



# 1997年北半球大气环流特征及其影响

陈桂英

(国家气候中心,北京 100081)

## 提 要

1997年北半球主要环流特征为:500hPa西太平洋副热带高压盛夏由弱转强、西伸明显、脊线位置偏北;亚洲中纬度经、纬向环流交替出现,纬向环流盛行,春、秋季经向环流加强,冬、夏季冷空气异常偏弱;盛夏南海季风增强,印度季风偏弱;赤道辐合带偏弱。北半球100hPa中低纬度位势高度持续偏高,南亚高压东扩明显;热带海洋出现异常,一次新的厄尔尼诺事件发生,强度大、发展快。在ENSO和大气环流的共同影响下我国天气气候发生明显异常。

**关键词:** 环流特征 副高 气候 季风 厄尔尼诺

### 1 500hPa西太平洋副高盛夏由弱转强,伊朗高压持续偏强

从500hPa西太平洋副热带高压逐月变化(图1)看到,西太平洋副热带高压1996年9月转弱以后,直到1997年6月,除10月、4月面积指数稍偏强外,其它各月均维持偏弱、偏东趋势;7月开始,副高面积明显扩大,强度加强,西伸明显,副高总趋势发生突然转折,直到12月,都维持偏强趋势。

从对我国夏季降水影响较大的110~130°E副热带高压脊线的位置变化(图2)可以看到,5月上旬候副高脊线有一次明显的加强北跳,比常年位置偏北,以后迅速南退、东撤,6月1候开始逐渐北抬,达到26~27°N,比常年明显偏北,7月1、2候,又南退到25°N以南,4~5候明显北跳,直到8月6候,除受台风影响外,一直摆动在26~35°N之间,9月1候开始明显南撤,以后脊线位置持续偏南。与常年相比,虽稳定跳过20°N(6月4候)的时间接近常年,但由于副高主体位置异常偏东,南海高压极弱,130°E以西西风带

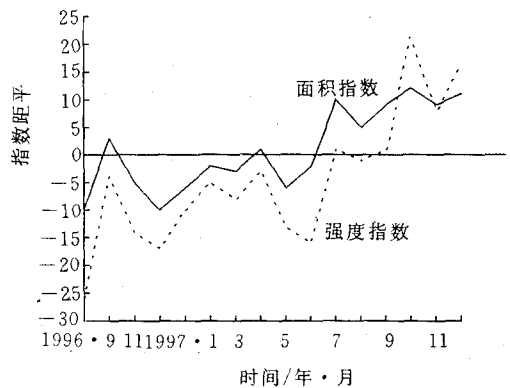


图1 500hPa西太平洋副高面积指数、强度指数距平逐月变化曲线

锋区位置明显偏南,长江中下游地区到6月5候才相继进入梅雨季节,7月4候副高脊线稳定跳过25°N(比常年偏晚)以前,主要雨带持续维持在江南东部到华南地区,在长江中下游地区停留的时间比较短,所以入梅以后长江中游地区梅雨降水很弱,只是在7月上

旬到中甸前期降水才有所加强,这是造成1997年华南前汛期结束晚,长江中下游地区入梅和出梅晚,梅雨期降水量偏少最直接的环流背景。

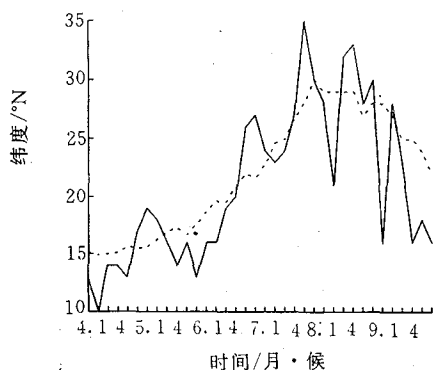


图2 1997年500hPa西太平洋副高脊线110°~130°E脊线位置逐候变化曲线  
实线:1997年 虚线:1961~1990年平均

与西太平洋副热带高压不同,1997年伊朗高压持续偏强。在500hPa候平均环流图上可以看到,盛夏伊朗高压有多次明显的加强东扩和北抬,例如6月2~3候、7月5~6候、8月2候、8月4候~9月2候,588线北界到达45°N以北,最东位置到达110°E以东,加上青藏高原500hPa位势高度明显偏高,印缅槽偏弱,都十分有利于西太平洋副高盛夏加强、位置偏北西伸,因而在我国北方到日本海形成完整的副高单体,导致夏季华北、东北、西北地区东部出现罕见的长时间少雨干旱、酷热高温。

秋季各月西太平洋副热带高压持续偏强、脊线偏南、西伸明显,暖湿气流非常活跃,水汽充足,加上有较强冷空气配合,使江南和西南大部地区降水明显偏多。

## 2 500hPa西风带冬、夏季纬向环流盛行; 春、秋季经向环流加强

这里用亚洲地区(45~65°N、60~150°E)500hPa经向环流指数与纬向环流指数百分率的差( $I_m - I_z$ )来表示西风带环流的特征,正差值表示亚洲中纬度经向环流发展,负差值表示纬向环流盛行。从1997年1~12月亚洲地区经向环流指数与纬向环流指数百分率差的逐候变化可以看到,负差值、正差值交替出现,以负差值占优势(图略)。1~2月,除1月6候、2月6候为正差值外,绝大部分候为负差值,其中有6个候负差值在50%以上,表明亚洲中纬度环流平直,锋区位置较常年偏北,纬向环流盛行,加上西太平洋副热带高压偏弱,我国大部地区降水偏少、气温明显偏高,是1986年以来的第11个暖冬。

1997年夏季,从6月3候开始,绝大部分经向环流指数与纬向环流指数百分率差值为负值,6~8月逐候累积值达到-800%,是1952年以来最低的(图3)。表明,1997年夏季亚洲地区纬向环流持续,且是历年最强的,西风带锋区位置明显偏北。从北半球500hPa6~8月季平均环流和距平分布图(图略)上看到,在20°E、60°N附近出现一个强大的正距平区,而乌拉尔山北部到极地是强大的负距平区。这是由于北欧高压脊、乌拉尔山槽持续稳定的结果。由于上游效应,在它的下游,60°N以南的贝加尔湖到我国北方大范围地区是正距平。从500hPa5~8月110°E候平均距平值的纬度-时间剖面图(图略)上看到,在35~55°N(我国北方地区),除5月下旬~6月上旬、8月第2候出现负距平以外,几乎持续正距平,特别在5月1~4候,6月3~5候,7月2~3、5候,8月4~5候多次出现60~110gpm的强正距平中心,出现的时间表现出明显的准一个月低频振荡。期间我国北方大部地区旬平均气温比常年明显偏高;而在60°N以北,持续出现很强的负距平中心;6月中旬开始,极涡持续龟缩在极地或偏在西半球。这些特征都表明,1997年夏季,入侵我国的冷空

气势力异常弱,在我国北方地区,前期受贝加尔湖暖高压脊、盛夏受副热带高压环流所控制,这是1997年夏季我国北方高温暑热、少雨干旱的另一个重要环流条件。

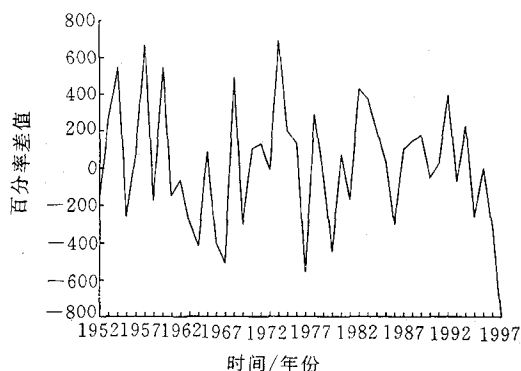


图3 1952~1997年6~8月候500hPa经向环流指数与纬向环流指数百分率差累积值变化曲线

春、秋季,西风带经向环流较冬、夏季明显要强。3~5月500hPa位势高度场上,贝加尔湖地区维持一个强大的暖高压脊,东亚距平场出现北高南低的分布,中纬度90°E附近西风带锋区出现明显分支,南支槽活跃,南方大部分地区降雨过程频繁,阴雨寡照,对春播和作物生长造成不利影响。9~10月500hPa东亚极涡扩展,沿海槽发展,亚洲中纬度距平场呈西高东低型,是全年经向环流发展最强的时期,全国大部地区气温升降幅度大,北方大部地区初霜日期比常年偏早,其中黑龙江是1949年以来初霜最早、范围最大、持续时间最长的一次;而华南、江南出现了明显的寒露风天气,其出现时间之早、持续时间之长、危害范围之广是1949年以来少见的。

### 3 100hPa 位势高度场中低纬度持续偏高,盛夏南亚高压强大、东扩明显

从1997年1~12月40°N以南100hPa

位势高度距平正距平的点数占全部点数的百分比(表略)可以看到,40°以南的中、低纬度1~12月正距平点数都在75%以上,表明1997年100hPa中、低纬度大部分地区位势高度持续偏高。夏季各月100hPa南亚高压面积指数均较常年偏强,其中7月是1961年以来最强的,夏季前期,脊线稍偏南,东西位置接近常年,盛夏脊线稍偏北,但东扩明显,对500hPa西太平洋副热带高压盛夏转强十分有利。

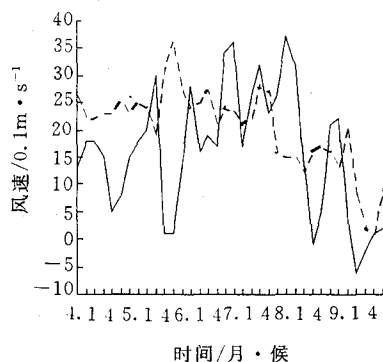


图4 南海北部850hPa1997年4~9月经向风逐候变化曲线  
实线:1997年 虚线:多年平均

### 4 南海季风盛夏由弱转强,印度季风偏弱

从用国家气象中心T63客观分析风场资料分析的1997年850hPa南海北部(图略)纬向风和经向风逐候变化曲线(图略)可以看到,第一次西风稳定跃升在5月1候,以后又有3次跃升,于5月6候、6月6候、8月1候达到峰值,8月1候为1997年最高峰,在4次跃升之间出现明显衰减。与常年相比<sup>[1]</sup>,第一次跃升偏早1~2个候,第二、三次跃升后达到峰值的时间与气候上大致相同,但第三次跃升后没有明显衰减而又连续跃升,4次跃升后,形成与气候上双峰型明显不同的单峰型。从8月2候开始季节性的连续衰减。

季节性撤退虽然比常年早4个候,但7月1候~8月4候纬向风比常年明显偏强,且整个夏季大部分候都比常年偏强。

南海北部经向风以4~6候为其主要变化周期(图4),在5月4候、6月2候两次达到峰值后,与常年5月6候达到最大风速( $3.6\text{m/s}^{-1}$ )后总的趋势逐渐下降不同,多次出现更高峰,8月1候达到全年最大值( $3.7\text{m/s}^{-1}$ )。与常年相比,前期(7月1候以前)偏弱、盛夏偏强,表明1997年南海季风前期偏弱、盛夏偏强。

从纬向和经向风速的垂直(图略)结构可以看到,5月1候开始50hPa转为东风,根据低层西风跃升,高层东风下传,200hPa北风加大等特征表明,1997年南海北部季风第一次爆发于5月1候,比常年偏早,而5月4~6候、6月4~6候、7月5候~8月1候南海季风多次加强,表现为明显的准一个月的变化周期,与江南到华南100mm以上的强降水过程出现的30天左右低频过程相一致(图略),而且在时间上同步,这说明华南强降水带的出现与南海季风的强弱变化有密切关系。

孟加拉湾地区( $10\sim 20^{\circ}\text{N}$ 、 $80\sim 95^{\circ}\text{E}$ )1997年5月第1候850hPa西风曾有一次增强过程,但较弱;西风第一次跃升于5月3~4候(图略),比常年(5月6候~6月1候)偏早3个候,以后又多次跃升,于6月6候、7月6候、8月5候达到峰值,8月第6候开始西风季节性撤退,因而形成与气候上双峰型不同的多峰型,在8月2候南海北部西风连续衰减后,又有一次明显的加强过程,并在8月第5候再次达到峰值,这比气候上在第二个峰值后持续撤退晚2个候。与常年相比<sup>[1]</sup>,前期(6月4候以前)偏弱后期偏强。4~9月孟加拉湾地区850hPa经向风速(图5)表现出明显的短时间过程性加强(6月4候、7月2候、7月6候、8月5候、9月2候)的特点,其它有7个候南风小于 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,比常年偏

弱,而有24个候为北风,这说明孟加拉湾地区越赤道气流比常年明显偏弱。

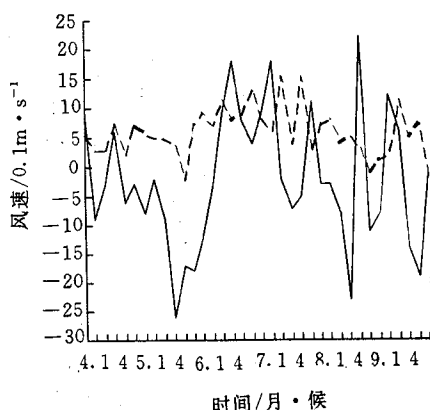


图5 孟加拉湾地区1997年4~9月经向风逐候变化图

实线:1997年 虚线:多年平均

孟加拉湾地区纬向和经向风速的垂直结构图表明(图略),5月第2候以前,平流层均为弱东风,5月2候开始东风加强并下传,直至6月2候500hPa以上才全部为东风。在5月4候跃升的基础上6月4候850hPa西风连续跃升至 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,200hPa北风加强,这时季风环流稳定建立,与6月5候印度高压撤退相呼应,印度季风全面爆发,这与气候上的时间大致接近,但由于冷空气势力较弱,加上副热带高压主体偏东, $130^{\circ}\text{E}$ 以西脊线位置偏南,长江中下游地区的没有形成稳定的梅雨降水。同时整个夏季越赤道气流比常年明显偏弱,这都表明印度季风偏弱。另外,南海北部和孟加拉湾地区西风强弱的变化趋势大致同步,但南风的加强和减弱变化趋势位相几乎完全相反(见图4,图5),这表明不同区域夏季风增强不同步。这使夏季风缺少向北的爆发力,严重影响对我国北方水汽输送,也是造成1997年我国长江流域及其以北地区大范围严重干旱最重要的原因之一。

### 5 西太平洋赤道辐合异常偏弱

根据刘秦玉等人的工作<sup>[2]</sup>,南海北部5~6月越赤道气流偏弱,不仅表明季风偏弱,也表明初夏ITCZ偏弱。5~9月850hPa矢量风的变化(图略)也可以看到ITCZ偏弱的特点,7月以前850hPa矢量风分布图上看不到副热带东风和西南季风之间的明显辐合带,直到8月份才在180°以西的20°N附近西南风与东南风形成明显的辐合带最活跃的季节;同时从各月热带地区向外长波辐射距平分布图(图6)上可以看到,由于受El Nino事件影响,5~9月除8月份赤道以北的西太平洋地区出现向外长波辐射较强的负距平区外,均为很强的正距平,这表明这一地区辐合带异常偏弱,9月份,索马里急流和越赤道气流明显减弱,赤道辐合带相应减弱。由于赤道辐合带较常年明显偏弱,活跃期短,因而登陆我国的台风少、时间集中、登陆季节短。

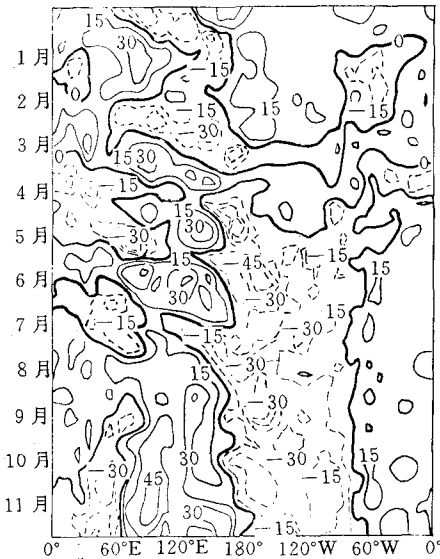


图6 1997年热带地区(5°S~5°N)向外长波辐射距平逐月变化图

引自1997年12月美国气候诊断公报

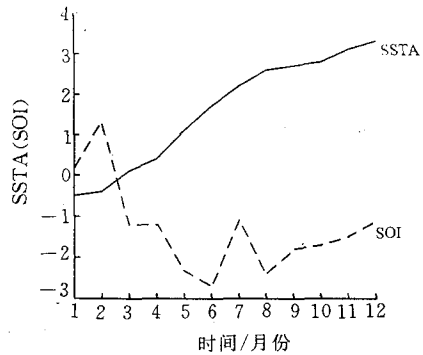


图7 1997年Niño-3区(5°S~5°N,150~90°W)SSTA和SOI逐月变化曲线

### 6 一次新的El Nino事件形成,发展快、强度大

图7给出1997年1~12月Niño-3区(5°S~5°N、150~90°W)平均海温距平的逐月变化,可以看到1~4月SSTA接近常年,5月SSTA达到1.1°C,11~12月达到3.0°C以上,到12月,1°C以上的SSTA已持续了8个月。2~12月Niño-3区的SSTA一直是上升的,表明赤道东太平洋大范围海水持续异常增暖,7月开始2~4°C的正海温距平控制了大部地区,部分地区在5°C以上,1°C正海温距平向西扩展到日界线附近,北太平洋SSTA呈北负南正分布型,热带印度洋的大部分洋面也被正海温距平所覆盖,赤道东太平洋次表层(0~400m深)逐渐被很强的正海温距平所盘踞。从3月开始SOI持续在-1.0以下,5、6、8月都在-2.0以下(图7)。与此同时,热带太平洋地区从5月开始,低层(850hPa)东风距平不断减弱,高层(200hPa)东风距平持续加强。OLR距平分布表明,赤道西太平洋对流持续减弱,赤道东太平洋对流明显加强。这表明一次新的El Nino事件形成。统计表明,本次El Nino开始以来,Niño-3区的月最高海温距平已超过曾被认为

是本世纪最强的 1982/1983 年发生的 El Niño 事件中月最高海温距平, 1997 年 1~12 月月际累积增温为 1951 年以来之最, 表明这次 ENSO 事件不仅强度大, 而且发展快。

根据以前的许多研究表明<sup>[3~7]</sup>, 春、夏季发生 ENSO 年的夏季, 热带大气环流发生重大调整, Walker 环流减弱东移, 菲律宾以东大气对流明显减弱, 将导致盛夏西太平洋副热带高压位置偏南, 我国夏季将出现中部型多雨带(主要多雨带在长江至黄河之间), 东北易出现低温冷害, 登陆我国的台风偏少, 这包括了 1951 年以来的大部分春、夏季发生 ENSO 的年。1997 年夏季登陆我国的台风异常偏少, 与以前研究的结果相一致, 但我国夏季主要雨带在江南到华南地区, 长江流域及其以北大部分地区少雨, 部分地区干旱严重、高温酷热, 提供了 ENSO 对我国气候影响的另一类个例。表明, ENSO 期间, 由于热带环流发生异常, 通过经向环流影响中高纬度大气环流和我国的天气气候, 这个过程是极为

复杂的, 在这种背景下, 我国气候易发生明显异常, 但所表现的特点差异十分明显。

### 参考文献

- 1 王启祎, 丁一汇. 南海夏季风演变的气候学特征. 气象学报, 1997, 55(4): 466~483.
- 2 刘秦玉, 徐启春, 许乃猷. 初夏东亚季风环流系数. “八五”长期天气预报理论和方法的研究. 北京: 气象出版社, 1996: 138~142.
- 3 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. 中国科学院: 旱涝气候研究进展, 北京: 气象出版社, 1990: 37~50.
- 4 廖荃荃, 赵振国. 我国东部夏季降水分布的季度预报方法. 应用气象学报, 1992, 3(增刊): 1~10.
- 5 赵振国. 厄尔尼诺现象对北半球大气环流和中国降水的影响. 应用气象学报, 1996, 20(4): 422~428.
- 6 Liu Yongqiang and Ding Yihui. Influence of El Niño on Weather and Climate in China, Acta Meteorologica Sinica, 1992, 6(1): 117~130.
- 7 陈菊英. 中国汛期区域旱涝与 ENSO 事件的遥相关研究. 中央民族大学学报(自然科学版), 1995, 4(1): 41~50.

## General Circulation over Northern Hemisphere in 1997 and Their Impact

Chen Guiying

(National Climate Centre, Beijing 100081)

### Abstract

General circulation features over the Northern Hemisphere in 1997 are analysed. It is shown that the subtropical high over the west Pacific turns stronger, and extends to the west, and at the same time moves northward in the midsummer. At 500hPa, zonal circulation is dominant in the middle latitude of Asia in the most time of the year. Meridional circulation strengthen during the spring and autumn. Cold air is weaker than normal during the winter and summer. Monsoon over the South China Sea is stronger than normal, monsoon over India is weaker than normal in the midsummer. ITCZ over the west Pacific is weaker than normal. At 100hPa, the geopotential height at the mid-low latitude is above normal. The location of the South Asia High is farther to the east than normal. A new El Niño event took place in the tropical Pacific region in 1997. the anomaly of both the tropical Pacific and atmosphere circulation exerted a significant impact on the weather and climate in China.

**Key Words:** general circulation the subtropical high climate monsoon El Niño