

罗连升,徐敏,杨玮,2017. 长江中下游 2015 年盛夏低温的大气环流特征及 ENSO 的影响[J]. 气象,43(3):278-285.

长江中下游 2015 年盛夏低温的大气环流特征 及 ENSO 的影响^{* 1}

罗连升^{1,2} 徐 敏¹ 杨 玮¹

1 安徽省气候中心,合肥 230031

2 安徽省气象科学研究所,合肥 230031

提 要: 利用 NCEP 再分析资料和 ERSST 资料分析了长江中下游 2015 年盛夏低温的大气环流特征,并探讨 2015/2016 年厄尔尼诺事件的可能影响。研究表明:长江中下游 2015 年盛夏气温为 1961 年以来第二低。造成长江中下游低温的直接原因是 2015 年盛夏欧亚大气环流异常稳定,在亚洲地区表现亚洲北部阻塞高压与东亚低槽形成的偶极子形势,导致冷空气不断南下影响到长江中下游地区;而 2015 年夏季厄尔尼诺快速发展可能是 2015 年盛夏欧亚大气环流异常的主要原因。

关键词: 长江中下游,盛夏低温,大气环流异常,厄尔尼诺

中图分类号: P466

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.03.003

Characteristics of Atmospheric Circulation over the Middle and Lower Reaches of Yangtze River in Midsummer 2015 and Impact of ENSO

LUO Liansheng^{1,2} XU Min¹ YANG Wei¹

1 Anhui Climate Centre, Hefei 230031

2 Anhui Meteorological Institute, Hefei 230031

Abstract: The atmospheric circulation for the low temperature in the middle and lower reaches of the Yangtze River in midsummer 2015 and the possible impact of the 2015/2016 El Niño event are analyzed by using NCEP reanalysis data and ERSST data. The results show that the 2015 midsummer mean temperature was lower than normal, which ranks the second lowest since 1961. The direct cause of the low temperature in the middle and lower reaches of the Yangtze River was the abnormal consistent Eurasian atmospheric circulation in midsummer of 2015. In the Asian Region, the dipole pattern of the blocking over north Asia and the low trough over East Asia led to the cold air affecting the middle and lower reaches of the Yangtze River. El Niño developed rapidly in the summer of 2015, which might be the possible main reason for the Eurasian atmospheric circulation anomalies in the midsummer of 2015.

Key words: the middle and lower reaches of the Yangtze River, midsummer low temperature, atmospheric circulation anomaly, El Niño event

* 公益性行业(气象)科研专项(201406021)和国家自然科学基金项目(41605068)共同资助
2016 年 3 月 16 日收稿; 2016 年 10 月 13 日收修定稿
第一作者:罗连升,主要从事短期气候预测及其研究工作. Email:luolsh_gx@163.com

引言

长江中下游地区气候是典型的东亚季风区气候,气温和降水年际变率大,各种气候灾害发生频率较高,极大影响着当地的经济。例如2013年夏季长江中下游出现历史罕见高温,持续晴热高温天气导致该地区出现不同程度的旱灾,给农业、电力、水资源和人民生活带来极大的影响(唐恬等,2014;王颢等,2015)。但在2014和2015年夏季长江中下游却连续两年出现罕见的低温,持续低温天气不利于农作物的生长,给农业生产带来较大的影响,也给该地区的饮料、空调等与天气气候密切相关的产业行业带来极大的影响(王鹏岭等,2015)。因此,研究长江中下游夏季气温异常的成因,提高夏季气温预测水平,对提高科学决策依据具有重要的意义。

持续、稳定的大气环流异常是造成某地区异常气候事件的直接原因(陶诗言和徐淑英,1962)。夏季中高纬阻塞高压(简称阻高)、异常纬向遥相关波列和东亚-太平洋(EAP)遥相关型对我国东部气候有重要的影响(黄荣辉和孙凤英,1994;张庆云和郭恒,2014)。例如夏季欧亚大陆阻塞高压的建立和维持,为长江中下游梅雨期强降水和夏季低温提供了充足的冷空气(陈桂英等,2001;姚秀萍和于玉斌,2005;张庆云和郭恒,2014)。ENSO作为年际气候变化的最强信号,是造成全球大气环流异常的一个重要原因,也是导致我国气候异常的一个关键外强迫因子(Zhang et al,1999;Wang et al,2000)。大量研究表明,ENSO事件不同阶段,对亚洲大气环流的影响不同,导致对我国气候的影响也不同(Huang and Wu,1989;Wu et al,2009)。厄尔尼诺发展年夏季,热带西太平洋赤道以北出现气旋性环流异常(Wang and Zhang,2002),该异常气旋性环流使得厄尔尼诺发展年夏季中国主雨带出现在长江以南地区,而华北地区夏季高温少雨(Wu et al,2009)。厄尔尼诺盛期与梅雨期EAP遥相关型的出现有密切的联系,进而对长江流域梅雨期降水产生影响(宗海锋等,2008)。厄尔尼诺衰减年夏季,西太平洋为反气旋性环流异常,该异常反气旋西侧的西南气流把西北太平洋的水汽输送到长江中下游地区,从而导致该地区夏季降水偏多(黄荣辉等,1996;Wang et al,2000)。

以上研究大多关注 ENSO 对我国降水的影响,

而对 ENSO 与我国夏季气温异常的研究较少。因此,本文在分析 2015 年盛夏大气环流特征的基础上,侧重讨论了 ENSO 对 2015 年大气环流异常及长江中下游气温的可能影响,为做好夏季气候预测工作提供参考和依据。

1 资料及方法

本文气温资料来自国家气象信息中心 731 个站的逐日资料,时段为 1961—2015 年,由逐日资料处理得到月和盛夏(7—8 月)气温。由于全国各站建站时间不一致及数据缺测的原因,本文最后选取全国 643 个代表站,其中长江中下游选取的站点为 57 个(图 1 圆点)。采用美国 NCAR/NCEP 的 1961—2015 年逐日位势高度场和风场,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$;1980—2015 年 NOAA ERSST 的逐月海表面温度资料,分辨率为 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 。文中的 Nino3.4 指数是指($5^{\circ}\text{S} \sim 5^{\circ}\text{N}$ 、 $120^{\circ} \sim 170^{\circ}\text{W}$)范围内海表面温度异常(SSTA)的区域平均值,由 ERSST 海温计算得到。气候态取 1981—2010 年。

2 长江中下游 2015 年盛夏气温特征分析

我国 2015 年盛夏平均气温呈北高南低的距平分布,零线基本上沿着黄河走向,黄河以北和河套地区气温偏高,而黄河以南气温偏低,其中长江中下游为低温中心,大部气温偏低 1.0°C 以上(图 2a)。长江中下游 2015 年盛夏平均气温为 26.8°C ,比常年偏低 1.5°C ,为 1961 年以来第二低(图 3b),仅次于 1981 和

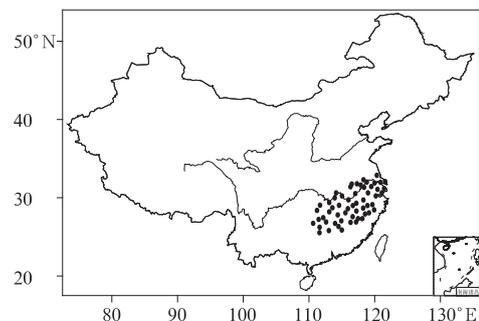


图1 所选长江中下游气象站点分布
Fig. 1 Distribution of selected meteorological stations in the middle and lower reaches of Yangtze River

1999年(26.7°C),出现罕见的凉夏。其中浙江衢州、江西九江、湖南长沙、邵阳和零陵5个站盛夏平均气温为建站以来历史同期最低,有5和8个站盛夏气温分别为建站以来历史同期第二和第三低(图2a中标点)。表明长江中下游2015年盛夏气温偏低为历史罕见,属于极端气候事件。

2015年7和8月气温距平分布(图2b、2c)与盛夏基本一致。2015年7月气温偏低区域主要分布黄河以南地区,长江中下游地区是气温偏低中心,大部气温偏低 2.0°C 以上。长江中下游2015年7月平均气温仅为 26.5°C ,比常年同期偏低 2.1°C ,为1961年以来同期最低,其中分别有8、8和6个站7月平均气温为建站以来历史同期最低、第二低和第三低。2015年8月长江中下游仍持续这种低温天气,但降温的量值在减弱(图2c)。由此可见,2015年7月气温异常偏低对盛夏气温偏低的贡献最大。

2015年盛夏,长江中下游出现了3次较为明显的降温过程(图3a),分别为7月3—6日、7月14—17日和8月4—10日。受降温影响,长江中下游出现两段长时间的低温过程,分别为7月上旬至下旬中期和8月中下旬,7月上旬至下旬中期除了7月13—15日逐日平均气温超过盛夏多年平均气温外,其他时段均低于盛夏多年平均气温,8月中下旬逐日平均气温波动小,在 26.0°C 附近徘徊(图3a)。

从1961—2015年长江中下游盛夏平均气温的变化(图3b)来看,自2003年以来盛夏气温偏高明显,2003—2013年11年平均气温比常年偏高 0.7°C ,特别是2013年盛夏平均气温高达 30.4°C ,比常年偏高 2.1°C ,为1961年以来同期最高。但之后的2014和2015年气温均异常偏低(图3b),在这种偏暖背景下连续两年出现气温异常偏低的情况实属罕见。下面将通过分析2015年盛夏大气环流特征和2015/2016年超强厄尔尼诺事件的影响来探讨长江中下游2015年盛夏气温偏低的可能原因。

3 2015年盛夏大气环流特征

2015年盛夏欧亚大气环流出现明显异常,500 hPa高度距平场在欧亚中高纬表现为“+ - + -”纬向距平分布特征(图4a),乌拉尔山地区和北太平洋地区为负距平控制,西欧和亚洲北部($50^{\circ}\sim 65^{\circ}\text{N}$ 、 $100^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$)附近为正距平高度。在这样距平分布下,乌拉尔山和北太平洋地区为低槽控制,而西欧和亚洲北部

为明显的高压脊,表明亚洲北部地区阻高出现较为频繁。受亚洲北部高压脊发展影响,在东亚地区(中心位于 34°N 、 120°E)出现一个明显的低槽,该东亚低槽与亚洲北部高压脊构成了北高南低的偶极子阻塞形势。在该偶极子阻塞形势影响下,北方的冷空气频繁南下不断入侵我国南方。受东亚低槽影响,西太平洋副热带高压(简称西太副高)西段南撤到南海一带,而东段东撤到日本南部海域。在高层200 hPa位势高度场上(图4b),欧亚中高纬、亚洲中低纬距平及中心位置分布与中层500 hPa分布一致,表明中高层欧亚地区大气环流为准正压结构,亚洲北部阻高和东亚低槽系统十分深厚。东亚低槽是亚洲北部阻高强烈发展使西风气流分支的一个结果,它的形成和长期稳定导致北方的冷空气不断入侵到我国南方地区。

为了分析欧亚中高纬大气环流的稳定性,图5a给出了沿 60°N 的500 hPa高度场的经向-时间演变。由图可见,2015年6月下旬乌拉尔山地区为高压脊,而亚洲北部为低压槽;进入7月后中高纬环流出现了明显的调整,乌拉尔山由高压脊转为低槽,而亚洲北部由低压槽转为高压脊,相应地阻高在该地区容易形成。在7—8月亚洲北部高压脊和乌拉尔山低槽一直稳定少动,这两个系统的稳定有利于盛夏北方冷空气频繁南下,使得长江中下游气温偏低。从图5a也可看出,这两个系统在7月上中旬和8月中下旬中心值均明显高于其他时段,表明这两个时段亚洲上空的大气环流经向度明显偏强,西风带分支明显,相应地冷空气强度偏强,不断南下进入长江中下游地区,导致该地区在7月上旬至下旬中期和8月中下旬出现两次明显的低温过程;而7月下旬到8月初这两个系统有所减弱,表明该时段亚洲上空大气环流经向度变小,相应地南下冷空气随之减弱,对应这个时段长江中下游气温有所回升(图3a)。可见,欧亚中高纬持续稳定的大气环流是长江中下游持续低温的直接原因。

从2015年盛夏逐日 $100^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 平均时间-纬度500 hPa高度剖面(图5b)来看,由于亚洲北部阻高的加强发展,亚洲大气环流经向度加强,西风带分支明显,有利于低槽或低涡在我国江淮地区发展,5840线在7月上旬、7月中旬中后期和8月6—30日明显南掉到 30°N 附近或以南地区,表明在加强发展的偶极型亚洲北部阻塞形势下,有三次强冷空气侵入长江中下游地区,导致该地区出现三次明显的降温过程(图3a)。

图6是2015年盛夏亚洲北部阻塞和东亚低槽两

个关键区平均 500 hPa 高度距平的逐日变化。由图可见,2015 年盛夏逐日亚洲北部阻塞与东亚低槽为反向变化,亚洲北部阻塞区以正距平为主,而东亚低槽区以负距平为主,两者稳定时间长,两者之间的相关系数为-0.38,通过了 0.01 的显著水平 t 检验。从亚洲北部阻塞和东亚低槽的超前滞后相关(图略)来看,亚洲北部阻塞超前东亚低槽 5 d 时相关系数最

高,达-0.57,表明东亚低槽发展与亚洲北部高压脊的发展有密切的联系。由图 3a 和图 6 可见,长江中下游盛夏逐日平均气温与亚洲北部阻塞逐日平均 500 hPa 高度表现为反向的变化趋势,与东亚低槽则为同向变化,与前后两者的相关系数分别为-0.35 和 0.31,均通过了 0.02 的显著水平 t 检验。从图 3a 和图 6 也可看出,在长江中下游 7 月上旬至下旬中期

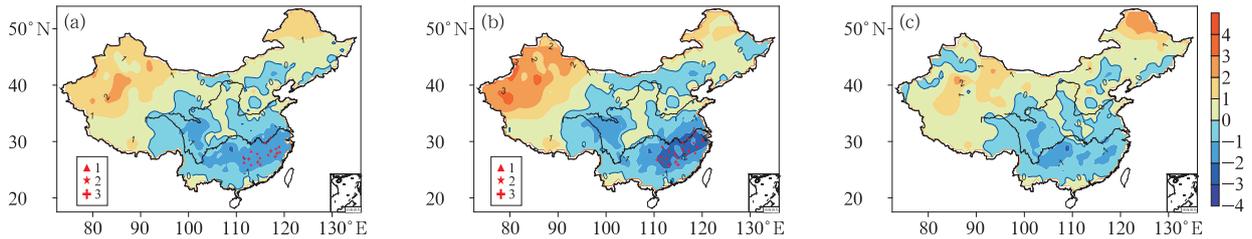


图 2 全国 2015 年盛夏(a)、7 月(b)和 8 月(c)平均气温距平分布(单位:℃)
(图 2a 和 2b 中的 1、2、3 分别表示该站 2015 年气温为建站以来历史同期最低、第二低和第三低)

Fig. 2 Distribution of mean temperature anomalies of China in midsummer (a), July (b) and August (c) of 2015 (unit: °C)

(1, 2, 3 in Figs. 2a, 2b respectively indicate the 2015 temperatures ranked as the lowest, the second lowest, and the third lowest for the same periods since the building of the stations)

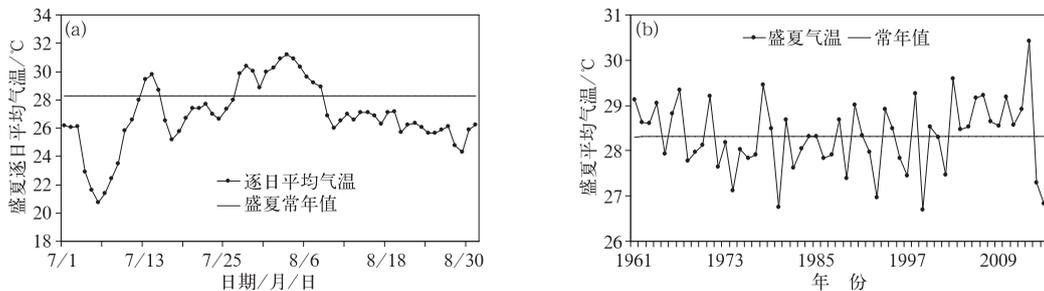


图 3 长江中下游 2015 年盛夏逐日平均气温(a)和 1961—2015 年盛夏平均气温(b)演变
Fig. 3 Daily mean temperature in midsummer 2015 (a) and time series of midsummer temperature during 1961—2015 (b) in the middle and lower reaches of Yangtze River

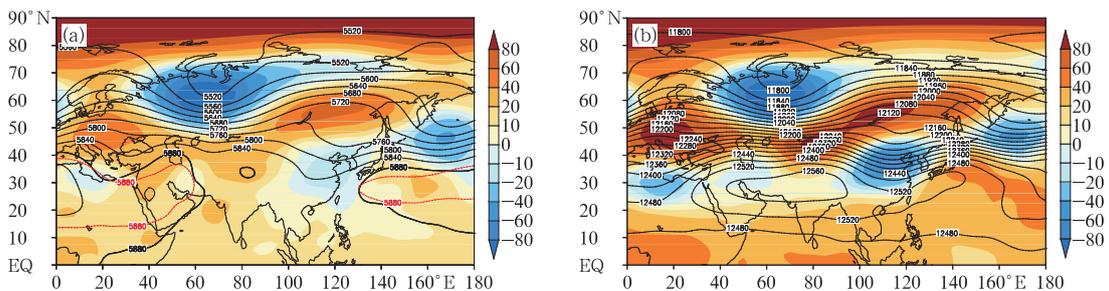


图 4 2015 年盛夏 500 hPa(a)和 200 hPa(b)高度(等值线)及其距平场(阴影)(单位: gpm)
(图 4a 中红色粗虚线为同期气候平均 5880 gpm 等值线)

Fig. 4 Mean geopotential heights (contour) and anomalies (shaded area) at 500 hPa (a) and 200 hPa (b) (unit: gpm) in midsummer 2015

(The red dashed lines in Fig. 4a indicate 5880 gpm contour of climatology)

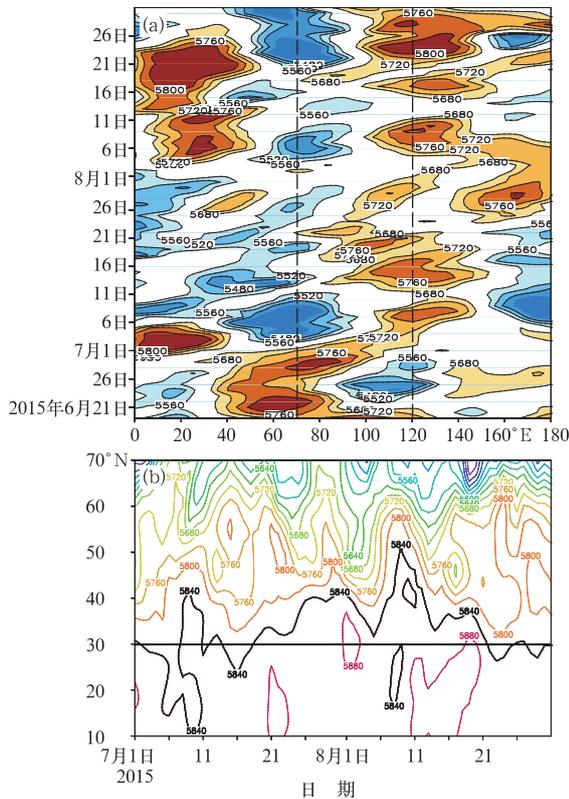


图 5 2015 年盛夏 500 hPa 高度场沿 60°N 的时间-经向演变(a)和 100°~120°E 平均 500 hPa 高度时间-纬度剖面(b)(单位: gpm)

Fig. 5 Time-longitude cross sections of the 500 hPa geopotential height along 60°N (a) and the mean geopotential height along 100°-120°E (b) in midsummer 2015 (unit: gpm)

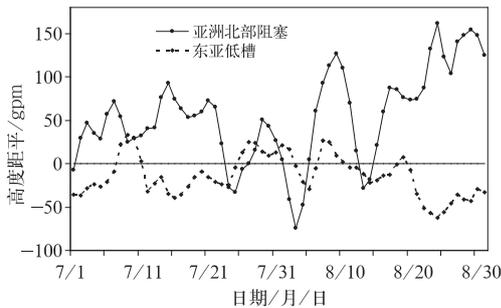


图 6 亚洲北部阻塞(50°~60°N, 100°~130°E)和东亚低槽(30°~40°N, 105°~125°E)两个关键区 2015 年盛夏逐日平均 500 hPa 位势高度距平变化

Fig. 6 Evolution of geopotential height anomalies of the North Asia blocking high (50°-60°N, 100°-130°E) and the East Asia low trough (30°-40°N, 105°-125°E) from 1 July to 31 August 2015

和 8 月中下旬这两段长时间低温过程中, 亚洲北部地区位势高度距平均明显偏高, 而东亚低槽以偏低为主, 即这两个时段亚洲大气环流经向度明显偏强, 南下冷空气明显; 长江中下游气温在 7 月下旬中期至 8 月上旬有所回升, 对应这段时间亚洲北部阻高和东亚低槽均明显减弱, 即该时段亚洲大气环流经向度明显减弱, 冷空气也随之减弱。上述变化的相关关系说明, 东亚低槽的发展和持续稳定是长江中下游盛夏异常低温的一个关键系统, 而它的形成又取决于亚洲北部阻高的发展和长期稳定。

4 ENSO 的影响

国家气候中心监测表明(邵懿和周兵, 2016), 2015/2016 年厄尔尼诺事件是 1951 年以来继 1982/1983 年和 1997/1998 年事件后的第三次超强厄尔尼诺事件。2015/2016 年厄尔尼诺在经历 2014 年秋季到 2015 年冬季的缓慢发展以后, 与前两次超强厄尔尼诺事件相似, 在春季快速发展起来, 在秋、冬季发展成熟, 在次年春季衰减并趋于结束。因此, 从此次厄尔尼诺事件演变来看, 2015 年夏季赤道中东太平洋海温为厄尔尼诺发展位相。

ENSO 是年际气候变化的最强信号, 2015/2016 年厄尔尼诺事件已经给全球多地的气候带来了不同程度的影响(邵懿等, 2016; 袁媛等, 2016), 对我国 2015 年气候也产生了明显的影响(司东等, 2016; 王东阡等, 2016)。ENSO 通过海气相互作用引起全球大气环流的明显改变, 从而造成全球气候异常。下面将主要探讨此次超强厄尔尼诺事件对 2015 年盛夏东亚大气环流的可能影响。

4.1 20 世纪 80 年代以后典型厄尔尼诺事件

由于 20 世纪 70 年代末太平洋海温发生一次明显的年代际变化(Wang, 1995), 因此文中只挑选 1980 年以来的厄尔尼诺事件。根据 Wang et al(2000)挑选 ENSO 事件的两个判据:(a)逐月 Niño3.4 区海温异常(SSTA)最大值超过 1 个标准差(大约 1.0°C); (b) Niño3.4 区的 SSTA > 0.5°C 持续时间至少为 8 个月, 挑选出 1980 年以来 7 次厄尔尼诺事件, 分别是 1982/1983 年、1986/1987 年、1991/1992 年、1997/1998 年、2002/2003 年、2009/2010 年、2015/2016 年。从 7 次

事件 Niño3.4 逐月演变来看(图 7),除了 1986/1987 年外,其他 6 次事件 Niño3.4 逐月演变相似,表现出季节锁相性,均是在春、夏季发展,峰值均出现在发展年 11 月到次年 1 月,即冬季成熟型。因此可以对 2014 年以前的 5 次厄尔尼诺事件进行合成。为方便起见,文中把这 5 次冬季成熟型厄尔尼诺事件称为典型厄尔尼诺事件,把典型厄尔尼诺事件发展当年(即 1982、1991、1997、2002 和 2009 年)称为厄尔尼诺发展年,把第二年(即 1983、1992、1998、2003 和 2010 年)称为厄尔尼诺衰减年。

下面将通过比较 2015 年盛夏海温和大气环流变化与典型厄尔尼诺发展年的相似性,来分析此次超强厄尔尼诺事件对东亚大气环流的可能影响。

4.2 2015 年夏季厄尔尼诺迅速发展对大气环流的可能影响

为了比较 2015 年盛夏大气环流与典型厄尔尼诺发展年盛夏环流的异同,图 8 给出了典型厄尔尼诺发展年盛夏和 2015 年盛夏 SSTA、850 hPa 风场距平以及 500 hPa 位势高度距平分布。由图可见,典型厄尔尼诺发展年盛夏 850 hPa 风场从孟加拉湾经菲律宾到赤道中东太平洋盛行西风异常,且大部分西风异常通过了 0.05 的显著性水平 t 检验,异常西风把西太平洋的暖水东传到赤道中东太平洋,使得该海域 SST 偏暖,而西太平洋 SST 降低。低层风场在孟加拉湾到菲律宾两侧为相反的环流,孟加拉湾南部为异常反气旋环流,而西太平洋地区为异常气旋环流,我国南方受气旋西侧的异常东北风控制,异常东北风通过了 0.05 的显著性水平 t 检验,这与已有的研究结果一致(Huang and Wu, 1989; Wang et al, 2000; Wang and Zhang, 2002)。西太平洋异常气旋使得西太副高东撤到日本南部海域。受西太平洋异常气旋影响,我国盛夏主雨带位于长江以南地区(Huang and Wu, 1989; Wu et al, 2009)。

在 500 hPa 高度场上(图 8c),典型厄尔尼诺发展年盛夏欧亚中高纬为“+ - + -”纬向距平分布,乌拉尔山附近和北太平洋位势高度场偏低,西欧和东亚中高纬地区位势高度场偏高,表明阻塞形势明显。从显著区可看出,西欧正高度距平区和乌拉尔山负高度距平区均通过了 0.05 的显著性水平 t 检验,表明典型厄尔尼诺发展年盛夏,阻塞形势容易在西欧形成,而

乌拉尔山则为低槽控制。从日本、我国南方到西太平洋地区为大范围负距平区,表明低槽或低涡在这些地区容易形成,我国南方到日本的低槽(简称东亚低槽)使得西太副高比常年偏东。可见,东亚低槽与东亚中高纬阻塞构成一个偶极型的阻塞形势。从 5 个典型厄尔尼诺发展年对应全国盛夏气温距平合成分布(图 9)来看,我国北方盛夏气温偏高,而南方气温偏低,其中长江下游为偏低中心,偏低 0.5℃ 以上,有 5 个代表站通过了 0.05 的显著性水平 t 检验。在 5 个典型厄尔尼诺发展年中,只有 2009 年长江中下游盛夏气温偏高 0.2℃,其他年份均偏低(图略)。典型厄尔尼诺发展年盛夏东亚偶极型阻塞形势是造成长江中下游气温盛夏气温偏低的直接原因。

Wang and Zhang(2002)认为在厄尔尼诺发展期间,太平洋增暖引起的异常对流加热会产生一对赤道对称的 Rossby 波(Gill, 1980)。在高层,异常反气旋环流占据太平洋中部海域(140°~200°E),该反气旋西北侧的异常西南气流对副热带急流产生扰动,从而使盛夏出现东亚沿海槽,有利于冷空气向南爆发影响到长江中下游地区。

从 2015 年盛夏 SSTA 和 850 hPa 低层风场分布(图 8b)来看,2015 年盛夏低层风场在赤道太平洋盛行异常西风,在印度半岛和孟加拉湾为异常反气旋,在我国东部沿海和日本南部海域分别是异常气旋和反气旋。低层风场在赤道太平洋、南亚和东亚地区的分布与典型厄尔尼诺发展年夏季很相似。2015 年盛夏热带太平洋 SSTA 分布与典型厄尔尼诺发展年夏

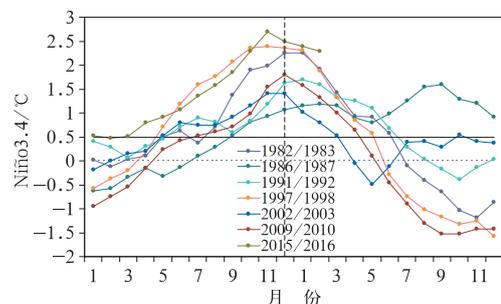


图 7 1980 年以来 7 次厄尔尼诺事件逐月 Niño3.4 海温异常演变

Fig. 7 Evolution of monthly mean Niño 3.4 SST anomalies from January of the El Niño development years to December of the following years for the seven El Niño events since 1980

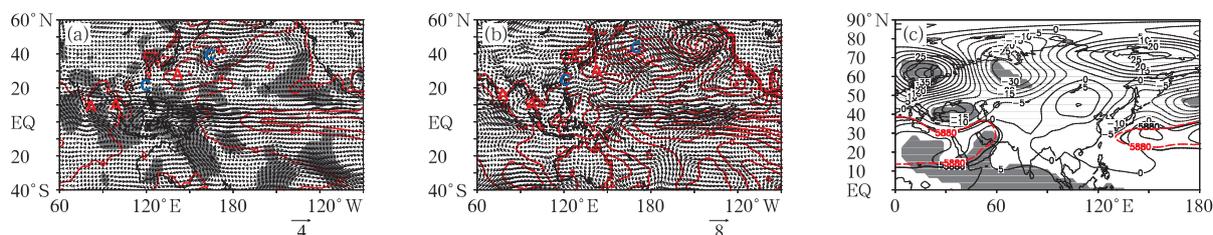


图 8 典型厄尔尼诺发展年盛夏(a)和 2015 年盛夏(b)SSTA(等值线,单位:°C)和 850 hPa 风场距平(矢量,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)及典型厄尔尼诺发展年盛夏 500 hPa 距平场(等值线)(c)

(图 8c 中粗虚线为盛夏气候平均 5880 gpm 等值线,图 8a 和 8c 中阴影区分别表示风场和高度场通过了 0.05 的显著性水平 t 检验)

Fig. 8 The anomalies of SSTA (contour, unit: °C) and 850 hPa winds (vector, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) in midsummer of typical El Niño developing year (a) and 2015 (b), and midsummer mean geopotential anomalies (contour) at 500 hPa (c) of typical El Niño developing year

(Thick dashed lines in Fig. 8c indicate the 5880 gpm contour of climatology, shadings in Figs. 8a and 8c represent the wind and height having passed the 0.05 level of significance test)

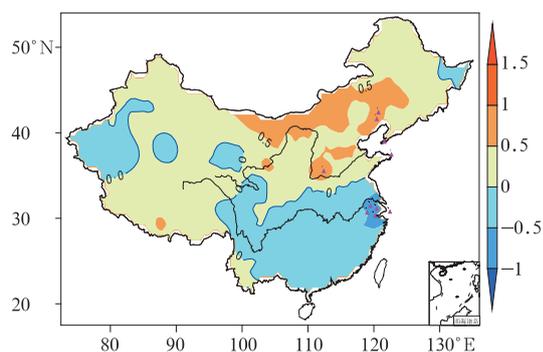


图 9 典型厄尔尼诺发展年全国盛夏气温距平合成(单位:°C)
(图中三角形表示通过了 0.05 的显著性水平 t 检验的站点)

Fig. 9 Midsummer temperature anomalies (unit: °C) in China composite for typical El Niño developing year

(Triangles stand for the stations having passed the 0.05 level of significance test)

季也很相似,只是 2015 年偏暖强度明显大于典型厄尔尼诺年,这是因为 2015 年赤道中东太平洋西风明显强于典型厄尔尼诺事件。比较 2015 年盛夏(图 4a)和典型厄尔尼诺发展年盛夏(图 8c)500 hPa 高度距平场,也发现两者在欧亚中高纬和东亚地区的分布很相似。2015 年盛夏长江中下游气温偏低特征(图 2a)也符合典型厄尔尼诺发展年盛夏长江中下游气温偏低的特征。由此可见,2015 年夏季厄尔尼诺快速发展可能是导致 2015 年盛夏欧亚大气环流持续异常和稳定的主要原因之一。

5 结论和讨论

我国 2015 年夏季最明显的气候异常之一是长江中下游盛夏异常低温,该地区盛夏低温为 1961 年以来同期第二低。本文重点分析了导致这种低温的大气环流异常,并着重讨论了 2015/2016 年超强厄尔尼诺事件与大气环流异常及长江中下游盛夏低温的关系。分析表明 2015 年盛夏欧亚大气环流异常,特别是亚洲北部阻塞与东亚低槽构成的稳定偶极子阻塞形势是导致长江中下游盛夏低温的直接原因。2015/2016 年超强厄尔尼诺事件是 2015 年最强的气候年际信号。1980 年以来出现的 5 次海温演变相似的典型厄尔尼诺事件发展年盛夏大气环流异常与 2015 年盛夏大气环流异常很相似。而且长江中下游盛夏气温偏低也是典型厄尔尼诺发展年的一个气候异常特征。因此,2015 年厄尔尼诺春夏季迅速发展加强是造成 2015 年盛夏大气环流异常的主要外强迫因子。本文分析结论可为夏季气温预测提供参考依据。

陈丽娟等(2016)和王东阡等(2016)分析了我国 2015 年汛期气候异常的成因及其预测信号。王东阡等(2016)研究表明 2015 年春季以来印度洋海温一致偏暖模态有利于 2015 年夏季西太副高偏强偏西,从而造成我国夏季降水“北少南多”。陈丽娟等(2016)则认为 2015 年汛期降水预测的主导外强迫信号是厄尔尼诺事件和印度洋海温一致偏暖模态,并指出 2015 年夏季西太副高季节内变化特征明显。以上研究认为厄尔尼诺事件和印度洋海温一致偏暖是导致 2015

年夏季大气环流异常的两个主要外强迫因子。本文与他们分析不同的是针对气温来讨论盛夏大气环流特征,没有涉及整个夏季降水及环流,而且只是分析厄尔尼诺事件对盛夏气温的可能影响。2015年夏季除了西太副高外欧亚中高纬大气也有明显的季节内变化。2015年6月(图略)和盛夏大气环流无论在欧亚中高纬还是在西太平洋地区均表现出相反的特征。从两者大气环流分布来看,2015年6月西太副高偏强偏西类似印度洋海温一致偏暖模态的影响,而盛夏西太副高偏东及欧亚中高纬大气环流异常分布则类似对厄尔尼诺发展年的响应(Huang and Wu, 1989; 黄荣辉等, 1996; 吴国雄等, 2000; Wang and Zhang, 2002; Wu et al, 2009)。因此,从夏季大气环流的阶段性变化来看,2015/2016年厄尔尼诺事件是造成2015年盛夏大气环流异常的主要原因之一。关于印度洋海温对夏季气温的影响及其与热带中东太平洋等因子的协同作用还有待进一步研究。

参考文献

- 陈桂英,张培群,许力,2001. 1999年夏季中国降水南多北少成因初探[J]. 气候与环境研究,6(3):312-320.
- 陈丽娟,顾薇,丁婷,等,2016. 2015年汛期气候预测先兆信号的综合分析[J]. 气象,42(4):496-506.
- 黄荣辉,傅云飞,臧晓云,1996. 亚洲季风与ENSO循环的相互作用[J]. 气候与环境研究,1(1):38-54.
- 黄荣辉,孙凤英,1994. 热带西太平洋暖池的热状态及其上空的对流活动对东亚夏季气候异常的影响[J]. 大气科学,18(2):141-151.
- 邵懿,廖要明,柳艳菊,等,2016. 2015年全球重大天气气候事件及其成因[J]. 气象,42(4):1-10.
- 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[J]. 气象,42(5):540-547.
- 司东,柳艳菊,邵懿,等,2016. 2015年海洋和大气环流异常对中国气候的影响[J]. 气象,42(4):481-488.
- 唐恬,金荣花,彭相瑜,等,2014. 2013年夏季我国南方区域性高温天气的极端性分析[J]. 气象,40(10):1207-1215.
- 陶诗言,徐淑英,1962. 夏季江淮流域持久性旱涝现象的环流特征[J]. 气象学报,32(1):1-10.
- 王东阡,王艳姣,崔童,等,2016. 2015年夏季气候异常特征及其成因简析[J]. 气象,42(1):115-121.
- 王鹏岭,周兵,柳艳菊,等,2015. 2014年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响[J]. 气象,41(4):489-496.
- 王焘,桑悦洋,张立凤,2015. 2013年夏季浙江省高温干旱环流异常分析[J]. 气象科学,35(2):140-149.
- 吴国雄,刘平,刘屹岷,等,2000. 印度洋海温异常对西太平洋副热带高压的影响——大气中的两级热力适应[J]. 气象学报,58(5):513-552.
- 姚秀萍,于玉斌,2005. 2003年梅雨期干冷空气的活动及其对梅雨降水的作用[J]. 大气科学,29(6):973-984.
- 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[J]. 气象,42(5):532-539.
- 张庆云,郭恒,2014. 夏季长江淮河流域异常降水事件环流差异及机理研究[J]. 大气科学,38(4):656-669.
- 宗海锋,张庆云,陈烈庭,2008. 东亚-太平洋遥相关型形成过程与ENSO盛期海温关系的研究[J]. 大气科学,32(2):220-230.
- Gill A E, 1980. Some simple solutions for heat-induced tropical circulation [J]. Quart J Roy Meteor Soc, 106:447-462.
- Huang Ronghui, Wu Yifeng, 1989. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism [J]. Adv Atmos Sci, 6(1):21-32.
- Wang Bin, 1995. Interdecadal changes in El Nino onset in the last four decades [J]. J Climate, 8:267-285.
- Wang Bin, Wu Renguang, Fu Xiaohua, 2000. Pacific-East Asian teleconnection: how does ENSO affect East Asian climate? [J]. J Climate, 13:1517-1536.
- Wang Bin, Zhang Qin, 2002. Pacific-East Asian teleconnection. Part II: How the Philippine sea anomalous anticyclone is established during El Nino development [J]. J Climate, 15:3252-3265.
- Wu Bo, Zhou Tianjun, Li Tim, 2009. Seasonally evolving dominant interannual variability modes of East Asian climate [J]. J Climate, 22:2992-3005.
- Zhang Renhe, Akimasa Sumi, Masahide Kinoto, 1999. A diagnostic study of the impact of El Niño on the precipitation in China [J]. Adv Atmos Sci, 16(2):229-241.