

周晓敏,张涛,2019.2019 年 4 月大气环流和天气分析[J].气象,45(7):1028-1036. Zhou X M,Zhang T,2019. Analysis of the April 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,45(7):1028-1036(in Chinese).

2019 年 4 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: 2019 年 4 月大气环流的主要特征是北半球极涡呈偶极型分布;中高纬环流呈不典型 3 波型,我国基本为正距平;西太平洋副热带高压与南支槽强度均偏强。全国平均气温为 12.7℃,较常年同期(11.0℃)偏高 1.7℃,全国平均降水量为 49.0 mm,较常年同期(44.7 mm)偏多 9.6%。月内共出现 2 次较强冷空气过程;全国范围内共发生 8 次大范围强降雨天气过程,同时出现 9 次强对流过程,多地遭受风雹袭击,局部地区受灾较重;而内蒙古东北部、东北地区发生干旱。此外,北方地区出现 4 次沙尘天气过程。

关键词: 大气环流,暴雨,强对流,沙尘

中图分类号: P448,P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2019.07.013

Analysis of the April 2019 Atmospheric Circulation and Weather

ZHOU Xiaomin ZHANG Tao

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in April 2019 are as follows. Two polar vortex centers were in the Northern Hemisphere. The circulation in middle-high latitudes of the Eurasian showed an atypical three-wave pattern, and there was a positive anomaly of the geopotential height over most of China. The strength of Western Pacific subtropical high and the Bay of Bengal trough were both stronger than the climatological normal. The monthly mean temperature was 12.7℃, higher than the normal (11.0℃) by 1.7℃. The monthly mean precipitation amount was 49 mm, more than the normal (44.7 mm) by 9.6%. Two nationwide strong cold air processes happened in this month. There were eight heavy rainfall events and nine severe convection events throughout the country in this month. Several provinces were attacked by severe thunderstorms and hail disaster while severe droughts occurred in the northeast of Inner Mongolia and Northeast China. In addition, Northern China experienced four sand-dust weather events.

Key words: atmospheric circulation, torrential rain, severe convection, sand-dust

引 言

2019 年 4 月我国基本气候特点为:平均降水量较常年同期偏多,但东北地区降水显著偏少,全国共有 40 站连续无降水日数达到极端事件标准,其中黑

龙江、内蒙古、新疆、吉林、天津等地有 17 站连续无降水日数突破历史极值。全国平均气温较常年同期偏高,其中广东、湖南、江西、浙江平均气温均为 1961 年以来同期最高,全国共有 9 站发生极端高温事件,主要分布在海南、四川、云南和广西,其中,海南临高日最高气温突破历史极值(国家气候中心,

^{*} 国家重点研发计划(2017YFC1502003)资助

2019 年 5 月 29 日收稿; 2019 年 6 月 6 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

2019)。降水分布上南盛北弱的形势明显,月内我国共出现8次大范围强降雨天气过程,主要分布在西南地区、江南以及华南地区;且本月强对流过程频发,多飑线天气,几次强降雨过程基本伴随明显的强对流天气,风雹影响严重;而内蒙古东北部、东北地区则有较严重的干旱发展,北方地区还出现4次沙尘天气过程。

1 天气概况

1.1 降水

2019年4月,全国平均降水量为49.0 mm,较常年同期(44.7 mm)偏多9.6%(国家气候中心,2019)。从空间分布来看(图1),南方大部分地区累计降水量有100~200 mm,江南南部以及华南中部超过200 mm;黄淮、江汉、江淮地区以及四川盆地东部、陕西南部、华北中部超过50 mm;其余地区累计降水量则普遍在50 mm以下,东北地区、西北地区大部、内蒙古、西藏等地累计降水量不足25 mm,东北地区、西藏西北地区和新疆南部局地几乎无降水。

从图2降水距平场可以看到:与常年同期相比,东北地区、西南地区西部、新疆南部、西藏西部和东部以及江淮南部到江南北部一带降水量偏少,东北地区普遍偏少2~8成,吉林偏少8成以上,云南与西藏东部偏少2成,西藏西部与新疆南部偏少超过8成,而江淮南部到江南北部一带只是略微偏少,低于2成;除以上地区外其他地区整体降水量显著偏多,江南南部及华南地区局地偏多2成以上,华北西部、西南地区北部以及整个西北地区普遍偏多2成以上,青海、甘肃以及内蒙古西北部偏多5成以上,

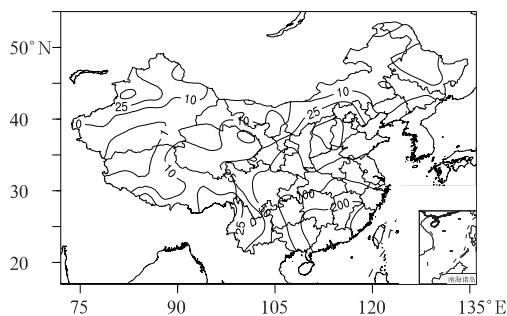


图1 2019年4月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation over China in April 2019 (unit: mm)

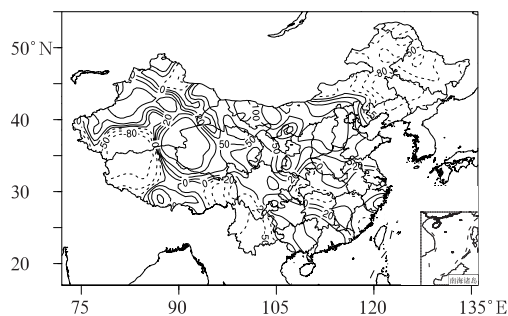


图2 2019年4月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in April 2019 (unit: %)

局地超过1倍。

1.2 气温

2019年4月,全国平均气温为12.7℃,较常年同期(11.0℃)偏高1.7℃,为1961年以来次高,仅低于1998年(国家气候中心,2019)。从全国平均气温距平分布(图3)来看,整个西部地区气温普遍偏高2℃以上,西北地区与四川盆地中南部偏高3℃以上,内蒙古西北部局地偏高超过4℃;而中东部地区气温偏高幅度不大,普遍在1℃左右,东北与华北东部基本接近历史同期。全国共有31站日降温事件达到极端事件标准,主要分布在华北、江汉、江南及辽宁、内蒙古、河南、青海、贵州等地,其中内蒙古、辽宁、青海、河南有4站日降温突破历史极值;全国共有9站发生极端高温事件,主要分布在海南、四川、云南和广西,其中,海南临高(41.0℃,4月20日)日最高气温突破历史极值(国家气候中心,2019)。

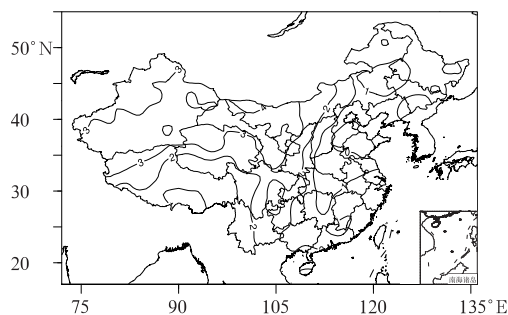


图3 2019年4月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of mean temperature anomaly over China in April 2019 (unit: °C)

2 环流特征和演变

2.1 环流特征

图4给出的是2019年4月北半球500 hPa平均位势高度场及距平场的空间分布,与常年相比(陶亦为等,2016;万子为和张涛,2017;毛旭和张涛,2018)北半球环流形势有以下特点。

2.1.1 极涡呈偶极型分布

4月,北半球极涡呈偶极型分布(图4a),两个极涡中心分别位于加拿大北部群岛附近以及新地岛以东洋面,中心强度分别为516和512 dagpm,与负距平相对应,两个极涡中心位置对称,强度相当。与3月新地岛附近为弱脊区的形势相比,4月极涡形势导致西伯利亚地区冷空气活动明显增多增强。

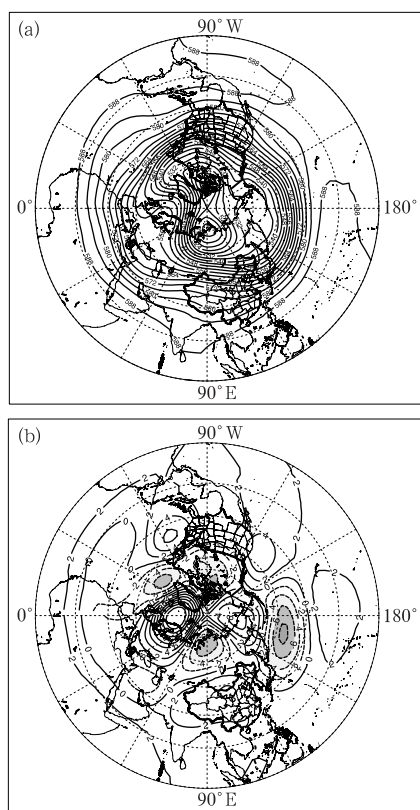


图4 2019年4月北半球500 hPa平均位势高度(a)和距平(b)(单位:dagpm)

Fig. 4 Monthly mean geopotential height at 500 hPa (a) and anomalies (b) in the Northern Hemisphere in April 2019 (unit: dagpm)

2.1.2 中高纬环流呈不典型3波型,我国基本为正距平

4月北半球中高纬西风带处于3波向4波转换期,呈现不显著的3波型,北欧至格陵兰岛阻塞高压强烈发展,使得常年欧洲槽偏东,北大西洋至北美东部为宽广极涡槽区,东亚槽接近常年,北太平洋至北美西部为弱脊区。新地岛极涡及以南乌山地区槽区使得西西伯利亚冷空气活跃且强盛,但也由于缺乏乌拉尔山阻塞高压发展,冷空气难以从中西路南下影响我国,较低纬度的中亚至东亚环流平直为弱脊区,我国基本为正距平2 dagpm左右,导致4月影响我国的冷空气势力总体虽较为活跃,但势力不强,路径偏东偏北,因此我国4月气温偏高,尤其中西部显著偏高,东北及华北东部地区接近常年,部分地区还略偏低。

2.1.3 西太平洋副热带高压偏强,南支槽强度偏强

从图4还可以看出西太平洋副热带高压较常年同期势力偏强,位置偏南,导致辐合区主要位于江南、华南北部、西南地区东部等地,降水也在以上地区集中。南支槽位于90°E以西,等高线弯曲明显(图4a),表明南支槽强度较常年偏强,该环流形势有利于孟加拉湾的水汽向我国输送和北上,且南支槽控制区域明显偏南,导致冷暖空气交汇于江南、华南地区,使得降水偏多。

2.2 环流演变与我国天气

图5为4月上、中、下旬欧亚地区500 hPa旬平均位势高度场。从图5a可以看出,4月上旬极涡中心位于新地岛附近,中心强度为512 dagm;欧亚地区中高纬环流形势为两槽一脊型,里海以西的高空槽强度较弱,另一槽位于日本以东的太平洋洋面上,强度较西边的槽更强。而里海以东的宽广大陆上受高空脊控制,我国东北部“西高东低”的形势明显,配合鄂霍茨克海切断低压,有利于引导冷空气经东路影响到我国北方地区(毛旭和张涛,2018),4—5日的一次冷空气过程造成了东北地区、华北、黄淮等地较大范围的大风沙尘天气。另外,4月上旬低纬地区90°E附近南支槽强度偏强,位置偏南,有利于暖湿气流的向北输送,配合低涡切变线与低空急流系统,给我国造成两次暴雨天气过程,并伴随强对流天气发生。8—10日,受高空低槽东移、中低层急流切变线以及地面冷空气共同影响,西南地区东部、江汉、江淮、黄淮等地较大范围出现大到暴雨,局地大

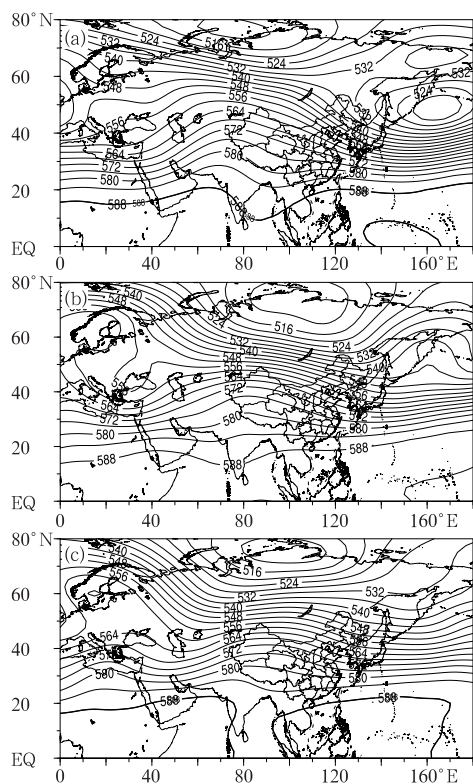


图5 2019年4月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c)欧亚500 hPa平均位势高度(单位:dagpm)
Fig. 5 Geopotential height at 500 hPa over Eurasia averaged over the 1st (a), 2nd (b) and 3rd (c) dekads in April 2019 (unit: dagpm)

暴雨天气,同时多地伴有雷暴大风天气,局地发生冰雹。四川东部、重庆、湖北、湖南、河南、安徽、江西、浙江等地普遍出现雨强为 $30\sim 50\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 的短时强降水,局地超过 $80\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$;且多地发生8级左右雷暴大风,重庆局地出现10级大风。

4月中旬(图5b),环流形势有所调整,极涡南压东移,范围扩大;欧亚地区中高纬仍维持两脊一槽型,整体西移,西边高空槽移至地中海附近,有所加深,东边高空槽西移至日本海上高,中间脊减弱。相比上月,我国中高纬地区环流变得平直,经向形势减小,鄂霍茨克海上低压消失,冷空气势力较弱,影响偏北,但月末有调整,冷空气有所增强,造成17—19日的一次弱冷空气过程,华北、东北地区、黄淮东部出现5~7级大风,气温下降 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$,且华北、东北地区发生扬沙和浮尘天气。南支槽较上月略有减弱,但仍然明显,维持在偏南位置,因此北方地区与南支槽配合较差,降水偏少。而冷暖空气在西南地区东部、江南、华南一带交汇,因此以上地区降水偏

多,尤其是华南地区,出现3次暴雨过程,且均伴随强对流天气。其中11—15日,受东移高空槽和低层切变系统的共同影响,华南出现强对流天气过程,主要以短时强降水为主,广西和广东雨强普遍在 $25\sim 50\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$,两广南部有 $50\sim 80\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$,局部地区超过 $80\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$;而且此次过程中多个地区还伴随冰雹和7级以上大风天气,为多地造成了一定的财产人员损失。月末18—21日,受低空切变线及西南急流影响,华南地区又连续发生了两次降雨过程,广西、广东普遍暴雨,局部大暴雨,且多地伴随风雹天气。

从4月下旬(图5c)的环流场来看,环流形势基本维持,极涡北收,位置稳定,但中高纬地区经向度进一步减小,环流更为平直。南支波动东移,副热带高压加强,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,4月下旬西南地区东部、江南、华南地区连续发生了3次强降水过程,华南地区更是连续多日反复出现飑线过程,各类强对流天气频发。其中24—25日,受高空低槽和低层切变影响,全国发生了自北向南的大范围强对流过程,华北、黄淮地区以雷暴大风为主,山西、河北西部、河南多地发生8~9级以上大风,同时伴随有冰雹发生,普遍直径在2 cm左右,最大超过5 cm;而江南与华南北部的强对流天气则为短时强降水和风雹混合,贵州东部、湖南、江西、广西北部、福建北部、浙江等地普遍小时雨量在 $20\sim 50\text{ mm}$,局地超过 80 mm ,且基本都伴随有8~9级大风,贵州、江西等地多处出现冰雹。

3 冷空气活动和沙尘天气

3.1 冷空气过程

4月,共有两次冷空气过程影响我国中东部地区,这两次过程分别发生在8—12和17—20日,具体影响范围和强度详见表1。其中8—12日,冷空气过程影响范围最广、强度最强;最大降温幅度 10°C 以上地区主要在江汉、江淮及江南大部等地,其中湖北东南部、安徽南部、湖南东部及江西南部等地最大降温幅度超过 14°C (国家气候中心,2019)。此次冷空气过程除了造成部分地区出现低温冷冻灾害外,还导致以上地区发生了大范围强对流天气,多地遭受风雹袭击。

表 1 2019 年 4 月主要冷空气过程

Table 1 Main cold surge processes in April 2019

影响时段	冷空气强度	影响区域	过程影响概述
8—12 日	全国性中等强度冷空气	中东大部地区	陕西北部、内蒙古西部、江淮、江南、华南大部、西南地区东部等地气温先后下降 6~8℃,局地 14℃ 以上;新疆东部、内蒙古西部、黄淮、江淮、江南东部等地出现 4~6 级风,局地阵风 7~8 级
17—20 日	北方中等强度冷空气	淮河以北地区	华北大部、东北地区、黄淮北部、南疆发生 5~7 级偏北风,气温下降 6~10℃,局地 12℃ 以上;内蒙古中部、河北北部等地出现扬沙天气

3.2 沙尘天气过程

4 月,受地面冷锋和蒙古气旋影响,我国北方共出现 4 次沙尘天气过程,分别发生于 4—6、16、17 和 20 日(表 2)。我国沙源地多位于内蒙古和西北地区,上述地区 4 月 500 hPa 受浅脊控制,地面温度偏高,容易起沙(毛旭和张涛,2018);且今年 4 月

500 hPa 环流较为平直,多短波活动,弱冷空气活动频繁,造成沙尘天气过程次数较 2009—2018 年同期平均值(3.6 次)略偏多(国家气候中心,2019)。其中 4—6 日的过程范围较广,强度较强,新疆南疆盆地、内蒙古中东部、辽宁、吉林、山东、河北、北京、天津等地的部分地区都出现扬沙,给当地居民的生活及出行造成了一定影响。

表 2 2019 年 4 月主要沙尘天气过程

Table 2 Main sand-dust weather processes in April 2019

影响时段	主要影响系统	过程类型	影响区域
4—6 日	地面冷锋、蒙古气旋	扬沙	新疆南疆盆地、内蒙古中东部、辽宁、吉林、山东、河北、北京、天津等地的部分地区出现扬沙天气
16 日	蒙古气旋	扬沙	内蒙古中东部、辽宁西部、吉林西部、黑龙江西部等地出现扬沙天气
17 日	地面冷锋、蒙古气旋	扬沙	辽宁西部、吉林西部、黑龙江西部等地出现扬沙天气
20 日	地面冷锋	扬沙	内蒙古中部、河北北部等地出现扬沙天气

3.3 4 月 4—6 日沙尘天气过程分析

在 3 月我国北方降水少气温高的背景下(韩旭卿和张涛,2019),4 月初气象干旱持续发展,内蒙古中西部、甘肃中部附近沙源地的旱情导致土壤疏松加剧,容易起沙(万子为和张涛,2017),再配合蒙古气旋和地面冷锋的东移,导致 4—6 日北方地区出现一次沙尘天气过程。从 4 日 08 时 500 hPa 环流场上可以看到(图 6a),在蒙古高原一带环流径向度加大,偏北气流增强,高空为一致的西北气流,引导冷空气经东路影响到我国内蒙古东部以及东北、华北北部地区,850 hPa 上风速达到 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,低压切变线位于内蒙古东部至东北地区,海平面气压场上也可以看到明显的气旋中心位于内蒙古东部到吉林西部(中心强度值为 1000 hPa)。气旋中心与高压中心间气压梯度较大,造成内蒙古中东部、华北、东北地区多地出现 6~7 级大风,局地阵风达 10 级以上,因此内蒙古西部附近沙源地容易起沙,沙尘在以上有利条件下一路向东传输,导致内蒙古中东部、辽

宁西部、吉林西部、河北北部、北京北部等地的部分地区出现扬沙天气。到 5 日 14 时,又有一股冷空气自西路经内蒙古西部以及西北地区一直影响到华北,以上地区 850 hPa 风速仍在 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,地面低压势力广阔,中心位于内蒙古中部(图 6b);地面 10 m 风速在 $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,受冷空气大风以及回流传输的影响,5 日北京、天津、山东北部、河北中南部以及新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃中西部、宁夏北部、陕西北部等地的部分地区出现较大范围扬沙或浮尘天气。直至 7 日,随着系统逐渐东移出沙源地,此次北方沙尘天气才趋于结束。

4 主要降水过程和强对流过程

4.1 概况

4 月我国出现 8 次大范围强降雨天气过程,分别发生在 3—4、8—10、11—16、18—23、19—20、24—25、26—27 和 28—30 日(表 3),主要分布在西

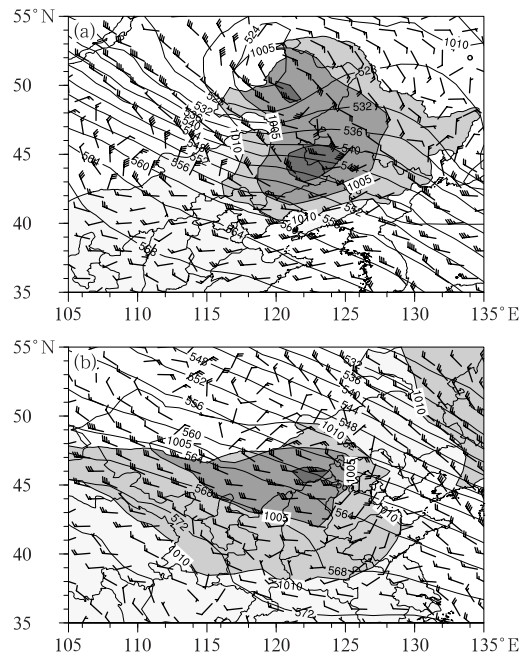


图 6 2019 年 4 月 4 日 08 时(a)和 5 日 14 时(b) 500 hPa 位势高度场(实线,单位:dagpm)、850 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和海平面气压场(阴影,单位:hPa)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential height (solid line, 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 4 (a) and 14:00 BT 5 (b) April 2019

南地区、江南以及华南地区。另外,4 月强对流过程频发,且发生范围广、强度大,累计发生 9 次过程,中央气象台共发布了 25 期强对流蓝色预警,5 期强对流黄色预警,影响广泛,具体天气类型以及影响区域

见表 4。4 月的强对流多飑线过程,本月共发生 18 次飑线过程,其中 10 次飑线尺度超过 300 km,最长生命史达 7 h,尤其在 4 月下旬(从 19 日开始)华南地区连续多日反复出现飑线天气,给当地造成了严重影响。发生在 8—10 日的 4 月首次强降水及强对流过程,影响了西南地区东部、江汉、江淮、黄淮较大范围区域,多地出现大到暴雨,其中河南南部和安徽北部等地局部地区出现大暴雨,且普遍伴随有 8 级左右大风,局地出现冰雹。24—25 日发生的强对流天气过程强度大、影响范围广泛,南北同时爆发,山西、河北西部、河南多地发生 8~9 级以上大风,同时伴随有冰雹发生,最大直径超过 5 cm;贵州东部、湖南中部和南部、江西中部、浙江中南部等地出现暴雨,普遍小时雨量达 20~50 mm,局地超过 80 mm,且基本伴随 8~9 级大风,贵州、江西等地多处还出现冰雹。此外,11—16 日的强降水过程,主要集中在华南两广地区,虽然范围不大,但是强度大,且几日内连续多次影响该地区,造成广西、广东多地持续暴雨,广东南部出现大暴雨,给以上地区带来了较大损失。

4.2 4 月 8—10 日黄淮、江淮强降水及强对流过程分析

受黄淮气旋、中低层急流切变线以及地面冷空气共同影响,8—10 日,西南地区东部、江汉、江淮、黄淮一带出现较大范围的强降雨天气过程,此次过程于 8 日夜间从鄂西南被触发,然后向东偏北方向移动,区域强降雨主要影响时段在 9 日。

从 500 hPa 形势场看,此次过程是由低涡切变

表 3 2019 年 4 月主要降水过程

Table 3 Main precipitation events in April 2019

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
3—4 日	南支槽、低空切变线	广西南部出现暴雨
8—10 日	低空切变线、黄淮气旋、低空急流	河南中南部、安徽中南部、湖北东北部出现暴雨,河南南部和安徽北部出现大暴雨
11—16 日	短波槽和低层切变线	广东中南部、广西东南部出现暴雨,广东中南部部分地区出现大暴雨
18—23 日	低涡切变、低空急流	广东中北部和东南部、湖南东南部出现暴雨,广东中南部部分地区出现大暴雨
19—20 日	高空槽、低层切变	四川中北部、甘肃南部、陕西西南部、重庆中西部、贵州北部部分地区出现暴雨,四川东部、重庆西部、陕西西南部出现大暴雨
24—25 日	高空槽、低层切变	贵州东部、湖南中部和南部、江西中部、浙江中南部等地出现暴雨
26—27 日	高空槽、低层切变	湖南南部、广西北部、广东北部出现暴雨
28—30 日	高空槽、低层切变	贵州北部、湖南北部、湖北东南部、安徽南部、广西南部沿海和东南部、广东中部、福建东部沿海等地的部分地区出现暴雨,局地出现大暴雨

表 4 2019 年 4 月主要强对流过程

Table 4 Main severe convection events in April 2019

过程时段	主要影响系统	影响区域及主要强对流天气
8—10 日	低涡切变线、低空急流	西南地区东部、江汉、江淮、黄淮地区出现雷暴大风和短时强降水天气，局地冰雹
11—15 日	短波槽和低层切变线	华南地区出现雷暴大风和短时强降水，局地冰雹
18—19 日	低涡切变、低空急流	华南地区出现短时强降水为主的强对流天气，局地伴随风雹
19—20 日	高空槽、低层切变线	西北地区东部出现雷暴大风天气，局地短时强降水和冰雹
19—21 日	高空槽、低层切变	西南地区东部、江南西南部以及华南地区出现短时强降水天气，局地风雹
21—23 日	暖区强对流	西南地区东部和华南北部出现短时强降水和雷暴大风
24—25 日	高空槽、低层切变 暖区强对流	华北、黄淮地区出现雷暴大风为主的强对流天气，局地冰雹 江南、华南北部出现短时强降水和雷暴大风，局地冰雹
25—28 日	低层切变线	西南地区东部、江南、华南地区出现短时强降水天气，局地风雹
4 月 29 日至 5 月 1 日	高空槽、低层切变	华南地区出现短时强降水、雷暴大风以及冰雹

和南支波动共同造成的。中纬度高空槽位于 105°E 附近,槽前锋生条件有利;有冷空气经东路自华北东部向黄淮、江汉地区渗透,同时南支槽引导西南急流北上,冷暖空气在黄淮西部交汇,形成切变系统,8 日夜间该系统逐渐加强,气旋逐步形成,并继续东移。到 9 日 08 时,从高空环流(图 7)可以看到,气旋中心位于河南、山东及安徽三省交界处,而安徽北部、湖北中部地区处于气旋的冷切段,动力条件良好,切变线提供了强的抬升作用。此外,西南急流加强,850 hPa 低空急流超过 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,带来了很强的水汽辐合,湖北、湖南、安徽、江西、江苏等地区 850 hPa 比湿均超过了 $10\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,局地达 $12\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上。在 925 hPa 上整个气旋系统也非常明显(图 8),切变线比 850 hPa 上的位置略微偏南,位于安徽中部、湖北南部到湖南北部一带,925 hPa 风速

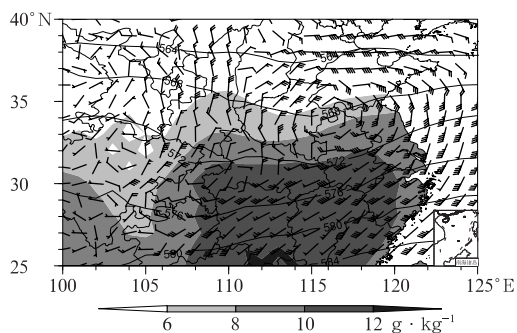


图 7 2019 年 4 月 9 日 08 时 500 hPa 位势高度场(实线,单位: dagpm)、850 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)和 850 hPa 比湿(阴影)

Fig. 7 The 500 hPa geopotential height (solid line, unit: dagpm), 850 hPa wind field (wind barb, unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and specific humidity (shaded area) at 08:00 BT 9 April 2019

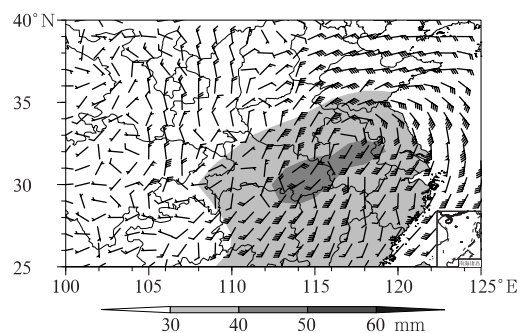


图 8 2019 年 4 月 9 日 08 时 925 hPa 风场(风向杆,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)和整层可降水量(阴影)

Fig. 8 The 925 hPa wind field (wind barb, unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and PWAT (shaded area) at 08:00 BT 9 April 2019

也达到 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,两层切变线之间的区域低层辐合抬升更强(万子为和张涛,2017),黄淮、江汉、江淮、江南大范围区域内整层可降水量在 30 mm 以上,而湖北东部和安徽中部超过了 40 mm,局地达 50 mm 以上,水汽较为充沛。在良好的动力条件和水汽条件配合下,上述地区产生了大范围强对流天气。除强降水之外,上述地区的不稳定能量也较好,所以此次过程也普遍伴随雷暴大风,局地还发生了冰雹。

之后,随着低涡的东移,切变线也持续东移,影响江浙地区,9—10 日在黄淮、江淮、江南北部地区接连造成了大范围暴雨、局地大暴雨天气。中央气象台从 8 日起连续 2 d 发布了暴雨预报和强对流预警。至 10 日,随着低涡东移入海,本轮强降水过程结束。

4.3 4月24—25日南北方大范围强对流过程分析

4月24—25日,受高空东移的短波槽影响,我国北方和南方同时发生了较大范围的强对流天气过程,北方受影响区域主要位于华北西部和南部以及黄淮西部,主要以风雹天气为主;南方则主要在贵州、广西北部以及江南大部分地区发生了大到暴雨,同时伴随风雹天气,主要影响时段在24日午后至25日上午。

本次北方的过程是一次高空槽配合低层低涡形势下的强对流天气,14日20时,从环流图(图9)可以看到,高空短波槽已经东移至华北西部,东西两路冷空气在山西、河北一带汇合,在850 hPa上低涡已经建立,整个低涡切变线形势清楚。925 hPa上的切变线也位于山西与河北的交界处(图10),该形势下动力抬升作用显著,对流在此被触发;山西及河北南部、山东大部850 hPa比湿超过 $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,湿度条件较好,华北西部与南部一带是0~6 km风切变的大值区,且具有一定的不稳定能量(图11),有利于风雹天气的发生。以上地区整层可降水量较低,

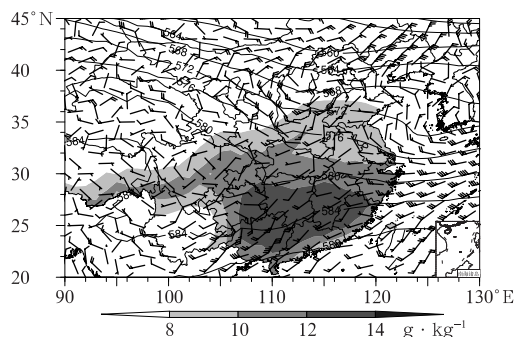


图9 同图7,但为2019年4月24日20时

Fig. 9 Same as Fig. 7, but at 20:00 BT 24 April 2019

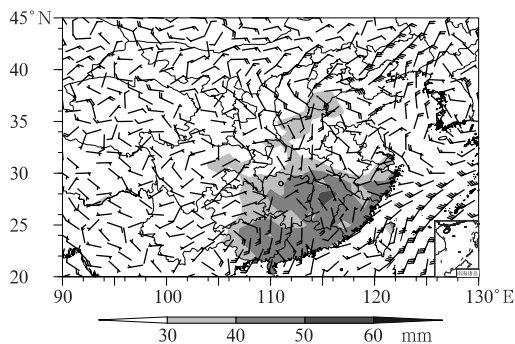


图10 同图8,但为2019年4月24日20时

Fig. 10 Same as Fig. 8, but at 20:00 BT 24 April 2019

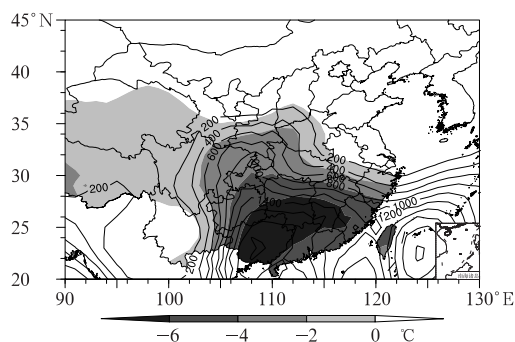


图11 2019年4月24日20时对流有效位能(等值线,单位: $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)和最优抬升指数(阴影)

Fig. 11 Convective available potential energy (contour, unit: $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$) and optimal lifting index (shaded area) at 20:00 BT 24 April 2019

仅在山西、河北南部与河南北部的边界处有超过30 mm的可降水量,所以北方的此次强对流过程降水较弱,以风雹天气为主。

南方过程同样受到高空槽影响,自24日起,短波槽在东移过程中逐渐加强,与南支槽相连(图9),槽前850 hPa上西南急流风速在25日凌晨时最强达到了 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,700 hPa急流带更强,为江南地区带来了良好的水汽条件,沿着最大风速带上各地区整层可降水量都大于40 mm,局地超过了50 mm(图10),且925 hPa上可以看到清楚的切变线作用于贵州与湖南一带,并随着高空槽的东移陆续影响到江西与江浙地区,导致上述地区在过程内短时强降水强度较强,累计达大到暴雨程度。从不稳定能量来看(图11),江南地区以南大范围区域内对流有效位能大范围超过 $1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$,湖南、江西中南部超过了 $1500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$,而且上述地区也同时处在最优抬升指数小于 -4°C 的区域内,中心小于 -6°C ,说明这些地区不稳定能量强盛,对流系统在进入后非常有利于其的进一步发展加强(张夕迪和孙军,2017),且在垂直风切变较大的江南中南部地区,下沉对流有效位能也超过 $1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$,有利于出现雷暴大风(陶亦为等,2016)。随着高空槽的东移,至25日白天,此次过程趋于结束。

5 其他灾害性天气——干旱

3月至4月上旬,华北、黄淮大部降水量不足10 mm,加上同期气温高,土壤失墒快,西北地区东

部、华北、黄淮等地气象干旱持续发展,陕西中部、山西中部和南部、河南北部和山东中西部等地出现特旱。4月,我国长江以及其以北地区出现大范围降水过程,旱情明显缓和;但内蒙古东北部、东北大部等地降水量偏少明显,东北大部、江淮南部、江西北部及内蒙古东部、新疆西南部、西藏西部和东南部、四川南部、云南等地降水量较常年同期偏少2~8成,其中东北南部及内蒙古东部局地、西藏西部等地偏少8成以上,气象干旱发展,内蒙古东北部、辽宁大部、吉林、黑龙江东部、云南中部等地达到中到重度干旱(国家气候中心,2019)。

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

国家气候中心. [2019-05-09]. 2019年4月中国气候影响评价[EB/R]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Center. [2019-05-09]. Assessment of climate impact over China in April 2019[EB/R]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php

[flu/moni_china.php](https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php)(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).
- 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).
- 陶亦为,张芳华,刘涛,2016. 2016年4月大气环流和天气分析[J]. 气象,42(7):898-904. Tao Y W, Zhang F H, Liu T, 2016. Analysis of the April 2016 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 42(7):898-904(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).
- 张夕迪,孙军,2017. 2017年5月大气环流和天气分析[J]. 气象,43(8):1022-1028. Zhang X D, Sun J, 2017. Analysis of the May 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 43(8):1022-1028(in Chinese).

新书架

《天气气候变化及其动力学研究——李崇银院士 从事大气科学六十周年纪念文集》

大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室 编

该书收集了李崇银院士及其学生依据国家需求在天气气候分析、天气气候动力学、数值模拟和预报、卫星遥感、臭氧和平流层,以及边界层大气扩散,大气与海洋、大气与空间科学等交叉领域发表的综述文章和在大气科学不同领域的研究论文。可供天气气候分析、天气气候动力学、数值模拟和预报、卫星遥感、臭氧和平流层,以及边界层大气扩散,大气与海洋、大气与空间科学等交叉领域的科研人员参考阅读。

16开 定价:200.00元

《现代气候学(第二版)》

缪启龙等 编著

该书系统地阐述了现代气候学的基本概念、原理和研究内容,力求反映现代气候学的最新成果。内容包括气候系统概念、辐射平衡、能量输送、水分交换,海气、陆气相互作用,冰雪与气候,以及大气的平均状态和气候变化的事实与可能原因,并对现代气候学的研究方法的基础理论予以介绍和阐述。该书可作为大气科学类专业以及地理、水文、环境、海洋、农、林等专业的本科生或研究生作为教学参考书,还可供相关专业技术人员参考。

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