

毛旭,张涛,2017. 2017 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象,43(5):634-640.

2017 年 2 月大气环流和天气分析^{*}

毛 旭 张 涛

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2017 年 2 月大气环流的主要特征是极涡偏强且呈单极偏心型分布,中高纬环流呈 3 波型,西太平洋副热带高压强度接近常年,南支槽强度较常年偏弱。2 月全国平均气温 0°C ,较常年同期偏高 1.7°C ;全国平均降水量 14.4 mm ,比常年同期(17.4 mm)偏少 17.1% 。2 月我国有两次强冷空气过程;3 次降水过程,其中新疆出现了一次暴雪过程,日降水量打破历史极值;中东部出现两次雾-霾天气。

关键词: 大气环流,冷空气,雨雪天气,雾-霾

中图分类号: P448

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.05.013

Analysis of the February 2017 Atmospheric Circulation and Weather

MAO Xu ZHANG Tao

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in February 2017 are as follows. There was one polar vortex center in the Northern Hemisphere and stronger than usual. The circulation in Eurasian middle-high latitudes showed a three-wave pattern. The strength of western Pacific subtropical high was near climatological normal. The south branch trough was a little weaker than normal years. The monthly mean temperature was 0°C , which is 1.7°C higher than normal, while the monthly mean precipitation amount was 14.4 mm , which is 17.1% less than normal. Two waves of strong cold air processes and three rainfall processes occurred during this month. Because of the second wave of strong cold air process, a snowstorm event was seen in Xinjiang, with the daily precipitation breaking the historical extreme. Meanwhile, two fog-haze weather events appeared in the central and eastern part of China.

Key words: atmospheric circulation, cold air, rain and snow weather, fog-haze

引 言

2017 年 2 月,全国平均降水量 14.4 mm ,较常年同期(17.4 mm)偏少 17.1% 。全国平均气温 0°C ,较常年同期(-1.7°C)偏高 1.7°C ,为近 8 年最高,全国大部分地区气温偏高于常年。2 月内,我国中东部遭遇两次大范围降温雨雪天气过程,分别是 6—10 日和 20—22 日,其中 20—22 日的寒潮过程降温幅度大、雨雪范围广;新疆遭受暴雪袭击。

1 天气概况

1.1 降水

2017 年 2 月(图 1),全国平均降水量为 14.4 mm ,较常年同期(17.4 mm)偏少 17.1% 。从空间分布来看,江南中部和西部、华南北部及云南西北部等地降水量有 $50\sim 100\text{ mm}$,局部地区超过 100 mm ;全国其余大部地区降水量普遍在 50 mm

* 2017 年 3 月 23 日收稿; 2017 年 3 月 28 日收修定稿

第一作者:毛旭,主要从事强对流天气预报工作. Email:maox@cma.gov.cn

以下,其中西北大部、西藏大部、东北西部、内蒙古大部、华北大部及黄淮、西南地区北部等地不足10 mm,内蒙古西部、甘肃河西走廊、西藏中部等地几乎无降水(国家气候中心,2017)。

与常年同期相比,北方大部地区降水量偏多,其余地区降水量以偏少为主。新疆大部、西藏北部、西北地区中部、内蒙古中部和东部、东北地区大部、华北西北部及四川盆地等地偏多5成至2倍,部分地区偏多2倍以上;全国其余大部地区偏少或接近常年,其中西藏大部、内蒙古西部、华北东部、黄淮、江淮、江南、西南地区大部、华南等地偏少5~8成,西藏中部、甘肃河西走廊、华北东部、黄淮西部、西南地区南部等地局部地区偏少8成以上(图2)。

1.2 气温

2017年2月(图3),全国平均气温 0°C ,较常年同期(-1.7°C)偏高 1.7°C ,为近8年最高。从空间分布看,全国大部地区偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,其中西北地区中部、西藏地区大部、内蒙古地区东部、东北地区北

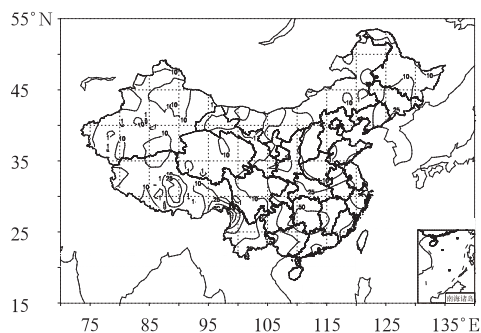


图1 2017年2月全国降水量分布(单位: mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in February 2017 (unit: mm)

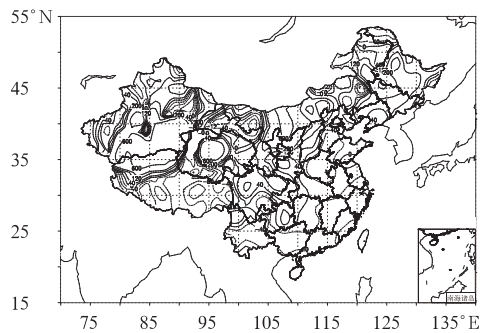


图2 2017年2月全国降水量距平百分率分布(单位: %)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in February 2017 (unit: %)

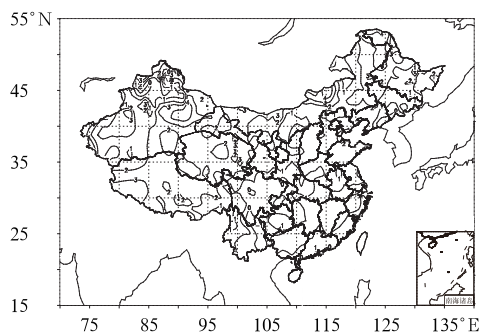


图3 2017年2月全国平均气温距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)
Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly over China in February 2017 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

部等地偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$;仅新疆西北部、东北地区东南部、西南地区等地局地气温偏低 $0\sim 1^{\circ}\text{C}$,新疆北部局地偏低 1°C 以上。

2 环流特征和演变

图4给出2017年2月北半球500 hPa平均高度及距平的水平分布,与常年平均相比较,2月有以下特点。

2.1 极涡呈单极偏心型分布

2017年2月,北半球极涡呈单极偏心型分布(图4a),偏向北美大洲一侧,极涡中心强度低于504 dagpm。此外,在鄂霍次克海附近存在另一个切断低压,中心强度低于516 dagpm。极涡附近有明显的负距平,负距平中心值达到 -6 dagpm(图4b),表明极涡较常年同期偏强。而鄂霍次克海切断低压在距平场上表现为正距平,东亚大槽偏弱,不利于冷空气影响我国。同时,西西伯利亚到欧洲东部及加拿大东部存在明显负距平,负距平中心均超过 -8 dagpm,表明欧洲浅槽和北美大槽明显偏强。

2.2 中高纬环流呈三波型,副高强度接近常年,南支槽强度较常年偏弱

从月平均的500 hPa高度场和距平场(图4)可知,2月中、高纬环流呈三波型,三个高空槽分别位于北美东部、乌拉尔山到里海一带及东亚东部。与多年平均相比,欧亚地区呈西低东高的特征,其中西西伯利亚和中西伯利亚西部地区为负距平,东西伯利亚、蒙古国及我国大部分地区为正距平,正距平中

心达到 6 dagpm 以上,东亚大槽偏东偏弱,该形势不利于强冷空气南下,导致 2 月全国大部分地区气温较常年显著偏高。

低纬地区,西太平洋副热带高压的强度接近常年同期。南支槽平均位置位于 90°E 附近,但等高线弯曲并不明显(图 4a),且南支槽控制区域内均为 2~4 dagpm 的正距平,表明南支槽强度较常年明显偏弱(图 4b)(宫宇和孙军,2015;江琪等,2016;王璠和张芳华,2016),该环流形势不利于孟加拉湾的水汽向我国输送,导致 2 月我国部分地区降水量较常年同期明显偏少。

2.3 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 高度场的平均环流形势。与 1 月下旬环流形势相比,2 月上旬欧亚大陆中、高纬地区大气环流形势仍为“两槽两脊”型(图 5a),低槽分别位于乌拉尔山至

里海一带和鄂霍茨克海附近,两槽之间为宽广的脊区控制,且槽脊强度均有所增加,两槽均形成了闭合的切断低压,环流经向度增加。我国中东部大部分地区处于槽后,在西北气流的引导下有利于冷空气南下。旬内 6—10 日,随鄂霍茨克海至贝加尔湖以东地区的横槽转竖,东亚大槽再次建立,东北低涡自黑龙江北部南落至黄海北部,并逐渐加深至 516 dagpm,我国中东部大部分地区经历了一次强冷空气过程。我国东北东南部、华北西部、西北大部、内蒙古大部及江南华南东部沿海地区出现 8°C 以上降温,伴随此次降温,我国中东部地区出现大范围雨雪天气。

2 月中旬,欧亚大陆中高纬地区大气环流形势变为“两槽一脊”型(图 5b),乌拉尔山至里海一带仍受低槽控制,强度较强,另一槽位于日本以东的太平洋洋面上,强度较弱。与上月形势相比,环流较为平直,经向度有所减弱。我国大部分地区受高压脊控制,冷空气活动较弱。且中低纬地区南支槽不活跃,

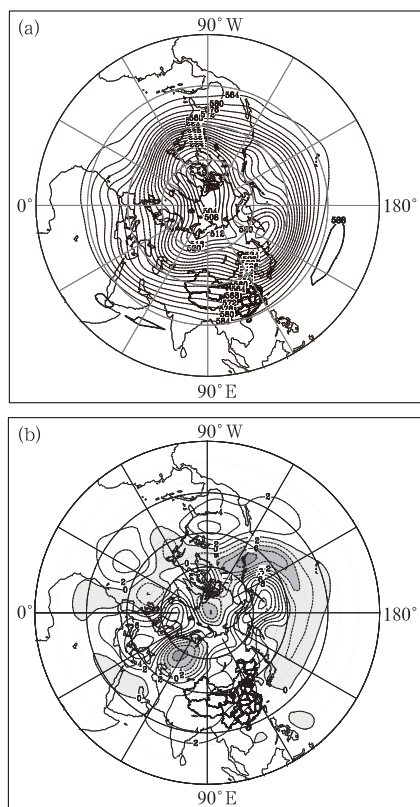


图 4 2017 年 2 月北半球 500 hPa 平均高度场(a)和距平场(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly mean geopotential height (a) and anomaly (b) at 500 hPa in Northern Hemisphere in February 2017 (unit: dagpm)

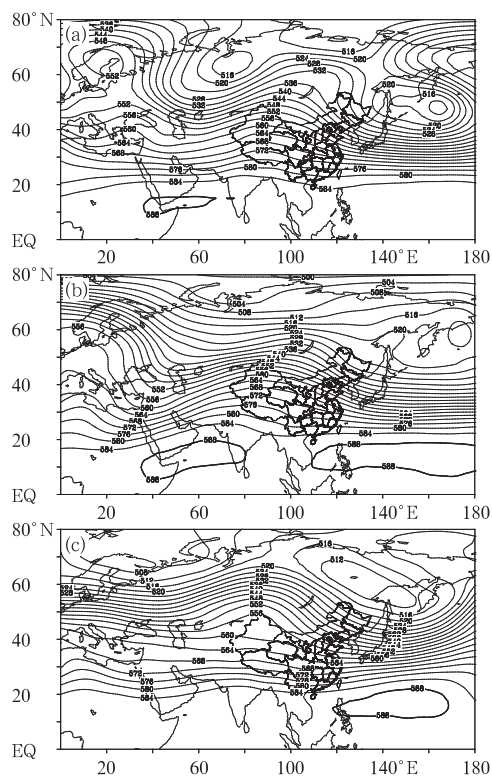


图 5 2017 年 2 月上(a)、中(b)和下旬(c)的 500 hPa 平均位势高度场(单位: dagpm)
Fig. 5 The 500 hPa averaged geopotential height in the (a) 1st, (b) 2nd and (c) last dekads of February 2017 (unit: dagpm)

导致西南暖湿气流偏弱,对我国南方地区水汽输送不足。2 月中旬我国仅西南地区出现阴雨天气,其余大部降水量偏少,多晴好天气。

2 月下旬,欧亚大陆中高纬地区大气环流形势仍维持“两槽一脊”型(图 5c),乌拉尔山至里海低槽转弱,另一槽位于鄂霍茨克海至日本一带,且在东西伯利亚地区存在东北冷涡,我国中东部大部地区处于槽前西北气流的控制下。这种形势有利于极地的冷空气经寒潮关键区后,沿东路影响我国,且由于路径较短,冷空气变性较弱,对我国影响较大。旬初东西伯利亚至鄂霍茨克海冷涡发展,逐渐加强至 496 dagpm,内蒙古中部和东部、东北、华北等地,由脊区控制转为槽区控制,强冷空气影响中东部大部分地区,华北西部及内蒙古中西部、黄淮、江汉大部、

江南西部等地最大降温幅度在 8℃ 以上。同时,配合 100°E 附近南支槽波动,有利于孟加拉湾水汽向我国输送,大部地区出现雨、雪天气,其中,西北东部、华北大部、黄淮大部、江汉等地累计降雪量有 4~10 mm,部分地区超过 10 mm。

3 冷空气活动

3.1 概况

2017 年 2 月我国冷空气活动次数较常年平均偏少,共出现 2 次强冷空气(常年 2.07 次),分别出现在 6—10 日和 20—22 日。2 次冷空气过程的影响范围和强度见表 1。

表 1 2017 年 2 月主要冷空气过程
Table 1 Major cold air events in February 2017

冷空气时段	冷空气强度	降温幅度	大风和雨、雪天气
6—10 日	强空气	我国东北东南部、华北西部、西北大部及内蒙古大部、浙江大部、福建、广东、江西大部等地降温幅度在 8℃ 以上,其中,新疆北部、青海东北部、内蒙古中部、黑龙江东南部、吉林东部、辽宁东北部、浙江南部、福建东部等地降温幅度超过 12℃。	西北东部、内蒙古中部和东部、华北北部和东北、东部海区先后出现 6~8 级偏北风,局地阵风超过 9 级。我国中东部地区出现大范围雨雪天气,其中江汉、江淮、江南北部部分地区累计降雪量有 4~10 mm,局部超过 10 mm。
20—22 日	寒潮	我国中东部地区相继出现强烈降温,华北西部及内蒙古中、西部、黄淮、江汉大部、江南西部等地最大降温幅度在 8℃ 以上,其中内蒙古中部、山西北部、河北西北部、山东西部、河南南部、湖南东部等地最大降温幅度甚至超过 12℃,黑龙江大部、吉林东部、内蒙古东部、北疆大部等地极端最低气温降至 -20℃ 以下,东北中南部、华北大部、西北大部、青藏高原等地降至 -20℃~-4℃。	新疆北部、河套地区、内蒙古东部、东北地区、华北地区、黄淮、江淮、江南北部等地,先后出现 6~8 级大风,局地阵风达 10 级。我国大部地区出现雨雪天气,其中,西北地区东部、华北大部、黄淮大部、江汉等地累计降雪量有 4~10 mm,黄淮南部、江汉及内蒙古河套地区、陕西北部等地降雪量超过 10 mm。

3.2 2 月 20—22 日寒潮过程分析

2 月 20—22 日的过程为一次寒潮天气过程,影响我国中东部地区,带来降温 and 降雪天气(表 1),天气形势属于低槽东移型(朱乾根等,2000)。从天气形势演变来看,16—18 日 500 hPa 高度场乌拉尔山西部有一高压脊,脊后暖平流促使高压脊不断加强,脊前不断加强的偏北气流不断引导冷空气在里海附近低槽内堆积,并缓慢东移。乌拉尔山南端至里海北部有一高空冷涡存在,18 日 20 时中心强度为 524 dagpm,对应的冷中心强度为 -36℃,同时地面图上配合出现冷高压。随脊前暖平流减弱,暖脊强度减弱,低槽携带冷空气东移,逐步影响我国。

19 日,地面冷锋已东移至延天山一带,新疆地区受冷锋影响,出现大范围大风降温 and 今年以来最强降雪过程(表 2),但高空冷槽仍位于巴尔喀什湖附近,槽前西北气流继续引导冷空气东移,入侵我国西北地区西部。20 日地面冷高压主体已移至北疆地区,中心气压值达 1045 hPa,高空冷中心强度达 -40℃,冷空气前沿越过天山,影响内蒙古地区西部及西北地区东部。

至 21 日 20 时,由 500 hPa 天气图来看(图 6a),随高空槽东移,东亚大槽再次重建,位于内蒙古东部、华北、至江汉地区一带,同时槽后冷中心强度仍维持在 -40℃,温度槽仍位于贝加尔湖和蒙古高原一带,明显落后于高度槽,东亚大槽在槽后西北冷空

气的作用下将继续发展。西西伯利亚地区存在宽广的温度暖脊,在脊前中层暖平流的作用下,地面冷高压得到发展,影响范围逐渐扩大的同时,强度逐渐加强,达到 1045 hPa(图 6b),冷锋位于东北地区到内蒙古东部。同时,江南地区存在上一股冷空气自海上回流的残余冷锋系统,与此次冷空气产生叠加效应。21 日夜间开始至 22 日,850 hPa 东北地区、华

北地区、黄淮、江淮、江南北部等地普遍出现 $-14^{\circ}\text{C}\times 10^{-6}\text{ s}^{-1}$ 以上的冷平流,在强烈的冷平流作用下,上述地区出现强烈降温,普遍降温幅度在 8°C 以上。此外,南下冷空气与南支槽前暖湿气流交汇,造成我国中东部地区在出现大范围降温的同时,出现明显雨雪天气。

表 2 2017 年 2 月主要降水过程
Table 2 Main precipitation events in February 2017

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
7—9 日	高空槽、东北冷涡、南支槽、切变线、低空急流、冷锋	西北地区东部、内蒙古中部、华北、江汉北部、黄淮、江淮东部等地出现小到中雪或雨夹雪,其中河南北部、内蒙古中部局部地区出现大雪,局地暴雪;西南地区东部、江汉南部、江南、华南北部等地出现小到中雨。
19—20 日	高空槽、切变线、中空急流、冷锋	新疆出现今年以来最强降雪过程。北疆大部地区降雪量 12~25 mm,乌鲁木齐市、沙雅县为大暴雪,降雪量 25.0~25.8 mm。石河子以东的北疆沿天山一带新增积雪深度达 25 cm 以上,乌鲁木齐最大新增积雪 29 cm。
20—23 日	高空槽、南支槽、切变线、中空急流、低空急流、冷锋	西北地区东部、内蒙古中部、东北、华北、江汉北部、黄淮等地出现小到中雪或雨夹雪,其中,宁夏北部、山西中部和南部、河北东北部和南部、河南北部和中部、山东等地的部分地区出现大雪,局地暴雪;西南地区东部和南部、江汉南部、江南、华南北部和东部等地出现小到中雨,湖北东部、安徽南部等地局地出现大雨。

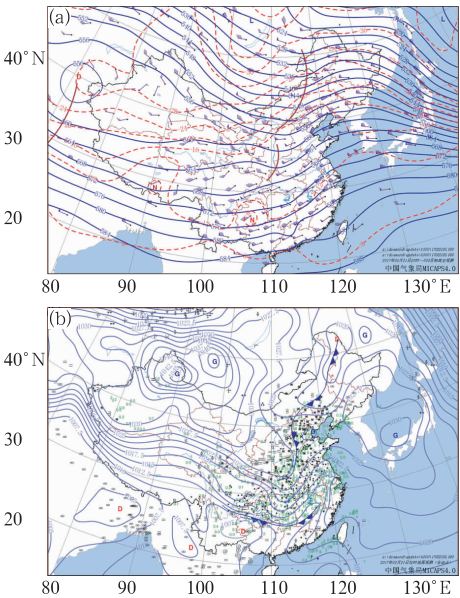


图 6 2017 年 2 月 21 日 20 时(a)500 hPa 位势高度场、温度场和风场, (b)海平面气压场和天气现象
Fig. 6 (a) The 500 hPa geopotential heights, temperature and wind, (b) the sea level pressure and weather phenomenon at 20:00 BT
21 February 2017

4 主要降水过程

4.1 概况

2017 年 2 月主要有 3 次降水过程,主要特点是降水范围广、累积降水量大和降水相态复杂,主要降水过程如表 2 所示。其中,19—20 日新疆的暴雪过程,日降水量打破历史极值,乌鲁木齐(25.8 mm)、沙雅(25.0 mm)、奇台(16.2 mm)、石河子(15.9 mm)、乌苏(11.6 mm)、铁干里克(6.6 mm)、淖毛湖(3.3 mm)等 15 站日降水量居 2 月历史同期第一位。

4.2 2 月 20—23 日降水过程分析

2 月 20—23 日,我国中东部地区出现了大范围雨雪天气(表 2),此前已经分析过此次过程的环流形势(详见 3.2 节),此处着重分析降水条件。

从水汽条件来看,700 hPa 槽前存在明显的西南急流(图 7a),这是一条暖湿急流,中心风速超过 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,将孟加拉湾的暖湿空气源源不断地输送到我国中东部地区,西南地区东部、江南、江汉、江淮

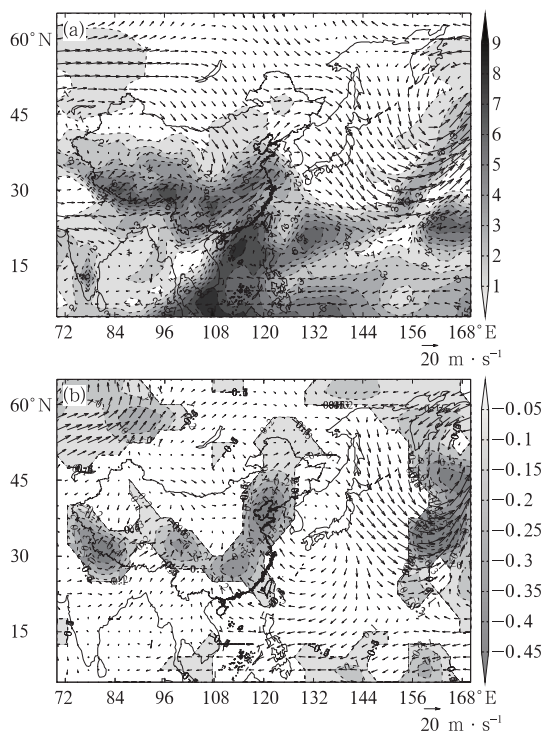


图7 2017年2月21日20时(a)700 hPa比湿(阴影,单位: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)和700 hPa风场,(b)500 hPa垂直速度(阴影,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和925 hPa风场
Fig. 7 (a) The 700 hPa specific humidity (shaded, unit: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) and 700 hPa winds, (b) the 500 hPa vertical velocity (shaded, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and the 925 hPa winds at 20:00 BT 21 February 2017

等地700 hPa比湿达到 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 局部地区超过 $7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 而该地区2月常年平均的比湿仅为 $3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 左右。

从抬升条件来看,东亚大槽的再次重建及冷锋系统提供系统性抬升。此外,低层风场(图7b)华北东部、黄淮东部、江淮东部等地存在自黄渤海上回流的冷空气,而我国地形西高东低,东风气流被迫爬升,增强系统抬升。同时,回流东风为冷性气流,在底层形成冷垫,再次加强低层气流的抬升。在图7中可以看出中东部水汽大值区与垂直速度大值区配合很好,在这种配置下,我国大部地区在出现显著降温的同时,出现明显雨雪天气(表2)。

5 雾-霾天气过程

5.1 概况

2017年2月,我国主要出现了2次大范围雾-霾

天气过程:3—5日东北地区中南部、华北地区大部、黄淮、陕西等地出现雾-霾,华北地区中南部、黄淮西部、陕西关中等地出现重度霾;13—16日,东北地区中南部、华北地区大部、黄淮、江淮、江汉、四川盆地、陕西等地出现雾-霾,华北地区中南部、黄淮西部、陕西关中等地出现重度霾。

5.2 2月13—16日雾-霾过程分析

13—16日,黑龙江西南部、吉林中部、辽宁西部、内蒙古中南部、河北、北京、天津、山西、陕西、山东、河南、四川盆地、湖北中部、安徽东部、江苏西部和南部等地出现雾-霾天气,部分地区 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度超过 $250 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 河北局地 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度超过 $500 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

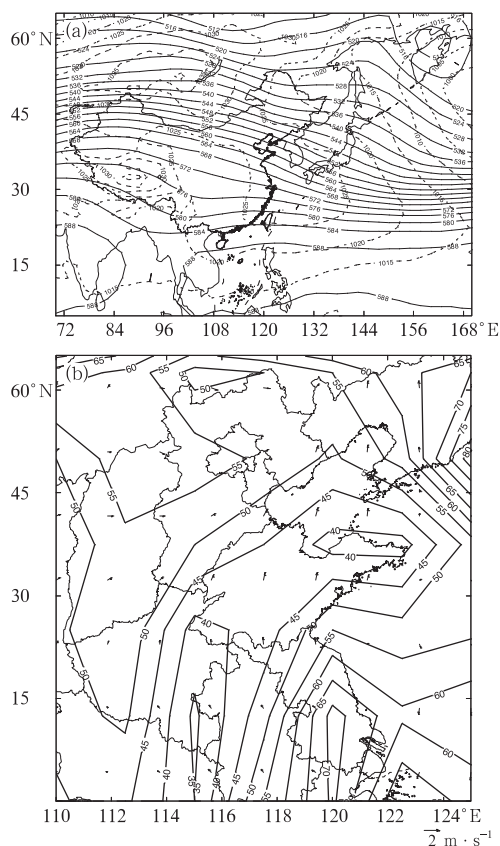


图8 2017年2月(a)13日08时至16日20时500 hPa平均位势高度场(单位: dagpm)和海平面气压场(单位: hPa),(b)14日20时地面相对湿度(单位: %)和10 m风场
Fig. 8 (a) The averaged geopotential height at 500 hPa (unit: dagpm) and sea level pressure (unit: hPa) from 08:00 BT 13 to 20:00 BT 16 February, (b) the surface relative humidity (unit: %) and 10 m wind at 20:00 BT 14 February 2017

从此次持续雾-霾及重污染天气过程的大尺度环流背景场看(图 8a),我国中东部处在西风带纬向环流控制中,无明显槽脊活动,地面高压主体位于贝加尔湖以西地区,冷空气势力弱,气压梯度小,风力较弱,我国中东部大部分地区处于冷高压后侧的均压场中,不利于污染物的扩散。同时,南支槽位于孟加拉湾上空,低层存在西南显著流线,水汽被输送到我国上空,14 日 20 时华北地区地面相对湿度达到 50%~60%(图 8b),有利于污染物的吸湿增长,造成能见度显著下降。此外,华北、东北地区在底层偏南风的作用下(图 8b),配合地形的影响,造成污染物在山前辐合。4 日 20 时地面天气图在河南北部、山东西南部和河北南部一带出现显著辐合带,且地面风速仅为 $2\sim 4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,再次加强雾-霾天气形势。

16 日随弱冷空气南下,我国中东部大部分地区 10 m 风速逐渐增大,大气水平扩散能量增强,雾-霾天气自北向南逐渐减弱,此次过程趋于结束。

参考文献

- 宫宇,孙军,2015. 2015 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象,41(5):654-659.
- 国家气候中心,2017. 2017 年 2 月中国气候影响评价[R].
- 江琪,马学款,王飞,2016. 2016 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象,42(4):514-520.
- 王璠,张芳华,2016. 2016 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象,42(5):643-648.
- 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等,2000. 天气学原理和方法(第四版)[M]. 北京:气象出版社:282.

新书架

《数值天气和气候预测》

托马斯·汤姆金斯·沃纳 著

陈葆德 李泓 王晓峰 等 译

该书论述了天气和气候预测,讲述了大气模式的使用及其优点、缺陷和最佳实践,书中描述了不同的数值方法、资料同化、集合方法、可预报性、陆面模拟、气候模拟和降尺度、计算流体动力模式、基于模式研究的试验设计、检验方法、业务预报,以及空气质量模式和洪水预报等专业应用。该书基于

作者在宾夕法尼亚大学和科罗拉多大学 30 多年所教授的课程,也得益于其在美国国家大气研究中心(NCAR)的模式实践经历。该书将满足在研究和业务应用中需要了解大气模式的人士阅读,适合作为天气和气候预测的教科书,也可供大气科学、气象学、气候学、环境科学、地理学及地球物理流体力学/动力学等研究背景的专业人士参考。

16 开 定价:95.00 元

气象出版社网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>, E-mail:qxcs@cma.gov.cn

发行部电话:(010)68406961/9198/9199/8042, 传真:62175925