周晓敏,张涛,2020. 2020年3月大气环流和天气分析[J]. 气象,46(6):863-872. Zhou X M,Zhang T,2020. Analysis of the March 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,46(6):863-872(in Chinese).

2020年3月大气环流和天气分析*

周晓敏 张 涛
国家气象中心,北京 100081

提 要: 2020年3月大气环流的主要特征是极涡呈单极偏心亚洲分布,强度偏强;中高纬环流呈3波型,东亚槽偏浅;西太平洋副热带高压偏强,南支槽强度与常年平均相当。影响我国冷空气总体多而不强,致3月大部地区显著偏暖,全国平均气温为6.1℃,较常年同期(4.1℃)偏高2.0℃,有58个站最高气温破历史同期极值;弱冷空气频繁渗透南下配合南支槽活动致江南华南多连阴雨,全国平均降水量为35.0 mm,较常年同期(29.5 mm)偏多18.4%。月内共出现3次较强冷空气过程,配合前期偏暖背景,有91个站出现日极端降温事件。南方地区发生7次大范围降雨过程,其中3次伴随有明显的强对流天气过程,多省遭受风雹袭击,局部地区受灾较重。此外,北方地区出现4次沙尘天气过程;四川东部、陕西南部、云南发生干旱。

关键词: 大气环流,冷空气,暴雨,强对流
中图分类号: P448,P458 **文献标志码:** A **DOI:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2020.06.013

Analysis of the March 2020 Atmospheric Circulation and Weather

ZHOU Xiaomin ZHANG Tao
National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in March 2020 are as follows. One polar vortex center was located towards Asia and stronger than usual. The circulation at middle-high latitudes of the Eurasia showed a three-wave pattern, and the East Asian trough was shallow. The Western Pacific subtropical high was stronger than the climatological normal, while the Bay of Bengal trough was equal to usual. Cold airs that affected China were generally frequent but not strong, causing a significant warming in most areas in March. The monthly mean temperature was 6.1℃, higher than normal (4.1℃) by 2℃, and the highest temperature observed at 58 stations broke the historical extreme values. In addition, weak cold air frequently penetrated southwards and cooperated with the activities of the Bay of Bengal trough, resulting in continuous rainy weather in southern China. The monthly mean precipitation amount across China was 35.0 mm, more than the normal by 18.4%. Three nationwide strong cold air processes happened in this month. Under the warmer background in the previous period, 91 stations experienced daily extreme drops in temperature. There were seven rainfall processes in the southern region, three of which were accompanied by obvious severe convective weather. Several provinces were attacked by severe thunderstorms and hail disaster. In addition, four sand-dust weather events occurred in northern China, while severe droughts were found in the east of Sichuan, southern Shaanxi and Yunnan provinces.

Key words: atmospheric circulation, cold surge, heavy rain, severe convection

---

* 国家重点研发计划(2017YFC1502003)资助
2020年4月29日收稿; 2020年5月8日收修定稿
第一作者:周晓敏,主要从事强对流预报技术与规律研究. Email:zhouxm@cma.gov.cn

引 言

3月是初春回暖季节，通常江南、华南会出现连阴雨天气，西南地区南部处于干季，但2020年3月较常年相比更暖，江南、华南春雨更多，云南干季更显著。气温和降水的具体表现为：全国平均降水量较常年同期偏多，江南、华南显著偏多，西南地区中南部降水显著偏少，云南、四川西南部的部分地区出现了较严重的干旱灾害。全国平均气温较常年同期偏高，为1961年以来历史同期第四高，除西藏局部偏低0.5～1℃外，全国大部地区气温接近常年同期或偏高（国家气候中心，2020）。本月内，共有3次冷空气过程影响我国，其中25—28日全国性寒潮过程影响较大；北方出现4次沙尘天气过程；南方强降水和强对流天气过程频发，尤其下旬以来天气过程连续，多地遭受暴雨洪涝和风雹灾害。

1 天气概况

1.1 降 水

2020年3月，全国平均降水量为35.0 mm，较常年同期（29.5 mm）偏多18.4%，广西降水量为1961年以来同期最多（国家气候中心，2020）。从空间分来看（图1），我国淮河以南大部分地区累计降水量大于50 mm，江南以及华南北部超过200 mm；其余地区累计降水量则普遍在50 mm以下，东北的西北部和东北部、华北南部、黄淮东北部、西北大部及西藏中西部、新疆等地不足10 mm，内蒙古西部几乎无降水。全国共有80站次日降水量超过当月历史极值，其中重庆梁平（106.5 mm）、新疆托克逊（28.4 mm）突破历史极值。

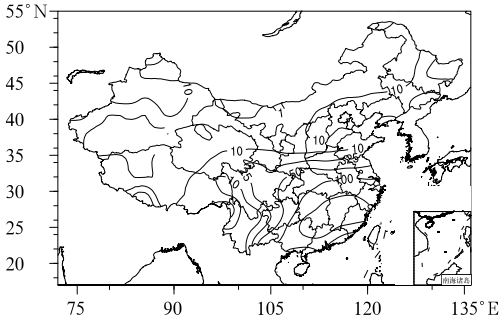

图1 2020年3月全国降水量分布（单位：mm）

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

图2为降水距平场，从图中可以看到：与常年同期相比，华北中部和北部、江汉、江淮、江南、华南及西南地区东部和北部、青海中南部、西藏中部、内蒙古东南部、辽宁西部、吉林东部累计降水量普遍偏多2成以上，尤其江南地区南部和华南中北部以及华北中北部、辽宁西部等地偏多5成以上，局地超过1倍；西南地区西部和南部、西北地区大部、黄淮、内蒙古、黑龙江等地降水量偏少5成以上，其中新疆南部、云南南部、四川南部局地、内蒙古西部、黑龙江西部等地偏少超过8成。

1.2 气 温

2020年3月，全国平均气温为6.1℃，较常年同期（4.1℃）偏高2.0℃，为1961年以来历史同期第四高（国家气候中心，2020）。从全国平均气温距平分布图来看，除西藏局部较同期偏低外，全国大部地区气温接近常年同期或偏高，其中我国中东部大部及新疆北部普遍偏高2～3℃；尤其在东北地区北部，气温偏高超过4℃（图3）。全国共有91个站日

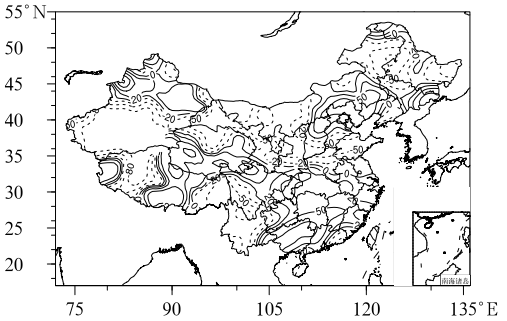

图2 2020年3月全国降水量距平百分率分布（单位：%）

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in March 2020 (unit: %)

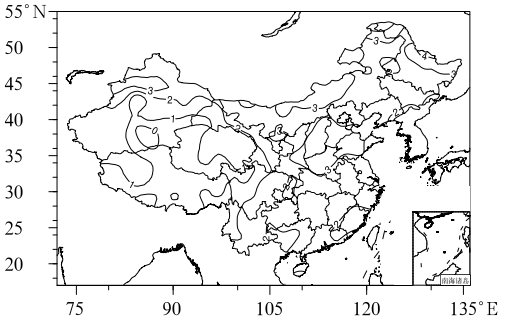

图3 2020年3月全国平均气温距平分布（单位：℃）

Fig. 3 Distribution of mean temperature anomaly over China in March 2020 (unit: ℃)

降温幅度达到极端事件标准，其中黑龙江延寿（19.9℃）、新疆哈密（16.5℃）、湖南桃江（15.5℃）等 29 个站日降温幅度突破历史极值。另外，全国共有 58 站次日最高气温超过当月历史极值（国家气候中心，2020）。

2　环流特征和演变

2.1　环流特征

图 4 给出的是 2020 年 3 月北半球 500 hPa 平均位势高度场及距平场的空间分布，由图可见，本月北半球的环流形势特点如下。

2.1.1　极涡呈单极偏心型分布，强度偏强

3 月，北半球极涡呈单极偏心型分布（图 4a），极涡略偏向亚洲北部一侧，中心强度低于 500 dagpm，整个极涡呈现明显的负异常（图 4b），中心负距平达到了－16 dagpm，表明了此月的极涡强度较同期显著偏强，但极涡范围并不大。

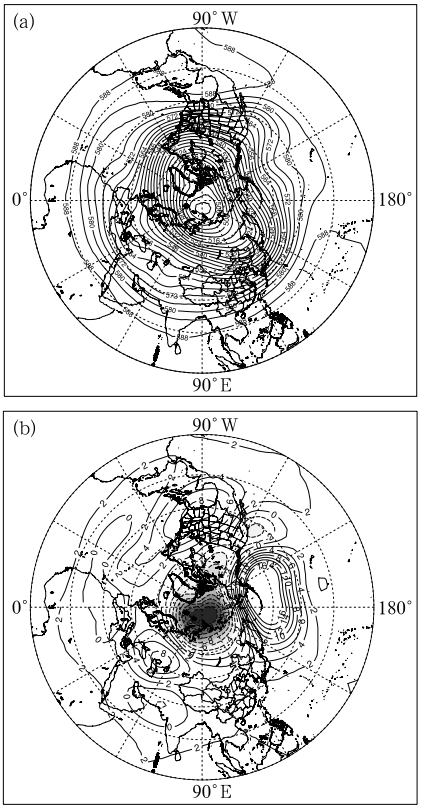

图 4　2020 年 3 月北半球 500 hPa 平均高度（a）和距平（b）（单位：dagpm）

Fig. 4　Monthly mean geopotential height at 500 hPa (a) and anomalies (b) in the Northern Hemisphere in March 2020 (unit: dagpm)

2.1.2　中高纬环流呈 3 波型

3 月北半球中高纬西风带呈 3 波型，3 个高空槽分别位于北美北部、欧洲西部以及亚洲东部。从距平场（图 4b）看，欧洲槽和亚洲槽均较常年平均略微偏弱，东亚槽偏浅、收于高纬且略偏东，北美槽宽深偏西。在欧亚地区中高纬形势为两槽一脊型，欧洲槽强度略微偏弱，基本与同期持平；乌拉尔山脊区正距平中心超过 8 dagpm，强度较同期偏强，但其受强大极涡压迫而较宽、不能向北强烈发展，东亚槽略偏浅偏北，强度较同期偏弱，正距平超过了 6 dagpm，整个亚洲中高纬环流较平直，以上形势配合偏在亚洲北部的较强极涡，导致西伯利亚冷空气较多、但南下影响我国的势力较弱，且路径偏东，因此我国 3 月平均气温偏高，北方更为明显。

2.1.3　西太平洋副热带高压偏强，南支槽强度相当

从图中我们还可以看出西太平洋副热带高压较常年同期而言势力略微偏强，脊线位于 10°N 附近。南支槽位于 90°E 以西，控制区基本为零距平区，表明南支槽平均强度与常年相当。南支槽多波动东移、偏强的副热带高压与偏多偏弱的南下冷空气配合，导致南方地区地区降水显著偏多，且江南多连阴雨形势，广西降水量达到了 1961 年以来同期最多。

2.2　环流演变与我国天气

图 5 给出的是 3 月上旬、中旬、下旬欧亚地区 500 hPa 的旬平均位势高度场。配合逐日天气形势（图略）综合来看，月内中高纬环流的调整主要表现为乌拉尔山到中亚地区宽广的脊区演变。从图 5a 可以看出，上旬乌拉尔山脊最强，有利于高纬冷空气南下自西向东影响我国大部，2—4 日和 8—10 日分别有一次冷空气过程，造成中东部较大范围的大风降温天气，尤其在 8—10 日，还造成了新疆和西北地区等地的扬沙或浮尘天气，局地还出现了沙尘暴。另外，3 月上旬低纬地区平均场上南支孟加拉湾到我国西南地区较为平直，表明多短波东传，配合冷空气活动，给我国南方带来两次暴雨天气过程。

3月中旬（图5b）中后期到下旬中前期的环流形势演变主要为极涡增强，压迫乌拉尔山脊东移，东亚槽随之东移。中旬极涡中心值达到了 484 dagpm，乌拉尔山脊消失变为浅槽，中亚到我国北方西部为

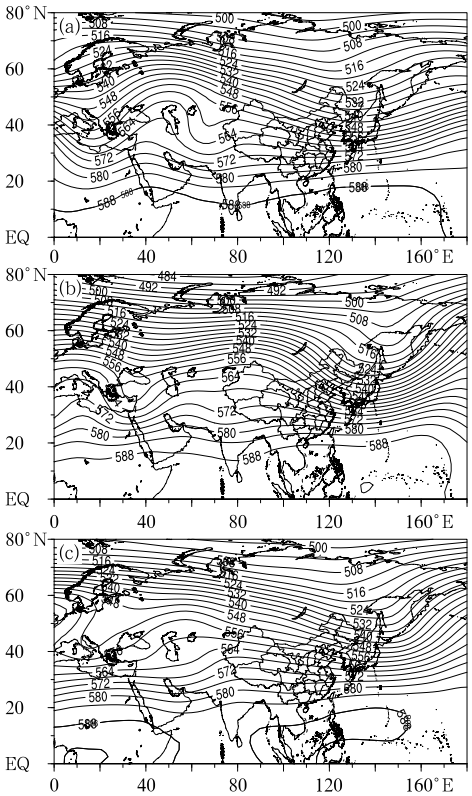

图5 2020年3月(a)上、(b)中、(c)下旬欧亚500 hPa平均位势高度(单位:dagpm)

Fig. 5 Geopotential height at 500 hPa over Eurasia averaged over the (a) 1st, (b) 2nd and (c) 3rd dekads in March 2020 (unit: dagpm)

宽脊控制,东亚槽加深东移。造成我国中西部长期处于高压脊内,气温显著偏高,冷空气势力偏弱,仅旬前期(12—14日)有一次中等强度的冷空气过程,12日新疆、西北地区发生扬沙和浮尘天气,此后十余天都为弱冷空气形势,且多从东部渗透南下。南支槽较上旬略有减弱,但波动频繁,配合东路渗透冷空气,导致江南华南地区多降雨,西南地区东部、江南中南部、华南中北部在12日和16—19日分别出现一次暴雨过程。

对比3月下旬(图5c)和中旬的环流场,最主要的调整为中亚脊区重新回退至乌拉尔山略偏东,从逐日环流演变看表现为旬中后期一次东亚大槽重建过程。24日新疆北部有一西风槽,我国中东部为高压脊控制,东亚槽位于日本以东,此后新疆槽东移并发展加深,至27日东亚大槽重建。此次环流调整也带来了月内最强的冷空气活动即25—28日的寒潮天气过程,气温由显著偏暖转为接近常年或略偏冷。此外,南支波动东移,副热带高压加强北抬,暖湿气流强盛,导致华南和江南地区能量条件和水汽条件持续有利,配合低层的切变系统影响,3月下旬西南地区东部、江南、华南地区持续发生强降水过程,且普遍伴随有大风冰雹等强对流天气,造成了较大影响,多地受灾严重。

3 冷空气活动和沙尘天气

3.1 冷空气过程

3月,共有3次较强的冷空气过程影响我国中东部地区,分别发生在8—10、12—14和25—28日,具体影响范围和强度详见表1。其中25—28日是一次全国性寒潮过程,影响范围最广、强度最强;东北、华北、西北地区东部、黄淮、江淮、江汉、江南大部及内蒙古东部等地最大过程降温幅度达8~14℃,内蒙古东北部、东北南部、华北北部以及长江中下游部分地区降温达14℃以上,过程最大降温8℃以上影响范围达全国总面积的45%(国家气候中心,2020);且以上部分地区还伴有7~9级阵风,局地10级以上。此次冷空气过程还造成我国自北向南大范围的雨雪以及强对流天气,宁夏、陕西、河南、安徽等地的局部地区农作物遭受雪灾或低温冷冻灾害。

3.2 沙尘天气过程

3月,我国北方共出现4次沙尘天气过程,次数接近2000—2019年平均值,分别发生于8—10、12、18—19和25—26日(详见表2)。我国沙源地多位于内蒙古和西北地区,上述地区3月500 hPa受浅脊控制,且地面温度偏高,容易起沙(尤悦等,2017);此外,冷空气活动较为频繁,在地面冷锋的影响下,也容易造成较大范围的沙尘天气过程。其中8—10日的过程范围广、强度强,西北地区和新疆、内蒙古大范围出现了扬沙和浮沉天气,尤其新疆南疆盆地部分地区出现了沙尘暴,局地出现强沙尘暴天气;18—19日西北地区、华北出现8~9级阵风、局地达10~12级,大风沙尘天气过程对农业、飞机航运等造成了一定影响,部分地区空气污染严重,且森林火险等级提高,河北、山西、北京等地出现森林火灾(国家气候中心,2020)。

表 1　2020 年 3 月主要冷空气过程

Table 1　Main cold surge processes in March 2020

影响时段	冷空气强度	影响区域	过程影响概述
8—10 日	全国性中等强度冷空气	北方和中东部大部地区	西北地区东部、华北及以南大部地区有 4～6 级风，阵风 7～8 级；西北地区东部、华北、东北地区东部和南部、黄淮、江汉以及江南中南部、华南、云南东部、贵州西部等地平均气温下降 6～8℃，局地 10℃以上
12—14 日	北方中等强度冷空气	中东部大部地区	中东部大部 4～5 级风（北方 4～6 级），阵风 7～8 级，内蒙古东部、东北地区西部阵风 8～10 级；华北、黄淮、东北地区等地最低气温下降 4～6℃，内蒙古东北部、东北地区东部局地 8℃以上
25—28 日	全国性强冷空气	全国大部地区	东北、华北、西北地区东部、黄淮、江淮、江汉、江南大部及内蒙古东部等地最大过程降温幅度达 8～14℃，内蒙古东北部、东北南部、华北北部以及长江中下游部分地区降温达 14℃以上

表 2　2020 年 3 月主要沙尘天气过程

Table 2　Main sand-dust weather processes in March 2020

影响时段	主要影响系统	过程类型	影响区域
8—10 日	地面冷锋	强沙尘暴	新疆南疆盆地和沿天山地区东部、青海、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西等地出现扬沙或浮尘天气，新疆南疆盆地部分地区出现沙尘暴，塔中、且末、铁干里克等地出现强沙尘暴
12 日	地面冷锋	扬沙	新疆南疆盆地、青海北部、甘肃中部等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气
18—19 日	地面冷锋	扬沙	新疆南疆盆地、青海、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、山西、北京、天津、河北、山东、河南等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气
25—26 日	地面冷锋	扬沙	新疆南疆盆地、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、黑龙江、吉林、辽宁等地出现扬沙或浮尘天气，新疆南疆盆地部分地区出现沙尘暴，且末、若羌出现强沙尘暴

3.3　3 月 25—28 日冷空气过程分析

25—28 日，强冷空气影响我国，由于前期气温显著偏高，本次冷空气降温明显，大部地区先后出现 6～10℃降温，东北、华北、西北地区东部、黄淮、江淮、江汉、江南大部及内蒙古东部等地最大过程降温幅度达 8～14℃，内蒙古东北部、东北南部、华北北部以及长江中下游部分地区降温达 14℃以上，达到了寒潮标准，多站日降温幅度突破历史极值，且西北地区、华北、东北地区西部及内蒙古等地出现 7～9 级阵风，局地 10 级以上，国家气象中心从 24 日开始共发布了 11 期寒潮蓝色预警。

从天气形势演变来看，3 月 25 日 500 hPa 高度场乌拉尔山东部已经建立一高压脊（图 6a），脊线向东倾，挤压冷空气，且高压脊不断加强东移，脊前偏北气流引导冷空气往槽内堆积，而在我国北部蒙古气旋强盛，中心位势高度低于 520 dagpm；对应到地面图上（填色值为 1020、1030 和 1040 hPa），从乌拉尔山以东一直延伸到我国西北部为一高压中心，中心气压大于 1042.5 hPa，同时从蒙古气旋伸出的冷锋也已经压到了我国内蒙古北部，强冷空气一触即发。然后，冷槽继续东移南落，冷锋南下，在槽后脊前的西北气流引导下，冷槽后部的冷空气不断南下，冷空气开始自北向南大举侵入我国，且乌拉尔山以东还有冷槽补充，导致此次冷空气过程持续时间长（胡宁和孙军，2016），且强度一直维持，造成我国北方地区出现大范围的大风降温天气，新疆南疆盆地，西北地区以及内蒙古等地还出现了扬沙和浮沉天气。之后槽持续加深，伸入我国中东部地区，槽底到达了江淮一带，而在南边还有东移过来的南支槽形成阶梯形势，因此南下冷空气与南支槽前暖湿气流交汇，造成我国中东部地区在出现大范围降温的同时，还在西南地区东部、江淮、江南、华南北部出现了明显的降雨和强对流天气。

到 27 日 20 时（图 6b），气旋基本移出了我国，地面图上配合出现的冷高压中心也基本占据了华南

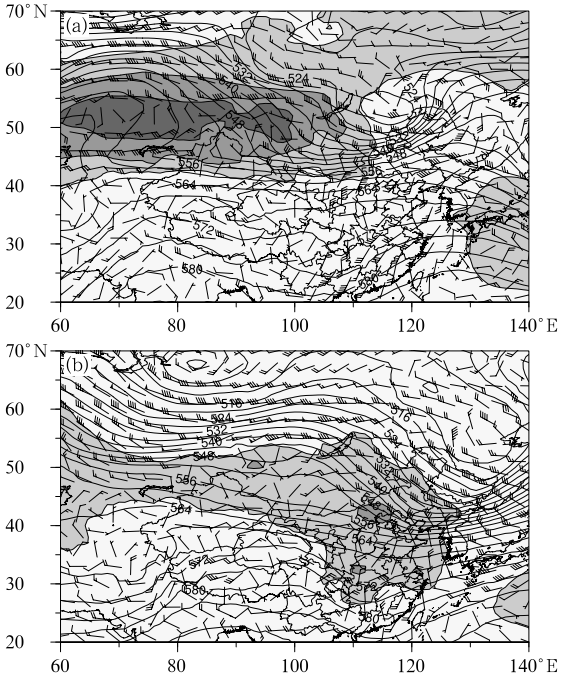

图6 2020年3月25日20时(a)和27日20时(b) 500 hPa位势高度场(实线,单位:dagpm)、850 hPa风场(风羽,单位:m·s^{-1})和海平面气压场(阴影,单位:hPa)

Fig. 6 500 hPa geopotential height (solid line, unit: dagpm), 850 hPa wind field (wind barb, unit: m·s^{-1}) and sea-level pressure field (shaded, unit: hPa) at 20:00 BT 25 (a) and 20:00 BT 27 (b) March 2020

以北的大部分地区。其后随着低涡整体继续东移,影响我国中东部地区冷高压逐渐东移减弱,到28日此轮冷空气过程基本趋于结束。图中还可以发现,在乌拉尔山以东又有一冷涡在发展(在3月底至4月初带来了另一轮冷空气影响我国)。

4 主要降水过程和强对流过程

4.1 概 况

3月我国出现7次大范围降雨天气过程,分别发生在2—4、7—10、12—13、16—19、21—23、24—27和29—31日(详见表3),主要影响区域位于西南地区、江淮、江南以及华南北部地区。降水较常年偏多,尤其在3月下旬以来南方强降雨过程连续不断,且这几次过程都伴随有明显的强对流天气过程,影响范围广、持续时间长,局地极端性强,受灾较重。从21日开始直到27日,江淮、江汉、江南、华南、西南地区东部持续发生混合型强对流天气(8~10级雷暴大风、冰雹、短时强降水),最大小时降水量达93.1 mm(25日15—16时,广西贵港);最大雷暴大风发生在21日下午江西,达到了13级;冰雹最大直径超过6 cm。强风雹天气造成多地农作物受灾、房屋损坏和人员伤亡,对城市运行也造成了较大的不利影响,国家气象中心于20日18时发布该轮过程第一期强对流天气预警,截至27日共发布强对流天气蓝色预警23期。

21—23日,湖北东南部、安徽南部、浙江北部和东南部、福建、江西、湖南、贵州东部、广西东北部、广东北部等地部分地区出现大到暴雨,局地大暴雨,部分地区还伴随出现8~10级雷暴大风和冰雹天气,

表3 2020年3月主要降水过程

Table 3 Main precipitation events in March 2020

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
2—4日	低层切变、低空急流	湖南南部、广西中北部出现暴雨
7—10日	高空槽、低层切变、低空急流	湖北东南部、安徽南部、江西、浙江西部、福建西部出现暴雨,湖北东南部局地出现大暴雨
12—13日	高空槽和低层切变	江西东南部、福建大部出现暴雨,局地大暴雨
16—19日	南支槽、低层切变	湖南南部、广西北部、广东北部出现暴雨
21—23日	南支槽、低层切变、低空急流	贵州东部、湖北东南部、安徽南部、浙江北部、湖南南部、江西、福建、广西北部、广东北部出现暴雨,局地大暴雨
24—27日	高空槽、低层切变、低空急流	河南中部、四川东部、重庆中南部、湖北东部、湖南、安徽、江苏中部、浙江、江西、福建、广西、广东的部分地区出现暴雨,广西东部和南部、广东西北部出现大暴雨
29—31日	低层切变、低空急流	浙江中南部、福建西北部、江西北部、湖南东部和南部出现暴雨

湖南、江西、贵州受灾较重。随后 24—27 日发生的暴雨及强对流天气过程持续时间长、影响范围广泛，重庆中南部、湖北东北部、湖南西部、江苏中部、广西东部和南部、广东西北部等局地累计降雨量 100～170 mm，广西桂林、贺州、梧州和广东肇庆等地超过 200 mm；四川、重庆、湖北、湖南、广西等地有 20 个县(市)的日降水量突破当地 3 月极值；且普遍伴随有 8～10 级雷暴大风和冰雹天气，多地遭受暴雨洪涝和风雹灾害。

4.2　3 月 21—23 日强对流过程分析

受低空西南暖湿急流和地面南下冷空气共同影响，21—23 日，西南地区东部、江淮、江南、华南北部出现较大范围的强对流天气过程，本轮强对流天气表现出明显的多阶段与多中尺度过程特点，大体可分为两个阶段和主要的 4 次 α 中尺度过程。第一阶段环流背景主要特点为暖湿急流北顶，强对流天气发生在暖湿舌顶端，过程于 21 日上午从鄂东南开始触发，然后东移加强，先后影响安徽南部和浙江北部，下午到傍晚在浙江北部达到最强，入夜后入海消散；第二阶段主要环流背景为冷空气南下，又可分为较明显的 3 次过程，强对流天气与冷锋相伴，过程均由锋面触发并向暖区跃进，由偏西气流引导东移，最终入海消散：第一次为 21 日夜间，强对流天气自湖北安徽触发，呈东西带状分布，东移南下影响湖南江西北部及浙江中部等地，22 日上午从浙江中部入海消散；第二次为 22 日凌晨自湖南西部发生发展，东移影响江西中部、浙江南部、福建北部等地，22 日傍晚自福建北部入海消散；第三次过程为 22 日夜间自贵州触发东移发展，先后影响湖南南部、广西北部、江西南部、福建中南部等地，23 日下午从福建南部入海消散。此次过程中，江西有 6 个气象观测站阵风突破历史极值，其中抚州市临川区阵风达 37.8 m·s^{-1}(13 级)。贵州、广西、湖北、湖南、安徽、江西、福建等地出现直径 1～3 cm 的大冰雹，贵州冰雹最大直径达超过 6 cm(21 日贵州怀化)；湖南湘西最大冰雹直径达 5～6 cm(22 日湖南湘西州)。

接下来详细分析第一阶段过程。从 500 hPa 形势场可见，从 20 日开始，高原槽和南支槽开始逐步加强东移，到 21 日 14 时(图 7a)，高原槽位于 105°E 附近，南支槽稳定维持，经向度已经明显加深。南支槽引导暖湿气流北上，在 850 hPa 和 925 hPa 上西南气流(图 7b)均很强，核心区风速分别达到了 20 和 16 m·s^{-1}，急流内湖北东部、安徽南部、湖南东部、江西中西部以及广西、广东等地整层可降水量到了 40 mm 以上(图 7b)。此外，从不稳定能量来看(图 8)，江汉、江淮以南的区域内对流有效位能(CAPE)都超过了 1 000 J·kg^{-1}，尤其湖南和江西中西部都超过了 1 600 J·kg^{-1}，而且上述地区也同时处在最优抬升指数(BLI)小于－4℃的区域内，中心小于－7℃，说明这些地区的不稳定能量强盛；湖北东南部、安徽南部到浙江北部一带正处于高能

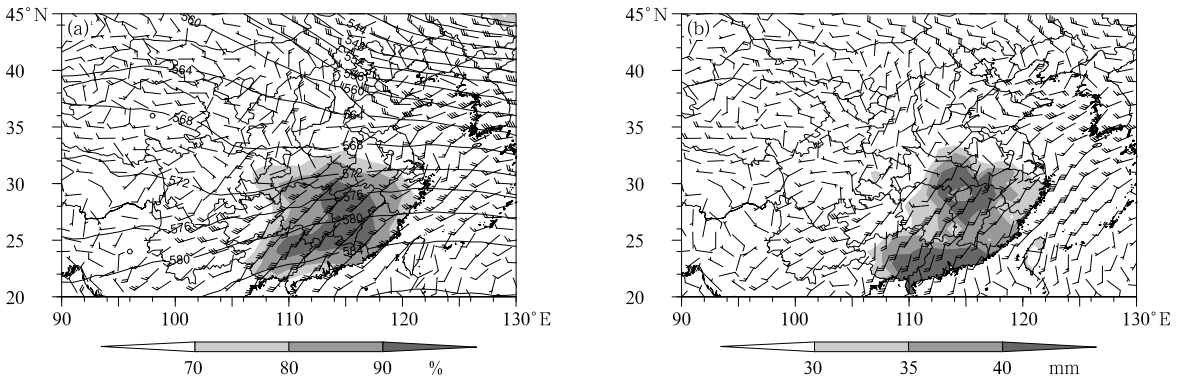

图 7　2020 年 3 月 21 日 14 时(a)500 hPa 位势高度场(实线，单位：dagpm)、850 hPa 风场(风羽，单位：m·s^{-1})和 850 hPa 相对湿度(阴影)；(b)925 hPa 风场(风羽，单位：m·s^{-1})和整层可降水量(阴影)

Fig. 7　(a) 500 hPa geopotential height (solid line, unit: dagpm), 850 hPa wind field (wind barb, unit: m·s^{-1}) and relative humidity (shaded); (b) 925 hPa wind field (wind barb, unit: m·s^{-1}) and PWAT (shaded) at 14:00 BT 21 March 2020

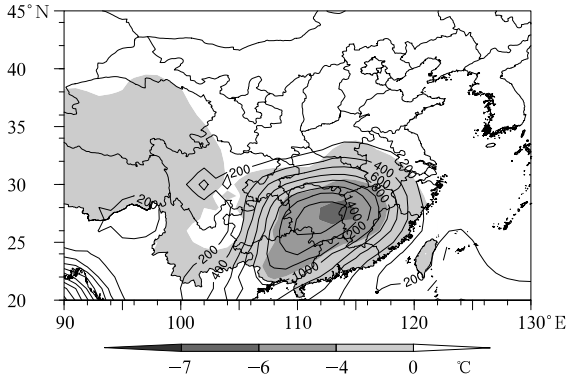

图8 2020年3月21日14时CAPE(等值线，单位:J·kg^{-1})和BLI(阴影)

Fig.8 CAPE (contour, unit: J·kg^{-1}) and BLI (shaded) at 14:00 BT 21 March 2020

高湿舌的前端，由低层风速辐合与露点锋的共同作用，对流在湖北东南部触发，由于后部持续的暖湿输送与合适的垂直风切变(0～6 km垂直风切变超过30 m·s^{-1}，图略)，对流得以发展并沿着暖湿舌边缘东移加强，先后影响安徽、浙江，下午在浙江北部达到最强，在21日入夜后才入海消散。在湖北东部、安徽南部、浙江北部、湖南北部以及江西中北部造成了30～50 mm·h^{-1}，局地60 mm·h^{-1}以上的短时强降水和8～10级雷暴大风及5 cm以上的大冰雹天气。

之后从22日开始，随着南支波动的又一轮发展南下的冷空气，又发生了3次中尺度强对流过程，均由锋面触发并向暖区跃进，3次过程影响区域逐次南移。到23日夜间为止，西南地区东部、江南南部到华南北部普遍出现了30～50 mm·h^{-1}的短时强降水和风雹天气，尤其在江西南部发生了10级以上雷暴大风，江西有5个县(区)阵风突破历史极值，其中抚州市临川区阵风达37.8 m·s^{-1}(13级)，且多地出现冰雹。之后随着急流的减弱，本轮强对流过程在24日出现间歇。

4.3 3月24—27日强降水及强对流过程分析

从24日夜间开始直到27日，受东移的南支槽和影响全国的强冷空气作用，我国再次发生了较大范围的强降水及强对流天气过程，黄淮南部及其以南大部地区发生了大到暴雨，局地暴雨，同时多地出现了短时强降水、雷暴大风和冰雹等强对流天气。整个过程可以分为两个阶段：第一阶段在24—25日，主要强降水位于广西等地，由南支槽东移和东路回流变性的前期冷空气造成。降水表现出明显的暖区对流特点，以较强的短时强降水为主，最大小时降水量为93.1 mm(25日15—16时，广西贵港)；26—27日，第二阶段由冷锋南下造成，以锋面触发的大范围强对流为主，风雹天气显著。

25日08时的形势场上(图9a)，可以看到南支槽已经位于西南地区东部，且较深，而北方的低涡压至蒙古地区，冷锋到达内蒙古、西北地区东部。此时850 hPa上槽前的西南急流很强，核心区达16 m·s^{-1}以上，从广西经江南中西部一直影响到了黄淮地区，对应的925 hPa上也表现为一致的偏南气流(图9b)，尤其在广西、湖南和湖北东部大风速达到了16 m·s^{-1}，急流中的风速脉动配合地形为暖区内提供了抬升条件(韩旭卿和张涛，2019)；同时广西还受到了东路回流变性的前期冷空气影响，与南支槽叠加，不仅有利于南海水汽北送，还相当于一个南北向的准静止锋作用于此，动力强迫条件更加显著。从水汽条件来看，黄淮以南大部地区整层可降水量都达到了30 mm以上(图9b)，广西中部大于40 mm，在这样的动力和水汽条件下，25日河南东部、安徽中北部、湖北中东部、湖南西南部、广西中南部、广东西部等地部分地区出现暴雨，尤其广西局地出现大暴雨(102～162 mm，最大小时降雨量为50～93 mm)。同时，江淮以南地区整体不稳定条件和能量条件具备，因此在湖北东部、安徽南部、贵州、广西等地局地还出现了分散性8～9级雷暴大风及冰雹天气。

之后冷空气逐渐加强南压，自北向南开始影响我国，到26日20时(图9c)，冷锋已经到达江汉、黄淮一带，而槽前850 hPa上西南急流同样强盛，出口区也伸到以上区域，冷暖空气对峙；此时低层(850、925 hPa)上北段变线位于江淮南部到江南北部地区，且该区域也有较好的水汽条件，整层可降水量大于40 mm(图9d)。入夜以后，切变线系统伴随锋面快速南落，影响整个江南地区，强的动力抬升触发对流，且江南华南地区也处于高能高不稳定区(图10)，对流触发后能够进一步发展移动，所以26日夜间到27日白天造成了江南、华南北部大范围的短时强降水(雨强为20～50 mm·h^{-1}，局地60 mm·h^{-1}以上)和8～10级雷暴大风及冰雹天气，湖北、湖南、

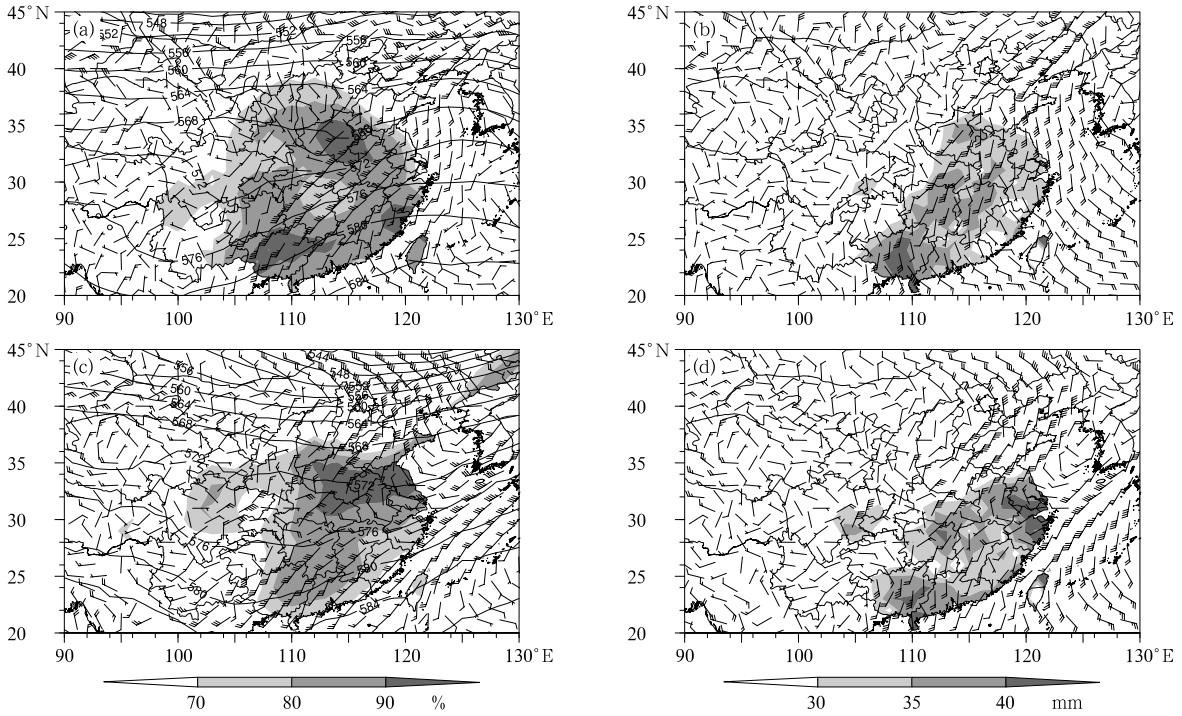

图 9　同图 7,但为 2020 年 3 月 25 日 08 时(a,b),26 日 20 时(c,d)

Fig. 9　Same as Fig. 7, but at 08:00 BT 25 (a, b) and 20:00 BT 26 (c, d) March 2020

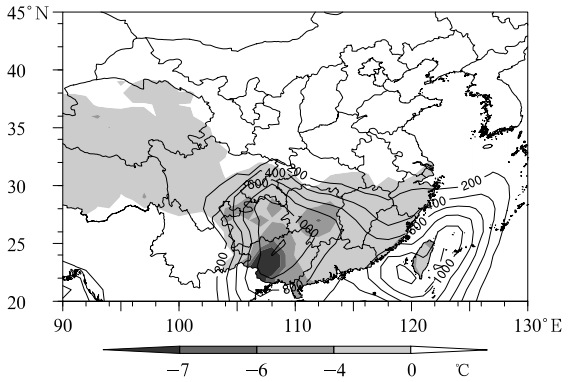

图 10　同图 8,但为 2020 年 3 月 26 日 20 时

Fig. 10　Same as Fig. 8, but at 20:00 BT 26 March 2020

安徽、江西、福建、广西的部分地区局地出现大冰雹,湖南湘西最大冰雹直径达 5～6 cm。

此外,26 日夜间到开始,四川东部、重庆、贵州北部地区受短波槽影响,配合低层低涡系统,同时该地区也是不稳定能量的高梯度区,导致以上区域同样发生了剧烈的强对流天气,短时强降水最大小时雨强超过 80 mm・h^{-1},且伴随有 8～10 级雷暴大风,局地冰雹天气。直到 28 日此轮冷空气过程结束,高空槽东移出去,此次过程才趋于结束。

5　其他灾害性天气-干旱

自 1 月以来,四川东部、陕西南部、云南南部等地降水便持续偏少,尤其在 3 月,云南中部、四川东部、陕西南部等地降水量不足 10 mm,降水明显偏少 5～8 成以上,加上同期气温偏高,四川盆地及陕西等地偏高 2～4℃,导致云南南部、四川东部、陕西南部等地的部分地区出现中到重度气象干旱,四川东部局部有特旱,云南部分地区因干旱造成城市供水、农村人畜饮水困难,农作物不同程度受灾,旱情较重,四川南部和云南北部的局部地区森林火险气象等级较高。月底,受降水影响,四川、陕西等地的气象干旱缓解,云南南部气象干旱持续(国家气候中心,2020)。

致谢:感谢国家气象中心服务室王铸提供全国降水量、降水距平和温度距平资料。

参考文献

胡宁,孙军.2016.2016年3月大气环流和天气分析[J].气象,42(6):770-776. Hu N,Sun J,2016.Analysis of the March 2016 atmospheric circulation and weather[J].Meteor Mon,42(6):770-776(in Chinese).

尤悦,张涛,陈义.2017.2017年3月大气环流和天气分析[J].气象,43(6):762-768. You Y,Zhang T,Chen Y,2017.Analysis of the March 2017 atmospheric circulation and weather[J].Meteor Mon,43(6):762-768(in Chinese).

韩旭卿,张涛.2019.2019年3月大气环流和天气分析[J].气象,45(6):886-892. Han X Q,Zhang T,2019.Analysis of the March 2019 atmospheric circulation and weather[J].Meteor Mon,45(6):886-892(in Chinese).

国家气候中心.2020.2020年3月中国气候影响评价[R].https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php.National Climate Centre,2020.Assessment of climate impact over China in March 2020(in Chinses).

新书架

《西北干旱区大气水分循环过程及影响研究》

姚俊强 等 著

本书以我国长期观测的水文气象数据和多源融合产品为基础,采用先进的水文气候诊断分析和检测方法,结合遥感、同位素技术和数值模拟等手段,对我国西北干旱区大气水分循环要素及演变过程进行了系统分析,定量估算了水汽输送路径对干旱区强降水过程的影响,揭示了干旱区大气水分循环结构及其演变规律;分析了干旱区干湿气候变化特征,揭示了气候变化对生态环境和水文水资源的影响。本书深化了对我国西北干旱区大气水分循环过程的科学认识,为丝绸之路经济带核心区应对气候变化和生态文明建设提供科学支持,为干旱区生态和水资源脆弱性与适应对策研究提供基础科学信息。本书适合与气候变化、水资源和生态环境有关的政府部门、高等院校和科研院所从事教学、研究的人员以及相关专业研究生、本科生等阅读。

16开 定价:110.00元

《基于估计理论的大气资料同化引论——大气的状态估计》

朱国富 编著

本书是关于"大气的状态估计"的著述,直接连接估计理论和大气资料同化,包括大气状态估计的理论和应用,阐述了实际应用在分析同化基本方法中、属于状态估计的估计理论。本书介绍了大气资料同化的源起、发展史、数学理论基础、学科一般内容和系统研发实例。其中,阐明了大气资料同化是一门独立的科学学科;特别是依据其历史发展进程,阐明它的含义是"分析功能、更新形式及资料四维同化内涵的统一体",注重其理论基础,阐明随机变量是大气资料同化成为一门科学的根本概念。本书最为着重逻辑和内容的"来龙去脉"和"框架性理解"以及"循序渐进"的思维方式,突出知识理论的"学以致用",然后是具体内容的"力求准确"。本书最适合的读者对象是资料同化领域的学生和研发新人,也可作为注重数学方法的应用技能、特别是估计理论方法应用的参考。

16开 定价:68.00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