

艾婉秀,孙林海,宋文玲. 2009年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响[J]. 气象,2010,36(4):101-105.

# 2009年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响

艾婉秀 孙林海 宋文玲

国家气候中心, 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081

**提 要:** 2009年总体来看,全国天气气候的特征为气温偏高,平均降水偏少,夏季为近10多年来降水最少的年份,区域性和持续性干旱非常显著;黄淮、华北发生了严重的秋冬季连旱,东北西南部夏秋旱严重,江南西部、华南西部和西南南部夏秋旱明显等。2009年在南海和西太平洋生成的热带气旋个数明显偏少,但是登陆的偏多,初次登陆时间偏早。分析发现,2009年赤道中东太平洋春季前处于冷水位相,4月以后进入暖水位相,6月开始了一次厄尔尼诺事件。受海洋异常强迫和海气相互作用的影响,北半球大气环流表现出的主要特征是:500 hPa西太平洋副高强度和位置变化较大;东亚冬季风偏弱,夏季风偏强;西太平洋暖池区冬春季热带对流活动偏强,夏秋季正常;亚洲中高纬度经纬向环流交替转换,其中5月纬向环流盛行,6月、10月和11月经向环流盛行。这些环流异常是影响2009年中国气候异常的主要原因。

**关键词:** 大气环流, 海温距平, 气候异常

## Ocean and Atmospheric Circulation Anomalies in 2009 and Their Impacts on Climate in China

AI Wanxiu SUN Linhai SONG Wenling

The Laboratory of Climate Study of CMA, National Climate Center, Beijing 100081

**Abstract:** Overall in 2009, the weather and climate are characterized by high temperatures and less precipitation. In this year, summer precipitation is the least in the past 10 years, regional and persistent drought was very significant, there is a serious drought in Huanghuai region and North China in winter. In summer and autumn, severe drought is monitored in the southwest of Northeast China, western Jiangnan, obviously drought in western South China and southern Southwest China. The typhoon number is significantly less than the normal generated over the South China Sea and the West Pacific. However, the number of landing China is more than normal, as well as the first landing one occurs earlier than normal. It is shown that the SSTA (SST anomaly) over the central and eastern Pacific was below normal before spring of 2009, and changed into a warm phase in April 2009. An El Nino event begins in June. Due to the influence forced by SSTA and interaction between ocean and atmosphere, the general circulation over the Northern Hemisphere is shown the dominant anomalies which have been characterized as response as follows: the intensity and position of subtropical high over the West Pacific vary more frequently than normal; the tropical convection in the warm pool of West Pacific is more active from winter to spring and near normal from summer to fall of 2009 compared to the normal; and the transition between meridional and zonal circulations is carried out by turns. The zonal circulation prevails in May over the mid-high latitude area of Asia; the meridional circulation prevails in June, October and November. These may be the main factors that influence climate in China in 2009.

**Key words:** general circulation, sea surface temperature anomaly (SSTA), climate anomaly

### 引 言

2008/2009年冬季(2008年12月至2009年2月),气候总体具有气温高但冷暖起伏大、降水少干

旱重、灾害多的特点。主要的天气气候事件有:北方冬麦区发生罕见秋冬连旱;华南及云南等地2月气象干旱发展迅速,森林火灾频发;2月中下旬长江中下游出现大范围持续阴雨天气;福建、广西等地遭受霜冻;黄河壶口瀑布景区出现罕见凌汛;东北降水量

异常偏多,部分地区发生雪灾;内蒙古、宁夏等地出现大风沙尘天气。

春季(3—5月),全国平均气温为历史同期次高值,平均降水量接近常年同期。季内主要天气气候事件有:内蒙古东北部、黑龙江干旱严重;华北南部、黄淮及我国南方部分地区出现强降水,局部地区发生洪涝灾害;黑龙江等省局部地区最高气温突破极值;春季沙尘天气过程次数与2003年并列为2000年以来最少。

夏季(6—8月),全国平均降水量较常年同期略偏少,但干旱的面积比涝的面积大,降水偏少站数为近20年来同期第一。我国夏季降水出现了三条多雨带:北面的在东北中北部,中间的在 $32^{\circ}\sim 38^{\circ}\text{N}$ 之间,南面的在华南东南部,东北南部至华北北部、长江中游至江南西部、华南西部及西北大部降水偏少;夏季全国平均气温较历史同期偏高,除东北、内蒙古东部和新疆北部气温较常年偏低外,全国其余大部气温偏高。主要天气气候事件有:黑龙江发生罕见低温冷害,南方高温范围广,持续时间长,强度大;北方地区遭受严重气象干旱;局地强对流天气灾害范围广,灾害重。2009年夏季,我国洪涝的灾害较常年偏轻,干旱灾害较常年偏重。

秋季(9—11月),全国平均气温比常年同期偏高,降水量比常年同期偏少,为近10年来最少值,距平百分率分布为北多南少。主要天气气候事件有:南方大范围持续高温,西北、华北阴雨寡照;辽宁、吉林、内蒙古东南部出现严重夏秋连旱,南方多省遭遇50年罕见秋旱;青海、西藏等地发生雪灾;华北黄淮等地遭受寒潮暴雪袭击;我国中东部地区持续出现大范围的雾天气。11月是近30年来同期气温最低的月份。

2009年,西北太平洋和南海海域共有23个热带气旋(中心附近最大风力不小于8级)生成,生成个数较常年(平均27个)偏少,其中有10个在中国登陆,比常年偏多3个。

海洋和大气环流异常是产生上述我国天气气候异常分布和影响的主要原因<sup>[1-2]</sup>。本文将重点从这两个方面予以分析。

## 1 赤道中东太平洋海温

2008年下半年,赤道中东太平洋海温距平为正常状态,10月赤道中东太平洋负海温距平增强(图1),12月Nino Z $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ ,在2009年3月之前,Nino Z指数在 $-0.5\sim -0.6^{\circ}\text{C}$ 之间波动变化。

进入4月份后,赤道中东太平洋海温距平迅速上升,4月份Nino Z指数为 $0.0^{\circ}\text{C}$ ,随后赤道中东太平洋大部海温呈增暖趋势,各Nino区海温监测指数逐步回升,6月Nino Z指数超过 $0.5^{\circ}\text{C}$ ,达到 $0.7^{\circ}\text{C}$ 。截止11月,Nino Z指数已连续5个月大于 $0.5^{\circ}\text{C}$ 且累积值超过 $4.0^{\circ}\text{C}$ ,已经形成了一次新的El Niño事件。

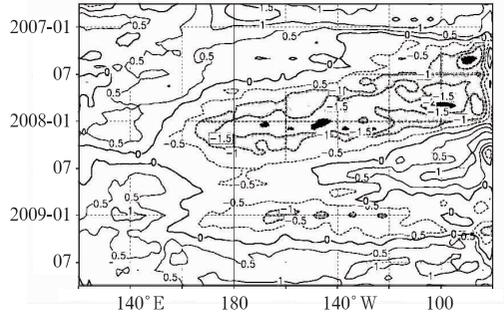


图1 赤道太平洋海温距平( $^{\circ}\text{C}$ )时间-经度剖面图

Fig. 1 Time-longitude section of mean equatorial Pacific SSTA( $^{\circ}\text{C}$ )

## 2 北半球大气环流

2008/2009年冬季,北半球中高纬500 hPa高度距平场波型分布清晰,自欧洲西南部向东到北太平洋的距平为‘-+-+’的波列分布,北太平洋北部、亚洲中西部至俄罗斯西部以及北美西南至东北太平洋海域上空为高于40 gpm的正高度距平控制,其中北太平洋东北部的正距平中心超过160 gpm;北非局部及欧洲南部和俄罗斯东南部局部上空为低于 $-40$  gpm的负高度距平控制,其余大部分地区接近正常。

2009年春季,北半球500 hPa位势高度距平场上,北太平洋北部大部、加拿大东北局部至大西洋北部局部、欧洲中西部部分地区等地上空为高于40 gpm的正高度距平控制,北太平洋北部部分地区中心值高于80 gpm;俄罗斯西部局部和格林兰岛以南局部海域等地上空为低于 $-40$  gpm的负高度距平控制,其余大部分地区高度场接近正常。

2009年夏季,北半球500 hPa季平均位势高度场上,中高纬度环流多短波槽活动。距平场上,极区偏西为一高于80 gpm正距平中心,并向南伸展至加拿大东北部;加拿大西海岸 $50^{\circ}\text{N}$ 附近和黑海西北部为两个高于40 gpm距平区。日本海附近有一明显的负距平区,中心低于 $-40$  gpm,北大西洋中高纬度有一明显的负距平区,中心低于 $-80$  gpm。其余大部分地区高度场接近正常。我国除东北为负

距平控制外,其余大部地区为正距平控制。

2009 年秋季,北半球 500 hPa 季平均位势高度距平场上,乌拉尔山脉附近、喀拉海、北美东北部上空为高于 40 gpm 正距平中心。东北太平洋有一负距平区,中心低于 -40 gpm。其余大部分地区高度场接近正常。我国为北低南高的距平分布。

### 2.1 高纬度环流系统

2009 年,北半球高纬度地区位势高度场以偏高为主,北半球极涡强度偏弱,除夏季极涡面积偏大外,其他季节面积均偏小;亚洲区的极涡面积与北半球极涡有相似的特征(图 2),极涡中心强度春季偏强,其他季节偏弱;北半球极涡中心位置冬季和夏季在东半球,春季和秋季在西半球。2008/2009 年冬季亚洲高空西风急流偏弱,纬向环流占优势,虽然东亚槽位置偏西,但强度偏弱,冷空气活动总体偏弱;春季和秋季 200 hPa 西风急流接近常年同期或偏强,夏季西风急流偏强,位置偏北。

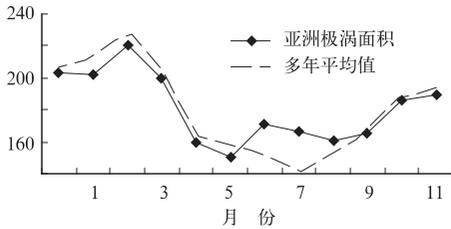


图 2 2008 年 12 月至 2009 年 11 月亚洲极涡面积指数变化

Fig. 2 Indices for the polar vortex over Asia from Dec. 2008 to Nov. 2009

夏季东亚 500 hPa 环流的显著特征是 120°E 附近从低纬到高纬为‘+ - +’的距平分布,其中高纬的负距平中心在黑龙江东北部,是由于东北低涡持续活跃,导致该地区 500 hPa 高度距平异常偏低;另外,6、7 月的北极涛动 AO 指数异常偏低,表征极涡的扩大及向南扩张,表现为东北低涡的活跃。

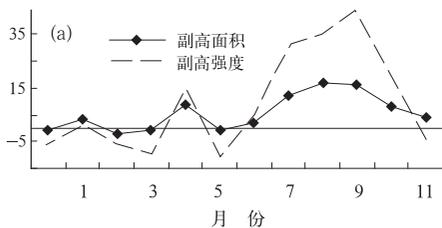


图 4 2008 年 12 月至 2009 年 11 月西太平洋副高指数距平变化

(a) 面积和强度; (b) 脊点和脊线

Fig. 4 Index anomalies for the Northwest Pacific subtropical high from Dec. 2008 to Nov. 2009

(a) area and intensity; (b) western ridge point and ridge line position

区为弱的正距平控制,这种环流的配置造成了我国冬季气温偏高,降水偏少。

用西风环流指数<sup>[1]</sup>来表示欧亚或亚洲西风带环流是以经向还是纬向环流占优势,当指数 $\geq 0$ 时,表示西风带纬向环流占优势,反之则为经向环流占优势。2009 年欧亚和亚洲西风环流指数(图 3)在 2 月、3 月、5 月和 9 月为正值,其他时间为正常至负值,其中 2、5、9 月亚洲区纬向环流优势明显,对整个欧亚区只有 5 月和 9 月纬向环流优势明显;2008 年 12 月整个欧亚区经向环流优势明显,6 月和 10 月亚洲区经向环流优势明显。

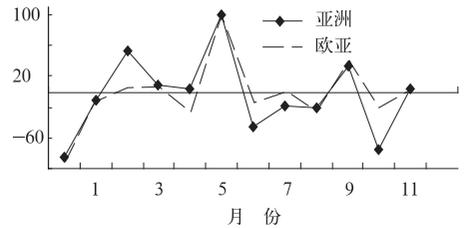


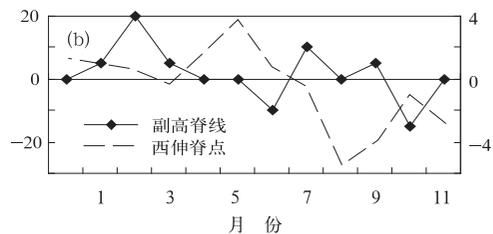
图 3 2008 年 12 月至 2009 年 11 月西风指数变化

Fig. 3 Indices for the zonal wind over Asia and Eurasia from Dec. 2008 to Nov. 2009

### 2.2 副热带系统

2008/2009 年冬季至 2009 年 6 月,西太平洋副热带高压面积和强度都在正常附近波动,7 月以后迅速加强,11 月又有明显的减弱(图 4);副高脊线除 6 月和 10 月明显偏南外,其他时间接近正常或偏北,2 月和 7 月偏北明显;副高西伸脊点冬春季和 6 月为正常至偏东,盛夏 7、8 月和秋季为明显偏西。总的来说,上半年副高的正常偏弱和偏东状态,反映了赤道中东太平洋处于冷水至正常位相,下半年副高有明显的增强西伸,与赤道中东太平洋海温发生的 El Nino 密切相关。

冬季,西太平洋副高面积接近常年同期,强度偏弱。在 500 hPa 高度距平图上,西北太平洋副热带地区距平分布北高南低,亚洲中低纬及我国大部地



夏季,西太平洋副高脊线位置 6 月偏南,7 月偏北,8 月正常,西伸脊点 6 月偏东,7、8 月偏西。6 月

副高的偏弱偏南偏东与 7 月副高的偏强偏北偏西, 这样的副高特征及高纬东北低涡的活跃, 造成了长江中下游在 6 月中至 7 月上旬期间没有典型的梅雨集中期, 出现了自 2000 年以来的第三个空梅年。副高状态的变化及波动不稳定, 水汽输送少, 是 2009 年夏季没有发生流域性洪涝、旱重于涝的主要原因。

### 2.3 热带对流活动

从  $10^{\circ} \sim 20^{\circ} \text{N}$  OLR 距平的时间-经度剖面图(图 5)上可以看出, 2009 年 6 月中之前, 南海及西太平洋暖池区对流比较活跃, 并且在 1 月至 2 月初和

4 月中旬至 5 月上旬、5 月下旬至 6 月上旬期间有三个明显活跃阶段, 出现了较大区域的 OLR 距平在  $-40 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  以下。2009 年 5 月和 6 月各有两个编号热带气旋, 其中 6 月的两个分别在南海北部和菲律宾东部生成, 分别在我国福建和广东登陆。台风活动偏早与 2009 年春末夏初西太平洋暖池区对流活跃存在密切联系, 特别是南海地区, 阶段性的活跃分明, 也是 2009 年南海地区热带气旋活跃的原因。由于在南海生成的热带气旋离我国陆地近, 所以登陆我国华南的偏多, 登陆时平均强度偏弱。

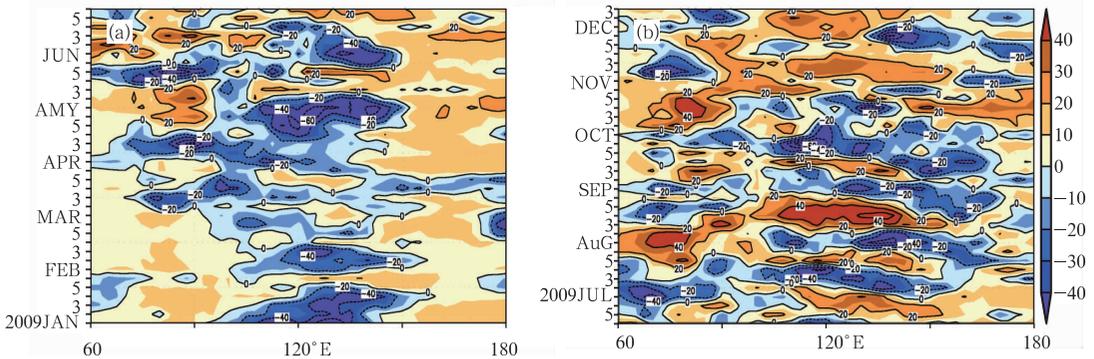


图 5 2009 年热带太平洋射出长波辐射(OLR)距平(单位:  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )时间-经度剖面图  
(a) 2009 年 1—6 月; (b) 2009 年 6—11 月

Fig. 5 Time-longitude section of mean equatorial Pacific OLR anomalies  
(a) Jan. to Jun. 2009; (b) Jun. to Nov. 2009

## 3 亚洲夏季风

亚洲地区的夏季风主要包括南海季风、印度季风(西南季风)、副热带季风及东亚夏季风。不同的季风、不同的强度以及不同的起止时间对我国夏季降水异常的分布都会产生不同的影响。

### 3.1 南海夏季风

2009 年南海夏季风<sup>[3]</sup>于 5 月第 6 候爆发, 较多年平均时间偏晚, 于 10 月第 3 候结束, 较多年平均时间偏晚, 总体强度正常略偏弱(南海夏季风强度指数为  $-0.35$ )。从逐候南海夏季风强度的演变来看, 5 月第 6 候至 6 月第 5 候、7 月第 3 候至 8 月第 2 候、9 月第 2、3、6 候及 10 月第 1、2 候偏强, 其他时间为偏弱(图 6)。

### 3.2 东亚夏季风

2009 年东亚夏季风的活跃以南海季风在 5 月第 6 候的全面建立为特征。5 月底至 7 月上旬, 由于东北低涡的持续活跃, 西北太平洋副热带高压偏

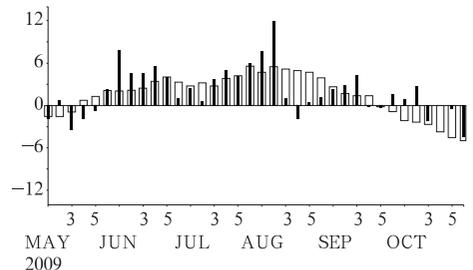


图 6 2009 年 5—10 月逐候南海季风强度指数变化(方框为气候平均值)  
Fig. 6 Pentad-by-pentad monsoon indices over the SCS from May to Oct. 2009

东、偏南(图 4), 夏季风向北进退变化大, 雨带不稳定, 在华南和长江之间摆动; 7 月上旬末, 伴随副高的北跳, 夏季风前沿向北推进到华北, 中旬雨带移至华北南部至黄淮地区, 江淮和江南皆为暖湿气团控制, 高温热浪明显; 7 月下旬, 副高南撤, 夏季风前沿南退, 主雨带回到江淮至江南西部, 华南为暖湿气团控制; 8 月副高在正常位置摆动, 夏季风前沿再次向北推进到华北中部, 雨带移至华北南部至黄淮地区; 9 月副高继续偏北, 暖湿气团控制江南和华南地区, 高温持续, 下旬, 暖湿气团南撤到了  $25^{\circ} \text{N}$  以南地

区;10月中,夏季风撤离南海地区,南海夏季风结束。

由于副热带夏季风的复杂性,目前有多种不同指数指标对其进行描述,这些指数指标从不同的角度和侧面刻画了副热带夏季风的特征。国家气候中心业务中采用的东亚夏季风指数<sup>[3]</sup>,为在 $10^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 范围内 $110^{\circ}\text{E}$ 与 $160^{\circ}\text{E}$ 之间的海平面气压差<sup>[4]</sup>。如果指数不小于1.0,则表征东亚夏季风较强,指数小于0.9为偏弱,0.9~1.0之间为正常。2009年夏季6、7、8月的东亚夏季风强度指数分别为1.31、1.05、1.07,夏季平均为1.14,夏季风强度偏强。

## 4 热带气旋活动异常

2009年在南海和西太平洋生成的热带气旋个数明显偏少,但登陆的热带气旋偏多,第一个登陆的时间在6月21日,较常年(6月29日)时间偏早,最后一个登陆的时间在10月12日,较常年(10月7日)略偏晚。

表1为2009年5—10月编号和登陆我国的热带气旋个数,5月和6月各有两个,7月有3个,8月有5个,9月有7个,10月有3个生成,其中5月、6月和9月生成数均比常年同期偏多;6—9月期间,除7月有3个外,其他月都有2个热带气旋登陆我国,10月有1个登陆,均比常年同期偏多,且登陆地点集中在华南。2009年热带气旋活动偏早与春末

表1 2009年5—10月生成和登陆热带气旋个数

Table 1 The number of tropical cyclone generated over South China Sea and West Pacific, and the number of landing China

	5月	6月	7月	8月	9月	10月
生成个数	2(1.0)	2(1.7)	2(4.3)	5(5.6)	7(5.1)	3(3.9)
登陆个数	0(0.1)	2(0.7)	2(1.9)	2(1.9)	2(1.6)	1(0.6)

注:括号内的数字为多年平均值。

夏初西太平洋暖池区对流活跃存在密切联系,南海地区对流阶段性的活跃分明、季风槽在该地区加深是2009年南海地区热带气旋活跃的原因;另外,由于在南海生成的热带气旋离我国陆地近,所以登陆我国华南的偏多,登陆时平均强度偏弱。

## 5 小结

2009年我国气象灾害属于一般年份,总体气象灾害较轻,未发生流域性的洪涝,这与赤道中东太平洋由前期持续的冷水位相向暖位相发展、到夏季发生了厄尔尼诺事件的变化密切相关,各主要大气环流因子变化和转换明显且较快,不能形成较强的持续异常,尽管如此,我国还是出现了不少非常显著的天气气候异常事件,如平均年降水量为1987年以来的最少值,东北春末夏初旱涝急转、6—7月低温阴雨持续,夏季长江流域降水偏少,黄淮至江淮降水偏多(2000年以来该特征一直持续),11月华北黄淮等地遭受寒潮暴雪袭击,全国平均温度为1982年以来历史同期最低等等。在海洋、大气状况变化明显的阶段,寻找和把握导致上述天气气候异常的预测信号变得尤为重要,这也是短期气候预测的难点和重点所在。由于影响我国气候异常的因子多、关系复杂,本文仅是对几个主要的因子进行了初步的分析。在全球变暖和极端事件频发的背景下,还需要对影响我国气候异常的相关物理因子进行更为深入的分析和研究。

## 参考文献

- [1] 赵振国,主编.中国夏季旱涝及环境场[M].北京:气象出版社,1999.
- [2] 陈兴芳,赵振国,编著.中国汛期降水预测研究及应用[M].北京:气象出版社,2000.
- [3] 赵汉光,张先恭.东亚季风和我国夏季雨带的关系[J].气象,1996,22(4):8-12.
- [4] 朱艳峰,李威,王小玲,等.东亚夏季风监测诊断业务系统[J].气象,2007,33(9):98-102.