

# 2018年7月北半球极端天气气候事件及环流特征分析

王倩, 翟盘茂\*, 余荣

中国气象科学研究院 灾害天气国家重点实验室, 北京 100081

\* 联系人, E-mail: pmzhai@cma.gov.cn

2018-11-29 收稿, 2018-12-29 接受

国家重点研发计划项目(2018YFC1507700); 国家自然科学基金资助项目(41575094)

**摘要** 2018年7月北半球天气气候显著异常, 极端事件高发。欧洲、北非、东亚以及北美的大部分地区均遭受严重的高温热浪侵袭; 印度、东南亚、中国西南部以及日本西部等地出现极端降水; 西太平洋台风活动异常活跃, 移动路径偏北。初步诊断表明, 北半球中高纬度, 由低层到高层稳定维持的异常高压系统是导致北半球中高纬度大部分地区高温热浪持续发生的直接原因。其中异常偏强、偏北的副热带高压, 以及增强、东伸的南亚高压与东亚地区持续高温和极端降水事件直接相关; 低层菲律宾周围异常活跃的对流活动和强盛的西南水汽输送共同导致南亚、东南亚地区极端降水发生。热带太平洋大部分地区偏暖的海温条件和菲律宾附近异常气旋性环流则与异常活跃的台风活动有关。更需要关注的是, 北半球尤其是东亚地区大气环流的异常主要受海洋表面热力状况以及其他区域大气环流遥相关的影响。

**关键词**

极端事件;  
高温热浪;  
极端降水;  
大气环流;  
遥相关

极端天气气候事件不仅对人类社会和基础设施造成严重破坏, 同时也对生态系统和生物物种带来巨大威胁 (Meehl et al., 2000; Ummenhofer and Meehl, 2017)。近年来, 极端降水、高温热浪、台风等极端事件在全球范围内频繁发生。因此, 极端天气气候事件的变化被越来越多的科学家关注。

在气候变暖背景下, 目前已经有越来越多的证据表明, 在过去几十年, 极端天气气候事件的强度、频率和持续时间都发生了变化 (IPCC, 2012; IPCC, 2013; Grotjahn et al., 2014; NAS, 2016), 尤其是随着气候变化, 极端高温和极端降水事件的强度和频率均明显增加 (Bindoff, 2013; Zwiers et al., 2013; Stott, 2016)。研究表明, 强降水事件在美国、中国、澳大利亚、加拿大、挪威、墨西哥、波兰和苏联均有所增加 (Groisman et al., 1999; 翟盘茂和刘静, 2012)。同时, 高温热浪事件也在全球各地频繁发生。如: 2003年欧洲破纪录的高温热浪事件造成大约 4 000 人死亡 (García-Herrera et al., 2010); 2013年中国东部持续异常的高温热浪事件造成数十人死亡和巨大的经

济损失 (Bai et al., 2014; China Meteorological Administration, 2014; Wang et al., 2017)。

2018年夏季天气气候出现显著异常, 极端事件高发。7月, 北半球多地遭受高温热浪、极端降水以及台风等极端天气的侵袭。其中, 欧洲、北美、日本和中国等多地遭遇极端高温; 东亚、东南亚及南亚多地遭受暴雨和台风灾害, 造成重大经济损失和人员伤亡。本文总结了 2018年7月北半球各地极端天气气候事件分布概况, 分析异常的环流分布对极端事件的影响, 其中重点讨论了影响东亚地区极端天气气候异常的原因。

## 1 数据

1) 海表温度资料取自 NOAA ERSSTv4 逐月的海温资料 (Huang et al., 2015; Liu et al., 2015; Huang et al., 2016), 水平分辨率为  $2^\circ \times 2^\circ$ 。2) 高度场、风场、比湿以及地表气压数据均取自 NCEP 逐月的再分析资料 (Kalnay et al., 1996), 水平分辨率均为  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。3) 出射长波辐射 (OLR, Outgoing

**引用格式:** 王倩, 翟盘茂, 余荣, 2019. 2018年7月北半球极端天气气候事件及环流特征分析 [J]. 大气科学学报, 42(1): 28-35.

Wang Q, Zhai P M, Yu R, 2019. Analysis of extreme weather and climate events and circulation characteristics in the Northern Hemisphere in July 2018 [J]. Trans Atmos Sci, 42(1): 28-35. doi: 10.13878/j.cnki.dqkxxb.20181129001. (in Chinese).

Longwave Radiation)资料取自 NOAA 的月平均资料,水平分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。关于海温、风场、高度场、OLR 以及水汽通量的距平运算,以 1981—2010 年 30 a 平均作为气候态。4)降水和温度(2 m 气温)资料取自 NCEP 逐日的再分析资料,水平分辨率均为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。5)台风资料摘自中国台风网。

## 2 2018 年 7 月北半球极端天气气候事件

### 2.1 极端高温

7 月,北半球多个地区出现不同程度的极端高温事件(图 1)。综合结果显示,欧洲多国遭遇高温干旱,部分地区引发森林火灾。其中,瑞典和英国的部分地区均出现创纪录的高温干旱事件;7 月下旬,希腊雅典遭遇高温,并引发森林火灾,造成至少 74 人死亡。北非的多个国家也出现了高温热浪事件,7 月 5 日在阿尔及利亚的瓦尔格拉出现了  $51.3^{\circ}\text{C}$  的高温记录,这可能是有气象记录以来阿尔及利亚的最高温度纪录;摩洛哥也出现高达  $43.4^{\circ}\text{C}$  的高温。同样严重的高温热浪事件蔓延至北美的许多地区。其中,美国和加拿大高温事件尤为严重。7 月上旬,加拿大遭遇几十年一遇的连续高温,造成魁北克省至少 70 人死亡。东亚地区的日本、韩国以及中国的华北和东北也出现了大范围的高温热浪。其中,日本受灾最为严重,7 月中旬遭受极端高温天气,造成至少 90 人死亡,2.4 万人就医。

### 2.2 极端降水与台风

7 月,北半球多地也发生了极端降水事件(图

1)。极端降水事件主要发生在东亚、东南亚以及南亚的部分地区。7 月上旬,日本西部和中部遭遇持续暴雨,引发洪水和泥石流、滑坡等一系列自然灾害,造成的死亡人数高达 223 人。中国西南地区强降水过程频繁,部分地区遭受暴雨洪涝灾害。7 月,同处东南亚的柬埔寨、老挝、菲律宾及越南等地区洪水泛滥。同时,南亚的多个地区也遭受暴雨侵袭,尼泊尔以及印度北部和南部的持续性暴雨灾害,造成上百人死亡,数千人受到影响;7 月下旬,缅甸东南部持续降雨并引发洪水,造成约 10 万人受灾。

7 月,南海及西北太平洋台风异常活跃,并且其移动路径较为偏北。月内共有 5 个台风生成,其中有 3 个登陆,生成和登陆个数较常年同期分别偏多 1.3 个和 1 个。月初,受台风“派比安”影响,韩国遭遇暴雨袭击,造成部分房屋受损。11 日,台风“玛莉亚”登陆中国,福建、浙江等地受灾严重;台风“安比”于 22 日登陆中国上海,由于其维持时间长,影响范围广,影响中国 11 个省(市、区),其中浙江、山东及黑龙江等地损失惨重。23 日,台风“山神”登陆越南,引发暴雨和洪水,造成中部和北部地区至少 22 人死亡,12 人失踪。7 月末台风“云雀”登陆日本,造成至少 24 人受伤。

## 3 2018 年 7 月北半球大尺度海-气条件异常

造成极端天气气候事件异常发生的直接原因通常是异常的海洋及大气环流条件。从海表温度以及高中低层大气环流异常的角度出发,初步诊断分析影响北半球极端天气气候事件的可能因子,重点探

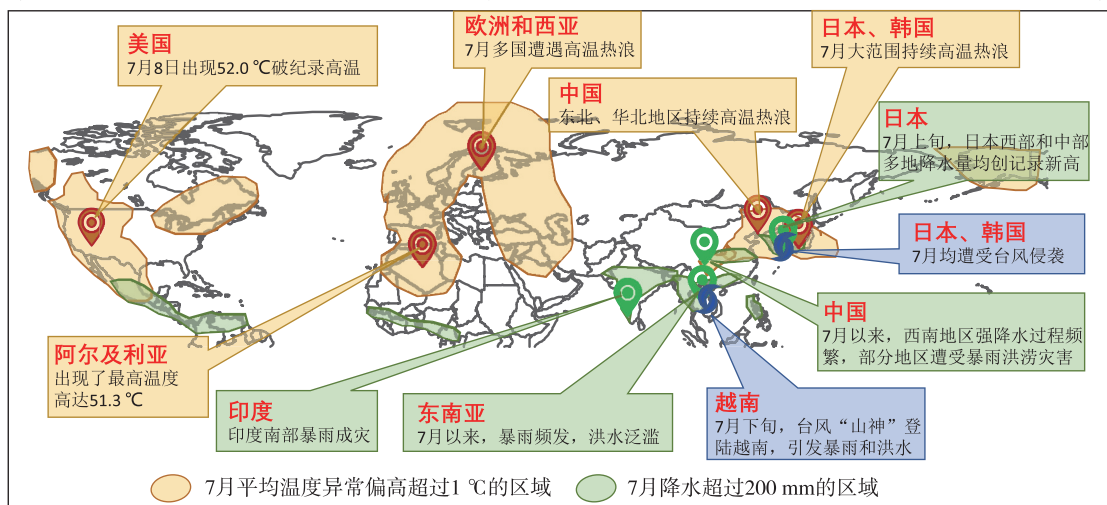


图 1 2018 年 7 月北半球各地主要极端事件分布

Fig.1 Distribution of major extreme events in the Northern Hemisphere in July 2018

讨异常的天气系统对东亚地区极端降水和高温热浪天气的影响。

### 3.1 北半球中高层环流异常及水汽输送异常

中高层环流分布(图2a)可以看出,北半球中高纬度大部分地区均被异常的高压系统所占据。其中,欧洲、亚洲东北部以及北美东、西部的异常高压尤为强盛。同时,对流层中层副热带地区高压系统也异常强盛,范围明显扩大,整个北非以及北美的中南部均在其控制之下。这些异常高压系统的稳定维持,使得欧洲大部、北非以及北美的东、西部等地区持续受下沉气流控制,造成连续多日晴热高温天气。因此,中高纬度稳定维持的异常高压系统可能是造成欧洲、北非以及北美大部分地区高温热浪的主要因子。

对于东亚地区而言,7月,多个地区不仅频繁遭受高温热浪侵袭,同时也多次受到极端降水和台风的影响。因此,其影响因子也较为复杂。500 hPa(图2a)上,中高纬度异常的高压系统稳定维持在中国东北、韩国以及日本北部地区上空。西太平洋副热带高压(下文简称西太副高)位置明显偏北,可覆盖韩国以及日本的中部和南部地区。200 hPa(图2b)上,南亚高压出现显著异常,其强度增强,影响范围明显扩大,向东可覆盖至韩国及日本的大部分区域。这种由低层到高层一致的高压系统附近盛行强盛的下沉气流,从而造成中国东北、华北、韩国和日本大部分地区的持续高温热浪天气。

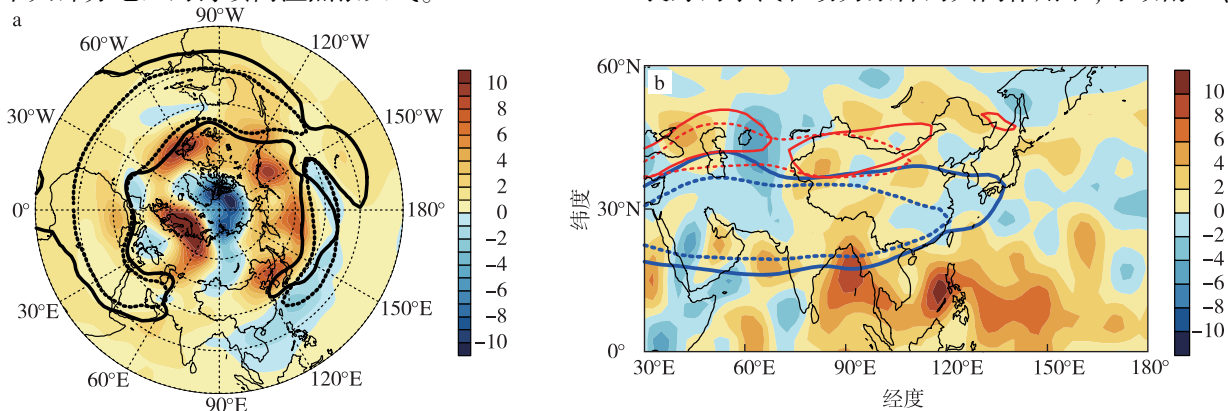


图2 2018年7月500 hPa平均高度场距平(a;阴影,单位:dagpm;黑色实线表示588 dagpm,黑色虚线表示气候平均态的588 dagpm)及200 hPa散度场(b;阴影,单位: $10^{-6} s^{-1}$ ,蓝色实线和虚线分别表示2018年7月和气候平均态7月的南亚高压1252 dagpm,红色实线和虚线分别表示2018年7月和气候态7月平均西风急流( $u=25 m \cdot s^{-1}$ ))

Fig.2 (a) Distribution of 500 hPa average height field anomaly in July 2018 (colored shading); the solid black line indicates subtropical high (588 dagpm), the black dotted line indicates the 588 dagpm of climatic average state. (b) Distribution of 200 hPa divergence field (color shading, unit:  $10^{-6} s^{-1}$ ); the solid blue line indicates the South Asia high (1252 dagpm); the blue dotted line indicates the climatic average state of the South Asia high; and the red solid line and broken line respectively indicate the monthly mean westerly jet ( $u=25 m \cdot s^{-1}$ ) in July 2018 and climatic state, respectively

极度偏北的西太副高和异常增强、东伸的南亚高压与东亚地区极端降水的频发也密切相关。西太副高边缘异常偏强的东南气流将海洋上的水汽输送至日本的西部和中部地区(图3),高层异常增强、东伸的南亚高压提供了良好的辐散条件,有利于上升运动的维持,进而为日本西部和中部极端降水的发生和维持提供了有利条件。低纬度地区由索马里急流主导的强盛的西南气流以及澳大利亚以北的西太平洋地区的越赤道急流是南亚、东南亚以及东亚地区夏季最关键的水汽输送通道(王会军和薛峰,2003)。7月,西南气流异常强盛(图3),将阿拉伯海、孟加拉湾以及中国南海的水汽源源不断的输送至南亚、东南亚以及中国的西南地区,为强降水的维持提供有利的水汽条件,而西南气流的另一个分支则在菲律宾东侧与西太平洋越赤道气流汇合,共同作为西太副高外围东南气流的补充(图3)。南海及西北太平洋地区存在异常的气旋性环流,印度半岛北部、中南半岛、菲律宾以及中国西南部地区的水汽通量散度均表现为显著负异常(图3),表明这些地区存在较强的水汽辐合;再加上500 hPa上西北太平洋及南亚地区受异常低压系统控制(图2a),有利于对流活动增强;高层南亚高压提供了良好的辐散条件,使得整个南亚、东南亚地区200 hPa散度场表现为正的散度异常(图2b)。这种低层低压,高层高压的环流配置,有利于上升运动的产生和维持。在良好的水汽和动力条件的共同作用下,导致南亚、东

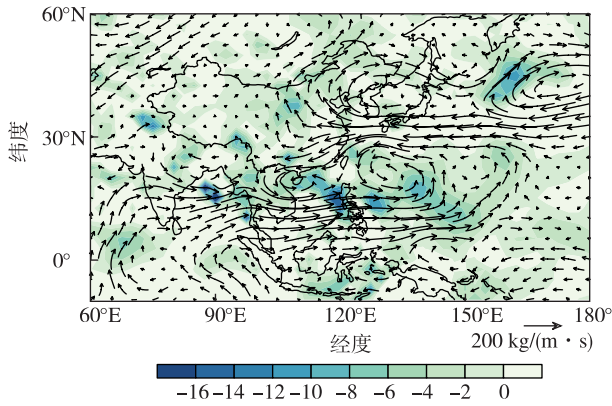


图3 2018年7月垂直积分(地表至300 hPa)的水汽通量(箭头;单位: $\text{kg} \cdot (\text{m} \cdot \text{s})^{-1}$ )和水汽通量散度距平(阴影;单位: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Fig.3 Anomalies of vertically integrated (surface to 300 hPa) water vapor flux (vectors; unit:  $\text{kg} \cdot (\text{m} \cdot \text{s})^{-1}$ ) and water vapor flux divergence (colored shading; unit:  $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ ) in July 2018

南亚以及中国西南等地极端降水频发。

另外,7月西北太平洋台风活动也比常年活跃,多个台风的登陆也造成西北太平洋沿岸部分地区洪涝灾害的发生。异常活跃的台风活动主要与热带西太平洋大部分地区偏暖的海温条件以及菲律宾附近异常气旋性环流有关。此外,受到西太副高位置极度偏北的影响,7月台风路径也较为偏北,日本、韩国以及中国的华北、东北地区均受到了台风影响。

### 3.2 环流异常成因

大气环流长时间的异常状态往往可以通过海洋表面热力状况以及其他区域大气环流异常引起的遥相关关系来解释(黄荣辉,1990)。从北极涛动(AO, Arctic Oscillation)和北大西洋涛动(NAO,

North Atlantic Oscillation)指数分布(图4)来看,2018年4月以来,AO和NAO均处于正位相。研究表明,春季AO/NAO的异常,会通过影响东亚西风急流的强度和位置,来影响夏季东亚季风和西太副高的变化,最终影响东亚雨带的变化(Gong, 2003; Wu et al., 2009; Gong et al., 2011)。当春季AO处于正位相时,夏季对流层高层,东亚地区西风急流位置偏北、偏东,强度增强(图2b),东亚西风急流是北半球定常Rossby波的波导(Ambrizzi et al., 1995; 吕俊梅等, 2006),当东亚西风急流较强时,急流中定常Rossby波活跃,波流相互作用较强,并且可以传播到日本以东地区,从而使得西太副高在日本附近异常增强(Enomoto et al., 2003; Enomoto, 2004; 吕俊梅等, 2006)。因此,西太平洋副热带高压和南亚高压的极度异常可能与AO/NAO引起的东亚西风急流的异常扰动有关。

另外,低层菲律宾附近的异常气旋性环流(图5a)可能也是影响副高位置异常偏北的原因之一(Nitta, 1987; Kosaka and Nakamura, 2010)。从海表温度以及850 hPa风场异常的分布来看,从春季一直到7月,热带太平洋大部分地区海温持续偏高,菲律宾以及西北太平洋附近风场呈异常的气旋性环流,尤其到7月气旋性环流异常显著(图5a、图6a),强盛的对流活动也从热带西太平洋逐渐向西扩展,7月中国南海、菲律宾以及印度半岛等地区对流活动均较为旺盛(图5b、图6b)。西北太平洋及菲律宾周围对流活动加强,引起中国华南及南亚上空(500 hPa)高度场呈负异常;而中高纬度,西太平洋副热带高压位置极度偏北,强度增强,中国华北、东北、日本及韩国上空受异常高压系统控制,形成典型的东

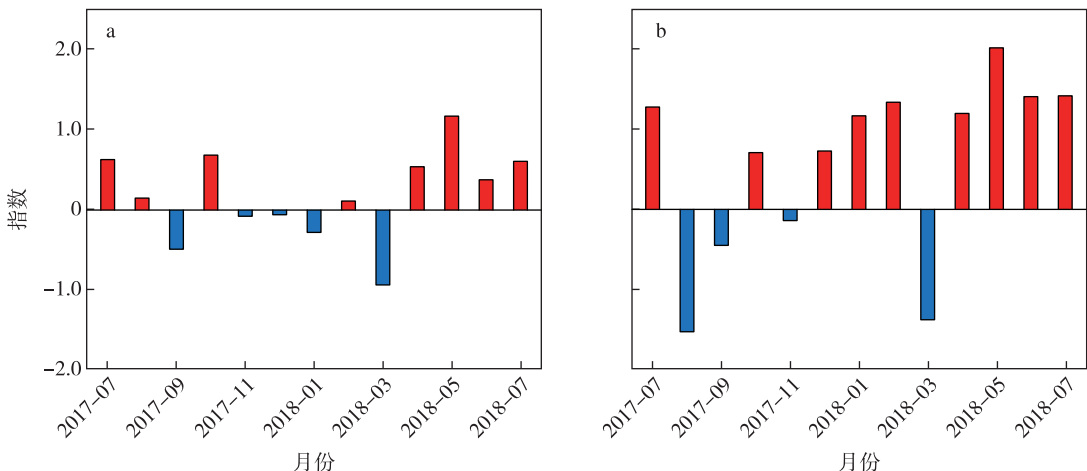


图4 北极涛动(a)和北大西洋涛动(b)指数异常分布

Fig.4 Anomalous distribution of (a) Arctic Oscillation and (b) North Atlantic Oscillation index

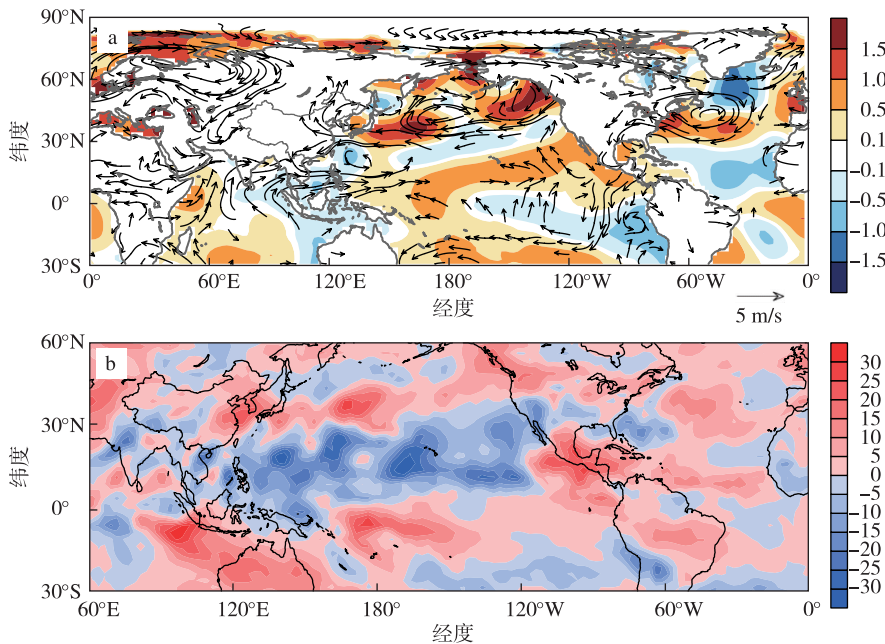


图5 2018年7月平均海表温度距平(阴影;单位:°C)和850 hPa风场距平(箭头;单位: $m \cdot s^{-1}$ ) (a)及7月平均OLR距平(b;单位: $W \cdot m^{-2}$ )

Fig.5 Distribution of monthly mean (a) sea surface temperature anomalies (colored shading, unit: °C) and 850 hPa wind field anomalies (vectors, unit:  $m \cdot s^{-1}$ ); (b) OLR anomalies (unit:  $W \cdot m^{-2}$ ) in July 2018

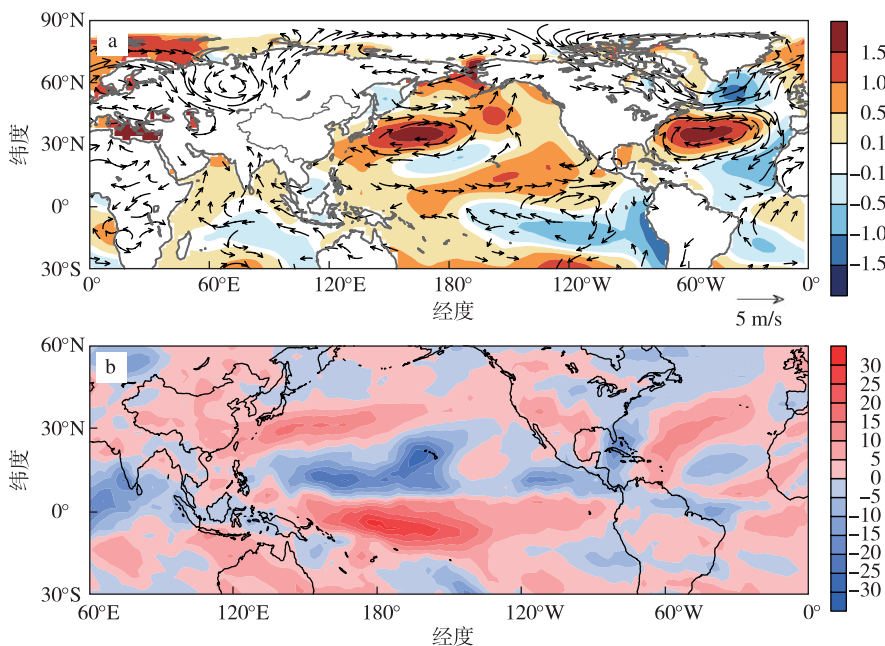


图6 2018年4—6月平均海表温度距平(阴影;单位:°C)和850 hPa风场距平(箭头;单位: $m \cdot s^{-1}$ ) (a)及4—6月平均OLR距平(b;单位: $W \cdot m^{-2}$ )

Fig.6 Distribution of monthly mean (a) sea surface temperature anomalies (colored shading, unit: °C) and 850 hPa wind field anomalies (vectors, unit:  $m \cdot s^{-1}$ ); (b) OLR anomalies (unit:  $W \cdot m^{-2}$ ) from April to June 2018

亚-太平洋型(EAP)遥相关。东亚地区在异常高压系统的影响下,下沉气流强盛,对应的中纬度西北太

平洋海表温度呈显著的正异常,850 hPa风场呈异常的反气旋性环流(图5a),东亚地区OLR呈显著正

异常(图5b),对流活动很弱,从而造成持续的高温热浪天气频发。此外,从春季到7月,北半球大西洋海温距平分布由南到北呈现“+-”的三极子模态(图5a、图6a),该模态能够进一步激发欧亚大陆北部的副极地大气遥相关的发展,使得乌拉尔山和鄂霍次克海地区阻高加强,最终导致东亚夏季风增强(Zuo et al.,2013)。

## 4 结论和讨论

回顾了2018年7月北半球极端天气气候事件概况,并对北半球对流层各层环流异常特征及成因进行分析,初步诊断可能影响北半球极端天气气候事件的物理因子。主要结论如下:

7月,北半球天气气候极度异常,极端事件高发。持续的高温热浪席卷了欧洲、北非、韩国、日本、中国的华北、东北以及北美大部分地区;极端降水在南亚、东南亚以及东亚地区泛滥成灾,印度南部、日本西部降水量均创历史新高,造成重大经济损失和人员伤亡。此外,西北太平洋台风异常活跃,给日本、韩国以及越南等地造成重大灾害。

同时,北半球大气环流也出现了显著异常。中高纬度由低层到高层稳定维持的异常高压系统是影响高温热浪的主要因子(图7)。其中,极度异常的西太副高和增强、东伸的南亚高压直接造成了东亚地区的日本、韩国以及中国东北和华北等地的高温热浪事件。

对于极端降水而言,南亚及菲律宾周围,低层受异常低压系统控制,对流活动异常活跃,高层异常增强的南亚高压提供了良好的辐散条件,有利于上升运动的维持,再加上强盛的西南气流给南亚、东南亚以及中国西南部带来的充足的水汽输送,从而导致了印度大部分地区、东南亚多个国家以及中国西南部的持续降水(图7)。对于日本西部和中部的极端降水,西太副高和南亚高压的极度异常对其产生了直接影响,西太副高位置极度偏北(图7),其外围东南气流为降水提供了源源不断的水汽,南亚高压异常东伸,可覆盖日本的大部分区域,同样为降水提供了良好的辐散条件。另外,异常活跃的台风也为西北太平洋沿岸部分地区带来严重的洪涝灾害。而台风的异常活动主要与热带太平洋大部分地区偏暖的海温条件以及菲律宾附近异常气旋性环流有关。

大气环流的异常主要受海洋表面热力状况以及其他区域大气环流异常引起的遥相关的影响。从春季一直到7月,AO/NAO处于异常正位相,导致7

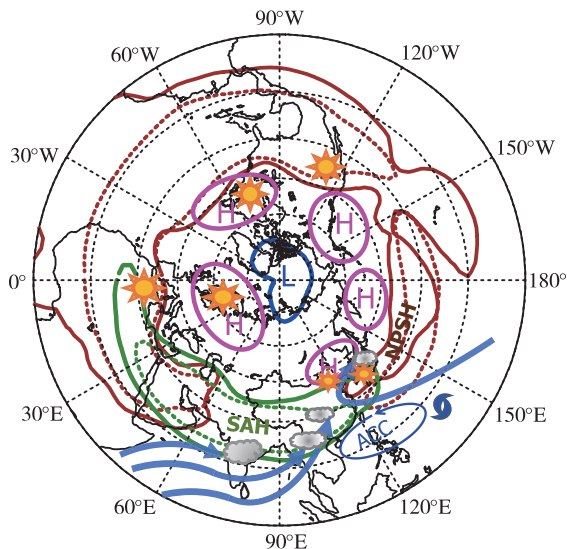


图7 2018年7月北半球极端天气气候事件与环流异常分布综合示意(红色和蓝色闭合等值线分别表示500 hPa异常高压和低压系统;棕色和绿色实线分别表示7月副热带高压(588 dagpm)和南亚高压(1252 dagpm);虚线表示气候平均态7月副高和南亚高压的范围;ACC表示850 hPa异常气旋性环流;蓝色粗箭头表示主要的水汽输送来源)

Fig.7 Schematic diagram of the anomalous distribution of extreme events and circulations in the Northern Hemisphere in July 2018. The red and blue closed contours respectively represent the 500 hPa abnormal high and low pressure systems, the brown and green solid lines represent the subtropical high and South Asian high in July, and the dotted line indicates the range of the July subtropical high and the South Asian high in the climatic average. ACC indicates an abnormal cyclonic circulation of 850 hPa, and a thick blue arrow indicates the main source of water vapor transport

月高层东亚西风急流位置偏北,强度增强,西太平洋副热带高压和南亚高压的极度异常可能与东亚西风急流的异常扰动有关。另外,从春季开始,热带西太平洋海表温度持续偏高,低层菲律宾以及西北太平洋附近风场呈异常的气旋性环流,尤其到7月,该异常气旋性环流尤为显著,导致热带西太平洋及菲律宾周围出现异常的对流活动。低纬度地区异常强盛的对流活动的出现,使得原本在副热带地区的下沉运动北移。因此,西北太平洋及菲律宾附近异常的气旋性环流可能也是导致西太副高极度偏北的原因之一。

研究表明,在气候变暖背景下,亚洲、欧洲等地高温热浪发生频率及持续时间均有所增加,大部分

陆地区域的极端降水强度、频率以及持续时间也出现增加趋势(IPCC,2012)。有不少研究指出人类活动造成的气候变暖能够增加高温热浪、强降水等极端事件的发生概率和强度。那么人类活动造成的气

候变暖对于7月北半球多地频繁发生的高温热浪、强降水等极端事件又有多大的贡献?因此,有关2018年7月北半球异常极端天气气候事件的归因问题,还有待进一步研究。

## 参考文献(References)

- Ambrizzi T, Hoskins B J, Hsu H H, 1995. Rossby wave propagation and teleconnection patterns in the austral winter [J]. *J Atmos Sci*, 52(21): 3661-3672.
- Bai L, Ding G Q, Gu S H, et al., 2014. The effects of summer temperature and heat waves on heat-related illness in a coastal city of China, 2011—2013 [J]. *Environ Res*, 132: 212-219.
- Bindoff N L, 2013. Detection and attribution of climate change: From global to regional [C]//Egu general assembly conference, Vienna, Austria.
- China Meteorological Administration, 2014. China climate bulletin for 2013 [M]. Beijing.
- Enomoto T, 2004. Interannual variability of the Bonin high associated with the propagation of Rossby waves along the Asian jet [J]. *J Meteor Soc Japan* 82(4): 1019-1034.
- Enomoto T, Hoskins B J, Matsuda Y, 2003. The formation mechanism of the Bonin high in August [J]. *Quart J Roy Meteor Soc*, 129(587): 157-178.
- García-Herrera R, Díaz J, Trigo R M, et al., 2010. A review of the European summer heat wave of 2003 [J]. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 40(4): 267-306.
- Gong D Y, 2003. Arctic oscillation signals in the East Asian summer monsoon [J]. *J Geophys Res*, 108(D2): 4066.
- Gong D Y, Yang J, Kim S J, et al., 2011. Spring Arctic Oscillation-East Asian summer monsoon connection through circulation changes over the western North Pacific [J]. *Clim Dyn*, 37(11/12): 2199-2216.
- Groisman P Y, Karl T R, Easterling D R, et al., 1999. Changes in the probability of heavy precipitation: important indicators of climatic change [J]. *Climatic Change*, 42(1): 243-283.
- Grotjahn A R, Barlow M, Black R, et al., 2014. Analyses, dynamics, and modeling of large-scale meteorological patterns associated with extreme temperature and precipitation events [R]//US CLIVAR report 2014-2. Washington: US CLIVAR Project Office.
- Huang B Y, Banzon V F, Freeman E, et al., 2015. Extended reconstructed sea surface temperature version 4 (ERSST.v4). part I: upgrades and inter-comparisons [J]. *J Climate*, 28(3): 911-930.
- Huang B Y, Thorne P W, Smith T M, et al., 2016. Further exploring and quantifying uncertainties for extended reconstructed sea surface temperature (ERSST) version 4 (v4) [J]. *J Climate*, 29(9): 3119-3142.
- 黄荣辉, 1990. 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究 [J]. *大气科学*, 14(1): 108-117. Huang R H, 1990. Studies on the teleconnections of the general circulation anomalies of East Asia causing the summer drought and flood in China and their physical mechanism [J]. *Chin J Atmos Sci*, 14(1): 108-117. (in Chinese).
- IPCC, 2012. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation [R]. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC, 2013. Summary for policymakers [R]//Climate change 2013: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al., 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project [J]. *Bull Amer Meteor Soc*, 77(3): 437-471.
- Kosaka Y, Nakamura H, 2010. Mechanisms of meridional teleconnection observed between a summer monsoon system and a subtropical anticyclone. part I: the Pacific-Japan pattern [J]. *J Climate*, 23(19): 5085-5108.
- Liu W, Huang B Y, Thorne P W, et al., 2015. Extended reconstructed sea surface temperature version 4 (ERSST.v4): part II. parametric and structural uncertainty estimations [J]. *J Climate*, 28(3): 931-951.
- 吕俊梅, 琚建华, 张庆云, 等, 2006. 热带西太平洋海温距平与 Rossby 波传播对 1993 和 1994 年东亚夏季风异常影响的差异 [J]. *大气科学*, 30(5): 977-987. Lyu J M, Ju J H, Zhang Q Y, et al., 2006. Differences of influences of tropical western Pacific SST anomaly and Rossby wave propagation on East Asian monsoon in the summers of 1993 and 1994 [J]. *Chin J Atmos Sci*, 30(5): 977-987. (in Chinese).
- Meehl G A, Washington W M, Arblaster J M, et al., 2000. Anthropogenic forcing and decadal climate variability in sensitivity experiments of twentieth- and twenty-first-century climate [J]. *J Climate*, 13(21): 3728-3744.
- NAS, 2016. Attribution of extreme weather events in the context of climate change [M]. Washington: National Academies Press.
- Nitta T, 1987. Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulation [J]. *J Meteor Soc Japan*, 65: 373-390.
- Stott P, 2016. How climate change affects extreme weather events? [J]. *Science*, 352(6293): 1517-1518.
- Ummenhofer C C, Meehl G A, 2017. Extreme weather and climate events with ecological relevance: a review [J]. *Phil Trans R Soc B*, 372(1723): 20160135.
- 王会军, 薛峰, 2003. 索马里急流的年际变化及其对半球间水汽输送和东亚夏季降水的影响 [J]. *地球物理学报*, 46(1): 18-25. Wang H J, Xue F, 2003. Interannual variability of Somali jet and its influences on the inter-hemispheric water vapor transport and on the East Asian summer rainfall

[J].Chinese Journal of Geophysics,46(1):18-25.(in Chinese).

- Wang J, Yan Z W, Quan X W, et al., 2017. Urban warming in the 2013 summer heat wave in eastern China[J]. Clim Dyn, 48(9/10):3015-3033.
- Wu Z W, Wang B, Li J P, et al., 2009. An empirical seasonal prediction model of the east Asian summer monsoon using ENSO and NAO[J]. J Geophys Res, 114(D18):D18120.
- 翟盘茂, 刘静, 2012. 气候变暖背景下的极端天气气候事件与防灾减灾[J]. 中国工程科学, 14(9):55-63, 84. Zhai P M, Liu J, 2012. Extreme weather/climate events and disaster prevention and mitigation under global warming background[J]. Engineering Science, 14(9):55-63, 84. (in Chinese).
- Zuo J Q, Li W J, Sun C H, et al., 2013. Impact of the North Atlantic Sea surface temperature tripole on the East Asian summer monsoon[J]. Adv Atmos Sci, 30(4):1173-1186.
- Zwiers F W, Alexander L V, Hegerl G C, et al., 2013. Climate extremes: challenges in estimating and understanding recent changes in the frequency and intensity of extreme climate and weather events[M]. Dordrecht; Springer Netherlands.

## Analysis of extreme weather and climate events and circulation characteristics in the Northern Hemisphere in July 2018

WANG Qian, ZHAI Panmao, YU Rong

State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China

In July 2018, the weather and climate in the northern hemisphere were significantly abnormal, and extreme events occurred frequently. Much of Europe, North Africa, East Asia and many parts of North America were affected by severe heat waves. Extreme precipitation occurred frequently in southern and northern India, Southeast Asia, southwestern China, and western Japan. The tropical cyclone activity in the western Pacific was extremely active, and the movement path was northerly. The preliminary diagnosis results show that the abnormal high-pressure system maintained from the low to upper level is the direct cause of the heat wave in the middle and high latitudes of the Northern Hemisphere. The enhanced and northward subtropical high and the enhanced and eastward South Asian high are directly related to the persistent high temperatures and extreme precipitation events occurring in East Asia. The extremely active convective around the low-level Philippines and the strong southwest water vapor transport have led to extreme precipitation in South Asia and Southeast Asia. In addition, the warmer sea surface temperature conditions in many parts of the tropical Pacific and the abnormal cyclonic circulation near the Philippines are associated with unusually active typhoon activities. It is important to note that the anomalies of the atmospheric circulation in the Northern Hemisphere, especially in East Asia, are mainly affected by the thermal conditions of the ocean surface and the teleconnection of atmospheric circulation in other regions. Noticeably, the linkage between large scale extreme events in July 2018 and climate change is worthy of further study.

**extreme events; heat waves; extreme precipitation; atmospheric circulation; teleconnection**

doi: 10. 13878/j.cnki.dqkxxb.20181129001

(责任编辑:袁东敏)