

黄奕武,董林,刘达,等,2022.2021 年 10 月大气环流和天气分析[J].气象,48(1):122-128. Huang Y W, Dong L, Liu D, et al, 2022. Analysis of the October 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 48(1):122-128(in Chinese).

2021 年 10 月大气环流和天气分析*

黄奕武 董林 刘达 陈博宇

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2021 年 10 月北半球大气环流特征主要表现为:极涡主要呈单极型分布,位置偏离北极点靠近西伯利亚;中高纬地区环流呈 5 波型分布,500 hPa 位势高度场在亚洲东北部至东北太平洋一带为负距平,在北美至北极地区为正距平;副热带高压呈狭长带状分布,几乎环绕北半球;西北太平洋副热带高压较近几年同期范围偏小。10 月全国平均降水量为 52.1 mm,较常年同期偏多 45.4%,为 1961 年以来历史同期第四多,且分布不均匀;全国平均气温为 10.7℃,较常年同期偏高 0.4℃。月内有 3 次主要降水过程,2 次中等强度冷空气过程,有 4 个台风和 1 个热带低压生成。其中,3—6 日主要降水过程由东北冷涡、低空急流和低层切变线共同引起,该过程持续时间长,累计雨量且极端性强;另外 2 次主要降水过程分别由 2117 号台风狮子山和 2118 号台风圆规造成,使得我国东南至华南沿海地区出现强降水。

关键词: 大气环流,暴雨,低空急流,切变线,台风

中图分类号: P448,P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2021.120301

Analysis of the October 2021 Atmospheric Circulation and Weather

HUANG Yiwu DONG Lin LIU Da CHEN Boyu

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in October 2021 are as follows. The polar vortex presented a unipolar pattern, with location shifting from the North Polar to Siberia. The circulation at 500 hPa showed a five-wave pattern in middle-high latitudes, with negative anomaly of geopotential height over the region from Northeastern Asia to Northeast Pacific, and positive anomaly over the North America to Arctic region. The subtropical high presented a long and narrow strip shape and almost surrounded the Northern Hemisphere. The Northwest Pacific subtropical high was smaller than those in recent years in the same period. The monthly mean precipitation was 52.1 mm, which is 45.4% more than normal, ranking the top 4th since 1961. Moreover, the distribution of the precipitation was unevenly. The monthly mean temperature was 10.7 °C, 0.4 °C higher than normal. Three heavy rainfall processes and two cold air processes occurred in October, while four typhoons and one tropical depress were generated and developed. Among them the first heavy rainfall process was jointly caused by the northeast cold vortex, the low-level jet and the low-layer shear line, and became a long-term, heavy and extreme rainstorm process with a large amount of accumulated precipitation. Another two heavy rainfall processes were produced by Typhoon Lionlock (No. 2117) and Kompasu (No. 2118), both of which landed on Qionghai City of Hainan Province and brought heavy precipitation to the coastal area of southeastern and southern China.

Key words: atmospheric circulation, torrential rain, low-level jet, shear line, typhoon

* 国家重点研发计划(2018YFC1506402)资助

2021 年 11 月 22 日收稿; 2021 年 12 月 3 日收修定稿

第一作者: 黄奕武,主要从事台风与海洋预报和研究工作. E-mail: huangyiwu@cma.gov.cn

1 天气概况

1.1 降水

2021 年 10 月,全国平均降水量为 52.1 mm,较常年同期偏多 45.4%,为 1961 年以来历史同期第四多。从空间分布看(图 1),降水量分布不均匀,华南沿海、湖南南部、云南南部及山西大部、陕西大部、四川东部、重庆大部降水量在 100 mm 以上,其中广东沿海、广西沿海、海南岛东部、云南南部、四川东部、山西中部及陕西局部降水量超过 200 mm。有 79 个站出现极端连续降水事件,主要分布于山西中部、陕西中部、河北中部、海南等地,其中山西小店(210.2 mm)、山西孝义(241.2 mm)、陕西富县(220.5 mm)、海南临高(480.1 mm)等 16 个站的连续降水量达到历史极值。与常年同期相比(图 2),辽宁东部、河北中部、山西大部、陕西中部、四川东部、青海西部、西藏西部及华南沿海等地偏多 2 倍以

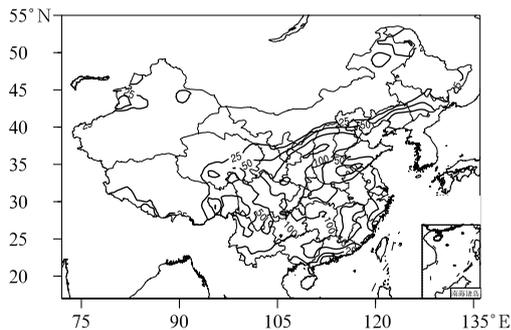


图 1 2021 年 10 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in October 2021 (unit: mm)

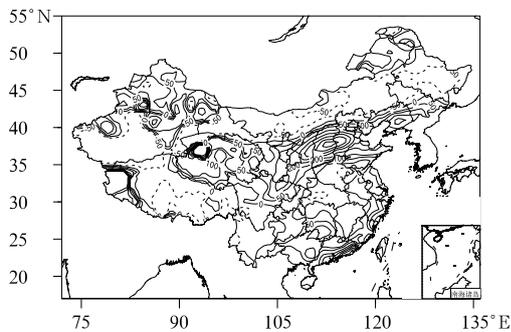


图 2 2021 年 10 月全国降水量距平百分比分布(单位:%)
Fig. 2 Spatial distribution of precipitation anomaly percentage over China in October 2021 (unit: %)

上,其中山西中部、青海西部、西藏西部和广东东部沿海的局部地区甚至偏多 5 倍以上;东北地区中部、内蒙古大部、新疆南部、西藏东南部、黄淮南部、湖北西南部等地偏少 5 成以上。甘肃和山西降水量均为 1961 年以来历史同期最多,海南、河北和辽宁均为历史同期次多(国家气候中心,2021)。青海西部和西藏西部的局部地区较常年平均值偏多,分析与这些地区常年降水平均值较小有关。

1.2 气温

10 月,全国平均气温为 10.7℃,较常年同期(10.3℃)偏高 0.4℃。从空间分布来看(图 3),西藏大部、云南西北部、青海南部、四川西部等地气温偏高 2~4℃;华北东部及新疆大部、广西南部等地气温偏低 1~2℃。青海气温为 1961 年以来历史同期最高,西藏为次高。云南盈江国家观测站出现极端高温事件,最高气温达 36.1℃(国家气候中心,2021)。

2 环流特征与演变

2.1 环流特征

10 月,北半球 500 hPa 月平均位势高度场主要呈单极涡型分布,极涡主体明显偏离北极点,位于西伯利亚以北的拉普捷夫海至白令海峡一带,中心位势高度低于 520 dagpm,与近几年极涡强度相当(聂高臻和高拴柱,2018;曹越男和高拴柱,2019;王慧等,2020;聂高臻和高拴柱,2021)。北半球中高纬西风带呈 5 波型分布,长波槽分别位于北大西洋东部、欧洲南部、中亚、东北亚和东北太平洋,其中北大西

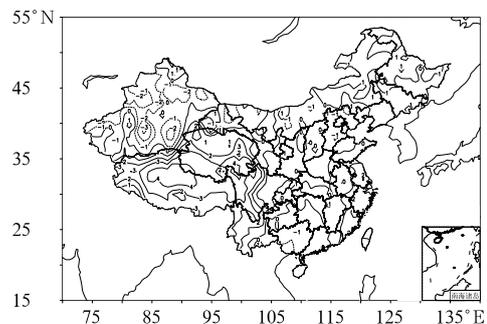


图 3 2021 年 10 月全国平均气温距平分布(单位:℃)
Fig. 3 Spatial distribution of monthly mean temperature anomaly over China in October 2021 (unit: °C)

洋东部大槽后部的北美地区有明显高压脊活动(图 4a)。受极涡和长波槽分布形态影响,亚洲东北部至东北太平洋一带位势高度场呈负距平分布,上述两地各有一个达 -10 dagpm 的负距平中心;而北美至北极地区则出现大范围的正距平区,正距平中心位于北美地区东部,达 24 dagpm (图 4b)。

10 月的副热带高压(以下简称副高)呈狭长的带状,几乎环绕北半球,仅在印度半岛和小笠原群岛附近有断裂。从近几年的同期副高形态来看(聂高臻和高拴柱,2018;曹越男和高拴柱,2019;王慧等,2020;聂高臻和高拴柱,2021),这种超长带状的副高分布形态比较罕见。其中,西北太平洋地区的副高西脊点位于 22°N 、 97°E 附近,相较于近几年同期的副高形态,其范围较小;中北太平洋的副高中心出现在 592 dagpm 以上的位势高度,强度与去年同期相当(聂高臻和高拴柱,2021)。由于副高范围偏小,月内台风活跃,先后有 4 个台风生成,其中台风狮子山和圆规先后登陆我国海南省。

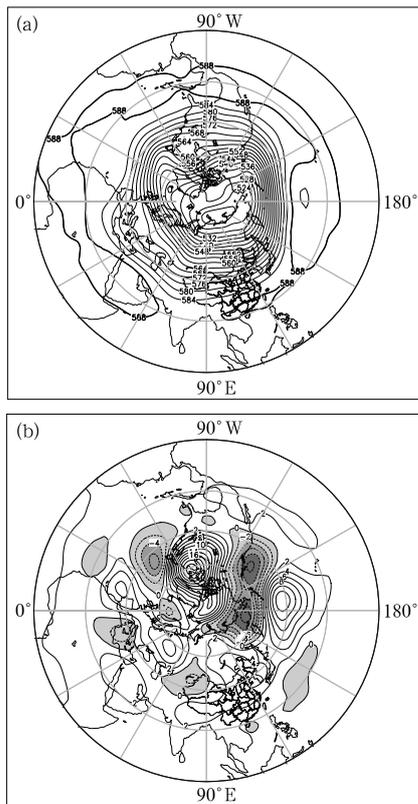


图 4 2021 年 10 月北半球 500 hPa 平均高度场(a)和距平场(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height (a) and its anomaly (b) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in October 2021 (unit: dagpm)

2.2 环流演变与我国天气

图 5 给出了 10 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 平均位势高度场的演变。10 月上旬(图 5a),欧洲地区的环流呈阻塞高压形态,高压前的大槽位于西西伯利亚,从高纬地区不断地输送冷空气,由新疆进入,自西向东影响我国。东亚中高纬西风带比较平直,而我国淮河以南为副高所控制,暖湿气流沿副高西北侧向北输送,与冷空气交汇在我国中西部地区和东北地区,造成旬内的一次区域性暴雨过程。旬内的另一次降水过程是由副高西南侧的偏东气流和台风狮子山共同影响所致。

10 月中旬(图 5b),欧洲地区的阻塞高压崩溃消散,整个欧亚地区高纬环流形势呈“两槽一脊”型;而中亚地区位置有另一弱槽发展,使中纬地区呈“三槽两脊”的环流形势。在这种环流形势下,只有高纬地区的脊前西北气流能形成较明显的冷平流,冷空气从东路南下,影响我国东北地区和华北的偏东部地区。另一方面,副高覆盖我国长江以南大部,西脊点

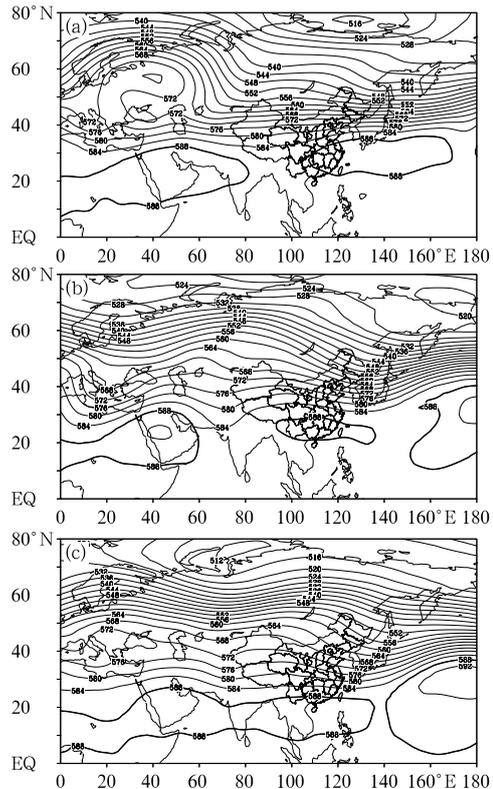


图 5 2021 年 10 月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c) 500 hPa 位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 The 500 hPa geopotential height in the first (a), second (b) and third (c) decades in October 2021 (unit: dagpm)

西延至 93°E,与青藏高原形成天然屏障,阻碍暖湿气流进入我国。两方面的共同影响,不利于大范围降水的发生。旬内唯一一次明显降水过程是由沿副高南沿西行并登陆海南的台风圆规造成。

10 月下旬(图 5c),欧亚地区中高纬环流的经向分量相对于上、中旬明显减小。欧洲地区以弱脊形势为主,西西伯利亚至中亚一带呈不连贯的弱槽形势。东亚大槽略有东移并且强度减弱,但中纬度锋区有整体南压的趋势,槽底由中旬的 30°N 附近向南推进至 25°N 附近,我国大部分地区位于槽后脊前,西非至印度洋一带的副高与我国南侧的副高合并,形成狭长的带状副高。这种环流形势不利于冷暖空气交汇,使得旬内我国没有出现明显的系统性

降水过程,只有小股弱冷空气活动。

3 主要降水过程

3.1 概况

2021 年 10 月,受高空冷涡、低层切变线和台风的共同影响,发生了 3 次主要降水过程。其中 3—6 日的区域降水过程主要由冷暖空气在长江以北地区交汇引起;8—10 日和 12—14 日降水过程则由台风和低空偏东急流引起,主要发生在华南及东南沿海。降水过程的主要影响系统、具体影响区域和降水强度见表 1。

表 1 2021 年 10 月主要降水过程

Table 1 Main precipitation events in October 2021

时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
3—6 日	东北冷涡、低空急流、低层切变线、西南涡	吉林南部、辽宁东部、河北南部、山东北部、山西中部、陕西中部、四川东部、重庆出现暴雨,局地大暴雨
8—10 日	台风、低空偏东急流	广东南部、海南、广西西南部出现暴雨到大暴雨,局地特大暴雨
12—14 日	台风	浙江东部、福建沿海、广东沿海、海南出现暴雨,局地大暴雨

3.2 10 月 3—6 日降水过程分析

3—6 日,四川盆地、西北地区东部至东北南部、华北、黄淮北部一带出现一次区域暴雨过程。此次过程持续时间长,累计雨量大,极端性强。期间,四川盆地北部、甘肃东部、陕西中部和西南部、山西中部、河北中部、天津中部、河南北部、山东北部、辽宁中东部、吉林东南部等地累计降水量为 100~250 mm,四川广元和巴中、陕西汉中、辽宁丹东和本溪局地累计降水量达 300~400 mm,四川巴中南江县局地达 487 mm。有 155 个国家观测站日降水量突破当地 10 月极值。

3 日 08 时,东北地区有冷涡活动,涡后有大范围冷平流从西伯利亚穿过蒙古国直达我国内蒙古至新疆一带;黄河以南有一个风速超过 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的低空急流从贵州、湖南一带推进至东北南部,带来大量水汽;冷暖气团在我国中西部地区和东北地区交汇,形成一条呈东北—西南走向的低层切变线,3 日夜间,在四川盆地东部至陕西东南部的切变线上有低涡发展加强,给上述地区带来强降水(图 6)。东北冷涡在西风带作用下向东快速移出东北,东北南

部及黄淮北部的强降水结束,但冷涡后部的冷平流区和冷涡南侧的暖湿低空急流所形成的切变线仍维持了较长时间并有小幅度的南北摆动,4 日后主雨区转移至华北南部、西北地区东部及四川盆地一带。随着冷、暖平流减弱,5 日低层切变线逐渐消散,强降水过程结束。

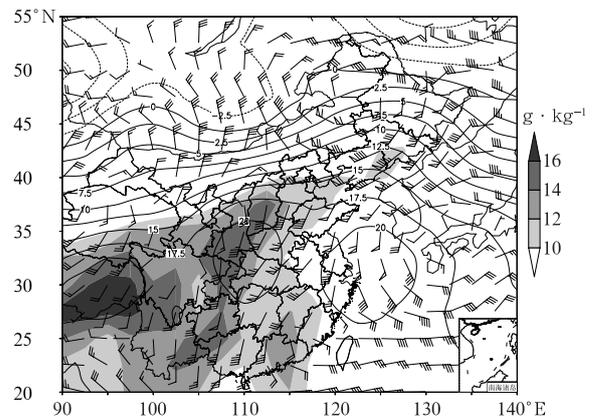


图 6 2021 年 10 月 3 日 08 时的 850 hPa 风场、温度(等值线,单位:°C)和比湿(阴影)

Fig. 6 The 850 hPa wind, temperature (contour, unit: °C) and specific humidity (shaded) at 08:00 BT 3 October 2021

4 冷空气过程

10月全国主要有2次中等强度的冷空气过程。6—11日,新疆、甘肃、内蒙古、江苏出现 $10\sim 13^{\circ}\text{C}$ 的降温,华北平原地区、华中、黄淮、江淮、江南等地降温 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$;12—17日,东北地区北部出现 $10\sim 14^{\circ}\text{C}$ 的降温,内蒙古东部、东北地区南部、华北平原地区、山东北部、浙江等地降温 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,西北、黄淮、江淮、江南等地降温 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。

6—11日的冷空气过程影响范围广、时间长。6日08时,新疆西北侧500 hPa有一个横槽发展并有切断低涡,低涡中心位势高度值低于544 dagpm,在温度场上伴随着一个中心温度低于 -32°C 的冷堆(图7a)。之后该低涡低槽逐渐向东移动,引导冷空气从新疆北部东移并渗透南下,自西向东、自北向南影响我国大部分地区。至10日08时,低涡低槽东移至我国东北地区,东北亚有冷空气补充,导致低涡低槽加强,冷空气渗透南下(图7b),降温区自北向南扩散,引发我国大范围地区的降温。此时新疆西侧有低涡低槽新生发展,但强度较弱,后期在东移过程中与从西伯利亚南下的冷空气合并,给我国带来第二次冷空气过程。

5 热带气旋活动

5.1 概况

10月,南海及西北太平洋共有4个台风生成(表2,图8),生成个数与常年同期(3.8个)基本持平。其中,台风狮子山和圆规先后在同一点(海南省琼海市)登陆,登陆台风数较常年同期(0.6个)偏多1.4个。另外,9月23日生成的第16号台风蒲公英在远海活动至10月2日,最终在日本以东洋面变性为温带气旋。台风南川、玛瑙和蒲公英对我国无影响。24—27日,南海南部有一热带低压生成后向偏西方向移动,27日在越南庆和省沿海登陆,

之后很快在越南境内减弱消散。

5.2 2117号台风狮子山

6日,南海中西部海域有热带扰动发展为热带低压。热带低压向西北转偏北方向缓慢移动,强度缓慢加强。8日该低压加强为热带风暴级,被编号为2117号台风并被命名为狮子山,之后向海南东部沿岸靠近,于8日22:50前后在海南省琼海市登陆,登陆时中心附近最大风力达8级($20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),中心最低气压为990 hPa。登陆后,“狮子山”穿过海南岛北部后进入琼州海峡,然后转向偏西方向移动进

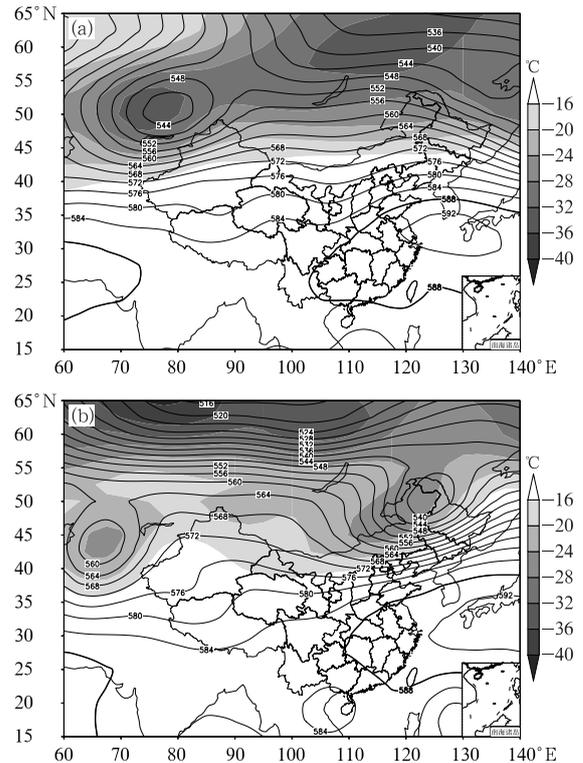


图7 2021年10月6日08时(a)和10日08时(b)的500 hPa高度场(等值线,单位:dagpm)和温度场(阴影)

Fig. 7 The 850 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm) and temperature (shaded) at 08:00 BT 6 (a) and 08:00 BT 10 (b) October 2021

表2 2021年10月西北太平洋和南海台风生成简表

Table 2 Tropical cyclones generated over Northwest Pacific and South China Sea in October 2021

编号	台风名称	生成时间及位置			强度极值	
		时间/BT	纬度/($^{\circ}\text{N}$)	经度/($^{\circ}\text{E}$)	气压/hPa	风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
2117	狮子山(Lionlock)	8日05时	17.5	111.3	990	20
2118	圆规(Kompasu)	8日17时	13.8	131.4	968	35
2119	南川(Namtheun)	10日11时	17.0	160.3	995	20
2120	玛瑙(Malou)	25日14时	17.8	139.2	960	40

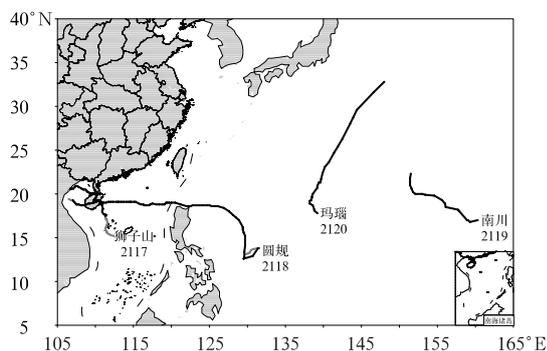


图 8 南海和西北太平洋 2021 年 10 月生成台风路径

Fig. 8 Tracks of typhoons generated over South China Sea and Northwest Pacific in October 2021

入北部湾,强度维持,10 日下午在越南北部沿海再次登陆,登陆后迅速减弱消散。

“狮子山”虽然强度不强,但移动速度慢。从近海生成至穿过海南岛到登陆越南,其生命史接近 60 h,平均移速仅为 $5\sim 10\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。由于该台风移动速度慢且其云系与副高南侧的偏东低空急流辐合带云系相连,云系在华南地区上空维持时间较长。在“狮子山”和低空急流的共同影响下,8 日 08 时至 11 日 08 时,广东中西部、广西南部、海南岛中北部等地累计降水量达 $200\sim 400\text{ mm}$,海南临高、昌江和白沙、广东中山和珠海、广西防城港等局地达 $450\sim 557\text{ mm}$ 。

5.3 2118 号台风圆规

2118 号台风圆规于 8 日在菲律宾以东洋面生成,先在原地回旋打转,然后向偏北方向移动,10 日逐渐转为偏西方向移动,穿过巴士海峡后于 12 日早晨进入南海,之后一路西行,强度逐渐加强,13 日加强为台风级,13 日 15:40 前后在海南省琼海市沿海登陆,登陆时中心附近最大风力达 12 级 ($33\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),中心最低气压为 975 hPa ,之后穿过海南岛进入北部湾,14 日晚上在北部湾西部减弱消散。

台风圆规体积较大,从巴士海峡进入南海后,与渗透南下的冷空气结合,导致其外围云系南北跨度接近 3000 km (图 9),较为罕见。但是,其云系松散、水汽输送不集中,且南下的冷空气在低层形成冷垫,导致台风北侧的对流强度减弱。这些因素导致“圆规”的降水在我国大陆的影响范围也主要局限于沿海地区。另一方面,“圆规”在南海北部的移动速度较快,移速一直保持在 $20\sim 30\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,云系对沿海各地区的影响持续时间均不长,因而其在华南

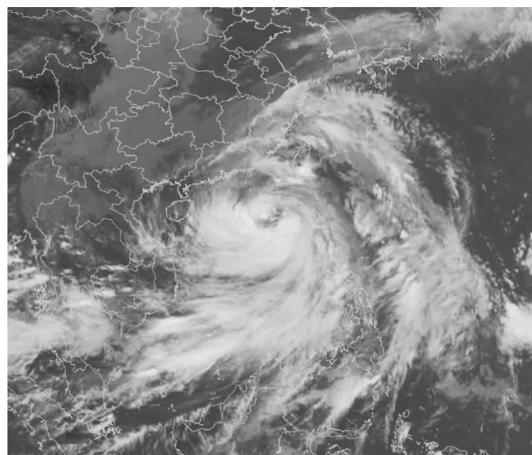


图 9 2021 年 10 月 12 日 14 时 FY-4A 红外云图

Fig. 9 The infrared image of FY-4A at 14:00 BT 12 October 2021

沿海的过程降水量极值反而不如强度弱得多但移动缓慢的“狮子山”。在“圆规”影响下,11 日 08 时至 14 日 20 时,广东沿海、广西南部、海南中南部及台湾等地累计降水量为 $100\sim 250\text{ mm}$,海南琼中局地达 328 mm ;浙江东部、福建东北部和中部等地累计降水量为 $100\sim 300\text{ mm}$,浙江温州和台州、福建宁德局地达 $400\sim 490\text{ mm}$;台湾东部达 $300\sim 800\text{ mm}$ 。

6 其他极端天气

6.1 干旱

受副高控制,我国南方地区 8 月以来以高温少雨天气为主,8 月中旬之后再次出现的华南气象干旱,至 10 月上旬发展至华南大部、江南中南部及云南北部等地。8 日,桂粤闽滇赣湘六省(自治区)气象干旱面积达 45.6 万 km^2 ,其中重旱面积达 5.7 万 km^2 ,特旱面积达 0.2 万 km^2 。之后受降水影响气象干旱逐渐缓解。10 月 31 日,仅江西南部局部地区存在中旱(国家气候中心,2021)。

6.2 高温

10 月上旬,南方地区出现一次高温过程,平均高温日数为 0.96 d ,为 1961 年以来历史同期最多。浙江、江苏、湖南、贵州、云南、广东、重庆、江西、上海、四川、广西和安徽等 12 个省(直辖市、自治区)平均高温创历史新纪录。江南和华南大部等地高温影响面积达 116 万 km^2 (国家气候中心,2021)。

致谢:感谢国家气象中心张永恒提供的降水量、降水距平、温度距平资料以及相关过程参考材料。

参考文献

- 曹越男,高拴柱,2019.2018年10月大气环流和天气分析[J].气象,45(1):135-140. Cao Y N, Gao S Z, 2019. Analysis of the October 2018 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 45(1):135-140(in Chinese).
- 国家气候中心,2021.2021年10月中国气候影响评价[R/OL]. http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Center, 2021. Impact Assessment of October 2021 in China[R/OL]. http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chi-

- nese).
- 聂高臻,高拴柱,2018.2017年10月大气环流和天气分析[J].气象,44(1):206-212. Nie G Z, Gao S Z, 2018. Analysis of the October 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 44(1):206-212(in Chinese).
- 聂高臻,高拴柱,2021.2020年10月大气环流和天气分析[J].气象,47(1):127-132. Nie G Z, Gao S Z, 2021. Analysis of the October 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 47(1):127-132(in Chinese).
- 王慧,高拴柱,曹越男,2020.2019年10月大气环流和天气分析[J].气象,46(1):138-144. Wang H, Gao S Z, Cao Y N, 2020. Analysis of the October 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 46(1):138-144(in Chinese).

(本文责编:何晓欢)



《中国重大干旱事件分析(1961—2020年)》

邹旭凯等编著

该书利用新构建的气象干旱指数(DI)和区域性干旱过程的统计方法,使用1961—2020年中国国家级气象观测站逐日平均气温和降水量资料,计算了历年中国区域性干旱事件的气象干旱指数及其强度,并对区域性重大干旱事件的发展演变特征和影响进行了较为详细的分析。主要内容包括:1961—2020年中国区域性干旱事件的频率、强度的时空分布和变化特征分析,1961—2020年最强前20名的全国区域性重大干旱事件和2001—2020年逐年的全国区域性干旱事件的气象条件、干旱强度和范围的发展演变情况及干旱影响评估,还给出了1961—2020年中国31个各省(自治区、直辖市)的区域性干旱过程的历年变化。该书可以为气象、农业、水利和环境等领域的科研与业务人员提供基础资料信息,也可为干旱灾害防御有关部门提供决策参考。

16开 定价:90.00元

《生态气象学》

冯兆忠等著

该书基于生态气象学的概念和内涵,依据逻辑结构和知识体系,包括四个方面的内容:生态气象学概论、气象因子及其生态系统效应、大气化学成分与陆地生态系统的关系、生态气象的监测技术与应用。重点论述了气象因子(辐射、温度、水、风)的基本概念及其对生态系统结构和功能的影响,吸纳了大气化学成分变化(CO₂、O₃、酸沉降和气溶胶)及其生态效应的最新研究成果,并全面阐述了生态气象监测技术(涡度相关法、通量梯度法和遥感技术)的原理及其应用。每

章都精心设计了复习思考题,部分题目由编者观测试验或学术成果构思而成,可作为课程的开放型研究性课题,让读者把握相关研究动态与前沿,开展充分的学术讨论,有利于培养学生的学 习、实践和创新能力。该书可作为生态学、气象学和环境科学等相关专业的本科生或研究生的课程教材,也可供气象、地理、生态、环境、水文、海洋或其他相关专业、行业的科研、教学和业务人员参考。

16开 定价:48.00元

《华中区域气候变化评估报告:2020》

刘敏等编著

华中区域包括河南省、湖北省、湖南省,是我国重要的粮食生产基地,水资源丰富,河流、湖泊、水库和湿地众多。该区域是气候变化影响的敏感区和脆弱区,暴雨、干旱、高温等气象灾害发生频繁,对粮食安全、生态安全、能源安全、公共卫生安全等构成严重威胁。中国气象局作为基础性科技支撑部门,于2017年启动了《华中区域气候变化评估报告:2020》的编制工作,在华中区域三省气候中心多位专家的共同努力下,历时三年完成了报告的编制。报告分为科学基础篇和专题评估篇共9章,分析了华中区域气候变化的基本事实和未来趋势,评估了气候变化对农业、重大水利工程营运、湖泊湿地生态和城市气候风险的影响,提出了应对策略和措施选择,以供区域各级政府以及相关行业决策部门在制定适应气候变化战略和措施时参考,也可供气象、农业、林业、水利、规划等领域的科技人员和关心区域气候与环境问题的广大读者参考使用。

16开 定价:70.00元

气象出版社网址:<http://www.qxcbs.com>, E-mail:qxcbs@cma.gov.cn

联系电话:010-68408042(发行部), 010-68407021(读者服务部)

传真:010-62176428