

城市空气污染天气统计 短期预报方法

近几年,苏联许多城市普遍采用空气污染天气统计预报方法制作城市空气污染短期预报。

开展此类预报是很有必要的。因为通过预报,使我们有可能对城市空气中的污染状况作出总的估计,以便估计污染的危险程度,从而采取措施防止污染。同时,有必要对每一种污染物造成的空气污染进行定量预报。

目前,根据大气扩散模式,计算点源污染浓度的方法研究得比较多。但此类计算方法局限在有限的点源范围内使用,且密切依赖于污染源参数及排放物资料的准确性。上述资料,目前在大城市条件下还得不到。大气扩散与湍流参数的不可预报性,是目前这方法中不可克服的困难。

鉴于高浓度污染与气象条件之间存在相当密切的关系,因而有可能从气象角度来解决空气污染定量预报的问题。最近,有人尝试根据预报的气象参数,对某些污染物造成的空气污染进行数量评定。由于在选择预报指标时未考虑某些有代表性大气状况(近地面和抬升逆温,无逆温和混合层)下的近地层污染物积聚和消散机制的特征,所以这些气象参数的准确性还不够高。

空气污染气象预报基于以下假设,即生产条件的准不变性。对于工作稳定源排出的污染物是有可能达到的。对大部具有分散源的城市来说,这些污染物可包括 SO_2 、 NO_2 、部分CO和尘埃。这里仅对 SO_2 和 NO_2 进行研究。

作为每一种污染物浓度的数量指标,提出了下列参数:

$$Q = \frac{1}{nq_i} \sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

式中 q_i 是每次测量的污染物浓度, q_i 是季或半年平均浓度值, n 是预报期限(全日或半日)内的监测次数。

将每一个单独的浓度值按季或年平均值作标准化处理,可使参数 Q 变成一个普遍适用的参数,它与不同城市、不同季节的污染水平差异无关,而与气象条件有密切关系。由表1资料可知,参数 Q 值频

率分布接近于正态。这就证明了上面提出的参数特征。对提出的任务按以下区间: $Q \leq 0.5$; $0.6 \leq Q < 1.0$; $1.0 \leq Q < 1.5$; $Q \geq 1.5$ 进行研究。

为了排除或减少由于污染源的工艺过程和工作状况引起短期空气污染波动的影响,可按整个城市或个别大区2—3个观测时的观测资料,将参数 Q 进行平均。至于对控制排放而引起污染物浓度的明显

表1 参数 Q 频率分布(%)

污染物	参 数 等 级			
	$Q \leq 0.5$	$0.6 \leq Q < 1.0$	$1.0 \leq Q < 1.5$	$Q \geq 1.5$
尘埃	14	39	31	16
SO_2	9	39	34	18
NO_2	12	38	32	18
CO	8	45	37	10

变化,可采用将当天污染值纳入模式的方法来计算。

本工作是根据1973—1975年乌克兰地区具有分散源和不同大气污染水平的两个城市的观测资料完成的。另一重要特点是,计算气象参数时使用了该城市范围内的高空和飞机探测资料。

冬半年(10—4月)部分污染物 定量空气污染预报图

由于不同源(低或高的,冷或热的)排出的污染物在近地层内扩散和积聚机制差异,依赖于近地层内大气的稳定状况,因此在选择预报因子绘制预报图时,需要考虑每一种大气状况的特征(近地逆温、抬升逆温和无逆温状况)。

通过对空气污染参数和气象参数多因子的相关分析,引用了图解逐步回归法。为了确定 Q 值,共用了三张预报图即两张一级近似图与最终结果图。根据诸预报因子在上述三种大气状况下形成近地层各种水平空气污染中的作用,对其进行了分组。其中第一个图考虑了与污染参数有最密切相关的两个气象参数;第二个图考虑了污染惰性参数,在最终结

果图上,则研究了 Q 与根据上两个图得出的 Q 值之间的关系。

根据第一个图(图 1a),可看出与某些预报因子的相关,这些预报因子能表征由低的冷排放源排放而在近地层形成最高空气污染的条件,即 2 米与 0.5 公里高度温差 ($\Delta T_{2-0.5}$) 和近地层风向标高度风速 ($V_{0.5}$)。此二参数上半日是根据 9 时资料计算,下半日则根据 15 时资料计算。保证率为 67—75%。

上面所提出相关特征,反映了已知概念,即当空气停滞和近地层大气稳定同时出现的情况下,由低源造成空气污染最为严重。

第二个图(1b)为参数 Q 与前半日的风向标高度风速和前一日的参数 $Q(Q_{n-1})$ 的相关,这些参数是用于考虑空气污染惯性。制作上半日预报时,用前一日 21 时的风速;制作下半日预报时,则根据该

日 3 时的风速资料。制作上半日和下半日预报时,预报因子 Q_{n-1} 均根据前一天的后半日 15 时、18 时、21 时的观测资料计算,其保证率高一些,约为 67—83%。

根据图 1a 与 b 图计算出的参数 $Q(\Delta T_{2-0.5}, V_{0.5})$ 和 $Q(Q_{n-1}, np)$ 绘制了最终结果图(图 1c),此图用来最后计算 Q 的预报值。其保证率比较高,为 75—90%。

对 SO_2 绘成上述图,也同样具有类似保证率,即,第一个图为 67—68%,第二个图为 71—79%,最终结果图为 80—89%。

在很大程度上,抬升逆温影响着近地层内由于高的热排放源排放而形成的空气污染变化。为了考虑这种大气状况,在绘制类似预报图时,适当地用近地 0.5 公里高度风速 ($V_{0.5}$) 代替风向标高度风速。相关图具有(2)式形式。

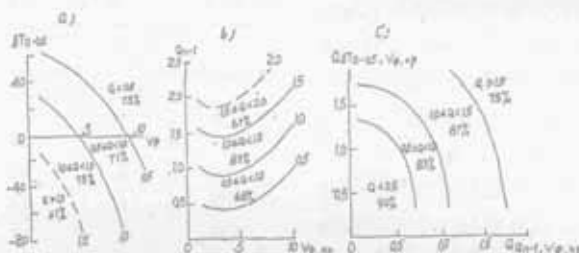


图 1 半冬(10—4月)近地层逆温情况下计算二氧化氮参数 Q 的逐次多重回归图。图中a,b分别为第一、二个一级近似图,c 为最终结果图。(np 代表前期)

$$\left. \begin{array}{l} \Delta T_{2-0.5} \\ V_{0.5} \end{array} \right\} Q(\Delta T_{2-0.5}; V_{0.5}) \left\} Q \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_{n-1} \\ V_{0.5np} \end{array} \right\} Q(Q_{n-1}; V_{0.5np})$$

NO_2 的第一个图保证率为 61—71%,第二个图为 67—83%,最终结果图为 67—82%; SO_2 的保证率分别为,67—75%,67—86%,80—89%。

在无逆温情况下建立空气污染预报相关时,使用同存在抬升逆温时一样的气象参数作为预报因子,但温差取 2 米与 1.5 公里高度温差 ($\Delta T_{2-1.5}$) 即:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta T_{2-1.5} \\ V_{1.5} \end{array} \right\} Q(\Delta T_{2-1.5}; V_{1.5}) \left\} Q \quad (3)$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_{n-1} \\ V_{1.5np} \end{array} \right\} Q(Q_{n-1}; V_{1.5np})$$

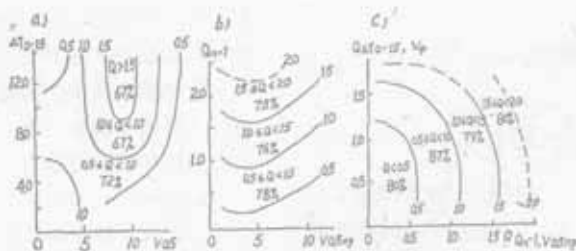


图 2 冬半年无逆温情况下二氧化氮参数 Q 值的逐次多重回归图。(注解见图 1)。

NO_2 的第一个图保证率为 67—86%,第二个图为 75—78%,最终结果图为 79—87%; SO_2 的保证率分别为,64—71%,70—80%,75—85%。

从图 2 可见,这里的相关特征表现为另一样。污染浓度随着风速增大而增加,当风速在 8—10 米/秒之间时,浓度达最高,然后逐渐减小。只有当大气

层结比较稳定 ($\Delta T_{0-1,2} \leq 6$, $r < 0.2^\circ/100\text{ M}$) 情况下,才出现与图 1 相类似的情况,即浓度随着风速增大而减小。

空气污染预报方法的实际应用 说明及试验结果

И.Н.Пономаренко 等人认为,在具有分散源的城市区域内,大气污染综合指标 Q 与气象参数的相关规律性和特点是一致的。因此有可能使用它们制作城市综合或某个地区的空气污染预报。

由于城市污染源分布和微气候特征以及地形条件等的差异,从而造成地区间污染程度的不同。因此,为了制作局地空气污染预报,可将城市依污染程度划分为若干区。例如基辅市,即根据上述条件,以及空气污染监测站点网的分布特点,分为 8 个区。这些区计算出的参数 Q 彼此不同,与市本底值也不一样。

使用上述方法解决局部空气污染预报问题是基于对以下两点的考虑。一是 Q 的初始值;二是与供制定参数的变化。在具有分散源的城市利用每个区的观测资料,用上述方法进行局部空气污染预报时,每区的观测点至少不少于 2—3 个。

为了使预报的鉴定接近以往规定的计算参数 Q 的条件,就需要根据观测资料选择具有足够保证率的个例,即每日在 % 的观测点上,乃至在全部观测点

上和观测时间内至少进行 10 次观测。因此能鉴定的预报次数不算多。对 SO_2 来说 15 次, NO_2 17 次。 SO_2 参数 Q 预报的平均误差为 17%, NO_2 为 20%,而最大误差分别为 40% 和 49%。

结 论

研究结果表明,个别污染物的定量空气污染气象预报是可能的。我们可以将与各城市污染程度无关而对气象条件变化较敏感的无量纲指标作为空气污染特征指标使用。由于边界层的大气状况(近地层的逆温、抬升逆温和无逆温)能表征近地层内不同源(低冷源和高热源)排出污染物的积聚和扩散机制的基本区别,因而在选择预报因子和建立污染指标与气象参数的相关时,必须考虑边界层的大气状况。

此外,揭示了定量空气污染气象预报的某些局限性。对于具有分散源、污染物排放固定且较均匀的城市,预报效果较好。为了排除或减轻由于工艺和源的工作状况造成短期污染波动的影响,必须根据城市区域内或个别地区, 2—3 个观测点的 2—3 次观测资料,在预报期间(全日、半日)内有必要求出污染浓度的平均值。

索显荣 摘译自《乌克兰水文气象研究所论文集》1979 年 176 卷第 75—81 页 李郁竹 校