

有 87% 以上的 ^{147}Pu 在机体组织中,尤其在骨组织中呈牢固蓄积态,极难排除,而且该核素具有高度的亲骨有机质的特性,可在骨骼的有机质部位和骨髓腔内呈选择性蓄积^[8]。因而有必要探讨机体在连续多次摄入 ^{147}Pu 时诱发骨髓细胞致突变效应的危险性。结果发现,当机体连续 5 天摄入 ^{147}Pu $100\mu\text{Ci/kg/d}$ 后,即可引起骨髓细胞染色体畸变率的明显增升,要比同期对照组高出两倍多。而从诱发的畸变类型来看,大多是属于单体型的。

参 考 文 献

- [1] 朱寿彭,放射毒理学,第一版,第 310—312 页,原子能出版社,北京,1983.
- [2] McClellan R. O., *Aerospace Med.*, **36**(1), 16 (1965).
- [3] Жаңодилов ш., *Гиг. труда проф. забол.*, (1), 42 (1973).
- [4] 朱寿彭等,中国药理学报 **3**(3), 197(1982).
- [5] 朱寿彭等,核防护 (2), 28(1979).
- [6] 朱寿彭等,环境科学 **2**(4), 14(1981).
- [7] ICRP Publication, *Limits for intakes of radionuclides by workers*. 30. Part 1, P. 91. NY: ICRP Publ., 1978.
- [8] 朱寿彭等,放射医学与防护, **3**(3), 59(1980).

· 环境信息 ·

北 美 猛 禽 数 目 回 升

由于环境中 DDT 和其他农药残留水平下降,至少有五种北美食肉猛禽数目回升。在七十年代,白隼、秃鹰、草原鹰、苍鹰、穴隼数目锐减。科学家把这种现象归咎于农药,特别是 DDT 致使鸟类生殖能力衰退。美国康奈尔大学鸟类学家说,近 14

年来鸟类种群增加了。白隼在七十年代初期濒临灭绝,科学家们对其数目增加特别感到鼓舞。

[仲民摘译自 *Environ. Sci. & Technol.*,
20(2), 109 (1986).]

大气中的臭氧浓度和几个气象变量的统计相关性

李 文 李金龙 王玉英 李晓明 唐孝炎

(北京大学技术物理系)

臭氧是大气中的微量组分之一,它对于生命物质是至关重要的,作为大气中的一种二次污染物,臭氧也受到了普遍的重视。一般认为气温、湿度和日照等气象因子是影响大气中臭氧浓度的重要因素。北京市是重要的工业城市,位于北纬 40° ,北京地区大气中臭氧情况怎样?与一些气象因子的关系如何?我们希望通过实验有所了解,通过对监测数据的统计,寻找它们之间的关系,为今后

的烟雾箱实验、模式计算、污染预测以及其它有关臭氧的研究工作提供一些资料。

一、实验

大气中臭氧浓度的监测是采用荷兰飞利浦公司生产的 PW 9771 型臭氧监测仪(罗丹明 B 化学发光法),用硼酸碘化钾化学法^[1]标定仪器。气温和湿度采用上海生产的 ZJ₁ 型温湿度计测定。监测地点在北京大学,采

样点距地面约 5m。从 1982 年 4 月至 6 月 24 小时连续监测。结果取小时平均值,共得到 1258 组数据。

根据 Jones, F. L. 等人^[2]提出的计算二氧化氮光解常数(K)的经验公式:

$$K = Ge^{HM(Z)}$$

[式中 $G = 0.64$, $H = -0.39$, $M(Z) = 1/\cos Z$, Z 为天顶角的度数],引用紫金山天文台提供的数据^[3], 计算了监测时期内各小时的 K 值。

氮氧化物的测定是采用美国 TE 公司生产的化学发光氮氧化物监测仪。

得到的数据包括臭氧浓度 (O_3); 气温 (T); 湿度 (RH); NO_2 光解常数 (K); 一氧化氮浓度 (NO); 二氧化氮浓度 (NO_2)。在北京大学 6912 型电子计算机上进行数据处理,采用多元逐步回归分析方法,得到各种平均值,相关矩阵和回归方程,对回归方程进行了检验。

二、结果和讨论

1. 臭氧的监测结果: O_3 监测数据的频数分布绘于图 1。在全部数据中低浓度值占很大比例,大约有 97% 的数据小于 60ppb,最高值为 86ppb,最高瞬时值为 102ppb。

2. O_3 、 T 、RH、 K 值之间的关系: 表 1 列出了各变量之间的相关系数。各变量的平均日变化值之间有很好的相关关系。 O_3 与 T 和 K 值呈正相关 [相关系数 $r = 0.99$, 0.72], 与 RH 呈负相关 ($r = -0.98$), 置信水平平均大于 99%。各变量的日最大值之间,

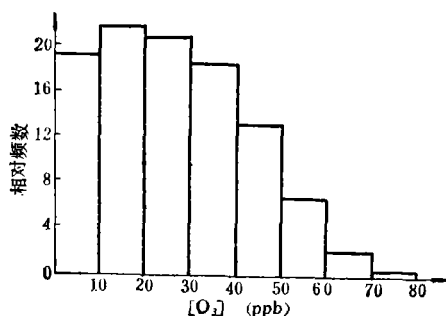


图 1 臭氧浓度值分布图

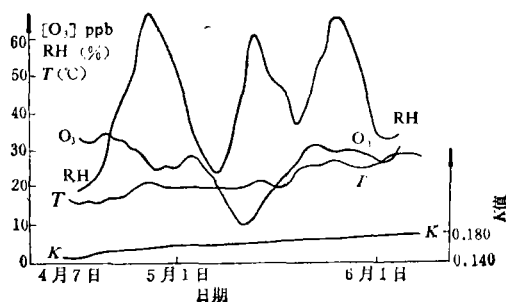


图 2 各变量的日平均值变化曲线

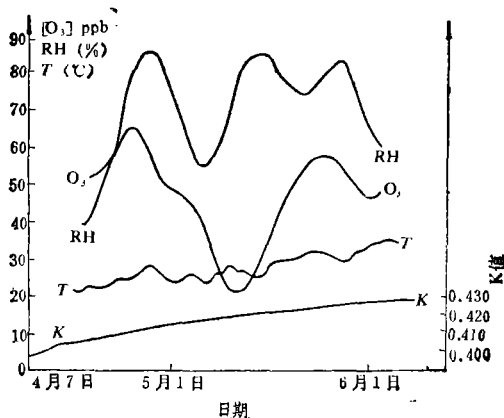


图 3 各变量的日最大值变化曲线

表 1 各变量之间的相关系数

相关系数	各变量的平均日变化 ($N = 24$)			各变量的日平均值 ($N = 47$)			各变量的日最大值 ($N = 47$)		
	RH	K	O_3	RH	K	O_3	RH	K	O_3
T	-0.995	0.696	0.991	0.219	-0.056	0.038	0.238	0.662	0.326
RH		-0.637	-0.984		0.169	-0.176		0.428	0.028
K			0.724			-0.006			-0.086

注: 其中 N 为数据数目

O_3 与 T 正相关显著 ($r = 0.33$), O_3 与 RH 和 K 值的相关则不明显。日平均值之间, O_3 与 RH 的负相关还算显著 ($r = -0.18$)。图 2、3、4 分别绘出了各变量的变化趋势及相互关系。一天之中, O_3 在 6 时达到最低值, 15 时达到最大值, 这种变化趋势与清晨的低温、高湿和高运输量、中午的高温、低湿和高 K 值变化有关。当大风天气时, O_3 的日平均值和日最大值都比较低。图 2 和图 3 中, O_3 、 RH 和 T 的变化曲线都是采用移动平均法绘制的, 以便看出明显的变化趋势。

3. 臭氧与气温的关系: 在得到的回归方程和相关矩阵中, O_3 和 T 几乎都是呈现正相关关系。得到的 354 个回归方程中, 选上 T 为变量的方程约占 99%。这也说明大气中的臭氧浓度与气温的关系是十分密切的, 即气温对 O_3 的形成、传输过程起着重要的作用, 由于在现场条件下, 气温是地面气象要素之一, 这也有利于污染预报工作的实施。

4. O_3 与 RH 的关系: O_3 与 RH 一般呈现较好的负相关关系, 在所有回归方程中 RH 的选上率约为 90%。 RH 与 T 的相关关系一般比较显著, 由于 T 与 O_3 的相关关系较好, 而且比 RH 与 O_3 的关系更显著, 所以当采用逐步回归分析方法时, 往往 RH 与 O_3 的关系被掩盖了, 因此得到的回归方程中有些方程就未能选上 RH 。

5. O_3 与 K 值的关系: 在所有回归方程中, K 值的选上率为 98%, O_3 与 K 值呈现很好的正相关关系。从图 4 中可以看出, O_3 与 K 值之间似乎存在一个滞后效应。为了证明这一点, 将原始数据中 O_3 、 T 、 RH 变量不动, 而将 K 值数据分别向前移动 1 至 4 个小时, 向后移动 1 至 4 个小时, 比较所得到的回归方程发现 O_3 与 K 值的相关关系明显地滞后两个小时, 即 K 值达到最大值两个小时以后, O_3 达到最大值。

6. O_3 数据移动后的影响: 按照上面 K 值移动的方法将 O_3 数据分别移动 1 至 24 个小

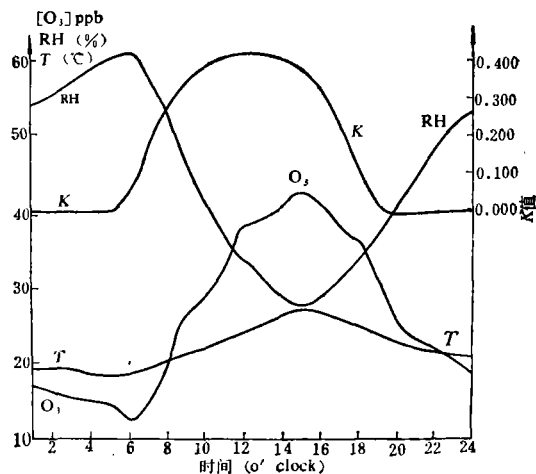


图 4 各变量的平均日变化曲线

时, 得到的回归方程的置信水平均大于 99%, 这说明前一天气象变量与第二天的 O_3 浓度仍有较好的相关性, 这为污染预报工作提供了有利的条件。大气中的臭氧是二次污染物, 它的浓度主要取决于一次污染物中臭氧前期物的浓度以及气象条件, 而大气中一次污染物的浓度与它的排放和气象条件紧密相关。因此, 当天大气中的臭氧浓度与前一、二天的天气情况会存在较好的相关性。这一点通过本实验得到了证实。

7. 氮氧化物的影响: 氮氧化物是臭氧的主要前体物之一, 它在 O_3 的大气化学过程中起着重要的作用。为此, 在实验中对氮氧化物 (NO 、 NO_2) 进行了二十天的连续监测。结果表明, O_3 与 NO 和 NO_2 之间一般呈现负相关关系, 相关性普遍低于其它变量, 在得到的回归方程中, 氮氧化物的选上率约为

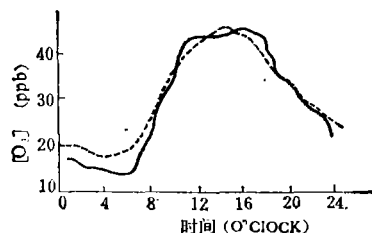


图 5 平均日变化回归方程计算值与实测值的比较
——实测值, -----计算值

74%。值得指出的是在监测期间,氮氧化物的浓度都比较低。

8. 回归方程的检验: 在原始数据中任意抽出 5 天的数据不参加回归分析, 然后选择几个得到的回归方程, 计算这 5 天的 O_3 浓度值, 将计算值和实测值进行了比较, 结果见图 5 和表 2。利用当天的气象变量数据, 以及回归方程:

$$[O_3] = 29.1 - 0.903[T] \\ - 0.0797[RH] + 0.0385[T]^2 \\ - 0.00134[RH]^2 + 64.3[K]^2$$

得到的 118 个计算值与实测值的相关系数为 0.63; 利用前一天的气象变量数据以及回归方程:

$$[O_3] = 16.3 + 0.428[T] - 0.115[RH] \\ + 30.6[K]$$

得到的 118 个计算值与实测值的相关系数为 0.68。

表 2 日最大值回归方程的计算值与实测值比较

日期	4 月 19 日	5 月 2 日	5 月 15 日	5 月 20 日	6 月 4 日
实测值	62	39	41	64	50
计算值	48	38	46	60	48
相对误差	-22.6%	-2.6%	12.1%	-6.2%	-4.0%

由以上结果可以看出计算值和实测值之间吻合的还是比较好的。利用上面第二个回归方程, 平均日变化回归方程以及日最大值回归方程进行污染预报工作的尝试也是可行的。

三、小结

本实验结果表明, 在本地区春末、夏初时节大气中的臭氧浓度比较低。臭氧与气温、 K 值有较好的正相关关系, 与湿度一般呈负相关, 在臭氧与 K 值的相关关系中, 有两个小时的滞后效应。

同一地区在臭氧前体物的排放量基本保持稳定的情况下, 臭氧浓度的变化主要受气象条件的影响。在实验中发现大风天气的影响尤为突出, 昼夜大风可使全天的臭氧浓度一直保持在几个 ppb 上下。

由回归方程得到的计算值和实测值之间一般吻合得较好, 特别是利用前一天的气象数据计算第二天的臭氧浓度, 得到的相关系数远远高于 99% 的置信水平。

为了更好地了解大气中臭氧浓度和气象变量之间的统计相关性, 做好污染预报工作, 应该积累更多的长期监测数据和考虑更多的气象变量。本实验仅从现有条件对臭氧与气温, 湿度、 K 值的统计相关性做了初步探讨, 有待于今后进一步深入。

参 考 文 献

- (上接第94页)
- [5] 中国科学院土壤背景值协作组, 环境中若干元素的自然背景值及其研究方法, 23—34 页, 科学出版社, 1982 年。
 - [6] 刘付强, 同上, 60—63 页。
 - [7] 杨国治, 同上, 82—87 页。
 - [8] 梁伟, 同上, 88—91 页。
 - [9] John E. Wals, GRA(USA) AD-781499.
 - [10] ibid., AD-717934.
 - [11] Jasper Paur Hendren, GRA(USA) AD-704780.
 - [12] Frank E. Grubbs, ibid., AD-781499.
 - [13] John E. Wals, ibid, AD-71793.
 - [14] 汪培庄, 模糊聚合论及其应用, 73—84 页 上海科学技术出版社, 1983 年。
 - [15] M. A. Stephens, GRA(USA) AD-761308.
 - [16] 林少宫, 基础概率与数理统计, 147—152 页 人民教育出版社, 1963 年。
 - [17] 彭祖贻 孙毓玉, 模糊数学, (1), 125(1982).
 - [18] 方开泰 马逢时, 应用数学学报, 5(4), 339(1982).
 - [19] 浅见辉男等, 日本土壤肥料杂志, 50(2) 138—148 (1979).
 - [20] 陈静生, 环境科学丛刊, 4(8), 1—12(1983).