

邵颢, 柳艳菊, 李多, 等. 2015. 2015 年春季我国主要气候特征及其成因分析. 气象, 41(10): 1292-1297.

2015 年春季我国主要气候特征及其成因分析^{* 1}

邵 颢^{1,2} 柳艳菊¹ 李 多¹ 王艳姣¹

1 国家气候中心, 北京 100081

2 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081

提 要: 2015 年春季, 全国气温普遍偏高, 季节平均降水接近常年同期。季内, 我国华南地区降水阶段性变化显著。前期(3—4 月), 华南地区降水偏少, 华南前汛期入汛偏晚, 入汛以后(5 月 5—31 日), 华南地区降水显著偏多。分析表明, 由于西太平洋副热带高压(以下简称副高)异常偏西, 不利于副高南部的暖湿气流向华南地区输送, 导致华南地区前汛期入汛偏晚。入汛之后, 一方面, 随着索马里越赤道气流的发展, 经印度洋到达中国地区的水汽通道建立, 由于副高偏西偏强, 占据南海地区, 导致水汽输送偏北; 另一方面, 与前期相比, 春季后期印度洋海温偏高, 有利于南海地区对流层低层异常反气旋的发展以及西南水汽输送的加强, 此两种因素共同导致了入汛之后华南地区降水异常偏多。

关键词: 春季气候特征, 西太平洋副热带高压, 厄尔尼诺事件, 印度洋海温

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2015. 10. 013

Main Characteristics and Possible Causes for the Climate in China in Spring 2015

SHAO Xie^{1,2} LIU Yanju¹ LI Duo¹ WANG Yanjiao¹

1 National Climate Centre, Beijing 100081

2 Laboratory for Climate Studies, China Meteorological Administration, Beijing 100081

Abstract: During the spring of 2015, the air temperature over most China was above normal and the mean precipitation over China was near normal with strong intraseasonal variations in South China. In the early spring (March to April) of 2015, precipitation in South China was below normal, and after the arrival of the prime rainy season in the late spring, precipitation in the region was significantly above normal. Analysis shows that the later arrival of prime rainy season is related to the El Niño event, which induced the westward extension of the western Pacific subtropical high (WPSH) and prevented the water vapor from transporting to South China. After the arrival of prime rainy season, the transport passage of the water vapor to China via Indian Ocean is built up, accompanying the development of Somali cross-equatorial flows, and the transportation has a northward shift resulting from the WPSH in the South China Sea. Moreover, the Indian Ocean is warmer than normal in the late spring, inducing the development of the low-level anti-cyclonic anomaly over South China Sea and the intensification of water vapor transportation. The two elements are likely the causes for the abnormal precipitation in South China.

Key words: spring climate characteristics, western Pacific subtropical high (WPSH), El Niño event, sea surface temperature (SST) of Indian Ocean

* 国家重大科学研究计划(2012CB955203)、国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430202)、公益性行业(气象)科研专项(GY-HY201406018)和中国气象局气候研究开放课题青年基金 2015 年度资助项目共同资助

2015 年 7 月 28 日收稿; 2015 年 8 月 12 日收修定稿

第一作者: 邵颢, 主要从事季风动力学和气候诊断研究. Email: shaoxie@cma. gov. cn

引 言

中国的大部分地区地处亚洲季风区,季风气候显著。春季是冬季风环流向夏季风环流转换的过渡期,此时,中高纬冷空气势力依然活跃,而热带暖湿气流也加强北上,冷暖空气的交汇易造成不稳定能量的增加,并进一步引起天气的变化,甚至带来一些极端天气事件。同时,春季也是很多气候进程事件包括华南前汛期、江南春雨(Tian et al,1998)以及南海夏季风的爆发(Tao et al,1987)等集中发生的时期。分析表明,春季的中国气候有显著的年际变化(王遵娅等,2013;袁媛等,2014),由于正值农作物播种和生长期,春季的气候异常对农业生产会产生很大影响。2015 年春季,全国气温普遍偏高,为 1961 年以来的第二暖年;华南前汛期入汛偏晚,入汛之后,华南、江南等地强降水事件频发,部分地区洪涝严重。

恩索(ENSO)循环是热带太平洋大尺度海-气耦合年际变化的主要模态,对中国乃至全球气候都有重要的影响。2014 年 5 月,热带太平洋上又发生了一次新的厄尔尼诺事件,全球多地气候都对此次事件表现出了显著的响应(侯威等,2015;王朋岭等,2015;李清泉等,2015)。根据国家气候中心的监测表明,至 2015 年 5 月,这次厄尔尼诺事件仍在持续发展,并且已经引起全球多地的极端天气气候事件和气候异常。那么,2015 年春季中国地区的气候异常是否是对该次厄尔尼诺事件的响应?另外,印度洋海温变化对东亚地区的气候影响正日益引起研究人员的关注(黄刚等,2008;Xie et al,2009),2015 年春季,印度洋海温总体偏暖,特别是 2015 年 5 月,赤道印度洋海温显著偏暖,较春季前两个月变化明显。那么,印度洋海温的这种变化模态对 2015 年春季中国的气候异常又有怎样的影响?以上内容是本文要探讨的主要问题。

本文将全面介绍 2015 年春季中国地区的主要气候特征,并从大气环流和海温外强迫的角度重点分析 2015 年春季中国地区气候异常的可能成因。

1 资 料

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 站逐日降水和气温观测数据集;

(2)美国国家环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)提供的再分析资料,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$;(3)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 2015 年春季我国主要气候特征

2015 年春季,全国平均气温 11.4°C ,较常年同期(10.4°C)偏高 1.0°C ,是 1961 年以来同期第二高值(与 2013 和 2014 年并列),仅次于 2008 年春季(11.8°C)(图 1a)。从空间分布看,全国大部地区气温偏高或接近常年,新疆至西北地区中部、内蒙古西部局部、西藏北部、西南地区、江淮东部、华南西部、华北东部及东北地区东部部分地区气温偏高 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ (图 1b)。其中,东北地区北部春季气温季节内变化显著,3—4 月,东北地区北部气温普遍偏高;5 月,东北地区北部气温则异常偏低(图 2)。

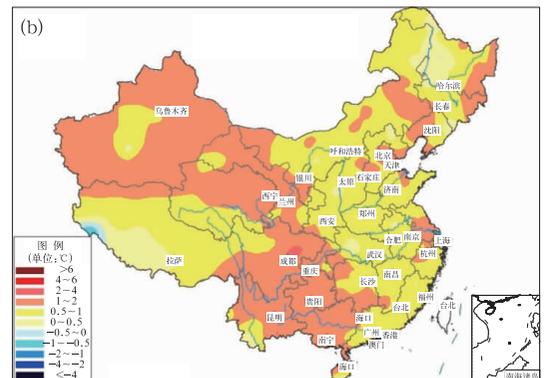
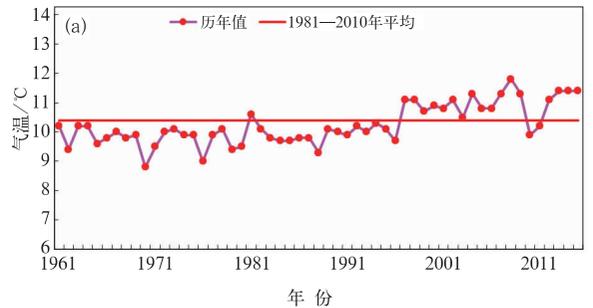


图 1 1961—2015 年春季全国平均气温历年变化(a)和 2015 年春季全国平均气温距平分布(b)(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 1 (a) Time series of mean temperatures in China in the springs of 1961–2015, and (b) distribution of mean temperature anomalies in China in spring 2015 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

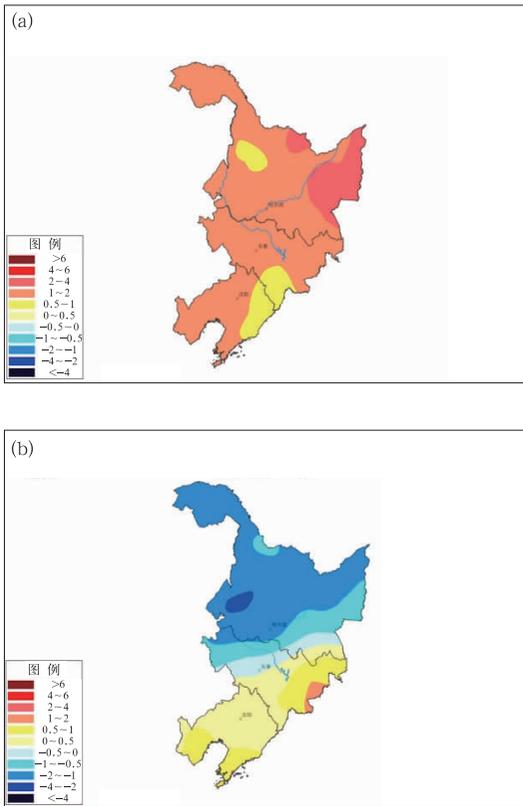


图2 2015年春季东北地区平均气温距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)
(a)3—4月, (b)5月

Fig. 2 Distribution of temperature anomalies in Northeast in March—April (a) and May (b) 2015 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

从2015年春季的降水情况来看,全国平均降水量为145 mm,接近常年同期(143.7 mm)(图3a)。从空间分布看,内蒙古东部至东北、内蒙古西部、新疆中部、华北、西北东南部、青海西部至西藏东部等地降水偏多20%~50%,部分地区偏多50%以上;新疆西部、西藏西部、西南地区南部、广西南部至海南等地降水偏少20%~50%,部分地区偏少50%以上(图3b)。

2015年春季,华南地区的降水表现出显著的阶段性变化特征,即“前少后多”的特征。华南地区前期(3—4月)降水连续偏少(图4a),于5月5日正式进入前汛期,较常年(4月6日)偏晚29 d,为自1951年以来历史第三晚,仅次于1963年(6月1日)及1977年(5月9日),是1978年以来最晚入汛日期(图5)。入汛以后,华南地区降水又明显偏多,其中大部分地区较常年偏多50%以上,部分地区偏多1~2倍。另外,东北地区降水也异常偏多,东北中部

部分地区偏多1~2倍(图4b)。

3 春季华南地区降水季节内变化成因

通过前文对全国气候基本特征的分析,可以看到2015年春季,最显著的气候特点是华南地区降水“前少后多”,即华南前汛期入汛偏晚,而入汛之后降水偏多。前人研究(伍红雨等,2015)认为,华南前汛期开始日期与南海及周边地区海温显著相关。下文将从海洋外强迫的角度重点分析华南地区降水这一季节内变化的成因。

在厄尔尼诺型的海温模态下,西北太平洋和南海地区盛行下沉气流,在该地区对流层低层会激发出一个异常反气旋环流(Zhang et al, 1996; Wang et al, 2000; 2002),有利于副热带高压(以下简称副高)偏强。2015年3—4月,赤道中东太平洋海温持续偏高,异常暖海温区域由赤道中太平洋扩展至整

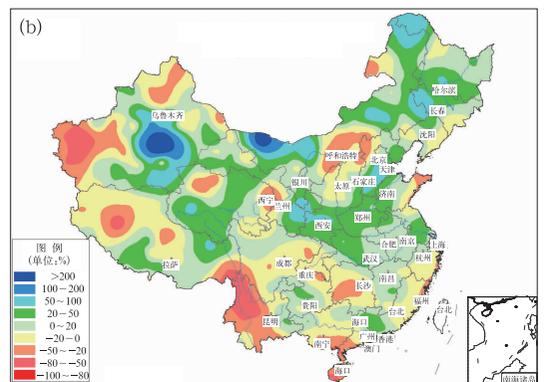
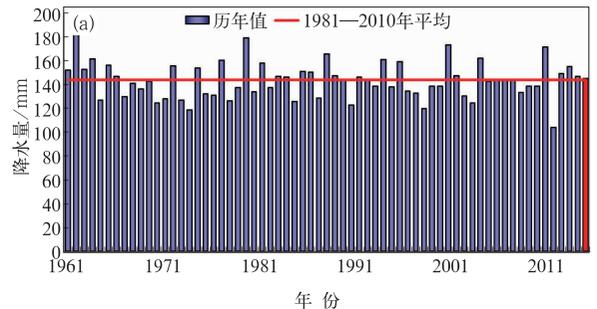


图3 1951—2015年春季全国平均降水量历年变化(a, 单位: mm)和2015年春季全国降水量距平百分率分布(b, 单位: %)

Fig. 3 (a) Time series of average precipitation averaged in China in springs of 1951—2015 (unit: mm), and (b) distribution of precipitation anomaly percentages in China in spring 2015 (unit: %)

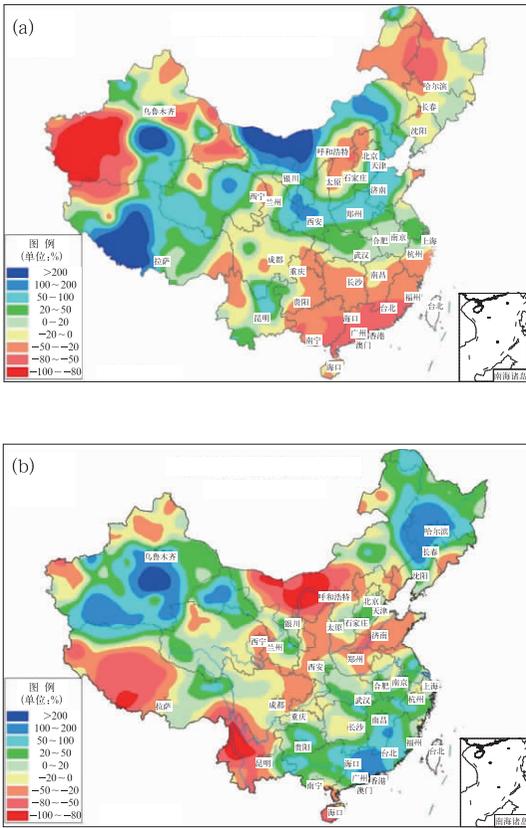


图 4 2015 年入汛前(a,3—4 月)和入汛后(b,5 月 5—31 日)全国降水量距平百分率分布(单位: %)

Fig. 4 Distribution of precipitation anomaly percentages before (a, March to April) and after (b, 5—31 May) the prime rainy season of 2015 in China (unit: %)

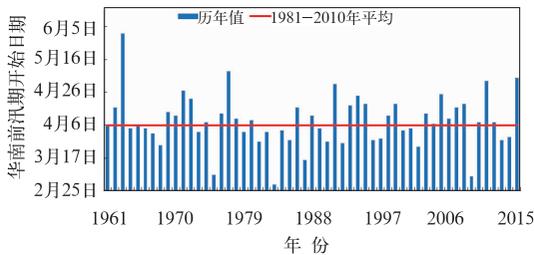


图 5 1961—2015 年华南前汛期开始时间历年变化
Fig. 5 Time series of the beginning date of prime rainy season in southern China from 1961 to 2015

水偏多,而中国华南地区由于副高阻挡,没有足够的水汽输送,因此降水偏少(图 8a)。

华南前汛期入汛以后,从海洋的外强迫来看,一个明显的特征是热带印度洋海温较前期明显偏高(图 9),热带印度洋海温异常偏暖一方面通过赤道开尔文波(Matsuno, 1966; Gill, 1980)的传播在南海至西北太平洋地区低层激发出异常反气旋性环流(图 10),该异常反气旋引导东南水汽输送至华南地区;同时,热带印度洋海温异常偏暖也有利于印度洋地区对流活跃(图略),从而使得西南水汽输送加强。从 5 月水汽输送情况(图 8b)来看,此时,索马里越赤道气流已经开始发展,由该越赤道气流引导的来自印度洋的偏强的西南水汽输送经中南半岛到达中国地区的水汽通道也开始建立。然而,由于偏西偏强的副高占据南海地区,使得西南水汽输送异常偏北,5 月上中旬南海夏季风未能爆发。这样,西南和东南两支水汽汇合后到达南海以北的华南地区,使得华南地区降水偏多。

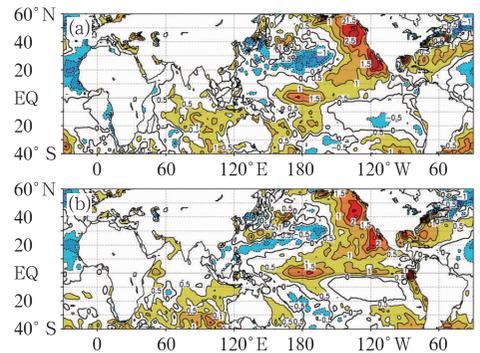


图 6 2015 年 3 月(a)和 4 月(b)月平均海表温度距平分布(单位: °C)

Fig. 6 Distribution of mean sea surface temperature anomalies in March (a), and April (b) of 2015 (unit: °C)

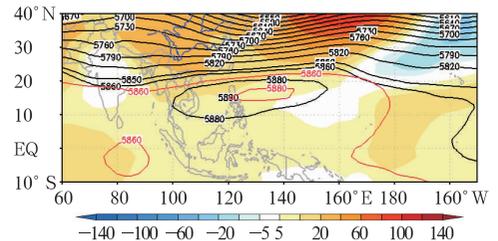


图 7 2015 年 3—4 月 500 hPa 位势高度场(等值线,单位: gpm)及其距平(阴影,单位: gpm)分布(红色等值线表示气候平均态下 5860 和 5880 gpm 等值线)
Fig. 7 500 hPa mean geopotential height (contours, unit: gpm) from March to April of 2015 (Red lines are the climatic 5860 and 5880 gpm contours)

个赤道中东太平洋地区(图 6),受此影响,副高面积偏大,强度偏强,西伸脊点异常偏西,到达了 100°E 左右(图 7)。因此,副高南侧的东南暖湿气流只能沿着副高外围输送到印度半岛等地,使得该地区降

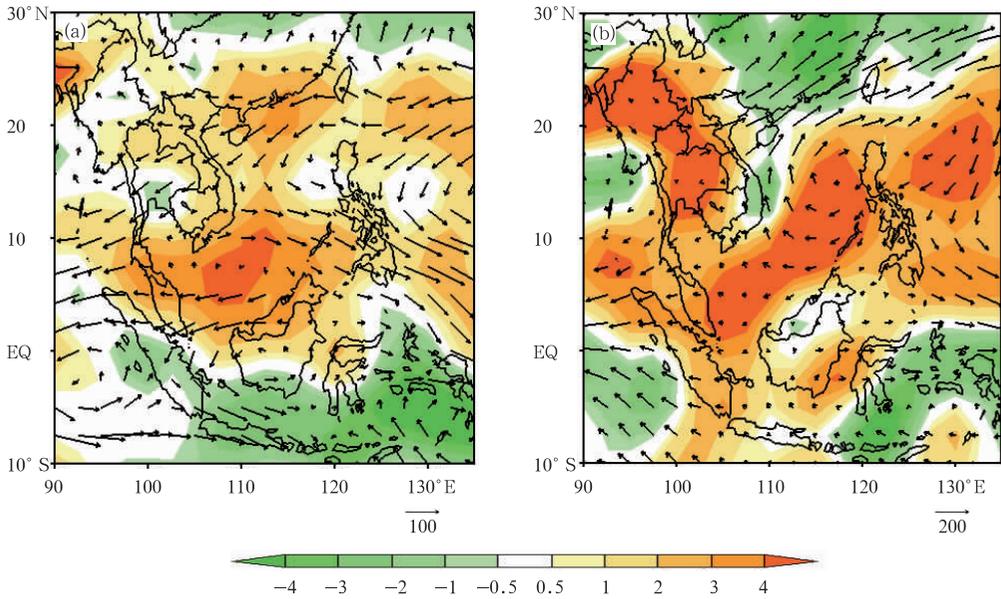


图8 2015年春季前期(3—4月, a)和后期(5月, b)整层水汽输送距平场(矢量, 单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)及辐合辐散异常场(阴影区, 单位: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) [黄色(绿色)阴影表示异常辐散(辐合)]

Fig. 8 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 (yellow shaded area) and convergence (green shaded area) of moisture transport (unit: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

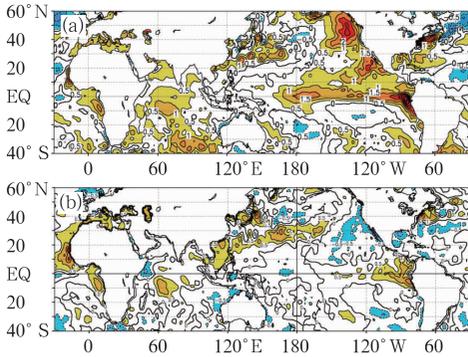


图9 2015年5月平均海表温度距平分布(a), 及4和5月海表温度差异(b)(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 9 Distribution of mean sea surface temperature in May (a) and the difference between May and April of 2015 (b) (unit: $^{\circ}\text{C}$)

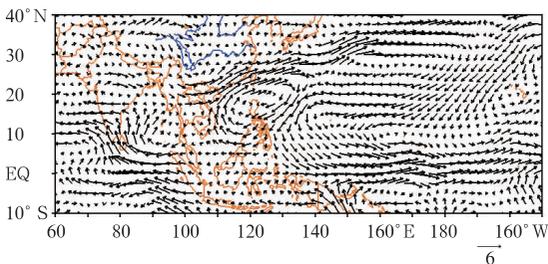


图10 2015年5月5—31日850 hPa风场距平分布(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 10 Distribution of 850 hPa wind anomaly in 5—31 May 2015 (unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

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2015年春季中国主要气候特征,并分析了华南地区降水季节内变化的可能成因,得到了以下主要结论:

(1) 2015年春季,全国气温普遍偏高。全国平均气温 11.4°C ,较常年同期偏高 1.0°C ,是1961年以来同期第二高值。全国平均降水量接近常年同期,而华南地区降水量季节内变化显著,春季前期降水偏少,后期降水偏多。华南前汛期入汛偏晚。

(2) 2015年春季,印度洋海温持续明显偏高,赤道中东太平洋开始转暖。受海温异常的影响,副高偏强偏西。由于副高的阻挡,其南侧的东南水汽只能沿其外围输送到印度等地,而无法到达华南地区,是春季前期华南地区降水偏少,入汛偏晚的主要原因。后期印度洋海温增暖通过激发印度洋上空的对流和南海地区的异常反气旋性环流,加强了对华南地区的西南和东南水汽输送,使得华南地区降水偏多;而副高偏西并占据南海地区,使得经印度洋和中南半岛到中国地区的西南水汽输送偏北,到达华南地区,也是华南地区入汛之后降水偏多的另一个

重要原因。

致谢:感谢中国气象局灾害影响评估系统和国家气候中心“气候系统监测—诊断—预测—评估系统”为本文提供部分图形。

参考文献

- 侯威,邹旭凯,王朋岭,等. 2015. 2014年中国气候概况. *气象*, 41(4): 480-488.
- 黄刚,胡开明. 2008. 夏季北印度洋海温异常对西北太平洋低层反气旋异常的影响. *南京气象学院学报*, 31(6): 749-757.
- 李清泉,王安乾,周兵,等. 2015. 2014年全球重大天气气候事件及其成因. *气象*, 41(4): 497-507.
- 王朋岭,周兵,柳艳菊,等. 2015. 2014年海洋和大气环流异常及对对中国气候的影响. *气象*, 41(4): 489-496.
- 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. *气象*, 39(10): 1374-1378.
- 伍红雨,杨崧,蒋兴文. 2015. 华南前汛期开始日期异常与大气环流和海温变化的关系. *气象学报*, 73(2): 319-330.
- 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. *气象*, 40(10): 1279-1285.
- Gill A E. 1980. Some simple solutions for heat-induced tropical circulation. *Q J R Meteor Soc*, 106(449): 447-462.
- Matsuno T. 1966. Quasi-geostrophic motions in the equatorial area. *J Meteor Soc Japan*, 44(1): 25-43.
- Tian S F, Yasunari T. 1998. Climatological aspects and mechanism of spring persistent rains over central China. *J Meteor Soc Japan*, 76(1): 57-71.
- Tao S Y, Chen L X. 1987. A Review of Recent Research on the East Asian Summer Monsoon in China. // Chang CP, Krishnamurti TN, eds. *Monsoon Meteorology*. New York: Oxford University Press, 60-92.
- Wang B, Wu R, Fu X. 2000. Pacific—East Asian Teleconnection: How Does ENSO Affect East Asian Climate? *J Climate*, 13(9): 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(22): 3252-3265.
- Xie S P, Hu Kaiming, Hafner J, et al. 2009. Indian Ocean capacitor effect on Indo-Western Pacific climate during the summer following El Niño. *J Climate*, 22(3): 730-747.
- Zhang R, 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.