

华东地区大气臭氧总量的变化

洪盛茂

(浙江临安大气本底污染监测站, 311307)

提 要

分析了1993年12月至1994年11月的大气臭氧总量资料并与同纬度全球平均值进行比较, 分析了大气臭氧总量的年变化、日变化和季节变化。结果表明, 臭氧总量的年变化中有双峰特征, 它的日变化则以中午时较高, 早晚较低; 季节变化以春季高, 冬季低, 与大气透明度的关系较为密切。

关键词: 臭氧总量 直射光 天顶光

引 言

我国的大气本底污染监测网使用由世界气象组织推荐、加拿大 SCI-TEL 公司制造的 BREWER 臭氧光谱仪对大气臭氧总量进行监测。大气臭氧总量包括由太阳直射光测量的整个大气层中单位截面积气柱内的臭氧总量(DS)以及由散射天顶光测量的臭氧总量(ZS), 单位为 D. U ($1\text{D. U} = 10^{-3}\text{cm}$)。本文从年变化、日变化、季节变化及臭氧总量与大气质量的关系等方面对大气臭氧总量的变化特点进行分析。

1 臭氧总量的年变化

1993年12月至1994年11月臭氧总量的年变化见图1。

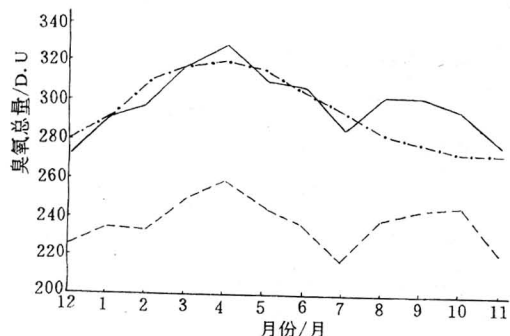


图1 大气臭氧总量年变化曲线

实线: DS, 虚线: ZS, 点划线: DS'

从图1看到, 由直射太阳光和散射天顶光监测得到臭氧总量的年变化曲线皆呈“双峰型”。它们的变化趋势大体相同。

1.1 臭氧总量(DS)的年变化

1994年年均值为 $298.3 \pm 16.0\text{D. U}$ 。月均值变化范围为 $274.2 - 329.3\text{D. U}$ 。月均值变化有二个比较完整的过程, 一个是1—7月, 以4月为峰值, 平均总量为 329.3D. U , 变化幅度为 44.6D. U , 另一个是7—12月, 平均总量为 302.2D. U , 最大变化幅度为 37.0D. U , 比前一个过程的变化幅度小 7.6D. U 。

本站处在 $30^{\circ}18'N, 119^{\circ}44'E$, 由全球臭氧总量的纬度分布图上查在此纬度全球臭氧总量(DS')月均值分布得到: 全球同纬度平均总量(DS')为 $295.1\text{D. U} \pm 17.7\text{D. U}$, 月均总量变化范围为 $273 - 320\text{D. U}$, 与本站实测值(DS)相近。比较本站实测值(DS)和该纬度平均值(DS')可以看出, 上半年变化非常相似, 下半年的实测值均高于同纬度平均值, 平均高出 12D. U 左右(见附表)。

臭氧总量日均值的波动变化状况见附表。从附表看出, 日均值变化范围为 $253.7 - 339.2\text{D. U}$, 最大日均值出现在4月29日, 最小日均值出现在1993年12月24日。最大值

和最小值各自相邻几天的日均值都比较接近。从附表还看出,各月的日均值变化幅度以

春末夏初(5、6二个月)和冬初(12、1二个月)较大,都在 35D. U 以上。

附表 臭氧总量的年变化(单位:D. U)

月份	太阳光				DS'	天顶光			
	DS	DS_{min}	DS_{max}	变幅		ZS	ZS_{min}	ZS_{max}	变幅
12	274.2	253.7	303.4	49.7	280	225.4	201.2	262.3	61.1
1	291.0	267.6	305.3	37.7	292	233.6	209.2	259.7	50.5
2	298.7	288.2	310.3	22.1	309	233.5	225.9	243.6	17.7
3	318.7	308.7	324.9	16.8	318	249.3	239.3	257.0	17.7
4	329.3	310.4	339.2	28.8	320	259.4	235.1	273.7	38.6
5	312.1	285.7	332.8	47.1	315	245.9	200.8	290.4	89.6
6	305.4	268.8	335.8	67.0	305	240.6	201.9	279.8	77.9
7	284.7	271.0	305.4	34.4	294	216.0	201.9	236.5	34.6
8	302.2	299.3	307.5	8.2	284	238.5	222.0	249.5	27.5
9	301.8	292.9	308.6	15.7	278	243.0	232.9	251.8	18.9
10	295.4	277.1	311.8	34.7	273	245.0	214.0	252.5	38.5
11	278.6	268.5	283.4	14.9	273	220.5	218.0	225.8	7.8

注: DS 、 ZS 为月均值, DS_{min} 、 DS_{max} 、 ZS_{min} 、 ZS_{max} 为日均值

1.2 臭氧总量(ZS)的年变化

臭氧总量(ZS)的年均值为 237.4 ± 12.4D. U, 月均值变化范围为 216.0—259.4D. U。它的变化也有双峰特征,前峰在 4 月,为 259.4D. U,后峰在 10 月,为 245.0D. U,最低月均值出现在 7 月,为 216.0D. U。月均总量(ZS)的变化特点与臭氧总量(DS)相似。二峰的峰值相差 14.4D. U。

各日均值变化范围较大,为 201.2—290.4D. U,比较各月日均值的变化幅度发现,5 月最大,为 89.6D. U,其它各月中 6、12、1 等 3 个月的变化幅度较大,均在 50D. U 以上。

1.3 臭氧总量 DS 和 ZS 的关系

分析资料发现, DS 增高时, ZS 也增高。研究 DS 和 ZS 的单相关得到相关系数 R 为 0.922($n=92$),当显著性概率为 99.9%时, $R_{0.001}=0.338$,因此 $R \gg R_{0.001}$,呈现极高的正相关。线性回归方程为 $Y = 41.554 + 1.082X$,式中 Y 为 DS , X 为 ZS 。据此回归方程可在复杂天气无法进行 DS 观测时用 ZS 推算出 DS 。

2 臭氧总量的日变化

选取晴天无云、大气比较稳定、具有代表性的一天作为典型个例说明其变化特点,根据资料选定 1 月 24 日。其逐时变化见图 2。

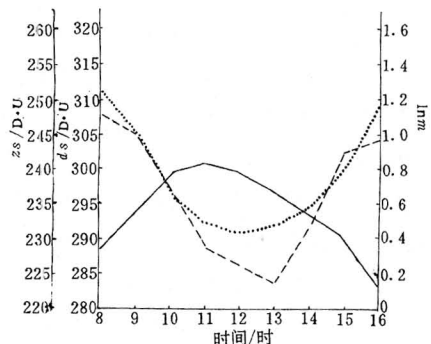


图 2 1994.1.24 臭氧总量逐时变化曲线

实线: DS ,虚线: ZS ,点线: $\ln m$

2.1 DS 的日变化特点

从图 2 看出,臭氧总量(DS)的变化曲线为拱型抛物线。该天的日均值 295.6D. U,最大变化幅度为 17.4D. U。8—11 时为上升过程,上升幅度为 12.3D. U,上升速率为 4.08D. U/h,大气质量由 8 时的 3.503 下降到 11 时的 1.619,下降速率为 0.63/h,11—16 时为下降过程,下降幅度为 17.7D. U,下

降速率为 3.54 D.U/h , 略低于上升过程, 大气质量则增高到 16 时的 3.330 , 增高速率为 $0.34/\text{h}$, 低于上升过程。

分析其它日期观测的臭氧总量 (DS 或 ZS) 数据发现, 它们的日变化特点基本相似, 只是臭氧总量的变化幅度略有差异, 首末次观测及最大值观测的时间有所变化。

从图 2 还看出, 臭氧总量 (DS) 与大气质量 (m 值) 的变化趋势基本相反。当大气质量增加时太阳辐射穿过大气的路径增长, 受到的各种散射和衰减增强, 到达地面的太阳辐射减弱, 测出的臭氧总量减低, 反之臭氧总量则增加。研究该日的臭氧总量 (DS) 与大气质量 (m) 的单相关表明, 相关系数 R 为 -0.917 ($n=41$), 当显著性概率为 99.9% 时, $R_{0.001}=0.490$, 因此 $R>R_{0.001}$, 呈现高度显著的负相关。线性回归方程为 $Y=340.4-12.346X$, 式中 Y 为臭氧总量 (DS), X 为大气质量 (m)。

2.2 ZS 的变化特点

从图 2 看出, 臭氧总量 (ZS) 的变化曲线为一凹型曲线, 日均值为 232.5 D.U , $8-13$ 时为下降过程, 下降速率为 4.86 D.U/h , 而 $13-16$ 时为上升过程, 上升速率为 6.8 D.U/h 。从图 2 还看出, ZS 的变化曲线与大气质量的曲线差不多。早晚间较高而中午较低, 这主要取决于太阳高度角的日变化影响。单相关研究表明, 二者的相关系数 R 为 0.900 ($n=31$), 当显著性概率为 99.9% 时, $R_{0.001}=0.554$, 因此 $R>R_{0.001}$, 呈现高度显著的正相关, 线性回归方程为 $Y=208.1+13.4X$, 式中 X 为大气质量 (m), Y 为臭氧总量 ZS 。

3 臭氧总量的季节变化

从四季的臭氧总量的变化来看 (见图 3), 春季的值最高, DS 为 320.0 D.U , ZS 为 251.5 D.U , 冬季最低, 分别为 287.6 D.U 和 230.8 D.U 。夏季和秋季非常接近, 分别为 294.9 D.U 和 291.5 D.U 。对照该纬度上全球的总量 (DS') 平均发现, 冬季、春季、夏季的

臭氧总量 (DS 与 DS') 的季节平均值相差不大, 只有秋季相差较多, 差值为 16.8 D.U 。

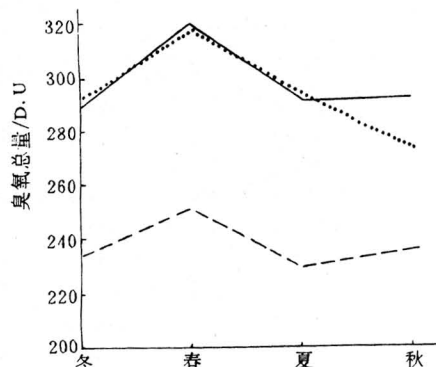


图3 臭氧总量季节变化

说明同图2

4 臭氧总量变化对大气透明度的影响

比较臭氧总量和大气透明度的变化特点时发现 (见图 4), 二者大体呈现相反的变化。当臭氧总量较高时, 大气透明度较低, 而当臭氧总量降低时, 大气透明度则增高。表明大气臭氧对太阳辐射有一定的吸收。当然, 大气透明度的变化除受臭氧总量变化的影响外, 还受到其他许多因子的影响, 如云、雾、霾等天气现象和大气团运动的影响等等。

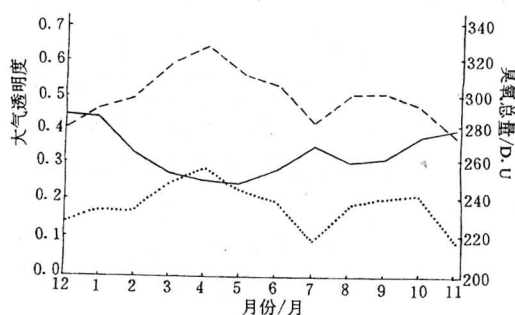


图4 臭氧总量与大气透明度对比曲线

实线: 大气透明度, 虚线: DS , 点线: ZS

5 小结

对一年的臭氧总量资料的初步分析得到了一些比较重要的结果, 臭氧总量的年变化曲线为“双峰型”曲线; 日均值 (下转第 54 页)

(上接第 46 页)

有较大的波动;日变化以中午最高,随着大气质量的增高,总量降低;四季中以春季最高,冬季最低;本站实测值与同纬度全球平均值接近,大气透明度的年变化曲线与臭氧总量的变化曲线相反。

由于臭氧总量的资料较少,而大气臭氧的变化又非常复杂,本文仅对它作出初步的分析;要深入研究尚有待于监测到更多的大气臭氧总量资料。

The Change of Total Atmospheric Ozone in East China

Hong Shengmao

(Linan Background Air Pollution Monitoring Station, Zhejiang Province, 311307)

Abstract

The data of total atmospheric ozone in East China from Dec. 1993 to Nov. 1994 is analysed and compared with globe average in same latitude. The annual, diurnal and seasonal changes of total atmospheric ozone are discussed. The results show that there is the characteristic of double peak of total ozone in annual change, and the total ozone is higher in the noon and lower in the morning and evening. The amount in spring is higher than in winter. The relationship between the total ozone with atmospheric transparency is more intimate.

Key Words: total ozone direct sun zenith sky