

李晓兰,何立富,2019.2019 年 2 月大气环流和天气分析[J].气象,45(5):738-744. Li X L, He L F, 2019. Analysis of the February 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 45(5):738-744(in Chinese).

2019 年 2 月大气环流和天气分析^{*}

李晓兰 何立富

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2019 年 2 月大气环流的主要特征是北半球极涡较常年同期偏强,中心偏向东半球,位置偏北;欧亚中高纬环流呈 4 波型,环流经向度总体较小。西太平洋副热带高压偏强;南支槽较常年偏弱、偏西。2 月,我国冷空气活动较弱,仅出现一次大范围强冷空气和一次中等强度冷空气过程;全国平均气温为 -1.3°C ,较常年同期偏高 0.4°C ;东北地区北部气温异常偏高。月内,全国平均降水量为 23.2 mm,较常年同期偏多 33.3%;南方出现持续阴雨天气,青藏高原降雪明显偏多,青海东南部出现雪灾。另外,下旬我国中东部地区出现持续雾-霾天气。

关键词: 大气环流,冷空气,阴雨,雪灾,雾-霾

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2019.05.016

Analysis of the February 2019 Atmospheric Circulation and Weather

LI Xiaolan HE Lifu

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in February 2019 are as follows. The polar vortex center in the Northern Hemisphere was stronger than normal and located by north in the Eastern Hemisphere. The circulation at middle-high latitudes of Eurasia showed a four-wave pattern, and the degree of meridionality was lower than normal generally. The Western Pacific subtropical high was strong relatively, and the Bay of Bengal trough was weaker and more to the west than normal. Cold air processes attacked China twice in February, one national-wide strong cold air process and one moderate cold air process. The monthly mean temperature was -1.3°C , higher than normal by 0.4°C . The temperature was abnormally high in Northeast China. The monthly mean precipitation amount was 23.2 mm, 33.3% higher than normal. Also, one persistent rainy weather event happened in southern China. Snowfall hit the Tibetan Plateau frequently, causing snow disaster in southeastern part of Qinghai Province. In addition, continues fog-haze weather appeared in the central and eastern part of China in late February.

Key words: atmospheric circulation, cold air, rainy weather, snow disaster, fog-haze

引 言

2019 年 2 月,全国平均降水量为 23.2 mm,较常年同期(17.4 mm)偏多 33.3%;全国平均气温为 -1.3°C ,较常年同期(-1.7°C)偏高 0.4°C (国家气

候中心,2019)。月内,我国南方出现持续阴雨天气,江淮南部、江汉东南部、江南、华南北部及贵州中部和东南部降水日数普遍有 16~24 d;青海遭遇雪灾,积雪主要出现在玉树州东南部、果洛州中北部、海西州东部等地。另外,2 月中旬北方地区出现冬季范围最大的降雪过程,华北、黄淮出现 1~6 cm 的积

^{*} 2019 年 4 月 1 日收稿; 2019 年 4 月 17 日收修定稿

第一作者:李晓兰,主要从事灾害性天气预报技术研究. Email: lilan224@163.com

雪;2月下旬,华北、东北、黄淮、江淮等地持续出现中到重度霾天气。

1 天气概况

1.1 降水

2019年2月,全国平均降水量为23.2 mm,较常年同期(17.4 mm)偏多33.3%(国家气候中心,2019)。从空间分布(图1)可以看出,江淮、江汉东部、江南、华南、贵州、四川东部和西北部、陕西西南部、甘肃南部、青海东南部、新疆北部、云南西部、西藏东部和南部累计降水量超过10 mm;其中,江淮南部、江南大部、华南北部、西藏西南部的局部地区超过100 mm,安徽南部、江西东北部、浙江西部、福建北部超过200 mm。全国其余地区降水量不足10 mm,其中内蒙古西部和东北部、黑龙江大部、吉林西部、辽宁西部、新疆中部和西部、青海西部、西藏西部等地不足1 mm。

与常年同期相比,新疆北部和东南部、青海大部、甘肃南部、陕西西南部、西藏大部、四川西北部、内蒙古中东部、华北北部、江淮东南部、江南中部和东部、华南北部等地降水量偏多五成以上,部分地区偏多两倍以上;其余地区2月降水量接近常年同期或偏少,其中内蒙古东北部和西部、黑龙江、辽宁大部、河北东北部、河南西南部、陕西东南部、湖北西部、重庆、四川东北部和南部、云南中东部、西藏西部、新疆中部和南疆盆地西部等地偏少五成以上(图2)。

1.2 气温

2019年2月,全国平均气温为 -1.3°C ,较常年

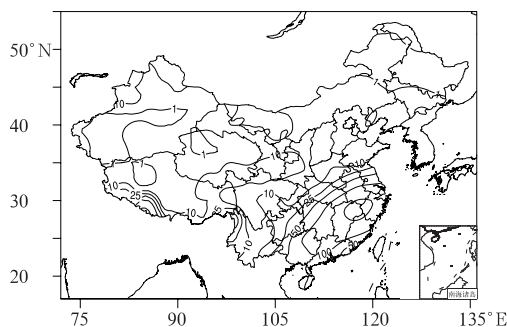


图1 2019年2月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in February 2019 (unit: mm)

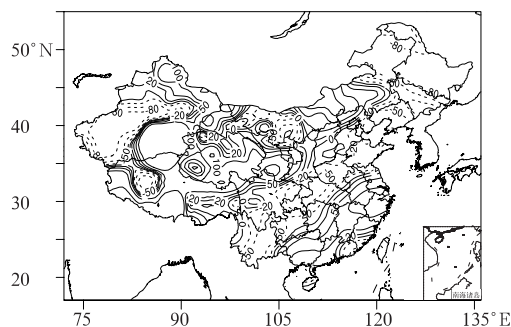


图2 2019年2月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in February 2019 (unit: %)

同期(-1.7°C)偏高 0.4°C (国家气候中心,2019)。气温偏高地区主要分布在东北、西南地区东部、华南北部以及青藏高原等地,其中内蒙古东北部、黑龙江、吉林、福建大部、广东中南部、广西南部、海南、贵州西部、云南中东部、四川西部和南部、新疆西南部、青海东部和南部、西藏北部等地气温偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,局部偏高 4°C ;其余大部地区气温接近常年同期或偏低,内蒙古中部和西部、新疆北部、甘肃西部、河北北部、黄淮西部、江淮西部、江汉、江南中西部、广西北部、贵州东部、西藏西南部等地偏低 1°C 以上,其中内蒙古中部和西部、新疆北部、湖北中东部、湖南中北部、西藏西南部等地偏低 2°C 以上(图3)。

2 环流特征和演变

2.1 环流特征

图4给出了2019年2月北半球500 hPa平均

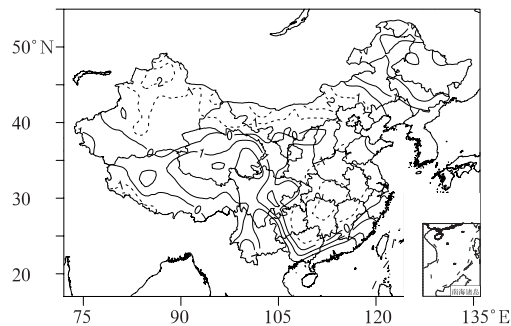


图3 2019年2月全国平均气温距平分布(单位:°C)

Fig. 3 Distribution of mean temperature anomaly over China in February 2019 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

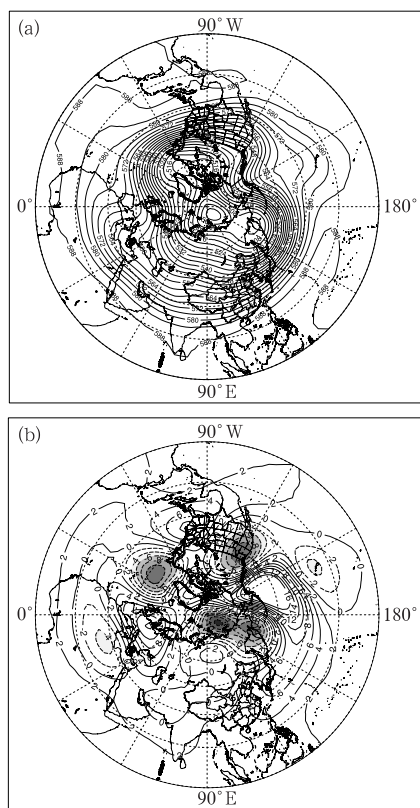


图4 2019年2月北半球500 hPa平均位势高度(a)和距平(b)(单位: dagpm)
Fig. 4 Monthly mean geopotential height at 500 hPa (a) and anomalies (b) in the Northern Hemisphere in February 2019 (unit: dagpm)

的位势高度场及其距平场的水平分布,可以看出,北半球环流形势有以下主要特点:

2月,北半球极涡主体偏向东半球,位置较北,中心强度低于496 dagpm(图4a)。从距平场来看,极涡中心附近位势高度均为负距平,负距平中心超过-14 dagpm,表明极涡强度较常年明显偏强(图4b;王璠和张芳华,2016;毛旭和张涛,2017)。环绕极涡中心,中高纬西风带呈4波型,高空槽分别位于欧洲东部、亚洲东北部、太平洋东部和北美东部。与多年平均相比,欧亚东部的槽及其前方贝加尔湖的脊均接近常年同期。我国除新疆处于位势高度负距平区外,大部地区都位于位势高度正距平区,对应2月入侵我国的冷空气总体偏弱。另外,从图4还可以看出,西太平洋副热带高压(以下简称副高)呈带状分布,588 dagpm几乎环绕全球,从距平场可以看出,强度明显强于常年同期。尽管孟加拉湾南支槽平均位置在90°E以西,较常年同期位置偏

西,但中亚地区和印度北部的高空槽稳定维持,槽前西南暖湿气流造成我国西藏南部、青海东南部出现多次降雪天气。

2.2 环流演变与我国天气

图5分别给出了2月上、中、下旬欧亚500 hPa平均的位势高度场环流形势。上旬,欧亚中高纬为一槽一脊型,高压脊位于乌拉尔山以东,低压槽位于东亚东部(图5a)。贝加尔湖至俄罗斯远东地区为宽广的东西向低值系统控制,低压系统南侧密集的西风带锋区维持在45°~35°N一带。从逐日500 hPa环流形势图(图略)上可以看出,旬初贝加尔湖北部有一低涡,中心强度为492 dagpm,低涡后部东北风不断带来高纬极寒空气,并在巴尔喀什湖西北部形成切断低涡。随后,贝加尔湖北部的低涡旋转东移,巴尔喀什湖附近的低涡也向东移动,造成6—10日一次全国性强冷空气过程。这次强冷空气造成我国中东部大部地区降温6~10℃,局部地区

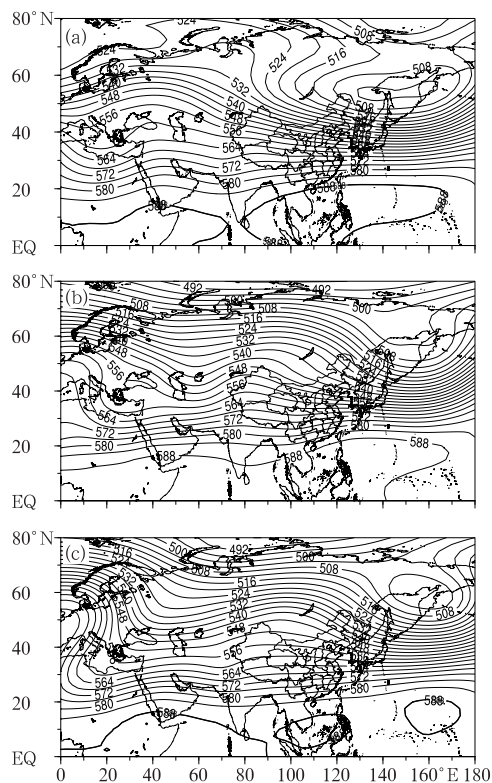


图5 2019年2月(a)上、(b)中、(c)下旬欧亚500 hPa平均位势高度(单位: dagpm)
Fig. 5 Geopotential height at 500 hPa over Eurasia averaged over the (a) 1st, (b) 2nd and (c) 3rd dekads in February 2019 (unit: dagpm)

降温超过 12℃,西北地区东部、华北南部、黄淮、江淮、江汉、江南中北部等地出现小到中雪或雨夹雪,其中西藏南部局地出现特大暴雪[聂拉木最大日降水量为 74.6 mm(7 日 08 至 8 日 08 时),过程累计降水量为 133.5 mm];北京出现今年冬天以来首场降雪天气;江南、华南、西南地区东部出现连阴雨天气。上旬,高原槽较为活跃,造成西藏南部、青海东南部明显降雪天气。

中旬,欧亚中高纬环流形势有所调整,变为两槽一脊型,两槽分别位于巴尔喀什湖以西和东亚东北部,环流经向度较小(图 5b)。从逐日 500 hPa 环流形势图(图略)上可以看出,受巴尔喀什湖低涡东移影响,13—17 日我国出现一次中等强度(北方中等强度、南方强)冷空气过程,西北地区东部、华北南部、黄淮、江淮、江南、华南和西南地区东部普遍降温 4~6℃。中旬南支槽活跃,位置较上旬明显偏东,有利于南方地区持续水汽输送,同时高原上多短波槽东移,造成我国南方地区 12—14、15—16、17—18 和 19—21 日出现 4 次连阴雨天气过程。

下旬,欧亚中高纬环流形势仍为两槽一脊型,但

我国北方转为大范围脊区控制(图 5c)。由于地面为弱气压场,风力较小(图略),同时高空为暖高压区,导致静稳天气形成和维持,使得华北、东北、黄淮、江淮等地出现持续性中到重度霾天气;南支槽位置偏东,副高脊线位于 17°N。受高原短波槽东移及西南暖湿气流共同作用,江南、华南 22—23 日出现中到大雨,局地暴雨。26—28 日,南支槽再度建立并东移,副高呈块状分布,脊线位于 15°N,江南、华南再次出现强降雨天气。

3 冷空气活动

3.1 概况

2019 年 2 月影响我国的冷空气一共有 2 次,分别是 6—10 和 13—17 日,前者为一次全国范围强冷空气过程,后者为中等强度冷空气过程。由于第二次冷空气紧随第一次冷空气,而第一次冷空气降温幅度较大,第二次冷空气降温幅度整体偏小(表 1)。

表 1 2019 年 2 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air processes in February 2019

冷空气时段	冷空气强度	降温范围和幅度	大风和雨、雪天气
6—10 日	全国强冷空气	新疆北部、内蒙古中西部、青海、甘肃、陕西、东北地区东南部、华北、黄淮、江淮、江南、华南北部、贵州、西藏等地气温普遍下降 6~10℃,局地超过 12℃。	中东部大部地区出现 4~6 级偏北风、阵风 7~8 级;东部和南部海区 6~8 级偏北风;西北地区东部、华北西部、黄淮、江淮、江汉、江南东北部等地出现小到中雪或雨夹雪,其中西藏聂拉木出现特大暴雪;江南、华南、西南地区东部出现小到中雨,局地大雨。
13—17 日	全国中等强度冷空气	西北地区东部、华北南部、黄淮、江南东部、华南和西南地区东部气温普遍下降 4~6℃,局地超过 8℃。	内蒙古中部和西部、西北地区东北部、华北北部出现 4~5 级偏北风;华北、东北地区中南部、黄淮、新疆伊犁河谷、青海东部和南部、甘肃中东部、宁夏南部、陕西西部、西藏东部和南部等地出现小到中雪或雨夹雪;江淮、江南东部和北部等地出现中到大雨,局地暴雨。

3.2 2 月 6—10 日强冷空气过程分析

2 月 6—10 日这次全国范围的强冷空气(北方中等强度冷空气、南方强冷空气)过程,给中东部大部地区带来大风、降温和雨雪天气(表 1)。从 500 hPa 环流形势来看,2 月 6 日 08 时,东亚东岸有一高空冷涡,中心强度低于 492 dagpm,与之相配合的冷中心强度低于-48℃。冷涡后有非常强的冷平流,风场几乎垂直于温度场,偏北气流引导高纬度冷空气向贝加尔湖及巴尔喀什湖一带堆积;在巴

尔喀什湖北部有一切断低压,有一-36℃的冷中心相配合(图 6a)。地面贝加尔湖西侧冷高压中心达 1060 hPa,高压前侧有一条从内蒙古东北部到蒙古国与我国内蒙古交界处的锋面(图 6b)。此后,随着高空冷涡旋转东移,低涡西侧的横槽逐渐转为南北向,冷空气向南大举爆发影响我国中东部地区。此次冷空气过程属于横槽转竖型。受此冷空气影响,新疆北部、内蒙古中心、西北地区东部、东北地区东南部、华北、黄淮、江淮、江南、华南北部、贵州、西藏等地降温 6~10℃,局地超过 12℃;上述地区还伴随

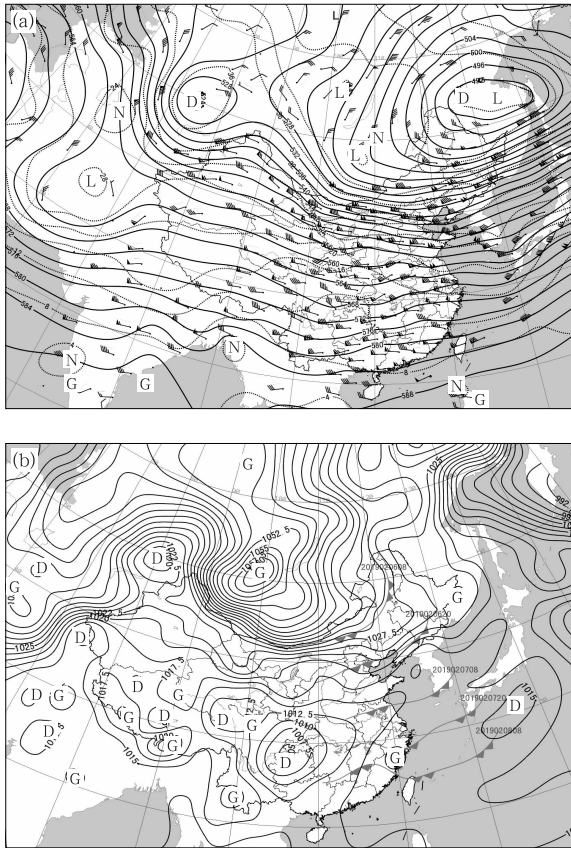


图 6 2019 年 2 月 6 日 08 时(a)500 hPa 位势高度场(实线,单位:dagpm)、温度场(虚线,单位:℃)、风场(风向杆)及(b)海平面气压场(单位:hPa)
Fig. 6 (a) The 500 hPa geopotential height (solid line, unit: dagpm), temperature (dashed line, unit: ℃), wind field (wind barbt) and (b) sea level pressure (unit: hPa) at 08:00 BT 6 February 2019

4~6 级偏北风、阵风 7~8 级。同时,受低层切变线和西南暖湿气流共同影响,中东部地区出现大范围雨雪天气过程,但由于南支槽偏西,我国大部地区降水以小到中雨(雪)为主;西藏南部出现大到暴雪,其中聂拉木出现特大暴雪(7 日 08 时至 8 日 08 时降水量为 74.6 mm)。

4 主要降水过程

2019 年 2 月我国主要降水过程有 6 次(表 2),特点是降水时间长、范围广、降水相态复杂。6 次降水过程以 2 月 17—18 日的降水强度和范围最大,因此,重点分析此次降水过程。

2 月 17—18 日,我国中东部和南方地区先后出现大范围雨雪天气(表 2),西藏东部、西北地区东部、华北、黄淮等地出现小到中雪,局地大雪;江淮、江南中部和东部、华南等地出现中到大雨,广西、广东西部、湖南南部等地部分地区出现暴雨,局地出现大暴雨(图 7)。

这次降水天气过程主要是西风槽在东移过程中与偏南暖湿气流相互作用产生的。17 日 08 时,500 hPa 甘肃西部有弱西风槽东移,同时高原上有短波槽发展;南支槽位置偏东,副高西伸至南海中部,脊线位于 15°N;850 hPa 广西北部到浙江中部一带有一暖式切变线;广西、广东、湖南南部、江西南部 and 福建中南部比湿达 6~11 g·kg⁻¹(图 8)。随着高空槽不断加深东移并与高原上的短波槽同位相叠加,南支槽也不断向东移动,到 17 日 20 时,500 hPa

表 2 2019 年 2 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation events in February 2019

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
6—10 日	高空槽、切变线	新疆北部、内蒙古中部、西北地区中部和东部、华北、黄淮、江淮、湖南东北部、西藏南部等地出现小到中雪或雨夹雪,其中西藏聂拉木出现特大暴雪;江南、华南、西南地区东部出现持续连阴雨;
12—14 日	高空槽、南支槽、切变线	新疆北部、内蒙古中南部、西北地区东部、华北、东北地区中南部、黄淮、江汉北部等地出现小到中雪或雨夹雪,部分地区出现大雪;江淮、江南北部出现中到大雨,局地暴雨;
17—18 日	高空槽、南支槽、切变线、低空急流	西藏东部、西北地区东部、华北、黄淮等地出现小到中雪,局地大雪;江淮、江南中部和东部、华南等地出现中到大雨,广西、广东西部、湖南南部等地部分地区出现暴雨,局地出现大暴雨;
19—21 日	高空槽、南支槽、切变线、低空急流	西藏西南部、青海东南部、甘肃南部、吉林中东部、辽宁北部等地出现中雪、局地大雪;江淮东部、江南中部和东部、华南中东部等地出现中到大雨,局地出现大暴雨;
22—23 日	高空槽、切变线	江南、华南等地出现中到大雨,其中湖南南部、江西南部、广东北部等地部分地区出现暴雨;
26—28 日	南支槽、切变线	西藏东部和南部、川西高原南部等地部分地区出现大到暴雪,其中西藏聂拉木局地出现特大暴雪;江淮、江南中部和东部等地出现中到大雨。

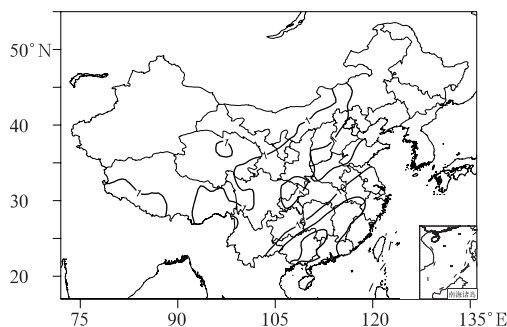


图7 2019年2月17日08时至19日08时
全国降水量分布(单位: mm)

Fig. 7 Distribution of precipitation in China
from 08:00 BT 17 to 08:00 BT
19 February 2019 (unit: mm)

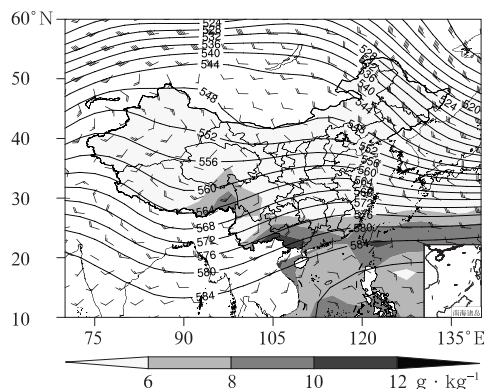


图8 2019年2月17日08时500 hPa
位势高度场(实线,单位: dagpm)、
850 hPa 风场(风向杆)和
850 hPa 比湿(填色)

Fig. 8 The 500 hPa geopotential height
(solid line, unit: dagpm), the 850 hPa
wind field (wind barb) and specific
humidity (shaded area)
at 08:00 BT 17 February 2019

从内蒙古中部到云南西部为一大槽,850 hPa 广西、广东、湖南、江西等地的偏南风较08时明显加强,最大风速增加至 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这种高低空系统配置为这次降水天气过程提供了良好的动力条件和水汽条件(杨寅和何立富,2014),西藏东部、西北地区东部、华北北部、黄淮出现降雪天气;江淮、江南、华南出现较强降水天气(图7)。

5 雾-霾天气过程

2019年2月,中东部地区出现1次持续性雾-霾

天气过程(出现在20—28日)。主要出现在京津冀、河南、山东、陕西关中、山西、辽宁中西部、吉林中部、黑龙江中南部、安徽中北部、江苏、湖北中部等地持续出现雾-霾天气,其中河北中南部、河南北部、山东西部等地部分地区空气污染最为严重,日均 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度峰值达 $350 \sim 400 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

图9给出了2月20—28日平均的500 hPa位势高度场和海平面气压场,从图上可以看出,中东部地区高空以纬向环流为主,冷空气势力较弱,属于平直西风型霾事件(Wu et al, 2017);地面处于冷高压前部的均压场中,水平气压梯度小,地面风速较小,在这种静稳形势下,大气扩散条件较差,有利于污染物的堆积。20日夜間至23日,京津冀、黄淮北部、汾渭平原等地高空逐渐转受高空偏西气流和地面弱气压场控制,地面有辐合,且风速普遍小于 $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,低层有较高的相对湿度相配合,导致上述地区扩散条件转差,出现轻至中度霾,局地重度霾天气;此外,20—22日夜間相对湿度达90%以上,上述地区还出现大雾天气。24—25日白天,受南下弱冷空气影响,北京、天津、河北中北部、山东东部等地大气扩散条件逐渐转好,霾天气减弱,但华北南部、黄淮西部等地霾天气仍维持并加重。25日夜間至28日,华北南部、黄淮、汾渭平原等地再次受地面弱气压场控制,地面风速较小、湿度大,且地面辐合长期维持,上述地区再度出现中度霾,局地出现重度霾。3月1日,受降水和偏东路冷空气的共同影响,霾天气减弱消散,此次过程趋于结束。

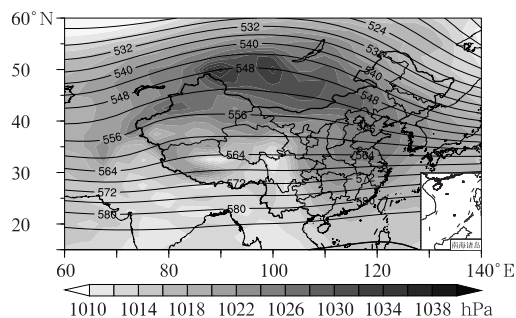


图9 2019年2月20—28日平均的
500 hPa 位势高度场(实线,单位: dagpm)
和海平面气压场(填色)

Fig. 9 Average geopotential height
at 500 hPa (solid line, unit: dagpm)
and sea level pressure (shaded area)
in 20—28 February 2019

致谢:感谢国家气象中心宋文彬提供的降水量、降水距平和温度距平资料。

参考文献

- 国家气候中心, 2019. 2019 年 2 月全国气候影响评价[R]. National Climate Centre, 2019. China Climate Impact Assessment of February 2019[R](in Chinese).
- 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. Mao X, Zhang T, 2017. Analysis of the February 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 43(5): 634-640(in Chinese).

- 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. Wang F, Zhang F H, 2016. Analysis of the February 2016 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 42(5): 643-648(in Chinese).
- 杨寅, 何立富, 2014. 2014 年 2 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 40(5): 642-648. Yang Y, He L F, 2014. Analysis of atmospheric circulation and weather in February 2014[J]. Meteor Mon, 40(5): 642-648(in Chinese).
- Wu P, Ding Y H, Liu Y J, 2017. Atmospheric circulation and dynamic mechanism for persistent haze events in the Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Adv Atmos Sci, 34(4): 429-440.



《新一代天气雷达图像分析与应用》

白爱娟 主编

该书以新一代天气雷达观测为基础, 以雷达图像识别为重点, 讲述了天气雷达在天气分析和强天气预报中的应用。介绍了中国新一代多普勒天气雷达的建设和应用情况, 讲解了天气雷达的基本探测原理和雷达气象方程的建立过程; 阐述了径向速度、反射率因子等基数据的识别方法, 及基数据和各种物理量产品在识别大气流场、降水云系和天气发展过程中的应用; 分析了利用雷达资料分析强对流天气的方法和技术, 总结了暴雨、冰雹、龙卷和阵风锋等特殊天气的雷达回波特征。本书可作为本科院校大气科学类专业的教材或教学参考书, 也可供从事天气、大气物理、大气探测的业务科技人员参考。

16 开 定价: 60.00 元

《中国温室热环境特征及气候区划》

张亚红 等 主编

本书围绕我国连栋温室的能耗分布及自然气候特点, 利用综合因子和主导指标原则, 对连栋温室进行气候区划; 从机理上阐述了日光温室土壤、空气热环境及湿度环境特征, 并通过我国东部淮河以北日光温室的发展条件和气候特点, 利用综合因子原则对日光温室进行气候风险区划。本书可为充分合理利用各地气候资源, 因地制宜地制定连栋温室和日光温室生产的发展规划, 布局设施栽培、设施种植制度提供合理化建议, 为连栋温室能耗的大小、运行方式及气候灾害的风险规避提供方向性意见。书中附录还提供了全国 202 个站点连栋温室的室外设计温度、采暖期及采暖能耗供温室设计、投资者参考。

16 开 定价: 60.00 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