

刘超,江琪,桂海林,2018.2018年1月大气环流和天气分析[J].气象,44(4):590-596.

2018年1月大气环流和天气分析^{*}

刘超 江琪 桂海林

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2018年1月大气环流主要特征为:北半球极涡呈偶极型分布,环流呈四波型,东亚槽略偏强。1月,全国平均降水量19.6 mm,较常年同期(13.2 mm)偏多48.4%。1月冷空气势力明显加强,全国平均气温(-5.3°C)由较常年偏高转为偏低的状态,气温较常年同期(-5.0°C)偏低 0.3°C 。月内,降水偏多偏强,我国南方地区以及陕西关中等地出现较为少见的冰冻雨雪天气,与2008年出现的南方雪灾情况相似;1月仅有1次雾-霾天气过程,但2018年1月13—22日是2017年入冬以来范围最广、持续时间最长、强度最强的雾-霾天气过程。

关键词: 大气环流,冷空气,降水,雾-霾

中图分类号: P448,P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.04.013

Analysis of the January 2018 Atmospheric Circulation and Weather

LIU Chao JIANG Qi GUI Hailin

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in January 2018 are as follows. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The circulation presented a four-wave pattern in middle-high latitudes. The East Asian trough behaved strongly. The monthly mean precipitation was 19.6 mm, 48.4% more than normal. Besides, the activities of cold air strengthened, causing the monthly mean temperature (-5.3°C) to turn from higher than normal to lower, and the mean temperature became 0.3°C lower than normal (-5.0°C). In this month, precipitation was strengthened with more rainfall than normal, and freezing rain and snow weather occurred in southern China and Shaanxi Province, similar to the freezing disaster in southern China in 2008. Fog-haze event appeared in this month only once, from 13 to 22 January 2018, but was characterized by the widest range, the longest duration and the maximum intensity in the winter of 2017.

Key words: atmospheric circulation, cold air, precipitation, fog-haze

1 天气概况

1.1 降水

2018年1月,全国平均降水量19.6 mm,较常年同期(13.2 mm)偏多48.4%(国家气候中心,2018)。甘肃、陕西1月降水量为1961年以来次多。

从空间分布看,长江以南大部地区及黄淮南部、江淮、江汉、西北地区东南部等地降水量在10 mm以上,其中江淮大部、江汉大部、江南大部、华南大部降水量为50~100 mm,部分地区达100 mm以上。1月,全国共有160站日降水量超过当月日降水量极值,主要分布在陕西、河南、安徽、江西、广东、广西、福建等地,其中广东连南(101.6 mm)、乳源(96.8 mm)、江西会昌(93.0 mm)等35站日降水量

^{*} 2018年2月17日收稿; 2018年2月26日收修定稿

第一作者:刘超,主要从事环境气象预报研究. Email:liu_chao0120@126.com

超过冬季日降水量极值(图1)。

与常年同期相比,除西北西部及辽宁西部、内蒙古东北部、河北东北部和南部、北京、山东南部、湖南南部、西藏、四川等地降水量较常年同期偏少2~8成,部分地区偏少8成以上外,全国其余大部地区降水量接近常年同期或偏多,其中西北东部、华北西部、黄淮西部、江淮、江汉、江南北部、华南大部及内蒙古西部、重庆、贵州、云南等地偏多5成至2倍,部分地区偏多2倍以上(图2)。

1.2 气温

2018年1月,全国平均气温 -5.3°C ,较常年同期(-5.0°C)偏低 0.3°C 。东北地区大部、华北北部、黄淮西南部、江汉大部、江淮西部及内蒙古大部、新疆北部、甘肃北部、陕西南部、湖南北部等地气温较常年同期偏低 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,其中新疆北部偏低 4°C 以上;我国其余大部地区气温接近常年同期或偏高,其中西藏、青海大部、四川西部、广西西北部等地偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ (图3)。西藏1月平均气温为1961年以来

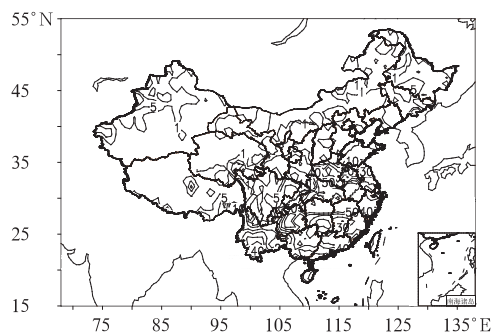


图1 2018年1月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation in China in January 2018 (unit: mm)

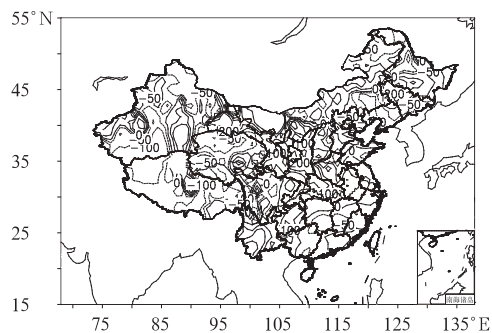


图2 2018年1月全国降水量

距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in January 2018 (unit: %)

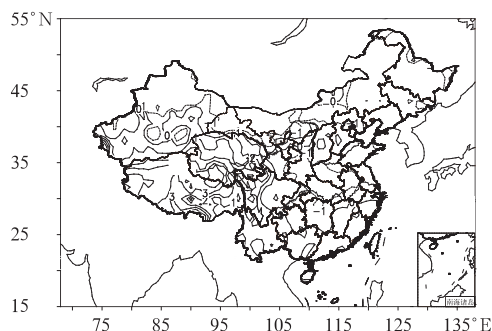


图3 2018年1月全国气温

距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in January 2018 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

第二高。1月,全国共有178站日最低气温达到极端阈值,主要分布在东北、华北北部、黄淮西部、江淮、江汉及内蒙古、新疆、四川、重庆、湖南等地。其中黑龙江铁力(-43.7°C)、抚远(-41.0°C)等7站日最低气温突破历史极值。

2 环流特征和演变

图4为2017年1月北半球500 hPa平均位势高度场和距平,与常年平均相比,1月有以下主要特点。

2.1 极涡呈偶极型分布

2018年1月极地高压较常年明显偏强,导致极涡不断南压,北半球极涡呈偶极型分布(图4a),主极涡位于加拿大巴芬岛附近,极涡中心值低于504 dagpm。另一个极涡中心位于新西伯利亚群岛附近,中心值低于512 dagpm。从距平场来看(图4b),极圈内大部地区为正距平,最大正距平中心达16 dagpm,分别位于波弗特海以北和新地岛附近。

2.2 北半球环流呈四波型,东亚槽略偏强

从月平均的500 hPa高度场和距平(图4)可知,1月北半球环流呈四波型,长波槽分别位于欧洲中部、东亚东部、太平洋东部和美洲东部附近。巴尔喀什湖至贝加尔湖以东地区受高空槽控制(图4a)。与多年平均相比,欧亚地区呈西高东低的特征,其中,西西伯利亚为正距平,中西伯利亚、东西伯利亚、蒙古国及我国大部分地区为负距平,负距平中心

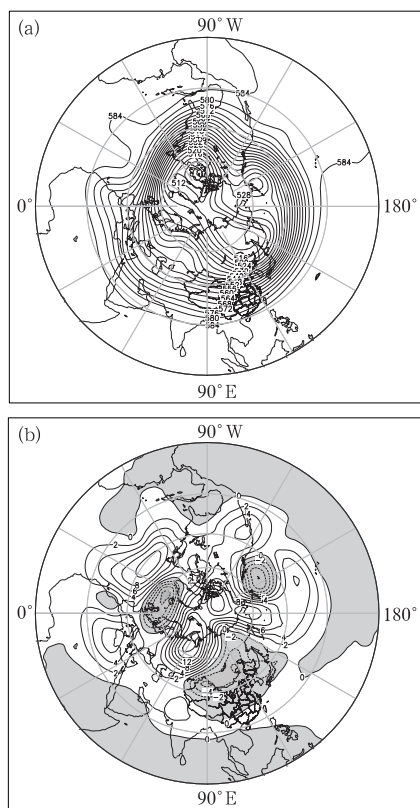


图4 2018年1月北半球500 hPa平均位势高度场(a)和距平(b)(单位: dagpm)
Fig. 4 The 500 hPa average geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in January 2018 (unit: dagpm)

达到 -8 dagpm 以下。东亚大槽自鄂霍茨克海一直向西南延伸至华中地区,位置偏西且强度略偏强,负距平为 -2 dagpm(图4b),该形势有利于冷空气南下影响我国,导致本月全国大部分地区温度较常年同期偏低。

2.3 环流演变与我国天气

与2017年12月相比,2018年1月上旬(图5a)东亚大槽加深,西伯利亚高压脊不断加强北伸,我国东北部逐渐转为槽区控制,环流经向度有所加大。中旬极地冷高压南压,西西伯利亚高压脊减弱,环流呈纬向型,我国大部受弱脊控制,多雾-霾天气。下旬,我国大部地区环流经向度有所加大。

1月上旬,欧亚中高纬为两槽一脊形势,月初欧亚大陆中高纬呈两槽一脊的环流形势,两个槽分别位于欧洲中部至乌拉尔山附近和东亚东部地区。西伯利亚高压脊较强,我国中东部处于较为平直的纬向西风环流中,大气扩散条件一般;南支槽位于 80°E

附近,并不断加强东移。3—4日,在不断东移的高原槽和南支槽的共同影响作用给我国中东部大部带来一次大范围雨雪过程。4日开始,乌拉尔山附近有高压脊向东北方向发展,冷空气在贝加尔湖附近地区开始堆积,巴尔喀什湖附近横槽发展加强,并不断有短波槽东移发展,但位置较为偏北,因此4—5日我国北方出现一次一般强度冷空气过程;随东亚大槽东移,亚洲东北部高纬度地区的冷空气逐渐扩散南下,5—7日东移发展的高原槽与南支槽同相位叠加,副热带高压西部和南支槽前暖湿气流与北方南下的冷空气汇合于南方地区,造成南方地区出现区域性强降雨。同时随着7日横槽转竖,引导冷空气大举南下,造成8—10日一次影响我国大部地区的强冷空气天气过程。

1月中旬(图5b)极涡不断南压,西西伯利亚高压脊减弱并缓慢东移,东亚地区的环流经向度减弱,逐渐转为纬向环流控制,副热带高压西脊点东退至 135°E 以东。13—20日,我国中东部大部地面开始转受均压场控制,近地层风速较小,出现大范围的

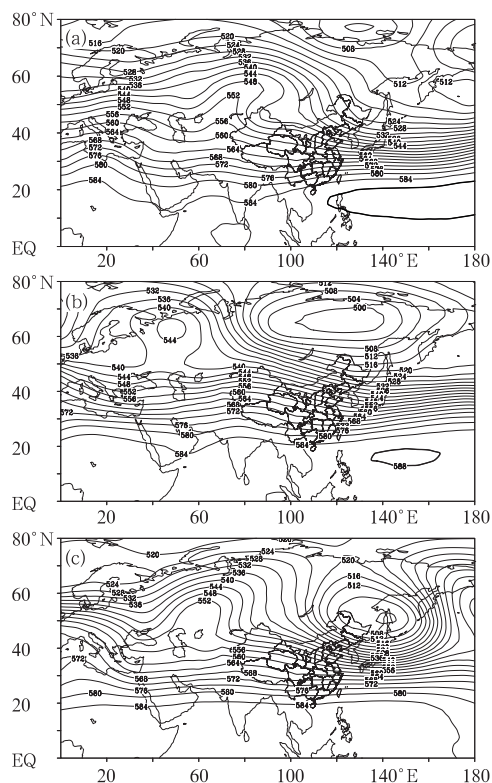


图5 2018年1月欧亚500 hPa 上旬(a)、中旬(b)和下旬(c)平均位势高度(单位: dagpm)
Fig. 5 Eurasia 500 hPa geopotential height averaged over the first (a), second (b) and last (c) dekads in January 2018 (unit: dagpm)

雾-霾天气过程。

1 月下旬(图 5c),极涡继续南压,极涡中心位于鄂霍茨克海附近,乌拉尔山附近的阻塞高压逐渐建立并加强。其中 20—21 日我国中东部大部仍受到平直的纬向西风环流控制,雾-霾天气持续。22—25 日,随着极涡不断东移南压,位于蒙古国东部横槽转竖,引导冷空气南下,造成我国北方一次强冷空气过程,雾-霾过程随之结束。此次冷空气过程中,东北地区东部、华北大部以及内蒙古中西部、山东大部、新疆北部等地降温幅度为 8~12℃,其中新疆西北部、内蒙古西部、山西北部等地降温幅度达 12~14℃,部分地区超过 14℃。受南下冷空气与南支槽前暖湿气流共同影响,24—28 日我国中东部出现入冬以来范围最广、持续时间最长、影响最为严重的一次大范围雨雪过程,黄淮西南部、江淮、江南北部累计降雪量有 10~25 mm。28—29 日,受东北冷涡后

部横槽转竖影响,我国出现一次强冷空气过程。

3 冷空气活动

3.1 概况

根据中央气象台冷空气划分标准,2018 年 1 月共有 4 次冷空气过程(4—5、8—10、22—25 和 28—29 日)影响我国,除 4—5 日为中等强度冷空气过程外,其余 3 次均为强冷空气过程(表 1)。与近三年历史同期相比(尹姗和何立富,2015;江琪和马学款,2016;张楠和马学款,2017),冷空气过程次数和强度均与常年同期接近。但相较于 2017 年 11 和 12 月冷空气情况,冷空气势力明显加强,全国平均气温也由较常年偏高转为偏低的状态。

表 1 2018 年 1 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air processes in January 2018

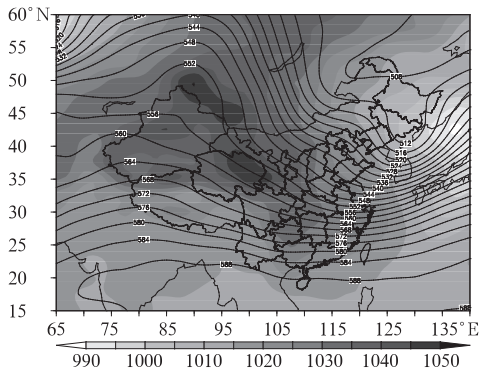
冷空气过程	主要影响区域 和冷空气强度	降温幅度	影响区域及主要天气现象
4—5 日	全国中等强度 冷空气	西北地区东部、华北南部、黄淮南部、江淮大部、江南地区中南部以及华南南部等地气温下降 4~8℃	西北地区北部、内蒙古东部、华北、辽东半岛、山东半岛、江淮东南部、江南东北部等地局地出现 4~6 级的大风;东海东部局部海域的风力达 8 级、阵风 9 级
8—10 日	全国强冷空气	西北地区中东部、华北西部、黄淮南部、江淮、江汉北部、江南东部、华南、贵州西部、云南东部以及内蒙古中东部、东北地区大部等地气温下降 6~8℃,其中福建东部、广东南部沿海、云南东部、黑龙江东南部、吉林东北部等地局地降温达 10℃以上	中东部大部地区出现 4~6 级偏北风,阵风达 7~8 级,江、河、湖面的风力出现 5~7 级,阵风达 8~9 级,东部和南部海区出现 7~9 级大风;东北地区大部、内蒙古东部出现小到中雪
22—25 日	北方强冷空气	东北东部、华北大部以及内蒙古中西部、山东大部、新疆北部等地降温幅度 8~12℃,其中新疆西北部、内蒙古西部、山西北部等地降温幅度达 12~14℃,部分地区超过 14℃	新疆北部、河北南部、山东半岛北部等地的部分地区出现小雪,河南中南部、湖北北部、安徽中部、江苏中南部和浙江西北部、山东烟台、威海出现中到大雪;内蒙古中东部、东北地区南部、江淮、江汉东部、江南北部等地出现 4~6 级风,黄海大部、南海东北部出现 8 级、阵风 9 级的大风
28—29 日	全国强冷空气	内蒙古中部、华北中西部、西北地区东部以及江淮、江南东部、华南、云南东部等地气温下降 4~8℃,内蒙古、陕西和山西局地超过 10℃	甘肃西部、内蒙古中东部、辽东半岛、山东半岛等地出现 4~6 级风;东海南部、台湾海峡、南海东北部出现 7~8 级、阵风 9~10 级大风

3.2 1 月 8—10 日全国强冷空气过程分析

1 月 8—10 日我国大部地区经历了一次强冷空气过程(表 1)。根据中央气象台冷空气划分标准,此次冷空气过程达到了全国强冷空气级别。中央气象台为此发布了寒潮蓝色和橙色预警。

由 500 hPa 位势高度场和地面气压场的演变趋势来看,此次冷空气属于横槽转竖型,5 日 08 时,欧亚中高纬度环流处于两槽一脊控制,高压脊位于乌拉尔山地区,脊线成东北—西南走向,脊前横槽位于贝加尔湖—巴尔喀什湖一带,与此同时地面冷高压控制西西伯利亚以东地区,中心强度达到 1065 hPa,

表明冷堆已经形成。而后,横槽进一步南压,西伸至新疆北部,冷舌逐渐向内蒙古中部地区侵入,冷空气蓄势待发。此时,冷高压主体依旧维持在贝加尔湖以西,强度有所加强。槽前偏西气流中有短波槽分裂,横槽南压并逐渐开始转竖,引导冷空气东移南下影响我国,海平面气压强度不断加强,随着横槽主体不断下摆,冷空气强势南侵,9 日 02 时(图 6),地面冷锋到达我国江南、华南地区,其中地面 0℃线南压至江南南部,黄淮中西部、江淮西部和江汉部分地区,最低气温达-13~-8℃。11 日,槽后不断有冷空气补充南下,中东部地区处于冷槽底部,有明显冷平流影响,上述时段 850 hPa 0℃线稳定位于江南南



部分地区(6—8日)以强降水为主,浙江南部、福建大部、江西南部、湖南南部、广东中东部和北部、广西中部和东北部等地累计降水量50~170 mm,福建龙岩和泉州、江西赣州、湖南永州、广西桂林和贺州等局地达200~275 mm,其中广东有62个县(市)出现大暴雨(100~120 mm),广东惠州龙门龙华镇日雨量达169.2 mm。湖南、江西、福建、广东和广西等地共32个县(市)日降水量突破当地月极值。此次过程主要由高空槽引导北方冷空气逐渐南下,南支槽系统东移以及副热带高压逐渐西伸导致低层西南暖湿气流加强,同时配合弱波动逐渐东移,在江南南部、华南北部形成明显切变线且切变线稳定少动,降水时间长,累积降水量较大。

对于北方地区,5日20时西北地区东部短波槽逐渐东移,配合地面弱低压倒槽,同时前期的暖式切变转为冷式切变,850 hPa东南风有所加强,从动力条件来看有利于降雪天气的发展,降雪过程主要影响范围在长江以北地区,强降水区主要出现在河南中南部、湖北北部、安徽中部和江苏中部等地;降雪主要以暴雪为主,上述部分地区出现大暴雪,其中河南信阳、驻马店、南阳局地出现大暴雪。此外,从降雪相态来看,850 hPa温度 -4°C 线主要控制在黄淮南部、江汉北部一带, -4°C 以北地区以纯雪为主,但随着冷空气影响南下,850 hPa温度 0°C 线由江汉南部、江淮缓慢南压至江南中南部地区,安徽南部、江西北部、湖南等地区的部分地区出现雨雪转换或雨夹雪天气。

而对于南方地区,南支槽逐渐东移至 100°E 附近,槽前强迫作用有利于低空西南急流的发展,有利于孟加拉湾至我国南方地区的水汽通道的建立,此次降水区域主要发生在切变线南侧。6日08时(图7)850 hPa低空急流明显加强,广西东北部至湖南中部一带的低空急流风速在 $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,局地达到 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上。7日20时伴随着北方冷空气逐渐南下,与低层暖湿气流在江南南部、华南北部交汇,并形成强辐合切变区。此外上述地区动力条件较好,850 hPa垂直上升速度达到 $0.6\text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,同时江南南部至华南北部地区一带的850 hPa水汽较充沛,大部分地区的比湿在 $8\sim 12\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,局地达到 $14\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上(图8),整层水汽含量普遍都在35 mm以上。与此同时广东中部和沿海地区存在一定的不稳定能量,在降水过程中伴随雷暴天气的发生。8日白天,随着冷空气南压东移入海,

此次降水过程趋于结束。

5 雾-霾过程

5.1 概况

2018年1月仅有一次大范围持续性雾-霾天气过程(出现在13—22日),较2017年同期(2次;张楠和马学款,2017)偏少。过程主要影响范围包括华北中南部、陕西关中、黄淮、江淮、江南北部等地,上述大部地区出现中到重度霾,其中山东南部、河南东

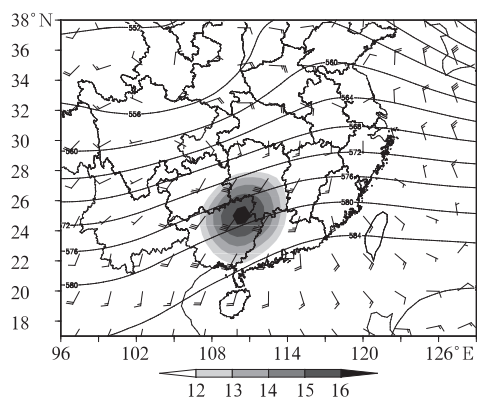


图7 2018年1月6日08时500 hPa位势高度场(实线,单位: dagpm)和850 hPa风场(阴影为风速 $\geq 12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Fig. 7 Geopotential height at 500 hPa (solid line, unit: dagpm) and wind field (Shaded area, wind speed $\geq 12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) at 850 hPa at 08:00 BT 6 January 2018

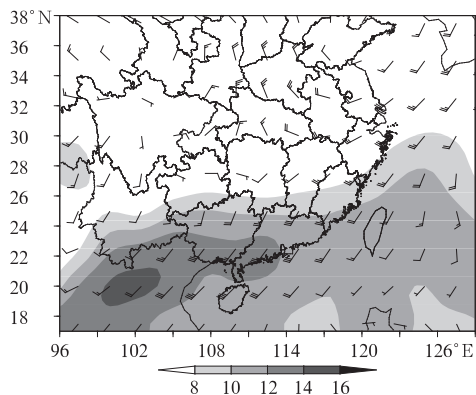


图8 2018年1月7日20时850 hPa风场和比湿(阴影为比湿 $\geq 8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Fig. 8 Wind field and specific humidity (shaded area, $\geq 8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) at 850 hPa at 20:00 BT 7 January 2018

部、安徽、江苏、湖北中东部、湖南北部、四川盆地南部等部分地区伴有大雾天气,中央气象台自17—22日连续发布了大雾黄、橙色预警。本次过程具有持续时间长、影响范围广、污染程度重的特点,是2017年入冬以来最为严重的一次雾-霾天气过程。

5.2 雾-霾天气过程分析

1月13—22日,受静稳天气影响,我国中东部大气污染扩散条件较差,出现大面积的中到重度霾,河北中南部、陕西关中、山东中西部、河南、江苏、安徽等地的 $\text{PM}_{2.5}$ 峰值浓度均超过 $250\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,达到严重污染水平,其中河北南部、河南中北部局地超过 $400\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。此外,山东南部、河南东部、安徽、江苏、四川盆地东部等地在16—22日的早晨至上午时段出现了大范围大雾天气,局地出现能见度不足50 m的特强浓雾。

从此次过程平均环流形势来看(图9),1月13—22日我国中东部地区以纬向环流为主,无显著槽脊活动,地面高压主体位于贝加尔湖以西,冷空气势力较弱,中东部大部地区处于冷高压前部的均压场控制中,盛行下沉气流,水平气压梯度弱,近地层风速小,不利于污染物的扩散。此外,低层850 hPa有暖脊发展,暖平流作用明显,在华北中南部、黄淮、江淮等地的上空形成稳定的逆温层结并出现明显的“干区”,抑制了大气的垂直交换能力,使得水汽和污染物在近地面积聚滞留。污染期间北部区域多弱冷空气活动,呈现间歇性污染特征,污染程度相对南部较弱。但中南部区域持续静稳形势,导致重污染天气维持并发展。19—20日为污染最重时段,主要由于地面辐合区长时间维持在河北南部、山东西部、安徽北部、江苏中北部等地,且风速普遍 $<2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,并与高相对湿度(80%~95%)相配合,为颗粒物不断吸湿增长和二次化学反应提供了有利的气象条件,上述地区静稳天气指数也呈现小幅升高趋势,表明该时段静稳形势仍在维持并发展。

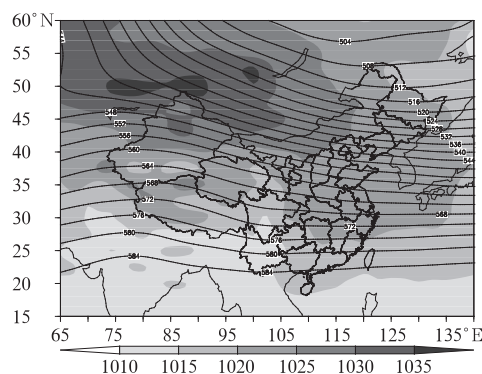


图9 2018年1月13—22日500 hPa平均位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影,单位:hPa)

Fig. 9 Averaged geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded area, unit: hPa) in 13–22 January 2018

21日白天起,受偏东路冷空气影响,华北中南部、黄淮等地的大气污染扩散条件自北向南逐渐转好。同时,江苏中南部、安徽中南部等地受降水和冷空气共同影响,霾天气有所减弱,但受上游污染物传输影响,江淮南部、江南北部的部分地区仍有轻至中度霾,而后消散,此次雾-霾过程告一段落。

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,2018.2018年1月中国气候影响评价[R].
- 江琪,马学款,2016.2016年1月大气环流和天气分析[J].气象,42(4):514-520.
- 王凌,高歌,张强,等,2008.2008年1月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析I.气候特征与影响评估[J].气象,34(4):95-100.
- 尹姗,何立富,2015.2015年1月大气环流和天气分析[J].气象,41(4):514-520.
- 张楠,马学款,2017.2017年1月大气环流和天气分析[J].气象,43(3):508-512.