

顾薇. 2016. 夏季热带西太平洋海温对厄尔尼诺发展阶段我国东部汛期降水的影响分析. 气象, 42(5): 548-556.

夏季热带西太平洋海温对厄尔尼诺发展阶段 我国东部汛期降水的影响分析^{*}

顾 薇

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: 通过分析处于厄尔尼诺事件发展阶段的我国东部汛期(6—8月)降水异常与海温的关系, 指出热带西太平洋海温异常对厄尔尼诺发展阶段汛期降水的异常可能起到重要作用。尽管已有研究显示, 处于厄尔尼诺事件发展阶段的夏季容易出现长江以南少雨的分布特征, 但本文利用最新资料(1951—2014年)对于所有处于厄尔尼诺发展阶段的夏季降水的分析显示, 降水与 ENSO 指标(Niño3 和 Niño3.4 指数)的关系并不显著, 却与热带西太平洋海温之间存在显著的相关。同样处于厄尔尼诺发展阶段, 降水可能出现截然不同的异常特征, 当热带西太平洋海温偏冷时, 夏季降水容易出现以长江为界“南少北多”的分布特征, 而当热带西太平洋海温偏暖时, 降水则容易出现以长江为界“南多北少”的分布特征。分析还指出, 当热带西太平洋海温冷、暖不同时, 热带(太平洋至印度洋)海温的分布会呈现出不同的特征, 从而对热带大气及东亚副热带大气产生不同的影响, 最终导致我国东部降水出现不同的异常分布。对于刚刚过去的 2014 年夏季, 热带西太平洋海温异常偏暖可能是导致降水异常分布的原因之一。2014 年夏季处于厄尔尼诺事件的发展阶段, 同时热带西太平洋海温是 1951 年以来历次厄尔尼诺发展年夏季之中的最高值, 而相应于热带西太平洋偏暖的特征, 降水呈现出明显的“南多北少”的异常分布。夏季降水与海温的这种显著关系说明, 除了用来定义厄尔尼诺事件的热带中东太平洋海温之外, 热带西太平洋海温对于汛期降水的预测也具有重要的指示意义。

关键词: 汛期降水, 热带西太平洋, 海温异常, 厄尔尼诺

中图分类号: P461, P467

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2016.05.004

Possible Impact of the Western Tropical Pacific SSTA on Precipitation During the El Niño Developing Summers in the Eastern Part of China

GU Wei

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

Abstract: The possible impacts of the tropical western Pacific SSTA on China's precipitation during the El Niño developing phases are emphasized in this paper. Analyses of all the 17 summers during the El Niño developing phases show that precipitation in these summers varies from year to year and does not exhibit a significant relationship with the El Niño indices (Niño3 and Niño3.4 index). However, further analyses reveal that the precipitation is closely related to the tropical western Pacific SSTA during these summers. When the tropical western Pacific is warmer, it is wetter in the south of the Yangtze River and drier in the north, and vice versa. The possible mechanism is also proposed. The different conditions of the western Pacific SST anomalies indicate different distribution features of the SSTA in the tropic Oceans. The different tropical SST patterns can induce different responses to the tropical and the subtropical atmospheric cir-

* 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430203)、国家科技支撑计划(2015BAC03B04)和公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306031)共同资助

2015 年 1 月 8 日收稿; 2015 年 11 月 2 日收修定稿

作者:顾薇,主要从事气候诊断与预测研究. Email: guwei@cma.gov.cn

culatation near East Asia. Therefore, the precipitation in the east of China is affected. Besides, the anomalous warm SST in the western Pacific may contribute to the precipitation anomaly in the summer of 2014. The tropical western Pacific in the summer of 2014 is warmer than all the previous 17 summers during the El Niño developing phases. Such a condition of the tropical western Pacific favors more precipitation in the south of the Yangtze River and less in the north. And the observation of precipitation is also characterized by such a feature. Thus, the tropical western Pacific SSTA may exert an impact on the summer precipitation in 2014.

Key words: summer precipitation, tropical western Pacific, SSTA, El Niño

引 言

作为全球热带海气系统最显著的年际变率,厄尔尼诺事件对包括东亚在内的全球许多地区的天气、气候异常都有显著的影响。以往研究指出厄尔尼诺事件对于我国汛期的气候也有明显的影响(Huang et al, 1989; Zhang et al, 1996; 金祖辉等, 1999; 陈丽娟等, 2013; 伍红雨等, 2014)。由于厄尔尼诺事件通常在春、夏季开始,在秋、冬季达到盛期,在第二年春、夏季结束,因此往往把厄尔尼诺事件到达盛期之前的夏季称为处于厄尔尼诺事件发展阶段的夏季,而把厄尔尼诺事件到达盛期之后的夏季称为处于厄尔尼诺事件衰减阶段的夏季。研究显示,在厄尔尼诺事件发展阶段和衰减阶段的夏季,我国降水会显示出不同的特征(刘永强等, 1995; 黄荣辉等, 2003)。因此,厄尔尼诺事件的发展演变也通常被看做我国汛期降水最重要的预报因子之一。一般而言,处于厄尔尼诺事件发展阶段的夏季,长江以北的江淮、江汉流域附近降水容易偏多、常常出现洪涝灾害,而江南北部和华北地区降水则容易偏少。相反的,处于厄尔尼诺事件衰减阶段的夏季,江淮、江汉流域降水以偏少为主,江南和华北大部地区降水则容易偏多。

从2014年春季开始,热带中东太平洋海温出现了增暖的现象,并在秋、冬季进入了厄尔尼诺状态,然而我国东部夏季降水却显示出以长江为界“北少南多”的特征,与以往研究揭示的厄尔尼诺发展阶段夏季降水的典型特征出现很大的差异。事实上,对我国夏季降水的EOF分析显示(黄荣辉等, 2011),这种以长江为界南北相反的异常分布特征是我国夏季降水的第二主要模态,占降水总方差的12%。在实际观测中,也常常出现该模态为主导的典型特征,如“南多北少”年份1953、1956、1963、1971、1984、2003和2009年,“南少北多”年份:1952、1968、1997、

1999、2001和2002年。值得注意的是,厄尔尼诺事件与降水的这种异常分布型的关系存在着很大的不确定性,即同样是在厄尔尼诺发展年夏季,降水可能表现出“南多北少”的分布特征,如1968和2002年,也可能显示出“南少北多”的特征,如1953和2009年。这也就是说,仅仅依靠厄尔尼诺事件的发展阶段这一特征来对降水的异常做出预测是远远不够的,因为降水的异常很可能还受到厄尔尼诺指标以外因子的影响。因此,本文重点分析了处于厄尔尼诺事件发展阶段的夏季,降水的这种南北相反的异常分布特征与海温异常分布特征的关系,指出了在厄尔尼诺事件发展年的夏季,影响降水的其他关键因子。

1 资料和定义

本文所用的160站逐月降水资料(1951年1月至2014年8月)来自于国家气候中心。对1951—2014年的夏季降水进行经验正交分解(EOF)所得前两个模态如图1所示。第一模态主要反映长江流域降水的变化(图1a),第二模态主要反映以长江为界、南北反相变化的特征(图1b)。本文主要针对降水第二模态、即以长江为界南北相反的异常分布特征进行分析。为了更加直接地展示海温与降水的关系,根据第二模态的特征,选择了长江以南和长江以北两个区域的平均降水构造降水指数并进行分析。长江以南的降水选用(15°~30°N、105°~123°E)区域范围内的43个代表站,如图2中圆圈所示。长江以北的降水选用(30°~38°N、110°~123°E)区域范围内的30个代表站点,如图2中三角形所示。

在分析降水与海温的关系时,用到了英国哈德来中心(Hadley Center)提供的月平均海表温度资料(Rayner et al, 2003),该套资料覆盖时段1870年1月至2014年8月,水平分辨率为1°(纬度)×1°(经度)。

厄尔尼诺事件定义为Niño3.4海温指数3个月

滑动平均超过 $+0.5^{\circ}\text{C}$ 达到 5 个月以上。共选出处于厄尔尼诺事件发展阶段的 17 个夏季:1951、1953、

1957、1963、1965、1968、1972、1976、1982、1986、1991、1994、1997、2002、2004、2006 和 2009 年。图 3

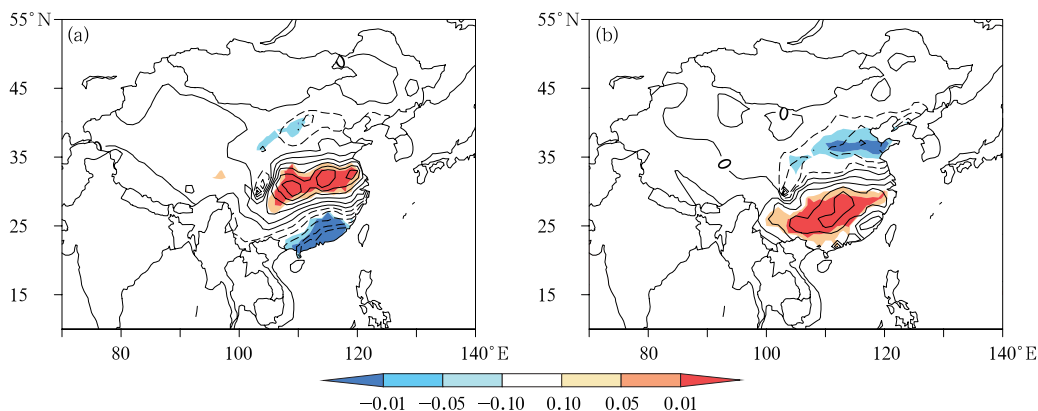


图 1 1951—2014 年中国夏季降水经验正交分解

(a) 第一模态, (b) 第二模态

(图中深、中、浅分别表示通过 0.01, 0.05 和 0.10 的显著性水平检验)

Fig. 1 (a) The first and (b) the second leading EOF modes of the summer precipitation
(Dark, middle, and light shadings indicate the areas having passed the 0.01, 0.05, and 0.10 levels of significance, respectively)

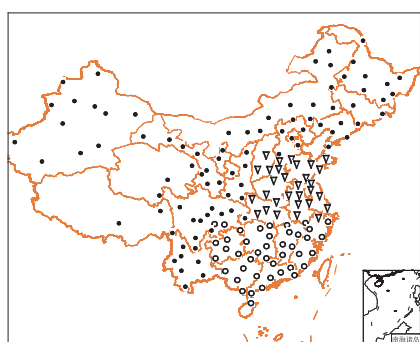


图 2 160 站点分布图

(圆形和三角形分别用来表示长江以南和以北区域的代表站点)

Fig. 2 Distribution of the 160 weather stations

(Circles and triangles represent the stations to the south and north of the Yangtze River, respectively)

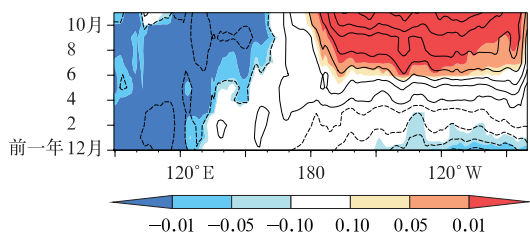


图 3 17 个厄尔尼诺事件发展年热带
($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$) SSTA 的逐月演变

(图注同图 1)

Fig. 3 Monthly evolution of the tropical ($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$) SSTA during the 17 El Niño developing years
(Figure legends same as Fig. 1)

显示了上述 17 年热带($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$)海温距平的演变情况,可以清楚地看到所选年份的夏季、热带中东太平洋海温增暖的过程,即厄尔尼诺事件发展阶段的特征。

2 厄尔尼诺发展阶段夏季降水的不同分布特征

前人的研究成果揭示了厄尔尼诺事件的不同演变阶段对夏季降水会产生不同的影响,对处于厄尔尼诺事件发展阶段的夏季而言,江淮、江汉流域附近降水容易偏多,而江南北部和华北地区降水则容易偏少(Huang et al, 1989; Zhang et al, 1996; 金祖辉等, 1999; 吴贤云等, 2013)。对 17 个厄尔尼诺发展年夏季降水距平的合成(图 4),显示出江南地区降水偏少、江淮和江汉略偏多的特征,但上述区域的降水异常都没有通过 0.10 的显著性水平检验。这一结果与前人研究结论有所差异,可能的原因是研究时段有所差异。近些年来的研究(王绍武等, 1999; 刘春玲等, 2005; Weng et al, 2007; Wang et al, 2008)显示,厄尔尼诺事件的特征、类型及其影响都有显著的年代际变化,图 4 中的降水合成比以往研究增加了最近十几年的个例,因此可能导致合成结果与以往研究有差异。在图 4 中,在厄尔尼

诺发展年的夏季,降水的异常特征并不显著,在整个东部,几乎没有通过 0.10 显著性水平检验的站点,这说明同样处于厄尔尼诺事件的发展阶段,夏季降水的异常并没有表现出较为一致的特征,其不确定性非常大。其中原因则可能是在厄尔尼诺事件发展阶段的夏季,降水不单单受到热带中东太平洋海温的影响,还同时受到其他因子的影响。

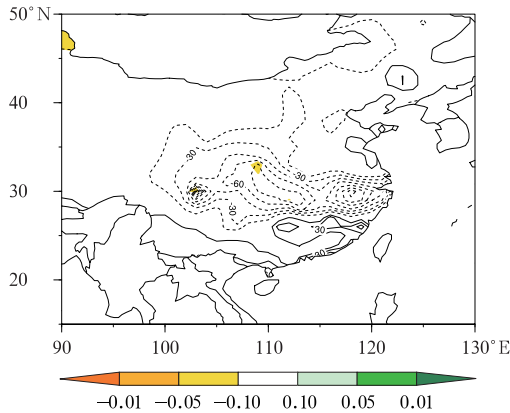


图 4 17 个厄尔尼诺事件发展年夏季降水距平合成 (图注同图 1)

Fig. 4 The composite of the precipitation anomaly during the 17 El Niño developing summer (Figure legends same as Fig. 1)

根据反映降水以长江为界、南北相反的第二模态,选取长江以南和长江以北区域的降水,构造降水指数,进一步分析厄尔尼诺事件发展年夏季降水的异常特征。图 5 给出 17 个厄尔尼诺事件发展年夏季的区域平均降水指数。可以看到,对于厄尔尼诺发展年,无论是长江以南还是长江以北,两个区域的夏季降水并没有显示出一致的偏多或者偏少的异常特征。对长江以南降水而言,在 17 个厄尔尼诺发展年当中,11 年偏少,6 年偏多(图 5a)。而对于长江以北降水来说,则有 8 年偏多,9 年偏少(图 5b)。对于上述两个区域,按照降水偏多和偏少可以分别分为两组年份,对两组年份的降水进行合成(图 6),可以看到偏多和偏少的两组年份在空间分布上确实存在显著的差异。在长江以南降水偏多年(图 6a),长江以南降水显著偏多,北方偏少,而在偏少年份(图 6b),则出现相反的特征。偏多、偏少两组年份(图 6c)之间的差异在长江以南是显著的,在江南和华南大部分地区都通过了 0.05 的显著性水平检验,同时长江以北地区也出现了与南方相反的特征。在

长江以北降水偏多、偏少的两组年份(图 6d 和 6e),北方地区降水异常并不显著,但两组年份的差异(图 6f)在华北地区是显著的,通过了 0.10 的显著性水平检验,同时也在长江以南地区出现了相反的显著差异。这说明同样是在厄尔尼诺事件发展年夏季,降水可能会出现“南多北少”或者“南少北多”两种截然不同的异常特征。

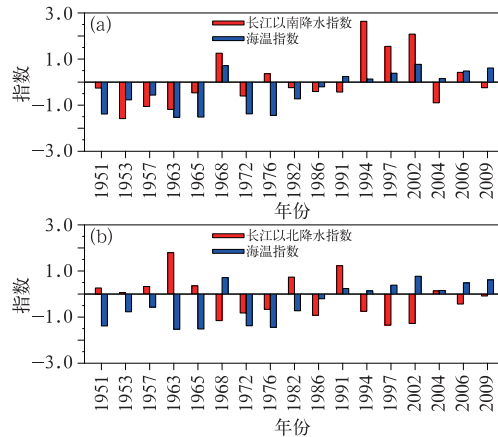


图 5 17 个厄尔尼诺发展年热带西太平洋海温指数(蓝色)和长江以南(a)和长江以北(b)降水指数(红色)

Fig. 5 The tropical western Pacific SSTA index and the regional precipitation index, the precipitation in the region south of the Yangtze River (a) and the precipitation in the region north of the Yangtze River (b)

3 厄尔尼诺发展阶段夏季降水异常与西太平洋海温的关系

前文分析显示,同样是厄尔尼诺发展年,降水可能出现“南多北少”和“南少北多”两种异常分布特征,这也就意味着,除了热带中东太平洋的海温异常,可能还有其他因子影响到降水的异常。因此,针对降水偏多和偏少的不同情况,对厄尔尼诺发展年份的海温异常进行合成分析。图 7a 显示了长江以南地区降水偏多年和偏少年夏季海温异常的差异。从图中可以看出,最显著的差异出现在菲律宾附近的热带西太平洋地区,当西太平洋偏暖时,长江以南降水容易偏多,反之,当西太平洋偏冷时,降水容易偏少。从降水偏多年和偏少年海温差异的逐月演变(图 7b)来看,位于西太平洋显著的海温差异从 6 月

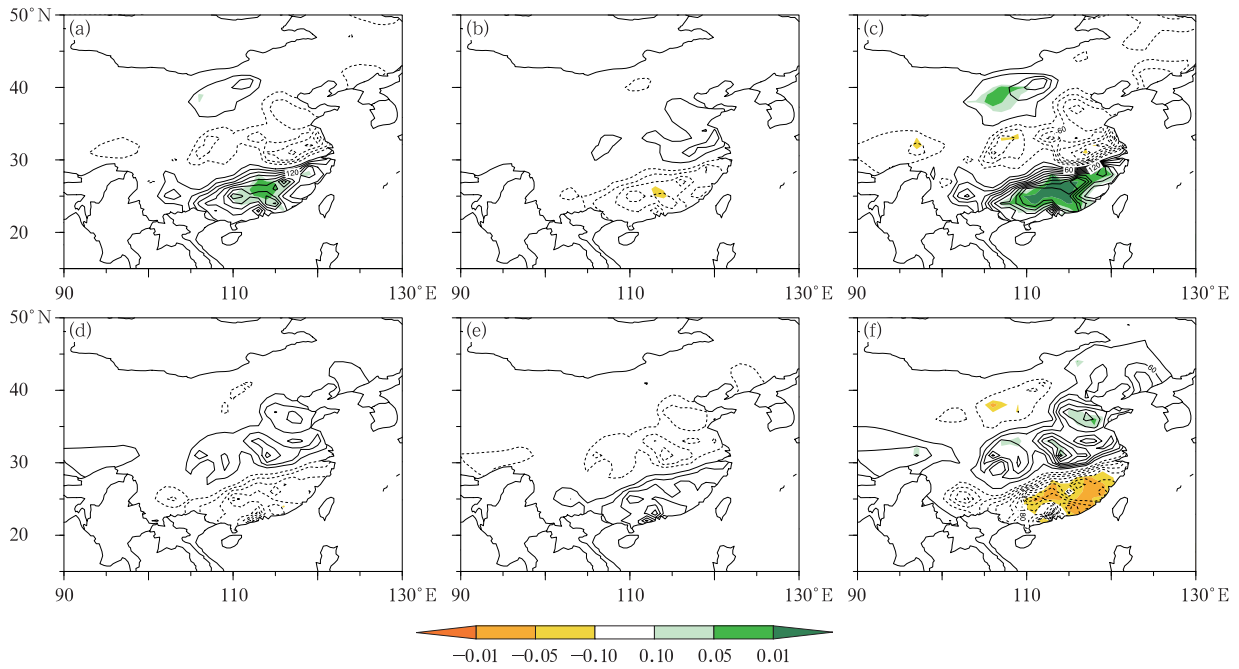


图 6 厄尔尼诺事件阶段夏季长江以南降水(a)偏多年、(b)偏少年和(c)偏多偏少年差异的合成图, 长江以北降水(d)偏多年、(e)偏少年和(f)偏多偏少年差异的合成图
(图注同图 1)

Fig. 6 The composite of the precipitation anomaly during the El Niño developing summers for (a) the wet, (b) the dry and (c) the difference between the wet and the dry years in the south of the Yangtze River; (d), (e) and (f) are the same as (a), (b) and (c), but for the north of the Yangtze River

(Figure legends same as Fig. 1)

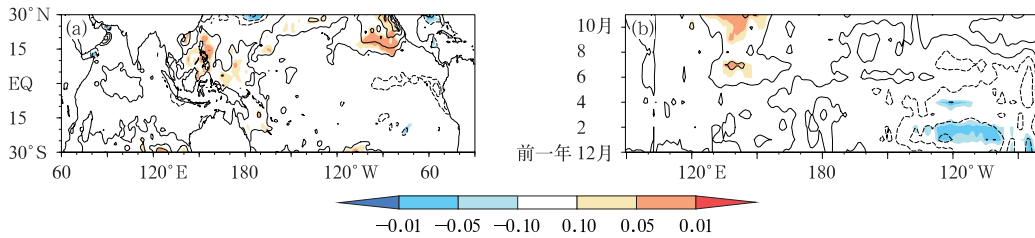


图 7 厄尔尼诺发展阶段夏季,长江以南降水偏多年和偏少年海温异常差异(a) 和热带(5°S~5°N)海温逐月演变的差异(b)

(图注同图 1)

Fig. 7 The difference of the summer SSTA (a) and the monthly evolution of the tropical SSTA between the wet and dry summers in the region south of the Yangtze River (b)

(Figure legends same as Fig. 1)

开始出现,并维持整个夏季。图 8 是针对长江以北区域降水的海温合成图,结果与图 7 类似,也显示出位于菲律宾附近的热带西太平洋这一海温关键区。而且图 8 中西太平洋的海温差异比图 7 更为显著,显著差异出现的时间也更早,最早在春季(4 月)就开始出现。海温的合成分析显示,菲律宾附近的热

带西太平洋海温对于长江南北相反的降水分布型有显著的影响,当热带西太平洋海温偏暖时,长江以南降水容易偏多,长江以北降水偏少,降水分布呈现“南多北少”型,反之,当西太平洋海温偏冷时,长江以南降水容易偏少,以北降水偏多,降水分布呈现“南少北多”型。

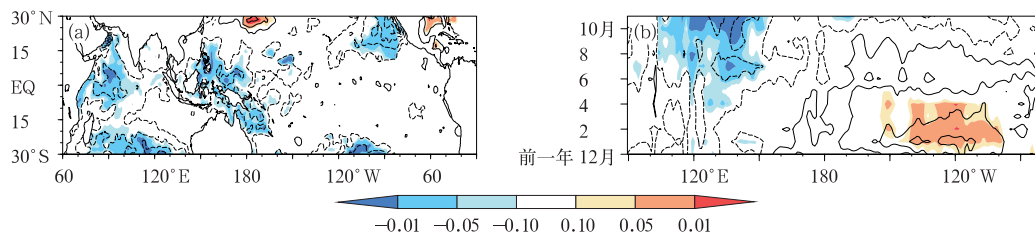


图 8 同图 7, 但为长江以北

Fig. 8 Same as Fig. 7, but for the region to the north of Yangtze River

为了进一步分析西太平洋海温与降水的关系, 根据夏季海温合成图(图 7a 和图 8a), 选择关键区(5°S~15°N、110°~135°E)的平均海温距平, 构造西太平洋海温指数。图 5 显示了 17 个厄尔尼诺发展年夏季热带西太平洋海温指数与长江以北(图 5b)和长江以南(图 5a)降水指数, 可以看出热带西太平洋海温异常与长江以北降水存在明显的负相关关系, 而与长江以南降水存在明显的正相关关系, 二者的相关系数分别为-0.43 和 0.54, 分别通过了 0.05 和 0.10 的显著性水平检验(表 1)。同时, 表 1 也给出了两个区域降水指数与热带中东太平洋区海温指数的相关系数, 可以看到, 无论是 Niño3 区还是 Niño3.4 区海温指数, 与降水指数的关系都不显著, 都没有达到 0.10 的显著性水平检验。可见, 在厄

尔尼诺发展年的夏季, 我国南北相反的降水分布型显示出与热带西太平洋海温最为显著的关系。当西太平洋海温偏暖时, 夏季降水容易出现“南多北少”的异常分布型, 而当海温偏冷时, 夏季降水容易出现“南少北多”的异常分布型。

4 西太平洋海温影响夏季降水的可能机制

厄尔尼诺发展年夏季, 西太平洋海温与降水之间的对应关系, 可能与西太平洋冷、暖状态下所对应的热带海温分布型不同有关。同样是厄尔尼诺发展年夏季, 在西太平洋海温冷、暖不同状态时, 热带太平洋至印度洋的海温异常分布具有完全不同的特征。在厄尔尼诺发展年的夏季, 当西太平洋海温偏暖时, 海温异常分布如图 9a 所示, 暖中心位于热带中东太平洋, 热带西太平洋及热带印度洋海温接近正常略偏暖, 从热带太平洋至印度洋海温异常的东、西差异较弱。而当西太平洋海温偏冷时(图 9b), 暖中心位于热带中东太平洋, 热带西太平洋至印度洋为明显的偏冷中心, 热带海温的东、西差异十分明显, 显示出“东正西负”的特征。

热带海温这种不同的异常分布型会使得大气产

表 1 17 个厄尔尼诺事件发展年夏季降水与各海温指数的相关系数

Table 1 The correlation coefficients between the precipitation and the SSTA indices for the 17 El Niño developing summers

	Niño3	Niño3.4	WP
长江以北降水	0.14	0.28	-0.43
长江以南降水	0.09	-0.03	0.54

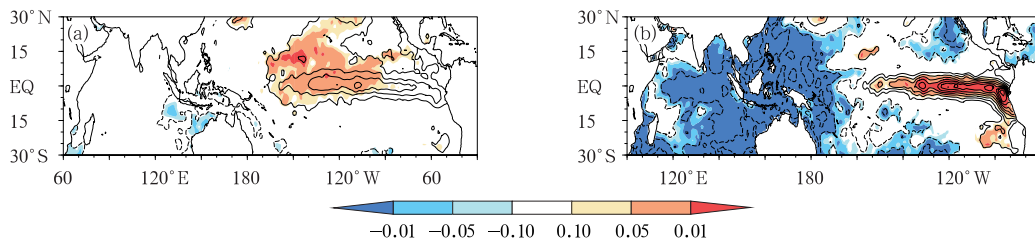


图 9 西太平洋(a)偏暖和(b)偏冷情况下的厄尔尼诺年夏季 SSTA

(图注同图 1)

Fig. 9 The composite of the summer SSTA anomalies during the El Niño developing summers for warm western Pacific (a), cold western Pacific (b)

(Figure legends same as Fig. 1)

生不同的响应。图 10 显示了西太平洋偏暖、偏冷状态下 850 hPa 速度势和流函数距平场的合成。从 850 hPa 速度势合成来看,当西太平洋海温偏暖、即热带海温东西差异较弱时,热带地区出现异常的反

沃克环流,但这个异常反沃克环流强度较弱、且位置偏东(图 10a),西太平洋附近的异常辐散运动对于东亚地区并没有直接影响。而当西太平洋海温偏冷、即热带海温东西差异明显时(图 10c),异常沃克

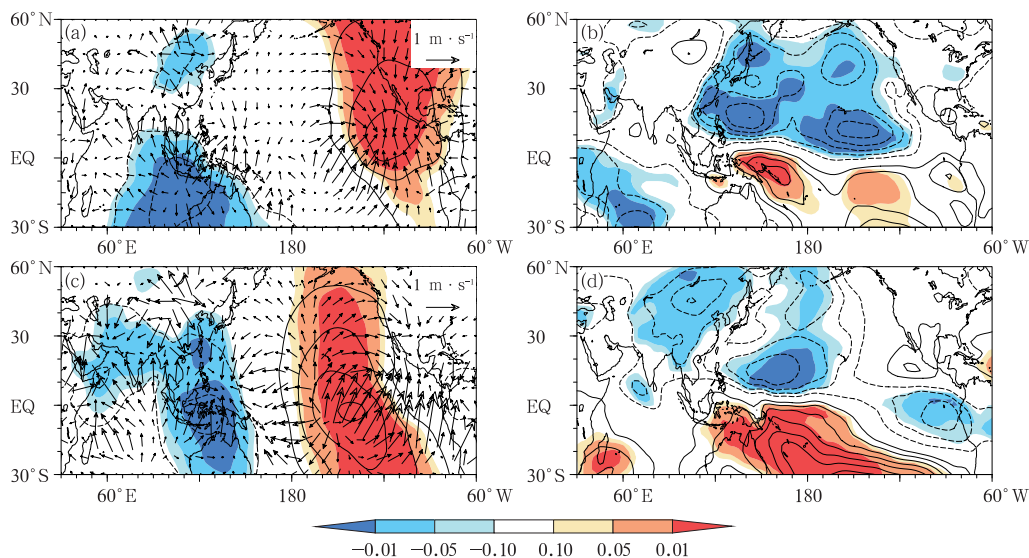


图 10 厄尔尼诺年夏季西太平洋偏暖(a,b)的和西太平洋偏冷(c,d)情况下 850 hPa 速度势(a,c)和流函数(b,d)的合成分布
(图注同图 1)

Fig. 10 The composite of the 850 hPa velocity potential (a, c) and stream function (b, d) during the El Niño developing summers for (a, b) warm western Pacific and (c, d) cold western Pacific
(Figure legends same as Fig. 1)

环流明显强于西太平洋海温偏暖的情况、且位置偏西,西太平洋附近的异常辐散运动向北扩展至中纬度(30°N)附近,使得东亚东部出现异常偏南风。此外,在西太平洋暖、冷状态不同的情况下,低层流场(图 10b 和 10d)也出现不同的特征。在西太平洋偏暖的情况下,在辐合中心和辐散中心之间的异常气旋式环流出现在北太平洋上空,导致东亚东部受该气旋西部的影响,出现异常的偏北风;而在西太平洋偏冷的情况下,气旋式环流位置更加偏西(西伸至 70°E 附近),有利于东亚东部出现异常的偏南风。由此可见,热带海温不同的异常分布特征,会对热带大气乃至东亚副热带大气产生不同的影响,从而影响到东亚地区附近的低层大气环流。从 850 hPa 风场的合成图(图 11)可以更清楚地看到,在西太平洋偏暖的情况下,东亚东部出现异常偏北风(图 11a),不利于水汽向北输送至长江以北,有利于雨带出现在南方;而在西太平洋偏冷的情况下,东亚东部出现异常偏南风(图 11b),有利于水汽向北输送,从而有

利于多雨区出现在长江以北。

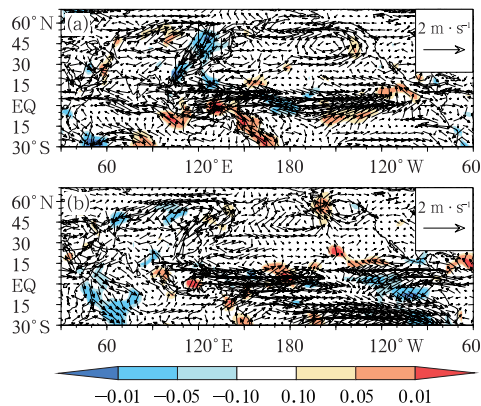


图 11 西太平洋(a)偏暖和(b)偏冷情况下的厄尔尼诺年夏季 850 hPa 风场合成
(图注同图 1)

Fig. 11 The composite of the summer 850 hPa wind vector during the El Niño developing summers for warm western Pacific (a), cold western Pacific (b)
(Figure legends same as Fig. 1)

5 结论和讨论

2014年5月以来,热带中东太平洋海温表现出较为明显的增温趋势,并在冬季进入厄尔尼诺状态。前人的研究显示,处于厄尔尼诺事件发展阶段的夏季,长江以北的江淮、江汉流域附近降水容易偏多、常常出现洪涝灾害,而江南北部和华北地区降水则容易偏少。然而,在2014年夏季,我国东部夏季降水总体呈现出以长江为界“北少南多”的异常分布特征,与以往的研究结论差异很大。由于以长江为界、南北相反的分布特征是降水 EOF 分析的第二主模态,反映出降水的一种典型分布特征,因此,本文重点分析了在厄尔尼诺事件发展阶段,降水的这种分布型与海温的关系。

对所选的17个(1951—2013年)处于厄尔尼诺发展阶段的夏季而言,长江以南和以北区域的降水并没有显示出一致偏多或者偏少的特征(长江以南降水11年偏少、6年偏多,长江以北降水8年偏多、9年偏少)。对降水距平的合成也显示,同样是在厄尔尼诺事件的发展阶段,降水可能出现“北少南多”的分布型,也可能出现“北多南少”的分布型,这一结论也说明厄尔尼诺事件对夏季降水的影响存在较大的不确定性。

针对长江以南、长江以北两个区域降水的异常特征,分别对海温进行合成分析,结果显示,在所有17个厄尔尼诺发展年夏季,这两个区域的降水异常都显示出与热带西太平洋海温有密切的关系。当热带西太平洋海温偏暖时,长江以南降水偏多、以北降水偏少,反之,当热带西太平洋海温偏冷时,长江以南降水偏少、以北降水偏多。相关分析则显示,在这17个厄尔尼诺发展年当中,长江以南和以北的降水指数与西太平洋海温指数存在显著的关系,相关系数分别达到0.54和-0.43,而降水指数与Niño3和Niño3.4等ENSO指数则并不存在显著的关系。可见,同样是在厄尔尼诺发展阶段的夏季,我国东部降水的异常分布型与热带西太平洋海温异常存在密切的关系,当西太平洋海温偏暖时,夏季降水容易出现“南多北少”的异常分布型,而当海温偏冷时,夏季降水容易出现“南少北多”的异常分布型。

本文进一步对热带西太平洋海温异常影响降水的可能机制进行了分析。结果显示在热带西太平洋冷、暖状态不同的情况下,热带地区(太平洋和印度

洋)海温异常分布会显示出不同的特征,从而对热带大气及东亚副热带大气产生不同的影响。在热带西太平洋偏暖的情况下,热带海温的暖中心出现在热带中东太平洋,热带西太平洋和印度洋正常略偏暖,整个热带海洋冷暖的东西差异弱,相应的热带大气的异常反沃克环流也较弱,辐散、辐合中心之间的异常式气旋出现在北太平洋上空,受其影响,东亚东部出现异常偏南风,不利于水汽北上,多雨区位于长江以南。而在西太平洋偏冷的情况下,中东太平洋偏暖而热带西太平洋至印度洋偏冷,热带海洋“东暖西冷”的特征十分明显,相应的热带大气的异常反沃克环流强且位置偏西,在西太平洋附近的异常辐散运动的影响下,东亚东部出现异常的偏南风,有利于水汽输送到我国北方地区,导致多雨区位于长江以北。

本文分析显示,西太平洋海温与降水的关系主要体现在同期,即夏季。虽然对于短期气候预测、尤其是汛期预测而言,前期信号是最为理想的,但考虑到热带地区的可预报性相对较强、现有模式的预报技巧较高,因此夏季西太平洋海温这一预测指标对于汛期预测而言具有一定的参考意义。此外,由于相对于中东太平洋而言,西太平洋海温的年际变率小,且与中东太平洋联系紧密,因此往往被当做中东太平洋影响东亚的“桥梁”作用来考虑(Wang et al, 2000; 杨辉等, 2006; 郑冬梅等, 2009)。而本文的分析显示,在中东太平洋海温状态类似(厄尔尼诺事件发展阶段)的情况下,西太平洋海温的差异可能起到重要的作用。值得注意的是,虽然西太平洋海温异常与厄尔尼诺年夏季降水之间存在显著的关系,但由于西太平洋海温自身的年代际变率非常明显、而年际变率相对较弱,因此,它对降水的影响也更多地体现在年代际尺度上,在年际尺度上与降水的关系并不显著。然而对于刚刚过去的2014年夏季,热带西太平洋海温与降水体现出很好的年际尺度上的对应关系。2014年夏季西太平洋海温偏暖十分明显,是1951年以来历次厄尔尼诺发展阶段该区域夏季海温的最高值(图12),而相应的降水则出现“南多北少”的异常分布特征。除了2014年以外,2002年为西太平洋海温偏暖的次高值,在这一年中,降水异常也出现了典型的“南多北少”的异常分布特征。西太平洋海温与降水在年际尺度上的这种对应关系,一方面可能是由于在这些年份,西太平洋偏暖的年代际背景起到较强作用,另一方面也可能与热带中东太平洋和印度洋等其他因子的协同影响有关系。

关于热带西太平洋海温对降水影响的时间尺度及其与其他因子(印度洋海温等)的协同作用还有待进一步研究。

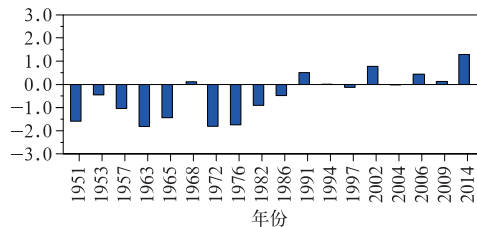


图 12 处于厄尔尼诺发展阶段的夏季热带西太平洋海温异常

Fig. 12 The tropical western Pacific SSTA in the El Niño developing summers

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.
- 黄荣辉,陈际龙,刘永. 2011. 我国东部夏季降水异常主模态的年代际变化及其与东亚水汽输送的关系. 大气科学, 35(4):589-606.
- 黄荣辉,陈文,丁一汇,等. 2003. 关于季风动力学以及季风与 ENSO 循环相互作用的研究. 大气科学, 27(4):484-502.
- 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.
- 刘春玲,张强,许有鹏,等. 2005. 近半个世纪 ENSO 事件对长江三角洲地区气候的影响. 气象, 31(3):12-16.
- 刘永强,丁一汇. 1995. ENSO 事件对我国季节降水和温度的影响. 大气科学, 19:200-208.
- 王绍武,龚道溢. 1999. 近百年来的 ENSO 事件及其强度. 气象, 25(1):9-13.
- 伍红雨,潘蔚娟,王婷. 2014. 华南冬季气温异常与 ENSO 的关系. 气象, 40(10):1230-1239.
- 吴贤云,丁一汇,叶成志,等. 2015. 江南西部雨季降水区域特征及其受热带海洋海表温度异常的影响分析. 气象, 41(3):286-295.
- 杨辉,贾小龙,李崇银. 2006. 热带太平洋-印度洋海温异常综合模及其影响. 科学通报, 51(17):2085-2090.
- 郑冬梅,张启龙. 2009. 热带印度洋-太平洋热力异常联合模对我国夏季降水的影响. 热带气象学报, 25(5):581-588.
- Huang R H, Wu Y F. 1989. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanisms. Adv Atmos Sci, 6(1):21-32.
- Rayner N A, Parker D E, Horton E B, et al. 2003. Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. J Geophys Res, 108(D14):4407, DOI:10.1029/2002JD002670.
- Wang B, Yang J, Zhou T J, et al. 2008. Interdecadal Changes in the Major Modes of Asian-Australian Monsoon Variability: Strengthening Relationship with ENSO since the Late 1970s. J Climate, 21(9):1771-1789.
- Wang B, Wu R G, Fu X. 2000. Pacific-East Asian teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? J Climate, 13(3):1517-1536.
- Weng H Y, Ashok K, Swadhin K, et al. 2007. Impacts of recent El Niño Modoki on dry/wet conditions in the Pacific rim during boreal summer. Climate Dynamics, 29(2):113-129.
- Zhang R H, Sumi A, Kimoto M. 1996. 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(1):49-62.