

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.

2017 年 3 月大气环流和天气分析^{*}

尤悦¹ 张涛¹ 陈义²

1 国家气象中心,北京 100081

2 上海海洋气象台,上海 201306

提 要: 2017 年 3 月大气环流的主要特征是极涡偏强且呈单极型分布,中高纬环流呈 4 波型,西太平洋副热带高压强度较常年偏弱,南支槽强度较常年偏强。3 月全国平均气温 4.5℃,较常年同期偏高 0.4℃;全国平均降水量 36.2 mm,比常年同期(29.5 mm)偏多 22.7%。月内我国东部地区有 2 次中等强度冷空气过程;南方地区有 3 次区域性暴雨天气过程;北方地区有 2 次沙尘天气过程;江苏、湖南等省局地遭受风雹袭击。

关键词: 大气环流,冷空气,暴雨,强对流

中图分类号: P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.06.013

Analysis of the March 2017 Atmospheric Circulation and Weather

YOU Yue¹ ZHANG Tao¹ CHEN Yi²

1 National Meteorological Centre, Beijing 100081

2 Shanghai Marine Meteorological Centre, Shanghai 201306

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation are as follows. There was one polar vortex center in the Northern Hemisphere, stronger than usual. The circulation in Eurasian middle-high latitudes showed a four-wave pattern. The strength of Western Pacific subtropical high was a little weaker than normal. While the south branch trough was a little stronger than normal. The monthly mean temperature was 4.5℃, 0.4℃ higher than normal and the monthly mean precipitation amount was 36.2 mm which is more than normal by 22.7%. Two waves of cold air processes happened in this month, and three regional torrential rain processes occurred during the same period. There were mainly two dust weather events seen in the northern part of China. Besides, severe convection weather appeared in Jiangsu and Hunan.

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

引 言

3 月为冬春之交,我国气候特征是,北方冷空气逐渐减弱,但仍有一定势力,随着气温回升,地表解冻,北方开始出现沙尘天气。同时,西南暖湿气流增强,华南开始出现“回南天”。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(胡宁和孙军,2016)。

2017 年 3 月,极涡主体略偏向北美大洲一侧,东亚大槽显著偏东表现为鄂海地区的切断低涡,导致影响我国的冷空气势力偏弱,全国平均气温 4.5℃,较常年同期(4.1℃)偏高 0.4℃。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,南支槽强度较常年略偏强,利于孟加拉湾的水汽

^{*} 国家自然科学基金项目(41375051)和国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430106)共同资助

2017 年 4 月 20 日收稿; 2017 年 4 月 25 日收修定稿

第一作者:尤悦,主要从事强对流天气预报工作。Email:youy@cma.gov.cn

向我国输送,导致全国平均降水量 36.2 mm,较常年同期(29.5 mm)偏多 22.7%,为 1999 年以来同期最高。

1 天气概况

1.1 降水

2017 年 3 月(图 1),全国平均降水量 36.2 mm,较常年同期(29.5 mm)偏多 22.7%,为 1999 年以来同期最高(赖芬芬和孙军,2015;胡宁和孙军,2016)。从空间分布来看,江南、华南和云南西北部等地降水量有 50~100 mm,其中江南南部、华南北部超过 100 mm;全国其余大部地区降水量普遍在 50 mm 以下,其中西北大部、西藏大部、东北地区、内蒙古、华北地区及黄淮等地不足 10 mm,西北大部、内蒙古西部等地几乎无降水(国家气候中心,2017)。

与常年同期相比,华北西部、江汉西部、江南南

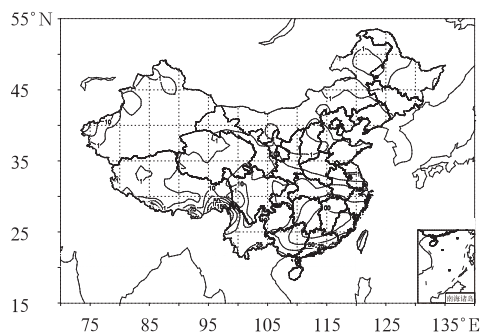


图 1 2017 年 3 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in March 2017 (unit: mm)

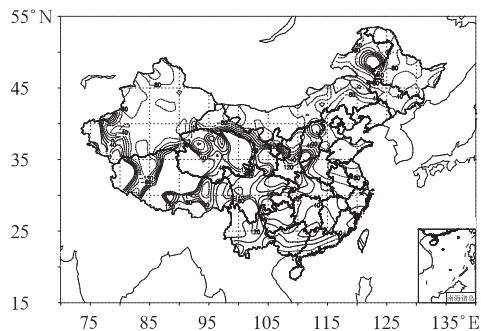


图 2 2017 年 3 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentages over China in March 2017 (unit: %)

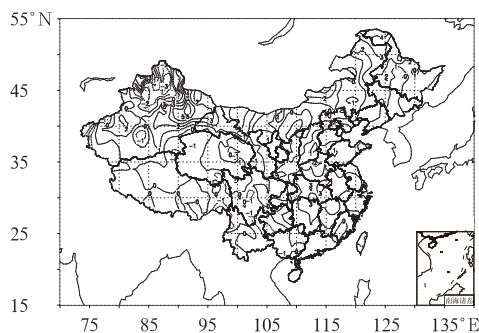


图 3 2017 年 3 月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of mean temperature anomaly in March 2017 (unit: °C)

部、华南北部、西南西部、西北中东部及西藏大部、内蒙古中部和东部等地偏多两成至两倍,内蒙古东部、青海、西藏等省(区)的部分地区偏多两倍以上;东北大部、华北大部、黄淮、江淮及内蒙古西部、新疆大部等地偏少 2~8 成,局部偏少 8 成以上(图 2)。

1.2 气温

2017 年 3 月(图 3),全国平均气温 4.5℃,较常年同期(4.1℃)偏高 0.4℃。从空间分布看,东北大部、华北大部、黄淮、江汉、江淮、江南及内蒙古、新疆东部等地气温较常年同期偏高 1~2℃,其中黑龙江西北部、内蒙古东北部、北京南部、天津南部、河北南部、江汉、江淮、江南东北部等地偏高 2~4℃;贵州西南部、云南东北部、四川中部、新疆北部、西藏东南部气温较常年同期偏低 0.5~1℃,其中新疆北部局部偏低 2~4℃;全国其余大部地区接近常年同期。

2 环流特征和演变

图 4 给出 2017 年 3 月北半球 500 hPa 平均高度及距平的水平分布,与常年平均相比较,3 月有以下特点。

2.1 极涡呈单极偏心型分布

3 月,北半球极涡呈单极偏心型分布(图 4a),略偏向北美一侧,极涡中心强度低于 500 dagpm。此外,在鄂霍次克海附近存在另一个切断低压,中心强度低于 528 dagpm。极涡附近有明显的负距平,负距平中心值达到 -10 dagpm(图 4b),表明极涡较常年同期偏强。而鄂霍次克海切断低压在距平场上表

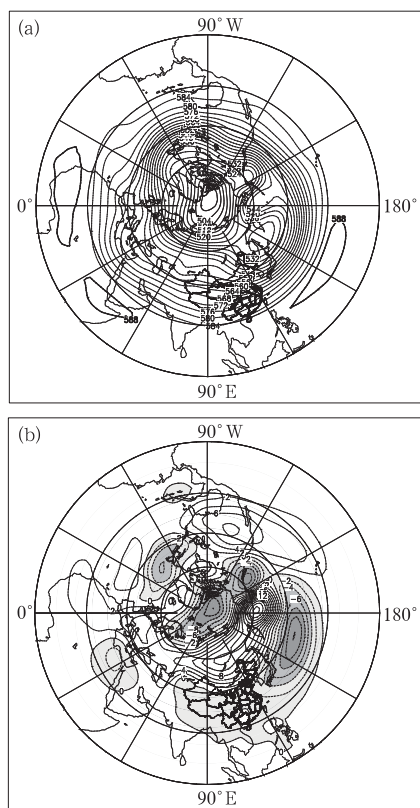


图 4 2017 年 3 月北半球 500 hPa 平均高度(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 The average 500 hPa geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in March 2017 (unit: dagpm)

现为正距平,东亚大槽偏弱,不利于冷空气影响我国。

2.2 中高纬环流呈四波型,副高强度较常年偏弱,南支槽强度较常年偏强

从月平均的 500 hPa 高度场和距平场(图 4)可知,3 月环流最显著的特点是中高纬由冬季的 3 波型演变为 4 波型,其中欧洲东部槽和北美东岸槽与常年相近,东亚大槽显著偏东表现为在鄂霍次克海附近的一个切断低压,中心强度低于 528 dagpm,低涡以东白令海附近形成一个阻塞高压,阻塞高压前部北美西岸常年高压脊的位置出现第四个大槽,在距平场上表现为北美西岸显著的负距平(超过 -10 dagpm)。与多年平均相比,亚洲东部地区正距平中心达到 12 dagpm 以上,东亚大槽偏东,该形势不利于强冷空气南下,导致本月全国大部分地区气温较常年显著偏高。

低纬地区,副高的强度较常年同期偏弱,副高的脊线位于 10°N 附近,西脊点位于 130°E 附近。南支

槽平均位置位于 90°E 附近(图 4a),南支槽控制区域内均为 $-2\sim 0$ dagpm 的负距平,表明南支槽强度较常年略偏强(图 4b)(宫宇和孙军,2015;江琪等,2016;王璠和张芳华,2016),该环流形势利于孟加拉湾的水汽向我国输送,导致 3 月我国青藏高原至我国中部地区降水量较常年同期明显偏多。

2.3 环流演变与我国天气

图 5 给出了 3 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 高度场的平均环流形势。与 2 月下旬环流形势相比,3 月上旬欧亚大陆中高纬地区大气环流形势仍为“两槽两脊”型(图 5a),低槽分别位于巴尔喀什湖一带和鄂霍茨克海附近,两槽之间为脊区控制,两槽均形成了闭合的切断低压,且强度均有所增加,环流经向度增加。我国中东部大部分地区处于槽后,在西北气流的引导下有利于冷空气南下。

3 月中旬,欧亚大陆中高纬地区大气环流形势依然为“两槽两脊”型(图 5b),巴尔喀什湖一带仍受低槽控制,强度较强,另一槽位于日本以东的太平洋

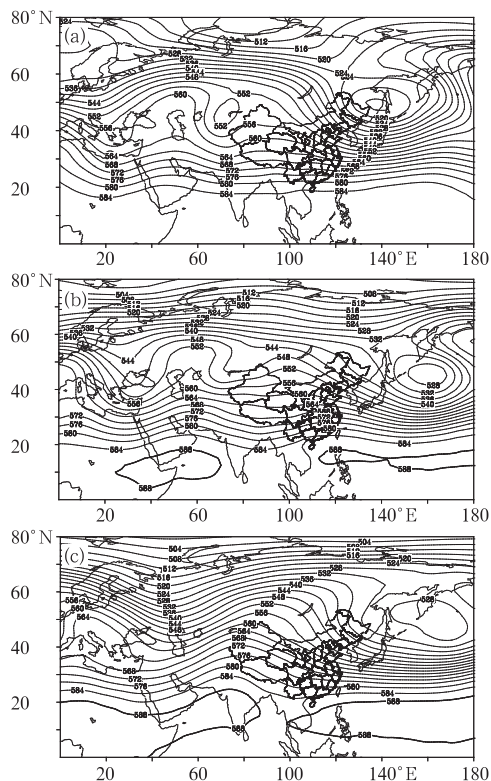


图 5 2017 年 3 月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c)的 500 hPa 平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 The average 500 hPa geopotential height for (a) the first, (b) middle and (c) last decades of March 2017 (unit: dagpm)

洋面上,强度较弱。与上旬形势相比,环流较为平直,经向度有所减弱。我国大部分地区受高压脊控制,旬内 11—14 日,我国内蒙古东部、东北中部、黄淮、西北地区东南部、江汉、江淮、江南西部、西南地区东部、华南等地遭遇一次冷空气过程,上述地区降温幅度普遍在 6℃ 以上,黄淮、西南地区东部、华南西南部等地降温幅度超过 8℃。我国西北地区东部也出现明显雨雪天气,其中,甘肃东部和南部、宁夏南部、陕西中南部、青海南部降水量普遍有 5~25 mm,其中甘肃东南部和陕西南部有 25~50 mm。中低纬地区南支槽整体东移,配合东路冷空气南下,导致我国南方大部分地区出现降水天气。

3 月下旬,欧亚大陆中高纬地区大气环流形势变为“两槽一脊”型(图 5c),里海附近存在一低槽,另一槽依然位于鄂霍次克海一带,我国中东部大部地区处于槽后西北气流的控制下。旬初控制我国的

高压脊逐渐向东北方向发展,我国大部地区处于脊前西北气流控制下。同时,配合 100°E 附近南支槽波动,有利于向我国输送西南暖湿气流,冷暖空气交汇,导致江南和华南西部地区出现区域性暴雨天气过程。其中,3 月 22 日江西中部和湖南南部部分地区日降水量达到 50 mm 以上,湖南祁东、衡阳等地日降水量超过 80 mm。

3 冷空气活动

3.1 概况

3 月我国中东部地区出现 2 次中等强度冷空气过程。分别出现在 3 月 11—14 和 20—24 日。2 次冷空气过程的影响范围和强度详见表 1。

表 1 2017 年 3 月主要冷空气过程
Table 1 The main cold air processes in March 2017

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
11—14 日	中等强度	内蒙古东部、东北地区中部、黄淮、西北地区东南部、江汉、江淮、江南西部、西南地区东部、华南等地降温幅度普遍在 6℃ 以上,黄淮、西南地区东部、华南地区西南部等地降温幅度超过 8℃	青海东部、甘肃中东部、宁夏南部及黑龙江东南部、吉林东部等地出现降雪或雨夹雪天气,甘肃中东部、宁夏南部局地出现大雪或暴雪;陕西中南部、四川盆地东北部、江汉、江南中北部等地出现中到大雨,局地暴雨
20—24 日	中等强度	东北地区中部、华北地区中部、西南地区东部、江南东南部、华南等地降温幅度普遍在 6℃ 以上,其中西南地区东部、华南等地降温幅度超过 8℃	广西中部和北部、广东北部、贵州南部、湖南中部和南部、江西中北部、福建中部及浙江西南部等地出现大到暴雨;西北地区东部及华北地区出现小雨雪天气,内蒙古中部出现较强降雪、雨或雨夹雪

3.2 3 月 11—14 日冷空气过程分析

3 月 11—14 日的过程为一次中等强度冷空气天气过程,影响我国东北地区中部、华北地区中部、西南地区东部、江南东南部、华南等地,带来降温和雨雪天气(表 1)。从天气形势演变来看,3 月 10 日 500 hPa 高度场乌拉尔山东部逐步建立一高压脊,且高压脊不断加强东移,此时地面在这一地区对应 1040 hPa 的高压中心。贝加尔湖以东有阶梯槽缓慢东移南压,且伴随有落后于冷槽的-40℃冷中心。3 月 11 日 20 时(图 6a),乌拉尔山东部的高压脊后暖平流促使高压脊不断加强,脊前偏北气流不断引导冷空气往槽内堆积。冷槽继续东移南落,且贝加尔湖东部有冷槽补充南下。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,同时地面图上

配合出现闭合低压中心和冷锋系统,影响我国东部大部地区。

3 月 12 日 08 时,在槽后冷平流的作用下,槽不断加深,并在我国东北北部形成一个闭合的低压中心。地面冷高压略有东移南压,地面冷锋系统北段已经移至我国东北地区东部,南段南落至我国黄淮地区。槽后西北气流继续引导冷空气入侵我国内蒙古、东北、华北、黄淮等地。

3 月 13 日 20 时(图 6b),第一个槽已经移出东北地区,但其后部阶梯槽已下摆至东北地区,并继续加深东移南掉,14 日 20 时在日本北部发展成切断低压(图略),阶梯槽引导地面补充冷空气并入先期冷空气整体南下影响我国江南、华南一带。其后随着日本切断低涡整体东移,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。

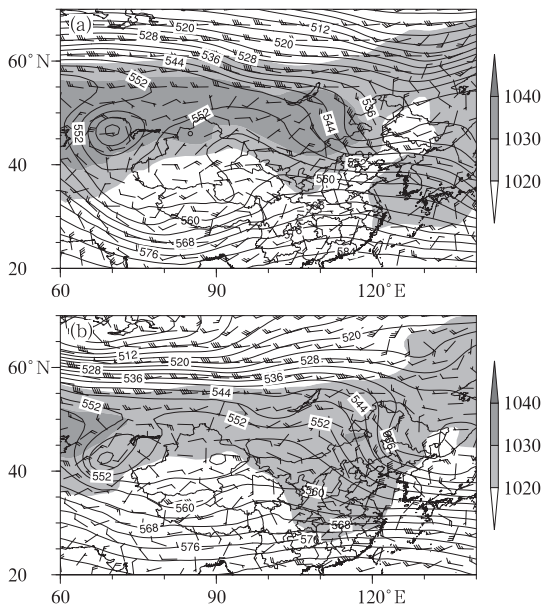


图 6 2017 年 3 月 11 日 20 时(a)和 13 日 20 时(b) 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和海平面气压场(填色,单位:hPa)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and sea level pressure (shaded area, unit: hPa) at 20:00 BT 11 (a) and 20:00 BT 13 (b) March 2017

冷空气造成我国东北地区中部、华北地区中部、西南地区东部、江南东南部、华南等地降温幅度普遍在 6°C 以上,其中西南地区东部、华南等地降温幅度超过 8°C 。此外,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,也出现明显雨雪天气。

4 主要降水过程

4.1 概况

2017 年 3 月我国主要的降水过程有 3 次(表 2),江淮南部、江汉、江南、华南北部多阴雨天气。

4.2 3 月 21—22 日降水过程分析

3 月 21—22 日,受南支槽不断东移加深影响,西南暖湿气流发展强盛,配合东路冷空气南下,江南和华南西部地区低层暖式切变线发展,出现区域性暴雨天气过程。其中,3 月 22 日,江西中部和湖南南部部分地区日降水量达到 50 mm 以上,湖南祁东、衡阳等地日降水量超过 80 mm。强降水导致湖南和江西部分地区出现洪涝、滑坡等灾害,造成一定财产损失。

表 2 2017 年 3 月主要降水过程

Table 2 The main precipitation processes in March 2017

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
9—10 日	短波槽、低空急流	广东北部、江西南部出现暴雨
19—20 日	南支槽、短波槽、低涡切变线	湖北东南部、安徽西南部、江西东北部出现暴雨。华南沿海部分地区出现大到暴雨,其中海南岛东南部局地出现大暴雨
21—22 日	南支槽、暖式切变线、低空急流	广西北部、贵州南部、湖南中部和东部、江西中北部及浙江西南部等地出现大到暴雨,其中湖南东部、江西中北部出现暴雨

21 日 20 时高空图(图 7)可见,从东路南下的冷空气自海上回流至江南、华南,与西南暖湿气流在江南对峙,500 hPa 南支槽较深,动力强迫作用显著,配合槽前暖湿平流,低空急流发展,850 hPa 急流中心风速达到 $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,700 hPa 急流中心风度超过 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,配合回流的偏东风冷空气,形成自贵州至江南东部的准东西向大尺度暖式低空切变线,850 hPa 切变线位于江南北部,925 hPa 切变线位于江南南部到华南北部,表明两层切变线之间的区域低层辐合抬升运动较强,配合充沛的水汽条件(图 8 中,江南、华南整层可降水量超过 30 mm),22 日江南、华南西部出现暴雨天气(朱乾根等,2000)。

22 日白天,500 hPa 南支槽逐渐东移,低层的西南急流和暖式切变线也逐渐东移北抬,强度逐步减弱,冷空气也逐渐减弱,降水过程基本结束。

5 其他灾害天气

5.1 概况

3 月,北方地区共出现 2 次沙尘天气过程。12 日,新疆东部和南疆盆地、甘肃西部、内蒙古西部等地出现扬沙浮尘天气;23 日,新疆南疆盆地、甘肃河西、内蒙古西部、宁夏北部出现扬沙天气,其中铁

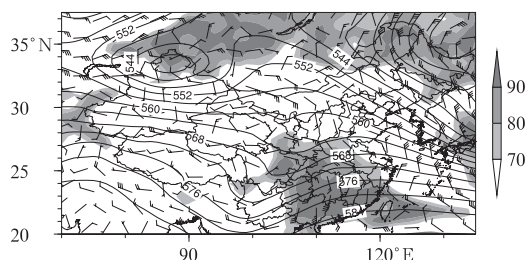


图7 2017年3月21日20时500 hPa
位势高度场(等值线,单位:dagpm)、
850 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
和相对湿度(阴影,单位:%)

Fig. 7 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and relative humidity (shaded area, unit: %) at 20:00 BT 21 March 2017

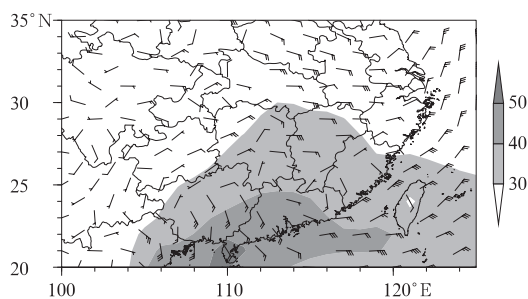


图8 2017年3月21日20时925 hPa
风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
和整层可降水量(阴影,单位:mm)

Fig. 8 The 925 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and the total precipitable water (shaded area, unit: mm) at 20:00 BT 21 March 2017

干里克和塔中地区出现沙尘暴,最小能见度不足500 m,此次沙尘过程持续时间较长,给当地居民生产生活、出行及道路交通安全带来不利影响。此外,江苏、湖南、云南、四川、贵州、宁夏、甘肃、广西、海南等省(区)局地遭受风雹灾害。其中,1日江苏大部分地区出现7级以上大风,盐城阜宁风速最大,达10级;19日,湖南省娄底市新化县遭受风雹灾害;27日,云南省普洱市、西双版纳市出现瞬时大风、短时强降水等强对流天气;31日,四川、云南、湖南、江西、广西、广东、海南等地局部地区出现大风、冰雹、短时强降雨等强对流天气,引发风雹灾害。

5.2 3月31日强对流过程分析

3月30午后至31日上午,西南地区东南部、江

南南部、华南等地自北向南逐渐出现了短时强降水、雷暴大风和冰雹天气,其中小时最大雨强达到40~65 mm。此次过程是一次高空锋区南压配合低层暖湿气流发展使得华南等地静力不稳定发展和水汽积聚,在地面南下冷锋的触发下发生的较大范围强对流天气过程。

30日午后(图9a),500 hPa高空冷涡已经逐渐移出我国东北地区,冷涡后部的横槽下摆,高空锋区南压,影响我国长江以南大部地区。此时南支槽也较为活跃,槽前西南暖湿气流与北方冷空气在江南、华南一带交汇,在江南形成明显的东北—西南走向的低层切变系统,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;此外,850 hPa西南急流达到 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,在急流的作用下,江南、华南的低层水汽条件不断加强,整层可降水量达到30 mm以上,湖南东部、江西和华南局地超过40 mm。从(图10)可以看到,午后西南地区东南部、江南南部和华南地区的对流

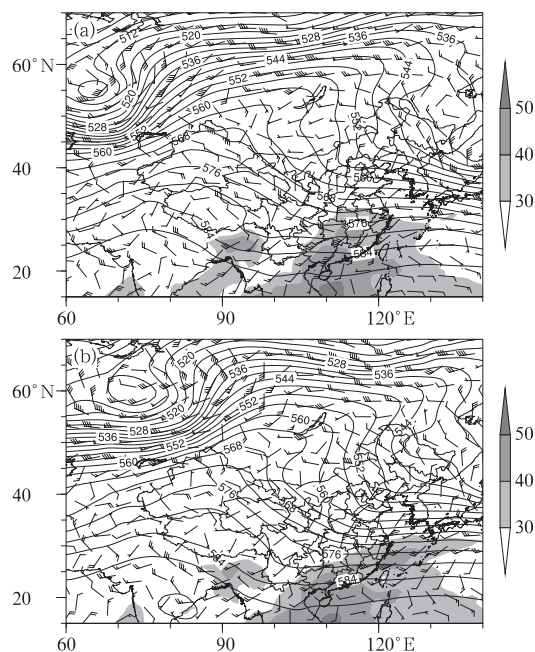


图9 2017年3月30日14时(a)和31日02时(b)
500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)、
850 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
和整层可降水量(阴影,单位:mm)

Fig. 9 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa winds (wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and the total precipitable water (shaded area, unit: mm) at 14:00 BT 30 (a) and at 02:00 BT 31 (b) March 2017

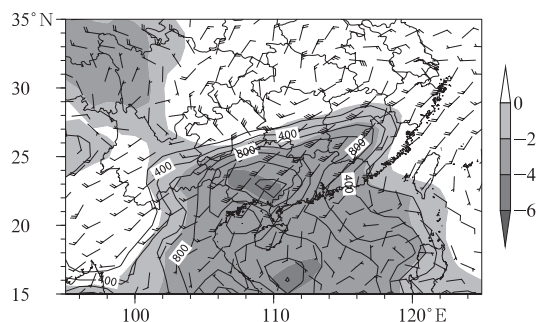


图 10 2017 年 3 月 30 日 14 时 CAPE
(等值线, 单位: $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)、850 hPa
风场(风向杆, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和 BLI
(阴影, 单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 10 Convective available potential energy
(contour, unit: $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$), 850 hPa winds
(wind barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and optimal
lifting index (shaded area, unit: $^{\circ}\text{C}$) at
14:00 BT 30 March 2017

有效位能(CAPE)值超过 $200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, 其中湖南南部、江西南部、广西和广东的 CAPE 值达到 $800 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上, 上述地区的最优抬升指数(BLI) $< -4^{\circ}\text{C}$, 广西局地 $\text{BLI} < -6^{\circ}\text{C}$, 同时 CAPE 值、BLI 和低空急流的大值中心都有很好的对应关系, 表明西南地区东南部、江南南部和华南具备了水汽条件和不稳定条件, 而较强的中低空急流也使得该地区形

成较强的垂直风切变, 为上述地区提供了较好的对流潜势。

30 日起(图 9b), 随着冷空气南下, 配合低空急流和地形, 西南地区东部、江南南部和华南地区等地先后触发了对流, 并在前述较强的不稳定、水汽和垂直风切变环境条件下得以发展和维持, 最终造成云南东部、贵州南部、湖南南部、江西南部、广西、广东等地的短时强降水天气和局地雷暴大风天气, 云南贵州交界处局地产生冰雹天气。随着冷空气主体东移入海, 南支槽也逐渐东移减弱, 低空西南急流消失, 此次强对流天气过程逐渐结束。

参考文献

- 宫宇, 孙军, 2015. 2015 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 41(5): 654-659.
- 国家气候中心, 2017. 2017 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.
- 江琪, 马学款, 王飞, 2016. 2016 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 42(4): 514-520.
- 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.
- 王璠, 张芳华, 2016. 2016 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 42(5): 643-648.
- 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等, 2000. 天气学原理和方法(第四版)[M]. 北京: 气象出版社, 282.