

# 2003年江南干旱的成因分析

袁晓玉 马德贞

(华风气象影视集团,北京 100081)

## 提 要

在对2003年夏季江南干旱进行客观评估的基础上,利用天气学方法对该年夏季江南干旱成因进行分析。结果表明,干旱同期北半球500hPa极涡偏于西半球,欧亚中高纬度大气环流呈两槽一脊型,东亚西风锋区位于 $40^{\circ}\text{N}$ 附近,西太平洋副热带高压长时间稳定控制江南地区。

**关键词:** 干旱 极涡 大气环流 副热带高压

## 引 言

2003年夏季,长江中下游以南广大地区出现了比较严重的干旱,其中,浙江、福建、湖南、江西出现了1971年以来最严重的伏旱,尤其是浙江东部和南部的旱情已超过1949年以来干旱最严重的1967年。干旱对农业生产、供水、供电及人民生活很多方面都造成了很大影响。由于干旱是一种非常常见的气象灾害,对国民经济各部门都会造成很大的影响,因此,对干旱研究早已引起学者的高度

重视。研究表明:遥相关现象<sup>[1,2]</sup>、夏季风的强度<sup>[3,4]</sup>、海冰<sup>[5]</sup>、高原热状况<sup>[6]</sup>等都与我国旱涝有密切关系。本文在对2003年夏季江南干旱进行客观评估基础上,利用天气学方法对该年盛夏江南干旱成因进行分析。

## 1 资 料

本文根据全国600观测站2003年6~8月降水和气温资料、副热带高压资料、北半球500hPa欧洲中心网格点高度资料以及 $65^{\circ}\text{N}$ ~ $45^{\circ}\text{S}$  850hPa风场资料,研究分析2003年

盛夏江南干旱的成因。

## 2 干旱概况及评估

### 2.1 降水偏少

2003年6~8月江南大部分地区总降水量都不足400mm,其中江西、湖南两省中部及浙江东部一些地方的降水量甚至不足200mm(图略)。和常年同期相比,降水量一般偏少2成以上,其中浙江东部、江西中北部偏少5成以上(图1)。根据降水量距平百分率 $< -20\%$ 为干旱的定义标准<sup>[7]</sup>,则整个江南地区2003年夏季都出现了不同程度的干旱。

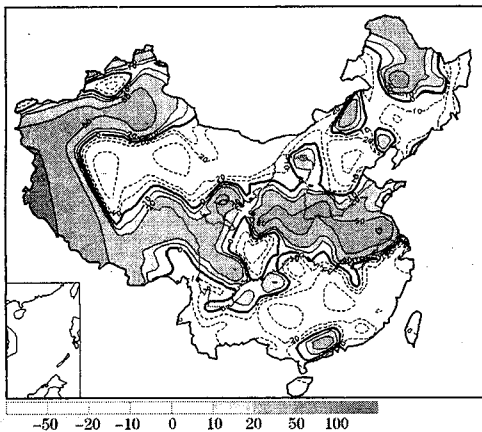


图1 2003年夏季6~8月降水量距平百分率图  
同样,根据江南地区干旱指数的定义<sup>[8]</sup>,计算了干旱指数:

$$I_2 = \left( \frac{\Delta R}{\bar{R}} - \frac{\Delta T}{T} \right) \times 100\% \quad (1)$$

其中, $\Delta R/\bar{R}$ 为江南15个站平均降水距平, $T$ 为这15个站常年6~8月最大持续干旱旬数,而 $\Delta T$ 为所计算年6~8月最大持续干旱旬数和常年6~8月最大持续平均干旱旬数的差值。

按WMO标准,最大持续平均干旱旬数取1971~2000年的30年资料进行计算,从1971~2000年,计算得: $T=4$ ,而2003年最大持续干旱旬数也为4个旬,所以 $\Delta T/T=0$ ,从而干旱指数取决于 $\Delta R/\bar{R}$ 。计算结果显示,江南15个站平均降水距平为 $-37.3\%$ 。因此,干旱指数为 $-37.3\%$ 。尽管干旱指数小于历史上的大旱年(1971、1978年等),但由于降雨连续偏少时间比较集中,所以导致了江南地区夏季比较严重的干旱。

### 2.2 持续高温干旱加重

许多研究表明,在长江流域和长江以南,6~8月降水量与温度是呈反相关的。即温度越高,降水越少。7月份,这一带地区降水量与气温等级(气温越高,等级越低)相关系数可达0.69<sup>[8]</sup>。而2003年6~8月,江南一带气温比常年同期偏高 $1\sim 2^\circ\text{C}$ (图略),酷热7月份最严重,高温持续天数大多在30天左右。可见,2003年夏季高温天气也是导致江南干旱的重要因素。

## 3 江南干旱的大气环流特征及成因分析

俗话说:“冰冻三尺,非一日之寒”。干旱的形成并非几日少雨而致,而是长时间持续少雨的结果。长期少雨是与大气运动的大尺度环流特征密切相关的。因此,本文选用500hPa这个有代表性的高度层进行大气环流分析,从而进一步分析江南干旱成因。分析发现,2003年6~8月北半球500hPa大气环流具有以下特征。

### 3.1 极涡偏于西半球

2003年6~8月北半球500hPa极涡中心偏于西半球,而表征大气运动的特征线5600gpm线也偏于西半球,中高纬度长波槽也位于北美洲西部一带(图2),表明整个夏季,冷空气大多堆积在西半球。

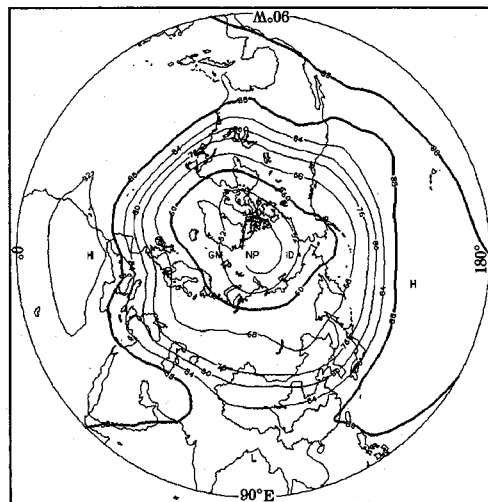


图2 2003年夏季6~8月北半球500hPa平均高度图

### 3.2 欧亚中高纬为两槽一脊型

从图2还可以看出:贝加尔湖以西的东亚地区有长波脊维持,而在欧洲中部和亚洲

东部为长波槽。值得注意的是,中亚地区维持一庞大长波脊,正是造成中国夏季干旱的一个主要长波系统,亚洲东部长波槽的维持,表明入侵中国东部的冷空气偏东。而长波脊稳定在 80~110°E 中亚地区,是中国夏季干旱的一种典型环流型。

为进一步反映欧亚大气运动演变状态,我们制作了 2003 年 6~8 月 500hPa 逐候高度沿 65°N 的时间剖面图(图 3),并与 1998 年 6~8 月(图 4)进行比较。由图 3 显示出,2003 年 6 月第 1 候到第 6 候和 8 月第 2 候到第 6 候,欧亚中高纬地区,长波分布为两槽一脊形势,两个长波槽分别位于 30~70°E 中欧

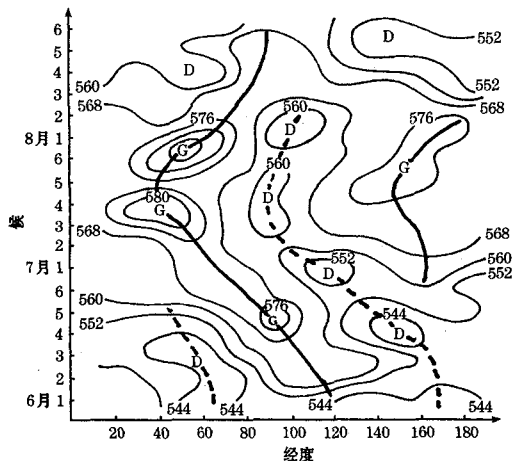


图 3 2003 年 6~8 月 500hPa 逐候高度沿 65°N 的时间剖面图

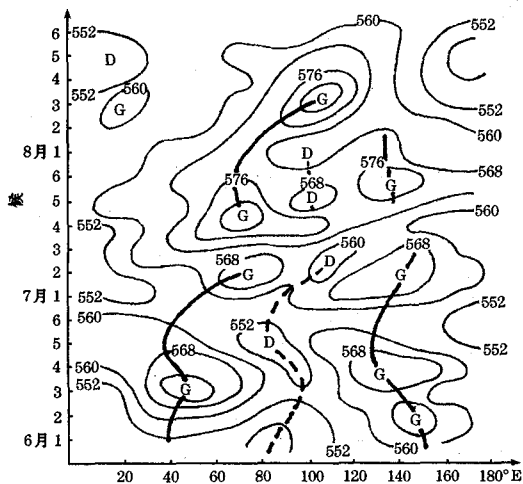


图 4 1998 年 6~8 月 500hPa 逐候高度沿 65°N 的时间剖面图

和 130~160°E 俄罗斯远东至鄂霍茨克海一带(图中虚线),长波槽内低值中心大多低于 5440gpm,看来,该系统较强,且稳定少动。长波脊(图中粗实线)位于 80~110°E 中亚地区。对比江南洪涝年 1998 年(图 4),我们可以发现两年的环流型式存在显著的差异。1998 年从 6 月第 1 候到 8 月第 1 候,长波槽一直稳定在 80~110°E 中亚地区,两个脊维持在乌拉尔山和鄂霍茨克海附近。即整个夏季的大部分时间,欧亚中高纬地区稳定地维持着两脊一槽形势。

### 3.3 副热带高压控制江南和华南东部

分析图 2 还可发现,2003 年 6~8 月西风急流锋区偏北,大致位于 35~40°N,比江南洪涝年 1954 年和 1998 年 6~8 月西风急流(30~35°N)偏北约 5 个纬度。在低纬度,西北太平洋副热带高压(以下简称为副高)比较强,并且呈东西向分布,西脊点位于 110°E 附近,脊线在 25°N 左右,副高体控制江南和华南地区东部。

理论研究和天气预报实践经验证明,西北太平洋副高的强弱,西进北上时间,活动范围都与旱涝有直接关系。为了对 2003 年 6~8 月副高的特征进一步分析,我们选用制作了 2003 年 6~8 月逐候高度沿 30°N 时间剖面(图 5)。由图 5 可以看到,2003 年 6~8 月副高长时间控制江南地区。2003 年 6 月第 1、2 候,副高基本位于 150°E 以东,江南处于 5800gpm 低值区域内,6 月第 3 候开始,副高加强并向西运动,其西伸脊点移到 135°E 附近,以后继续西伸,强度逐渐加强,到 6 月第 6 候,副高已经控制了整个江南地区。图中斜线区域表示副高 5880gpm 线向西伸展动态及占据范围。看得出,7 月第 5 候和第 6 候,副高体中心已经超过 5920gpm。在其控制下,江南不少地方日最高气温达到 40℃ 以上。

### 3.4 东亚副热带呈西高东低形势

从图 5 中还可以看到,从 6 月第 5 候开始一直到 8 月第 2 候,在 130°E 以东洋面,先后有 4 个低值系统东移。在此不去探究它是热带低气压,还是温带气旋。但是,由于低值系统的存在,致使江南地区处于西高东低的形势。预报实践经验表明,该地区呈现西高东低形势时,其上空往往为单一干下沉气流

控制,不易产生降雨。同时,由于下游  $130^{\circ}\text{E}$  以东低值系统的存在,对江南副高体东移也起到一定阻碍作用。所以,2003年夏季,副高长时间稳定地控制江南地区。而在1998年副高间断性的控制江南地区,而且在江南的副高体明显弱于2003年(图略)。

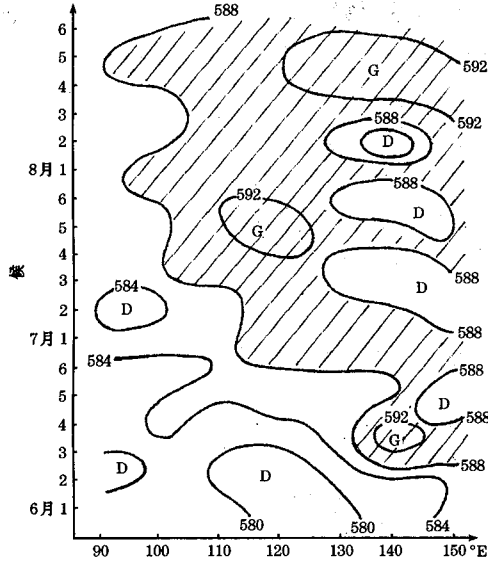


图5 2003年6~8月500hPa逐候高度沿  $30^{\circ}\text{N}$  时间剖面

### 3.5 副高脊线长时间稳定在 $23^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{N}$

众所周知,副高脊线的南北位置与中国江南旱涝关系也非常密切。图6给出2003年、1998年和多年平均副高脊线在  $110^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$  区域内演变曲线。

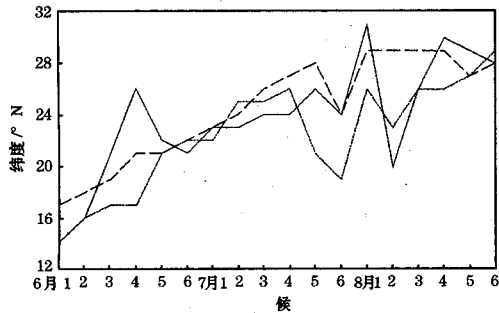


图6 6~8月500hPa副高脊线变化曲线  
实线为2003年;点线为1998年;长虚线为多年平均

从图6曲线演变可以看到,6月第2候至7月第1候,2003年副高脊线比多年平均偏北  $1\sim 3$  个纬度,比洪涝年1998年偏北  $3\sim 5$  个纬度。在此期间,脊线偏南的1998年,江南暴雨频繁发生。7月第2候至8月

第4候,从气候情况看,副高脊线应该进入季节性北移的阶段。由图6显示出,多年平均副高脊线逐渐北移到  $29^{\circ}\text{N}$  附近,而2003年副高脊线依然迟迟未能向北移动,除了8月第1候较常年偏北外,其余时间均位于  $23^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{N}$ ,比多年平均位置偏南。1998年7月第2候至第4候,副高脊线曾经一度北跳到  $25^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{N}$ ,其间,江南无降雨,7月第5候至8月第1候,1998年副高脊线再度南落到  $19^{\circ}\sim 23^{\circ}\text{N}$ ,此时,江南再度进入多雨期,而2003年副高脊线仍然在  $25^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{N}$  之间徘徊,江南依然无雨,尽管8月第1候副高脊线一度北跳到  $30^{\circ}\text{N}$ ,但由于0309号热带风暴登陆浙江,8月第2候,副高脊线有短暂南落,第3候又迅速北跳到  $26^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{N}$ 。因此,通过对比分析副高脊线位置演变可以发现,2003年夏季,尤其是7月份,副高脊线未季节性北移,而长时间在  $23^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{N}$  之间徘徊,是江南干旱的一个主要原因。

### 4 导致江南干旱的间接原因

通过以上分析发现,副高稳定地控制江南地区是导致该地区干旱的主要原因之一。那么,副高为何长时间盘踞江南未能季节性北跳。这里有其它方面的原因,也可以说,这是导致江南干旱的间接原因。

#### 4.1 赤道辐合带偏弱,位置偏南

2003年盛夏,副高未能季节性北移,主要与赤道辐合带位置和强度有一定关系。根据以前研究结果显示<sup>[9]</sup>,赤道辐合带北跳往往促使副高向北运动。分析欧洲中心  $65^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{S}$  850hPa逐日风场看出,2003年6~8月,赤道辐合带位置偏南,平均在  $15^{\circ}\text{N}$  附近(图略),而且强度偏弱。从西北太平洋热带气旋活动情况也可以看出,6月和7月分别有2个热带气旋生成;而7月份生成的热带气旋均登陆广东沿海,表明副高体还盘踞在江南地区。

按照气候情况来看,一般在7月下旬至8月前半月,往往有台风登陆浙闽沿海,容易给江南一带带来强降水,像“56.8”,“75.8”,“96.8”等。可是,2003年7~8月份无一台风在浙闽沿海登陆,仅有0308号和0309号强热带风暴分别于8月4日和20日在福建和浙江沿海登陆。登陆时,强度均较弱。因此,赤道辐合带位置偏南,是副高未能季节性

北移的一个原因,也是导致江南持续干旱的一个间接原因。

#### 4.2 南半球越赤道气流弱

根据以前研究结果显示,赤道辐合带北跳与南半球环流有联系。通过近10年对欧洲中心中期预报资料在 $45^{\circ}\text{S}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $90^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}$ 区域内,逐日850hPa风场和1000hPa分析研究,初步结果表明,在南半球当一个强大高压由南印度洋东北部移上澳洲大陆,特别是其中心在 $140^{\circ}\text{E}$ 以东时,澳洲大陆高压的作用,在其东北侧有强劲的东南气流,自澳大利亚东北部沿海向赤道伸展,在加里曼丹到苏拉威附近越过赤道,然后转为西南气流,经菲律宾东南进入西太平洋,成为赤道辐合带南侧西南气流,促使赤道辐合带向北移动。分析2003年6~8月850hPa逐日风场看出,6月底和8月下旬在 $25^{\circ}\text{S}$ 、 $140^{\circ}\text{E}$ 附近为弱反气旋环流,但持续时间很短;7月份,反气旋环流明显减弱,在澳大利亚大陆北部沿海为一致偏东气流。总体来看,2003年6~8月,澳大利亚大陆北部沿海东南气流不强,越赤道气流很弱,是赤道辐合带偏南的一个原因,致使副高未能季节性北跳。另外,南半球持续的纬向环流,也是副高稳定在江南,从而导致江南干旱的一个间接原因。

#### 5 结语

通过以上几节的分析,我们可以得到以下几点事实。

(1)北半球500hPa极涡偏于西半球,超长波槽位于北美洲西部,冷空气多在西半球活动,是2003年夏季大气环流一大特征。

(2)2003年夏季,欧亚中高纬长波分布为两槽一脊型,500hPa季平均高度距平

布为正负正态势,是中国夏季干旱的一种典型形势。

(3)副高体长时间稳定地控制江南地区,且强度在5920gpm以上,是江南干旱的主要原因。

(4)赤道辐合带偏南偏弱和南半球越赤道气流不强,致使副高未能季节性北跳,是江南干旱的间接原因。

#### 参考文献

- 1 黄荣辉. 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究. 旱涝气候研究进展, 北京: 气象出版社, 1990: 37~50.
- 2 Yang Xiuqun. Observational study of teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere summer. Chinese J. Atmos. Sci., 1992, 16(4): 337~346.
- 3 Shi Neng, Zhu Qianguan. An abrupt change in the intensity of East-Asia summer monsoon index and its relationship with temperature and precipitation over East China. International Journal of climatology, 1996, 17(7): 757~764.
- 4 Shi Neng, Zhu Qianguan and Wu Binqui. The East-Asian summer monsoon and in relation to summer large scale weather-climate anomaly in China for last 40-years. Chinese J. Atmos. Sci., 1997, 20(4): 385~394.
- 5 王春红, 蒋全荣, 余志豪. 北极III区海冰面积低频变化对北半球冬季大气环流异常的作用. 大气科学, 1997, 21(1): 123~126.
- 6 葛旭阳, 朱永提. 青藏高原热力状况异常特征及其与长江中下游地区夏季降水的关系. 气象科学, 2001, 21(2): 147~152.
- 7 冯佩芝, 李翠金, 李小泉等. 中国主要气象灾害分析(1951~1980). 北京: 气象出版社, 1985: 14~15.
- 8 陈菊英. 中国旱涝的分析和长期预报研究. 北京: 农业出版社, 1991: 26~27; 240~241.
- 9 仇永炎, 马德贞, 林玉成. 台风与西风槽相互作用与赤道辐合带的北跳. 气象, 1999, 25(2): 3~9.

## Analysis of Drought Cause in South of Yangtze River in Summer 2003

Yuan Xiaoyu Ma Dezhen

(Huafeng Meteorological Video Information Group., Beijing 100081)

#### Abstract

Based on the evaluation of the drought in the south of the Yangtze river in the summer of 2003, the cause of the drought is analyzed. The result shows that in the same period of the drought, the polar vortex at 500hPa slant to the west hemisphere, in the middle and high latitude in Asia and Europe, there are two troughs and one ridge. The west wind front zone exists in the vicinity of  $40^{\circ}\text{N}$ , the west pacific subtropical high controls the south of the Yangtze river steadily for a long time.

**Key Words:** drought polar vortex general circulation subtropical high