

樊利强,张涛,孙瑾. 2014. 2014 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 40(7): 898-904.

2014 年 4 月大气环流和天气分析^{* 1}

樊利强 张 涛 孙 瑾

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2014 年 4 月大气环流特征为, 北半球极涡呈单极型分布, 中心位于喀拉海北端附近; 亚洲大陆东部高压脊强度偏强, 导致 4 月我国气温较常年同期(11.0℃)偏高 1.1℃, 为 1961 年同期以来第五高值。东亚大槽强度和位置、南支系统和西北太平洋副热带高压接近常年平均状况。4 月全国平均降水量为 43.7 mm, 比常年同期略偏少。月内, 江南南部和华南等地出现短时强降水、雷雨大风等强对流天气; 北方地区出现多次沙尘天气过程; 此外, 部分站次出现极端高温、极端降温事件。

关键词: 环流形势, 冷空气, 暴雨, 沙尘, 强对流

中图分类号: P458

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2014.07.015

Analysis of the April 2014 Atmospheric Circulation and Weather

FAN Liqiang ZHANG Tao SUN Jin

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The characteristics of general circulation of atmosphere in April 2014 are as follows. There is one single center of the Northern Hemisphere polar vortex which is located near as the northern part of Kara Sea. The Asia ridge is stronger, because of which, the mean temperature of April in China is 11℃, 1.1℃ higher than the normal, and is recorded as the fifth highest one from 1961. The position and strength of East Asia trough, south branch, and subtropical high of Northwest Pacific all are neutral compared to the normal condition. In April, the monthly mean precipitation over China is 43.7 mm, slightly less than the normal. In addition, strong convective weathers like short-time severe precipitation, thunders-storm high winds, etc. occur in the southern part of Jiangnan Region and South China. Moreover, there are several sand and dust events in north of China, and extreme high temperature and sharp drop in temperature are observed by some stations.

Key words: circulation situation, cold air, torrential rain, sand and dust, severe convective weather

引 言

2014 年 4 月我国气候较为接近常年同期平均状况。主要特点是: 除新疆中西部和西藏西南部局地外, 全国大部气温正常或略偏高。东北地区、华北、内蒙古、黄淮东部、江南中部和西南地区大部等地偏高 1~4℃, 其中, 内蒙古局地偏高 4℃以上, 为其 1961 年以来同期第二高值。降水量分布整体上

很不均匀。其中, 新疆东北部、内蒙古西部和中部、西北地区东部、华北西部、黄淮西部、江淮、江汉和广西西北部等地偏多 2 成至 1 倍, 部分地区偏多 2 倍以上; 东北地区、新疆大部、西藏中西部、西南地区西部、江南、华南东部等地降水偏少 2~8 成; 而东北地区西部、新疆南部、西藏西北部和西南地区南部部分地区等地偏少 8 成以上。此外, 月内全国有 14 站发生极端高温事件, 主要分布在云南和贵州两省; 13 站发生极端日降温事件, 主要分布在新疆、甘肃和内

* 2014 年 5 月 31 日收稿; 2014 年 6 月 10 日收修定稿

第一作者: 樊利强, 主要从事强对流天气预报和相关预报技术的研究. Email: fanlq@ema.gov.cn

蒙古等地,其中,新疆墨玉(13.6℃)突破历史极值;8 站发生极端连续降水日数事件,主要分布在甘肃、广西和贵州等地(国家气候中心,2014)。

1 天气概况

1.1 降水

2014 年 4 月,全国平均降水量 43.7 mm,与常年同期(44.7 mm)偏少约 2.2%。从空间分布上看,西北地区东部、华北西南部、黄淮西部、江淮、江汉、江南、华南及西南地区东部等地累计降水量在 50 mm 以上,其中,江淮大部、江汉、江南、华南大部以及重庆中东部、贵州东部等地达到 100~200 mm,部分地区超过 200 mm;而西北地区西部、内蒙古、东北地区、西藏中西部、四川西部、云南中北部等地降水量不足 10 mm;其中,新疆南部、青海西北部等地基本无降水;全国其余大部地区在 10~50 mm 之间(图 1)。

降水量与常年同期相比,新疆东北部、内蒙古西部和中部、西北地区东部、华北西部、黄淮西部、江淮、江汉和广西西北部等地偏多 2 成至 1 倍,部分地区偏多 2 倍以上;东北地区、新疆大部、西藏中西部、西南地区西部、江南、华南东部等地降水偏少 2~8 成;而东北地区西部、新疆南部、西藏西北部和西南地区南部部分地区等地偏少 8 成以上。其中,东北地区平均降水量 6.2 mm,较常年同期(29.2 mm)偏少 78.8%,为 1951 年以来同期最少值(图 2)。

1.2 气温

2014 年 4 月,全国平均气温 12.1℃,较常年同

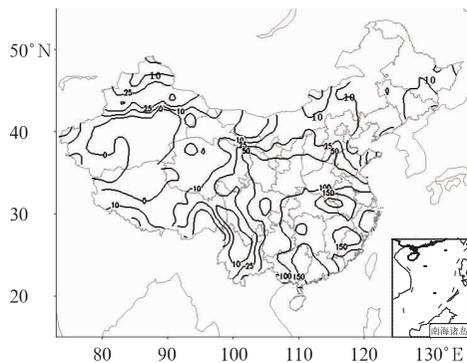


图 1 2014 年 4 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig.1 Distribution of precipitation (unit: mm) in China in April 2014

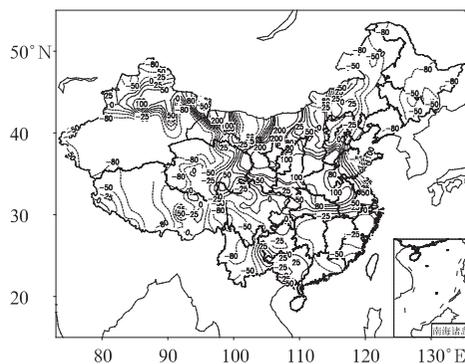


图 2 2014 年 4 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig.2 Distribution of precipitation anomaly percentage (unit: %) in China in April 2014

期(11.0℃)偏高 1.1℃,为 1961 年以来第五高值。从空间分布看,全国大部地区气温接近常年同期或偏高,内蒙古、东北地区、华北、黄淮东部、江南中部及西南地区等地偏高 1~4℃上,内蒙古局地偏高 4℃以上,平均气温为 1961 年以来同期第二高值(图 3)。

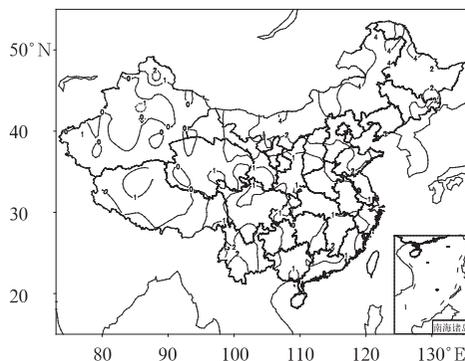


图 3 2014 年 4 月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig.3 Distribution of mean temperature anomaly (unit: °C) in China in April 2014

2 环流特征和演变

图 4 给出 2014 年 4 月北半球 500 hPa 平均位势高度及距平图,与常年同期的环流形势相比,2014 年 4 月的环流形势有以下主要特点。

2.1 极涡偏强位置偏南

北半球极涡呈单极型分布,中心位置位于喀拉

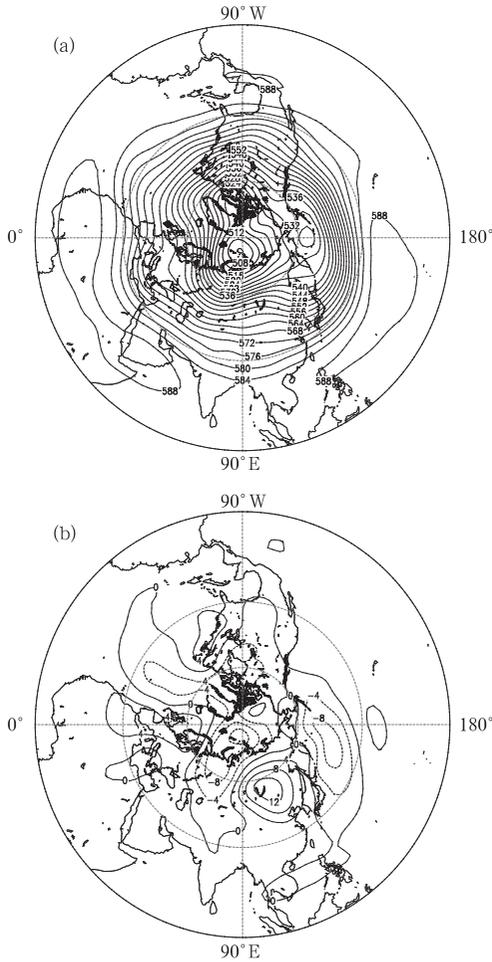


图4 2014年4月北半球500 hPa月平均位势高度(a)及距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly mean 500 hPa geopotential height (a) and anomalies (b) in the Northern Hemisphere (unit: dagpm) in April 2014

海北端附近,强度达504 dagpm,位置较常年平均略偏南,强度异常偏强12 dagpm。对应-12~-8 dagpm的负距平中心,表明低涡异常偏强,同时较常年平均的低值区位置略偏南。

2.2 贝加尔湖附近高压脊偏强,副热带高压和南支槽强度接近常年

进入4月以来,在500 hPa月平均位势高度距平场上,欧洲西部和东北亚地区被高于4 dagpm的正高度距平控制,其中贝加尔湖附近中心值高于12 dagpm。北美洲北部、北大西洋中北部局部、极区至俄罗斯西部以及北太平洋西北部为低于-4 dagpm的负高度距平控制,其中极区附近中心值低于-12 dagpm。月内,西北太平洋副热带高压(以下简称副

高)面积较常年同期偏大,强度接近常年同期,脊线(15°N附近)位置略偏北,西脊点(15°N、119°E附近)位置偏东。南支槽的强度与位置接近常年同期。

控制欧亚中高纬地区的主要环流表现为3槽1脊,即欧洲大槽、里海北部槽、东亚大槽和贝加尔湖附近的高压脊。从距平(图4b)可以看到,欧洲大槽、东亚大槽的位置和强度都接近常年平均;里海北部槽则明显偏强4~8 dagpm。贝加尔湖附近高压脊则异常偏强12 dagpm以上,高压脊强度的异常偏强,一方面阻断了源于新地岛附近极涡的冷空气东移南下影响我国,另一方面导致我国气温较常年偏高。副高和南支槽的位置和强度接近常年平均,但由于冷空气势力不强,导致南方的降水与常年相比略偏少。

2.3 环流演变与我国天气

2014年4月上旬(图5a),欧亚大陆中高纬环流形势为两槽一脊形势,低纬度气流较为平直,南支槽

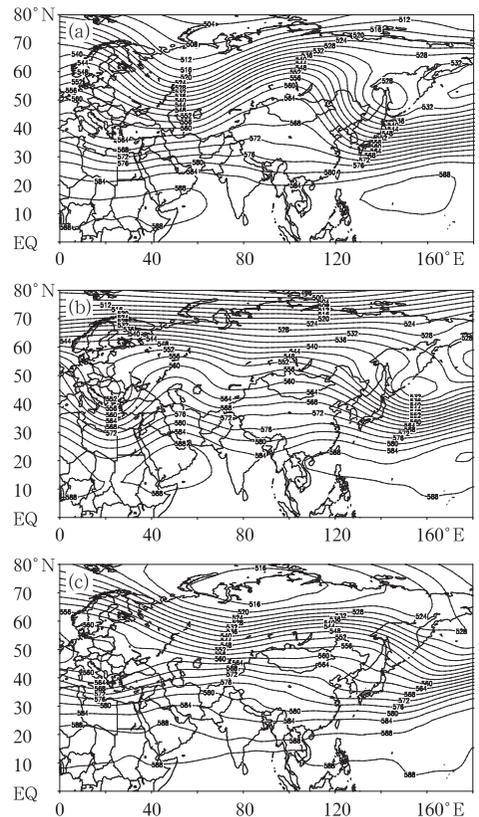


图5 2014年4月上(a)、中(b)和下(c)旬平均500 hPa位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 500 hPa mean geopotential heights in the first (a), middle (b), and last (c) dekads in April 2014 (unit: dagpm)

较弱(张亚妮,2011;樊利强,2010);东北低涡位置偏东,中心强度较3月明显减弱(董全,2014);我国北部至贝加尔湖一线为高压脊区控制,导致影响我国的冷空气主要沿脊前西北气流向南影响我国东北地区,后期影响至华东、华南一带。4月2日开始,贝加尔湖附近阻高东侧、东北冷涡后部的冷空气开始南下影响我国,给我国带来了一次中等强度的冷空气过程,使上旬北方气温较常年同期偏低 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 左右。同时,受冷空气势力较强的影响,中东部大部地区未出现严重的雾或霾的天气过程。但北方大部由于主要受偏北气流控制,低层水汽条件较差,因此上旬北方大部地区降水明显偏少;另外,受地面高压等影响,西北地区等地的部分地区出现了扬沙天气。南支系统旬内虽然整体较弱,但不断有短波系统东移影响我国南方地区,受其影响,西南地区南部、华南等地的部分地区出现了多次强对流天气过程。

4月中旬(图5b),欧亚大陆中高纬地区逐渐转为三槽两脊形势。贝加尔湖附近高压脊逐渐减弱,东亚大槽继续东移,里海附近的高压脊发展加强,其前部巴尔喀什湖低槽东移开始影响我国西部地区。旬内前期,受东亚大槽后部补充南下的冷空气影响,我国北方的大部地区再次出现了一次中等强度冷空气过程,冷空气主体路径偏东、偏北,部分地区气温较常年同期偏低 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 左右。而旬内我国南方的部分地区气温则较常年同期略偏高。副高西伸北抬,逐渐控制我国华南等地,其外围西南气流不断向北输送水汽,受冷暖空气交汇的影响,西北地区东部、华北南部、江汉及两淮地区出现了多次降水过程。

4月下旬(图5c),欧亚大陆中高纬地区环流以

纬向型为主。旬初,蒙古国附近高压脊缓慢减弱东移,新地岛附近的冷涡加强后强度维持,引导冷空气主要沿西路影响我国,4月23日,冷空气前锋开始影响西北地区,带来了本月最大范围的一次沙尘暴天气过程。旬中期,西太平洋副高减弱东退,南支槽加强东移,同时,青藏高原东部短波槽不断东移,配合低层偏南气流充沛的水汽输送和升温,导致我国南方地区降雨范围进一步增大,强度增强,并在副高外围触发多次较强的对流性天气过程。其中,26—27日,江南南部、华南大部出现了一次较大范围的以短时强降水为主的强对流天气过程,局地伴随有冰雹、雷暴大风天气。旬末,主要受地面冷锋系统影响,我国西北地区再次出现一次沙尘天气过程。

3 冷空气和沙尘活动

3.1 概况

4月受中高纬地区较强的高压脊影响,影响我国的冷空气过程主要有4次,以中等强度和弱冷空气为主,且路径偏东、偏北,导致本月我国气温整体偏高,多地降水偏少,并出现多次沙尘天气过程。影响我国的冷空气和沙尘天气过程如表1所示。

3.2 4月23—26日冷空气过程分析

4月21日开始,在来自极圈的冷平流和正涡度平流的共同作用下,俄罗斯北部附近低涡系统开始加强。在上下游效应的作用下,蒙古国附近的高压脊不断东移并不断加强。至23日,由新地岛冷涡及

表1 2014年4月主要冷空气过程

Table 1 Main cold surge processes in April 2014

冷空气时段	冷空气强度	影响区域	降温幅度	大风、沙尘天气
4月2—4日	中等强度冷空气	全国大部地区	北方地区降温 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$,江淮、江南降温 6°C 左右	我国北方大部地区4~6级风,甘肃西部、新疆东北部、内蒙古西部出现扬沙,东南南部、台湾海峡、巴士海峡、南海东部等区域8级以上大风
4月10—12日	中等强度冷空气	北方地区	北方大部降温 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$,局地 10°C 左右	北方大部地区4~6级风,东海、台湾海峡等区域出现8级以上大风
4月20—23日	中等强度冷空气	南方地区	江淮南部、江南、西南地区东部和北部等地降温 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$,西南地区东南部降温 10°C 左右	南方部分地区4~6级风,黄海中部和南部、东海北部等区域8级以上大风
4月23—26日	中等强度冷空气	北方大部地区	西北地区中东部、内蒙古、东北地区北部降温 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$,华北、黄淮等地降温 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$	北方大部4~6级风,部分地区8级,新疆东北部和南疆盆地、西北地区、内蒙古中西部有扬沙,南疆盆地中部、甘肃西部、内蒙古中部以及青海西北部出现沙尘暴和强沙尘暴天气,黄海中部和南部、东海北部等区域7~8级大风

其引导的冷空气已开始影响我国新疆地区,500 hPa高度上表现为较深厚的西风槽系统,槽附近及其以北地区有一 -37°C 的冷中心(图6a)。此时地面在这一地区附近对应1040 hPa的高压中心。

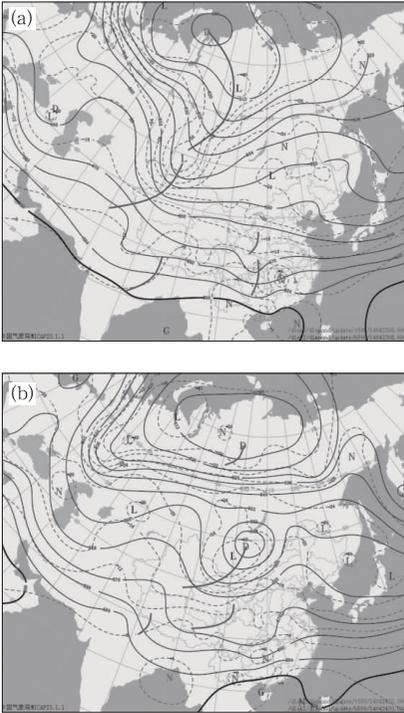


图6 2014年4月23日08时(a)和24日20时(b)500 hPa位势高度场(实线,单位: dagpm)和温度场(虚线,单位: $^{\circ}\text{C}$)
Fig. 6 Distribution of geopotential height (solid line, unit: dagpm) and temperature (dashed line, unit: $^{\circ}\text{C}$) at 500 hPa at 08:00 BT 23 April 2014 (a) and 20:00 BT 24 April 2014

西风槽东移的过程中,温度槽落后于高度槽约3个经度左右,且槽后风场和等温线存在夹角,而槽前有较强的正涡度平流和冷平流,有利于高空槽的发展和东移南下(图6a)。至24日20时(图6b),槽后温度平流有所减弱,而槽前的冷平流和正涡度平流依然较强,导致槽后的高压脊进一步东伸,并使槽南北分离,在贝加尔湖以南形成闭合低涡继续东移影响我国北方地区。

由于此次过程冷空气主体偏北,势力虽然较强,但主要影响我国北方大部地区。23日开始,北方大部地区陆续出现4~6级的偏北风,南疆盆地中部、甘肃西部、内蒙古中部以及青海西北部出现沙尘暴和强沙尘暴天气;西北地区中东部、内蒙古、东北地区北部降温幅度达到 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。24日,南段冷空气东移南下与暖湿空气主要交汇于江南、华南等地,配合南支槽东移影响,触发了本月最强的一次降水过程。随着冷空气的南下,其势力不断减弱,当冷空气前锋到达我国华南一带时,其后部对应的地面气压场已没有闭合的高压中心。

4 主要降水过程

4.1 概况

2014年4月我国比较强的降水过程仅有一次(表2),总体降水量接近常年同期,在空间分布上不均匀,大体呈北多南少的态势。在本月下旬,黄淮东部、江南、华南经历了一次区域性的强对流天气过程,局地伴随有雷暴大风等天气。

表2 2014年4月主要降水过程

Fig. 2 Main precipitation processes in April 2014

降水时段	主要影响系统	影响区域
4月24日08时至27日08时	南支槽、低层切变、低空急流、地面冷锋等	湖南中东部、江西大部、福建中北部、广西大部、广东北部出现大到暴雨,其中广西中部局地出现大暴雨天气

4.2 4月24—27日江南华南降水过程

4月24日08时,冷空气前锋已到达河套地区西部附近,东移南下的过程中低层冷空气势力逐渐减弱,青藏高原东部有弱短波槽东移发展,南支系统缓慢加强并东移,同时副高北界略向北抬,其外围偏南暖湿气流有所加强。25日,冷空气开始大举南下,高原槽也东移进入西南地区,受其强迫作用,西南涡生成并发展,南支系统发展加深,槽前的偏南气

流加强,冷空气南下进入四川盆地后,与低涡东南部的暖湿气流相遇,使得西南涡发展加强。同时在低层由于偏南急流的加强,切变位置略向北抬,在前期高空短波槽等的触发下,江南东部等地已出现中到大雨,局地暴雨天气。

22日20时,华南低层850 hPa偏南风逐渐加大,至23日08时已达到急流标准,低空急流建立后维持较长时间,最大风速达到 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上。低空急流是后期暴雨及强对流发生发展的重要机制,

提供重要的水汽和动量条件。统计表明,暴雨一般发生在低空急流风速最大值的左前方,且低空急流与暴雨的正相关系数可达 0.8 左右(朱乾根等,2000;陶诗言,1980)。

低空急流通过暖湿平流输送并配合南下的冷空气,在西南地区东部至华南、江南一带产生位势不稳定层结,最有利抬升指数 *BLI*(图略)部分地区小于 -6,大气处于十分不稳定的层结状态;随着西南暖湿急流向东北方向伸展,南方大部地区处于高温高湿区域(图 7a),长江中下游及其以南大部地区整层可降水量 *PWAT* 达到 50 mm 以上(图 7b),同时对流有效位能 *CAPE* 值在江南西南部、华南中西部等地达到 $1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上,*K* 指数普遍大于 35°C 。华南中部至江南东部一线的低层暖脊较为活跃,低空西南气流在江南东部及其以北地区与我国东部弱高压脊西南部的东南风之间形成一条暖式切变线;而在近地面,受前股冷空气过境的影响,江南东部仍

有边界层辐合线系统活动,以上条件都为暴雨及对流性天气的触发和发展提供了有利条件。

进一步分析 4 月 25 日 20 时的中尺度系统和探空观测可以得到(图 8),500 hPa 有一支明显的大风速带位于华南北部至江南东部一线,最大风速达 $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,华北西部至江汉西部高空槽东移南下,云南西部南支槽系统东移北上,后期与高原短波槽合并加强继续东移,有利于西南地区东部、华南西部等地强对流的生成。中高层的干冷空气侵入和急流的存在,一方面有利于不稳定层结的建立和维持,同时与低层形成较强的垂直风切变(图 8b)(0~6 km 垂直风切变部分地区接近 $28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),有利于局地雷暴大风等对流天气的组织和发展。

从 25—26 日 20 时,冷空气不断南下与西南暖湿气流在西南地区东部、江南、华南西部等地交汇,低层形成明显的切变辐合系统,其上不断有低涡生成并东移,给上述大部地区带来了一次暴雨天气过程,并出现以短时强降水为主的强对流天气,其中最大小时雨量达 80 mm 以上,局地伴有雷暴大风,地面最大风速达 $24.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上。850 hPa 上,从华北南下的冷空气温度低至 11°C ,露点温度 10°C (湖南怀化,站号:57749),风速较小,而低涡南部,温度和露点温度分别为 19 和 17°C (广西桂林,

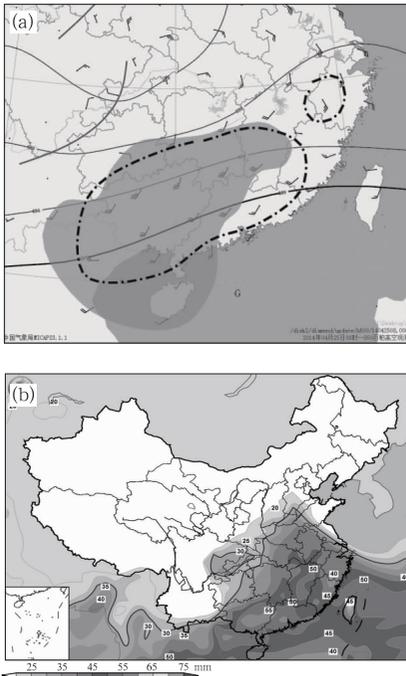


图 7 (a) 2014 年 4 月 25 日 08 时 850 hPa 风场、500 hPa 高度场和 14 时对流有效位能 *CAPE* 及 *K* 指数场配置(虚线: $K > 35^\circ\text{C}$, 阴影区: $CAPE > 500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$),

(b) 25 日 14 时整层可降水量 $PWAT > 20 \text{ mm}$ 区域

Fig. 7 (a) The 850 hPa wind, 500 hPa geopotential height at 08:00 BT 25 April 2014 and $CAPE > 500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ (shaded), $K > 35^\circ\text{C}$ (dashed line), (b) $PWAT > 20 \text{ mm}$ at 14:00 BT 25 April 2014

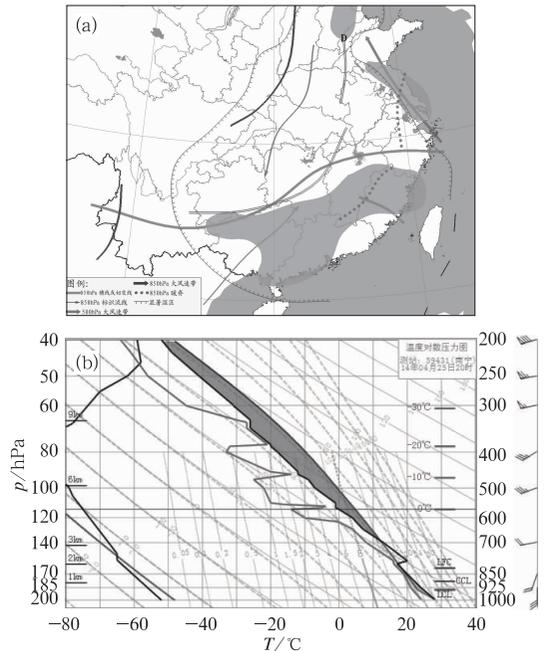


图 8 2014 年 4 月 25 日 20 时中尺度分析(a) 和广西南宁站 25 日 20 时探空(b)

Fig. 8 Mesoscale analysis (a) and air sounding at Guangxi Nanning Station (b) at 20:00 BT 25 April, 2014

站号:57957),最大风速达 $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上。南北风之间形成对比明显的温度和湿度梯度带(图略)。从图 8b 广西南宁站探空图分析可见,25 日 20 时,伴随西南风的增强,低层温度和整层的露点温度逐渐升高,增大了大气层结的对流不稳定性。广西南宁站 K 指数从 23 日的 24°C 左右,升高到 26 日的 32°C ,之后则再次降低。

26 日,在上述系统的配置下,在江南西南部至华南北部形成了一条东北—西南向的 α 中尺度飑线,受其影响,江南南部、华南等地出现短时强降水、雷暴大风等强对流天气。飑线过境后,近地面风迅速转为偏北风,同时温度和露点温度逐渐下降,大气层结演变趋于稳定。

至 27 日 08 时,西太平洋副高缓慢减弱南落,江南、华南等地低层西南风急流减弱消失,上空转为一致的偏北风,降水过程趋于结束。

参考文献

董全. 2014. 2014 年 3 月大气环流和天气分析. 气象, 40(6): 769-776.
 樊利强. 2010. 2010 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 36(7): 174-179.
 国家气候中心. 2014. 2014 年 4 月中国气候影响评价.
 陶诗言. 1980. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社.
 张亚妮. 2011. 2011 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 37(7): 906-912.
 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 2000. 天气学原理和方法(第四版). 北京: 气象出版社, 146-152.



《沙尘天气年鉴(2012 年)》

中国气象局 编

为了适应沙尘天气科学研究的需要,也为各级气象台站气象业务技术人员提供更充分的沙尘天气信息,更好地掌握沙尘天气活动规律,提高预报准确率,国家气象中心组织整编了此书。沙尘天气年鉴(2012 年)的内容包括对 2012 年沙尘天气过程概况的描述和沙尘天气产生的气象条件的分析,全年和逐月沙尘天时空分布及主要沙尘天气过程相关的图表等。

16 开 定价: 35.00 元

《强对流天气预报的基本原理与技术方法——

中国强对流天气预报手册》

孙继松, 戴建华, 何立富, 郑媛媛, 俞小鼎, 许爱华 著

该书是一部由全国强对流预报专家创新团队编撰、主要面向我国各级气象台站预报员的强对流分析预报实用手册,也可以作为中尺度天气学教学、研究和预报员培训参考书。该书从形成强对流的基本条件入手,较为详细地介绍了与强对流天气有关的基础理论、基本概念及其分析应用方法,揭示了不同强对流天气现象对应的典型探空特征、风暴尺度热力、动力学结构上的差异等,以及不同尺度天气系统的在强对流天气演变、传播移动过程中的作用,既有物理概念模型,也有大量的天气实例分析研究。从时空尺度来说,我国幅员辽阔,地理环境、气候背景差异很大,季风推进过程、影响区域、强度表现不同,本书不仅从气候学角度对我国各类强对流天气事件的时空分布进行了分析,同时针对不同区域的强对流天气过程的形成机制、配置结构进行了分类总结提炼,

归纳了预报预警着眼点。

16 开 定价: 95.00 元

《全国风能资源详查和评价报告》

中国气象局 编

该书全面展现了全国风能资源详查和评价工作的主要成果,详细介绍了项目实施遵循的一系列技术规范、风能专业观测网的设置和运行保障措施、测风塔观测数据和参证气象站历史资料的处理方法、风能参数和风机选型参数的计算分析技术、高分辨率数值模拟技术方案和不同高度层风能资源总量的分析方法,分析了我国风能资源的形成机理和变化特点,展示了全国陆地和 31 个省(区、市)风能资源分布图谱、技术可开发量、各风能参数和风机选型参数图表以及总装机容量为 3 亿千瓦的大型风电场区域。

16 开 定价: 35.00 元

《华中区域气候变化评估报告》

崔讲学 编

华中区域包括河南省、湖北省、湖南省。《华中区域气候变化评估报告》内容包括华中区域气候变化科学基础、影响与适应、分省报告三篇共 16 章,对华中区域气候变化事实及原因、气候变化已产生的影响、未来气候变化预估及可能影响等问题进行了系统梳理,较全面反映和展示了华中区域气候变化研究进展和成果。本书可供各级政府及相关行业决策部门在制订适应气候变化战略和措施时参考使用,也可供气象、农业、林业、水文、能源等领域的科研与教学人员参考使用。

16 开 定价: 60.00 元