

华珊,张涛,张宸,2022.2022年4月大气环流和天气分析[J].气象,48(7):936-944. Hua S, Zhang T, Zhang C, 2022. Analysis of the April 2022 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 48(7):936-944(in Chinese).

2022 年 4 月大气环流和天气分析^{*}

华珊¹ 张涛¹ 张宸²

1 国家气象中心,北京 100081

2 中国民用航空局空中交通管理局航空气象中心,北京 100122

提 要: 2022 年 4 月北半球极涡呈单极型分布,强度偏弱;中高纬环流呈三波型,我国基本为正距平,副热带高压较常年均偏弱。全国平均气温为 12.4℃,较常年同期偏高 0.9℃,为 1961 年以来第五高。全国平均降水量为 45.7 mm,较常年同期偏多 4.8%,其中西南地区降水较常年显著偏多。月内仅出现 1 次冷空气过程,全国范围内共发生 2 次大范围降水过程,部分地区受风雹影响出现灾情。此外,北方地区出现 3 次沙尘天气过程,河南、陕西、山西、山东等地气象干旱显露并发展。

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.1000-0526.2022.060801

Analysis of the April 2022 Atmospheric Circulation and Weather

HUA Shan¹ ZHANG Tao¹ ZHANG Chen²

1 National Meteorological Centre, Beijing 100081

2 Aviation Meteorological Center, Air Traffic Management Bureau, CAAC, Beijing 100122

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in April 2022 are as follows. There was one polar vortex center in the Northern Hemisphere, weaker than usual. The circulation in middle-high latitudes showed a three-wave pattern, and there was a positive anomaly of the geopotential height over China. The strength of Western Pacific subtropical high was weaker than that in normal years. The monthly mean temperature was 12.4℃, 0.9℃ higher than normal, becoming the fifth highest in records since 1961. The monthly mean precipitation amount was 45.7 mm, 4.8% more than normal, of which the precipitation in the southwest of China was significantly higher than in normal years. Only one cold air process appeared in this month. Large scale of regional rainfall processes occurred twice in China this month, and some regions were attacked by severe thunderstorm and hail disaster. In addition, northern China experienced three sand-dust weather events, and the hint of drought was found in the provinces of Henan, Shaanxi, Shanxi and Shandong, developing.

Key words: atmospheric circulation, heavy precipitation, severe convection, sand and dust

引 言

2022 年 4 月,全国平均气温为 12.4℃,较常年同期(11.5℃)偏高 0.9℃,为 1961 年以来第五高。

全国平均降水量为 45.7 mm,较常年同期(43.6 mm)偏多 4.8%。据统计,月内仅有 1 次冷空气过程影响我国,3 次沙尘过程影响北方地区。降水分布上南盛北弱的形势明显,西南地区降水较常年显著偏多,共有 2 次区域性暴雨过程影响西南地区及

^{*} 国家重点研发计划(2017YFC1502003)资助

2022 年 5 月 23 日收稿; 2022 年 6 月 9 日收修定稿

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

长江中下游一带;强对流天气次数(3次)较常年偏少。河南、陕西、山西、山东等地气象干旱显露并发展。

1 天气概况

1.1 降水

4月,全国平均降水量为45.7 mm,较常年同期(43.6 mm)偏多4.8%。空间分布表明(图1),降水呈西北—东南阶梯递增分布,西北地区东南部、江汉大部、江淮南部、江南大部、华南大部、西南地区北部和南部部分地区、西藏东南部、河南南部等地降水量普遍在50~150 mm,江西中部、湖南东部、湖北南部和广西北部等地超过200 mm,其中四川平均降水量(106.3 mm)为1961年以来同期最多;全国其余大部地区降水量不足50 mm,其中西北地区北部和西部、新疆南部、西藏中西部、内蒙古中部和西部、河北大部、天津、山东南部等地降水量不足10 mm。

从降水距平场中可以看出(图2),与常年同期相比,我国西南地区及西北大部降水显著偏多,华北地区及黄淮地区大部降水显著偏少。其中新疆东南部、西藏中部和东南部、青海西部和东北部、甘肃中部、内蒙古东北部、东北地区北部、西南地区大部、华中地区中部、江苏南部和浙江北部部分地区降水偏多2成至1倍;全国其余地区降水以偏少为主,其中新疆西部、甘肃北部、内蒙古中部、东北地区南部、华北大部、黄淮大部等地降水量偏少2~8成,新疆西部、甘肃北部、内蒙古西部和中北部的部分地区、辽宁南部、河北北部、河南东部、山东南部和东部、江苏北部部分地区偏少8成以上。华南地区已进入前汛期,但与常年相比华南东南部降水量偏少2~8成,其中广东东部附近地区的降水偏少总量是最多的,

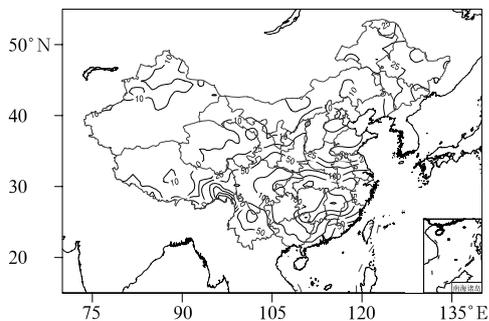


图1 2022年4月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in April 2022 (unit: mm)

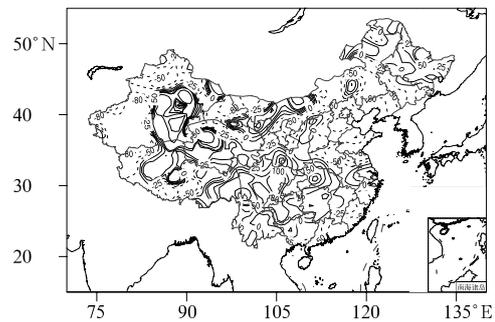


图2 2022年4月全国降水量距平百分率分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in April 2022 (unit: %)

据国家气候中心(2022)统计,4月广东省降水量为65.3 mm,降水量距平百分率达-62.9%。

1.2 气温

2022年4月,全国平均气温为12.4℃,较常年同期(11.5℃)偏高0.9℃,为1961年以来第五高(图3)。新疆大部、西藏大部、内蒙古大部、东北地区中部和南部、华北地区、华中地区大部、华东地区北部等地气温偏高1℃以上,其中东北地区中东部、新疆西部、西藏西部和中南部等地偏高2~4℃。云南东部、贵州南部、四川中部、广西西部、海南大部偏低1~2℃,局部偏低2~4℃,全国其余地区气温接近常年同期(国家气候中心,2022)。

2 环流特征和演变

2.1 环流特征

2022年4月北半球500 hPa平均位势高度场及距平场的水平空间分布如图4所示,4月北半球

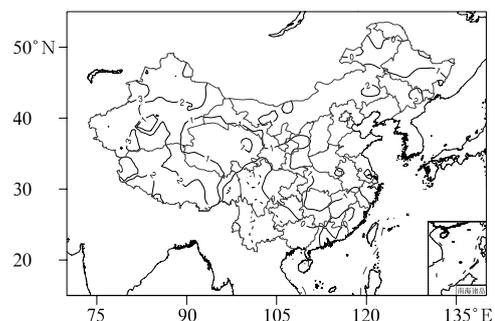


图3 2022年4月全国平均气温距平分布(单位:℃)
Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly over China in April 2022 (unit: °C)

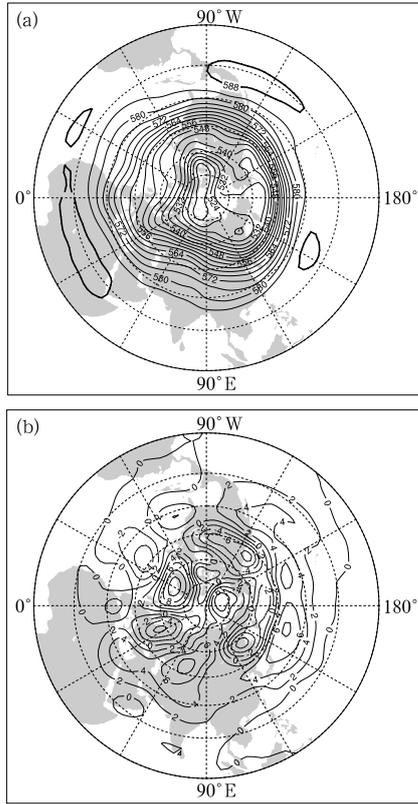


图 4 2022 年 4 月北半球 500 hPa(a)平均高度场和(b)距平场(单位:dagpm)

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

环流形势相比常年平均具有以下特点。

2.1.1 极涡呈单极型分布

4 月,北半球极涡呈单极型分布(图 4a),极涡位于加拿大北部群岛至新地岛以东洋面,中心略偏向于格陵兰岛一侧,中心强度低于 520 dagpm。与常年相比(麦子等,2021;关良等,2020;周晓敏和张涛,2019;毛旭和张涛,2018),极涡强度偏弱;距平场表明(图 4b),相对于气候平均态,极涡中心对应正距平约为 0~1 dagpm,强度、位置均与平均态相当。

2.1.2 中高纬呈三波型,副热带高压较常年偏弱

对比月平均位势高度场(图 4a)及其距平场(图 4b)可以看出,4 月北半球中高纬环流呈三波型,东亚槽、欧洲槽偏深偏强,北美槽与常年相当。具体而言,北美槽强度与位置均接近常年同期,欧洲槽强度较常年偏东、偏强 2~6 dagpm,致使格陵兰岛以东的脊区得以发展,较常年偏强 4~8 dagpm。此外,鄂霍次克海附近存在一个低压中心(距平为

-6 dagpm),相对于常年位势高度偏低,对应东亚槽北段(鄂霍次克海西部至我国东北地区一带)强度较常年显著偏强 2~6 dagpm,而东亚槽南段(朝鲜半岛至我国东南沿海一带)强度较常年略偏弱 2 dagpm;受加深的欧洲槽和东亚槽影响,乌拉尔山脊得以发展加强,较常年偏强 4~6 dagpm。欧亚大陆呈现两槽一脊的环流形势,我国大部分区域处于槽后脊前区,位势高度对应正距平。总体而言,受偏强的东亚槽影响,月内影响我国的冷空气相对偏多,但由于西伯利亚整体高度场显著偏高,冷空气源地相对偏东,导致冷空气虽多但弱,加之北方多晴好天气,辐射增温削弱了冷空气势力,因此全国气温总体偏高,北方地区多大风沙尘天气,河南、陕西、山西、山东等地气象干旱显露并发展。此外,由于冷空气长驱南下渗透范围广,锋面位置整体偏南偏西,导致月内南方地区持续出现显著低温多雨天气。

在低纬度地区,西太平洋副热带高压(以下简称副高)较常年强度偏弱,位置明显偏东;南支槽平均位置位于 90°E 附近(图 4a),相对常年同期势力偏弱,对应为 2 dagpm 左右的正距平(图 4b)。受偏弱的副高及南支槽影响,不利于暖湿气流向我国的输送和北上,冷暖空气交汇辐合较弱,因此,月内我国华北地区及华南地区东南部降水与常年相比显著偏少。

2.2 环流演变与我国天气

图 5 给出了 4 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 的旬平均位势高度场分布。

4 月上旬(图 5a),极涡中心位于欧洲以北海域,中心强度为 512 dagpm;欧亚大陆中高纬环流呈现两槽一脊型,较气候平均态而言,月上旬欧洲槽、乌拉尔山脊势力均相对偏强,东亚槽势力偏强且位置偏东。里海以东至我国的宽广大陆受高压脊控制,中间存在少量短波活动,我国大部分地区环流经向度相对较大,月上旬冷空气势力较强且相对活跃。中低纬地区,4 月第一候孟加拉湾南支槽较常年相对较强,副高位于海南岛以东区域,但范围小;4 月第二候南支槽减弱,副高同时减弱东退,因此旬平均场中南支槽及副高均较常年有所减弱(图略)。总体而言,月内月上旬我国冷空气势力较强且活跃,但由于西伯利亚整体高度场显著偏高,冷空气源地相对偏东,导致冷空气次数虽多但势力较弱,加之北方多晴好天气,辐射增温削弱了冷空气势力,因此全国气温总

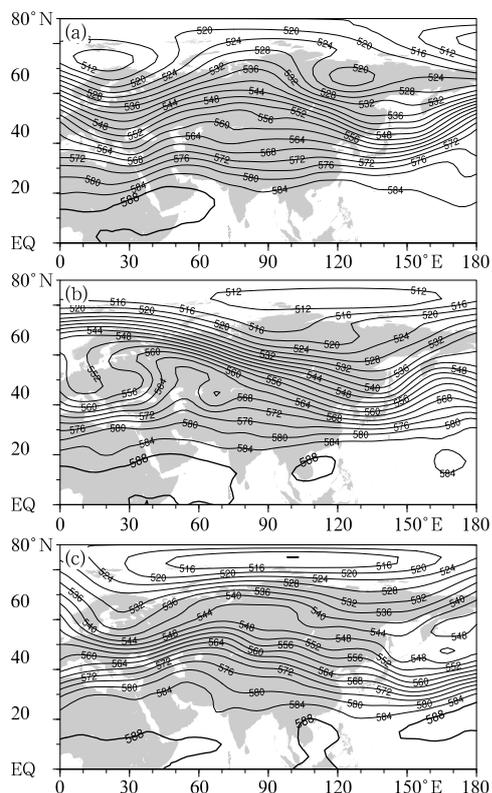


图 5 2022 年 4 月 (a) 上旬、(b) 中旬、(c) 下旬的 500 hPa 平均位势高度场 (单位: dagpm)

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

体偏高。此外,锋面位置显著偏南,导致上旬我国北方地区降水总体偏少,全国大部分地区天气晴好,西南地区多阴雨天气。受高温少雨的影响,4 月以来,陕西中北部、山西中南部、河北南部、河南大部等地气象干旱显露并持续发展,至 11 日全国中旱及以上气象干旱面积达 42 万 km^2 。

4 月中旬(图 5b)环流形势与上旬相类似。极涡中心东移至新西伯利亚群岛附近,范围扩大;欧亚地区中高纬仍维持两槽一脊型,欧洲北部环流相对平直,西侧高空槽区移至地中海附近,东侧槽区仍位于日本海附近,但相比上旬有所加强。里海附近脊区相比上旬显著加强,4 月第三候于威海附近生成了一个切断低压(图略),致使我国北方地区环流经向度显著增加,西高东低的环流形势有所加强。受活跃的冷空气活动影响,10—12 日我国西北地区、华北地区及内蒙古、河南中东部等地出现扬沙或浮尘天气,内蒙古西部局地出现沙尘暴。此外,受冷空气影响中东部先后出现大风降温天气,13—17 日,东北地区、华北地区大部、华东地区北部、华中地区东

部、西南地区东部部分地区以及内蒙古、青海和陕西部分地区普遍降温 8~12℃。中低纬地区,南支槽势力与上旬相当但多短波活动,副高相比于上旬而言于第三候显著增强,北界位于我国华南一带,外围低层西南暖湿气流显著增强,可提供良好的水汽条件和能量供应,但副高范围较常年相对较小。受高空短波槽、低层切变及西南涡的共同影响,11—14 日,四川盆地至长江中下游一带先后出现暴雨天气,局地大暴雨,同时伴随强对流天气,其中四川、重庆、湖南、江西、广西北部及福建等地的部分地区出现小时降水量为 20~50 mm 的短时强降水,11 日 21—22 时宜宾市南溪区最强小时降水量达 76.5 mm。上述地区局地同时出现 8~11 级雷暴大风天气,河北南部、山东北部、四川中东部等地局地出现冰雹,最大冰雹直径约为 40 mm(发生于 11 日 20—21 时,河北省衡水市故城县)。

4 月下旬(图 5c)环流形势有所调整,但仍维持两槽一脊型。原位于新西伯利亚群岛附近的极涡北收,范围减小、强度减弱。欧洲槽、乌拉尔山脊相比于中旬势力均有所减弱,乌拉尔山脊及东亚槽位置均有所东移,东亚大部分区域多短波脊活动。受蒙古气旋及冷空气的影响,19—21 日、25—27 日,我国北方大部分地区接连出现大范围扬沙或浮尘天气,其中内蒙古西部出现沙尘暴,局地强沙尘暴。中低纬地区,南支槽相比于中旬明显加强,副高范围变大,北界位于 20°N 附近。候平均场显示 4 月第六候我国北方处于冷涡槽前,且副高显著西伸北抬,北方南下活跃的冷空气配合副高强盛的暖湿气流,在我国长江中下游地区出现两次大范围暴雨过程,并伴随强对流天气。其中,24—26 日,受西南涡及江淮气旋影响,配合低层西南急流及低空切变,西南地区大部、江汉、江淮、江南北地区出现暴雨,局地大暴雨,福建西北部浙江以及东海近海海域出现 8~10 级雷暴大风。此外,27—29 日,四川、重庆、贵州、广西、湖北、湖南、江西、浙江出现大范围短时强降水天气并伴有 8~11 级雷暴大风,局地达 12 级,监测显示 28 日 04—05 时贵州道真最大小时降水量达 90 mm。

3 冷空气活动和沙尘天气

3.1 冷空气过程

4 月以来我国共出现 1 次冷空气过程,影响时段为 13—17 日(表 1)。此次为全国性中等强度冷

空气过程,影响我国大部分地区,其中内蒙古中部和北部、东北地区中部和南部、华北地区大部、华东地区北部和西部、华中地区东部、西南地区东部部分地区以及陕西部分地区普遍降温 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,全国降温

幅度超过 8°C 的面积达 244.7 万 km^2 。受冷空气影响,中东部先后出现 2~3 d 的大风降温天气,对正值开花期的果树、设施农业以及春耕春播有短暂不利影响(国家气候中心,2022)。

表 1 2022 年 4 月主要冷空气过程

Table 1 Main cold air processes in April 2022

时段	冷空气强度	影响区域	过程影响描述
13—17 日	全国性中等强度冷空气	全国大部地区	内蒙古中部和北部、东北地区中部和南部、华北地区大部、华东地区北部和西部、华中地区东部、西南地区东部部分地区以及陕西部分地区普遍降温 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,其中黑龙江南部、辽宁西部和北部、内蒙古中部、河北和山西北部、四川中部、江西北部、浙江西部等地降温幅度达 12°C 以上,全国降温幅度超过 8°C 的面积达 244.7 万 km^2 ;受冷空气影响,中东部先后出现 2~3 d 的大风降温天气

3.2 沙尘天气过程

4 月中下旬,受蒙古气旋和地面冷锋共同影响,我国北方地区先后出现 3 次沙尘天气过程,分别发

生于 10—12 日、19—21 日、25—27 日(表 2),3 次均为扬沙天气过程,过程次数较 2000—2020 年同期平均值(4.3 次)偏少(国家气候中心,2022)。

表 2 2022 年 4 月主要沙尘过程

Table 2 Main sand-dust weather processes in April 2022

时段	主要影响系统	过程类型	影响区域
10—12 日	蒙古气旋、地面冷锋	扬沙	内蒙古中西部、新疆东部和南疆盆地、宁夏、甘肃中部、青海东部、陕西中北部、山西、河北西北部、北京、河南中东部等地出现扬沙或浮尘天气,内蒙古西部局地沙尘暴
19—21 日	锋面气旋	扬沙	新疆、内蒙古中西部和东南部、宁夏、陕西北部、山西中北部、河北西部、吉林中西部、黑龙江中西部、辽宁西北部等地出现扬沙或浮尘天气,其中内蒙古西部出现沙尘暴,局地强沙尘暴
25—27 日	蒙古气旋、冷锋	扬沙	内蒙古大部、宁夏北部、甘肃西部、青海柴达木盆地、山西北部、陕西北部、河北北部、北京、新疆南疆盆地等地出现扬沙或浮尘天气,其中内蒙古西部出现沙尘暴,局地强沙尘暴

2022 年 3 月全国平均气温为 1961 年以来最高,4 月高温持续,为 1961 年以来第五高。在我国北方降水显著偏少、气温显著偏高的背景下,内蒙古西部、甘肃中部附近沙源地受旱情发展影响导致土壤松动加剧,利于起沙(周晓敏和张涛,2019;关良等,2020;麦子等,2021)。配合地面冷锋及蒙古气旋的东移,4 月 25—27 日我国西北地区至华北一带出现扬沙天气。环流背景场显示(图 6),25 日 08 时 500 hPa 槽区位于蒙古国以西一带,自 08 时起从 100°E 附近逐步东移至 120°E ,26 日 14 时在东北地区形成冷涡。沙尘区基本位于 500 hPa 槽后,槽前上升运动对沙尘传输和移动影响较小(张亚妮等,2013)。实况监测显示(图略),25 日 05 时蒙古国中西部地区出现扬沙及浮尘天气,局地出现沙尘暴。从 25 日 08 时海平面气压场(图 6a)可以看到明显的气旋中心,其位于蒙古国南部至我国内蒙古中部

地区(中心强度为 1000 hPa),冷高压系统位于蒙古国西部,地面锋面位于冷高压前侧。10 m 风场大值区位于气旋与冷高压间的高梯度区,也是最强冷平流区。因此,25 日 08 时自蒙古国中西部起沙,并在中低层西偏北的平均气流下向东偏南方向传输,导致内蒙古大部、河北北部、北京、山西北部、陕西北部等地先后出现扬沙天气。随着高空槽东移加强为冷涡,槽前气旋也逐渐加强东移,槽后西北气流引导冷高压东移南下。26 日 14 时地面气旋冷锋锋面位于黄淮一带(图 6b),锋后冷高压主体位于蒙古国东南部到内蒙古中东部一带,受高压底部偏东气流回流传输影响,华北一带的沙尘被携带输送至西北地区,导致宁夏北部、甘肃中西部、青海柴达木盆地等地出现扬沙或浮尘天气,监测显示 26 日夜间甘肃省 PM_{10} 质量浓度达 $460\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。之后随着地面冷锋系统的进一步东移,沙尘过程于 27 日夜间结束。

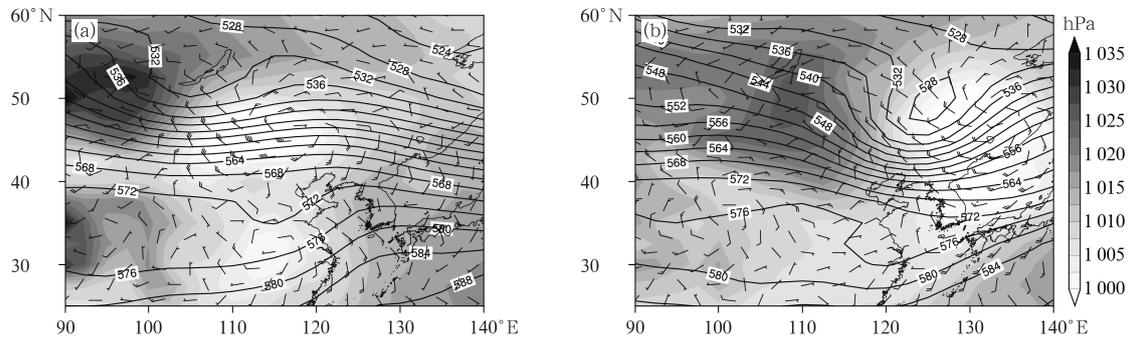


图6 2022年4月(a)25日08时,(b)26日14时的500 hPa位势高度场(实线,单位:dagpm)、10 m风场(风羽)和海平面气压场(阴影)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential height (solid line, unit: dagpm), 10 m wind field (barb) and sea-level pressure (shaded)

at (a) 08:00 BT 25, and (b) 14:00 BT 26 April 2022

4 主要降水过程和强对流过程

4.1 概况

4月,主要有两次降水过程和三次强对流过程影响我国(表3,表4),强对流过程相比于常年同期偏少。月内,暴雨过程造成湖北、广西、河南、云南、四川、重庆、湖南等省份百余县遭受暴雨洪涝灾害,其中湖北、广西、河南等省(自治区)受灾较重(国家气候中心,2022)。其中,24—26日暴雨过程强度较强,影响范围较广,同时伴随混合型强对流天气。受此次区域性暴雨过程影响,湖北大部分地区出现大到暴雨天气过程,共造成14.7万人受灾,农作物受灾面积达1.55万 hm^2 ,直接经济损失达1.7亿元;广西东北部出现大雨到暴雨,局部大暴雨,造成3.1万人受灾,农作物受灾面积超700 hm^2 ,直接经济损失约为6800万元;河南南部出现暴雨,局部大暴雨,造成部分农田积水、小麦倒伏,农作物受灾面积为6300 hm^2 ,直接经济损失近3900万元。

4.2 4月24—26日降水及强对流过程分析

受西南涡、低空西南急流及低层切变共同影响,24—26日西北地区东南部、西南地区东部、江汉南部、江淮西南部、江南大部及华南北部部分地区出现一次大范围降水过程,局地出现大暴雨。从高空500 hPa高度场和低空850 hPa风场演变形势可以看出(图7),24—25日青藏高原东部有短波槽发展东移,对应短波槽前有低空急流加强,在槽前正涡度

平流和低空暖平流的共同作用下,低层西南涡得以形成并东移发展,这是此次大范围强降水和强对流过程的环流背景。具体来看,24日08时短波槽位于四川盆地附近,槽前低空西南涡初步形成,25日08时是短波槽和西南涡最强时段,高空短波槽位于河南、湖北,西南涡中心位于安徽附近,整个华东地区位于槽前和西南涡东侧。同时,短波槽后(即西南涡西侧)有偏北气流引导北方南下的弱冷空气与南侧西南急流形成低空的冷式切变线和地面锋面,造成重庆、湖北、湖南到安徽南部的广大区域出现较强降水和强对流天气。在整个过程中,深厚的西南急流提供了充沛的水汽条件,也为对流不稳定条件的形成起到了关键作用。从低空急流强度来看,925 hPa风速达到了 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。重庆南部、湖南大部、广西、广东等地整层可降水量普遍达到45 mm,随着暖湿舌的北抬,25日08时湖北、安徽、江苏、浙江、江西、福建等地的部分地区整层可降水量超过50 mm。在不稳定条件方面,24日14时湖南、广西北部等地的最有利抬升指数达 -4°C ,湖北、贵州、湖南、江西、福建、广西大部分地区的对流有效位能(CAPE)超过 $1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$,广西部分地区CAPE超过 $1500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。25日14时,江西、浙江、广西等地持续具备较强的不稳定能量。良好的动力条件和充足水汽在与对流不稳定条件的配合下,使得自24日起重庆北部、河南南部、湖北南部、广西东北部、安徽南部、江苏西南部、浙江西南部、江西中北部、福建中北部、广东东北部先后出现暴雨天气,局地有大暴雨。26日,伴随低涡东移入海,过程趋于结束。

表 3 2022 年 4 月主要降水过程

Table 3 Main precipitation processes in April 2022

时段	主要影响系统	影响区域
11—14 日	西南涡	四川东部、重庆西部、湖北中南部、湖南北部、江西北部、安徽东南部、江苏南部、浙江北部出现暴雨，局地大暴雨
24—26 日	西南涡、低空西南急流、低层切变	重庆北部、河南南部、湖北南部、广西东北部、安徽南部、江苏西南部、浙江西南部、江西中北部、福建中北部、广东北部出现暴雨，局地大暴雨

表 4 2022 年 4 月主要强对流过程

Table 4 Main convective weather processes in April 2022

时段	主要影响系统	影响区域
11—14 日	高空槽、低空切变线、西南涡	河北南部、山东北部、四川中东部、安徽西南部、湖北北部和中部、湖南北部及江西西北部等地的局地出现 8~11 级雷暴大风天气，局地达 12 级（安岳国家站： $37.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、富顺县车桥村： $36.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、金堂县平桥： $31.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ）；其中，河北南部、山东北部、四川中东部等地局地有冰雹，最大冰雹直径为大约 40 mm（11 日 20—21 时，河北省衡水市故城县）；四川东部、湖北中东部、重庆南部、湖南大部、江西中部、广西北部、福建等地的部分地区出现 20~50 $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的短时强降水（最强为 11 日 21—22 时宜宾市南溪区的 $76.5 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ）
24—26 日	西南涡、江淮气旋	四川、贵州、重庆、湖北、湖南、河南、安徽、浙江、江苏、江西、福建、广西、广东、上海大范围短时强降水并伴有雷暴大风，贵州等地伴有冰雹；安徽南部、江苏南部、江西中东部、福建西北部、浙江以及东海近海海域出现 8~10 级，局地达 11~12 级的雷暴大风天气
27—29 日	高空槽、西南涡、低层切变线	四川、重庆、贵州、广西、湖北、湖南、江西、浙江大范围短时强降水并伴有雷暴大风，四川、贵州等地伴有冰雹；四川东部、湖北中南部及东部、安徽西南部、湖南、江西中部及北部出现 8~11 级雷暴大风，局地达到 12 级（28 日 04—05 时重庆酉阳的 $36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，28 日 03—04 时重庆巴南的 $36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ）；四川盆地西部、广西北部、湖南东南部及北部、江西中部出现 $50 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的短时强降水，最大小时降水量为 90 mm（28 日 04—05 时贵州道真）

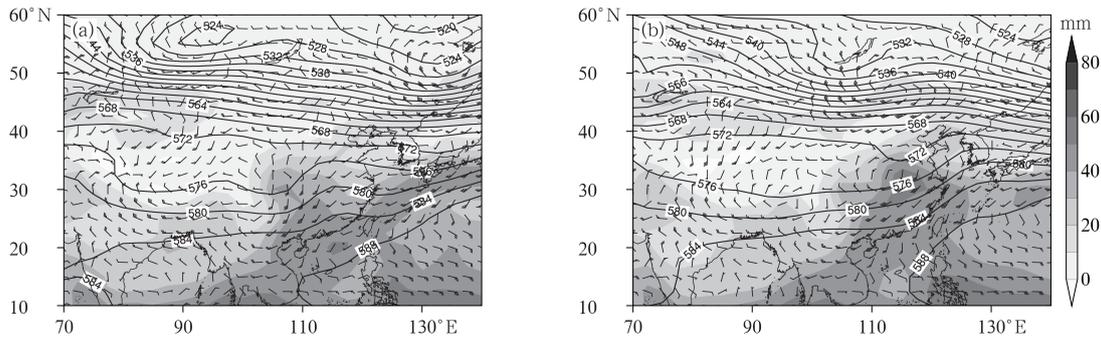


图 7 2022 年 4 月 (a)24 日 08 时, (b)25 日 08 时的 500 hPa 位势高度场(实线, 单位: dagpm)、850 hPa 风场(风羽)和整层可降水量分布(阴影)

Fig. 7 The 500 hPa geopotential height (solid line, unit: dagpm), 850 hPa wind field (barb) and PWAT (shaded) at (a) 08:00 BT 24, (b) 08:00 BT 25 April 2022

此次过程同时伴随短时强降水、雷暴大风及冰雹等强对流天气。24 日午后，贵州省六盘水、毕节、遵义 3 个市 5 个县(区)出现大风、冰雹等强对流天气，23 个站出现大风，最大风速为松桃县盘信的 $27.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ；冰雹最大直径为普定县坪上的 12 mm。灾害至少造成 3.4 万人受灾，百余间房屋

受到不同程度损坏，农作物受灾面积为 $3\ 100 \text{ hm}^2$ ，直接经济损失达 8 700 余万元。24 日午后至夜间，低层切变线于贵州北部，低层西南气流向该地区持续输送水汽和热量，热力不稳定条件较强。图 8 给出了 24 日 08 时贵阳站的探空曲线，经过 14 时地面温度和露点温度的订正，表明 14 时以后贵阳 CAPE

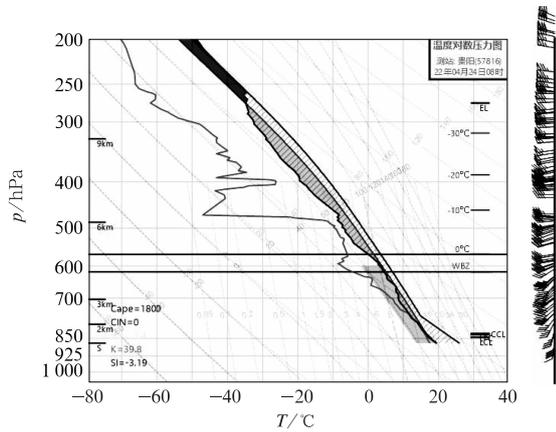


图 8 2022 年 4 月 24 日 08 时贵阳站探空资料经过 14 时地面温度和露点温度订正后的探空曲线

Fig. 8 T - $\ln p$ diagram of Guiyang Sounding Station at 08:00 BT 24 April 2022 after being corrected by the surface temperature and dew point temperature at 14:00 BT 24 April 2022

将近 $1800 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, 最有利抬升指数为 -3.4°C 。中层存在干层, 探空曲线呈上干下湿形势, $0\sim 6 \text{ km}$ 垂直风切变为 $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 下沉对流有效位能(DCAPE)为 $483.2 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, 综合条件有利于雷暴大风的发生。此外, 低层 $0\sim 3 \text{ km}$ 风向有明显的顺时针旋转, $-30\sim -10^\circ\text{C}$ 的 CAPE 也较大, 湿球零度层高度位于 4 km 左右, 总体环境场特征有利于冰雹的产生。

此外, 25 日午后, 安徽南部、江西中东部、江苏南部、福建西北部、浙江以及东海近海海域出现 $8\sim 10$ 级, 局地达 $11\sim 12$ 级的雷暴大风天气。伴随西

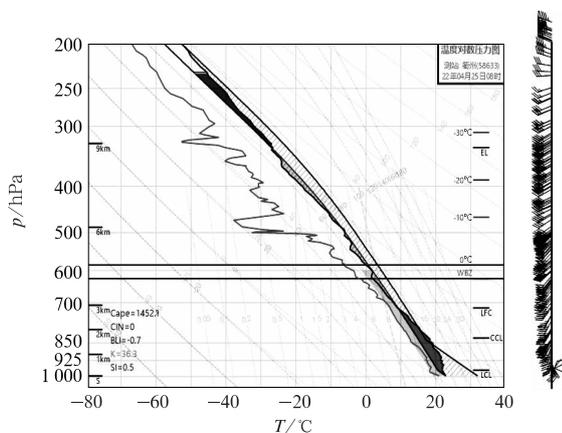


图 9 同图 8, 但为 25 日 08 时衢州站
Fig. 9 Same as Fig. 8, but at Quzhou Station at 08:00 BT 25 April 2022

南涡东移, 25 日午后低层西南急流进一步加强, 为安徽至浙江一带低层提供了良好的水汽条件, 热力不稳定条件增强。图 9 给出了 25 日 08 时衢州站的探空曲线, 经过 14 时地面温度和露点温度的订正, 表明 14 时以后衢州附近 CAPE 为 $1452 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。中层存在干层, 探空曲线呈上干下湿形势, $0\sim 6 \text{ km}$ 垂直风切变为 $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $850\sim 500 \text{ hPa}$ 温差达 25.1°C , DCAPE 达 $716.1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, 综合环境条件有利于雷暴大风的发生。

5 其他灾害性天气——干旱

受高温少雨影响, 4 月以来, 陕西中北部、山西中南部、河北南部、河南大部等地气象干旱显露并持续发展, 11 日全国中旱及以上气象干旱面积达 42 万 km^2 。12—15 日旱区部分地区先后出现降水过程, 一定程度上减缓了干旱形势的发展, 但降水强度偏弱, 之后气象干旱维持并进一步发展加强。27 日华北中部和西南部、华东和华中的北部以及陕西中部和北部等地维持中度至重度气象干旱, 其中陕西东北部、山西中部、河南中部和山东南部等地为特旱, 全国中旱及以上气象干旱面积达 68.3 万 km^2 , 特旱达 15.2 万 km^2 。30 日受降水过程影响, 陕西和山西等地气象干旱有所缓解, 山东和河南部分地区气象干旱持续, 全国中旱及以上气象干旱面积为 38.1 万 km^2 (其中特旱达 2.1 万 km^2)。受干旱影响, 陕西关中、山西西南部、河北中南部、河南中部、安徽北部等地部分麦区土壤缺墒, 对小麦生长发育和产量形成不利影响。

致谢: 感谢国家气象中心杨琨、宋文彬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, 刘自牧, 2020. 2020 年 4 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 46(7): 994-1000. Guan L, Zhang T, Liu Z M, 2020. Analysis of the April 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 46(7): 994-1000(in Chinese).
国家气候中心, 2022. 2022 年 4 月中国气候影响评价[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre, 2022. Assessment of climate impact over China in April 2022[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).
麦子, 张涛, 盛杰, 2021. 2021 年 4 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 47(7): 893-900. Mai Z, Zhang T, Sheng J, 2021. Analysis of the April 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor

Mon, 47(7):893-900(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):997-984. Mao X, Zhang T, 2018. Analysis of the April 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 44(7):997-984(in Chinese).

张亚妮,张碧辉,宗志平,等. 2013. 影响北京的一例沙尘天气过程的起沙沉降及输送路径分析[J]. 气象, 39(7):911-922. Zhang Y N,

Zhang B H, Zong Z P, et al., 2013. Analysis on sand entrainment and deposition and transportation pathways of one sand-dust process in Beijing[J]. Meteor Mon, 39(7):911-922(in Chinese).

周晓敏,张涛,2018. 2018 年 5 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 44(8):1110-1116. Zhou X M, Zhang T, 2018. Analysis of the May 2018 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 44(8):1110-1116(in Chinese).

(本文责编:何晓欢)



《中国北方地区极端气候的变化及成因》

王会军 等著

该书介绍了国家重点研发计划项目“中国北方地区极端气候的变化及成因研究”的研究成果,内容涵括中国北方地区极端气候(高温、干旱、低温、暴雪、极端降水与洪涝)的年度、年代际变异规律和物理机制,极端气候预测新理论、新方法与应用,极端气候未来变化预估等。该书可供从事大气科学、海洋科学、环境科学等专业的研究人员和业务工作者参考,也适合各类高等院校相关专业师生阅读。

16 开 定价:190.00 元

《现代气候统计诊断与预测技术(第三版)》

魏凤英 编著

该书主要介绍了近年来发展的气候统计诊断与预测新方法、新技术,包括气候变化趋势和突变检测、气候周期识别、分离气候变化时空结构、诊断两变量场耦合特征以及气候预测等方面的技术。此外,还介绍了矢量经验正交函数分解(Vector EOF)、改进的经验正交函数分解(AEOF)及显著经验正交函数分解(DEOF)等计算和订正方案。该书不仅给出方法的原理和数学公式,还给出了计算步骤、计算结果分析要点及应用实例。该书可供气象科研、业务人员和有关院校师生阅读,特别适合具有一定气象统计基础知识的人员使用,亦可供海洋、地震、水文、环保、生态等相关行业的人员参考。

16 开 定价:68.00 元

《21 世纪我国冬季极端强降温动态演变及诊断》

高辉 等著

强降温及相伴的大风、雨雪和冻害天气属于我国冬季最主要的气象灾害。近年来强降温事件频频发生,给生产生活造成严重影响。该书参考多种强降温国家标准、行业标准和气象局业务监测规范,综合选取了 21 世纪前 20 年共 33 个极端强降温事件,给出了每一个事件过程最大降温、过程累计降水、单日降温大风等多种要素和影响强降温的对流层各层大气环流的动态演变。该书可为气象、农业、水文、民政等科研业务部门提供参考,亦可提高社会公众对极端强降温事件的认知。

16 开 定价:90.00 元

《全球大气环流导论》

David Randall 著 刘宇迪 等译

近几十年来,随着对全球大气环流理解的深入,加热和耗散在全球大气环流中的作用越来越受到重视,全球大气环流和气候之间关系越来越紧密。该书概述性地介绍了全球大气环流,侧重叙述了大气动力学方面的内容,主要集中在大气实际作用及其原因,引进了许多高阶的动力学概念。该书更加强调大气云系和其他小尺度过程在全球大气环流中的作用,书中大量使用了等位温坐标,对大气中的能量进行了详细的讨论,同时将全球大气环流进行湍流化研究,对其可预报性开展了广泛探讨。

16 开 定价:180.00 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