

大气臭氧变化与长江中下游地区旱涝关系初探

王连英

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文分析了长江中下游地区旱涝年份前期大气臭氧总量的变化。分析发现，涝年臭氧总量远远高于旱年，尤其在欧亚地区，两者差值持续为正，最高值达+97个 Dobson 单位。并且发现，旱年北美地区各站的臭氧总量高于欧亚地区，而涝年则欧亚地区高于北美地区。同时还发现，长江中下游旱涝与北半球的中高纬的臭氧总量分布有关。经过 t 检验，上述结果的最高信度可达 0.01。

一、引言

长期以来，人们从日地关系的角度出发，研究了太阳风、太阳黑子相对数、太阳黑子周期以及耀斑爆发等变化对大气环流演变的影响及其与旱涝的关系。大都证实了太阳上的种种变化可以影响地球的大气环流。

本文作者曾研究了太阳磁扇边界过地球时对大气臭氧变化的影响。而太阳磁扇边界又能影响到大气环流的变化。那么太阳磁扇边界对大气臭氧变化产生影响之后，臭氧在大气环流的演变中起什么作用，对我国长江中下游地区的旱涝的发生又有什么影响呢？为了弄清这一问题，本文选择了长江中下游地区旱涝年份各三年进行了研究，并得到一些有启发性的结果。

二、资料的选取和处理方法

由于臭氧观测资料年代少，在现有的资料中参照长江中下游地区旱涝情况，仅选用了 1969、1975、1977 年代表涝年；1963、1968、1972 年代表旱年。旱（涝）年份的选取，以 6 月少（多）雨，整个夏季也基本少（多）雨为原则。臭氧资料取自“Ozone data for the world”。

1. 首先求出 6 个代表年 1—7 月逐月平均北半球臭氧总量分布，并绘制成图。

2. 求旱涝年份（各 3 年平均）1—7 月各月平均臭氧总量，并绘制成图。

3. 将涝年 1—7 月月平均北半球臭氧总量减去旱年相应各月北半球臭氧总量，求出旱

涝年 1—7 月逐月北半球臭氧总量差值，并绘制成图。

三、长江中下游地区旱涝与大气臭氧变化的关系

1. 涝年的臭氧分布

首先，我们分析涝年 1—7 月逐月平均北半球臭氧分布图的变化。从图（图略）中可清楚地看出，臭氧变化具有一定的连续性。并且在欧亚地区和北美地区出现了两个高值中心区，欧亚地区的高值中心更明显。1—5 月，臭氧总量持续偏高，超过 400 Dobson 单位（以下简称单位）的区域一直维持在乌拉尔山以东、堪察加半岛以西、 40°N 以北的区域。从 5 月份起，高值中心向北缩，维持在北地群岛附近。6 月 400 单位等值线基本消失（仅有 1 点达 400 单位）。而 7 月则完全消失。北美地区比欧洲地区臭氧值低，2—5 月份的值相对高一些。

2. 旱年臭氧的分布

旱年，北半球臭氧变化也具有一定持续性。欧亚地区和北美地区也分别维持一高值中心，但最高值出现在北美地区。在欧亚地区，高值中心主要出现在中纬度地带 ($30\text{--}55^{\circ}\text{N}$ 、 $70\text{--}150^{\circ}\text{E}$)，而且逐月向东北方向移动，最高值出现在 140°E 附近。北美地区高值区面积较大，而且主要出现在中高纬度。1—4 月，超过 400 单位的高值区分布在 40°N 以北、 $55\text{--}120^{\circ}\text{W}$ ；5 月份向北缩；6—7 月份完全消失。

3. 涝年与旱年臭氧分布对比

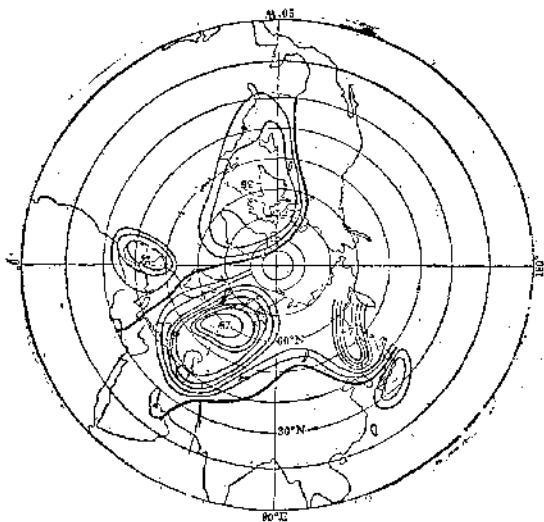


图1 2月份涝年与旱年北半球臭氧差值图

涝年与早年相比，我们发现涝年臭氧的闭合中心在1—3月位于 $60^{\circ}\text{N}, 130^{\circ}\text{E}$ 附近。3月份以后向东北方向移去，中心位于 $78^{\circ}\text{N}, 80^{\circ}\text{E}$ 附近。而早年1—3月闭合中心位于 $45^{\circ}\text{N}, 140^{\circ}\text{E}$ 附近，3月以后，分布凌乱无规律。从等值线上看，早年较涝年稀疏，数值也较低。涝年2—4月都出现了500单位以上的等值线，早年则没有。并且臭氧总量最高值，涝年出现在3月欧亚地区，为522单位；早年出现在2月北美地区，为502单位。

4. 涝年与早年平均臭氧差值分析

下面看一下3个涝年与3个早年平均臭氧差值分布情况。在涝年与早年月平均臭氧分布图上，正高值中心均出现在欧亚地区的中高纬，而负高值（绝对值大）中心在北美地区。这与涝年欧亚地区臭氧总量高于北美地区吻合。

图1给出了2月涝年与旱年平均臭氧总量差值图。由图1可见，位于欧洲的正差值中心高达+87单位，第二个正差值中心位于亚洲东部，为+71单位。出现在北美的负差值中心为-36单位。欧亚地区臭氧总量高于北美地区的这种情况，以1、2月份最为明显。3月以后，北美地区开始出现正差值中心，但数值仍低于欧亚地区。3—6月，整个北半球的差值均以正值为主。

图2给出了4月份涝年与旱年平均臭氧总量差值分布图。由图2可见，整个北半球基本上以正差值为主。

图3为7月份涝年与旱年平均臭氧总量差值分布图。由图3可见，欧亚地区仍为正

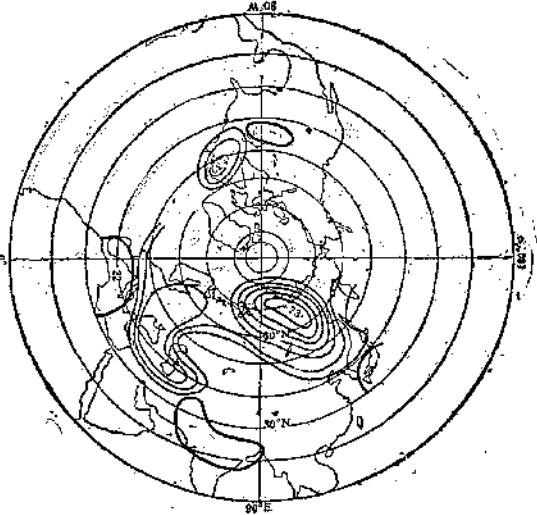


图2 4月份涝年与旱年平均北半球臭氧差值图



图3 7月份涝年与旱年北半球臭氧差值图

差值中心，北美北部却出现了大范围的负值区，但与2月份（图1）相比，正中心的绝对值小得多了。和4月份（图2）相比，北美负中心有所增强，欧亚正中心减弱。

5. 典型旱涝年的对比分析

为了进一步证实旱涝年臭氧分布的差异，我们又对典型的大旱年1969年和大涝年1968年进行了对比分析。

旱年（1969年），整个北半球臭氧量均较低，只在东欧、西欧和北美1月份各有一个面积不大的闭合高值中心，2—5月则只有一些稀疏的等值线，无闭合高值中心。而且数值也较低。1—5月欧亚地区与北美地区臭氧量值比较接近。6—7月份，北美地区

臭氧量高于欧亚地区。

而涝年(1968年)则不同。1月份,在40°N以北、75—170°E有一个大面积的闭合高值中心,中心值达541单位。其他地区无闭合高值中心。这一高值中心一直维持到4月份,最高值达571单位,比同期北美地区最高值高出104单位。其等值线也比旱年密集得多。而且,欧亚地区臭氧量一直高于北美地区。

总之,典型的大旱、大涝年北半球臭氧分布存在明显不同的特征。其中最醒目的特征是,旱年等值线稀疏,多无闭合的高值中心,臭氧量也较低;而涝年的等值线非常密集,且有较大面积的闭合高值区,臭氧量高。另外,旱年欧亚地区与北美地区臭氧量较接近,涝年欧亚地区高于北美地区。

从以上分析还可以看出,臭氧分布与长江中下游旱涝关系较好的地区位于北半球中高纬,尤以欧亚和北美地区关系最明显;而30°N以南地区臭氧分布与长江中下游地区旱涝关系不明显,而且30°N以南臭氧变化也比较平缓。

作者曾讨论过太阳磁扇边界对中纬度和中低纬度臭氧的影响,并发现,臭氧变化与太阳磁扇边界之间存在着一个显著的关系,即臭氧受太阳磁扇边界的影响,随纬度的降低而减小。本文所得到的结果与这一结论是一致的。因此可以认为,在太阳磁扇边界—臭氧变化—长江中下游地区旱涝之间存在着一定的联系。纬度越低,受太阳磁扇边界影响越小,因而对长江中下游地区旱涝的影响越小。

陈其恭等人曾研究了梅雨期异常旱涝的100毫巴环流特征。他们指出,“大旱与大涝年,在梅雨期及前期的100毫巴和500毫巴平均环流上的主要特征上下对应,而同一等压面上的大涝年与大旱年的槽脊分布和强度常常是相反的。”“梅雨期及前期100毫巴和500毫巴环流,大旱年与大涝年的季节转变是一致的”。

众所周知,臭氧的高值中心在100毫巴上所对应的即为低压中心。由此我们可以设想,可能存在这样一种关系,即太阳磁扇边界影响臭氧,臭氧的变化直接影响100毫巴环流,通过100毫巴再进一步影响到500毫巴环流,直至影响长江中下游地区的旱涝。当然这仅仅是作者的一种推论,有待于进一步探讨研究。

四、检验

为了更进一步证实上述结论的可靠性,

我们又进一步进行了t检验。

在检验中抽出旱涝的2、4、7月分别进行统计,分欧亚和北美两个地区进行检验。欧亚地区共38个点,北美地区为12个点。先求出涝年(1969、1975、1977)2月份平均值 \bar{X} 和 S_1^2 ,再求出旱年的 \bar{Y} 和 S_2^2 ,再用公式

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \sqrt{n}$$

求出t值进行检验,其它月份类同。图4给出了2月份t检验图。由图可以看出,信度达0.05的有4个区域,其中有一个区信度达0.01以上。

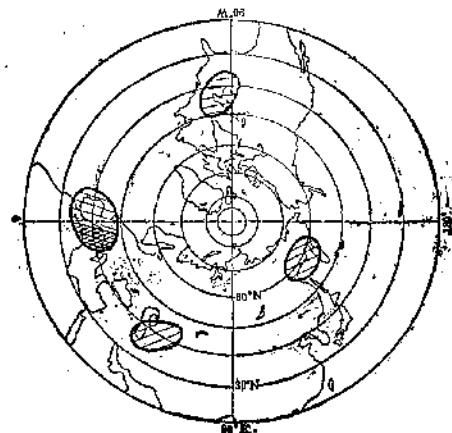


图4. 2月涝年与旱年平均北半球臭氧差值
信度达0.05以上的区域(斜线区)及
信度达0.01以上的区域(网格区)

五、结 论

综上所述,可以得到以下几点结论。

1. 涝年北半球臭氧分布的特点是,欧亚地区高于北美地区,而且臭氧高值区面积较大,数值较高,等值线密集。最高值出现在3月,位于欧亚地区。

2. 早年北半球臭氧分布的特点是,北美地区臭氧值高于欧亚地区,且多无闭合的高值中心,数值也较低,等值线较稀疏。最高值出现在2月,位于北美地区。

3. 旱涝年臭氧高值中心分布有所不同。涝年1—3月位于60°N、130°E附近,以后向西北方向移去,位于78°N、80°E附近。而早年1—3月位于45°N、140°E附近,以后无固定中心。

4. 臭氧量变化显著的地带是在30°N以北,变化显著的时间是1—5月。

5. 从涝年与旱年平均臭氧差值来看,涝年臭氧值远远高于旱年,而且欧亚地区的差值远高于北美地区。