

韩旭卿,张涛,2018.2018年3月大气环流和天气分析[J].气象,44(6):850-856.

2018年3月大气环流和天气分析^{*}

韩旭卿 张 涛

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2018年3月大气环流的主要特征是极涡呈偶极型分布,中高纬环流呈3波型,西太平洋副热带高压强度较常年偏弱,南支槽强度与常年相当。3月全国平均气温 7.0°C ,较常年同期(4.1°C)偏高 2.9°C ,为1961年以来同期最高;全国平均降水量 29.4 mm ,接近常年同期(29.5 mm)。月内我国中东部地区出现1次全国中等(南方强)冷空气过程,1次北方强冷空气过程;南方地区有5次主要降水过程;北方地区有3次沙尘天气过程;江西、湖北、湖南和广西等省(区)局地遭受风雹袭击。

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.1000-0526.2018.06.013

Analysis of the March 2018 Atmospheric Circulation and Weather

HAN Xuqing ZHANG Tao

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation are as follows. Double polar vortex centers existed in the Northern Hemisphere. The circulation in Eurasian middle-high latitudes showed a three-wave pattern. The strength of Western Pacific subtropical high was a little weaker than normal years, and the intensity of south branch through was almost equal to normal. The monthly mean temperature was 7.0°C , 2.9°C higher than normal, breaking the record since 1961. The monthly mean precipitation amount was 29.4 mm , which is almost equal to normal. One nationwide medium cold air process occurred in central and eastern China, and one strong cold air process in northern China in this month. Five obvious rainfall processes occurred in southern China, and three dust weather events happened in northern China. Strong winds and hails hit some areas of Jiangxi, Hubei, Hunan, and Guangxi.

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

引 言

3月为我国由冬季向夏季过渡的时期,我国气候的主要特点是气温逐渐回升,冷空气逐渐减弱,但仍有一定势力,西南暖湿气流开始增强,北方冷空气与暖湿气流在江南、华南交汇,降水逐渐增多,并导致风雹、短时强降水等强对流天气。我国北方地区降水较少,一些区域常有旱情发展;随着地表的解

冻,北方沙尘暴开始肆虐(赖芬芬和孙军,2015;胡宁和孙军,2016;尤悦等,2017)。

2018年3月,北半球极涡呈偶极型分布,位于东半球的极涡较常年同期明显偏强偏西;东亚槽偏弱偏东,欧亚中高纬环流经向度较小,导致影响我国的冷空气势力偏弱,全国平均气温 7.0°C ,较常年同期(4.1°C)偏高 2.9°C ,为1961年以来同期最高。西太平洋副热带高压(以下简称副高)的强度较常年同期偏弱,南支槽平均位置在 100°E 附近。月内,我

^{*} 国家重点研发计划(2017YFC1502003)资助

2018年5月2日收稿; 2018年5月9日收修定稿

第一作者:韩旭卿,主要从事强对流天气预报工作. Email: hanxq07@163.com

国江南等地多阴雨天气,北方降水偏少,出现3次沙尘天气过程,江西、湖南、广西等地遭受风雹灾害。

1 天气概况

1.1 降水

2018年3月(图1),全国平均降水量29.4 mm,接近常年同期(29.5 mm)(尤悦等,2017)。从空间分布来看,长江中下游地区、华南及贵州等地降水量有50~100 mm,其中江南、华南西北部超过100 mm,广西东北部和湖南西南部超过150 mm;全国其余大部地区降水量普遍在50 mm以下,其中西北部、华北大部、东北西北部及内蒙古大部、西藏中西部等地不足10 mm,新疆南部、甘肃大部、西藏中部等地几乎无降水(国家气候中心,2018)。

与常年同期相比,西北地区东部和西南部、华北、江南大部、华南东南部及内蒙古中部、云南西部、西藏西北部等地降水量偏少2~5成,局部偏少5成以上,北京、河北和辽宁等地有26站连续无降水日数突破历史极值;全国其余大部地区偏多或接近常年,其中东北地区东南部分地区、黄淮东部及新疆北部、青海中部、西藏中部部分地区、四川大部、贵州大部、广西西北部、云南东南部等地偏多5成至2倍,局部地区偏多2倍以上(图2)。

1.2 气温

2018年3月(图3),全国平均气温7.0℃,较常年同期(4.1℃)偏高2.9℃,为1961年以来历史同期最高(国家气候中心,2018)。从空间分布看,除黑龙江、吉林北部部分地区、西藏大部、四川西南部、云

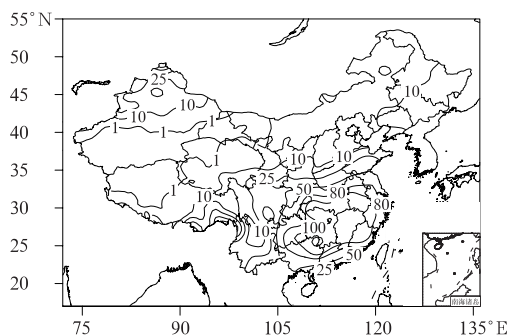


图1 2018年3月全国降水量分布(单位:mm)

Fig.1 Distribution of precipitation over China in March 2018 (unit: mm)

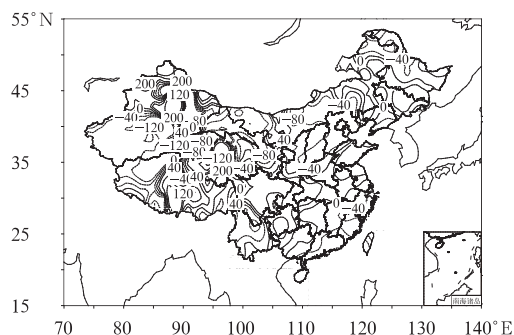


图2 2018年3月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig.2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in March 2018 (unit: %)

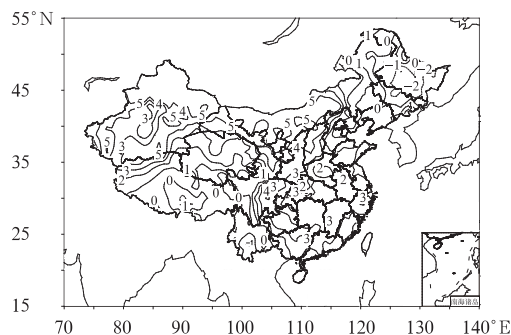


图3 2018年3月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig.3 Distribution of mean temperature anomaly in March 2018 (unit: °C)

南等地平均气温接近常年同期或略有偏低,其余大部地区偏高2~4℃,其中新疆、甘肃、内蒙古大部、陕西北部、山西等地偏高4~6℃,局部地区偏高6℃以上(图3)。

2 环流特征和演变

图4给出2018年3月北半球500 hPa平均高度及距平的水平分布,与常年平均值相比较,3月有以下特点。

2.1 极涡呈偶极型分布

3月,北半球极涡呈偶极型分布(图4a),东半球极涡位于新地岛,中心强度为504 dagpm,西半球极涡位于加拿大北部,中心强度为512 dagpm。拉普捷夫海至俄罗斯北部为负距平区,负距平中心位于新地岛附近,中心值达到-16 dagpm,表明东半球

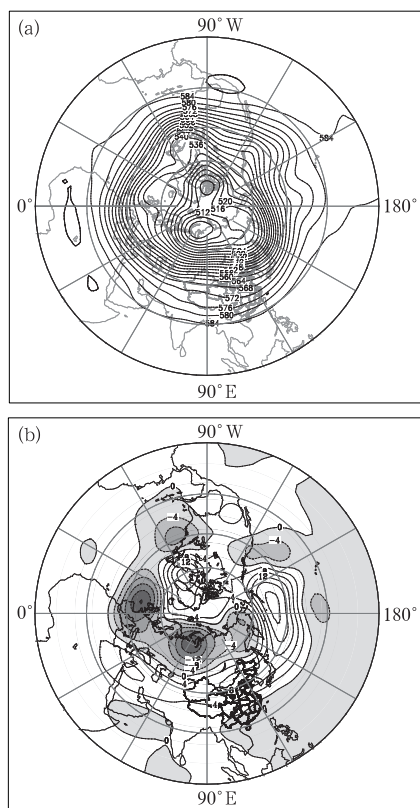


图4 2018年3月北半球500 hPa平均高度(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 The average 500 hPa geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in March 2018 (unit: dagpm)

极涡较常年同期明显偏强,位置显著偏西,加拿大东北部为正距平区,中心值为16 dagpm,表明西半球极涡较常年同期偏弱(图4b)。

2.2 中高纬环流呈三波型,副高强度较常年偏弱,南支槽强度与常年相当

从月平均的500 hPa高度场和距平场(图4)可知,3月中高纬环流呈三波型,长波槽分别位于欧洲、亚洲东部、北美东部,其中位于欧洲和北美东部的槽较常年偏强,距平值为 $-16 \sim -4$ dagpm;亚洲中高纬为宽广而较浅的一槽一脊形势,由于新地岛极涡压制了乌拉尔山阻塞高压的形成,脊区宽广偏弱偏东位于贝加尔湖附近,东亚大槽位于 140°E 附近。东亚大槽附近为 $4 \sim 8$ dagpm的正距平区,表明东亚大槽较常年同期偏弱。亚洲中纬度地区处于较平直西风环流控制,中高纬环流经向度较常年偏小,不利于引导冷空气南下,导致月内冷空气活动较弱,我国大部分地区气温较常年同期偏高。

低纬地区,副热带高压较常年同期偏弱。北半球中低纬南支槽平均位置位于 100°E 附近,强度与常年相当。

2.3 环流演变与我国天气

图5为2018年3月上、中、下旬欧亚地区500 hPa高度场的平均环流形势,可以看出,3月上旬,新地岛至白令海峡有一个极涡,中心强度为512 dagpm,欧亚大陆中高纬大气环流形势为“两槽一脊”型,低槽分别位于黑海附近和鄂霍次克海附近,两槽之间为脊区控制。我国北方大部分地区受高压脊前西北气流影响,南方地区处于较为平直西风气流里。从逐日环流形势演变图来看(图略),3—4日有一次南支槽东移过程,低层多低涡切变线活动,南支槽输送持续稳定的暖湿水汽,导致江南、西南地区东部等地出现以雷暴大风、冰雹、短时强降水天气为主的强对流天气。3—8日,东亚大槽加深东移,环流经向度增加,我国中东部地区位于槽后,在西北气流的引导下,东部大部地区遭遇中等强

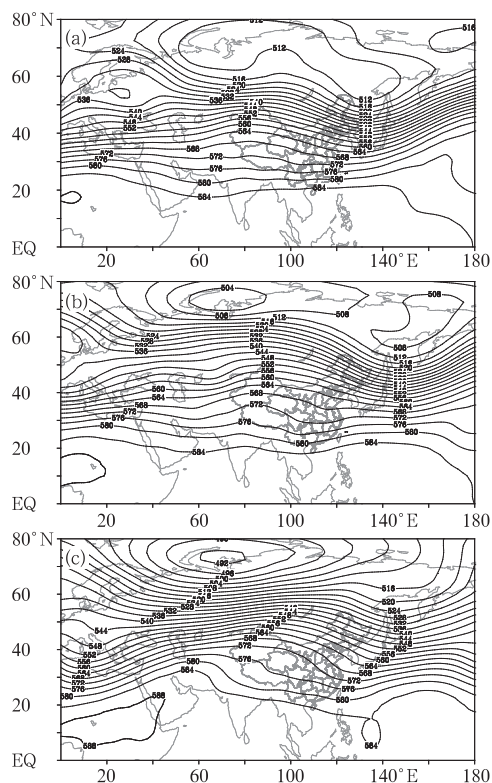


图5 2018年3月上(a)、中(b)、下旬(c)的500 hPa平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 The average 500 hPa geopotential height for the first (a), middle (b) and last (c) dekads in March 2018 (unit: dagpm)

度冷空气过程,南方地区遭遇强冷空气过程,江淮、江南、西南地区东部、华南降温幅度普遍在 9℃以上。

3 月中旬,位于新地岛附近的极涡中心强度增强,中心值为 504 dagpm,远东地区东北部极涡强度为 508 dagpm。欧亚大陆中高纬大气环流形势仍为“两槽一脊”型,位于鄂霍次克海附近的低槽东移至白令海附近,较上旬明显加深,我国北方大部分地区仍受脊前西北气流控制,南支槽平均位置在 100°E 以东。较上旬,南支槽曲率加大,强度增强。从逐日环流形势演变图来看(图略),15—16 日,南支槽加深东移,江汉地区上空 500 hPa 出现冷涡,配合低层切变系统,长江下游地区、江南、华南东部出现大范围降水天气,高空冷涡配合槽后西北气流引导冷空气南下,导致长江中下游及其以北大部地区遭遇强冷空气过程,江南北部、江汉、江淮、华北、东北东南部及陕西大部等地出现 8℃以上降温,局部达 12℃。

3 月下旬,位于新地岛附近的极涡进一步加强,中心值为 492 dagpm,我国西北地区处于脊区,中东部大部分地区处于脊前槽后西北气流控制。26—29

日,在高空槽、地面冷锋、蒙古气旋的配合下,新疆南疆盆地、甘肃河西、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西北部、河北中北部、北京、天津、东北地区、河南中北部先后出现扬沙或浮尘,其中内蒙古锡林郭勒盟局地出现沙尘暴。

3 冷空气和沙尘天气活动

3.1 概况

3 月我国中东部地区有 1 次全国中等(南方强)冷空气过程、1 次北方强冷空气过程,分别出现在 3—8 和 14—16 日。2 次冷空气过程的影响范围和强度详见表 1。月内,受地面冷锋和蒙古气旋影响,北方共出现 3 次沙尘天气过程(表 2),沙尘天气过程次数较 2008—2017 年同期平均值(3.8 次)偏少(国家气候中心,2018)。14—16 日,新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃、青海东北部、宁夏、陕西中北部、山西、河北中南部、河南西部、湖北西部等

表 1 2018 年 3 月主要冷空气过程
Table 1 Major cold air processes in March 2018

冷空气时段	冷空气强度	影响范围和降温幅度	降水强度和影响范围
3—8 日	全国中等 (南方强)	东北地区、内蒙古中东部、华北、西北地区东部、黄淮等地降温幅度普遍超过 5℃,其中东北地区东南部、内蒙古中东部、黄淮地区降温超过 10℃;江淮、江南、西南地区东部、华南降温幅度普遍在 9℃以上,贵州降温幅度达 14.9℃	东北地区、内蒙古东北部、新疆等地出现中到大雪,西藏局地降暴雪,青海东南部、甘肃东南部、陕西中部、山西南部、河南西北部等地部分地区出现降雪、雨或雨夹雪天气,西南地区、华南、江南东部、黄淮等地部分地区出现中到大雨,局地暴雨;江淮、江汉、江南等地部分地区出现大到暴雨,安徽六安、江西余干、湖南安仁等局地大暴雨
14—16 日	北方强	内蒙古中东部和北部、东北地区中南部、华北西部、西北地区东部、黄淮等地降温幅度普遍在 10℃以上,其中内蒙古部分地区降温幅度达 16~20℃;江南地区降温幅度普遍在 5℃以上,湖南降温幅度为 12.9℃	东北地区、内蒙古东部出现降雪、雨夹雪或雨转雪天气,吉林东南部局地大到暴雪;新疆西北部等地出现小到中雪或雨夹雪;山西北部、河北西北部等地出现降雨或雨夹雪天气;江淮、江南、华南、西南地区等地出现分散性大雨或暴雨,安徽、湖南、江苏、广西等地局地出现大暴雨

表 2 2018 年 3 月主要沙尘天气过程
Table 2 Major sand-dust weather processes in March 2018

时段	影响系统	过程类型	影响区域
14—16 日	地面冷锋	扬沙	新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃、青海东北部、宁夏、陕西中北部、山西、河北中南部、河南西部、湖北西部等地出现浮尘或扬沙
18—20 日	地面冷锋	扬沙	新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃、青海东北部、宁夏等地出现浮尘或扬沙
26—29 日	地面冷锋、蒙古气旋	扬沙、沙尘暴	新疆南疆盆地、甘肃河西、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西北部、河北中北部、北京、天津、东北地区、河南中北部先后出现扬沙或浮尘,其中内蒙古锡林郭勒盟局地出现沙尘暴

地出现浮尘或扬沙。18—20日,新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃、青海东北部、宁夏等地出现浮尘或扬沙。26—29日,新疆南疆盆地、甘肃河西、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西北部、河北中北部、北京、天津、东北地区、河南中北部先后出现扬沙或浮尘,其中内蒙古锡林郭勒盟局地出现沙尘暴。

3.2 3月3—8日冷空气过程分析

3月3—8日的过程为一次全国中等/南方强冷空气天气过程,影响我国东北地区、华北、黄淮、江淮、江南、西南地区东部等地,带来降温 and 雨雪天气(表1)。从天气形势演变来看,3月1日20时500 hPa高度场贝加尔湖西北部逐步建立一高压脊,且高压脊不断加强,脊后暖平流促使高压脊不断加强,脊前不断加强的偏北气流不断引导冷空气在贝加尔湖以东堆积。中高纬形成阻塞形势,脊后新地岛附近有一极涡,2日20时中心强度为496 dagpm,伴随 -44°C 的冷中心。3日02时,贝加尔湖以西存在地面冷高压,冷锋位于内蒙古中部至新疆天山一带。3日08时(图6a),随高空脊前暖平流减弱,暖脊强度减弱,新地岛附近冷中心随西风槽东移加强,500 hPa冷中心加强至 -48°C ,低槽携带冷空气自西向东影响我国,地面冷高压移至我国新疆西北部。3日14时,地面冷锋推进至东北地区中部,黑龙江中南部、吉林北部、内蒙古东北部等地部分地区及新疆新源降中到大雪,黑龙江尚志、延寿和吉林榆树等地降暴雪(10~16.1 mm)。

4日08时,500 hPa高空冷中心移至贝加尔湖附近,冷中心强度为 -48°C ,西风槽加深南压,地面冷高压推进至华北北部、西北地区东部。在地面冷锋的影响下,4日江苏北部和东南部、安徽中北部、湖北西南部、浙江中部、江西南部 and 东北部、湖南南部等地部分地区出现大到暴雨,安徽六安、江西余干、湖南安仁等局地降大暴雨。5日08时(图6b),地面冷高压前沿到达江南地区,地面冷锋位于福建至广东北部,我国中东部大部处于冷高压控制下,江南地区气温大幅度下降,江南东部5日14时24 h变温在 -15°C 以下,局部变温达 -20°C 以下。

6日500 hPa乌拉尔山附近再次建立一暖脊,脊后暖平流促使高压脊不断加强,脊前偏北气流引导冷空气在槽区堆积,我国南方地区500 hPa上空有短波槽,不断引导冷空气南下入侵我国江南、华南等地。6日14时,地面冷高压主体占据我国中东部

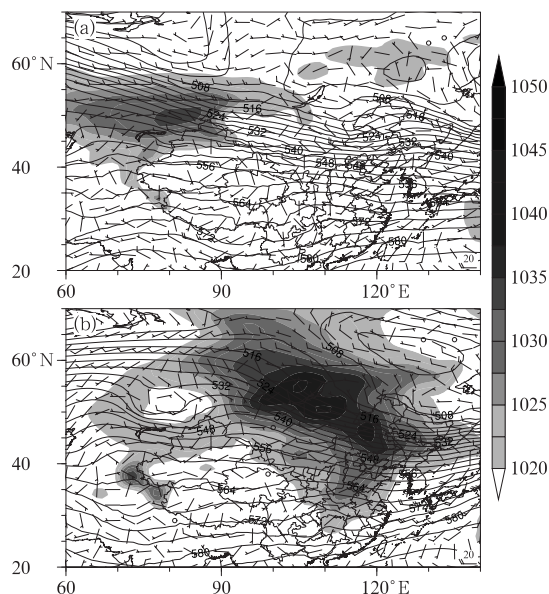


图6 2018年3月3日08时(a)和5日08时(b) 500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和海平面气压场(填色,单位:hPa)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa wind field (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and sea level pressure (shaded area, unit: hPa) at 08:00 BT 3 (a) and 08:00 BT 5 (b) March 2018

地区。7日08时,位于我国北方的500 hPa高空槽加深东移,地面图上在内蒙古中部出现气旋,伴随冷锋从内蒙古中部延伸至西北地区东部。8日随着高空槽东移入海,影响我国中东部地区冷高压逐渐东移减弱,此轮冷空气过程逐渐趋于结束。

4 主要降水过程和其他灾害天气

4.1 主要降水过程

2018年3月我国主要的降水过程有5次(表3),黄淮、江淮、江南、华南多阴雨天气。

4.2 其他灾害天气

3月,河南、湖北、广西、湖南、江西、安徽、江苏、贵州、福建、甘肃、四川、广东、浙江等省(区)遭受风暴袭击。其中江西、湖南、广西等地受灾较重,3月3—4日,江西、湖北、湖南、广西、江苏、河南、安徽等地遭受强对流天气,4日下午开始,江西自西向东

表 3 2018 年 3 月主要降水过程
Table 3 Major rainfall processes in March 2018

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
4—5 日	南支槽、低空急流 低涡切变线	江苏北部和东南部、安徽中北部、湖北西南部、浙江中部、江西南部 and 东北部、湖南南部等地部分地区出现大到暴雨,安徽六安、江西余干、湖南安仁等局地降大暴雨
6—7 日	短波槽、低涡切变线	安徽西南部、湖北东南部、湖南、贵州南部、云南西北部、浙江中部、江西南部、福建西南部、广东大部、广西东部等地部分地区出现中到大雨,局地暴雨
14—16 日	高空槽、冷涡、低空 切变线、低空急流	江苏、安徽、江西中北部、福建东部、湖南中部和南部、广西西北部 and 东部、广东北部等地出现大雨或暴雨,安徽六安和池州、湖南常德、江苏南京等局地大暴雨(100~134 mm)
17—19 日	南支槽、低空切变线、 低空急流	河南东南部、湖北南部 and 东部、湖南、安徽南部 and 西部、贵州东南部、广西、江西北部 and 南部、浙江中部 and 南部、福建、广东中东部、海南岛西部等地的部分地区出现大到暴雨
27—29 日	南支槽、低空切变线	重庆南部、贵州东部 and 西南部、湖南东南部、广西、云南东部 and 南部等地部分地区降大雨;云南玉溪和普洱,广西百色、桂林、南宁、河池和梧州,贵州兴义和遵义等地降暴雨

出现以雷暴大风冰雹为主的大范围强对流天气,有 60 县(市)伴有 8 级以上阵风,庐山市出现 13 级大风,8 级以上阵风覆盖范围之广为有完整气象记录以来历史罕见。风雹灾害造成江西、浙江、安徽、福建、湖北、湖南、广西 7 省(区)24 市 81 个县(市、区)共 40.2 万人受灾,14 人死亡,4400 余人紧急转移安置;直接经济损失 6.6 亿元以上。3 月 19—20 日,广西西部出现雷暴大风冰雹等强对流天气,西北部冰雹直径达 2 cm 以上,广东、福建出现雷暴大风、短时强降水等强对流天气,雨强为 30~50 mm·h⁻¹。

4.3 3 月 4 日强对流过程分析

3 日夜间至 4 日下午,江西、湖北、湖南、广西、安徽、江苏、河南等地出现雷暴大风冰雹、短时强降水等强对流天气,广西北部、江西北部出现 8~10 级雷暴大风,江西庐山最大风速达 13 级(37.3 m·s⁻¹),广西东部出现直径 2 cm 以上的冰雹,广西东北部短时强降水雨强达 50 mm·h⁻¹ 以上。江苏、河南、安徽、湖北等地的强对流天气是一次随着高空槽东移、槽前气旋生成,锋面触发的对流天气,低层有较强的切变系统,为强对流天气的产生提供有利的动力条件。广西、湖南、江西等地的强对流天气是一次在南支槽前,低空西南急流暖区中产生的强对流天气,低层强烈暖湿平流对建立热力不稳定起了主导作用。

4 日 02 时(图 7a),北支槽主锋区南压至黄淮地区,斜压性强,北方冷空气与西南暖湿气流交汇,在黄淮形成明显的低层切变系统,切变线以南地区由于高空锋区南压的冷平流和低层暖平流共同作用,不稳定条件得以快速发展;850 hPa 西南急流达

20 m·s⁻¹,在急流的作用下,黄淮、江淮、江南的低层水汽条件不断加强,整层可降水量达到 30 mm 以

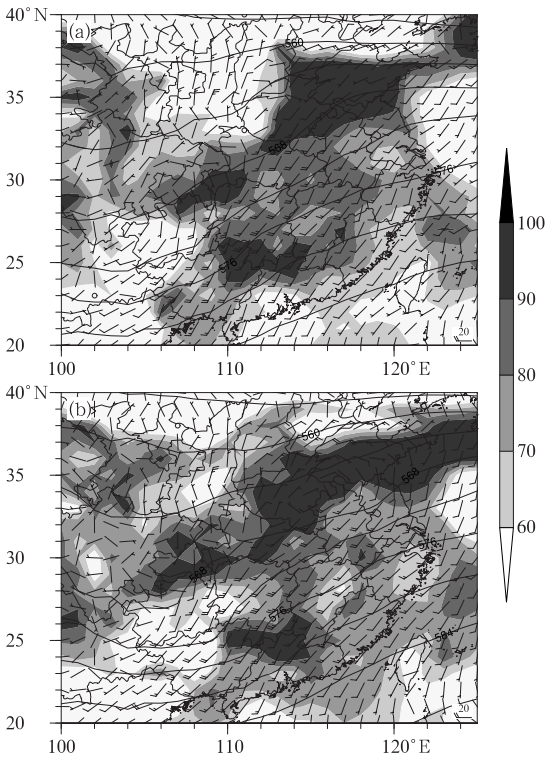


图 7 2018 年 3 月 4 日 02 时(a)和 08 时(b) 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa 风场(风向杆,单位:m·s⁻¹)和相对湿度(填色,单位:%)
Fig. 7 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa wind field (wind barb, unit: m·s⁻¹) and relative humidity (shaded area, unit: %) at 02:00 BT (a) and 08:00 BT (b) 4 March 2018

上。黄淮南部、江淮、江汉处于最优抬升指数(best lifting index, BLI)负值区,湖北南部、安徽西部、河南南部 BLI 值小于 -4°C ,不稳定能量条件较好,上述地区出现短时强降水,安徽中北部、湖北西南部等地部分地区出现大到暴雨,安徽六安局地降大暴雨;4日08时(图7b),安徽北部、河南南部生成气旋并东移,影响江苏地区,带来 $30\sim 50\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 的短时强降水,江苏北部和东南部部分地区出现大到暴雨。夜间,随着气旋东移入海,黄淮、江淮强对流天气趋于结束。

在华南、江南地区,随着南支槽东移,配合低层西南暖湿气流,形成一定的不稳定区域,在槽前西南风暖区里,云南南部对流触发并移入广西并发展形成飑线。4日08时(图7b),南支槽东移至 105°E 附近,强度加强,低层西南急流输送暖湿气流,广西对流加强,在西南风的引导下,飑线对流系统向东北方向江南地区移动,下游的江南地区位于低空切变线南侧暖区和中低空急流区,850 hPa 急流达 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,具备充沛的水汽、不稳定和强垂直风切变条件。4日14时(图8),广西中东部、广东、江西对流有效位能超过 $1000\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$,江西北部超过 $1500\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$,BLI 小于 -6°C ,不稳定能量条件较好,同时高空短波槽及中低空急流为对流的维持提供了较好的垂直风切变条件, $0\sim 6\text{ km}$ 垂直风切变达到 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,切变线南侧低空急流超过 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,带来充沛水汽,同时500 hPa有冷平流,500、700 hPa有干层,有利于雷暴大风产生。在有利于对流维持和发展及环境条件下,飑线对流系统快速东移至江西北部并强烈发展,造成该地区较大范围的雷暴大风天气。入夜后,南支槽东移减弱,对流系统减弱并逐渐消失,

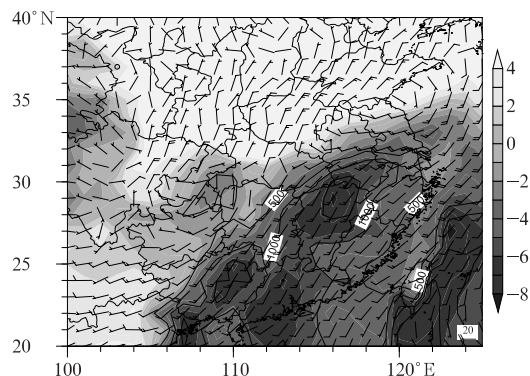


图8 2018年3月4日14时对流有效位能(等值线,单位: $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$)、850 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)和 BLI(填色,单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 8 Convective available potential energy (contour, unit: $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$), 850 hPa wind field (wind barb, unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and best lifting index (shaded area, unit: $^{\circ}\text{C}$) at 14:00 BT 4 March 2018

此次强对流过程基本结束。

致谢:感谢国家气象中心系统室刘扬提供全国降水、全国降水距平、全国气温距平资料。

参考文献

- 国家气候中心,2018. 2018年3月中国气候影响评价[R].
- 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.
- 赖芬芬,孙军,2015. 2015年3月大气环流和天气分析[J]. 气象,41(6):786-792.
- 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.