

麦子,张涛,2022. 2022 年 3 月大气环流和天气分析[J]. 气象,48(6):794-800. Mai Z, Zhang T, 2022. Analysis of the March 2022 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 48(6):794-800(in Chinese).

2022 年 3 月大气环流和天气分析

麦 子 张 涛

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2022 年 3 月主要的环流特征是极涡呈偶极型分布,强度偏弱;中高纬环流异常呈 4 波型,亚洲环流较平直,西太平洋副热带高压强度较常年略偏强,南支槽较常年偏弱。影响我国冷空气总体较少,月内仅出现 1 次强冷空气过程,导致 3 月大部分地区显著偏暖,全国平均气温为 7.2°C ,较常年同期偏高 2.4°C ,为 1961 年以来历史同期第一高;全国平均降水量为 36.7 mm ,较常年同期(29.4 mm)偏多 25%。月内出现 3 次大范围降水过程,并伴随有不同程度的强对流天气,多省遭受风雹袭击,局部地区受灾较重。此外,北方地区出现两次沙尘天气过程;黄淮、江淮北部发生干旱。

关键词: 大气环流,冷空气,强对流,沙尘

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2022.051001

Analysis of the March 2022 Atmospheric Circulation and Weather

MAI Zi ZHANG Tao

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in March 2022 are as follows. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The 500 hPa geopotential height presented the distribution of an anomalous four-wave pattern in the mid-high latitude of Northern Hemisphere and the air flow was straight in Asia. The strength of Western Pacific subtropical high was a little higher than that in normal years, and the south branch trough was a little weaker. There was only one strong cold front process in March. The national average temperature in March was 7.2°C , 2.4°C higher than the normal and recorded the first in the same period since 1961. The monthly mean precipitation amount was 36.7 mm , 25% more than in normal period (29.4 mm). Three rainfall processes occurred in this month, causing severe weather such as heavy rain and thunderstorm. In addition, there were two large-scale sand-dust weather processes in northern China. Droughts appeared and developed in Huanghuai Region and Jianghuai Region.

Key words: atmospheric circulation, cold air, convective system, sand-dust

引 言

2022 年 3 月全国平均气温为 7.2°C ,较常年同期(4.8°C)偏高 2.4°C ,全国平均降水量为 36.7 mm ,较

常年同期(29.4 mm)偏多 25%(国家气候中心, 2022)。月内,我国共发生 1 次冷空气过程;3 次大范围降水过程;2 次沙尘天气过程影响北方地区;黄淮、江淮气象干旱发展。

2022 年 4 月 30 日收稿; 2022 年 5 月 9 日收修定稿

第一作者:麦子,主要从事强对流预报技术与规律研究. E-mail:maiz@cma.gov.cn

1 天气概况

1.1 降水

3月,全国平均降水量为36.7 mm,较常年同期(29.4 mm)偏多25%,为1961年以来第六高(国家气候中心,2022)。从空间分布来看(图1),华南、江南、江淮等地降水量在100 mm以上,其中浙江西部、安徽南部、湖北东部、江西东北部等地降水量在200 mm以上。与常年同期相比(周晓敏和张涛,2020),西北地区中东部等地降水量偏少5成以上;而全国其余地区降水以偏多为主,江汉、江淮、江南东北部、东北地区南部、新疆中北部降水量较常年同期偏多5成及以上,其中江淮西部、江汉北部、东北南部偏多2倍以上,新疆中部偏多3倍以上(图2)。

1.2 气温

2022年3月,全国平均气温为7.2℃,较常年同

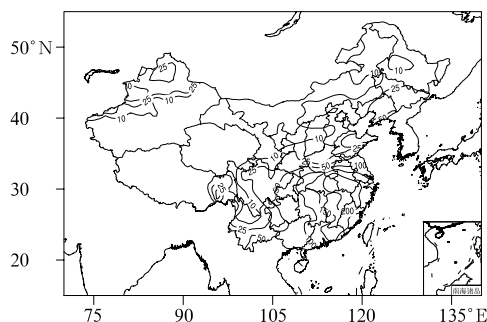


图1 2022年3月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation amount (unit: mm) over China in March 2022

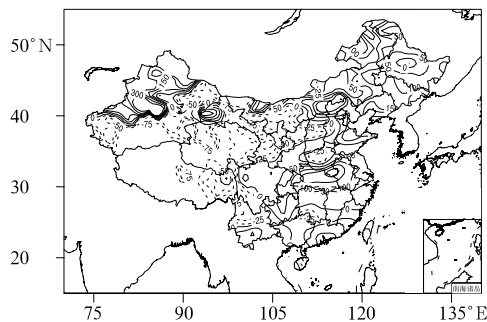


图2 2022年3月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Spatial distribution of precipitation anomaly percentage (unit: %) over China in March 2022

期(4.8℃)偏高2.4℃,为1961年以来历史同期第一高(国家气候中心,2022)。从全国平均气温距平空间分布看(图3),除华北东北部和东北南部以外,全国其余大部地区气温偏高2℃以上,其中江南、西南地区东部、西北地区东部、内蒙古西部的部分地区偏高4℃以上,局地达到6℃以上,河南、山东、湖北、安徽、江苏等地的部分地区平均气温突破历史同期极值。

2 环流特征

与常年平均比较,2022年3月北半球500 hPa平均位势高度及距平的水平分布(图4)表明,3月北半球环流形势有以下特点。

2.1 极涡呈偶极型分布,强度偏弱

3月,北半球极涡呈双极型分布(图4a),两极分别位于东西伯利亚海和格陵兰岛以西,中心强度分别低于512 dagpm和508 dagpm。与历史同期相比,极涡中心为0~4 dagpm的正距平,说明极涡偏弱(图4b)。与去年同期相比(关良等,2021),极涡位置变化不大,但强度较弱。

2.2 中高纬环流异于常年呈四波型,副热带高压较常年略偏强

北半球3月常年呈三波型(韩旭卿和张涛,2019),但2022年3月北半球中高纬度500 hPa环流呈四波型分布,除东亚槽、东欧槽与北美槽外,中北太平洋还存在一槽并有切断低涡对应(图4a)。从距平场看(图4b),西欧异常偏高6~10 dagpm,对应西欧长波脊偏强,东欧槽偏东偏强2~4 dagpm,欧洲环流经向度大。亚洲中高纬为明显负距平区域(存在8 dagpm以上的负距平),东亚槽与

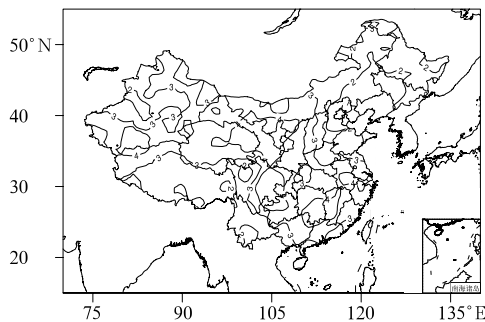


图3 2022年3月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly (unit: °C) over China in March 2022

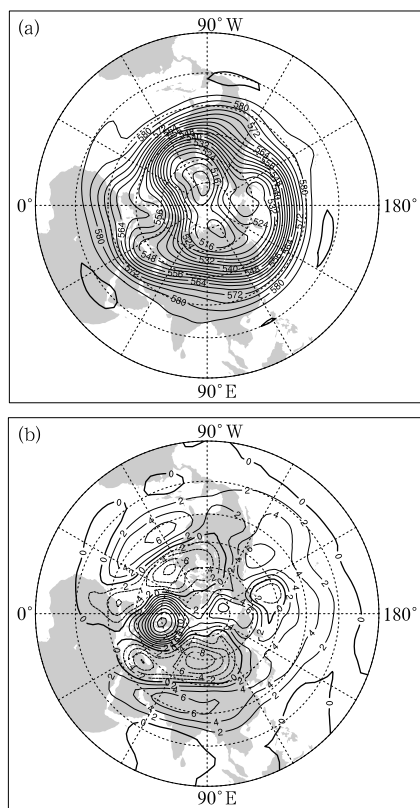


图4 2022年3月北半球500 hPa(a)平均高度场和(b)距平场(单位:dagpm)

Fig. 4 (a) Monthly average geopotential height and (b) monthly geopotential height anomaly at 500 hPa in the Northern Hemisphere in March 2022 (unit: dagpm)

东欧槽之间为宽广浅脊,环流平直,影响我国的冷空气偏弱,导致3月全国大部气温偏高 $2\sim 6^{\circ}\text{C}$ 。

低纬地区普遍表现为 $0\sim 6$ dagpm的正距平,与常年同期相比约有 $2\sim 4$ dagpm的正距平,较常年偏弱;西太平洋副热带高压(以下简称副高)较常年同期略偏北偏强,配合较弱冷空气活动,使得冷暖交汇区域偏北,我国降水主要集中在长江中下游及以南地区。

2.3 环流演变与我国天气

图5表示3月上、中、下旬欧亚地区500 hPa的平均位势高度场。我国总体上处于西高东低形势,环流较为平直。3月上旬(图5a),欧亚大陆中高纬地区为两槽一脊,中亚到我国西北部地区为一宽广的高压脊,东亚槽位于日本海东部,槽宽而浅,锋区偏弱,冷空气势力偏弱;低纬南支槽在印度洋东部,华南为副高脊区控制,这种整体环流配置造成3月

上旬我国多地出现显著高温天气,降水偏少,河南、山东、湖北、安徽、江苏等地的部分地区平均气温突破历史同期极值,黄淮、江淮北部等地的干旱持续发展。

3月中旬(图5b),我国仍受贝加尔湖东部高压脊控制,导致我国气温持续偏高。16—20日,中高纬贝加尔湖东部高压脊发展东移,我国南方地区有短波槽生成并发展,东亚槽加深,环流经向度显著加大,我国处于西高东低的态势,导致影响我国的冷空气势力加强,华北、东北地区气温由偏高转为偏低。其中3月16—17日,受高空东移短波槽影响,配合低层明显西南暖湿急流,我国中东部地区出现大范围的降水过程,部分地区出现雷暴大风和冰雹天气;19—22日,北方短波槽发展并东移入海,受槽后冷空气影响,配合西南低空急流发展,江淮、江南中东部等地出现大范围降水过程,部分地区累计降水量达 $50\sim 120$ mm,局地超过150 mm。

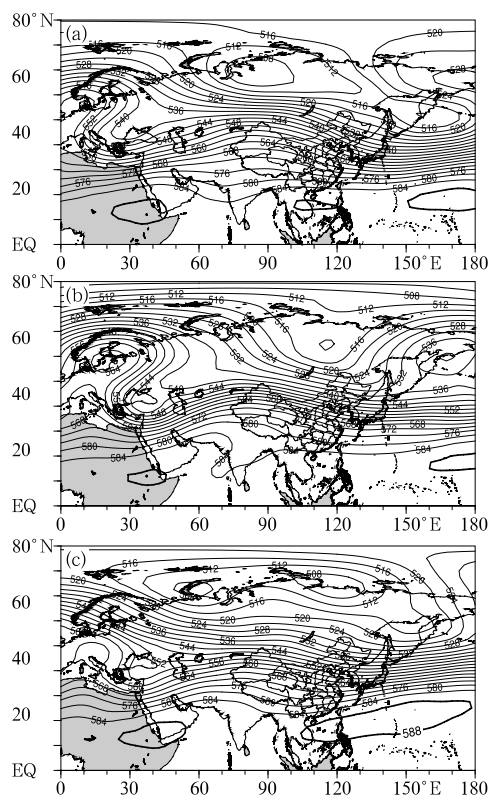


图5 2022年3月(a)上旬、(b)中旬、(c)下旬500 hPa平均位势高度场(单位:dagpm)

Fig. 5 The average geopotential height (unit: dagpm) at 500 hPa for the (a) first, (b) second, and (c) third dakads in March 2022

3 月下旬(图 5c),欧亚大陆中高纬环流形势仍维持两槽一脊,环流较为平直,多短波槽活动;相对中上旬,低纬地区副高位置偏北,强度变强,面积增大。受低层切变系统和西南暖湿气流影响,3 月 22—24 日,华南出现明显降水过程,降水量达到入汛标准,华南进入前汛期,较常年偏早 16 d。24—27 日,有短波槽从新疆开始自西向东移动,槽后冷空气影响我国大部分地区,给中东部带来 4~6℃降温及 5~7 级大风,同时,冷空气与西南暖湿气流相结合,给我国中东部地区带来大范围降水,江淮、江南、华南部分地区累计降水量达到 50~120 mm,局地超

过 150 mm。

3 主要降水和强对流过程

3.1 概 况

3 月我国主要降水过程有 3 次(表 1),集中分布在中下旬,均伴随有不同程度的强对流天气。其中,16—17 日的大范围降水和强对流过程为今年首次区域性强对流天气过程,具有一定的代表性和极端性,下面具体分析这个过程。

表 1 2022 年 3 月主要降水和强对流过程

Table 1 Main precipitation and convective weather processes in March 2022

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
16—17 日	高空槽、低层低涡切变线、低空急流	江苏南部、浙江西北部、安徽西部和南部、河南东南部、湖北东部和南部、江西北部、湖南北部、贵州中部、四川东南部等地出现暴雨,局地有大暴雨;河南、安徽、江苏北部、湖北、湖南、四川盆地中西部、重庆东南部和西部、贵州、广西东北部等局地出现 8~10 级雷暴大风,湖北东部局地出现 11~12 级雷暴大风,四川、贵州、湖北等局地出现冰雹
19—22 日	高空槽、低层低涡切变线、低空急流	湖北、河南南部、安徽中南部、江苏南部、江西北部、浙江、福建北部等地出现暴雨,局地出现大暴雨
23—26 日	高空槽、低层低涡切变线、低空急流	湖北东部、安徽、江苏中部和西南部、湖南南部、江西、浙江中南部、福建、广东、广西东部等地出现暴雨,局地出现大暴雨

3.2 3 月 16—17 日强降水及强对流过程分析

3 月 16—17 日,受高空槽东移、西南涡东移发展和低空急流的影响,我国南方地区自西向东出现大范围强降水及强对流天气过程,江苏南部、浙江西北部、安徽西部和南部、河南东南部、湖北东部和南部、江西北部、湖南北部、贵州中部、四川东南部等部分地区累计降水量达 50~120 mm,安徽安庆、池州和黄山、湖北黄冈和恩施等局地 150~255 mm,湖北东部、安徽南局地出现 60 mm·h⁻¹ 以上的短时强降水;河南、安徽、江苏北部、湖北、湖南、四川盆地中西部、重庆东南部和西部、贵州、广西东北部等局地出现 8~10 级雷暴大风,湖北东部局地出现 11~12 级雷暴大风,四川、贵州、湖北等局地出现冰雹。过程最强时段为 3 月 16 日午后至 17 日前半夜。针对此次过程,中央气象台 3 月 15 日发布今年首个暴雨蓝色预警和强对流天气蓝色预警。

从 16 日 08 时(北京时,下同)的环流形势(图 6a)可以看出,500 hPa 上,伴随高空南支槽东移的槽前正涡度平流配合低空偏南暖湿气流加强的暖平

流,低层逐渐有西南涡发生发展和东移,至 16 日 20 时以后北方冷空气南下汇入使得斜压锋生加剧,导致西南涡快速发展加强和气旋形成,最终导致冷锋一侧的贵州、湖南、江西西部一带触发飚线强对流系统,暖锋一侧的江西北部、浙江一带出现较大范围暴雨。

从水汽条件看,16 日,西南地区东部、江淮和江汉地区 850 hPa 比湿达到了 8 g·kg⁻¹,局地可达 10 g·kg⁻¹ 以上(图 6),水汽充沛。从不稳定条件来看,西南地区东部、江汉、江南一带处于高能高不稳定区(图 7),最佳抬升指数(BLI)值低于-4,对流有效位能(CAPE)和下沉对流有效位能(DCAPE)均超过 500 J·kg⁻¹,部分地区超过了 1 000 J·kg⁻¹,K 指数也较强(图略),说明这些地区不稳定能量强盛,这都有利于大范围对流降水系统的发生和发展。此外,上述区域 500 hPa 存在干区,风速达到 20 m·s⁻¹ 以上,部分地区超过 22 m·s⁻¹;850 hPa 西南急流强盛发展,最大风速达到 20 m·s⁻¹,相对湿度低于 40%,这都有利于在高 CAPE 区域发生对流降水发生后的蒸发冷却和动量下传作用,

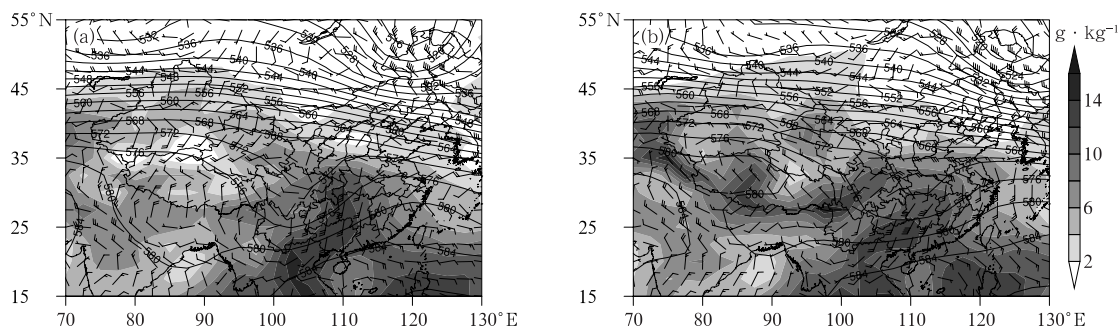


图 6 2022 年 3 月 16 日(a)08 时和(b)20 时 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa 风场(风羽)和 850 hPa 比湿(阴影)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa wind (barb) and specific humidity (shaded) at (a) 08:00 BT and (b) 20:00 BT 16 March 2022

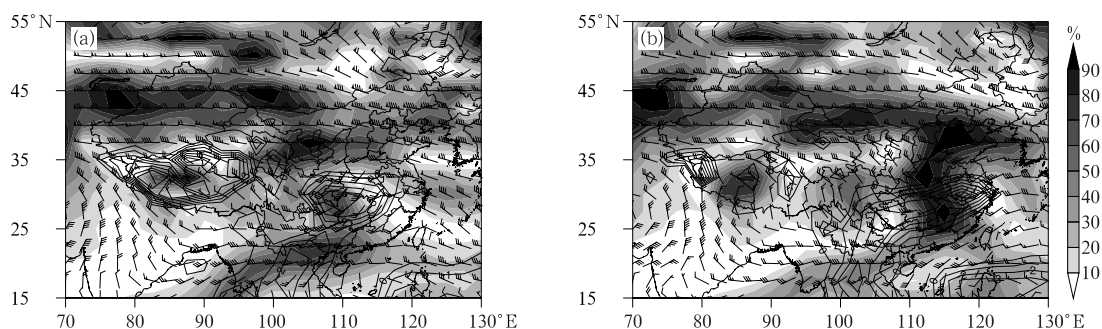


图 7 2022 年 3 月 16 日(a)08 时和(b)20 时 500 hPa 相对湿度(阴影)、500 hPa 风场(风羽)和 BLI(等值线)

Fig. 7 The 500 hPa relative humidity (shaded), 500 hPa wind (barb) and BLI (contour) at (a) 08:00 BT and (b) 20:00 BT 16 March 2022

从而导致雷暴大风的形成。强的动力抬升触发对流,进而发展移动,造成 3 月 16 日午后至 17 日前半夜江汉东部、江淮西部、西南地区东部等地部分地区出现大到暴雨,湖北南部、安徽南部局地出现大暴雨(100~129 mm);西南地区东部、黄淮、江淮、江南北部等地出现 8 级以上大风天气,局地有冰雹。

17 日白天,系统快速东移并减弱,影响江淮、江南东部地区,17 日夜间东移入海,此次过程趋于结束。

4 冷空气和沙尘活动

4.1 冷空气过程

3 月我国仅发生 1 次冷空气过程(表 2),发生在 3 月 16—18 日,是一次全国性强冷空气过程,内蒙古东北部、黑龙江北部和东部、黄淮南部、江汉、江

淮、江南等地降温 4~8℃,内蒙古东北部、黑龙江北部、安徽东南部、浙江北部、江西东北部、湖南东部等地部分地区降温 10℃以上。此次过程北方以降雪为主,黄淮及其以南为雨夹雪和降水为主。内蒙古、山西、河北共有 18 个站达到暴雪及以上级别;安徽、河南、湖北、江西、四川共 66 个站降水量达暴雨及以上级别(国家气候中心,2022)。受此次强降雨雪影响,安徽秋浦河殷家汇站和黄湓河雁塔站出现超警戒水位;安徽石台县多处出现山洪、山体滑坡等现象,多处农作物、道路被淹。

4.2 沙尘天气过程

如表 3 所示,3 月 3—5 日,随着地表的解冻(尤悦等,2017),北方地区出现今年首次大范围沙尘天气过程,此次过程为扬沙级别,较 2000—2021 年首场沙尘平均出现时间(2 月 15 日)偏晚 16 d,过程阵风风力大,多地出现 PM₁₀ 中到重度污染,共影响国

土面积为 $56 \times 10^4 \text{ km}^2$ (国家气候中心, 2022)。内蒙古大部、陕西北部、山西中北部、北京、天津、河北、河南北部、山东大部、江苏北部、辽宁西部、吉林西南部等地出现了扬沙或浮尘天气, 内蒙古中部的部分地区出现沙尘暴。3 月 13—16 日, 北方地区再次出现大范围沙尘天气过程, 本次过程为沙尘暴级别, 过

程影响国土面积达 $181 \times 10^4 \text{ km}^2$ (国家气候中心, 2022)。内蒙古中西部、甘肃中东部、青海东部、宁夏、陕西大部、山西、天津南部、河北大部、河南、山东中西部、湖北中东部、安徽中北部等地出现扬沙和浮尘天气, 内蒙古中部的部分地区出现沙尘暴。

表 2 2022 年 3 月主要冷空气过程

Table 2 Main cold surge processes in March 2022

降水时段	冷空气强度	影响区域	过程影响概述
16—18 日	全国强冷空气	全国大部地区	内蒙古东北部、黑龙江北部和东部、黄淮南部、江汉、江淮、江南等地降温 $4 \sim 8^\circ\text{C}$, 内蒙古东北部、黑龙江北部、安徽东南部、浙江北部、江西东北部、湖南东部等地部分地区降温 10°C 以上

表 3 2022 年 3 月主要沙尘天气过程

Table 3 Main sand-dust weather processes in March 2022

起止时间	主要影响系统	过程类型	扬沙和沙尘暴影响的范围
3—5 日	地面冷锋	扬沙	内蒙古大部、陕西北部、山西中北部、北京、天津、河北、河南北部、山东大部、江苏北部、辽宁西部、吉林西南部等地出现扬沙或浮尘天气, 内蒙古中部的部分地区出现沙尘暴
13—16 日	蒙古气旋、地面冷锋	沙尘暴	内蒙古中西部、甘肃中东部、青海东部、宁夏、陕西大部、山西、天津南部、河北大部、河南、山东中西部、湖北中东部、安徽中北部等地出现扬沙和浮尘天气, 内蒙古中部的部分地区出现沙尘暴

4.3 3 月 16—18 日冷空气过程分析

从 500 hPa 位势高度场和海平面气压场的演变趋势来看, 此次冷空气过程的源地为新地岛以东洋面, 路径为西北路径, 冷空气从关键区经蒙古到达我国华北地区附近东移和南下, 进而影响我国大部分地区。

14 日, 贝加尔湖东北部高空有一闭合低压发展并东移, 地面冷高压主体仍位于西伯利亚地区, 我国大部地区处于闭合低压底部较为平直的西北纬向环流中。15 日 08 时, 闭合冷低压继续东移, 地面冷高压主体压至蒙古国地区, 中心强度大于 1035 hPa,

冷空气前锋到达我国内蒙古中东部地区。

16 日 08 时(图 8a), 500 hPa 高空槽东移至我国东北地区, 并与该地区的短波槽合并加深, 地面冷高压东移至贝加尔湖到我国内蒙古中部一带, 中心气压大于 1042.5 hPa, 东北地区蒙古气旋强盛, 中心气压低于 1012.5 hPa, 同时从蒙古气旋伸出的冷锋已压到我国华北地区。槽前有弱的偏南水汽输送, 冷暖气流在此交汇。850 hPa, 贝加尔湖以东地区为一冷高压, 冷高压前部的偏北气流不断南下, 形成温度密集带和带状冷平流, 前沿位于 40°N 附近。锋区北部的冷空气借助于冷平流经华北地区不断南下, 带来大风和降温。

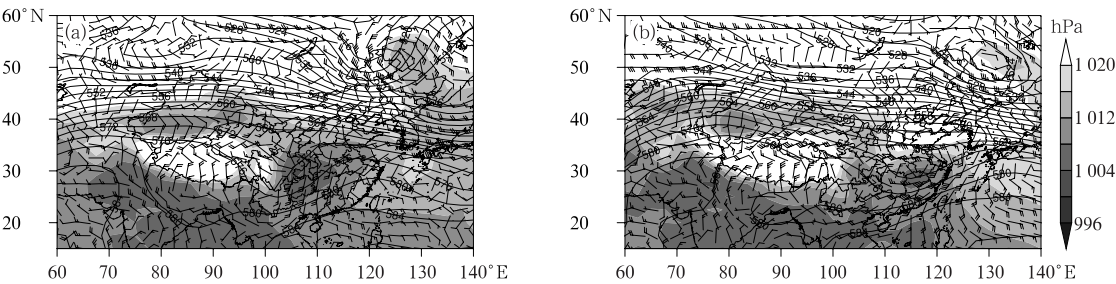


图 8 2022 年 3 月(a)16 日 08 时和(b)17 日 08 时 500 hPa 位势高度场(等值线, 单位: dagpm)、850 hPa 风场(风羽)和海平面气压(阴影)

Fig. 8 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa wind (barb) and SLP (shaded) at (a) 08:00 BT 16 and (b) 08:00 BT 17 March 2022

17日08时(图8b),系统继续东移,地面冷高压东移南落至内蒙古东部地区,冷锋南压至长江中下游地区,冷高压后部的冷空气不断补充南下,给华北南部、黄淮西部、江汉等地带来4~10℃降温,部分地区降温达12℃以上。16日夜冷空气南下至长江流域促使了西南涡的发展和相应气旋的生成,17日白天,冷空气继续南压至华南地区,本次冷空气与北上暖湿气流交汇,带来大范围的雨雪天气。受雨雪和冷空气的共同影响,中东部大部地区有4~8℃降温并伴有4~5级偏北风,阵风达6~8级,部分地区降温达12℃以上。18日,系统减弱并入海,此次过程趋于结束。

5 其他灾害性天气——干旱

3月1日以来,黄淮、江淮北部等地的干旱持续发展。鲁豫皖苏鄂5省3月11日中旱及以上等级干旱面积最大,达 $50.2 \times 10^4 \text{ km}^2$;之后有所缓解,3月13日之后再次发展;3月17—19日,黄淮、江淮前期旱区出现降水过程,湖北东部、安徽大部、江苏南部、浙江西北部、江西北部、湖南北部累计降水量

为25~50 mm,局地降水量为50 mm以上,降水使得气象干旱显著缓解(国家气候中心,2022)。

致谢:感谢国家气象中心气象服务室杨楠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

- 关良,张涛,李鑫,2021.2021年3月大气环流和天气分析[J].气象,47(6):767-772. Guan L, Zhang T, Li X, 2021. Analysis of the March 2021 atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon, 47(6): 767-772 (in Chinese).
- 国家气候中心,2022.2022年3月中国气候影响评价[R]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre, 2022. Assessment of climate impact over China in May 2022 (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).
- 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).

(本文责编:王蕾)

新书架

《太行山区层状云降水物理过程观测与数值模拟研究》

孙鸿搏 等著

该书针对太行山区层状云降水云系,以有设计的飞机探测为主要手段,综合利用卫星、雷达、Parsivel降水粒子谱仪等多源观测资料,结合数值模拟方法,给出了太行山区层状云宏微观物理量的统计特征,深入研究了典型层状云降水云系的微物理特征和降水机制以及不同发展阶段的结构特征,对太行山层状云降水云系空中、地面雨滴谱特征进行了分析。在以上研究基础上,建立了太行山层状云降水概念模型,获得了太行山地区层状云降水形成过程及人工增雨机理的新的认识,为进一步开展人工增雨工作提供理论指导。该书可供从事气象防灾减灾、大气物理和人工影响天气工作者以及大专院校相关专业的师生参考

16开 定价:90.00元

《气球探空国内外技术进展与展望》

曹晓钟 主编

高空观测作为气候观测系统的重要组成部分,在天气预报和气候变化监测方面发挥着十分重要的作用。气球探空系统是气象行业高空大气参数基本探测手段,用于高空大气背景情况的基本描述,是当前全球综合气象观测系统的基础和基准手段,是目前高空大气最为精确的观测手段。全书由“气球技术”“定位技术”“传感器技术”“探空综合比对和验证试验”“测量误差分析”“数据质量控制”“高空气象探测产品”“未来发展”等部分组成,内容涵盖了气球探测技术的各个方面,总结了国内外气球探测技术的现状,并对未来发展尤其是我国气球探测发展进行了展望。该书可供广大气象观测人员、设备维护人员和有关科研、业务人员参考。

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