

袁媛,高辉,贾小龙,等. 2016. 2014—2016 年超强厄尔尼诺事件的气候影响. 气象, 42(5):532-539.

2014—2016 年超强厄尔尼诺事件的气候影响^{*}

袁媛¹ 高辉¹ 贾小龙^{2,1} 万江华¹

1 国家气候中心,中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081

2 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心,南京 210044

提 要: 2014—2016 年,赤道中东太平洋发生了一次超强厄尔尼诺事件,此次事件于 2015 年 11 月达到峰值,12 月开始衰减。其峰值强度超过了 1951 年以来另外两次超强厄尔尼诺事件(1982/1983 年和 1997/1998 年)的强度,成为了 1951 年以来最强的事件。截至 2016 年 4 月,事件已持续 20 个月,也成为了 1951 年以来持续时间最长的厄尔尼诺事件。在这次事件的发展过程中,热带太平洋至东亚副热带地区的大气环流表现出了显著的响应特征:赤道中东太平洋对流活动加强,异常上升运动发展,而赤道西太平洋对流活动受抑制,异常下沉运动控制;菲律宾附近异常反气旋生成并发展加强,西太平洋副热带高压强度偏强、西伸脊点异常偏西,尤其 2015 年冬季副热带高压强度为 1980 年以来最强。与此同时,2015 年秋、冬季,我国长江以南大部降水偏多,尤其冬季华南地区(广东、广西、海南三省区)平均降水量达历史第一,较常年偏多 1.6 倍以上。近期,超强厄尔尼诺正处于衰减阶段,但是考虑到热带印度洋暖海温的“接力”作用,厄尔尼诺事件对 2016 年春、夏季我国气候异常的影响可能仍将持续。

关键词: 厄尔尼诺,大气响应,菲律宾反气旋,降水

中图分类号: P466, P467

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2016.05.002

Influences of the 2014—2016 Super El Niño Event on Climate

YUAN Yuan¹ GAO Hui¹ JIA Xiaolong^{2,1} WAN Jianghua¹

1 Laboratory for Climate Studies of CMA, National Climate Centre, Beijing 100081

2 Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters,
Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

Abstract: A super El Niño event occurred over the equatorial central-eastern Pacific during 2014—2016. It peaked in November 2015 with its strength larger than two other super El Niño events (1982/1983 and 1997/1998 events), ranking as the strongest El Niño event since 1951. By April 2016, it has lasted for 20 months, thus becoming the longest El Niño event since 1951. During the developing process of this El Niño, the atmospheric circulation from the tropical Pacific to East Asia has shown significant responses. The convection over the equatorial central-eastern Pacific was more active than normal, and anomalously ascending motion. However, over the equatorial western Pacific, the convection was inhibited and anomalous subsidence prevailed. The anomalous low-level Philippine Sea anticyclone persistently controlled northwestern Pacific and became gradually stronger with the development of El Niño. As a result, the western Pacific subtropical high (WPSH) has become stronger than normal, and its west boundary extended more westward. The WPSH in winter 2015 has been the strongest since 1980. Meanwhile, precipitation was above normal in the southern part of the Yangtze River Valley in China during autumn and winter of 2015,

* 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430203)、国家自然科学基金项目(41575090 和 41520104008)、中国气象局预报预测核心业务发展专项(CMAHX20160401)以及公益性行业(气象)科研专项(GYHY200906016)共同资助

2016 年 3 月 29 日收稿; 2016 年 5 月 4 日收修定稿

第一作者:袁媛,主要从事热带海气相互作用和短期气候预测研究. Email:yuany@cma.gov.cn

通信作者:贾小龙,主要从事短期气候预测研究. Email:jiaxl@cma.gov.cn

with the mean precipitation over South China (Guangdong, Guangxi and Hainan) in winter 2015 ranking as the first since 1951. Recently, this super El Niño event has been decaying. However, its further influences on the climate anomaly in China may still persist during the following spring and summer of 2016.

Key words: El Niño, response of atmosphere circulation, Philippine Sea anticyclone, precipitation

引言

作为年际气候变率中的最强信号,厄尔尼诺-南方涛动(El Niño-Southern Oscillation, ENSO)现象很早以来就备受关注。ENSO不仅是造成全球气候异常的重要原因之一,也是导致亚洲季风异常和我国旱涝发生的关键因素。中国位于东亚季风区,东亚夏季风和冬季风的异常直接导致我国气候的异常,ENSO通过大气环流以“遥相关”的形式影响东亚季风系统的每个关键成员,并由此间接影响我国的气候(Zhang et al, 1999; Wang et al, 2000; 翟盘茂等, 2003; 陈丽娟等, 2013)。当 ENSO 暖位相(即厄尔尼诺事件)发生时,赤道中东太平洋大气对流活动变得活跃,异常上升运动发展,而西太平洋处于高压中,对流活动受到抑制。这种海气相互作用会直接影响热带地区气候,导致对流活跃地区如南美沿岸国家多暴雨洪涝灾害,而对流活动受到抑制的地区如印度尼西亚、澳大利亚东部等地出现干旱。如果厄尔尼诺长时间维持,还会造成热带外地区如非洲东南部和巴西东北部等地出现干旱,北美出现暖冬等。1951年以来,赤道中东太平洋共发生了14次厄尔尼诺事件,在此次事件之前的两次超强厄尔尼诺的年份(1982/1983年和1997/1998年),全球很多地方都出现了极端干旱/洪涝灾害。例如,1983年厄尔尼诺波及全球,造成南美洲多国洪水频发,东南亚大部、印度南部、澳大利亚和新西兰等地持续干旱,1998年我国长江流域和东北松花江流域出现了特大暴雨洪涝。

2014—2016年,赤道中东太平洋又发生了一次超强厄尔尼诺事件,这次事件于2015年11月达到顶峰,12月开始逐渐衰减。从事件的峰值强度来看,这次事件超过了前两次超强事件的强度,成为1951年以来最强的厄尔尼诺事件(邵颢等, 2016)。从事件的持续时间上看,截至2016年4月,这次事件已持续20个月,明显超过了1982/1983年和1997/1998年厄尔尼诺事件的持续时间(分别为14和13个月),从而也成为持续时间最长的一次厄尔

尼诺。那么,在这次厄尔尼诺事件的发展过程中,热带和副热带大气环流的响应过程如何?这次超强厄尔尼诺事件对热带及全球气候造成了怎样的影响?对我国未来春、夏季气候异常又有怎样的预示?本文将针对这些问题展开详细的分析和讨论。

1 数据和方法

本文所用到的数据有:(1)NCEP/NCAR提供的月平均风场、位势高度场、垂直速度、海平面气压等,网格点分辨率是 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ (Kistler et al, 2001);(2)美国NOAA提供的线性最优插值全球海温数据(OISST-v2),网格点分辨率是 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ (Reynolds et al, 2002);(3)美国NOAA系列极轨卫星携带的高分辨辐射仪提供的月平均向外长波辐射(outgoing long-wave radiation, OLR)资料(Liebmann et al, 1996);(4)月尺度全球格点降水资料来自于降水资料研究计划CMAP(CPC Merged Analysis of Precipitation),网格点分辨率是 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ (Xie et al, 1997);(5)中国气象局国家气象信息中心提供的两千多站降水观测资料等。

各类变量的气候平均值均为1981—2010年平均,所有距平场或异常场的计算也都相对于1981—2010年的气候平均值。文中若无特殊说明,春季为3—5月平均,夏季为6—8月平均,秋季为9—11月平均,冬季指当年12月至次年2月,例如2015年冬季为2015年12月至2016年2月平均。

西太平洋副热带高压(以下简称副高或西太副高)各特征指数的定义来自于刘芸芸等(2012)。热带印度洋全区一致海温指数(IOBW)定义为热带印度洋($20^{\circ}\text{S} \sim 20^{\circ}\text{N}$, $40^{\circ} \sim 110^{\circ}\text{E}$)区域平均海温距平。Niño3.4指数定义为赤道中东太平洋($5^{\circ}\text{S} \sim 5^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ} \sim 170^{\circ}\text{W}$)区域平均海温距平。文中用流函数来反映水平风场的涡旋度,即 $u_{\psi} = -\partial\psi/\partial y$, $v_{\psi} = \partial\psi/\partial x$, $\nabla^2\psi = \partial v_{\psi}/\partial x - \partial u_{\psi}/\partial y$,其中 ψ 为流函数, u_{ψ} 为水平纬向涡旋风, v_{ψ} 为水平经向涡旋风。在分析厄尔尼诺和印度洋海温对春、夏季大气环流的不同影响时,用到了偏相关分析方法(Yuan et al,

2012a), 即通过 $pr_1 = \frac{r_{Y1} - r_{Y2}r_{12}}{\sqrt{(1-r_{12}^2)(1-r_{Y2}^2)}}$ 线性排除厄尔尼诺的影响而单独分析印度洋海温的作用。

2 厄尔尼诺对热带-副热带大气的影响

2014—2016 年厄尔尼诺事件开始于 2014 年秋季, 并于 2014 年冬季达到第一次峰值, 强度较弱, 最大海温正异常中心主要位于日界线附近(图 1a)。之后, 赤道太平洋中部的异常暖海温向东移动, 同时赤道东太平洋秘鲁沿岸异常暖水也开始迅速发展。此次厄尔尼诺事件在 2015 年发展迅速, 于 11 月达到这个事件的峰值, Niño3.4 区海温距平指数高达

2.9℃, 分别较另外两次超强厄尔尼诺事件的峰值(1982/1983 年事件的峰值为 2.8℃, 1997/1998 年事件的峰值为 2.6℃) 偏高 0.1 和 0.3℃, 也成为 1951 年以来最强的厄尔尼诺事件(邵懿等, 2016)。

受厄尔尼诺事件异常暖海温的影响, 热带地区的大气环流响应最快。赤道中东太平洋的对流活动变得活跃, 而西太平洋的对流活动则受到抑制, 这一特征在 2015 年秋季以后表现得最为显著(图 1b)。与此同时, 赤道地区的纬向垂直环流圈也发生了变化, 赤道中东太平洋为异常上升运动控制, 而西太平洋为异常下沉运动控制(图 2)。2015 年冬季赤道中东太平洋异常上升运动的强度比秋季更加偏强, 表明伴随着厄尔尼诺事件发展达到顶峰, 热带大气的响应特征也达到最强。

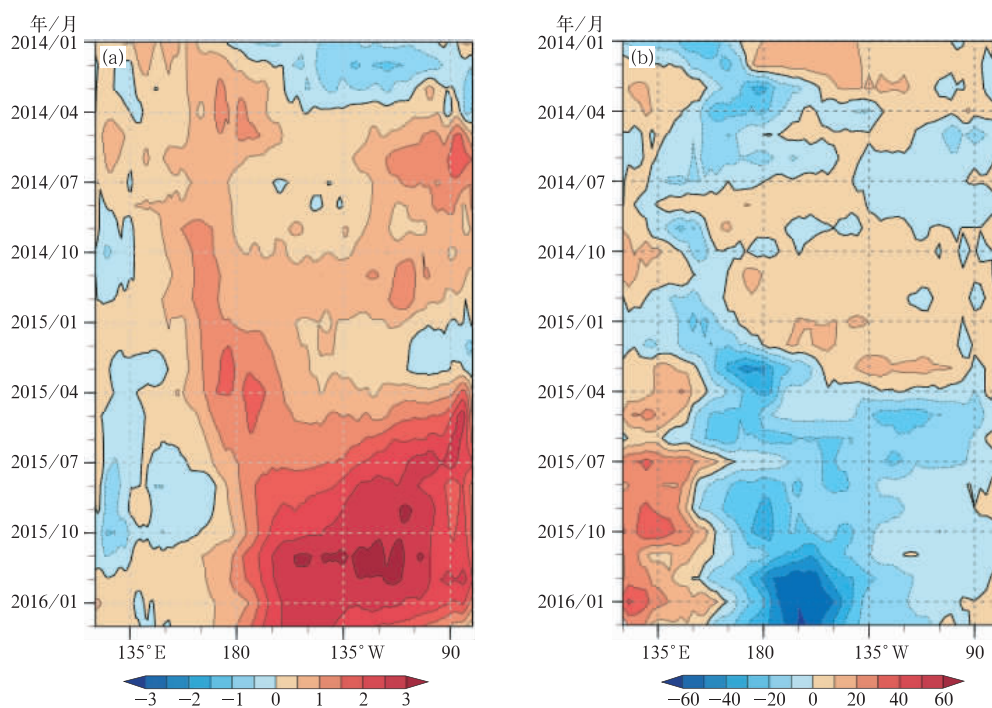


图 1 2014 年 1 月至 2016 年 2 月赤道太平洋(5°S~5°N)平均海表温度(a, 单位:℃)和向外射出长波辐射(OLR)(b, 单位:W·m⁻²)距平时间-经度剖面
(图 1b 中蓝色阴影区表示对流活动偏强)

Fig. 1 Time-longitude profile of the equatorial (5°S–5°N) sea surface temperature (a, unit:℃) and OLR (b, unit:W·m⁻²) anomaly from January 2014 to February 2016
(Blue shading in Fig. 1b represents intensified convection)

研究表明,正是由于热带太平洋海温异常所产生的对流活动异常分布,才使得 ENSO 事件对热带西太平洋和东亚上空的季风环流有显著影响(黄荣辉等, 2002)。在厄尔尼诺年,热带西太平洋海洋性大陆上空的对流冷却使得热带大气在对流层低层产

生 Rossby 波响应,从而在海洋性大陆以北的热带西太平洋和我国南海地区强迫出异常的反气旋环流(Zhang et al, 1987; 1999; 2002),称为“菲律宾异常反气旋”(Wang et al, 2000; 2002)。该反气旋环流是连接 ENSO 暖位相和东亚季风环流的重要“桥

梁”,这也是 ENSO 事件影响其上游东亚副热带地区气候异常的关键物理机制。

2015 年冬季,西北太平洋 850 hPa 风场表现出显著的流函数负距平,即反气旋性环流异常特征(图 3a)。这一特征自 2014 年春季就出现,但整体强度较弱,且稳定性较差。2015 年夏季开始,异常

反气旋强度快速发展,并伴随着厄尔尼诺事件的发展而持续增强(图 3b),表现出了对超强厄尔尼诺事件的典型响应特征。在海平面气压场(SLP)上,异常反气旋环流会使得西北太平洋 SLP 正距平发展并维持,Wang 等(2000)也用西北太平洋($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$)平均 SLP 距平指数来表示菲律

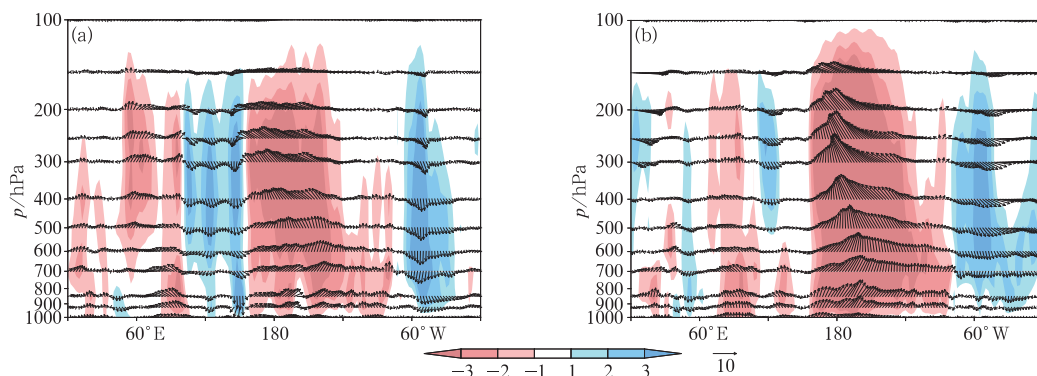


图 2 2015 年秋季(a)和冬季(b)平均赤道地区($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$)垂直纬向环流距平场
(阴影区为垂直速度距平,单位: $10^{-2}\text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$)

Fig. 2 Equatorial ($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$) vertical-zonal circulation anomaly in autumn (a) and winter (b) 2015
(Shading is for anomalous vertical velocity, unit: $10^{-2}\text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$)

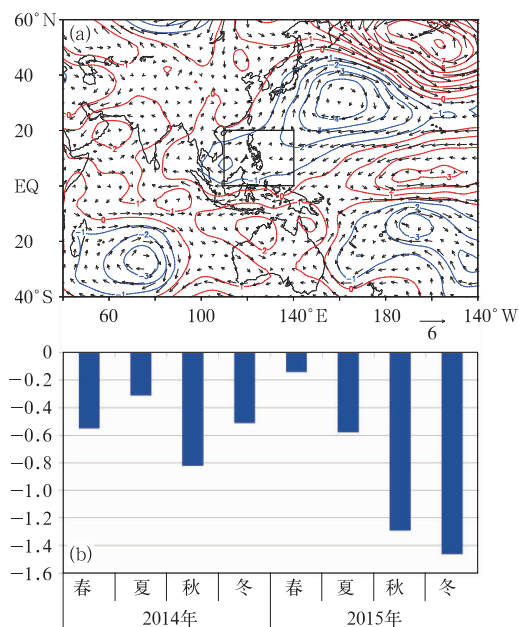


图 3 2015 年冬季 850 hPa 流函数(等值线,蓝色表示负值,红色表示正值,单位: 10^{-6} s^{-1})和涡旋风(矢量)距平场(a,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),以及 2014 年春季至 2015 年冬季西北太平洋($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$)平均 850 hPa 流函数的季节变化(b)

Fig. 3 Anomalous 850 hPa stream function (contours, with blue for negative value and red for positive value, unit: 10^{-6} s^{-1}) and rotating wind (vector, unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) (a), and seasonal variation of 850 hPa stream function averaged in Northwest Pacific ($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$) from spring 2014 to winter 2015 (b)

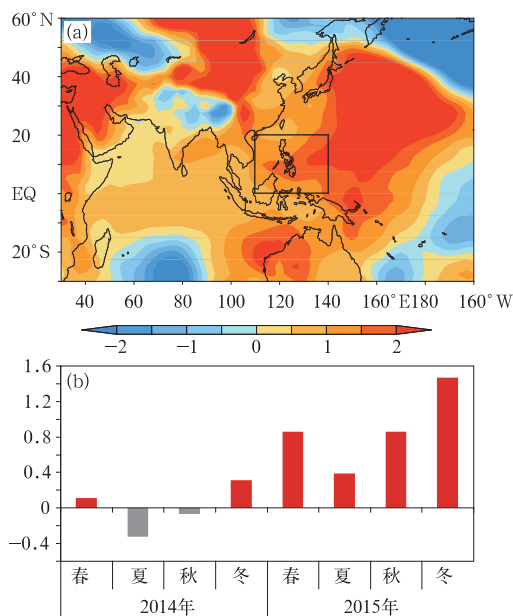


图 4 2015 年冬季海平面气压距平分布(a),以及 2014 年春季至 2015 年冬季西北太平洋($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$)平均海平面气压距平季节变化(b)(单位:hPa)

Fig. 4 Anomalous sea level pressure (SLP) in winter 2015 (a), and seasonal variation of SLP averaged in Northwest Pacific ($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$) (b) (unit: hPa)

宾反气旋的强度。从图 4a 可以看出,2015 年冬季,印度洋北部至西北太平洋均为 SLP 正距平控制,最强中心位于日本以东的西北太平洋。从指数演变可以看出,反气旋于 2014 年冬季开始出现,2015 年夏季至冬季持续发展加强(图 4b)。结合图 3b 和图 4b,可以看出东亚副热带大气环流对此次超强厄尔尼诺事件的响应在 2015 年夏季至冬季表现得最为稳定和显著。

受菲律宾异常反气旋环流的影响,西太副高表

现出强度偏强,西伸脊点持续偏西的特征(图略)。从副高特征指数的逐月演变可以看出,副高强度自 2015 年 3 月开始持续偏强,尽管 8 月副高略有减弱,但从 9 月至 2016 年 1 月副高强度表现出显著的上升趋势(图 5a)。尤其是 2015 年冬季,副高平均强度达到 1980 年以来最大值(图 5b),明显超过 1982 和 1997 年同期的特征,再次反映出了超强厄尔尼诺事件对东亚副热带大气环流的显著影响。

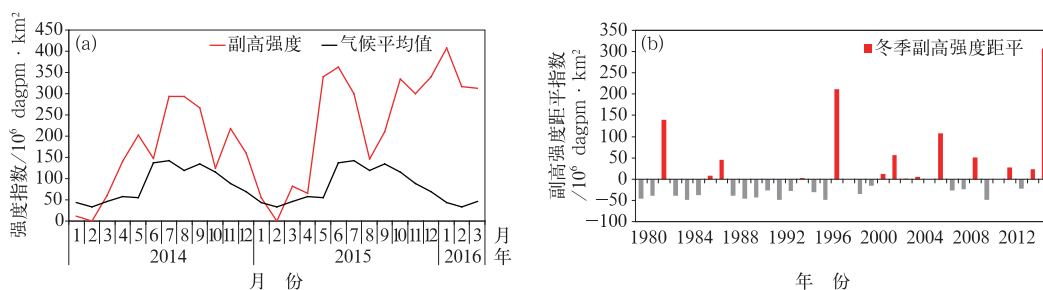


图 5 2014 年 1 月至 2016 年 3 月西太副高强度指数逐月演变(a)

以及 1980—2015 年冬季副高强度距平指数历史序列(b)

Fig. 5 Monthly variation of intensity index of western Pacific subtropical high (WPSH) from January 2014 to March 2016 (a, with red for observed value and black for climate mean), and time series of winter mean intensity index of WPSH from 1980 to 2015 (b)

3 厄尔尼诺对秋、冬季气候的影响

大气环流异常必然导致热带和副热带地区的气候发生相应的变化,其中热带太平洋地区的降水异常对厄尔尼诺事件响应最快。由于厄尔尼诺事件导致赤道中东太平洋对流活动发展,异常上升运动加强,从而该地区降水也较常年同期明显偏多;而赤道西太平洋对流活动受抑制,异常下沉运动发展,降水偏少。这一特征自 2015 年春季就出现,秋、冬季表现得更加明显(图 6)。

在东亚副热带地区,由于菲律宾异常反气旋环

流的作用,西太副高偏强、偏西,相伴随的副高西侧的西南水汽输送也偏强,并在我国华南地区附近产生异常辐合,从而导致在厄尔尼诺年盛期我国华南地区降水较常年明显偏多(Zhang et al, 1987; 1999; 2002; Yuan et al, 2012b)。2015 年秋和冬季,我国长江以南大部地区降水也表现出明显偏多的特征(图 6),尤其是 2015 年冬季,华南地区(广东、广西、海南三省区)平均降水量 363.2 mm,较常年同期偏多 1.6 倍以上,也是 1980 年以来降水量最多的一年,而排在第二位的是 1982 年冬季(图 7)。由此可见,2015 年秋、冬季我国南方地区降水持续异常偏多的特征正是对超强厄尔尼诺事件的典型响应。

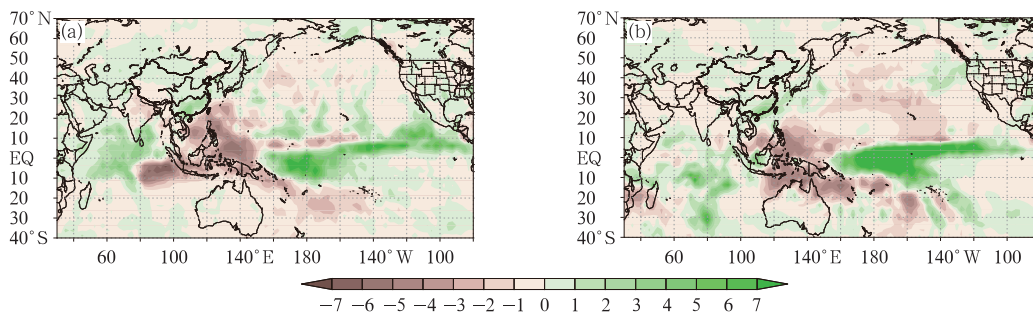


图 6 2015 年秋季(a)和冬季(b)全球降水距平分布(单位: $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$)

Fig. 6 Distribution of anomalous precipitation in autumn (a) and winter (b) 2015 (unit: $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$)

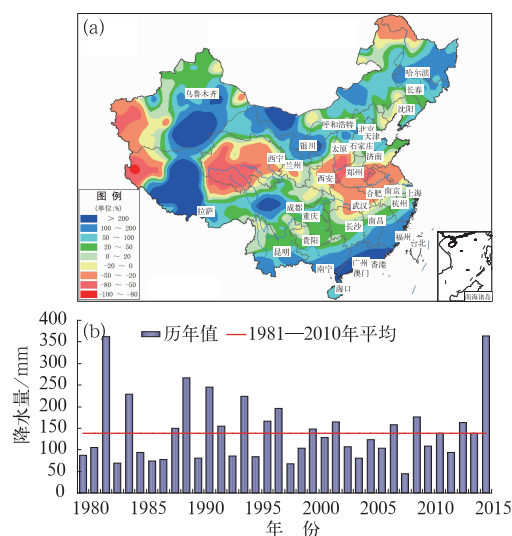


图 7 2015 年冬季全国降水量距平百分率分布 (a, 单位: %), 以及 1980—2015 年冬季华南地区 (广东、广西、海南三省区) 平均降水量历史曲线 (b)

Fig. 7 Anomalous percentage of station precipitation in winter 2015 (a, unit: %), and time series of winter mean precipitation averaged in South China (Guangdong, Guangxi, and Hainan) from 1980 to 2015 (b)

除了在热带太平洋和东亚副热带地区, 此次超强厄尔尼诺事件对全球其他地区的气候异常也产生了不同程度的影响, 如: 2015 年冬季北美东部异常偏暖; 2015 年冬季巴西遭遇 80 年以来最严重干旱; 2015 年 12 月南美洲中部遭遇数十年来最强降雨, 多国发生严重水灾; 2016 年 3 月澳大利亚墨尔本经历近 160 年来最炎热的 3 月; 2016 年 3 月泰国、越南等东南亚多国遭遇严重高温干旱等。这些地区的气候异常与典型厄尔尼诺事件盛期冬季全球气候异常的概念图非常一致 (图 8), 更进一步说明此次超强厄尔尼诺事件已对全球气候产生显著影响。

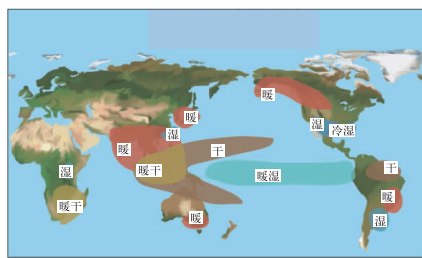


图 8 厄尔尼诺事件对冬季全球气候的影响概念图 (引自 <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>)

Fig. 8 Schematic map of impact of El Niño on the global climate in winter (cited from <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>)

4 厄尔尼诺对我国 2016 年春、夏季气候的影响

尽管此次超强厄尔尼诺事件正处于衰减阶段, 但是它对未来春、夏季气候的影响仍不容忽视, 这是因为 ENSO 事件对其衰减年夏季东亚夏季风和夏季降水的影响通常比其发展年的影响更为显著。研究表明, 在厄尔尼诺衰减年的夏季, 西太副高偏强、偏西, 影响我国的西南水汽输送也偏强, 而东亚夏季风偏弱, 从而导致我国长江流域夏季降水易偏多 (符淙斌等, 1988; Huang et al, 1989; 金祖辉等, 1999; 陈文, 2002)。在历史上两次超强厄尔尼诺事件的衰减年 (1983 和 1998 年) 夏季, 长江流域都发生了严重的洪涝灾害。

厄尔尼诺对衰减年春、夏季东亚季风环流和降水影响的机制之一是通过西太平洋暖池和热带印度洋海温的“接力”作用。尽管此次厄尔尼诺事件正逐渐衰减, 但是, 西太平洋暖池和热带印度洋的海温异常仍在持续发展, 它们将使得菲律宾反气旋在厄尔尼诺衰减年的春、夏季继续维持, 从而在维持厄尔尼诺事件对东亚气候的影响中起到重要的“充电器”作用 (Huang et al, 1987; 1992a; 1992b; Wu et al, 2004; Annamalai et al, 2005; Yang et al, 2007; Yuan et al, 2008; 2012; Xie et al, 2009)。2015 年冬季, 热带印度洋平均海温距平接近 0.8°C , 超过该区域海温距平两倍标准差, 也成为 1980 年以来历史同期最高值 (图 9)。由于印度洋海温增暖表现出对赤道中东太平洋厄尔尼诺事件的滞后响应, 并通常在滞后 1~2 个季节达到最强 (袁媛, 2008; 晏红明等, 2012), 因此, 结合动力模式对海温的预测, 热带印度

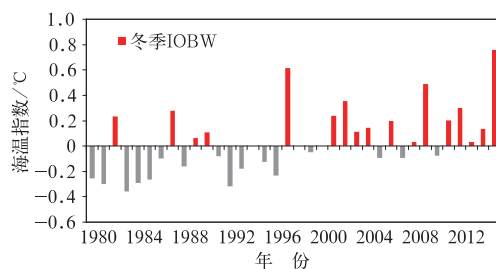


图 9 1980—2015 年冬季热带印度洋 (20°S — 20°N , 40° — 110°E) 区域平均海温指数 (IOBW) 历史序列
Fig. 9 Time series of winter IOW (sea surface temperature anomaly averaged in 20°S — 20°N , 40° — 110°E) from 1980 to 2015

洋的暖海温异常还将持续,并可能在 2016 年春季达到最强。在线性排除厄尔尼诺影响的情况下,热带印度洋海温春、夏季的持续增暖将维持菲律宾异常反气旋,并导致热带地区 500 hPa 高度场持续正异

常(图 10),从而有利于西太副高持续偏强、偏西的特征。因此,此次超强厄尔尼诺事件可能导致 2016 年春季我国长江中下游至江南东部降水偏多,夏季我国长江流域降水偏多。

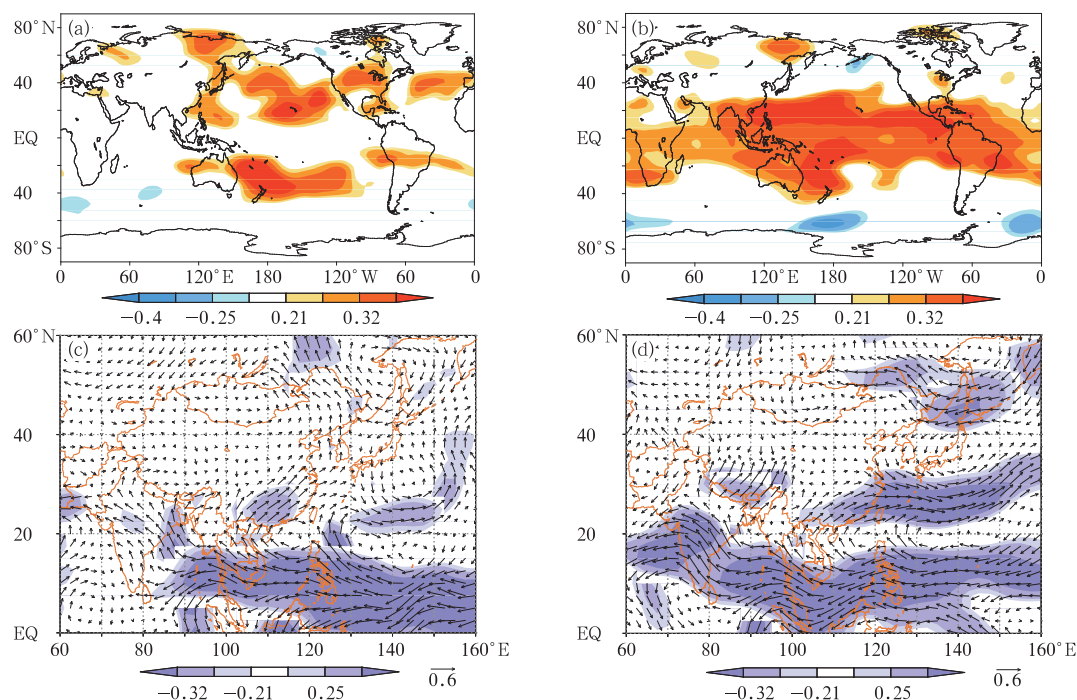


图 10 夏季 500 hPa 高度场分别与前期春季(a)和同期夏季(b)热带印度洋海温指数(IOBW)的偏相关
(阴影区由浅到深表示相关系数通过 0.1、0.05、0.01 和 0.001 的显著性水平检验)

(c)和(d)分别同(a)和(b),但为夏季 850 hPa 风场

(阴影区由浅到深表示纬向风或者经向风的相关系数通过 0.1、0.05 和 0.01 的显著性水平检验)

(偏相关是排除了与 Niño3.4 指数的相关,即排除了厄尔尼诺事件的可能影响)

Fig. 10 Partial correlation of 500 hPa geopotential height with IOBW in previous spring (a) and concurrent summer (b), respectively (Shading from light to deep is for the correlation coefficient above 0.10, 0.05, 0.01 and 0.001 significance level);

(c) and (d) same as (a) and (b) respectively, but for 850 hPa wind (Shading from light to deep is for the correlation coefficient of zonal wind or meridional wind above 0.10, 0.05 and 0.01 significance level

(Partial correlation is relative to Niño3.4 index)

5 结论与讨论

2014—2016 年,赤道中东太平洋发生的超强厄尔尼诺事件已对全球大气环流和气候异常产生了显著的影响,并将继续影响 2016 年春、夏季我国的气候异常。本文的分析得到以下几点结论:

(1) 此次超强厄尔尼诺事件已对热带和东亚副热带大气环流带来显著影响。热带太平洋地区的对流活动和垂直纬向环流对此次厄尔尼诺事件的响应最早。赤道中东太平洋对流活动发展,异常上升运动加强,而赤道西太平洋对流活动受抑制,异常下沉运动控制,这一特征在 2015 年春季显现,并在冬季

达到最强。这导致赤道中东太平洋及南美洲中部降水偏多,多国甚至发生洪涝灾害;而海洋性大陆区降水偏少,东南亚多国遭遇严重高温干旱。

(2) 此次超强厄尔尼诺事件对东亚气候的影响主要遵循 Rossby 波物理机制:厄尔尼诺事件通过激发 Rossby 波列在菲律宾附近产生异常反气旋环流,并进而影响西太副高的强度和位置而影响东亚的气候异常(Zhang et al,1987;1999;2002;Wang et al,2000;2002)。2015 年夏末开始,菲律宾异常反气旋发展加强,相应的西太副高的强度也持续增强,西伸脊点持续偏西。2015 年秋、冬季,我国长江以南大部地区降水偏多,多场强降水过程导致部分地区甚至出现严重“冬汛”,尤其冬季华南地区降水量达

历史最高值,表现出了对超强厄尔尼诺事件的典型响应特征。与此同时,冬季西太副高强度达历史最强,冬季热带印度洋平均海温距平达历史最高,这些都反映了超强厄尔尼诺事件的重要影响。

(3) 厄尔尼诺事件的气候影响仍将持续。自2015年12月起,此次超强厄尔尼诺事件开始衰减,但是,热带印度洋暖海温异常仍在持续,这将维持菲律宾异常反气旋,并导致2016年春、夏季热带地区500 hPa高度场持续正异常,从而有利于西太副高持续偏强、偏西,东亚夏季风偏弱。此次超强厄尔尼诺事件将造成2016年春季我国长江中下游至江南地区东部降水偏多,夏季长江流域降水偏多。鉴于影响气候的因素非常复杂,需密切关注热带印度洋至太平洋地区海温的发展演变及其气候影响的可能变化,以及东亚夏季风的演变特征和欧亚中高纬大气环流的发展变化。

参考文献

- 陈丽娟,袁媛,杨明珠,等. 2013. 海温异常对东亚夏季风影响机理的研究进展. 应用气象学报, 24(5): 521-532.
- 陈文. 2002. 厄尔尼诺和 La Nina 事件对东亚冬、夏季风循环的影响. 大气科学, 26(5): 595-610.
- 符淦斌, 腾星林. 1988. 我国夏季的气候异常与厄尔尼诺/南方涛动现象的关系. 大气科学, 12(S1): 133-141.
- 黄荣辉, 陈文. 2002. 关于亚洲季风与 ENSO 循环相互作用研究最近的进展. 气候与环境研究, 7(2): 146-159.
- 金祖辉, 陶诗言. 1999. ENSO 循环与中国东部地区夏季和冬季降水关系的研究. 大气科学, 23(6): 663-672.
- 刘芸芸, 李维京, 艾婉秀, 等. 2012. 月尺度西太平洋副热带高压指数的重建与应用. 应用气象学报, 23(4): 414-423.
- 邵懿, 周兵. 2016. 2015/2016 年超强厄尔尼诺事件气候监测及诊断分析. 气象, 42(5): 540-547.
- 晏红明, 袁媛. 2012. 印度洋海温异常的特征及其影响. 北京: 气象出版社.
- 袁媛. 2008. 热带印度洋海温异常及其与 ENSO 事件的相互联系. 北京: 中国科学院研究生院.
- 翟盘茂, 李晓燕, 任福民. 2003. 厄尔尼诺. 北京: 气象出版社, 1-21.
- Annamalai H, Xie S P, McCreary J P, et al. 2005. Impact of Indian Ocean sea surface temperature on developing El Niño. J Climate, 18: 302-319.
- Huang R H, Li C Y. 1987. Influence of the heat source anomaly over the tropical western Pacific on the subtropical high over East Asia. Proceeding of the International Conference on the General Circulation of East Asia, Chengdu, April 10-15, 40-51.
- Huang R H, Sun F Y. 1992a. Impact of the tropical western Pacific on the East Asian summer monsoon. J Meteor Soc Japan, 70: 243-256.
- Huang R H, Yin B Y, Liu A D. 1992b. Intraseasonal variability of the East Asian summer monsoon and its association with the convective activities in the tropical western Pacific. // Ye Duzheng, et al. Climate Variability. Beijing: Chinese Meteorological Press, 134-155.
- Huang R H, Wu Y F. 1989. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism. Adv Atmos Sci, 6: 21-32.
- Kistler R, Kalnay E, Collins W, et al. 2001. The NCEP-NCAR 50-year reanalysis: Monthly means CD-ROM and documentation. Bull Amer Meteor Soc, 82: 247-268.
- Liebmann B, Smith C A. 1996. Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. Bull Amer Meteor Soc, 77: 1275-1277.
- Reynolds R W, Rayner N A, Smith T M, et al. 2002. An Improved In Situ and Satellite SST Analysis for Climate. J Climate, 15: 1609-1625.
- Wang B, Wu R, Fu X. 2000. Pacific-East Asian teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? J Climate, 13: 1517-1536.
- Wang B, Zhang Q. 2002. Pacific-East Asian teleconnection. Part II: How the Philippine Sea anomalous anticyclone is established during El Niño development? J Climate, 15: 3252-3265.
- Wu R, Kirtman B. 2004. Understanding the impacts of the Indian Ocean on ENSO variability in a coupled GCM. J Climate, 17: 4019-4031.
- Xie P, Arkin P A. 1997. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. Bull Amer Meteor Soc, 78(11): 2539-2558.
- Xie S P, Hu K, Hafner J, et al. 2009. Indian Ocean capacitor effect on Indo-western Pacific climate during the summer following El Niño. J Climate, 22: 730-747.
- Yang J, Liu Q, Xie S P, et al. 2007. Impact of the Indian Ocean SST basin mode on the Asian summer monsoon. Geophys Res Lett, 34: L02708. DOI: 10.1029/2006GL028571.
- Yuan Y, Yang S. 2012a. Impacts of different types of El Niño on the East Asian climate: Focus on ENSO cycles. J Climate, 25: 7702-7722. DOI: 10.1175/JCLI-D-11-00576.
- Yuan Y, Yang S, Zhang Z Q. 2012b. Different Evolutions of the Philippine Sea Anticyclone between Eastern and Central Pacific El Niño: Effects of Indian Ocean SST. J Climate, 25: 7867-7883. DOI: 10.1175/JCLI-D-12-00004.
- Yuan Y, Zhou W, Chan J C L, et al. 2008. Impacts of the basin-wide Indian Ocean SSTA on the South China Sea summer monsoon onset. Int J Climatol, 28: 1579-1587.
- Zhang R H, Sumi A. 2002. Moisture circulation over East Asia during El Niño episode in northern winter, spring and summer. J Meteor Soc Japan, 80: 213-227.
- Zhang R H, Sumi A, Kimoto M. 1987. Impact of El Niño on the East Asian monsoon: A diagnostic study of the 86/87 and 91/92 events. J Meteor Soc Japan, 74: 49-62.
- Zhang R H, Sumi A, Kimoto M. 1999. A diagnostic study of the impact of El Niño on the precipitation in China. Adv Atmos Sci, 16: 229-241.