

解晋,周宁芳,2021. 2021 年 6 月大气环流和天气分析[J]. 气象,47(9):1162-1168. Xie J, Zhou N F, 2021. Analysis of the June 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 47(9):1162-1168(in Chinese).

2021 年 6 月大气环流和天气分析^{*}

解 晋 周宁芳

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2021 年 6 月北半球的大气环流主要特征表现为, 极涡呈单极型分布, 较常年同期偏强; 欧洲上空 500 hPa 位势高度场较常年同期显著偏高, 西太平洋副热带高压位置南北变化较大。6 月全国平均降水量 91.5 mm, 较历史常年同期偏少 8%, 江南大部、华南北部、江淮地区较常年偏少 2~5 成, 局部地区偏少 5 成以上; 内蒙古北部、黑龙江西部地区以及吉林东部、辽宁中东部偏多 5 成以上。全国平均气温 20.8℃, 较历史同期略偏高, 其中河南北部、江苏中部以及青海南部地区气温较常年同期偏高达到了 2℃ 以上。本月内有 8 次区域性暴雨天气过程, 极端降水量出现区域分散。6 月共有 2 个台风生成, 接近历史同期水平, 没有台风登陆我国。6 月我国黄淮西部、江淮东部以及华南南部等地共 44 个站发生极端高温事件, 4 个站日最高气温突破历史同期极值。

关键词: 大气环流, 暴雨, 热带气旋, 强对流, 高温

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2021.09.012

Analysis of the June 2021 Atmospheric Circulation and Weather

XIE Jin ZHOU Ningfang

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in June 2021 are as follows. There was one polar vortex center with stronger strength than normal in the Northern Hemisphere. The 500 hPa geopotential height over Europe was stronger than normal. The western Pacific subtropical high moved northward during middle dekads of this month and then southward in the last dekad. In June, the monthly mean precipitation of China was 91.5 mm, which was less than the normal by 8%. The negative precipitation anomaly reached 20%—50% in most part of Jiangnan, north part of South China and Jianghuai Region. In some regions the negative anomaly exceeded 50%. However, the positive precipitation anomaly reached more than 50% in northern Inner Mongolia, western Heilongjiang Province and eastern Jilin Province as well as central and eastern Liaoning Province. The monthly mean temperature of China was 20.8℃, which was a little higher than the usual. However, it was even 2℃ warmer than the normal in northern Henan Province, central Jiangsu Province and southern Qinghai Province. In June, eight regional torrential rain processes which mostly occurred in South China, and the observed values at many stations reached the standard of extreme precipitation events. Two typhoons were generated and neither of them landed in China in June. There were 44 stations where extreme high temperature events occurred and these stations are mostly located in the regions of Huanghuai, Jianghuai and South China. In addition, the daily maximum temperature at four stations broke the historical record.

Key words: atmospheric circulation, torrential rain, tropical cyclone, severe convection, high temperature

^{*} 2021 年 7 月 28 日收稿; 2021 年 8 月 2 日收修定稿

第一作者: 解晋, 主要从事天气预报研究工作. E-mail: xiej@cma.gov.cn

1 天气概况

1.1 降水

2021年6月全国总体平均降水量为91.5 mm,较常年同期(99.3 mm)偏少8%(国家气候中心,2021)。从降水的空间分布上看(图1),降水主要集中在江南地区东部、西南地区东部和华南地区,大部地区降水量超过了200 mm,其中江西东部、浙江西部以及福建北部的部分地区降水量超过了400 mm。此外,西北地区东南部、黄淮东部和东北部分地区降水量也在100 mm以上,其中辽宁、吉林西部和四川东北部部分地区达到了200 mm以上。江西、四川、云南、辽宁等地共有36个站发生极端日降水事件,其中江西上饶(259.2 mm,28日)、辽宁北镇(232.2 mm,27日)等11个站日降水量突破历史极值。湖南、辽宁、青海、新疆等地有35个站发生了极端连续降水日数事件。

与常年同期相比(图2),中东部呈现北多南少的特点,南方大部分地区降水较常年偏少,其中江南大部、华南及江淮地区较常年偏少2~5成,湖南中部和北部、广西北部、湖北南部、安徽中部、江苏南部的部分地区甚至偏少5成以上。东北大部地区相比常年同期明显偏多,内蒙古北部、黑龙江西部地区以及吉林东部、辽宁中东部偏多5成以上,其中辽宁中东部局地偏多1倍以上。华北西部、黄淮东部以及西北部分地区降水也较常年同期偏多。

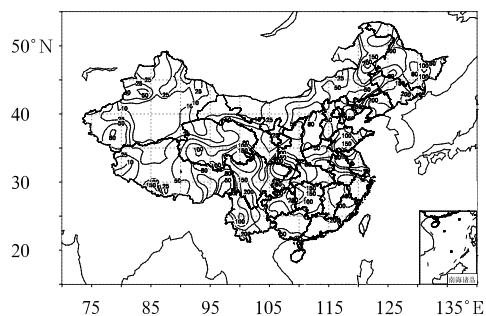


图1 2021年6月全国降水量分布
(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation amount over China in June 2021 (unit: mm)

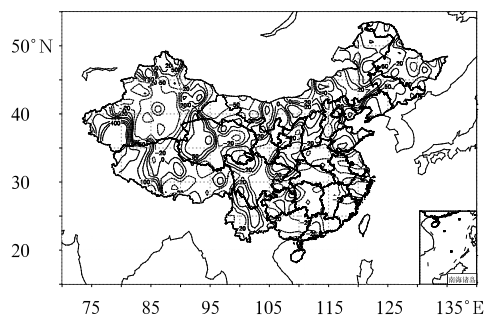


图2 2021年6月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation amount anomaly percentage over China in June 2021 (unit: %)

1.2 气温

2021年6月全国平均气温为20.8℃,与常年同期(20.0℃)相比偏高0.8℃,为1961年以来历史同期第三高(国家气候中心,2021)。从日平均气温的距平空间分布上来看(图3),全国大部分地区气温较常年同期偏高,江南、江淮、黄淮、西南地区东部、西北地区东部、西藏大部地区以及东北北部地区较常年同期偏高1~2℃,其中河南北部地区、江苏中部以及青海南部地区气温较常年同期偏高达到2℃以上。新疆北部和东北南部地区月平均气温较常年同期偏低0~1℃。全国共有44个站发生了极端高温事件,主要分布在黄淮西部、江淮东部以及华南南部等地,其中我国北方发生时间集中在4—8日、11—13日、19—24日和26—29日,南方集中在8—9日、14—20日以及26—27日。其中,广东高要(10日)、广西涠洲岛(2日)、海南屯昌(3日)和云南云龙(4日)4个站日最高气温均突破历史极值,分别达到40℃、36.8℃、40.7℃和42.6℃。

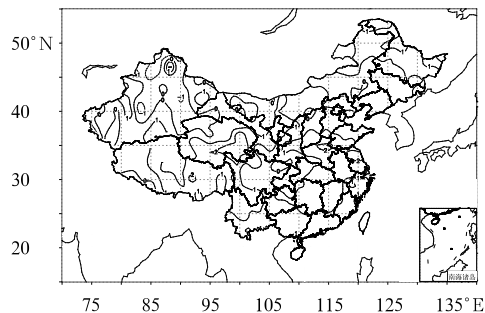


图3 2021年6月全国平均气温距平分布
(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of mean temperature anomaly over China in June 2021 (unit: °C)

2 环流特征与演变

2.1 环流特征

2021 年 6 月北半球 500 hPa 极涡呈单极型分布, 极涡主体偏向东半球北极地区一带(图 4a)。主极涡强度达到了 532 dagpm 以下, 较历史同期相比显著偏强(图 4b), 中心强度负距平达到了 -10 dagpm。受极涡分布形态影响, 北半球中高纬环流呈多波型分布, 其中欧洲上空低涡最强, 闭合低压中心强度为 562 dagpm, 其负距平达到 -10 dagpm。在热带副热带地区, 6 月西太平洋副热带高压(以下简称西太副高)的强度较历史同期偏强, 副高平均脊线位于 20°N 附近, 接近历史同期。副高西伸脊点平均位于 120°E 附近, 较常年接近(李嘉睿和何立富, 2017; 张芳和何立富, 2018; 刘海知和何立富, 2019; 任宏昌和符娇兰, 2020)。

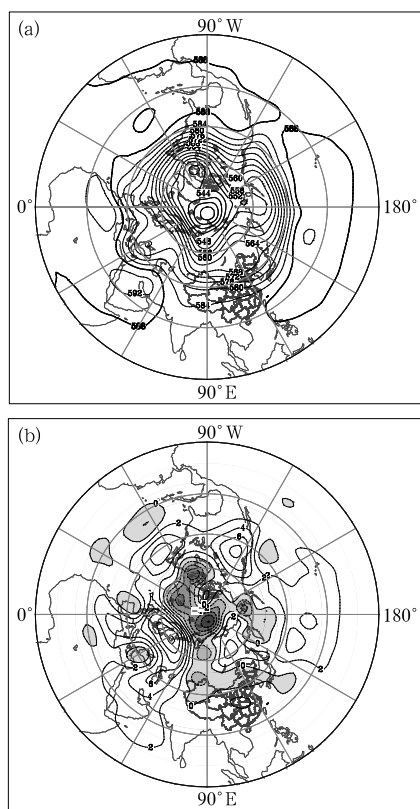


图 4 2021 年 6 月北半球 500 hPa 平均位势高度(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 The average 500 hPa geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in June 2021 (unit: dagpm)

2.2 环流演变与我国天气

从欧亚大陆 6 月各旬的 500 hPa 平均环流形势场来看, 上旬(图 5a)整个欧亚大陆中高纬地区呈两槽一脊型, 东欧地区和我国东北地区上空存在闭合的低压中心, 巴尔喀什湖存在一个高压脊, 因此我国中高纬度地区环流呈西高东低分布。西太副高脊线平均位于 20°N , 较往年接近(李嘉睿和何立富, 2017; 张芳和何立富, 2018; 刘海知和何立富, 2019; 任宏昌和符娇兰, 2020), 冷暖气流主要在长江及其以南地区交汇, 5 月 30 日至 6 月 1 日和 6 月 3 日、9 日分别出现了三次强降水过程, 强降水主体区域主要位于我国江南、华南以及西南地区东部。此外, 受东北冷涡影响, 6 月 2 日, 吉林中东部、辽宁中东部出现暴雨。

6 月中旬(图 5b), 中高纬环流有所调整, 多槽脊分布; 欧洲上空仍为闭合低压, 但位置较上旬偏西,

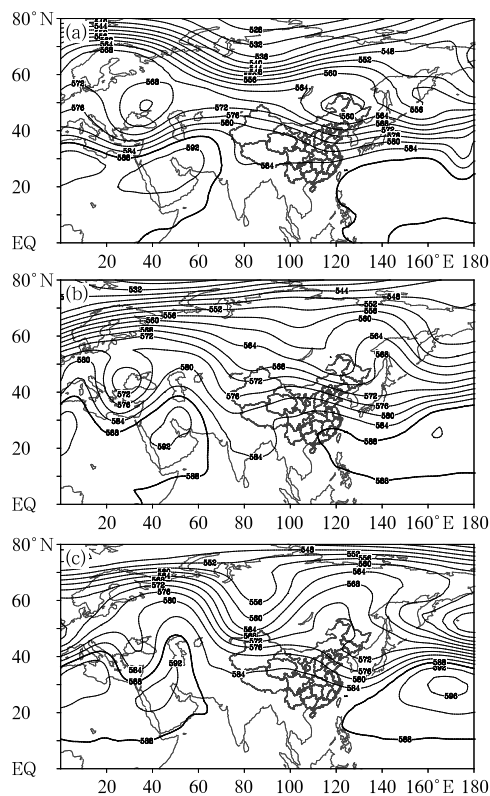


图 5 2021 年 6 月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c)的 500 hPa 平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 The average 500 hPa geopotential heights in the first (a), second (b) and third (c) dekads of June 2021 (unit: dagpm)

里海至乌拉尔山地区为高压脊,较常年略偏强,而中亚至我国新疆地区为低槽区,亚洲中高纬环流经向度相比上旬有所加强,冷空气活动较频繁。此外,西太副高有明显北抬西伸的过程,副高脊线从 20°N 附近北移至 23°N 附近,西脊点从 120°E 附近西伸至 112°E 附近,较常年同期明显偏西(李嘉睿和何立富,2017;张芳和何立富,2018;刘海知和何立富,2019;任宏昌和符娇兰,2020)。受上述环流形势调整影响,我国江南地区、长江中下游地区在 9 日前后先后进入梅雨期,13 日江淮地区也进入梅雨期。先后出现两次强降水过程,较强降水中心有南北摆动,主要降水落区位于长江中下游地区、黄淮南部地区和西北地区东南部。

6 月下旬(图 5c),中高纬经向环流进一步增强,乌拉尔山高压脊相比中旬再次加强,位于西西伯利亚的槽也随之加深,贝加尔湖以东地区受高压脊所控制,我国北方地区环流整体上表现为西低东高型。西太副高较中旬有明显的东退南落,副高脊线从 23°N 附近南落至 15°N 附近,西脊点从 112°E 附近东退至 120°E 附近,随之我国的主雨带也进一步向南调整。在低层切变线以及低空急流共同作用下,我国江南地区、华南地区以及西南地区东部降水增

多,在 6 月 21—23 日和 6 月 27 日至 7 月 1 日出现两次大范围的暴雨过程。而我国华北南部地区、黄淮地区和黄淮地区由于大陆弱高压脊控制,转为高温少雨天气。

3 主要降水过程

3.1 概 况

主雨带位置随着副高的南北摆动出现了一次先北抬后南落的过程,上旬主要集中在我国江南、华南、西南地区;中旬雨带北抬,降水主要发生在长江中下游地区、江淮和黄淮地区、四川盆地;下旬雨带再次南落,主要集中在我国江南地区、华南地区以及西南东部地区。6 月我国暴雨频繁,共出现 8 次暴雨过程(表 1)。其中,6 月 27 日至 7 月 1 日降水过程的降水强度大,影响范围广,持续时间长,影响程度重。此外,6 月 14 日黄淮地区降雨过程较为典型,降水集中且短时降水强。下文将重点分析 14 日黄淮地区和 6 月底江南以及华南地区的两次强降水过程。

表 1 2021 年 6 月主要降水过程
Table 1 Main precipitation events in June 2021

| 降水时段 | 主要影响系统 | 影响区域及降水强度 |
|-------------------|-------------------|--|
| 5 月 30 日至 6 月 1 日 | 华南准静止锋、低层切变线 | 湖南南部、江西南部、福建南部、贵州南部、广东大部、广西中南部出现暴雨,局地有大暴雨 |
| 6 月 2 日 | 东北冷涡 | 吉林中东部、辽宁中东部出现暴雨 |
| 6 月 3 日 | 西南低空急流、低层切变线 | 贵州东北部、湖南西部、江西北部 and 东部、浙江中南部、福建西部、广西南部、广东北部、云南东南部出现暴雨,局地有大暴雨 |
| 6 月 9 日 | 低层切变线 | 贵州中西部出现暴雨,局地有大暴雨 |
| 6 月 14 日 | 低层切变线、低空急流 | 河南东部、安徽北部、山东南部、江苏北部出现暴雨,局地有大暴雨 |
| 6 月 16 日 | 低层切变线 | 四川盆地出现暴雨,局地有大暴雨 |
| 6 月 21—23 日 | 低层切变线、低空急流 | 江西南部、福建大部、广西东部、广东大部出现暴雨,局地有大暴雨 |
| 6 月 27 日至 7 月 1 日 | 低层切变线、低空急流、江淮准静止锋 | 浙江大部、安徽南部、江西大部、福建北部、湖北东部、湖南大部、重庆南部、贵州大部、云南东部、广西大部、广东东部和南部出现暴雨,局地有大暴雨 |

3.2 6 月 14 日黄淮地区暴雨过程

6 月 14 日 08 时至 15 日 08 时,正值我国江淮梅雨期,我国自北向南、自西向东经历了一次大范围的强降水天气过程,其中山东中南部、河南中东部、安徽北部和江苏北部出现大到暴雨,局地有大暴雨。从国家站 24 h 累计降水量分布来看(图 6),共计有 50 多个国家站的降水量超过 50 mm,有 10 个国家

站超过 100 mm,最大降水量出现位置位于河南驻马店市确山县,达到 187.5 mm。

此次降水过程主要发生在 6 月 14 日下午至夜间,主雨带随着低空急流和低层暖湿切变的演变带呈东移南压的走向。从环流形势来看(图 7),500 hPa 存在一个弱的短波槽脊活动,配合低层 850 hPa 的暖式切变是本次降水过程的主要动力条件。从 14 日 14 时环流背景来看(图 7a),西太副高

已经南退到台湾岛以东以南洋面上,500 hPa 环流在我国东部沿海为一个弱高压脊,黄淮西部上游地区存在一个浅槽,低层 850 hPa 上河南、河北和山西三省交界处有一个低涡形成,冷空气和西南暖湿气流在河南北部至江苏北部一带汇合,形成一条明显的暖式切变辐合,整层可降水量达到了 60 mm 以上,

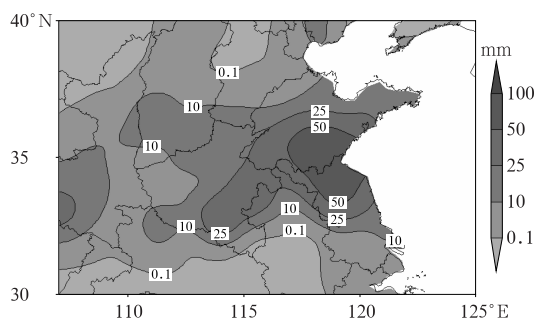


图 6 2021 年 6 月 14 日 08 时至

15 日 8 时累计降水量

Fig. 6 Accumulated precipitation amount from 08:00 BT 14 to 08:00 BT 15 June 2021

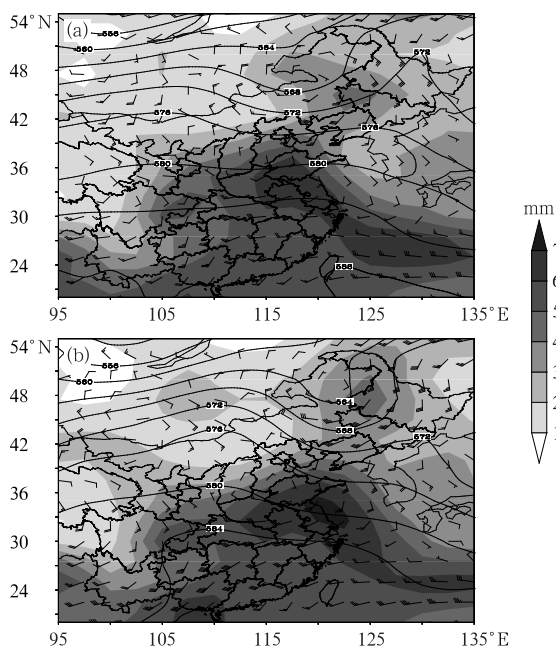


图 7 2021 年 6 月 14 日 14 时(a)和 15 日 02 时(b)

500 hPa 位势高度场(等高线,单位:dagpm),

850 hPa 风场(风羽,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和

整层可降水量(阴影,单位:mm)

Fig. 7 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and precipitable water content of the whole layer (shaded, unit: mm) at 14:00 BT 14 (a) and 02:00 BT 15 (b) June 2021

辐合抬升作用,配合充足的水汽供应,因此该阶段河南中东部到山东中南部一带出现了大到暴雨。15 日 02 时(图 7b),850 hPa 上的低空急流发展东移,在安徽中部和江苏中部达到了 $14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,低涡也东移至河北、河南和山东的交界处,配合急流出口区左侧强气旋性切变,引发较强的天气尺度上升气流,进而触发不稳定能量的释放,产生小尺度的强上升运动,此时在江苏东北部的整层可降水量高达 70 mm 以上,因此在 14 日后半夜主要降水带集中在江苏北部,淮南市涟水县单站 6 h 降水量达到了 81.5 mm。15 日白天,我国东部地区转为 500 hPa 弱高压脊控制,西南气流减弱,不利于强降水的发生,降水过程逐步结束。

3.3 6 月 27 日至 7 月 1 日南方地区暴雨过程

6 月 27 日 08 时至 7 月 2 日 08 时,台风蔷薇在西北太平洋上活动,西太副高位置偏南,我国南方地区经历了一次持续性大范围的强降水天气过程,此次过程的主要降水区域包括了浙江、湖南、广西等 11 个省(自治区)。从国家站累计降水量分布来看(图 8),共计有 390 多个站的降水量超过 100 mm,有 62 个站超过 200 mm。主要集中在江南南部地区以及广西北部地区。此外有 4 个站的累计降水量达到 400 mm 以上,分别出现在福建武夷山(497.5 mm)、广西资源(428.7 mm)、江西乐平(427.4 mm)和浙江开化(423.8 mm)。

此次暴雨过程发生在比较有利的大尺度环流背景下,乌拉尔山高压脊强度偏强,东北亚也为弱高压脊控制,两脊一槽型形势较为稳定,有利于冷空气南下影响我国南方地区;西太副高平均脊线位于 20°N 附近,稳定少动,副高西北侧暖湿的西南气流持续提供了充足的水汽输送条件。南北冷暖空气的对峙在长江中下游和江南地区形成南北略有摆动的梅雨锋,使得此次降水持续时间长、覆盖面广。从 27 日 20 时高空环流场配置来看(图 9a),从云南北部至江浙交界处存在一条很长的暖式切变线,在江南地区的大气整层可降水量基本都在 60 mm 以上,湖北东南和江西西北地区达到 70 mm,因此 27 日的主降水带位于西南地区东部至长江中下游一带。到了 29 日 14 时(图 9b),低空西南急流有所加强,中路和东路偏北气流也有所加强,因此整层可降水量大于 60 mm 区域随之南压,维持在江南的切变线也有所调整,东段暖式切变有所南压,至 28°N 附近,湖南、

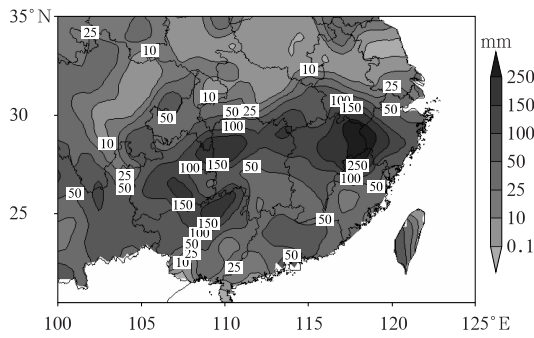


图8 2021年6月27日08时至
7月2日08时累计降水量

Fig. 8 Accumulated precipitation amount from
08:00 BT 27 June to 08:00 BT 2 July 2021

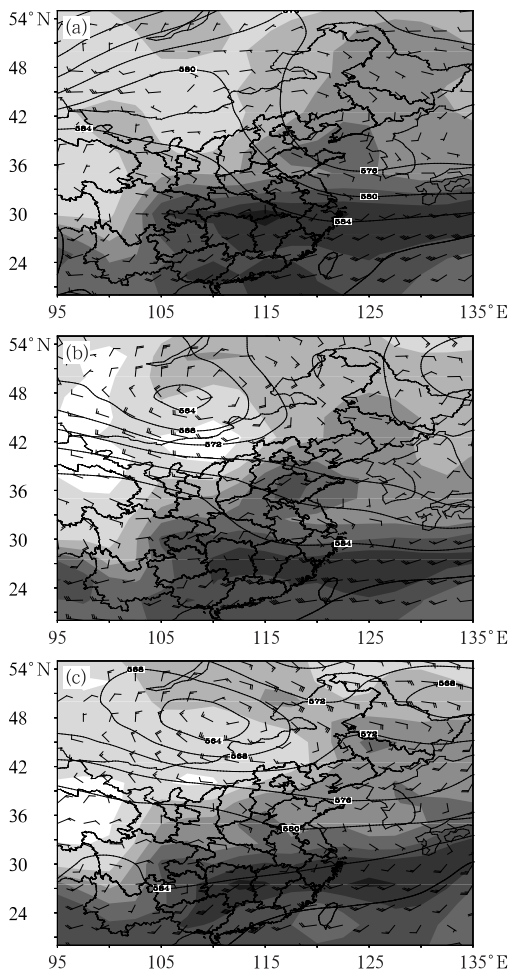


图9 2021年6月27日20时(a),29日14时(b)和
30日20时(c)500 hPa位势高度场(等高线,

单位: dagpm), 850 hPa 风场(风羽,

单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) 和整层可降水量(阴影, 单位: mm)

Fig. 9 The 500 hPa geopotential height (contour,
unit: dagpm), 850 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
and precipitable water content of the whole layer
(shaded, unit: mm) at 20:00 BT 27 (a),
14:00 BT 29 (b) and 20:00 BT 30 (c) June 2021

湖北之间以冷式切变为主,云贵暖式切变维持,因此29日的较强降水主要位于江西北部、浙江南部、四川东南部、贵州中东部、湖南西部以及广西北部。到了30日20时(图9c),副高西伸,低空西南急流达到了 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 整层可降水量大值区(大于60 mm)也随之北抬,其中湖南东部和江西西部的部分地区达到了70 mm以上。与此同时,西南地区上空500 hPa存在一个高空短波槽,低层中东段暖式切变北抬至 31°N 附近,6月30日至7月1日的东部主雨带也随之北抬至江南北部和长江中下游地区。

4 热带气旋活动概况

6月,我国南海及西太平洋台风活跃程度接近历史同期平均水平(1.7个),总共有2个台风生成(表2),月内无台风登陆我国大陆,较常年同期(0.6个)偏少。4号台风小熊前期(12日上午)经过我国海南岛时仅为热带低压级别,穿越海南岛后在12日16时在我国北部湾加强为今年第4号台风小熊,13日07:45前后,“小熊”在越南北部的清化省沿海登陆,登陆时为热带风暴级别,13日14时,因其强度进一步降低,难以确定其环流中心,中央气象台停止对其编号。受“小熊”影响,11—12日,海南岛出现了较强风雨天气,主要集中在海南省东部、中部和南部地区,14个市县雨量超过50 mm,最大降水量为119.3 mm,位于保亭什玲镇。台风蔷薇于6月23日08时在位于关岛西偏北约510 km的洋面上生成,生成时中心最大风力8级($18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),中心气压为1003 hPa。26日08时其强度达到最大,升级为台风级别,中心风速达到 $33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,中心气压达到978 hPa,随后从26日17时强度逐渐减弱,中央气象台于6月27日20时对其停止编号。

5 其他灾害天气

5.1 强对流天气

6月以来,受高空槽和低层切变系统共同作用下,全国共发生10次强对流过程,主要发生在东北、华北和黄淮等地(国家气候中心,2021)。月初,在东北冷涡持续影响下,我国东北、华北、黄淮出现较大范围的强对流天气,发生短时强降水同时伴有雷暴大风和冰雹,1日黑龙江省哈尔滨尚志市、阿城区发

生龙卷事件,造成多名人员伤亡。12—14 日,内蒙古多地遭受风雹灾害,损失较大。25—26 日,内蒙古中部、河北北部、北京、天津北部等地飏线过境,出现雷暴大风和冰雹,最大小时雨量达到 88.4 mm。25 日 14—15 时,内蒙古锡林郭勒盟太仆寺旗与河

北省沽源县交界地区有超级单体生成,并出现龙卷,造成多人死亡。30 日,河北南部、河南北部、山东、苏皖北部出现雷暴大风、冰雹和短时强降水,安徽北部最大小时雨量达 102.6 mm。

表 2 2021 年 6 月西北太平洋和南海热带气旋统计

Table 2 Summary of tropical cyclones generated in Northwest Pacific and South China Sea in June 2021

| 编号 | 命名 | 生成时间/BT | 纬度/°N | 经度/°E | 强度极值/hPa | 风速/(m·s ⁻¹) | 登陆时间和地点 |
|------|----------------|-----------|-------|-------|----------|-------------------------|---|
| 2104 | 小熊 (Koguma) | 12 日 16 时 | 19.0 | 108.4 | 990 | 20 | 13 日 07:45 在在越南北部的清化省沿海登陆,13 日 14 时停止对其编号 |
| 2105 | 蔷琵 (Champi) | 23 日 08 时 | 15.9 | 140.8 | 978 | 33 | 27 日 20 时,在日本东南洋面变性为温带气旋,中央气象台对其停止编号 |

5.2 高 温

受北方高空暖性高压环流形势控制和西太副高影响下,6 月我国中东部出现多次阶段性区域高温天气过程,主要集中在 4—9 日、11—13 日、14—20 日、19—24 日和 26—30 日。其中 4—8 日华北南部、黄淮、江淮及湖北西部、陕西东南部等地出现的高温过程影响范围广、强度强。河南博爱和焦作等多地、河北任县、陕西白河日最高气温超过 40℃。16 个观测站日最高气温达到极端事件标准(国家气候中心,2021)。

5.3 干 旱

6 月上旬和下旬,西南东部和华南出现明显降水过程,前期旱情进一步缓解,但云南西部、四川东南部、重庆南部、贵州北部和西南部等地降水偏少,部分地区干旱持续。上旬,华北地区、东北地区南部、黄淮及甘肃南部等地由于降水持续偏少旱情发生并快速发展,部分地区有中度气象干旱;中旬受明显降水影响,旱情得到一定程度缓解;下旬黄淮西部等地受高温少雨的影响气象干旱再次发展。截止 6 月底,云南西部和东北部、重庆南部、贵州北部、安徽

中部、河南中部、甘肃南部等地依然存在中等及以上程度气象干旱,局部地区达到了特旱。

参考文献

- 国家气候中心,2021. 2021 年 6 月全国气候影响评价[EB/R]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre. [2021-07-06]. Assessment of climate impact over China in June 2021 [EB/R]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).
- 李嘉睿,何立富,2017. 2017 年 6 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 43(9):1160-1164. Li J R, He L F, 2017. Analysis of the June 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 43 (9):1160-1164(in Chinese).
- 张芳,何立富,2018. 2018 年 6 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 44 (9):1237-1244. Zhang F, He L F, 2018. Analysis of the June 2018 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 44 (9):1237-1244(in Chinese).
- 刘海知,何立富,2019. 2019 年 6 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 45(9):1335-1340. Liu H Z, He L F, 2019. Analysis of the June 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 45 (9):1335-1340(in Chinese).
- 任宏昌,符娇兰,2020. 2020 年 6 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 46(9):1254-1260. Ren H C, Fu J L, 2020. Analysis of the June 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 46 (9):1254-1260(in Chinese).