

龚志强, 宋文玲, 王东阡, 等, 2017. 2017 年春季我国主要气候特征及其成因分析[J]. 气象, 43(10): 1296-1301.

2017 年春季我国主要气候特征及其成因分析^{*}

龚志强 宋文玲 王东阡 赵玉衡

国家气候中心, 中国气象局预测室和气候研究开放实验室, 北京 100081

提 要: 2017 年春季, 全国平均降水量 139.1 mm, 接近常年同期。从空间分布看, 我国降水总体呈“西多东少”的分布型。全国平均气温 11.1℃, 较常年同期偏高 0.7℃, 全国大部地区气温接近常年同期或偏高。太平洋年代际涛动处在正位相, 春季赤道中东太平洋海温正常略偏暖是造成中国春季气温偏暖的重要气候背景。同时, 500 hPa 高度和距平场上, 亚洲北部(30°N 以北)整体呈纬向型环流, 东亚大槽位置偏东, 全国大部主要受高度场正距平控制, 从而有利于春季气温整体以偏暖为主。另外, 1 月赤道中东太平洋为弱的冷海温, 其两侧的副热带地区和西太平洋均为暖水控制的异常分布, 有利于出现春季华南和东北降水偏少, 西南降水偏多的第二模态分布型。东北大部、华南和江南等地受北风距平控制, 水汽以距平辐散为主, 降水偏少; 西南地区为来自孟加拉湾的暖湿气流与高原外围偏北气流交汇区, 水汽异常辐合造成该地区降水偏多。

关键词: 春季气候, 水汽输送, 海温异常, 年代际

中图分类号: P461

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.10.014

Features and Causes for the Climate Anomalies in Spring 2017

GONG Zhiqiang SONG Wenling WANG Dongqian ZHAO Yuheng

Climate Prediction Division and Climate Research Laboratory, National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: During the spring 2017, precipitation averaged over China is 139.1 mm, close to normal. The spatial distribution presents the “more in west and less in east” anomalous pattern. The spring temperature is close to or above normal over the most part of China, with average temperature is 11.1℃, 0.7℃ above normal. The Pacific decadal oscillation is at the positive phase, which provides a warm decadal background. Besides, the zonal pattern of atmospheric anomalies dominates the North Asia, the East Asia trough is more eastern than normal, and the positive geopotential height at 500 hPa controls most China, co-leading to the warm condition in the preceding spring. In addition, the SST of the equatorial central and eastern Pacific is lower than normal, accompanied by warm SST anomalies at over the subtropical Pacific and West Pacific Region, which is good for less precipitation in South China and Northeast China, and more precipitation in Southwest China during the following spring. For the internal causes, Northeast China, South China, and Jiangnan Areas are dominated by the north wind and water vapor divergent anomalies, which may lead to the less precipitation in these regions. However, warm water vapor from the Bay of Bengal encounters with the north cold wind from the plateau, producing more precipitation over the Southwest China. This is another major cause for the circulation anomaly in 2017.

Key words: spring climate, water vapor transport, sea surface temperature anomaly, decadal

^{*} 国家自然科学基金项目(41575082、41530531 和 41475064)及公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306021)共同资助

2017 年 7 月 30 日收稿; 2017 年 9 月 18 日收修定稿

第一作者: 龚志强, 主要从事短期气候预测和气候系统复杂网络研究. Email: gongzq@cma.gov.cn

引 言

春季是冬季与夏季的过渡季节,冷暖空气交汇频繁,给许多地方造成阴雨天气,甚至带来一些极端天气事件。春季的气候主要有以下几个特点:气温变化幅度大、空气干燥多大风、北方多沙尘天气、南方阴雨天气较多。王遵娅等(2013)、袁媛等(2014)、邵颢和周兵(2016)分析表明春季气候具有典型的年际变化特征,且华南前汛期、江南春雨(Tian and Yasunari, 1998)以及南海夏季风的爆发(Tao and Chen, 1987)等多个气候关键进程和气候事件都在春季发生。同时,春季也正值我国农作物的播种季节,因此春季降水和温度异常等有关的特征分析、成因诊断和预测研究对于农业生产具有重要的意义。

此外,短期气候预测历来是气候学研究的难点和热点问题,发展关于统计、动力、动力-统计相结合的大量预测方法的研究(Chou, 1986; Huang et al, 1993; Gong et al, 2015; 2016)。春季作为赤道中东太平洋海温转换的季节,存在所谓的赤道中东太平洋海温“预报障碍”的困难,因此对春季的预报尤为困难。2017 年前冬海温处于一个正常偏冷的状态,监测海温状态在春季的发展和维持对于我们更好地理解 ENSO 的演化和预报能有一定的参考价值。同时,分析类似海温状态对应中国春季的气候异常特征,将有助于我们更好地理解中国春季气候的形成机理,对于开展春季温度和降水预报等有较好的指导意义。

1 资料和方法

本文所用资料主要包括:(1)国家气象信息中心整编的中国 2400 站站点逐日降水和气温观测数据集;(2)春季降水 EOF 分析所用降水资料为国家气候中心整编的 160 站逐月降水数据;(3)美国国家环境预报中心和美国国家大气研究中心提供的再分析资料,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$;(4)美国国家海洋大气管理局(NOAA)提供的月平均海表温度数据。本文所用各要素的气候平均值为 1981—2010 年平均值。

2 2017 年春季气候异常特征

2017 年春季,全国平均降水量 139.1 mm,接近

常年同期(143.7 mm)(图 1)。从降水距平百分率空间分布看(图 2),我国降水总体呈“西多东少”分布型。新疆中部、西北地区东部、内蒙古西部、东北东部、西藏大部、江汉、西南地区东北部及南部部分地区降水偏多 2 成至 1 倍,局部偏多 1 倍以上;内蒙古东部、东北西部及南部、华北东部及北部、黄淮东部、江淮东部、江南东南部、华南东部、西南地区东南部等地降水偏少 2~5 成,局部偏少 5 成以上(图 2)。

2017 年春季,全国平均气温 11.1°C ,较常年同期(10.4°C)偏高 0.7°C (图 3)。可以看出,我国春季温度在 1996/1997 年前后发生了非常明显的年代际变化。1996/1997 年以前(后)年春季平均温度在 9.50°C (11.0°C)附近变动,1997 年以后春季升温的年变化非常明显。从距平空间分布看(图 4a),2017 年春季全国大部地区气温接近常年同期或偏高,其中内蒙古大部、东北大部、华北大部、黄淮、江淮东部、江南东北部等地气温偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,局部偏高 2°C 以上;新疆北部局部、西南地区南部局部气温偏低 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ (图 4a)。与 2017 年春季同期相比,2016 年

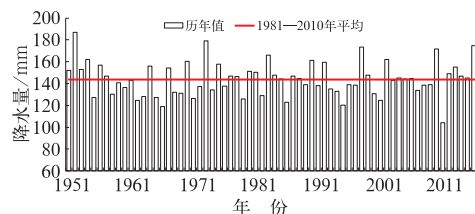


图 1 1951—2017 年春季全国平均降水量(单位: mm)历年变化

Fig. 1 Time series of spring precipitation amount of China during 1951—2017 (unit: mm)

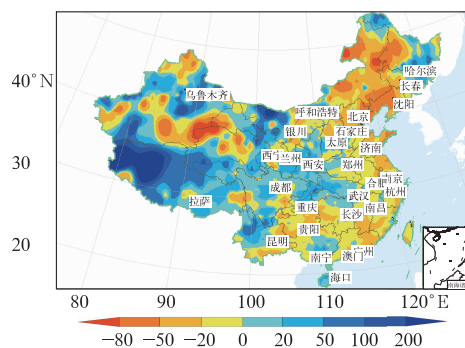


图 2 2017 年春季全国降水量距平百分率分布(单位: %)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentages of China in Spring 2017 (unit: %)

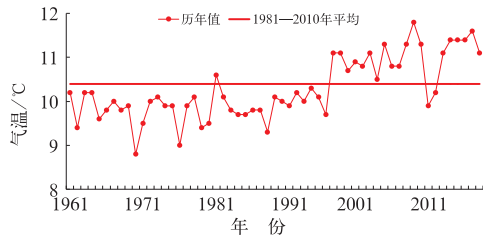


图 3 1961—2017 年春季全国平均气温(单位: $^{\circ}\text{C}$) 历年变化

Fig. 3 Time series of spring average temperature of China during 1961–2017 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

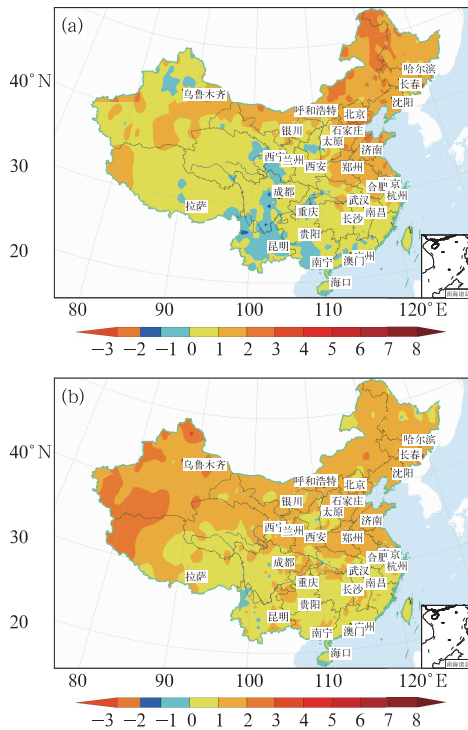


图 4 2017 年(a)和 2016 年(b)春季全国平均气温距平(单位: $^{\circ}\text{C}$) 分布

Fig. 4 Distribution of temperature anomalies (unit: $^{\circ}\text{C}$) of China in springs 2017 (a) and 2016 (b)

春季气温为 11.6°C , 较常年同期偏高 1.2°C , 是 1961 年以来的历史第二高值。从空间分布来看, 全国大部分地区气温接近常年或偏高, 中国西北、华北、内蒙古和东北等地气温偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ (图 4b)。

3 2017 年春季气候异常成因简析

3.1 环流异常分析

2017 年春季, 500 hPa 高度和距平场上, 亚洲北

部(30°N 以北)整体呈纬向型环流, 日本海及其以东区域为高度场负距平控制, 东亚大槽位置偏东, 全国大部主要受正距平控制(图 5a), 从而有利于春季气温整体以偏暖为主。此外, 西太平洋副热带高压较常年同期强度偏强、西伸脊点偏西、脊线位置正常略偏北。从海平面气压和距平场来看(图 6), 春季西伯利亚地区主要受负距平控制, 造成来自北方地区的冷空气相对较弱, 从而也有利于我国大部分地区偏暖, 尤其是东北地区气温较常年同期异常偏高。与 2017 年相比, 2016 年 500 hPa 高度场和距平场上也表现出西高东低的形势, 欧亚大陆主要受高度场正距平控制, 以纬向型环流控制, 副热带高压异常偏强、偏西、偏北, 从而导致经向环流较弱, 我国春季气候的冷空气异常偏弱, 从而直接导致了春季高温的发生(图 5b)。

2017 年春季, 850 hPa 距平风场中(图 7), 东北中部和南部地区、华北和黄淮北部地区、江淮华南地区主要受偏北风控制, 造成来自低纬度地区的水汽向上述区域的输送相对偏弱, 整层水汽积分场中主要为水汽辐散区(图 8), 从而造成这些区域的春季降水偏少。此外, 来自孟加拉湾的暖湿偏南气流与

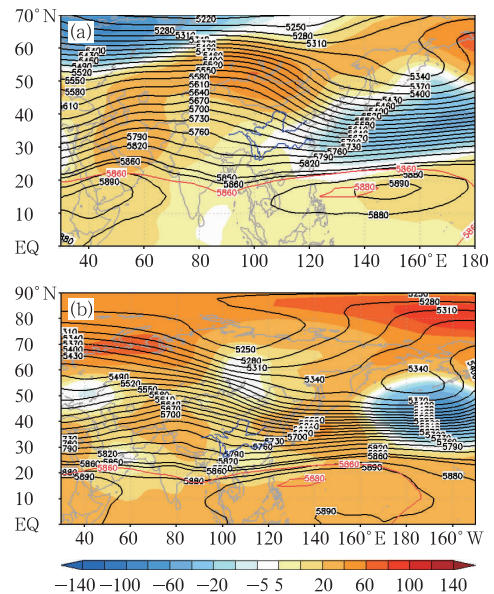


图 5 2017 年(a)和 2016 年(a)春季 500 hPa 高度场和距平场(单位: gpm) (红色等值线为气候态)

Fig. 5 The 500 hPa mean geopotential height (contour, unit: gpm) and anomaly (shadow, unit: gpm) over part of the Northern Hemisphere in springs 2017 (a) and 2016 (b) (red contour for climatological mean)

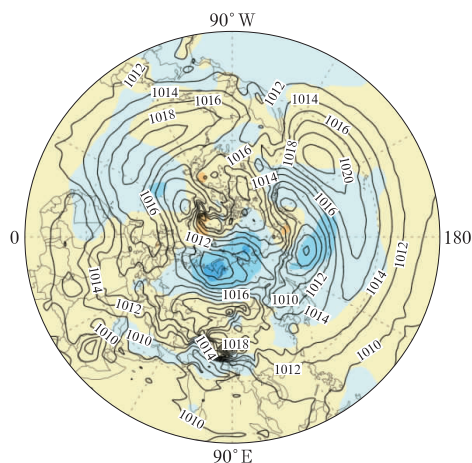


图 6 2017 年春季海平面气压
和距平场(单位: gpm)

(图中蓝色表示负值,黄色表示正值)

Fig. 6 Sea surface pressure and anomalies
(unit: gpm) over part of the Northern
Hemisphere in spring 2017
(blue shaded area for negative value,
yellow area for positive value)

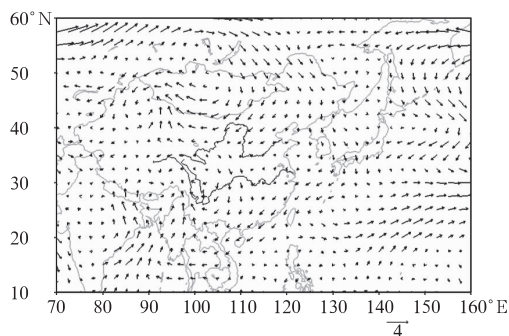


图 7 2017 年春季 850 hPa 距平
风场(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 7 850 hPa wind vector anomaly over
part of the Northern Hemisphere
(unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) in spring 2017

高原外围的偏北风在西南西部地区相遇(图 7),形成水汽的异常辐合区而造成该区域降水较常年同期偏多(图 8)。对于高原和西部地区而言,水汽异常辐合在该区域不显著(图 8),直接造成了该区域春季降水较常年同期偏少。

3.2 海温影响分析

前期太平洋年代际涛动(Pacific Decadal Oscillation, PDO)指数为持续的异常正值(图略),即当前处在年代际偏暖的气候背景下。同时,1 月 PDO

指数与当年春季的气温距平存在显著的正相关特征(图 9),且 2017 年春季 PDO 指数接近 1.3,从而有利于春季出现全国以暖为主的气温特征。

从海温分布来看,2017 年 1 月赤道中东太平洋为弱的冷海温,其两侧的副热带地区和西太平洋均为暖海温控制(图 10)。图 11a 给出了春季降水经验正交展开(EOF)第二模态(EOF2)的空间分布图,方差贡献率为 9.9%。可以看出,其中华南、江南、华北北部、东北中部和南部等地保持一致正位相特征;而东北北部、黄淮和西南地区等则表现为负位相特征。图 11b 给出了春季降水 EOF2 对应的时间主分量与 1 月海温场相关系数的空间分布图。可以

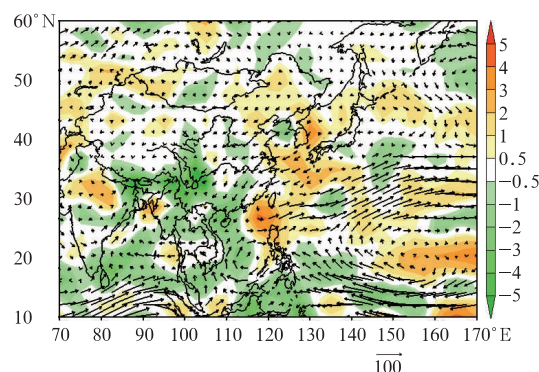


图 8 2017 年春季整层积分水汽输送距平(箭头,
单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)及辐合(散)

距平场(填色,单位: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

Fig. 8 Same as Fig. 7, but for moisture
transport anomalies vertically integrated
from 1000 hPa to 300 hPa (vector,
unit: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$), and anomalies
of divergence and convergence of
moisture transport (shadow,
unit: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

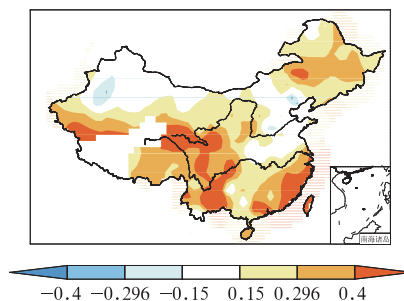


图 9 1 月 PDO 指数与当年春季气温
的相关系数的空间分布图

Fig. 9 Correlation between PDO in January
and the following spring temperature

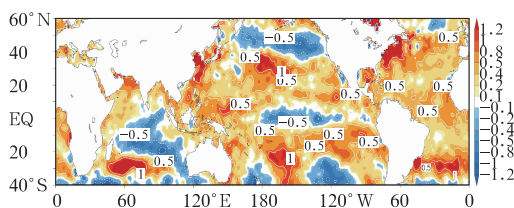


图 10 2017 年 1 月全球海温距平场(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 10 Distribution of the global sea surface temperature anomaly in January 2017 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

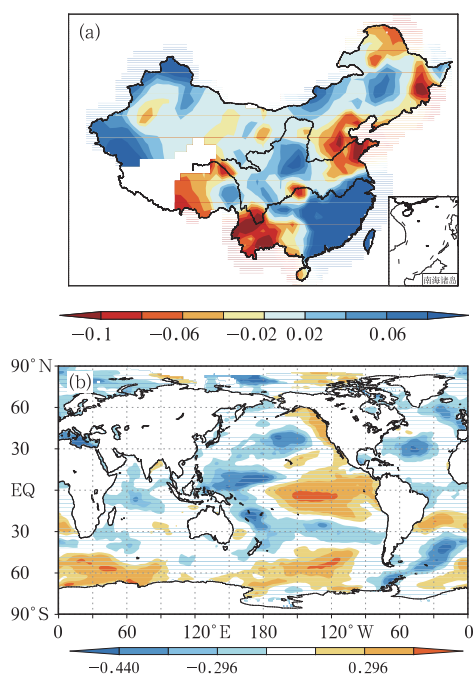


图 11 1981—2010 年春季降水经验正交展开第二模态(a), EOF2 对应的时间主分量与 1 月海温的相关系数分布图(b)

Fig. 11 The second mode of empirical orthodox function (EOF2) applied on spring precipitation during 1981—2010 (a), and correlation between the principle component of EOF2 and preceding January SST (b)

看出,正相关区域主要位于赤道中东太平洋,负相关的区域主要位于赤道西太平洋和热带中东太平洋两侧的区域。这种相关系数的空间分布模态恰好与海温距平场的分布有较好的对应关系。从而有利于中国东部地区春季降水出现与 EOF2 对应但反位相的空间降水模态。由此,1 月太平洋的海温分布,可能是后期出现华南、江南、东北中部和南部降水偏少,西南和东北北部降水偏多的外部成因。周明森等

(2013)发现,受前期和同期赤道太平洋海温异常的影响,华南 4—5 月持续干旱年,华南附近高低空都存在一个异常的反气旋,并在华南上空造成异常下沉运动;东亚大槽南支偏弱,不利于中高纬度冷空气南下,因而不利于华南降水偏多。李耀辉等(2000),南素兰和李建平(2005)研究发现前期的太平洋和印度洋等区域的海温异常,会在一定程度影响中国西北地区的春季降水和长江流域的夏季降水。Yuan and Yang(2012),Yuan et al(2012)研究也进一步证实了热带太平洋不同区域的海温异常会通过影响亚太地区的低纬度环流系统,进而影响中国区域的降水异常分布特征。图 12 中可以看出,2016 和 2017 年春季赤道中太平洋均为暖海温控制。已有研究表明,El Niño 背景下,赤道中太平洋海温向大气释放大量的热量,这种海气相互作用能够通过 Hardley 环流和 Walker 环流影响东亚地区,有利于春季气温的异常偏暖特征。此外,与 2017 年相比,2016 年春季赤道中东太平洋的海温偏暖异常更突出,尤其是中太平洋的海温偏高 1.0°C 以上,后期形成了一次异常强 El Niño 事件,从而更有利于出现温度偏暖的特征,这也在一定程度导致了 2016 年春季的气温偏暖较 2017 年春季更强。

4 结 论

本文通过中国站点降水和气温资料、NCEP/NCAR 再分析资料和观测的海温资料,总结了 2017 年春季中国主要气候特征,并分析了西北和东北地

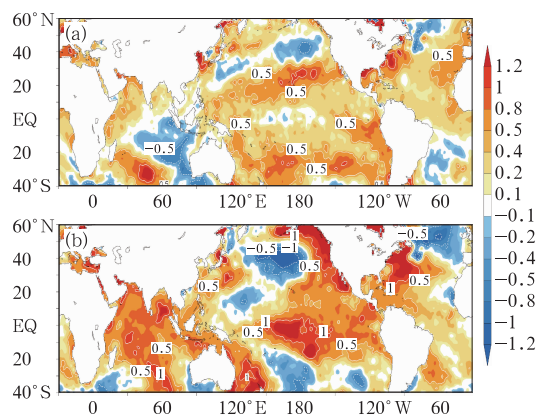


图 12 2017 年(a)和 2016 年(b)春季全球海温距平场(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 12 Distribution of the global sea surface temperature anomaly (unit: $^{\circ}\text{C}$) in the springs 2017 (a) and 2016 (b)

区以及南方地区降水异常的可能成因,得到了以下主要结论:

(1) 2017 年春季,全国平均降水量 139.1 mm,较常年同期(143.7 mm)偏少 3.2%。从空间分布看,我国降水总体呈“西多东少”分布型。全国平均气温 11.1℃,较常年同期(10.4℃)偏高 0.7℃,全国大部地区气温接近常年同期或偏高。

(2) 太平洋年代际涛动处在正位相,中国春季气温处于偏暖的年代际背景下。同时,亚洲北部(30°N 以北)整体呈纬向型环流,东亚大槽位置偏东,全国大部主要受正距平控制,从而有利于春季气温整体以偏暖为主。

(3) 1 月赤道中东太平洋为弱的冷海温,其两侧的副热带地区和西太平洋均为暖海温控制的异常分布,有利于出现春季华南和东北降水偏少,西南降水偏多的第二模态分布型。就大气内部过程而言,东北大部、华南和江南等地受北风距平控制,水汽以距平辐散为主,降水偏少;西南地区为来自孟加拉湾的暖湿水汽与高原外围偏北气流交汇区,水汽异常辐合,降水偏多。

近几年的工作中,2013 年的春季异常诊断分析中强调了北极涛动(AO)对春季气温异常的调节作用(王遵娅等,2013),2014 年的分析中侧重强调了印度洋海温异常影响西太平洋副高的作用(袁媛等,2014),2016 年的异常分析中则强调了赤道中东太平洋海温异常偏暖的作用(邵颢和周兵,2016)。本文的研究中,一方面,从环流异常的角度分析了 2017 年春季气温和降水异常分布的直接原因,得到了与前面研究相一致的结果。另一方面,强调了 PDO 的年代际作用,即年代际的暖背景与年际变率作用叠加,共同造成春季气温异常偏暖。本文 2017 年春季气温异常与 2016 年的对比分析初步说明赤道中东太平洋海温异常偏暖程度可能在一定程度决定了 2017 年春季气温偏暖的异常特征。

参考文献

李耀辉,李栋梁,赵庆云,2000. 中国西北春季降水与太平洋秋季海温

- 的异常特征及其相关分析[J]. 高原气象,19(1):100-110.
- 南素兰,李建平,2005. 春季南半球环状模与长江流域夏季降水的关系: II 印度洋和南海海温的“海洋桥”作用[J]. 气象学报,63(6): 847-856.
- 邵颢,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.
- 王遵娅,周兵,王艳姣,等,2013. 2013 年春季我国气候异常特征及其可能原因[J]. 气象,39(10):1374-1378.
- 袁媛,柳艳菊,王艳姣,等,2014. 2014 年春季我国主要气候特征及成因简析[J]. 气象,40(10):1279-1285.
- 周明森,简茂球,乔云亭,2013. 华南 4—5 月持续性干旱及其环流背景[J]. 气象学报,71(1):76-85.
- Chou Jifan, 1986. Why to combine dynamical and statistical methods together and how to combine[J]. Plateau Meteor, 5(4): 367-372.
- Gong Zhiqiang, Hutin C, Feng Guolin, 2016. Methods for improving the prediction skill of summer precipitation over East Asia-West Pacific[J]. Wea Forecasting, 31(4):1381-1392.
- Gong Zhiqiang, Zhao Junhu, Feng Guolin, et al, 2015. Dynamic-statistics combined forecast scheme based on the abrupt decadal change component of summer precipitation in East Asia[J]. Sci China Earth Sci, 58(3):404-419.
- Huang Jianping, Yi Yuhong, Wang Shaowu, et al, 1993. An analogue-dynamical long-range numerical weather prediction system incorporating historical evolution[J]. Quart J Roy Meteor Soc, 119(511):547-565.
- Tao Shiyan, Chen Longxun, 1987. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China[M] // Chang C P, Krishnamurti T N. Monsoon Meteorology. Oxford: Oxford University Press.
- Tian Shaofen, Yasunari T, 1998. Climatological aspects and mechanism of spring persistent rains over central China[J]. J Meteor Soc Japan, 76(1):57-71.
- Yuan Yuan, Yang Song, 2012. Impacts of different types of El Niño on the East Asian climate: focus on ENSO cycles[J]. J Climate, 25(21):7702-7722.
- Yuan Yuan, Yang Song, Zhang zuqiang, 2012. Different evolutions of the Philippine sea anticyclone between the eastern and central pacific El Niño: possible effects of Indian Ocean SST[J]. J Climate, 25(22):7867-7883.