

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.

# 2014 年春季我国主要气候特征及成因简析<sup>\* 1</sup>

袁媛 柳艳菊 王艳姣 王朋岭

国家气候中心,北京 100081

**提 要:** 2014 年春季(3—5 月),我国大部气温偏高,与 2013 年春季并列为 1961 年以来历史同期第二高值。全国平均降水量较常年同期略偏多,其中东北地区降水显著偏多。分析表明,东北降水偏多时段主要发生在 5 月 2—28 日,这期间较强的东北冷涡活动是导致东北地区降水偏多的重要原因,其水汽主要来源于东北冷涡从日本海带来的水汽以及偏强偏西的西太平洋副热带高压(简称西太副高)西侧的转向水汽输送。文章还初步探讨了 2014 年春末南海夏季风爆发偏晚的可能原因。2014 年南海夏季风于 6 月 2 候爆发,是历史上南海夏季风爆发最晚年之一。导致其爆发偏晚的直接因素是西太副高在 4 月下旬至 5 月底持续偏强偏西。进一步的分析结果表明,西太副高在此期间的偏强偏西可能主要由热带印度洋海表迅速增暖所致。

**关键词:** 东北降水, 东北冷涡, ENSO, 南海夏季风, 印度洋海温

**中图分类号:** P461      **文献标志码:** A      **doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2014.10.013

## Main Characteristics and Possible Causes for the Climate in China During the Spring of 2014

YUAN Yuan LIU Yanju WANG Yanjiao WANG Pengling

National Climate Centre, Beijing 100081

**Abstract:** During the spring of 2014, the air temperature over most China was above normal and tied for the second highest with the spring of 2013 during the corresponding period in history since 1961. The mean precipitation over China was slightly above normal, with significantly more precipitation over the Northeast China. Analysis shows that more precipitation in Northeast China occurred during 2—28 May, which was mainly caused by the active Northeast cold vortex (NECV). The NECV led to more cold air activities and also brought abundant water vapor from the Sea of Japan to Northeast China. Meanwhile, the intensified western Pacific subtropical high (WPSH), whose high ridge extended more westward, also brought more moisture from the western Pacific to Northeast China. In 2014, the South China Sea summer monsoon broke out on the 2 pentad of June, about 3 pentads later than normal, becoming one of the latest summer monsoons in history. The persistently strong and westward WPSH from late April to the end of May directly resulted in the later monsoon onset. Further analysis suggested that the strong and westward WPSH was possibly caused by the rapid warming over the tropical Indian Ocean.

**Key words:** precipitation Northeast China, Northeast cold vortex (NECV), ENSO, South China Sea summer monsoon, SST of the Indian Ocean

<sup>\*</sup> 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430203)、LCS 气候研究开放课题青年基金 2014 年度资助项目、公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306023 和 GYHY200906016)及全国海洋气象精细化预报业务系统建设共同资助  
2014 年 7 月 10 日收稿; 2014 年 7 月 30 日收修定稿  
第一作者:袁媛,主要从事气候监测诊断及热带海气相互作用研究. Email:yuany@cma.gov.cn

## 引言

春季正值农作物播种和生长季节,同时也是东亚冬季风环流向夏季风环流的转换期。在冬季控制我国大陆的冷高压此时逐渐被低压所替代,高压则慢慢占据了海洋。在这种环流季节转换背景下,冷暖空气势力相当,气旋活动频繁,天气容易多变。2014年春季,我国大部气温较常年明显偏高,全国平均降水量较常年同期略偏多,尤其东北地区降水显著偏多。东北地区是我国最大的粮食生产基地,降水异常直接影响该地区的粮食产量。观测事实表明东北地区也是我国旱涝成灾较为严重的地区之一,特别是东北西部地区春旱会严重影响该地区春播生产活动(杨素英等,2005)。东北冷涡是东北地区特有的天气系统,是造成东北地区低温冷害、持续阴雨洪涝及突发性强对流天气的重要天气系统,对东北地区的天气气候有重大影响(张立祥等,2009)。东北冷涡一年四季均可出现(周琳,1991),据资料统计,4—10月东北地区范围内37%的时间受冷涡影响,特别是夏季(6—8月)受冷涡影响的天气占42%(孙力等,1994)。东北冷涡也是影响东北地区前夏天气的主要环流系统,那么,2014年春季东北地区的降水偏多是否也与东北冷涡的活动有关?文章将针对这一问题给出详细的分析。

南海夏季风作为亚洲夏季风系统的重要组成部分,标志着亚洲大气环流由冬季型向夏季型的转换,也是亚澳季风区季节转换的一个重要阶段(Tao et al, 1987)。它不仅直接影响我国华南地区的汛情,还能通过影响副热带地区的东亚夏季风影响到我国东部地区的天气和气候(李崇银等,1999)。南海夏季风通常(1981—2010年平均)在5月5候爆发,近3年南海夏季风爆发呈现略偏早的特征。南海夏季风爆发的早晚受到整个热带及副热带海-陆-气状况的制约(陈隽等,2001),其中,作为影响季风活动和季风气候异常的一个重要方面,海洋对季风 and 气候的影响一直是人们关注的焦点。研究表明,前冬赤道中东太平洋的El Nino(La Nina)事件会导致南海夏季风爆发偏晚(偏早)(陈隽等,2001;Zhou et al, 2007),而热带印度洋海温的异常特征也会显著影响南海夏季风爆发的早晚(梁肇宁等,2006;温之平等,2006;Yuan et al, 2008;袁媛等,2009)。2014年南海夏季风于6月2候爆发,较气候平均明

显偏晚3候,也是历史上南海夏季风爆发最晚年之一。文章将从春季大气环流演变和热带地区海温异常特征给出导致该年南海夏季风爆发偏晚的可能原因。

## 1 资料说明

本文所用的资料包括:(1)国家气候中心提供的中国2400站降水和气温观测资料;(2)国家气象中心T639大气环流资料;(3)美国国家环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)提供的大气环流再分析资料;(4)美国国家海洋大气局(NOAA)提供的月平均海表温度数据等。所有变量的气候态(常年)都是1981—2010年,距平场去除的都是气候态的平均。文中春季指北半球春季(3—5月)。

## 2 2014年春季我国主要气候特征

2014年春季,全国平均气温为 $11.4^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期( $10.4^{\circ}\text{C}$ )偏高 $1.0^{\circ}\text{C}$ (图1a),与2013年春季(王遵娅等,2013;司东等,2014;侯威等,2014)并列为1961年以来历史同期第二高值。与常年同期相比,内蒙古大部、东北大部、华北、黄淮、江淮大部、江南中部和西南地区南部等地气温偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ,其中内蒙古中部部分地区和东部局部、华北中南部、黄淮东部和云南中部局部等地偏高 $2^{\circ}\text{C}$ 以上;仅新疆中部局部气温较常年同期偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ (图1b)。全国平均降水量为 $146.1\text{ mm}$ ,较常年同期( $143.7\text{ mm}$ )略偏多 $1.7\%$ (图2a)。从空间分布看,新疆北部局部、内蒙古中东部至东北地区中北部、西北地区东部局部至华北西部、江南中部、华南中东部和西南地区东部局部等地降水较常年同期偏多 $20\%\sim 100\%$ ,局部偏多一倍以上;西北地区中部和西部大部、内蒙古西部、东北南部局部、黄淮东北部、西藏西北部和东南部、西南地区北部和西南部、华南西南部等地降水较常年同期偏少 $20\%\sim 80\%$ ,其中新疆西部、西藏北部局部和云南省北部局部等地降水偏少 $80\%$ 以上(图2b)。

## 3 春季东北地区降水偏多的可能原因

全国春季平均降水异常的空间分布图上最显著

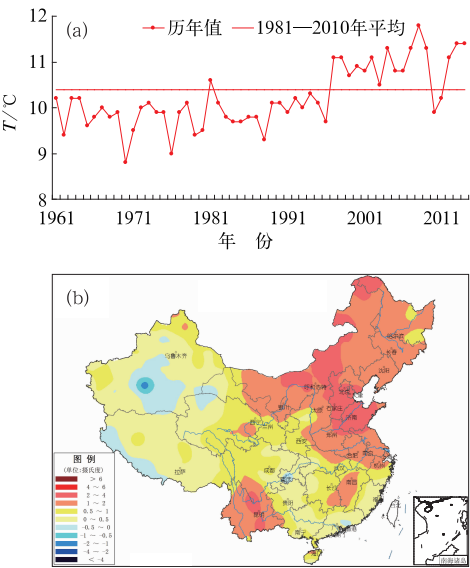


图 1 1961—2014 年春季全国平均气温历年变化(a)和 2014 年春季全国气温距平分布(b)(单位:℃)

Fig. 1 (a) Time series of air temperature averaged in China during spring of 1961–2014, and (b) distribution of air temperature anomaly in China in spring 2014 (unit: °C)

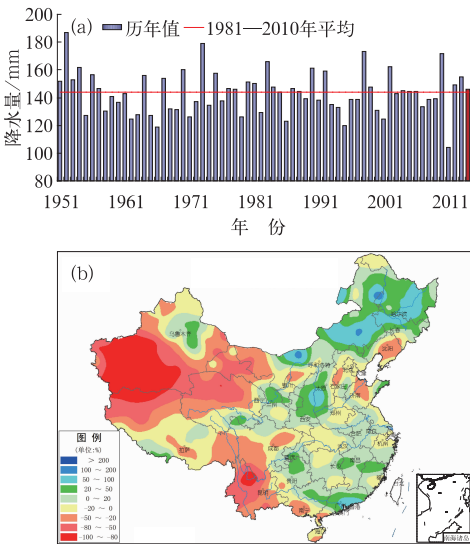


图 2 1951—2014 年春季全国平均降水量历年变化(a,单位:mm)和 2014 年春季全国降水距平百分率空间分布(b,单位:%)

Fig. 2 (a) Time series of precipitation averaged in China during spring of 1951–2014 (unit: mm), and (b) distribution of precipitation anomaly percentage in China in spring 2014 (unit: %)

的特征是东北大部至内蒙古中东部降水较常年同期明显偏多(图 2b),但是,从季内各月全国降水距平

百分率分布看,在 3—4 月,东北大部和内蒙古中东部降水都表现出明显偏少的特征,该区域降水明显偏多主要发生在 5 月(图 3)。5 月,东北地区累计降水量 92.9 mm,较常年同期(50.7 mm)偏多 83.1%,是 1951 年以来同期第二高值,仅次于 2010 年同期(94.3 mm)。从东北地区平均降水量的逐日演变可以看出,较为明显的降水主要发生在 5 月 2—28 日(图 4)。这期间,欧亚中高纬 500 hPa 高度场主要为两槽一脊型,乌拉尔山高压脊偏强,东亚大部为宽广的低压槽控制,同时,鄂霍茨克海附近阻塞形势较强(图 5)。这样的环流型一方面有利于北方冷空气南下影响我国,另一方面也有利于东北冷涡的活动(张立祥等,2009)。国家气候中心东北冷涡监测显示:5 月共发生两次明显的冷涡活动,分别是在

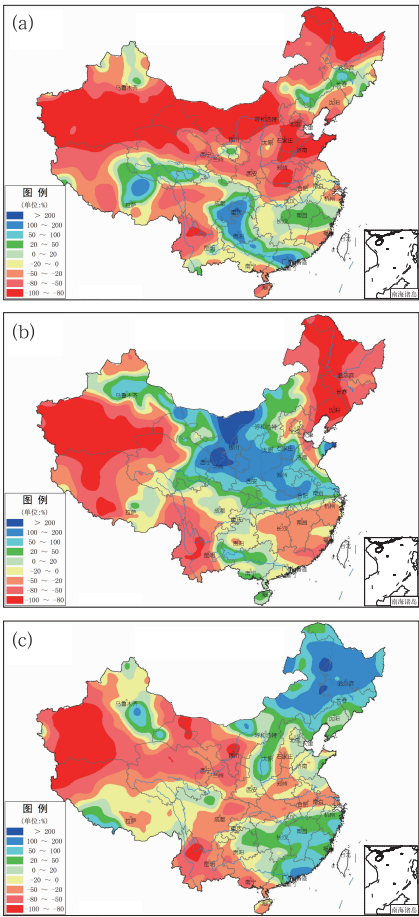


图 3 2014 年春季全国降水距平百分率分布(单位:%)  
(a)3 月,(b)4 月,(c)5 月

Fig. 3 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in March (a), April (b) and May (c) 2014 (unit: %)

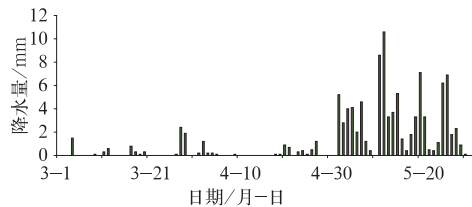


图 4 2014 年 3 月 1 日至 5 月 31 日东北地区平均降水量逐日演变(单位:mm)  
Fig. 4 Daily variation of mean precipitation over Northeast China from 1 March to 31 May 2014 (unit: mm)

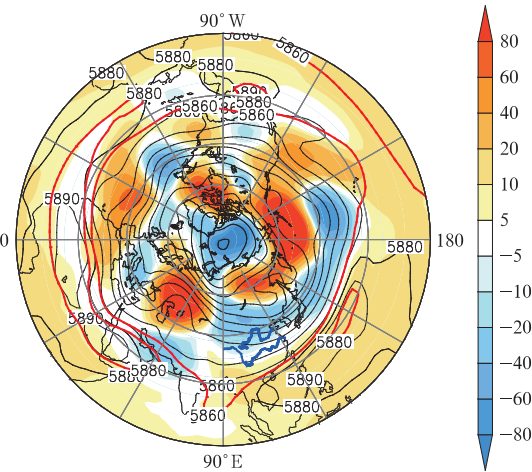
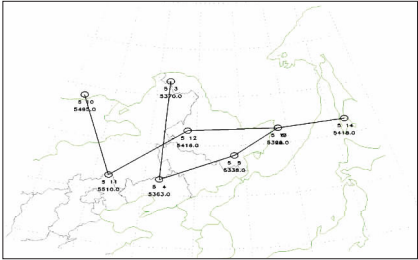


图 5 2014 年 5 月 2—28 日北半球 500 hPa 平均高度场(等值线)及距平(阴影区)分布(红色等值线表示 5860 和 5880 gpm 等值线)  
Fig. 5 500 hPa mean geopotential height (contours) and anomalies (color shading) averaged in 2—28 May 2014 (Red lines are for the climate 5860 and 5880 gpm contours)



部(图 5),从而导致来自副高西侧的西太平洋转向水汽输送也显著偏强,水汽沿我国东部沿海向北一直输送到东北地区,水汽输送在东北辐合加强,成为导致东北地区降水偏多的另一支重要的水汽来源(图 7b)。

因此,东北地区春季降水偏多的时段主要发生在 5 月 2—28 日,导致其降水偏多的主要系统为东北冷涡的活动,同时西太副高的加强西伸也为东北地区降水偏多提供了大量的水汽。

4  南海夏季风爆发偏晚的可能原因

2014 年春季另一个重要的气候异常是南海夏季风于 6 月 2 候才爆发(图 8),较气候平均(5 月 5 候)偏晚 3 候,也是历史上南海夏季风爆发最晚年之一。南海夏季风爆发前印度洋上空的夏季风环流并没有比气候平均的情况明显偏弱,导致南海夏季风迟迟不爆发的主要原因是西太副高在 4 月下旬至 5 月底一直持续偏强,西伸脊点异常偏西(图 9)。副高自 4 月下旬开始加强西伸并一直持续到 5 月底,副高持续控制在中南半岛—南海—西北太平洋一带,导致南海上空对流活动始终受到抑制,南海夏季风监测区也主要为副高南侧的东风控制。5 月 5 候,印度洋上空的夏季风环流已明显加强,水汽输送通道也完全打通建立,但是由于西太副高仍偏强、偏西,并控制在南海上空持续到 6 月 1 候,导致南海夏季风迟迟未爆发。那么,为何西太副高会在 4 月下旬至 5 月底持续偏强?

从全球海表温度距平图(图 10)上可以看出,2014 年 5 月,整个热带印度洋至太平洋的海温都明显偏高,其中热带西印度洋、海洋性大陆、孟加拉湾、南海、西太平洋以及赤道中东太平洋大部等地海温都较常年同期偏高 0.5℃ 以上,尤其赤道中太平洋日界线附近和东太平洋靠近南美沿岸海温偏暖超过 1℃(图 10)。6 月,上述区域的偏暖状态仍然维持,但是,南方涛动指数(SOI)却在 4—6 月始终维持正值,赤道太平洋 Walker 环流也没有发生明显的减弱或翻转,反而更加偏强(赤道西太平洋上空为异常上升运动控制,赤道东太平洋上空为异常下沉运动控制,图 11)。根据 WMO 最新发布的 ENSO-Update ([http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/enso\\_update\\_latest.html](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/enso_update_latest.html)),“由于赤道太平洋大部海温都明显偏高,热带大气对 El Nino 的响

应特征表现得并不清晰(包括海平面气压、云量、信风等),因此热带中东太平洋尚未进入 El Nino 状态”。由此,尽管历史上 El Nino 事件的发生有利于

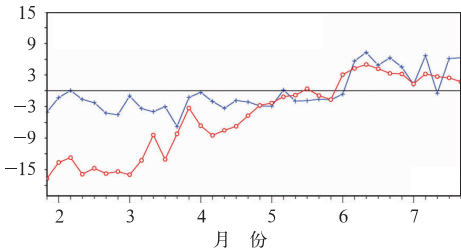


图 8  2014 年 2—7 月南海夏季风监测区平均 850 hPa 纬向风(蓝色曲线,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )和假相当位温(红色曲线,单位:K,

减去了 340 K)逐候演变

Fig. 8  Pentad variation of 850 hPa zonal wind (unit:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) and potential pseudo-equivalent temperature (unit: K) averaged over the South China Sea summer monsoon monitoring region ( $10^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$ ,  $110^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{E}$ ) from February to July 2014

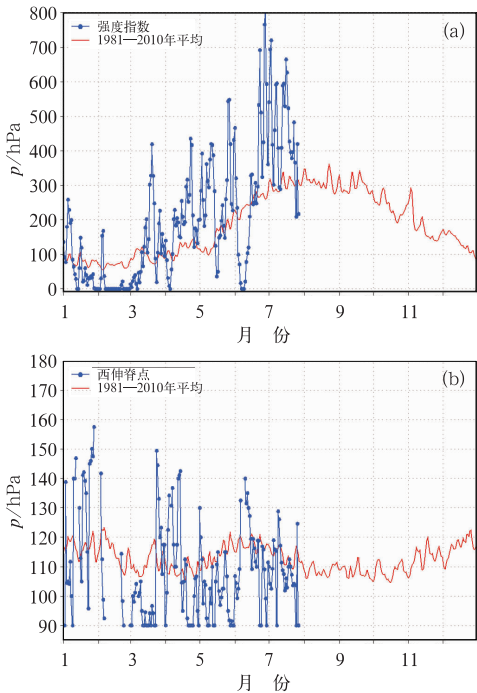


图 9  2014 年西太副高强度指数(a)和西伸脊点(b,单位:°E)逐日监测(红色曲线表示气候平均副高指数)

Fig. 9  Daily variation of the (a) intensity index and (b, °E) western ridge point index for the western Pacific subtropical high in 2014 (Red line is for the climate mean subtropical high index)



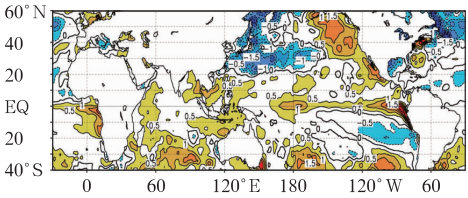


图 10 2014 年 5 月全球海温距平分布(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )  
Fig. 10 Distribution of sea surface temperature anomaly over the globe in May 2014 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

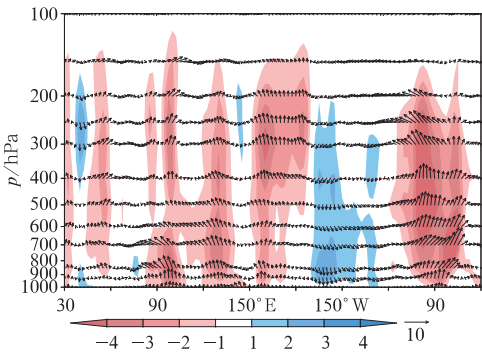


图 11 2014 年 5 月赤道地区( $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$ )  
平均 Walker 环流异常特征(矢量)  
(阴影区表示垂直速度异常,单位: $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ )  
Fig. 11 Anomalous Walker circulation (vector)  
along the equator ( $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$ ) in May 2014  
(Shading is for the anomalous vertical  
velocity, unit:  $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ )

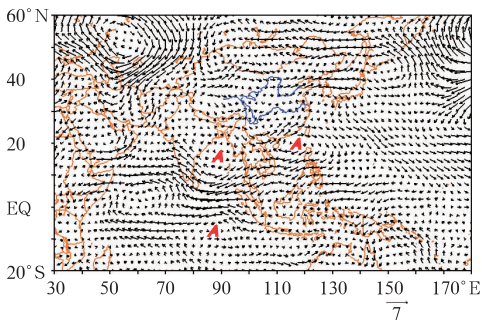


图 12 2014 年 5 月 850 hPa 风场  
异常场(单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )  
(红色“A”表示异常反气旋环流)  
Fig. 12 850 hPa wind anomaly in  
May 2014 (unit:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )  
(Red “A” indicates anomalous anticyclone)

分析发现,热带印度洋海温与西太副高强度的正相关关系比赤道中东太平洋更为显著,2014 年春季西太副高偏强偏西可能与印度洋暖水的快速发展有密切关系。研究表明,热带印度洋海温偏暖(偏冷)通常滞后于 El Nino(La Nina)事件大约 3~4 个月(Lau et al, 2003; Yang et al, 2007),而且在 El Nino 衰减年的春夏季,热带印度洋海温的增暖对副高持续偏强偏西起到重要的作用(Xie et al, 2009; Yuan et al, 2012),从而会显著影响南海夏季风爆发的时间,导致其爆发偏晚(Yuan et al, 2008)。2014 年 5 月,热带印度洋大部海温较常年同期偏暖(图 10),而且海温在春季 3—5 月呈现显著增暖的趋势,这一特征没有滞后于赤道中东太平洋暖海温的发展,反而略有提前。印度洋暖海温的发展通过 Matsuno-Gill 响应(Matsuno, 1966; Gill, 1980)激发 Kelvin 波(Chou, 2004; Xie et al, 2009),在孟加拉湾和南海北部分别产生了异常的反气旋性环流(图 12),该反气旋环流有利于西太副高的加强和西伸(Yuan et al, 2012),导致副高在 4 月底至 5 月初持续偏强偏西,从而使得南海夏季风爆发明显偏晚。因此,热带印度洋暖海温的迅速发展可能是导致 2014 年南海夏季风爆发偏晚的重要原因。

5 结 论

2014 年春季,我国大部气温偏高,与 2013 年春季并列为 1961 年以来历史同期第二高值。全国降水量较常年同期略偏多,尤其东北地区降水显著偏多。分析表明,东北降水偏多的时段主要发生在 5 月 2—28 日,这期间欧亚中高纬 500 hPa 高度场呈现两槽一脊环流型,乌拉尔山高压脊和东亚槽均偏强,加之鄂霍次克海附近阻塞形势持续,有利于东北冷涡的活动,导致较频繁的冷空气影响东北地区。水汽输送异常场显示,东北亚地区的异常气旋性环流水汽输送将来自日本海的大量水汽输送到东北地区,同时,西太副高在这期间持续偏强偏西,来自副高西侧的转向水汽输送显著偏强,也为东北地区的降水提供了重要的水汽来源。初步探讨了 2014 年南海夏季风爆发偏晚的可能原因。2014 年南海夏季风于 6 月 2 候爆发,是历史上南海夏季风爆发最晚年之一。西太副高在 4 月下旬至 5 月底持续偏强偏西是导致南海夏季风爆发偏晚的直接因素。尽管赤道中东太平洋暖海温在 5 月增暖迅速并

西太副高加强西伸(Zhang et al, 1999),但在目前热带大气尚未表现出对赤道中东太平洋暖海温响应的情况下,西太副高偏强偏西的特征可能主要不是该区暖海温影响的结果。

且显著超过了 1℃,但是由于整个太平洋海温都呈现明显的偏暖特征,热带大气并没有表现出对赤道中东太平洋暖海温的响应。进一步分析表明,由于 2014 年春季热带印度洋海温增暖迅速,通过 Kelvin 波作用激发异常反气旋性环流在南海北部和孟加拉湾生成,从而导致西太副高较常年同期明显偏强偏西,严重阻碍了印度洋上夏季风环流向南海地区的推进,由此导致 2014 年南海夏季风爆发异常偏晚。

**致谢:**感谢中国气象局气象灾害影响评估系统为本文部分图形绘制提供的帮助。

参考文献

陈隽,金祖辉. 2001. 影响南海夏季风爆发因子的诊断研究. 气候与环境研究,6(1):19-32.

侯威,陈峪,李莹,等. 2014. 2013 年中国气候概况. 气象,40(4):482-493.

李崇银,张利平. 1999. 南海夏季风活动及其影响. 大气科学,23:257-266.

梁肇宁,温之平,吴丽姬. 2006. 印度洋海温异常和南海夏季风建立迟早的关系, I 耦合分析. 大气科学,30(4):619-634.

司东,袁媛,崔童,等. 2014. 2013 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响. 气象,40(4):494-501.

孙力,郑秀雅,王琪. 1994. 东北冷涡的时空分布特征及其与东亚大型环流系统之间的关系. 应用气象学报,5(3):297-303.

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):1347-1378.

温之平,梁肇宁,吴丽姬. 2006. 印度洋海温异常和南海夏季风建立迟早的关系. II 机理分析. 大气科学,30(6):1138-1146.

杨素英,孙风华,陈岩. 2005. 近 45a 东北地区春季降水异常的气候特征. 南京气象学院学报,28(2),197-204.

袁媛,李崇银. 2009. 热带印度洋海温异常不同模态对南海夏季风爆发的可能影响. 大气科学,33(2),325-336.

张立祥,李泽椿. 2009. 东北冷涡研究概述. 气候与环境研究,14(2):218-228.

周琳. 1991. 东北气候. 北京:气象出版社,122.

Chou C. 2004. Establishment of the low-level wind anomalies over the western North Pacific during ENSO development. J Climate, 17(11):2195-2212.

Gill A E. 1980. Some simple solutions for heat induced tropical circulation. Quart J Roy Meteor Soc,106(449):447-462.

Lau N C,Nath M J. 2003. Atmoshpere-ocean variations in the Indo-Pacific sector during ENSO episodes. J Climate,16(1):3-20.

Matsuno T. 1966. Quasi-geostrophic motions in the equatorial area. J Meteorol Soc Japan,44:25-43.

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.

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(3):730-747.

Yang S,Ding X,Zheng D,et al. 2007. Time-frequency characteristics of the relationships between tropical Indo-Pacific SSTs. Adv Atmos Sci,24(3):343-359.

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(12):1579-1587.

Yuan Y,Yang S,Zhang Z Q. 2012. Different evolutions of the Philippine Sea anticyclone between Eastern and Central Pacific El Niño: Effects of Indian Ocean SST. J Climate, 25 (22): 7867-7883. doi:10. 1175/JCLI-D-12-00004.

Zhang R,Sumi A,Kimoto M. 1999. A diagnostic study of the impact of El Niño on the precipitation in China. Adv Atmos Sci,16(2):229-241.

Zhou W,Chan J C L. 2007. ENSO and the South China Sea summer monsoon onset. Int J Climatol,27(2):157-167.