

关良,张涛,刘自牧,2020.2020年4月大气环流和天气分析[J].气象,46(7):994-1000. Guan L,Zhang T,Liu Z M,2020. Analysis of the April 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,46(7):994-1000(in Chinese).

2020 年 4 月大气环流和天气分析 *

关 良 张 涛 刘自牧

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2020 年 4 月大气环流呈单极型分布,中高纬环流为三波型,西太平洋副热带高压强度与常年相当,南支槽较常年偏弱。4 月全国平均气温为 11.2℃,接近常年同期,全国共有 18 个站日降温幅度达到极端事件标准。全国降水量为 33.7 mm,较常年同期(45.1 mm)偏少 25.3%。月内共出现 2 次主要冷空气过程,4 次大范围降雨过程;云南气象干旱缓解,长江以北多地气象干旱发展;北方地区出现 1 次沙尘暴天气,较常年同期明显偏少。

关键词: 大气环流,冷空气,暴雨,干旱,沙尘

中图分类号: P448,P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2020.07.011

Analysis of the April 2020 Atmospheric Circulation and Weather

GUAN Liang ZHANG Tao LIU Zimu

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in April 2020 are as follows. There was one polar vortex center in the Northern Hemisphere, the 500 hPa geopotential height presented the distribution of a three-wave pattern in the high latitude of Northern Hemisphere. The strength of Western Pacific subtropical high was closed to that in normal years, but the south branch though was a little weaker. The monthly mean temperature was 11.2℃, closed to normal, and a total of 18 stations across the country measured the sharp drop in temperature, which reached the standard of extreme events. The monthly mean precipitation amount was 33.7 mm, 25.3% less than in normal period (45.1 mm). Two cold air processes and four rainfall processes occurred in China this month. The meteorological drought condition in Yunnan Province got alleviated, but continued in many areas north of the Yangtze River. Only one sand-dust event happened in the northern part of China, significantly less than in normal period.

Key words: atmospheric circulation, cold air, heavy rain, drought, sand-dust

引 言

2020 年 4 月主要气候要素为:全国平均气温为 11.2℃,较常年同期(11.0℃)偏高 0.2℃,虽然 4 月全国平均气温与常年基本持平,但除新疆和内蒙古继续偏暖外,其他大部地区较常年略偏冷,对比 3 月气温转折显著,冷空气活跃,北方大风天气较多;华

南前汛期开始(常年 4 月),南方作为我国主要降水区降水显著偏少,全国平均降水量仅为 33.7 mm,较常年同期(45.1 mm)偏少 25.3%。我国出现 3 次一般性冷空气过程,4 次大范围降雨过程,南方多地遭受暴雨洪涝,云南气象干旱缓解,长江以北多地气象干旱发展;北方地区出现 1 次沙尘暴天气,较常年同期明显偏少;多地遭受风雹袭击,部分地区受灾较重(国家气候中心,2020a;2020b)。

* 国家重点研发计划(2018YFC1507506)资助

2020 年 5 月 29 日收稿; 2020 年 6 月 18 日收修定稿

第一作者:关良,主要从事强对流预报工作. E-mail:guanl@cma.gov.cn

1 天气概况

1.1 降水

4月,全国平均降水量为33.7 mm,较常年同期(45.1 mm)偏少25.3%,为1961年以来第三低值。其中,降水量最多的广东为132.8 mm,最少的宁夏为5.8 mm。从空间分布看,呈西北—东南阶梯递增分布,除江淮南部、江汉南部、江南、华南、西南东部和南部等地降水量在50~200 mm,全国其余大部不足50 mm,其中新疆中部和东部、甘肃西北部、青海北部、西藏西部、内蒙古中部、西部和东北部等地部分地区不足10 mm,最多降水区域为江南中南部到华南,均超过100 mm,其中广东北部降水量最大(图1)。

与常年同期相比,除内蒙古东南部、黑龙江中部部分地区、青海南部、西藏大部、四川西北部、云南大部等地降水量偏多2成以上外,全国其余大部地区接近常年或偏少,其中黄淮南部、江南东部及新疆中部和东部、甘肃中部和西部、内蒙古中部、西部和东北部、江西中部等地偏少5~8成,新疆东部、甘肃西北部、内蒙古西部等地偏少8成以上。华南地区已进入前汛期,降水最多,但与常年相比偏少3~5成,加之江南地区也显著偏少,是全国平均降水显著偏少的主要原因(图2)。

1.2 气温

2020年4月,全国平均气温为11.2℃,接近常年同期(11.0℃)。西北中部和西部、东北北部及内蒙古大部等地气温较常年同期偏高0.5~2℃,局部

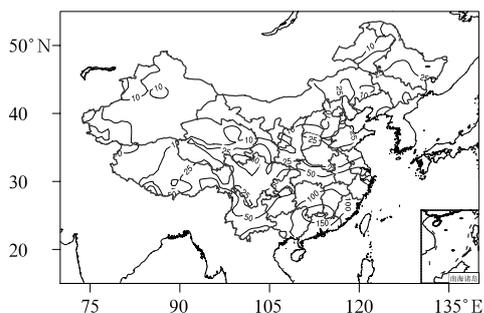


图1 2020年4月全国降水量分布(单位:mm)

Fig.1 Distribution of precipitation over China in April 2020 (unit: mm)

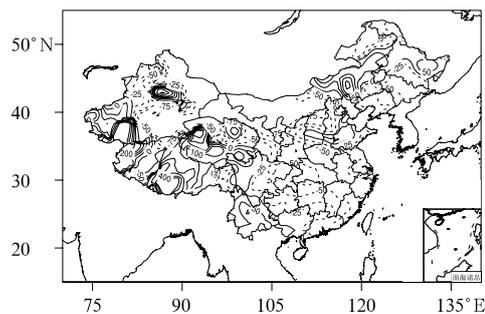


图2 2020年4月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig.2 Spatial distribution of anomaly percentage of precipitation over China in April 2020 (unit: %)

偏高2℃以上;全国其余大部地区气温偏低,西北东南部、东北东南部、江汉西部、江南南部和西部、华南、西南大部等地气温偏低0.5~2℃,华南中部和西部等地偏低2~4℃。相较于3月的全国气温显著偏高,4月转冷特点明显,冷空气活跃,全国共有18个站日降温幅度达到极端事件标准,其中吉林洮南(15℃)和乾安(13.2℃),以及北京石景山(10.4℃)3个站日降温幅度达到或突破历史极值(图3)。

2 环流特征和演变

2.1 环流特征

2020年4月北半球500 hPa平均高度场及距平场水平分布(图4)表明,4月北半球环流形势有以下特点。

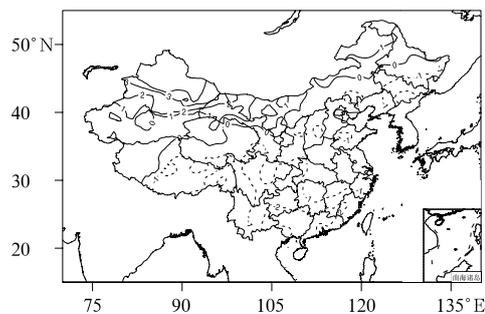


图3 2020年4月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig.3 Distribution of monthly mean temperature anomaly in April 2020 (unit: °C)

2.1.1 极涡呈单极型分布

4月北半球极涡呈单极型分布(图4a),略偏向东西伯利亚海一侧,中心强度低于508 dagpm,与负距平中心相对应,距平值低于-8 dagpm,极涡显著偏强。

2.1.2 中高纬度呈三波型,副热带高压与常年相当

2020年4月,北半球中高纬度500 hPa位势高度呈三波型分布,北美槽较常年略偏东。欧洲槽偏东位于东欧且显著偏强(对应12 dagpm的负距平区)偏深,东亚槽略偏东偏深。欧亚大陆地区中高纬的“两槽一脊”型环流较常年经向度偏大。中高纬度地区经向环流的特点以及常年乌拉尔山脊位置显著东移,导致影响我国的冷空气活跃,且路径偏东,冬季风偏强。因此本月与全国同期气温相比,除西北部以外均出现1℃左右的负异常,华南部分地区偏低达到2℃,降水量也较常年偏少,出现不同程度的

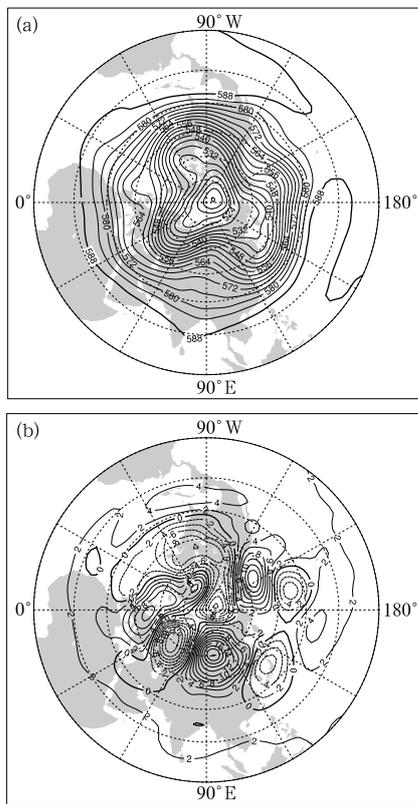


图4 2020年4月北半球500 hPa平均高度场(a)和距平场(b)(单位:dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height (a) and monthly geopotential height anomaly (b) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in April 2020 (unit: dagpm)

气象干旱,西北地区大部、内蒙古中部、西部和和东北部、华北西北部、黄淮西部和南部、江淮大部降水偏少5~8成,造成我国北方和东部地区多大风天气。

低纬地区,副热带高压(以下简称副高)接近常年同期;南支槽在月平均场表现不明显,相对于常年偏弱,约有0~2 dagpm的正距平;副高北界维持在20°N左右,受东亚大槽与副高的共同影响,我国江南、华南以及西南地区月内出现4次暴雨过程。

2.2 环流演变与我国天气

图5表示4月上、中、下旬欧亚地区500 hPa平均位势高度场。4月上旬(图5a)欧亚大陆中高纬为“两槽一脊”型,东半球极涡控制欧亚大陆以北海域,60°N以北地区等高线平直,以南出现明显的槽脊波动,两槽分别为欧洲槽和东亚槽,脊为乌拉尔山脊,乌拉尔山脊显著偏东控制我国西北地区,东亚槽偏强,径向度偏大,以致我国中纬度环流呈现西高东低形式。新疆北部呈一弱脊,东部沿海一带位于东亚大槽前部,东北地区环流呈径向波动,利于冷空气活动,并持续影响我国,基础温度低,因此达标降温幅度的冷空气次数统计较少(2次),9—12日,较强冷空气自西向东、自北向南影响我国大部地区,普遍出现4~8℃的降温,局地12℃以上,并伴有大风和沙尘天气。南方地区,副高位置偏南,北界位于20°N以南,受北方南下冷空气和低层暖湿气流共同影响,4月上旬我国南方出现暴雨强降水过程,2—6日,湖南中南部、江西中南部、福建西南部、广东、广西大部、海南岛东部累计降水量超过50 mm,湖南南部、江西南部、广西东部、广东北部和西部、海南岛东部沿海累计降水量超过100 mm,湖南永州、郴州和海南文昌、万宁等地局地达200~284 mm。

4月中旬(图5b),欧亚大陆中高纬环流形势为“两脊一槽”型,较上月形势有所不同,极涡位置东移至位于东西伯利亚海附近,60°N以北高纬度地区较上月环流变化明显,原位于里海附近的槽加深西移,控制整个欧洲大陆。乌拉尔山脊较上月明显西移但较常年仍然偏东,并向北伸展至泰梅尔半岛,其南部控制我国新疆地区。东亚槽减弱成阶梯短波槽活跃的形势,间歇性控制我国东北地区,冷空气活动不如上下旬剧烈但很频繁。我国中旬的环流形势依然西高东低,相比上月冷空气路径更偏西,引导冷空气南下的同时,也伴随着影响我国大部分地区的大风天气和南方的暴雨过程,17—18日,陕西东南部、四川

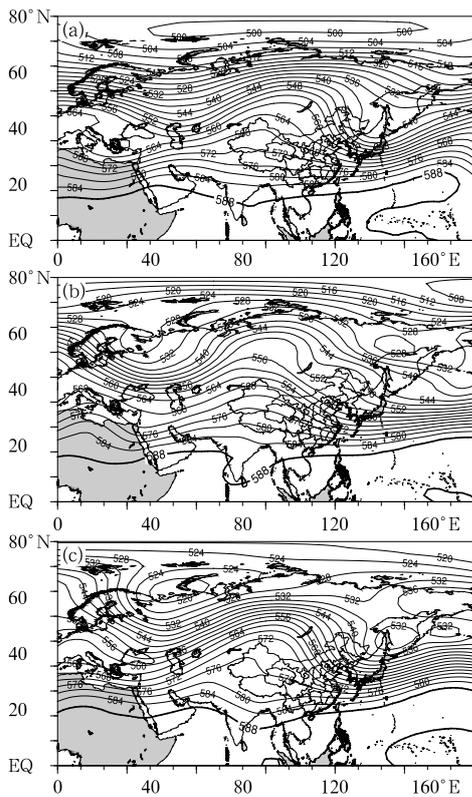


图 5 2020 年 4 月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c) 500 hPa 平均位势高度场(单位:dagpm)
Fig. 5 The average geopotential height at 500 hPa for the first (a), second (b), and third (c) dakads in April 2020 (unit: dagpm)

东北部、重庆、湖北、湖南北部、江西北部、安徽南部、江苏南部、浙江西部及贵州西南部、广西西北部等地累计降雨 30~80 mm,四川达州、重庆巴南、江西宜春和鄱阳等局地 100~176 mm。

4 月下旬(图 5c),欧亚大陆中高纬环流形势仍维持“两槽一脊”型,极涡分裂出新地岛南部的低压中心,中高纬度槽脊波动明显,我国环流形势与上月类似,东亚槽加深发展,径向度增强,造成中旬末期

19—22 日北方大部地区冷空气过程,部分地区降温幅度达到 16℃ 以上;乌拉尔山脊加强东移,控制我国西北部大部分地区,东北地区环流径向性加强,副高北抬至 20°N 以北,其外围有利于暖湿气流输送,有利于我国华南地区降水。受南支槽影响,20—24 日,江南、华南自北向南出现较强降雨天气过程,湖北东南部、湖南中部、江西北部 and 南部局地、浙江中南部、福建、广东北部和西部、广西中南部、云南东南部等地累计降水量为 50~80 mm,江西赣州、广东西南部、广西南部、云南东南部等局地在 100~160 mm。

3 冷空气和沙尘天气

3.1 冷空气过程

2020 年 4 月,虽然影响我国的冷空气整体势力较强,但统计的主要冷空气过程仅有 2 次(表 1),少于去年同期(4 次)(国家气候中心,2019;周晓敏和张涛,2019),这主要是因为多数时间内东亚槽偏深且维持时间较长,导致基础气温偏低,冷空气活动以频繁补充南下为主要特点,大幅降温的过程次数偏少。其中 19—22 日,较强冷空气再次影响我国大部分地区,造成内蒙古东北部、黑龙江西部和东北部等地出现大到暴雪,局地大暴雪。

3.2 4 月 19—22 日冷空气过程分析

4 月 19—22 日为一次影响强冷空气过程,本次过程造成我国北方大部分地区出现降温、大风、沙尘等天气的同时也伴随大范围的雨雪天气。东北地区和华北北部出现明显雨雪天气,内蒙古东北部、黑龙江西部和东北部等地出现大到暴雪,局地大暴雪;期间,内蒙古东北部、黑龙江西部和北部、吉林西部等地最大积雪深度在 3~12 cm,内蒙古呼伦贝尔、黑龙江齐齐哈尔和黑河局地达 15~25 cm,内蒙古扎

表 1 2020 年 4 月主要冷空气过程

Table 1 Main cold surge processes in April 2020

影响时段	冷空气强度	影响区域	过程影响概述
9—12 日	全国性中等强度冷空气	南方大部地区	西北地区西南部和东部、江汉西部和东部、西南地区东部、江淮中西部、江南中部和西部、华南等地普遍出现 5~10℃ 降温,局部超过 10℃;黄土高原大部和山东中南部局部果区出现 0℃ 以下霜冻天气,其中山西中部、陕西中北部和甘肃东部最低气温降至 -2℃,局地降至 -4℃ 以下
19—22 日	全国性强冷空气	全国大部地区	内蒙古中东部、东北地区、华北、西北地区东部至江南、华南相继出现 6~12℃ 的降温,部分地区降幅达 16℃ 以上;华北和东北出现持续大风天气,最大阵风普遍为 8~10 级,内蒙古东南部、河北西北部、北京中部、辽宁中部等局地达 11~12 级

兰屯达 43 cm,黑龙江嫩江为 30 cm,东北大部、内蒙古东部累计降水量普遍在 5~25 mm。

冷空气过程初期(图 6a),19 日 08 时欧亚中高纬度 500 hPa 呈“两槽一脊”型,乌拉尔山至阿尔泰山脉为高压脊控制,乌拉尔山脊发展强盛,并达到 70°N 以上,脊线呈径向,略微向东倾斜,两槽分别位于欧洲大陆和亚洲东部地区(以下简称东亚槽)。东亚槽低涡中心位于鄂霍次克海北部,中心强度低于 516 dagpm,对应有一 40℃ 的冷中心,并逐渐东移,同时脊线向东倾斜,贝加尔湖附近槽区纬向梯度增大,强盛的西北气流造成华北和东北地区出现持续大风天气。20 日 20 时(图 6b),东亚槽加深南压,发展出切断低涡控制我国东北地区,中心强度低于 528 dagpm, -40℃ 冷中心位于低涡西北方向,槽后冷平流势力强大,槽区南部径向梯度增大;850 hPa 强冷平流影响我国东北和华北地区(图 6c),等高线密集造成中低层风速较大,引导蒙古地区堆积的冷空气南下;从 20 日 08 时张家口站探空曲线(图略)可以看出,层结曲线的“下喇叭口”和中低层干绝热的特点,有利于动量下传造成地面大风;20 日 14—

20 时,内蒙古东南部、河北西北部、北京中部、辽宁中部出现大风天气,局地达 11~12 级(图略),内蒙古东部、黑龙江西部和南部 24 h 降温达 12℃。19 日 08 时至 20 日 20 时,地面气旋从江淮地区东部向东北方向移动,配合偏南暖湿气流,东北地区东部 925 hPa 整层可降水量达到 20 mm(图 6e),低层水汽饱和,相对湿度达 90% 以上(图 6d),造成东北地区和华北北部雨雪天气,内蒙古东北部、黑龙江西部和东北部等地出现大到暴雪,局地大暴雪,其中内蒙古扎兰屯达最大积雪深度达 43 cm。21 日 20 时,贝加尔湖以西高压减弱南落,控制我国西北地区,槽前径向环流减弱,槽区偏南,冷空气影响范围向南发展,西南地区东部、江南地区、华南地区西部出现 4~6℃ 小幅降温,直至 22 日 08 时,本次冷空气过程结束。

3.3 沙尘天气概况

4 月,我国沙尘天气过程次数较 2000—2019 年同期平均值(4.5 次)明显偏少,并少于去年同期(4 次),仅在 10—11 日北方出现 1 次沙尘暴天气过程。

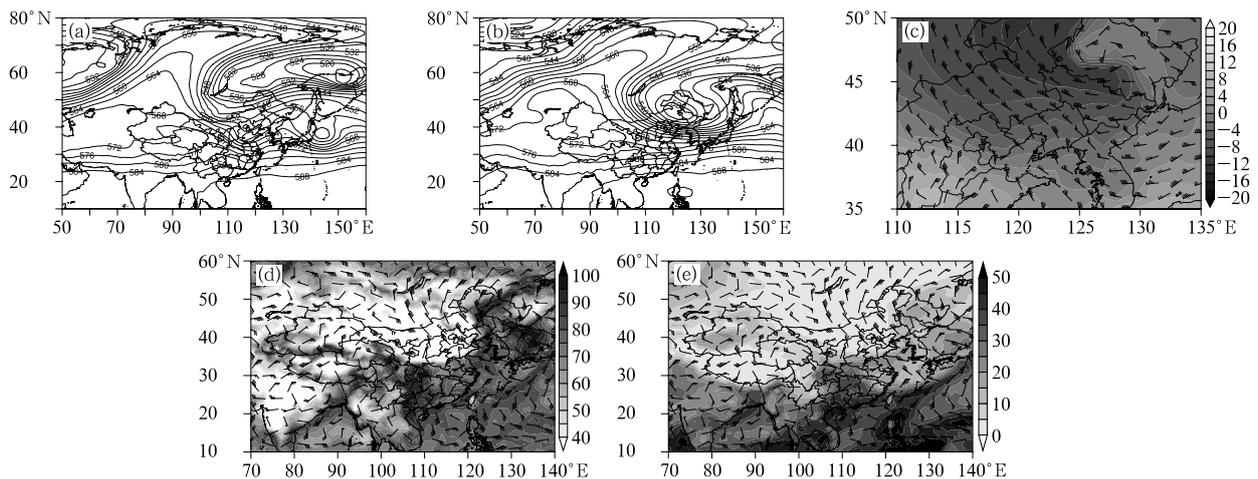


图 6 2020 年 4 月 19 日 08 时(a)和 20 日 20 时(b)500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm), 20 日 20 时(c)850 hPa 温度(阴影,单位:℃)和风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), 08 时 925 hPa(d)相对湿度(阴影,单位:%)和风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)及 (e)整层可降水量(阴影,单位:mm)和风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm) at 08:00 BT 19 (a) and 20:00 BT 20 (b), 850 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and temperature (shaded area, unit: $^{\circ}\text{C}$) at 20:00 BT 20 (c), 925 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and relative humidity (shaded area, unit: %) at 08:00 BT 20 (d), 925 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and precipitable water (shaded area, unit: mm) at 08:00 BT 20 (e) April 2020

表 2 2020 年 4 月主要沙尘天气过程

Table 2 Main sand-dust processes in April 2020

影响时段	过程类型	影响系统	过程概述
10—11 日	扬沙、浮尘、沙尘暴	蒙古高压、地面冷锋	新疆沿天山北麓和南疆盆地、甘肃西部、内蒙古西部以及青海东部等地出现扬沙或浮尘天气,其中新疆南疆盆地等地出现沙尘暴,铁干里克、轮台出现强沙尘暴,内蒙古中部、河北北部等地出现扬沙天气。

3.4 4 月 10—11 日沙尘天气过程分析

本次沙尘暴天气是 9—12 日全国性中等强度冷空气过程带来的影响之一。值得注意的是本次沙尘暴天气是一次东风沙尘暴。

由于 3—4 月新疆东部、甘肃西北部、内蒙古西部等地与常年同期相比气温一直显著偏高、降水显著偏少,周边沙源地由于干旱和解冻(6 日起全地表温度高于 0℃)导致土壤松动,非常利于起沙(毛旭和张涛,2018;万子为和张涛,2017)。10 日 08 时,从 500 hPa 环流形势来看(图 7a),中亚以东地区为“一槽一脊”控制,新疆东部至蒙古国西部为强大高压脊控制,蒙古国南部到我国华北地区处于南压的横槽控制,冷空气正从偏东路径南下影响我国西北大部(图 7b),而我国内蒙古中西部到新疆等地的西北地区大部处于冷高压底部或后部的偏东大风区域内。由于冷平流自内蒙古中部向西侵入之前处于暖高压脊的区域,造成了偏东大风和中低空的干绝热不稳定层结(库车站探空曲线,图略),这种不稳定的层结有利于高空风动量下传增大地面风,有利于起沙,同时又有利于地面沙尘通过湍流向上交换,最终造成甘肃河西地区 11 级以上的阵风和沙尘暴天

气(图略),东路冷空气一直向西影响南疆地区带来大范围沙尘天气。10 日 20 时至 11 日 20 时,500 hPa 高压脊东移倾斜,西北气流影响到华北地区,贝加尔湖以西的地面高压中心发展增强,新一轮冷空气南下影响我国西北大部分地区,造成 11 日新疆南疆盆地局部沙尘暴,直至 12 日后冷空气主体影响结束,风力减小,气温下降,本次沙尘天气过程结束。

4 其他灾害性天气

4.1 暴雨

4 月,我国出现四次大范围降雨过程:2—6 日、10 日、17—18 日和 20—23 日。暴雨在湖南、福建、江西、广西、贵州、重庆 6 省(区、市)造成洪涝灾害,其中贵州受灾最重。

2—6 日,江南南部、华南降水量普遍在 25~100 mm,江南中南部和华南中北部在 100~200 mm,过程雨量超过 50 和 100 mm 的范围分别为 48 万和 14.4 万 km²,最大单站过程降水量为 210.1 mm(湖南江华),局地伴有冰雹和雷暴大风天气。2 日,江南南部和华南部分地区出现大到暴雨,湖南永州和郴州、

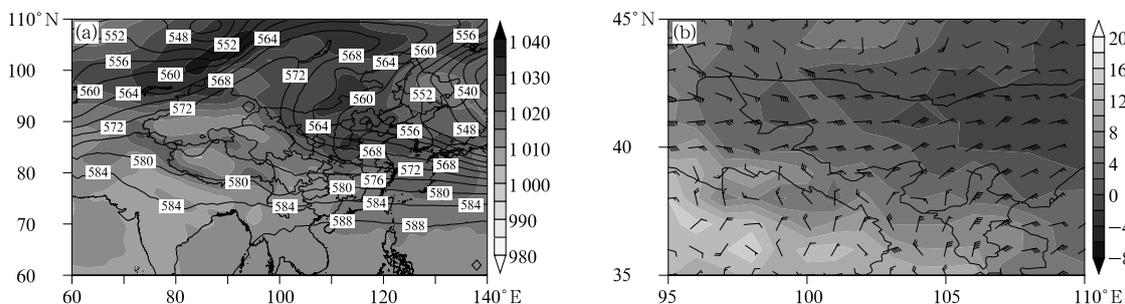


图 7 2020 年 4 月 10 日 08 时(a)500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压(阴影,单位:hPa), (b)850 hPa 温度(阴影,单位:℃)和风场(风向杆,单位:m·s⁻¹)

Fig. 7 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm) and sea-level pressure (shaded area, unit: hPa) (a), 850 hPa winds (wind barb, unit: m·s⁻¹) and temperature (shaded area, unit: ℃) at 08:00 BT 10 (b) April 2020

江西赣州、广东韶关等局地出现大暴雨(100~179 mm)。4日,海南文昌局地出现大暴雨(100~142 mm,最大小时降水量在30~55 mm)。

20—23日,江南大部、华南东部和南部、重庆等地降水量普遍在25~50 mm,局部超过50 mm,最大单站过程降水量为118.5 mm(广东遂溪)。21—22日,福建南平和龙岩、广东韶关、广西南宁、广东茂名和湛江局地出现大暴雨。23日,云南红河和西双版纳等局地出现暴雨、8~9级雷暴大风和冰雹等强对流天气。

4.2 强对流

4月冬季风偏强,全国大部地区气温偏低,冷空气影响范围广,对流所需的能量和水汽整体偏弱,共出现5次强对流天气过程,少于近5年平均(7.8次);云南、贵州及江南、华南等地出现雷暴大风、冰雹等强对流天气。1—5日,湖南、江西、广东、广西和海南岛等地出现较大范围的冰雹和短时强降水;12日,江苏中南部、浙江北部、上海及入海口附近出现8级以上雷暴大风,杭州湾为12级;15—16日,河北、北京、天津、山东等地出现雷暴大风,局地伴有小冰雹;18—19日,贵州、湖南、广西、江西、福建出现强对流天气,贵州雷暴大风最大达10级以上,贵州、广西、福建部分地区出现冰雹;22日,云南、广西、广东、海南出现强对流天气,其中云南红河州屏边县玉屏镇、白河镇、屏边镇出现直径达3~6 cm的冰雹,广西沿海和北部湾北部、广东西南部、海南中北部出现较大范围10级以上雷暴大风。

致谢:感谢国家气象中心气象服务室杨绚为本文提供月降水量、降水距平百分率和温度距平资料。

参考文献

- 国家气候中心,2019.2019年4月中国气候影响评价[EB/OL].https://cmdp.ncc-cma.net/upload/upload2/yxpj/qhpj_m190400.doc. National Climate Centre,2019. Assessment of climate impact over China in April 2019[EB/OL].https://cmdp.ncc-cma.net/upload/upload2/yxpj/qhpj_m190400.doc(in Chinese).
- 国家气候中心,2020a.2020年3月中国气候影响评价[EB/OL].https://cmdp.ncc-cma.net/upload/upload2/yxpj/qhpj_m200300.doc. National Climate Centre,2020a. Assessment of climate impact over China in May 2020[EB/OL].https://cmdp.ncc-cma.net/upload/upload2/yxpj/qhpj_m200300.doc(in Chinese).
- 国家气候中心,2020b.2020年4月中国气候影响评价[EB/OL].https://cmdp.ncc-cma.net/upload/upload2/yxpj/qhpj_m200400.doc. National Climate Centre,2020b. Assessment of climate impact over China in April 2020[EB/OL].https://cmdp.ncc-cma.net/upload/upload2/yxpj/qhpj_m200400.doc(in Chinese).
- 毛旭,张涛,2018.2018年4月大气环流和天气分析[J].气象,44(7):977-984. Mao X,Zhang T,2018. Analysis of the April 2018 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,44(7):977-984(in Chinese).
- 万子为,张涛,2017.2017年4月大气环流和天气分析[J].气象,43(7):894-900. Wan Z W,Zhang T,2017. Analysis of the April 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,43(7):894-900(in Chinese).
- 周晓敏,张涛,2019.2019年4月大气环流和天气分析[J].气象,45(7):1110-1116. Zhou X M,Zhang T,2019. Analysis of the May 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,45(7):1110-1116(in Chinese).



《气候变化与高寒生态》

李林 主编

该书分别从气候和生态角度侧重分析青藏高原气候变化事实和高寒生态演变特征,内容主要包括对高原气候变化敏感区和高原季风与东亚季风交汇区的区域气候异质性及其成因分析,并基于历史时期、器测以来和卫星遥感资料反演以及观测试验探讨高原干旱演化过程中的水文特征,同时

分析了不同干旱指标在高原东北部的适用性,通过建立定量评估模型,研究了长江上游、黄河上游以及青海湖等高寒水文水资源变化对气候变化的响应,最后针对高寒生态系统碳循环、水分循环进行探讨。该书有助于科学认识青藏高原敏感区气候变化和高寒生态特征,可供从事高原气候变化的业务科研人员和高等院校相关专业的师生参考。

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