

樊利强. 2010 年 4 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2010, 36(7): 174-179.

2010 年 4 月大气环流和天气分析

樊利强

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2010 年 4 月大气环流主要特征如下: 北半球极涡分布成偶极型, 中高纬地区大气环流呈四波型分布, 四个大槽的强度偏弱, 南支槽接近多年平均位置, 但强度偏弱。西太平洋副热带高压明显偏弱于常年。4 月全国平均气温为 9.1 °C, 较常年同期偏低 1.2 °C。全国平均降水量为 56.1 mm, 较常年同期偏多 12.3 mm。月内, 西南旱区多次出现降水过程, 大部地区旱情缓解; 此外我国共出现 5 次沙尘天气过程; 部分省(市、区)遭受强对流天气袭击。

关键词: 冷空气, 沙尘, 干旱, 强对流

Analysis of the April 2010 Atmospheric Circulation and Weather

FAN Liqiang

National Meteorological Center, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general circulation of atmosphere in April 2010. There are two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The circulation presents four wave patterns in middle-high latitudes. The intensity of the main deep troughs is weaker than that of troughs in average conditions. The position of south branch trough is close to normal years, but its intensity is weaker. And the subtropical high shows belt figure and much weaker than the same time of normal years. The monthly mean temperature over China (9.1 °C) is 1.2 °C lower than the same time of normal years and the monthly mean precipitation over China (56.1 mm) is 12.3 mm more than the same time of normal years during April 2010. During the month, the drought of arid southwest has relieved because of the repeated precipitation. There are five sand-dust weather processes in the month and convective storms invaded some provinces and regions.

Key words: cold air, dust, drought, severe convection

1 天气概况

1.1 降水

2010 年 4 月, 全国平均降水量为 56.1 mm, 较常年同期(43.8 mm)偏多 12.3 mm, 黄淮西部和南部、江淮、江汉、江南、华南、西南中东部以及东北东南部等地月降水量一般有 50~200 mm, 其中江南中部、华南中部和东北部及西藏东南部、云南西北部有 200~400 mm; 西北大部、西南西部、东北西部和

中北部、华北等地降水不足 50 mm(图 1a)。

月降水量与常年同期相比, 东北大部、华北西北部、西北大部、黄淮南部、江淮、江南南部、华南北部以及西藏东南部、云南中西部、内蒙古中东部等地一般偏多 3 成至 1 倍, 其中吉林中部、内蒙古中部、新疆东南部、西藏东南部等地偏多 1 倍以上; 华北东南部及黑龙江西北部、西藏中部、青海中东部、新疆西南部、贵州中部等地一般偏少 3~8 成, 部分地区偏少 8 成以上; 全国其余地区接近常年(图 1b)。

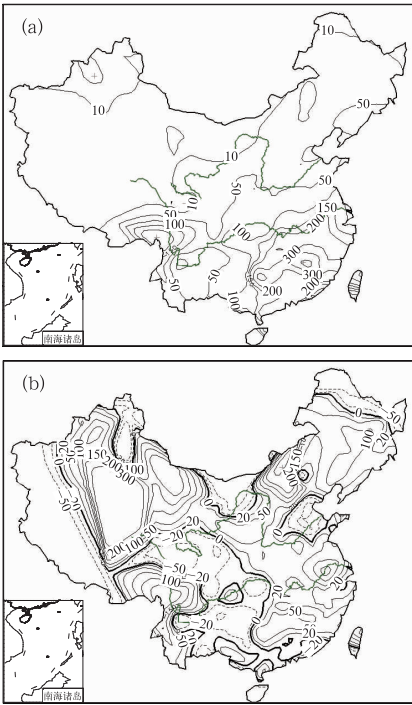


图 1 2010 年 4 月全国降水量(a,单位: mm)和降水量距平百分率(b,单位: %)
 Fig. 1 Distribution of precipitation (a) (unit: mm) and precipitation percentage anomalies (b) (unit: %) over China during April 2010

1.2 气温

4 月,全国平均气温为 9.1 °C,较常年同期偏低 1.2 °C。月平均气温与常年同期相比,西藏大部、青海西南部、云南中部等地气温偏高 1~4 °C;我国中东部大部地区及西北地区东部和北部气温一般偏低 1~4 °C,其中东北、华北大部、黄淮、江淮、华南部及新疆北部偏低 2~4 °C,局部地区偏低达 4 °C 以上(图 2)。自 2010 年以来,东北和华北北部基本维持

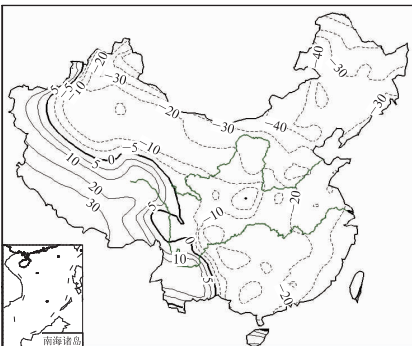


图 2 2010 年 4 月全国平均气温距平(单位: 0.1 °C)
 Fig. 2 Monthly mean temperature anomalies (unit: 0.1 °C) over China during April 2010

气温偏低的态势^[1-3]。

2 环流特征及演变

2.1 极涡

从北半球 500 hPa 月平均高度场(图 3a)和平均高度距平场(图 3b)中可以看到,北半球极涡中心呈偶极型,一个位于北美格陵兰岛东北洋面一带,另一个位于远东东部,中心强度均为 5200 gpm,较常年偏强,范围较大的极涡中心偏向西半球,远东地区的极涡在距平图上对应着一 80 gpm 的距平值。

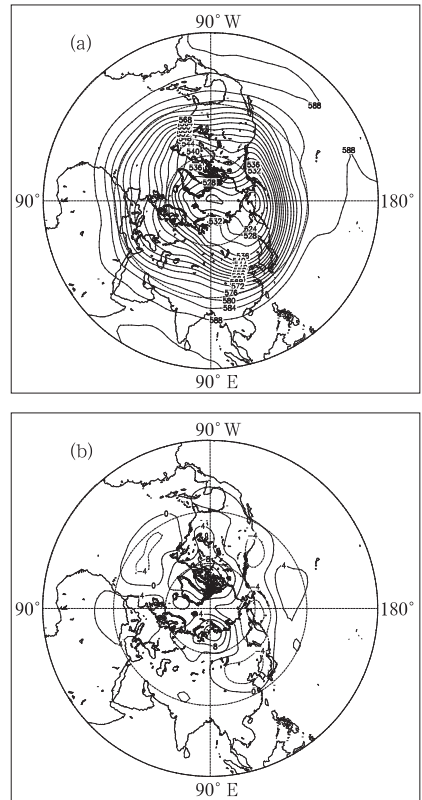


图 3 2010 年 4 月北半球 500 hPa 月平均位势高度(a)及距平(b)(单位 10 gpm)
 Fig. 3 Monthly mean 500 hPa geopotential heights (a) and anomalies (b) in the Northern Hemisphere during April 2010

2.2 乌拉尔山高压脊偏强,东亚大槽偏西偏强

北半球中高纬呈现四波型的形势,常年乌拉尔山地区存在一个弱的高压脊,今年与常年相比,东欧平原到西西伯利亚平原被正距平占据,脊的强度明显偏强,其高度距平为 +120 gpm,位置接近常年。东亚大槽位置较常年同期偏西约 5~8 个经度,

强度偏强,相应的有一40 gpm 的负距平区与之对应。月内亚洲中北部锋区强,我国内蒙古、东北至远东一带为一40~-80 gpm 的负距平区,极地冷空气在脊前西北气流引导下影响我国北方地区,这也是月内我国冷空气活动频繁的主要原因。

2.3 西太平洋副热带高压强度偏弱,南支气流接近常年同期

西太平洋副高明显偏弱,其北界 5880 gpm 线基本和 20°N 纬线相重合,在孟加拉湾副高北界南移约 5 个纬度,与从孟加拉湾至云贵一带明显的南支槽相配合,有利于北方冷空气南下与低纬暖湿气流交汇,产生大范围降水和局部对流性天气。

2.4 环流演变与我国天气

本月上旬初期,欧亚大陆高纬地区为阻塞型,中纬度为西高东低型,东北地区高空冷涡深厚并缓慢向远东地区移动,贝加尔湖及其以北地区有高压脊发展,低纬度为平直气流型,锋区主要位于我国江南地区,与南来暖湿空气相配合,使我国云南北部、长江中下游沿岸地区出现大到暴雨。随后,环流系统开始调整,北支锋区位于西伯利亚到我国华北一带,呈东北西南向,随着位于西伯利亚的极涡南落,北支锋区纬向度加大并有短波槽东移,冷空气在 5—6 日影响华北、黄淮等地;7 日,另一股冷空气开始影响我国北方地区;南支锋区较平直,青藏高原南部浅槽逐渐加深东移,后期移至川西高原一带并快速移出;冷暖空气主要在江南南部、华南地区交汇。旬末,随着南支波动移出,西南暖湿气流开始明显加强北伸,并在长江流域形成暖式切变,切变上有波动东移,使江南、华南大部地区出现降雨,其中江南南部出现大雨。上旬 500 hPa 形势见图 4a。

中旬,从上月末开始,中高纬度环流再次调整,亚洲中高纬度地区受庞大的冷涡控制,冷涡后部的冷空气在贝加尔湖以西地区积聚,横槽南压至新疆北部,随着横槽的摆下,又一股新冷空气南下影响我国,11—13 日,我国北方和东部地区出现大风降温天气。随着南支槽的东移和冷空气南下,12 日较强降雨南压至江南南部至华南北部一带。13—14 日,由于另一南支槽的东移,西南暖湿气流再次增强,西北地区东部、华北南部及其以南地区再次出现较强降水过程。16 日开始,欧亚中高纬转为两槽一脊形势,贝加尔湖地区的阻塞高压逐渐东移,东北低涡东

移,环流形势转为西高东低型。旬末,欧亚中高纬为经向度较小的两槽一脊型,60°~90°E 的乌拉尔山及其以东地区为高压控制;河套至青海南部以及新疆北部有低槽东移;南支槽位于 100°~105°E,再次为我国大部带来降温或降雨天气,局部地区出现沙尘。中旬 500 hPa 环流形势见图 4b。

下旬,中高纬环流从弱的一脊一槽型逐渐转为两脊一槽型,至月末时再次转为两槽一脊,乌拉尔山地区的高压脊区东移,长波槽区位于 100°~110°E 附近。旬末,贝加尔湖及其以西地区为高压脊控制,其两侧各为一低涡,环流为经向型,东北低涡缓慢东移,我国大部地区转受高空西北气流控制;低纬度有高原槽不断东移,使江南南部、华南、贵州等地出现中雨,部分地区大到暴雨。下旬 500 hPa 环流形势见图 4c。

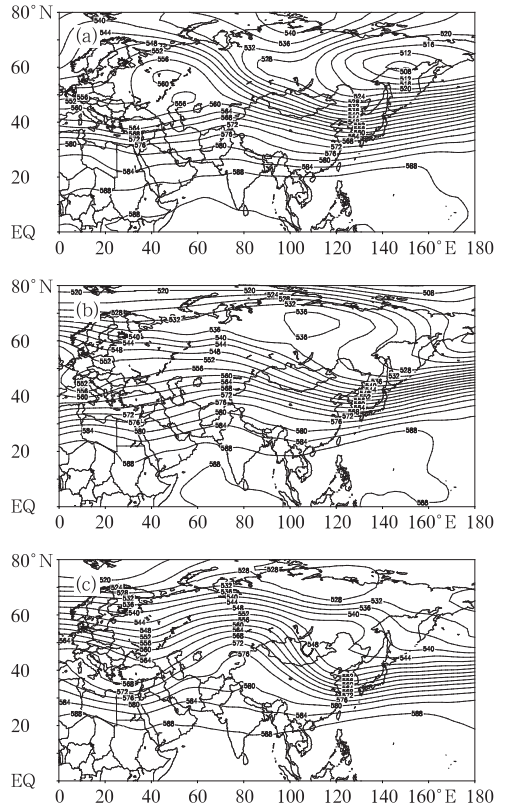


图4 2010年4月上(a)、中(b)、下(c)旬平均500 hPa位势高度(单位:10 gpm)
Fig. 4 Mean 500 hPa geopotential height at the first (a), middle (b), last (c) ten-days of the April in 2010 (unit: 10 gpm)

3 冷空气过程

3.1 概述

本月主要有4次冷空气过程,且影响范围大,全

国大部气温较常年偏低。影响我国的较强冷空气过程主要有4—7日和19—22日的全国中等强度冷空气过程,11—14日的全国寒潮过程以及24—27日的北方强冷空气过程。

4—7日,贝加尔湖附近横槽转竖,槽后西北气流引导冷空气东移南下,沿中部路径侵入,从西北地区东部向东向南爆发,我国大部地区气温普遍下降4~8℃,部分地区降温10℃以上,并伴有大风。

11—14日,受自西西伯利亚东移南下冷空气的影响,我国自北向南出现大范围大风降温 and 雨雪天气。我国大部地区平均气温下降4~10℃。西北地区、内蒙古、华北地区西部和北部以及江南、华南的部分地区过程降温幅度均在10℃以上,甘肃、贵州的局部地区降温甚至超过20℃。受冷空气的影响,我国北方大部地区出现了降雪,南方地区出现了大范围的强对流天气。此次过程按照中央气象台标准定义为全国寒潮天气。

19—22日,随着西西伯利亚高压不断加强东移,一股较强冷空气仍以西北路径侵入我国,越河套地区,向东向南发展,影响我国大部。

24—27日,又一股强冷空气自新疆北部影响我国北方大部地区,此次过程按标准定义为北方强冷空气。随着西西伯利亚强大冷高压的不断东移,在脊前西北气流的引导下,冷空气向东向南爆发,使我国北方地区出现了本月最强的一次沙尘过程,其中,甘肃河西及中东部地区,青海西部、宁夏、陕北等地出现区域性大风强沙尘暴天气,甘肃民勤甚至达到“黑风”,能见度为0 m,最大风速达 $28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

3.2 11—14日冷空气过程分析

10日20时,500 hPa环流场(图略)上可以看到,西伯利亚至远东一带为低涡控制,贝加尔湖南北各有一个低值中心,高纬度不断有冷空气南下补充,新疆北部横槽开始下摆,11日开始本月最强的一次冷空气过程自西向东影响我国。至11日20时,西北地区、内蒙古中西部地区24小时的平均降温幅度为4~10℃,其中,甘肃、宁夏和内蒙古西部的局地降温幅度达10℃以上。西北地区大部、内蒙古中西部、华北、黄淮大部、东北地区都出现了5~6级大风,局部地区瞬时风力甚至超过10级。从地面气压场上分析,10日20时,位于巴尔喀什湖以北的强大冷高压系统中心强度达到1035 hPa,冷空气不断在天山北侧堆积。对应低层850 hPa温度场上的等温线密集区,−16℃的闭合冷中心南端已向南越过50°N。有一暖舌自西北地区东部伸向华北、东北地

区,我国北方地区大部出现升温。11日08时,冷高压主体位于新疆北部,中心强度加强至1045 hPa,随后冷空气翻越天山开始影响我国西北地区。南疆盆地、青海西北部出现沙尘天气。11日20时开始冷空气前锋位置到达内蒙古中部、河套地区,低层的暖舌明显减弱,冷空气全面爆发并继续东移南下。与高空冷涡、高原槽以及南支槽相配合,给我国北方大部地区带来降雪天气,东北的部分地区出现大到暴雪;南方则出现大范围强对流天气,广西东北部、江西、福建的部分地区出现暴雨。至12日14时,我国大部地区已被冷气团控制,带来强降温天气。

4 降水天气过程

本月我国出现了7次明显的降水过程,表1给出了降水过程的起止时间、影响系统和主要落区。下面就10—15日出现的降水过程进行简述。

4.1 10—15日降水过程概况

4月10—15日,湖南、江西、福建、浙江等地先后出现强降水天气。江南、华南北部降水量50~150 mm,其中江西东北部、福建西北部为150~200 mm^[4]。

4.2 环流背景

从4月11日08时500 hPa高度场上可以看到(图5),欧亚中高纬自西西伯利亚至远东地区一带为宽广低压区控制,低压底部不断有冷空气补充南下,从新疆北部、内蒙古中部以及东北地区向东向南发展,影响我国大部,造成东北地区中北部部分地区出现大雪,局地暴雪;中纬度锋区较为平直,低压底部横槽转竖,槽后西北气流引导冷空气南下;中西伯利亚至我国东北地区有低涡缓慢东移发展,后期在日本海附近切断加强,中心强度为5200 gpm,在低涡后部西北气流引导下,不断有冷空气侵入我国东部地区。高原上不断有短波槽东移,槽前西南气流提供有利的水汽输送。850 hPa上西南地区东部有低涡活动,江南北部存在一条明显的暖式切变线,低空急流轴位于广西—广东北部—江西一线,最大风速中心 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,急流轴前方风速明显辐合,为暴雨的发生发展提供有利的水汽输送和动力抬升条件,造成广西东北部、江西、福建局地出现暴雨。随着北方冷空气的不断南下,低空急流也开始减弱,雨带南压,给江南南部以及华南带来大雨天气。

综上,高低空系统配合以及南北方冷暖空气的

表 1 2010 年 4 月主要降水过程

Table 1 The main precipitation processes during April 2010

起止时间	影响系统	降水范围
1—3 日	东北冷涡、高原槽、低层切变	内蒙古东北部、东北地区北部等地出现小雪；青海西南部、西藏东部、西南地区大部、黄淮南部、江汉、江淮以及江南出现小到中雨，其中，云南北部、长江中下游沿岸地区出现大雨，江北的局地出现暴雨
4—6 日	高空冷涡、南支槽、切变线、低空急流	新疆西部、内蒙古中东部、东北、华北东北部、西藏东部、川西高原出现小雪(雨)，其中，黑龙江局地出现大雪；江南、华南、西南地区北部和东部出现小到中雨，其中，江南中西部出现大雨，局地暴雨
7—9 日	南支槽、高原槽、西南涡、低空切变、地面冷锋	新疆北部、青海以及甘肃西南部出现小到中雨(雪)；西南地区北部和东部出现小到中雨；江南、华南大部地区出现降雨，其中江南南部出现大雨
10—15 日	高空槽、高原槽、蒙古气旋、低空切变	新疆西部和北部、西北地区中东部出现小雨(雪)；河套地区、内蒙古中东部、东北大部出现小到中雪(雨)，其中东北地区中北部部分地区出现大雪，局地暴雪；华北大部、黄淮、江淮、江汉、江南、华南地区出现小到中雨(雪)天气，其中湖南东北部、湖北东南部、江南地区南部、华南地区北部出现大雨，广西东北部、江西、福建局地出现暴雨
17—20 日	高空冷涡、高空短波槽、南支槽、低空切变	新疆大部出现小到中雨(雪)；西北地区中部及东部、内蒙古西部和东部、华北北部及中部、东北出现小到中雨(雪)；西藏地区东南部、黄淮、江淮、江汉西南、江南、华南出现小到中雨，其中江南、华南的部分地区出现大雨，局地暴雨
21—23 日	高空槽、南支槽、高原槽、低空切变	新疆局地、东北北部出现小到中雨(雪)；西藏东部和南部、甘肃、青海东部及南部、西北地区东部、内蒙古中西部、华北、黄淮、江淮、江汉、江南、西南大部、华南大部出现小到中雨，其中，西藏东南部、西北地区东部、黄淮西部、江汉、西南、江南以及华南的部分地区出现大到暴雨
24—30 日	高空冷涡、南支槽、高原槽、低空切变	新疆局地、甘肃西部、西北地区东部和南部、西藏中东部、内蒙古、华北、黄淮、东北、江淮、江汉、江南、华南以及西南地区大部出现小到中雨(雪)，其中，西藏、西南以及华南的局地出现大到暴雨；四川南部局地出现冻雨

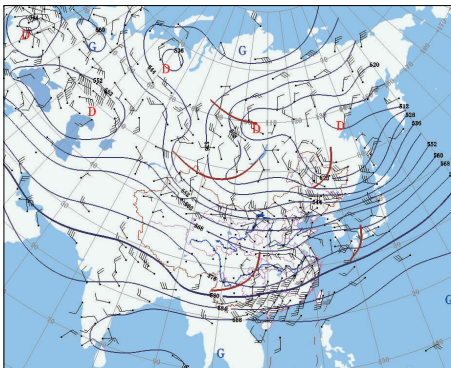


图 5 2010 年 4 月 11 日 08 时 500 hPa 环流形势场、850 hPa 风场

Fig. 5 The 500 hPa geopotential heights and 850 hPa wind at 08:00 BT 11 April 2010

共同作用，提供了极为有利的水汽和动力条件，引发了此次我国大范围的雨雪天气。

5 影响我国北方地区的沙尘天气过程

4 月沙尘天气过程共有 5 次(表 2)，其中沙尘暴 3 次，扬沙 2 次，比常年同期(5.4 次)略偏少，但与去年 4 月相比^[5]，次数偏多、强度偏强、灾害偏重。下面对 4 月 24—28 日最强沙尘天气过程进行简单分析。

从 24—26 日沙尘天气实况(图 6)中可以看到，此次沙尘天气过程影响范围大，南疆盆地东部、青海柴达木盆地、甘肃西部、内蒙古西部的部分地区出现了沙尘暴或强沙尘暴。

本次过程之初，欧亚中高纬呈两脊一槽型，脊区分别位于巴尔喀什湖以北的西西伯利亚地区以及我国东北至远东西部一带，乌拉尔山以西高空槽东移加强，贝加尔湖北部附近的高空冷涡稳定维持，后期贝加尔湖附近有低涡生成并东移南下，其后部的冷空气以西北路径影响我国北方地区。4 月 22 日 08 时 500 hPa 高空图上(图略)，欧亚中高纬度为经向型环流，乌拉尔山高压脊发展，形成闭合高压中心，脊前为偏西北气流。到 23 日 08 时，高压脊继续发展并向北扩展，欧亚中高纬为两槽一脊型，脊前偏北风加大；低层 700 hPa 上形势与 500 hPa 相近，并存在一支 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的低空急流，位置比较偏北，位于 $50^{\circ} \sim 60^{\circ} \text{N}$ 之间。24 日 08 时，500 hPa 脊前转为北风，风速普遍加大到 $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，极地冷空气南下到北疆至蒙古西部，中西伯利亚至南疆为一狭长深厚的低压槽，有一 -40°C 冷中心配合，南疆东部和甘肃河西位于槽底部的强锋区中，地面气旋开始向东向南强烈发展(图 7)新疆东部、甘肃酒泉风速达到 $22 \sim 26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ；对应 700 hPa 上西西伯利亚有强北风急流南下不断与低槽前部的西风急流汇合。24 日 20 时，500 hPa 上高空槽东移南压，温度槽向南发展，等高线和等温线交角大于 45° ；对应 700 hPa 上槽底部风速增大到 $22 \sim 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，河西中西部等高线与等温线呈垂直配置，大气斜压性进一步增强，锋区及强风带影响甘肃河西。由此可见，影响这次沙尘暴过程的高空关键系统是强风带和强锋区，

表 2 2010 年 4 月主要沙尘天气过程
Table 2 The main sand-dust weather processes during April 2010

起止时间	过程类型	影响系统	降水范围
8 日	扬沙	蒙古气旋、冷锋	南疆盆地、甘肃西部、内蒙古中东部区、辽宁西部、吉林西部等地出现扬沙天气,其中,南疆盆地、内蒙古中部偏南地区、吉林西部、辽宁西部等地的部分地区出现了沙尘暴
9 日	沙尘暴	冷锋	南疆盆地、青海北部、甘肃东部、宁夏南部、内蒙古中部的偏南地区、河北西北部、山西北部等地出现扬沙天气,其中,青海北部、内蒙古中部偏南的部分地区出现沙尘暴,青海西北部的局地有强沙尘暴
11—12 日	扬沙	冷锋	南疆盆地、青海西北部的部分地区出现扬沙,青海西北部的局部地区出现了强沙尘暴。
19—20 日	沙尘暴	冷锋	南疆盆地等地出现了扬沙,局部地区出现了沙尘暴或强沙尘暴
24—28 日	沙尘暴	蒙古气旋、冷锋	南疆盆地、青海、甘肃、内蒙古西部、宁夏、陕西、山西南部、辽宁西部、吉林西部、西藏东北部、四川北部、湖北北部等地出现了扬沙或浮尘,其中,南疆盆地东部、青海柴达木盆地、甘肃西部、内蒙古西部的部分地区出现了沙尘暴或强沙尘暴

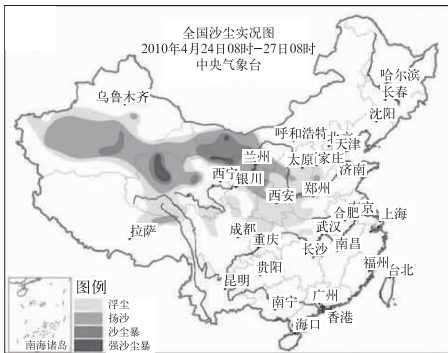


图 6 2010 年 4 月 24 日至 26 日
沙尘天气实况图

Fig 6 The distribution of the sand-dust weather process during 24—26 April 2010

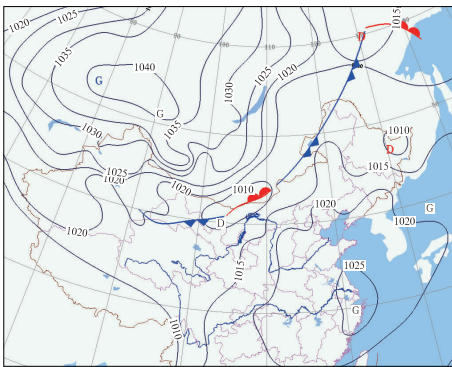


图 7 2010 年 4 月 24 日 08 时地面天气形势
Fig 7 Sea level pressure (unit: hPa)
at 08:00 BT 24 April 2010

高空强冷平流破坏了低层稳定层结,使得高空强风动量下传,地面风速加大。地面关键系统是地面冷高压和热低压及其两者过渡地带产生的地面强冷锋。冷空气进入甘肃河西走廊,受“狭管效应”影响,风速加大,加之甘肃河西具有丰富沙源,有利于强沙尘暴天气的爆发。

6 其他灾害天气

6.1 异常低温天气

4 月中旬,受冷空气影响,我国出现大范围降温天气,东部地区及西北东部和北部气温偏低,其中东北、华北及新疆北部气温异常偏低。此次低温天气降温幅度大,极端气温低。受冷空气影响,西北地区西部和东部、华北大部、黄淮、江淮、江汉、江南、华南以及内蒙古、贵州等地最大降温幅度一般有 8~16℃,内蒙古中部和西部在 16℃以上。北方大部地区极端最低气温在 0℃以下;东北及内蒙古、华北北部和西部、西北中部和北部等地低于-5℃,其中内蒙古北部和新疆东北部在-10℃以下。4 月中旬,我国东部及西北东部和北部平均气温较常年同期偏低 2~4℃,其中,东北、华北东部及内蒙古中东部和西部、新疆北部等地偏低 4℃以上。

6.2 部分地区遭受风雹灾害

本月我国鄂、贵、陕、滇等 4 个省的局地遭受大风冰雹灾害,共造成 60 多万人口受灾,4 人死亡,直接经济损失近 3 亿元。

参考文献

[1] 国家气候中心. 2010 年 4 月我国气候评价.
 [2] 田伟红. 北方气温显著偏高 云贵川渝降水偏多 2009 年 7 月 [J]. 气象, 2009, 35(7): 119-123.
 [3] 徐辉. 2010 年大气环流和天气分析 [J]. 气象, 2010, 36(4): 137-141.
 [4] 田伟红. 2010 年大气环流和天气分析 [J]. 气象, 2010, 36(5): 133-137.
 [5] 李勇. 2010 年 3 月大气环流和天气分析 [J]. 气象, 2010, 36(6): 128-133.