按上述 3 项气象因素分级, 在同一监测期 (为避免不同监测期之间排放源排放量不同所造成的影响) 中, 将 $\frac{\Delta T}{\Delta z}$ 、风向、湿度相同 (或同级相近) 而风速不同时污染物 (SO_2 和 NO_x) 浓度值按风速分级归纳, 在进行统计的 50 天里有 73 组可对比的数据, 其中有 53 组 (为可对比组数的 72.6%) 符合随风速增大而污染物浓度下降的关系, 从这 53 组可对比数据中统计出风速系数如表 2:

表 2 1980 年 7 月至 1982 年 10 月沙市城区风速系数

风速 $u(\text{m/s})$		0—1.0	1.1—2.0	2.1—3.0	3.1—4.0	4.1—5.0
α_u	统计值	0.98	0.79	0.63	0.32	0.24
	近似值	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2

这个结果与唐文天同志从一个实验监测点求得的 1980 年 12 个月中沙市地区的风速系数相似^[2]。

表 3 1980 年 7 月至 1982 年 10 月沙市城区垂直气温梯度系数

垂直气温梯度 ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) $\frac{\Delta T}{\Delta z}$		$\frac{\Delta T}{\Delta z} \leq -1.7$	$-1.7 < \frac{\Delta T}{\Delta z} \leq -1$	$-1 < \frac{\Delta T}{\Delta z} \leq -0.5$	$-0.5 < \frac{\Delta T}{\Delta z} \leq 1$	$1 < \frac{\Delta T}{\Delta z} \leq 1.5$	$1.5 < \frac{\Delta T}{\Delta z}$
$\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}}$	统计值	0.28	0.60	0.70	0.79	0.92	1.0
	近似值	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

此外, 78 组可对比的数据中的 22 组之所以不符合浓度值与垂直气温梯度之间的正常关系, 主要也是由于排放源的变动较大所造成的。

根据所得垂直气温梯度系数, 也可以象风速变换一样, 将不同垂直气温梯度下污染物浓度值换算到在 $1.5 < \frac{\Delta T}{\Delta z}$ (度/米) 时的浓度值。

在统计的 10 期大气监测中, SO_2 污染物在 4 期内有可对比的降雨时间与污染物的日平均浓度值的关系, 在将同一监测期中的气象条件进行变换, 风速统一在 0—1.0 米/秒,

此外, 在 73 组可对比的风速与污染物浓度关系的数据中, 有 20 组的污染物浓度是随风速增大而上升, 这主要是由于在对比组中的两个时刻里排放源变动较大。

根据风速系数, 就可以将各种风速时污染物浓度值进行风速变换, 即将所测浓度值除以该时的风速系数, 便是换算到在风速为 0—1.0 米/秒时污染物的浓度值。

同样, 在同一监测期中, 将风向、风速 (可以由风速系数进行变换)、湿度相同或相似, 而垂直气温梯度 $\frac{\Delta T}{\Delta z}$ 不同时的污染物 (SO_2 和 NO_x) 浓度值按 $\frac{\Delta T}{\Delta z}$ 分级归纳统计, 在这 50 天里, 有 78 组可对比数据, 其中 56 组 (为可对比组数的 71.8%) 符合随 $\frac{\Delta T}{\Delta z}$ 减小而污染物浓度值下降的关系, 从中统计出垂直气温梯度系数如表 3:

垂直气温梯度统一在 1.5 (度/米) $< \frac{\Delta T}{\Delta z}$ 后, 统计出降雨时间系数如表 4:

表 4 1980 年 7 月至 1982 年 10 月沙市监测期中降雨系数

降雨时间 (h/day)		1.0 以下	1.0—5.0	5.1—10	10 以上
γ_{RD}	统计值	1.0	0.96	0.74	0.54
	近似值	1.0	0.95	0.75	0.55

如是, 也可以象风速和垂直气温梯度的变换一样, 将不同降雨时间下的污染物日浓度值变换成无降雨时的日浓度值。

在变换时应注意的是三个气象系数之间的相互关系,从统计的 50 天中的数据来看,在一般的正常情况下这三个系数是互不影响或影响极小的,而在强烈的条件下则相互影响。如,当风速超过 4 米/秒时,即 $\alpha_u = 0.2$ 时, $\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}}$ 几乎不起作用。这是因为风速超过 4 米/秒时,风对污染物的稀释起主要作用,垂直气温梯度对污染物浓度已失去控制作用。

由上述三个气象系数: α_u (风速系数)、 $\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}}$ (垂直气温梯度系数)和 γ_{RD} (降雨时间系数)可以将各期大气监测中每天的污染物

日平均浓度值换算成在气象系数均为 1 的情况下的日平均浓度值,进而计算每一监测期和全年的日平均浓度值。此时,日平均浓度值的差异,则是在气象条件相同的情况下的差异,即可视为由排放源排放量的变化而引起的差异,由此,即可得到污染轻重变化的正确结论。

四、系数变换的应用

应用上述三个系数将沙市市 1981 年和 1982 年共八期监测的 SO_2 日平均浓度值换算为气象系数均为 1 时的浓度值,和由此平均而得的年日平均浓度值,结果表 5:

表 5 1981 年和 1982 年沙市市大气监测 SO_2 浓度与换算后浓度值(单位: mg/m^3)

年 份 \ 月 份	冬(1月)		春(4月)		夏(7月)		秋(10月)		全年日平均值	
	实测	换算	实测	换算	实测	换算	实测	换算	实测	换算
1981 年	0.104	0.249	0.034	0.126	0.088	0.227	0.065	0.121	0.073	0.181
1982 年	0.063	0.111	0.100	0.161	0.060	0.262	0.102	0.174	0.081	0.177

表 6 1981 年和 1982 年沙市市大气监测 NO_x 浓度与换算后浓度值(单位: mg/m^3)

年 份 \ 月 份	冬(1月)		春(4月)		夏(7月)		秋(10月)		全年日平均值	
	实测	换算	实测	换算	实测	换算	实测	换算	实测	换算
1981 年	0.031	0.075	0.026	0.097	0.015	0.034	0.029	0.052	0.025	0.064
1982 年	0.026	0.045	0.025	0.043	0.016	0.077	0.005	0.008	0.018	0.043

同样,亦可得出 NO_x 的年日平均浓度值,结果表 6:

从 SO_2 浓度值的表 5 中可见,经气象系数换算后,即化为相同气象条件下的 SO_2 年日平均浓度值时,1982 年其值为 0.177 毫克/米³,略低于 1981 年的 0.181 毫克/米³。这表明,综合两年各自 4 期监测结果,排放源的污染略有减轻或变化不大。之所以造成 1982 年实际监测值高于 1981 年,则是由于 1981 年监测的 4 期中的气象条件有利于污染物的扩散和被雨水清洗,而 1982 年的情况对污染物浓度的减少略为不利。

从 NO_x 浓度值的表 6 中明显可见,1982

年实际监测值低于 1981 年,其主要原因是排放源排放量减少,可由此作结论:沙市城区 NO_x 对大气的污染 1982 年比 1981 年有所减轻。

五、结 语

1. 本文尝试用当地气象台(站)所观测到的一般气象资料对两年半沙市市大气监测数据进行对应分析,寻找气象条件与污染物浓度值的关系,提出三个主要气象系数:风速系数 α_u 、垂直气温梯度系数 $\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}}$ 和降雨时间系数 γ_{RD} 。

2. 利用 α_u 、 $\beta_{\frac{\Delta T}{\Delta z}}$ 和 γ_{RD} ,可将不同气象

条件下污染物浓度值换算成相同气象条件,如风速为 0—1.0 米/秒、 $\frac{\Delta T}{\Delta z} > 1.5$ 度/米、降雨时间为零的条件下的浓度值,进行比较,此时浓度值的差异则是气象条件相同(或近似)情况下的浓度值差异,可视为是排放源污染轻重的变化。

3. 还可以用这三个系数配合其它模式进行环境中大气污染的预测预报,以及进行环境容量等问题的研究。

4. 三个系数相互间的影响,特别是在强烈的气象条件下的相互影响有待进一步探

求。

5. 三个系数本身还待长期监测而进一步验证和完善,特别是 r_{RD} 在本文中只是在对比组数较少的情况下统计的,更须进行深入研究。

参 考 文 献

- [1] 大气监测检验方法编写组,大气监测检验方法,人民卫生出版社,1979 年。
- [2] 唐文天,环境科学,3(6),11(1982)。
- [3] 王润鹿等,实用污染气象学,气象出版社,1981 年 11 月。

新除草剂——草甘膦的毒性研究*

朱延韦 蒋宪瑶 覃国芳

(贵阳医学院)

草甘膦化学名为 N-膦羧甲基甘氨酸,分子式为 $(OH)_2P(O)CH_2NHCH_2COOH$, 是一种内吸传导广谱性芽后除草剂。具有高效、低毒、低残留、对环境无不良影响等优点。贵州省化工研究所 1979 年按亚磷酸二乙酯路线合成,药效试验对除灭水稻、小麦、蔬菜等的杂草效果良好,对经济作物如茶、桐、橡胶等,其除草效果更好。1980 年起,用该所提供的试样,作了系统的毒性试验。

一、急性毒性试验

1. 急性经口 LD_{50} 的测定

药物为草甘膦纯品,白色粉末,实验时用精制淀粉配成不同浓度的混悬液。动物为健康成年大、小白鼠(体重:小鼠 18—22 克,大鼠 180—220 克)。分成不同的剂量组,一次灌胃给药,观察两周。根据动物死亡数,用寇氏法及机率单位绘图法求得 LD_{50} : 雄小鼠为

4380 毫克/公斤,雌小鼠为 4300 毫克/公斤,雌大鼠为 4058 毫克/公斤。与国内外报道数字相近,属低毒类农药。

2. 经皮毒性试验

用 5 只成年雄大鼠(体重 180—220 克),实验前 24 小时腹部剪毛,面积 4×2 厘米,用 8% 草甘膦工业品涂擦在去毛皮肤上,6 小时后用自来水冲洗干净,观察两周。结果未发现皮肤有任何刺激反应,也无全身中毒症状。

3. 粘膜刺激试验

成年家兔,体重 2.5 公斤,左眼滴 8% 工业品一滴,右眼作对照,滴药后 4 小时内每半小时观察一次,以后 8、12、24、72 小时各观察一次。结果,除滴药 4 小时内有轻度羞明外,结合膜、角膜均无刺激症状,瞳孔无改变。

* 参加本工作的还有蒙顺松、张爱华、葛庆华、姜伟蓉、许庭良、梁文妹等同志。