

北京地区臭氧总量的突变及其与高空气温的关系

杨贤为 夏洪星 吴香玲

(国家气象中心)

提 要

本文利用北京地区1980—1986年的臭氧和高空资料,讨论了臭氧总量的突变过程及其与高空气温的关系,发现:北京地区臭氧总量的突变过程全部发生在冬、春季节;随着臭氧总量的突增,对流层的气温呈下降趋势,平流层的气温呈上升趋势;气温变化与臭氧总量变化之间负相关和正相关最好的层次分别为500hPa和70hPa,它们的相关系数分别为-0.85和0.63。

一、引 言

臭氧主要分布在距地面10—50km范围内的空间。在中纬度地区,最大值出现在20—25km处。以往的研究表明^[1, 2],某地区大气臭氧总量的变化与该地区地面气压、高空等压面的高度、温度等要素的演变具有一定的关系。但这些研究中涉及臭氧总量和温度的相关关系时,往往限于讨论高空的个别层次,采用的资料年代也较短,而且没有对臭氧总量的急剧变化过程进行专门分析。

本文中,作者从香河(39°46'N, 117°E) 1980—1986年的逐日臭氧总量资料中,归纳整理出所有的臭氧总量突变过程,并发现这些突变过程与北京(39°48'N, 116°28'E)上空若干等压面的温度变化具有较好的对应关系。本文所要讨论的主要问题是:北京地区臭氧总量的突变所发生的季节,以及在此过程中臭氧总量的变化与各层大气温度变化的关系。

二、北京地区臭氧总量的突变

所谓臭氧总量的突变,是指某地上空的

臭氧总量在较短时间里急剧上升累计超过一定数值的现象。参照高登义等^[3]对南极昭和站上空臭氧总量突变所划分的标准,我们规定北京地区上空的臭氧总量(香河站资料)在不超过10天的时间内累计上升100DU的过程为突变过程。根据这一定义,从香河站1980—1986年的逐日臭氧总量资料中共发现21次突变过程。由于臭氧总量的观测受到天气条件的限制,在某些季节里存在缺测现象,因此实际上这7年内出现的臭氧总量突变过程很可能超过21次。现将这21次突变过程的起止日期和臭氧总量的上升幅度列于表1。

从表1可以看出,北京地区臭氧总量的突变过程全部发生在冬春季节(12—5月)。这7年中,除1982年无突变过程外,其余年份每年少则2次,多则5次。1982年无突变过程发生,很可能与该年春季强大的埃尔奇琼火山(93°W, 17°N)爆发^[4]有关,该事件不仅能影响大气环流和臭氧的输送,火山灰尘还能影响大气的光化学状态,从而减少大气层中的臭氧含量。

上述年间各月发生突变过程的频数(计

表 1 1980—1986年北京地区大气臭氧总量突变过程

序号	起止日期 (年.月.日)	臭氧总量上升幅度 (DU)	序号	起止日期 (年.月.日)	臭氧总量上升幅度 (DU)
1	1980.1.23—31	360—467	12	1983.3.30—4.3	348—459
2	1980.3.28—4.1	341—471	13	1983.12.18—24	310—417
3	1980.5.14—16	342—442	14	1984.2.27—3.1	363—480
4	1980.12.30—81.1.3	336—443	15	1985.1.3—9	317—438
5	1981.2.17—24	349—470	16	1985.1.22—27	303—431
6	1981.3.22—25	364—465	17	1985.3.8—12	316—421
7	1981.4.26—5.3	361—474	18	1985.3.25—29	358—460
8	1981.12.13—19	324—449	19	1985.4.12—15	303—416
9	1983.1.2—10	312—413	20	1985.12.27—86.1.4	326—454
10	1983.1.29—2.6	310—426	21	1986.2.16—21	330—457
11	1983.2.9—17	358—468			

算时跨月的突变过程计为两次)分布图(见图1)显示出1—3月是突变过程发生最多的月份,这与文献[2]根据1962—1965年和1979—1981年资料,得到的北京地区臭氧总量在2—3月达到极大值的结论是基本一致的。

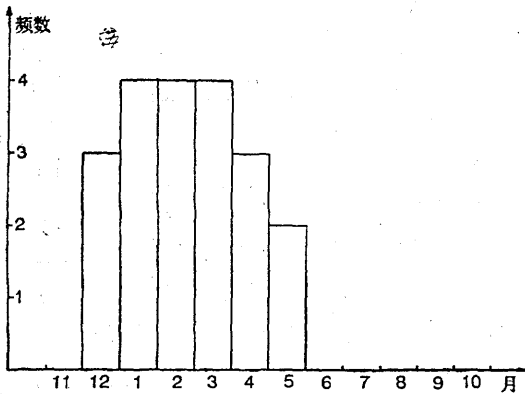


图 1 1980—1986年北京地区各月发生臭氧总量突变的频数

三、臭氧总量的突变与高空气温的关系

为了直观地看出,北京地区臭氧总量发生突变时,该地区高空各层次气温变化规律,我们首先以表1中序号10的臭氧总量突变过程(以下简称突变过程)为例来讨论。如图2所示,当北京地区的臭氧总量在该段时间内从310DU急剧上升到426DU时,与

其相应,500hPa(对流层中部)的气温几乎直线下降,400hPa和700hPa的气温也具有相同的变化特征(图略)。在850hPa上

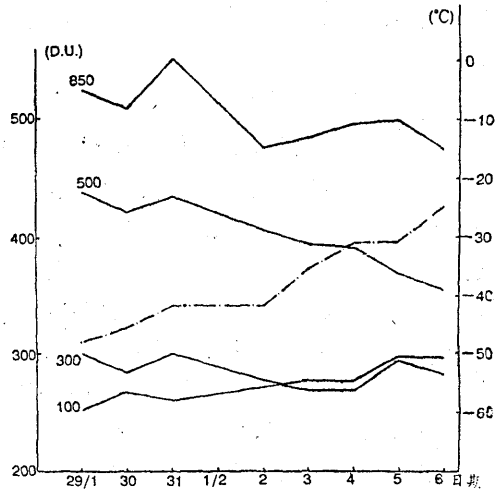


图 2 北京地区1983年1月29日—2月6日臭氧总量及高空各层气温逐日变化
实线:气温 点划线:臭氧总量

(对流层底部),虽然其气温也大体呈下降趋势,但中间波动较大。在300hPa上,因为此过程中,对流层顶平均高度在260hPa上,故此层已接近对流层顶,纵观此层气温的变化,大抵是2月3日前略有下降,其后又稍有回升,整个时段内气温的演变与臭氧总量的变化无明显关系。100hPa(平流层底部)的气温在此期间大体呈上升趋势,但上升的幅度并不大。总的来说,该过程中,以

500hPa的气温变化与臭氧总量变化的关系最为明显。

为了了解上述个例的结论是否具有普遍意义,应当进一步验证尽可能多的突变过程中各层次气温变化值与臭氧总量变化值之间一一对应的关系性。为此,我们在上述21次突变过程中,挑选出臭氧总量缺测较少且相应的高空气温资料比较完整的15次过程,分

别统计了从地面到50hPa共12个层次的气温变化与臭氧总量变化相关系数,结果如表2所示(表中序号意义同表1)。各次突变过程的样本组数不等,其中多的超过100组,少的有60组。然后再根据各层次相关系数的平均值 \bar{r} ,绘成从地面到50hPa的相关系数分布曲线图(见图3)。

从表2和图3可见,从地面到300hPa范

表 2 1980—1986年北京地区15次突变过程中臭氧总量变化和各层次气温变化的相关系数(r)

层(hPa)	地面	850	700	500	400	300	250	200	150	100	70	50
1	-0.69	-0.76	-0.75	-0.97	-0.97	0.30	0.78	0.69	0.85	0.90	0.94	0.75
5	-0.47	-0.84	-0.95	-0.97	-0.71	0.74	0.94	0.59	-0.42	0.59		
7	-0.83	-0.70	-0.77	-0.83	-0.90	-0.32	0.72	0.54	0.34	0.83		
8	-0.73	-0.90	-0.37	-0.86	-0.99	-0.68	0.48	-0.70	0.81	0.74	0.79	0.74
9	-0.28	-0.39	-0.43	-0.54	-0.77	-0.39	0	0	0	0.80	0.78	-0.84
10	-0.59	-0.56	-0.80	-0.94	-0.93	-0.43	0.64	0.80	0.84	0.88	0.80	0.83
12	-0.77	-0.91	-0.89	-0.99	-0.99	-0.93	-0.97	0.73	0.17	0	0.35	0.99
13	-0.67	-0.82	-0.73	-0.80	-0.68	-0.72	-0.45	0	0.52	0.97	0.53	0.98
14	-0.87	-0.32	-0.69	-0.93	-0.91	0.54	-0.4	-0.83	-0.85	-0.82	0.87	0.97
15	-0.11	-0.71	-0.78	-0.92	-0.90	-0.20	0.65	0.67	0.71	0.96	0.93	0.86
16	-0.62	-0.99	-0.92	-0.97	-0.99	-0.64	0.75	0.87	-0.11	0.14	0.89	0.95
17	-0.54	0.60	-0.13	-0.48	-0.67	-0.83	-0.70	0.13	0.40	-0.63	0.80	0.22
18	0.90	-0.37	-0.90	-0.92	-0.74	-0.53	0.60	0.61	0.84	-0.59	-0.78	0.10
20	-0.55	-0.79	-0.83	-0.81	-0.59	0.29	0.38	0.52	0.64	0.68	0.63	0.79
21	0.71	0.79	-0.74	-0.89	-0.89	-0.75	0.12	-0.35	0.41	0.99		
\bar{r}	-0.29	-0.51	-0.71	-0.85	-0.84	-0.30	0.26	0.28	0.34	0.43	0.63	0.61

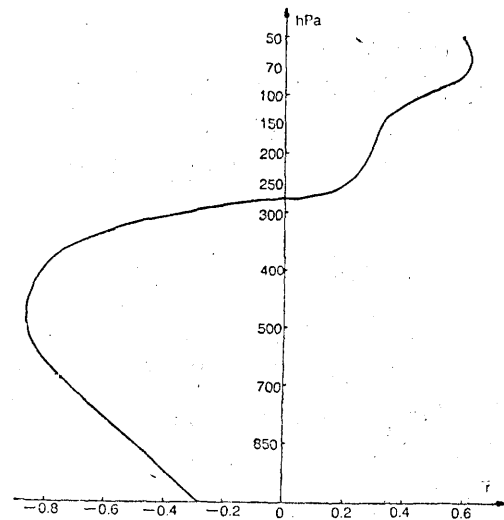


图 3 1980—1986年北京地区15次突变过程中平均相关系数 \bar{r} 分布曲线图

围内,气温变化和臭氧总量变化呈负相关,地面的相关系数(绝对值)最小,向上逐步递增,至500hPa达到峰值,随后又递减。在所有15次突变过程中,500hPa、400hPa和700hPa均为负相关。从250hPa以上,气温变化和臭氧总量变化呈正相关,峰值出现在70hPa处。相关零线出现在250—300hPa之间,恰好与该季节的对流层顶高度吻合。

四、结语

通过以上分析可以得出如下结论:

- (1) 北京地区臭氧总量的突变过程发生在冬春季节,其中以1—3月最多。
- (2) 当该地区上空臭氧总量发生突变时,对流层温度往往随之下降,其中400—700hPa的对应关系最为明显。

(3) 在突变过程中, 平流层气温有上升趋势, 其中以70hPa相关性最好。

(4) 对流层顶的气温变化与这种突变过程无相关关系。

参 考 文 献

- (1) 王贵勤等, 大气臭氧总量变化与大气环流关系的研究, 大气科学, 第11卷第3期, 1987年。
- (2) 魏鼎文、张方范等, 中国北京地区大气臭氧层的基本状态及其与气象要素的相关分析, 大气科学, 第7卷第4期, 1983年。
- (3) 高登义等, 春季南极昭和站上空增温与臭氧含量和分布的关系, 大气科学, 第11卷第3期, 1987年。

Abrupt variations of the total ozone in Beijing area and its relationship with upper air temperature

Yang Xianwei Xia Hongxing Wu Xiangling

(National Meteorological Centre)

Abstract

The ozone and aerological sounding data during 1980—1986 in Beijing area are used to discuss the abrupt variations of the total ozone and its relationship with the changes of the upper air temperature. The results are:

1. All processes of the abrupt variations of the total ozone in Beijing area take place in springs and winters.
2. With the sudden increase of the total ozone, there is temperature decrease in the troposphere but an increase in the stratosphere.
3. The levels where the variations of the air temperature and the total ozone show their best negative or positive correlation are 500hPa and 70hPa, and their correlation coefficients are -0.85 and 0.63 respectively.