

刘一,黄威. 2011 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象,2011,37(5):639-644.

2011 年 2 月大气环流和天气分析^{* 1}

刘 一 黄 威

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2011 年 2 月环流特征如下:北半球高纬度地区为单一极涡,中心偏向西半球,强度较常年同期偏强,欧亚中高纬呈现 4 波型,副高强度偏弱,南支槽活动偏弱。2 月,全国平均降水量为 11.4 mm,比常年同期偏少 4.9 mm。上、中旬,我国北方地区处于高压脊控制,华北、黄淮气象干旱持续发展,月底,随着环流形势的调整,上述地区干旱得到有效缓解。2 月全国平均气温为 $-1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,比常年同期偏高 $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。2 月有 2 次冷空气袭击我国大部地区,中东部部分地区遭遇大雾天气。

关键词: 冷空气,干旱,大雾

Analysis of the February 2011 Atmospheric Circulation and Weather

LIU Yi HUANG Wei

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general atmospheric circulation in February 2011. There is a stronger polar vortex center in the Northern Hemisphere than normal years. The circulation presents a four-wave pattern in middle-high latitudes. The subtropical high is weaker than normal years. The south branch trough is slightly weaker than normal years. The monthly mean precipitation is 11.4 mm, and is 4.9 mm less than normal. Northern China is under control by ridge in early and mid February. In North China and Huang-Huai Plain etc., drought increases until the end of the month to get relief. The monthly mean temperature is $-1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, and is $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ higher than normal. There were two cold air processes affecting most areas of China. Part of the middle and east of China suffered from fog disasters.

Key words: cold air, drought, fog

引 言

2011 年 2 月,全国平均降水量为 11.4 mm,比常年同期(16.3 mm)偏少 4.9 mm,其中,华北、黄淮及西藏西南部和东部、青海中部、新疆北部和西南部、内蒙古中部、东北地区西部等地降水量较常年偏多 3 成至 1 倍,部分地区偏多 1~2 倍,局地超过 2 倍;全国其余大部地区偏少 3~8 成,其中云南大部、四川南部等地偏少 8 成以上^[1]。全国平均气温为 $-1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,比常年同期($-2.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)偏高 $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,除海南西南部气温较常年同期偏低 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上外,全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高^[1]。月内,2

次冷空气袭击我国;华北、黄淮气象干旱持续发展,月底得到有效缓解,中旬南方地区出现低温连阴雨(雪)天气;中东部部分地区遭遇大雾天气;北京初雪时间为 1949 年以来最晚。

1 天气概况

1.1 降水

2011 年 2 月,全国平均降水量为 11.4 mm,比常年同期(16.3 mm)偏少 4.9 mm。月降水量,华北西部和南部、黄淮、江淮、江汉、江南、华南及陕西中北部、四川东部、重庆、贵州东部和北部、西藏西南部和东部、新疆西部等地普遍有 10~50 mm,其中,浙

* 国家自然科学基金青年基金资助项目(40805021)资助

2011 年 3 月 18 日收稿; 2011 年 3 月 26 日收修定稿

第一作者:刘一,主要从事中长期天气预报工作。Email:Liuyi_wt@163.com

江南部、福建大部、江西中部和南部、湖南东南部、广东北部、广西东部等地降水量在 50 mm 以上;全国其余大部地区降水量不足 10 mm(图 1)。

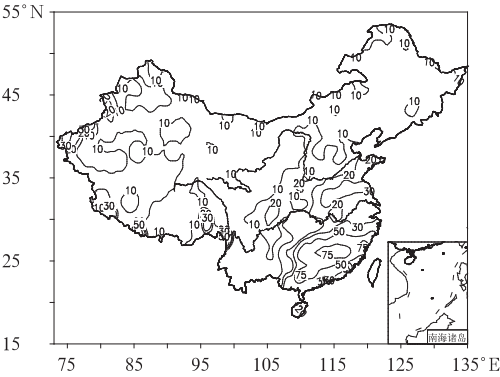


图 1 2011 年 2 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig.1 Distribution of precipitation (unit: mm) in China in February 2011

从地区分布来看,华北、黄淮及西藏西南部和东部、青海中部、新疆北部和西南部、内蒙古中部、东北地区西部等地降水量较常年偏多 3 成至 1 倍,部分地区偏多 1~2 倍,局地超过 2 倍;全国其余大部地区偏少 3~8 成,其中云南大部、四川南部等地偏少 8 成以上(图 2)。

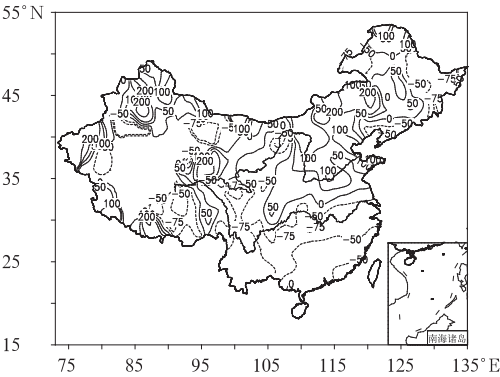


图 2 2011 年 2 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)
Fig.2 Distribution of precipitation anomaly percentage (%) in China in February 2011

2 月上旬,广东降水量为 1961 年以来同期次少;中旬,西藏降水量为 1961 年以来同期次多;下旬,内蒙古、新疆降水量为 1961 年以来同期次多,重庆为最少,云南为次少^[1]。

1.2 气温

2011 年 2 月,全国平均气温为-1.2℃,比常年同期(-2.9℃)偏高 1.7℃,除海南西南部气温较常年同期偏低 1℃以上外,全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高。其中,东北东部、华北西北

部、西北大部及内蒙古中西部、湖南西南部等地偏高 2~4℃,局地偏高 4℃以上(图 3)。

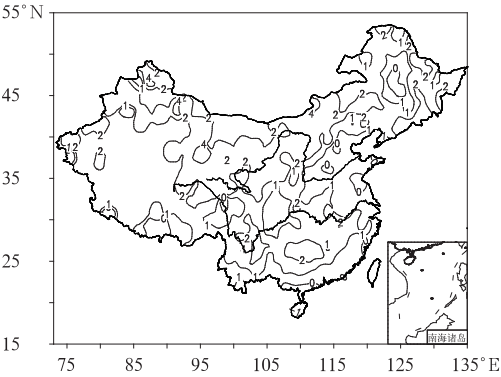


图 3 2011 年 2 月全国平均气温距平分布(单位:℃)
Fig.3 Distribution of temperature anomaly (unit: ℃) in China in February 2011

2 环流特征和演变

图 4 给出了 2011 年 2 月 500 hPa 平均位势高度

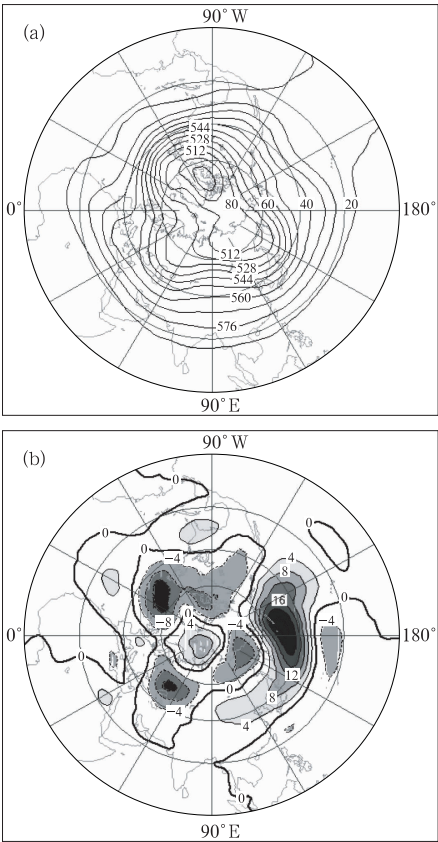


图 4 2011 年 2 月北半球 500 hPa 平均高度(a)和距平(b)(单位:10 gpm)
Fig.4 Geopotential height at 500 hPa (a) and its anomaly (b) in the Northern Hemisphere in February 2011 (unit:dagpm)

及距平图,与常年同期的北半球环流形势相比,2 月北半球的环流形势有以下主要特点。

2.1 极涡偏强、西太平洋副高偏弱

北半球极涡呈单极性分布,主体位于北美北部,在距平场上对应负距平,表明极涡强度较常年同期偏强。在贝加尔湖附近有一个明显的高压脊,在距平场上表现为正距平,并控制我国北方地区,导致我国冷空气活动较弱。西太平洋副热带高压较常年同期略偏弱,且 5840 gpm 线较 2010 年 2 月位置明显偏南^[2-3]。

2.2 欧亚中高纬呈现 4 波型

2011 年 2 月,在 500 hPa 位势高度场及距平上(图 4),中高纬环流呈现 4 波型,长波槽分别位于东欧、鄂霍茨克海、北美西海岸及大西洋中西部,这些地区处于显著高度负距平区,中心值分别为-120、-80、-80、-120 gpm,有利于冷空气影响这些地区;而在整个北太平洋及其延伸到我国北方地区均为正距平区,位势高度正距平中心值高达 240 gpm,这种形势一方面不利于冷空气活动,另一方面也切断了我国北方的水汽供应,这也导致在本月上、中旬华北、黄淮气象干旱持续发展。

2.3 南支活动较常年偏弱

从图 4 可以看到,南支槽位于 90°E 以西,强度较常年偏弱,槽前的西南气流不明显,不利于将水汽向我国输送^[3],因而,我国南方降水较常年偏弱,而我国北方降水在本月上、中旬也不明显。

2.4 环流演变与我国天气

图 5 给出了 2 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流发展演变的三个时段的平均高度场,上、中旬我国总体上处于高压脊控制下,表明冷空气不活跃,而南支槽也不活跃;下旬,整个欧亚环流形势有一个大的调整,贝加尔湖以西高压脊减弱消失,乌拉尔山阻高建立,利于冷空气堆积并东移南下影响我国,同时南支槽活跃并加强,导致我国降水增多,旱情得到缓解。

上旬(图 5a),亚欧中高纬地区呈两槽两脊的环流形势,大槽分别位于东欧和日本海附近,而在贝加尔湖以西存在一个高压脊,发展十分强盛,我国大部分处在该高压脊控制之下,冷空气活动较少。上旬,

除新疆地区受槽前西南气流影响,有几次弱降水,我国其他大部分地区受脊前槽后西北气流控制,天气以晴为主,北方地区升温明显。7 日,自北向南有一股强冷空气开始影响我国大部分地区,北方地区出现大风降温。9 日开始影响到淮河以南地区,并造成我国南方大幅降温,另外造成华北至江南地区大范围降水。10 日,另一股弱冷空气补充影响我国北方。

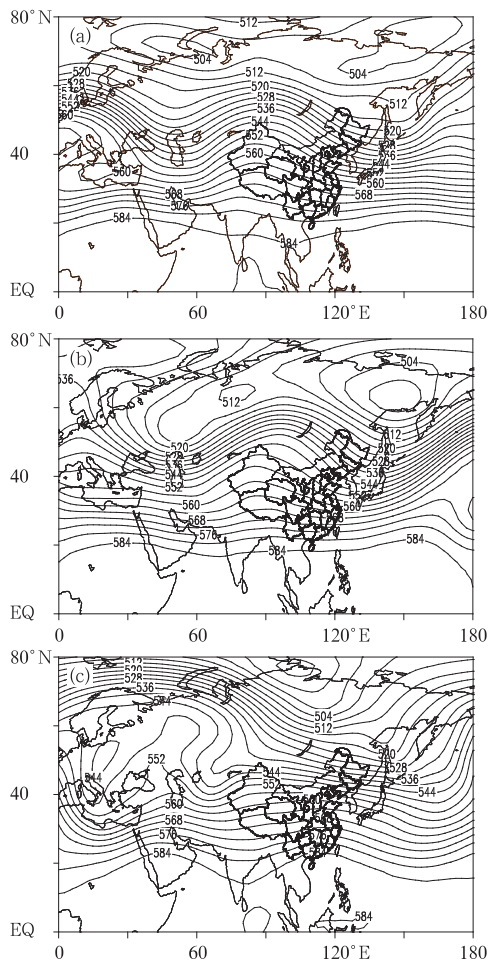


图 5 2011 年 2 月欧亚 500 hPa 上(a)、中(b)、下(c)旬平均位势高度(单位: dagpm)
Fig. 5 Eurasia geopotential height at 500 hPa (unit: dagpm) of the 1st (a), 2nd (b) and last (c) dekad average in February 2011

中旬(图 5b),亚欧中高纬地区仍维持两槽两脊的形势,较之上旬,并没有明显变化,高压脊脊线位置较上旬略偏东,远东地区低涡加强,新地岛附近的低涡中心东移并减弱。11 日,上旬末补充的弱冷空气影响我国华北、黄淮地区,并造成 4~8℃降温。12 日,又一股弱冷空气补充影响我国北方地区,同

时,高原槽东移,引起我国又一次降温过程,也给华北、黄淮、西南地区、江南及华南带来了一轮新的降水过程。自上旬 7 日开始至 14 日结束,此次强冷空气过程自北向南影响了我国大部分地区,造成了大范围的大风降温天气,期间不断有冷空气补充南下,配合高原槽的东移,给我国带来了两次降水过程。15 日开始,新疆地区不断有小槽东移,同时,高原槽也不断东移,给我国南方带来了持续的降水天气。

下旬(图 5c),亚欧地区环流形势明显调整,东欧至乌拉尔山地区的大槽调整为高压脊,贝加尔湖地区高压脊减弱消失,日本海地区大槽东移,调整后的形势利于冷空气堆积,东移南下影响我国;而南支槽也增强,槽前西南气流加强,利于将水汽向我国输送。21 日开始,贝加尔湖附近的高压脊东移减弱,乌拉尔山高压脊逐渐开始建立,冷空气开始堆积,巴尔喀什湖附近横槽逐渐发展,并不断有短波槽东移,但位置偏北,仅仅对我国新疆地区及东北地区有影响。南支槽逐渐活跃,高原上也不断有小系统东移,

引发我国南方地区一次降水过程。25 日开始,随着冷空气的东移南下,我国大部分地区又迎来一次大风降温天气,同时,伴随着南支槽的活跃发展,给我国中东部提供了源源不断的水汽供应,在冷暖空气共同作用下,我国华北及淮河流域出现了一次较强降水过程,有效缓解了该地区的干旱。

3 冷空气活动

3.1 概况

本月较少冷空气活动,但强度较强。主要有 2 次冷空气过程(表 1),其中 7—14 日过程达到全国强冷空气标准,华南达到寒潮标准;25—28 日过程达到全国中等强度冷空气(南方强冷空气)标准。这两次冷空气影响范围广、强度大。7—14 日冷空气过程为小槽发展型^[4],沿西北路径影响我国;25—28 日冷空气过程为横槽转竖型^[4],沿偏西路径影响我国。主要冷空气过程及影响见表 1。

表 1 2011 年 2 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air processes in February 2011

冷空气过程	影响区域	降温幅度	大风、沙尘及降水天气
7—14 日	全国大部分地区	内蒙古东部、东北大部降温幅度 8~18℃,黄河流域降温幅度 6~10℃,江南、华南降温幅度 10~15℃	4~6 级风;新疆北部、西北地区东南部、华北大部、江汉南部、黄淮东南部、江淮、江南、西南地区东部以及华南北部出现小到中雪(雨),部分地区大到暴雪;新疆、辽宁西北部出现沙尘天气
25—28 日	全国大部分地区	内蒙古东部、东北大部降温幅度 6~14℃,黄河流域降温幅度 6~10℃,,江南降温幅度 10~16℃,华南降温幅度 4~10℃	4~6 级风;新疆出现小到中雪,局地大雪;内蒙古中东部、东北中北部出现小到中雪,部分地区大到暴雪,西北地区东北部、华北北部出现小到中雪或雨夹雪天气,黄淮、江淮和江汉地区出现小到中雨,部分地区出现大雨;新疆、甘肃出现沙尘天气,局地出现沙尘暴

3.2 2 月 7—14 日冷空气过程

此次冷空气过程自北向南影响我国大部分地区,由于前期受高压脊控制,我国大部分地区回温明显,同时北方及高原上不断有冷空气补充,因而此次过程降温幅度较大(图略),我国大部分地区过程降温幅度在 6~12℃,其中内蒙古中部、江南、华南地区降温超过 12℃。另外,此次冷空气过程给我国华北、黄淮、长江中下游地区及华南等地带来一次降水过程。

强冷空气影响期间,我国中东部大部地区出现了 4~6 级偏北风;我国东部和南部海区出现 8~9 级、阵风 10 级的大风。

月初,位于乌拉尔山附近的低涡不断分裂出小

波动并东移,7 日开始影响我国北方地区(图 6a),由图中可见,在我国内蒙古及西北地区东部附近,有一弱高空槽,且温度槽落后高空槽,表明槽后有冷平流,槽将继续发展;9—11 日开始影响到我国东北及淮河以南大部地区,并造成我国南方大幅降温,及华北至江南地区大范围降水。此外,10 日开始,另一股弱冷空气自西北地区补充影响我国北方(图 6b),在其东移南下过程中,贝加尔湖以西地区的高压脊也开始发展强盛,并将中高纬的冷空气向南输送,于是 12 日开始(图 6c),又一股冷空气补充影响我国北方地区。同时,高原槽出现并东移,引起我国又一次降温过程,同时也给华北、黄淮、西南地区、江南及华南带来了一轮新的降水过程。

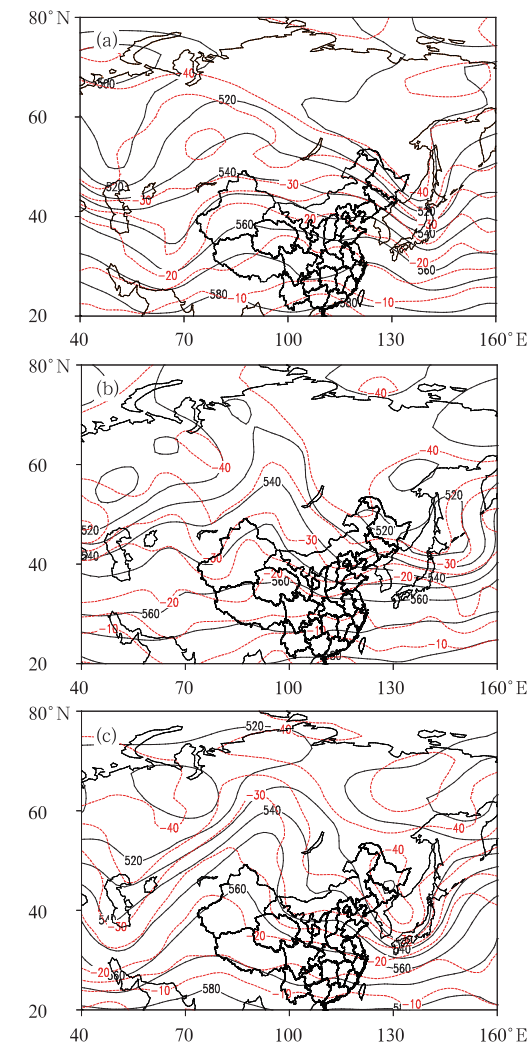


图 6 2011 年 2 月 7 日 08 时(a)、10 日 08 时(b)和 12 日 08 时(c)的 500 hPa 位势高度场(实线)及温度场(虚线)

Fig. 6 The 500 hPa geopotential heights (bold lines, unit: dagpm) and temperature (dashed lines, unit: $^{\circ}\text{C}$) at (a) 08 BT 7 February 2011 and (b) 08 BT 10 February 2011 and (c) 08 BT 12 February 2011

4 主要降水过程

4.1 概况

2011 年 2 月主要有 5 次降水过程(表 2),范围较大的降水集中在 2 月 9—14 日和月底,这两次有较强冷空气过程发生时段,尤其是后一次降水过程,对进一步缓解华北、黄淮地区的干旱起到了有效作用。

4.2 2 月 25 日至 3 月 1 日降水过程分析

2 月 25 日至 3 月 1 日(图 7),我国华北及淮河流域出现了大范围雨雪天气,其中,华北、黄淮以小到中雪或雨转雪为主,部分地区累计降水达到大雨以上量级,江淮和江汉以降雨为主。

此次降水过程主要由冷空气南下、南支槽东移及高原槽东移共同影响,在低层有低涡、切变线及低空急流配合。25 日,新疆地区横槽转竖并快速东移南下,25 日夜间开始影响我国华北及黄淮地区,同时,副高西侧及南支槽前暖湿气流进一步加强,冷暖空气交汇并维持于淮河流域,28 日,高原上有系统东移,冷空气加强,系统开始东移,3 月 1 日高空槽东移入海,冷空气控制我国大部,降水过程结束。图 8 给出降水量较大时段(图 8a)及高原冷空气东移时段(图 8b)的环流场。从图 8a 中看出,26 日 20 时,高空槽位于华北地区以西,引导冷空气南下,南支槽稳定在 90°E 附近;850 hPa 风场上,黄淮地区南北风辐合明显,同时低空西南急流强盛,最大风速达到 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,不仅给降水提供了不稳定机制,也提供了充足的水汽供应,利于降水的发生发展^[5-7];此外,在 850 hPa 相对湿度场上,我国中东部大部分地区都处于高湿区。到了 28 日 20 时(图 8b),随着高原上空小槽东移,冷空气得到加强并南压,南支槽

表 2 2011 年 2 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation processes in February 2011

降水时段	主要影响系统	降水范围
9—11 日	高空槽、切变线、地面冷锋	西北地区中部与东部部分地区、华北大部、黄淮出现小到中雪,局地大雪,江淮、江汉东部、江南大部、西南地区东部出现小到中雨(雪),局地大雨
11—14 日	西风槽、高原槽、南支槽、切变线、地面倒槽、地面冷锋	内蒙古河套地区、西北地区东部偏东地区、华北大部、黄淮东部部分地区出现小到中雪(雨),局地出现大雪,江南、华南大部出现小到中雨(雪),部分地区出现大雨
15—19 日	高原槽、南支槽、切变线	西南地区东部、华南大部、江南大部出现小到中雨,部分地区出现大雨、西藏东部出现小到中雪(雨),局地出现大到暴雪,云南西北部出现小到中雨(雪),局地出现大雨
22—24 日	西风槽、南支槽、切变线	内蒙古东部、东北中南部出现小到中雪,部分地区出现大到暴雪,江南南部、华南西部出现小到中雨,部分地区出现大雨
2 月 25 日至 3 月 1 日	西风槽、南支槽、冷空气	新疆、青海的局地出现小到中雪、部分地区出现大到暴雪、东北地区中北部出现中到大雪,部分地区出现暴雪,内蒙古、西北地区中东部、华北、黄淮出现小到中雪或雨夹雪,江淮和江汉地区出现了小到中雨,局地大雨

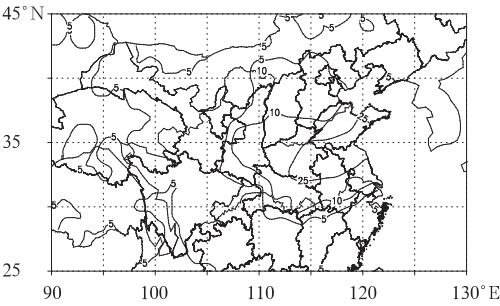


图 7 2011 年 2 月 25 日 08 时至 3 月 1 日 08 时全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 7 Distribution of precipitation (unit: mm) in China from 08 BT 25 February to 08 BT 1 March 2011

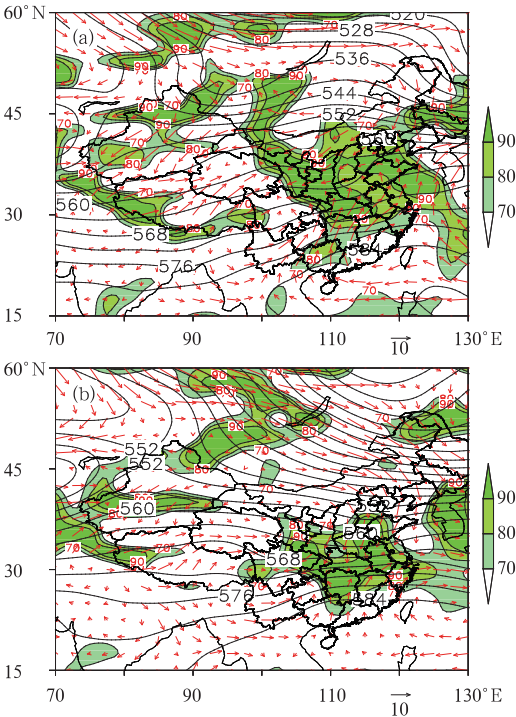


图 8 2011 年 2 月 26 日 20 时(a)及 28 日 20 时 (b) 500 hPa 高度场,850 hPa 风场(矢量) 及 850 hPa 相对湿度(填色)

Fig. 8 The 500 hPa geopotential heights 850 hPa wind fields, and 850 hPa relative humidity (shaded) at (a) 20 BT 26 February and (b) 20 BT 28 February 2011

减弱西退,槽前暖湿气流也减弱,表现在低层西南急流的减弱;850 hPa 风场辐合区也由黄淮北部南移至江淮南部;相对湿度场上,高湿区范围减小,位置偏南。随着冷空气的南压,淮河以北地区降水从降雨为主转为以降雪为主。

5 其他灾害天气

除了 2 次冷空气过程及 5 次降水过程以外,2

月还发生了一些灾害性天气,包括雾、气象干旱等。

5.1 中东部部分地区遭遇大雾天气

2 月,我国中东部大部地区遭遇大雾天气,华北西南部、黄淮中部、江汉东部及云南西南部等地雾日数较常年同期偏少 2~5 天,黑龙江中部、辽宁中南部、江苏东南部、浙江西南部、广东大部、广西、湖南西部、贵州东南部、重庆北部、四川东北部、陕西西南部等地偏多 2~5 天,全国其余大部地区接近常年。其中,21—25 日,中国中东部部分地区遭遇大雾天气,局部地区能见度不到 200 m。

5.2 华北、黄淮气象干旱持续发展,月底得到有效缓解

2 月上旬,华北、黄淮地区基本无有效降水,我国北方冬麦区大部地区气象干旱持续发展,普遍达到中至重度气象干旱,山西南部、河北南部、河南大部、山东大部、安徽北部、江苏北部等地达特旱等级。此次北方冬麦区气象干旱的程度和范围列 1961 年以来同期第 4 位,是 2000 年以来该地区历史同期最严重的气象干旱。2 月中旬,北方出现两次雨雪天气过程,使气象干旱得到一定程度的缓和。月底,北方冬麦区出现大范围雨雪天气过程,其中华北南部、黄淮、江淮、江汉东北部等地降水量一般有 10~30 mm。受中旬初和下旬末两次明显降水过程影响,冬麦区气象干旱得到不同程度缓解。

5.3 北京初雪时间为 1949 年以来最晚

2 月 9 日,北京出现小雪天气过程,大部分地区的降雪量有 1~2 mm。这是北京地区 2010 年入冬以来的首场降雪,初雪日比常年(1971—2000 年平均,11 月 30 日)偏晚了 2 个月,为 1949 年以来最晚。

参考文献

[1] 2011 年 2 月中国气候影响评价. 国家气候中心.
[2] 张恒德,黄威. 2010 年 12 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2011,37(3):363-368.
[3] 韦青. 2011 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2010, 37 (4):
[4] 梁必骥. 天气学教程[M]. 北京:气象出版社, 1995, 546-548.
[5] 谷文龙, 杨引明, 刘洁, 等. 垂直向基流二次切变对梅雨锋中尺度低涡暴雨系统的影响[J]. 气象学报, 2010, 68(2):217-223.
[6] 郭荣芬, 鲁亚斌, 高安生, 等. 低纬高原罕见“雷打雪”中尺度特征分析[J]. 气象, 2009, 35(2): 50-57.
[7] 雷蕾, 周毓荃, 毕宝贵. 低涡过程对云和降水结构特征及其环境条件分析[J]. 气象科技, 2009, 37(4): 389-405.