

江琪,桂海林,徐冉,2020.2020 年 1 月大气环流和天气分析[J].气象,46(4):575-580. Jiang Q,Gui H L,Xu R,2020. Analysis of January 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,46(4):575-580(in Chinese).

2020 年 1 月大气环流和天气分析^{*}

江 琪 桂海林 徐 冉

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2016 年 1 月大气环流主要特征为:北半球极涡呈偶极型分布,东亚大槽位置较常年同期偏东偏北,强度偏弱。1 月,全国平均降水量为 23.3 mm,较常年同期(13.2 mm)偏多 77%,为 1961 年以来历史同期第二多。1 月,全国平均气温为 -3.6°C ,较常年同期(-5.0°C)偏高 1.4°C ,月内冷空气较弱,我国中东部雾-霾天气频发,共有三次大范围持续性雾-霾过程,分别为 1 月 3—5 日、16—18 日和 22—28 日。此外,月内共有四次降水过程。

关键词: 雾-霾,大气环流,强降水,冷空气

中图分类号: P456

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2020.04.012

Analysis of January 2020 Atmospheric Circulation and Weather

JIANG Qi GUI Hailin XU Ran

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general circulation of atmosphere in January 2020. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The location of the East Asian trough was more eastward and northward than that in the same period of normal years, and the strength was weak. The monthly mean precipitation (23.3 mm) was 77% above normal, which is the second in January since 1961. The average temperature (-3.6°C) was 1.4°C higher than in the normal years, and the cold air processes were weak. The fog-haze weather in the central and eastern part of China occurred frequently and there were three large-scale continuous fog-haze processes, respectively in 3—5, 16—18 and 22—28 January. In addition, four precipitation processes appeared in the month.

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

1 天气概况

1.1 降水

2020 年 1 月,全国平均降水量为 23.3 mm,较常年同期(13.2 mm)偏多 77%,为 1961 年以来历史同期第二多(国家气候中心,2020)。从空间分布看,东北大部、华北中北部、西北大部、青藏高原大部

以及内蒙古大部降水量普遍为 1~10 mm,其余大部地区超过 10 mm,其中黄淮南部、江汉、江淮、江南以及福建北部、广东西南部、广西北部和中南部、贵州东部和西南部、云南西部和东南部、西藏西南部局部等地降水量为 50~200 mm,局部地区超过 200 mm(图 1)。与常年同期相比,除东北北部和东部、内蒙古东南部、甘肃中部、新疆北部和西南部、四川中部及华南北部和中部等地偏少 2~8 成以上外,全国其余大部地区降水接近常年同期或偏多,其中

^{*} 国家自然科学基金面上项目(41875181)资助

2020 年 2 月 28 日收稿; 2020 年 3 月 10 日收修定稿

第一作者:江琪,主要从事环境气象预报工作. Email:Jiangqi89@163.com

华北南部、黄淮、江汉及云南中部、新疆东部等地偏多2倍以上(图2),安徽、贵州、河南、湖北、江西为1961年以来历史同期第一多,山东、西藏、浙江、重庆为历史同期第二多,湖南、内蒙古、上海、云南为历史同期第三多(国家气候中心,2020)。

1.2 气温

2020年1月,全国平均气温为 -3.6°C ,较常年同期(-5.0°C)偏高 1.4°C ,为1961年以来历史同期第五高(图3)。与常年同期相比,除西藏局部偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 外,全国其余大部接近常年同期或偏高,其中东北北部和东南部、黄淮东部、江淮东部、江南东部、华南大部以及内蒙古东部和西部、山西南部、宁夏大部、甘肃南部、新疆北部、贵州西南部等地偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ (图3)。

2 环流特征和演变

2020年1月的北半球环流形势较2019年12月

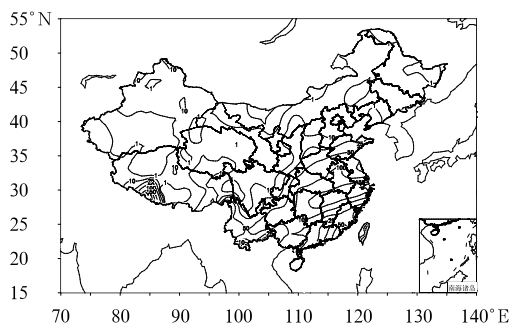


图1 2020年1月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation in China in January 2020 (unit: mm)

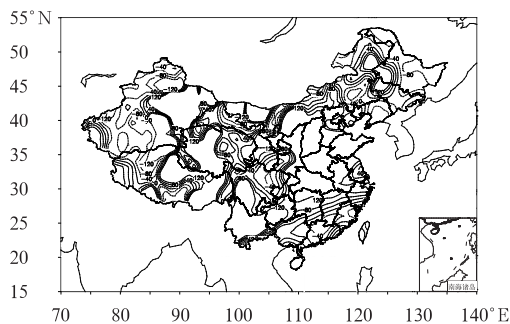


图2 2020年1月全国降水量距平百分率分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in January 2020 (unit: %)

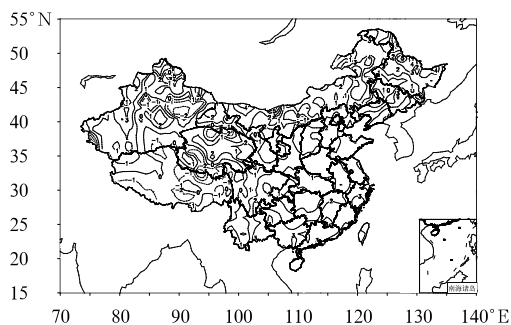


图3 2020年1月全国气温距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)
Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in January 2020 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

有明显调整(徐冉等,2020),图4为1月北半球500 hPa平均位势高度场和距平,与常年平均相比,有以下主要特点。

2.1 极涡呈偶极型分布,强度偏强

北半球极涡呈偶极型分布,主体位于北极圈内,极涡中心分别位于俄罗斯北部的西伯利亚和加拿大北部的伊丽莎白女王群岛附近,两个极涡中心最低气压值分别低于496和492 dagpm,附近均存在显著的负距平,高度距平低于 -12 dagpm,极涡整体较常年同期偏强。

2.2 东亚大槽位置较常年同期偏东偏北,强度偏弱

欧亚中高纬呈两槽一脊型,低压槽分别位于乌拉尔山和鄂毕次克海地区,高压脊较弱,位于贝加尔湖以西。与多年平均相比,亚洲大部地区呈西低东高的特征,其中,西西伯利亚为负距平,中西伯利亚、东西伯利亚、蒙古国及我国大部分地区正距平,正距平中心位于我国东北地区,正距平中心高于10 dagpm。东亚大槽位置较常年同期偏东偏北,且强度显著弱于常年同期(赵彦哲等,2019;刘超等,2018),同时,亚洲锋区位置偏北,中高纬环流经向度较常年偏小,不利于引导冷空气南下,月内冷空气较弱,且影响位置偏北。1月,南支槽位于 90°E 附近,强度与常年同期持平,但南支波动较为活跃。西太平洋副热带高压脊线位于 20°E 附近,强度与常年同期持平。

2.3 环流演变与我国天气

1月上、中、下旬三个阶段欧亚地区500 hPa大气环流发展演变趋势的平均高度场如图5所示。1月,东亚大槽偏东,强度偏弱,贝加尔湖以西存在一

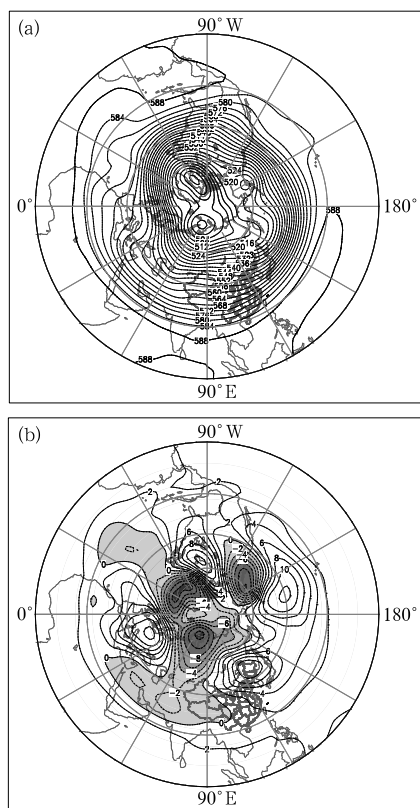


图4 2020年1月北半球500 hPa平均位势高度(a)和距平(b)(单位:dagpm)

Fig. 4 The 500 hPa average geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in January 2020 (unit: dagpm)

高压脊,我国中东部大部处于弱的高压脊控制下,冷空气势力较弱且影响偏北,大气扩散条件整体偏差,有利于雾-霾天气的发生发展;低纬度地区,南支槽较为活跃,东移相对频繁,槽前的西南气流有利于孟加拉湾和印度洋的暖湿水汽向我国输送,给我国南方地区降水带来有利的水汽条件。

上旬(图5a),极涡中心位于新地岛附近,亚洲中高纬呈两槽一脊,西侧槽位于新地岛—咸海一带,槽在东移过程中逐渐发展加深,影响我国西北地区和华北地区大部,是给华北等地5—6日带来中到大雪的重要天气系统之一。东侧低槽位于鄂霍次克海一带,我国大部地区高空环流较为平直,冷空气活动少、强度弱,仅在7—9日,我国北方地区出现一次一般强度的冷空气。在中低纬度地区,南支槽位于 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$,强度强于气候态平均,槽前的西南气流有利于暖湿空气向我国输送,暖湿气流与南下的冷空气相互作用,在江南中西部产生大雨,局地出现暴雨天气。

中旬(图5b),北极圈内的极涡有所南压,且强度加强,极涡中心最低气压值低于492 dagpm,东亚高纬地区等压线趋于密集,环流形势较上旬整体调整不大,东亚地区环流经向度较小,冷空气势力较弱,中旬前期(10—12日),高压脊区逐渐东移至贝加尔湖一带,乌拉尔山一带逐渐转为高空冷槽控制,北支峰区在 40°N 附近,影响我国的冷空气主要位于我国西部区域,受西风槽影响,新疆、青海、西藏、甘肃等西北大部地区等地出现小到中雪和 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ 降温。中旬,低纬地区环流较为平直,南支槽较上旬显著减弱且位置偏西。受高原槽东移影响,14—16日,江南华南一带有一次明显的降水过程。此外,旬内,我国中东部大部地面受均压场控制,近地层风速较小,相对湿度较大,雾-霾天气频发。

下旬(图5c),欧亚中高纬大气环流较为平直,我国中东部大部没有明显冷空气活动,气温逐步回升,大气扩散条件整体较差,22—28日我国中东部

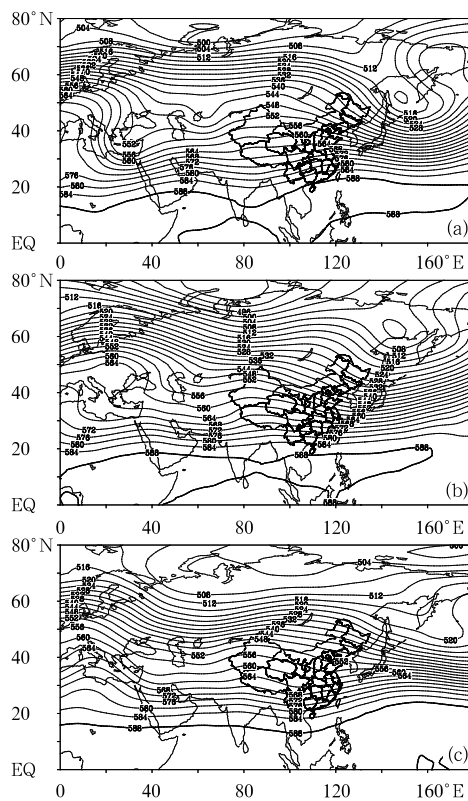


图5 2020年1月欧亚500 hPa上旬(a)、中旬(b)和下旬(c)平均位势高度(单位:dagpm)

Fig. 5 Eurasia 500 hPa geopotential height (unit: dagpm) averaged over the first (a), second (b) and last (c) dekads in January 2020

大部地区出现大范围雾-霾天气。下旬前期,南支槽比较活跃,副热带高压脊线南压至 $13^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$,受扩散南下冷空气和南支槽前偏南暖湿气流的影响,我国南方地区多阴雨天气。旬后期,我国大部地区为西北或偏西气流控制,全国降水较弱。

3 主要降水过程

3.1 概况

1 月,我国中东部出现四次较大范围雨雪天气

过程,分别发生在 1 月 4—7 日、9—11 日、14—16 日和 22—26 日(表 2)。

3.2 1 月 22—26 日降水过程分析

1 月 22—26 日雨雪过程主要影响黄河以南大部分地区,河南东南部、安徽、湖南、贵州、云南东部等地区降雪量普遍为 $5\sim 25\text{ mm}$,其中,湖南东南部和西南部、贵州南部等地为 $25\sim 50\text{ mm}$,江南其余大部地区降水量为 $50\sim 150\text{ mm}$ 。此次降水过程主要由南下冷空气与南支槽、东移短波槽共同引发,在低层同时有切变线和急流配合。具体分析如下。

表 2 2020 年 1 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation processes in January 2020

| 降水时段 | 主要影响系统 | 影响区域及降水强度 |
|---------|-----------------------------|--|
| 4—7 日 | 南支槽、低涡、切变线、低空急流、冷锋、高空槽 | 内蒙古中部、陕西北部、山西中北部、河北北部和西南部、北京、天津等地出现小到中雪,内蒙古、山西、河北、北京等部分地区出现大雪,局地暴雪;陕西中部、山西西南部、山东西北部、河南中北部、河北东南部等地降雪、雨或雨夹雪;苏皖北部、湖北中西部、湖南中部、贵州东部等地部分地区降中到大雨,局地暴雨 |
| 9—11 日 | 南支槽、高空冷涡、高原槽、冷锋、低涡、切变线、低空急流 | 新疆北部、青海东部、西藏南部和东部、甘肃中东部、宁夏南部、陕西北部、山西南部等地出现小到中雪,局地大雪;河南西南部、湖北北部、安徽中部、江苏中部等地部分地区降雨或雨夹雪;江西北部、湖南东北部的部分地区降中到大雨,局地暴雨 |
| 14—16 日 | 高空槽、高原槽、低涡、切变线、低空急流、冷锋 | 新疆东部、西藏西部、宁夏、陕西中北部、山西南部、河南西部和中南部等地出现小到中雪,新疆部分地区大雪,西藏局地暴雪;湖北北部、安徽中北部、江苏西北部等地部分地区出现小雪或雨夹雪天气;江苏中南部、安徽南部、上海、浙江大部、湖南中东部、江西中北部、福建西北部、湖北东南部、湖南中北部、广西大部等地出现中到大雨,局地大雨 |
| 22—26 日 | 南支槽、短波槽、低涡、切变线、低空急流、冷锋、静止锋 | 甘肃南部、宁夏南部、陕西西南部、西藏东北部等地出现小到中雪,局地大雪;河南东南部、安徽、湖南、贵州、云南东部等地出现雪或雨夹雪;江西、浙江、上海、福建、广东、广西等多地出现大雨或暴雨 |

22 日 08 时,在 500 hPa 环流形势场(图 6)中,亚洲中高纬度呈两槽一脊的环流形势,贝加尔湖以东的低涡携带冷空气东移南下至淮河流域。南支槽位于 95°E 附近并不断加强,缓慢东移,有利于孟加拉湾的水汽源源不断地向我国长江中下游地区输送,其北部不断有短波槽生成发展东移。在 850 hPa 风场中,切变线位于西南地区东部至江淮中部一带,同时,700 hPa 的西南急流带贯穿江南中部,并不断加强。在地面气压场中,冷锋与 700 hPa 急流位置相呼应,22 日白天,锋面附近出现了小到中雨量级降水,表明降水主要是冷暖气流的交汇作用形成。

23 日 08 时,南支槽略有东移,在 500 hPa 高度场中(图 6b)东移的高原槽与南支槽同位相叠加,跨度达 20 个纬距。欧亚低纬度区域的经向度有所增大,江南一带位于南支槽前西南气流控制中,水汽供应充

足。700 hPa 低空急流中心强度超过 $22\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,伴随比湿达 $4\sim 8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。850 hPa 西南地区东南部形成低涡,并伴有切变线生成。同时雨带附近,925 hPa 存在持续的超低空急流。受南支槽和低涡切变的共同影响,降水范围进一步扩展,湖南中部、江西北部、安徽南部、浙江西部和北部、上海等地部分地区出现大雨或暴雨。

24—26 日(图略),南支槽位于 100°E 附近并缓慢东移,南支槽前西南气流旺盛,动力抬升作用显著,24 日 20 时起,700 hPa 急流进一步加强并南压至江南南部,至 25 日达到最强,中心风力达 $28\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,贵州广西一带垂直上升速度超过 $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。期间,南方地区 850 hPa 西南气流显著加强,同时北方不断有冷空气渗透南下,等温线逐渐密集,黄淮、江淮等地 850 hPa 的温度较 700 hPa 偏低 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$,存在明显的

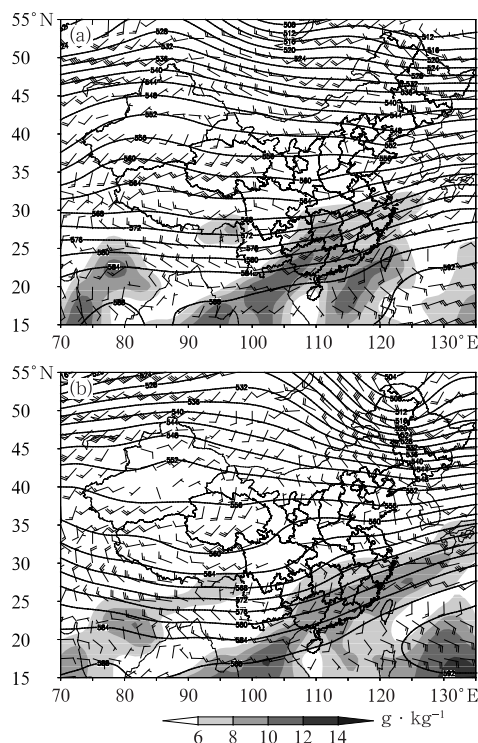


图6 2020年1月22日(a)和23日(b)08时500 hPa位势高度场(实线,单位:dagpm)、850 hPa风场(风向标,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and 比湿(阴影)

Fig. 6 Geopotential height at 500 hPa (solid line, unit: dagpm), wind field (barb, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) at 850 hPa and specific humidity (shaded area) at 850 hPa at 08:00 BT 22 (a) and 23 (b) January 2020

冷垫条件,河南、山东南部、安徽中北部出现小到中雪或雨夹雪。同时,由于暖湿气流强盛,华南部分地区出现了高架雷暴天气,加大了降水量级,广西百色市、玉林市等地出现冰雹天气过程。加之广西中部一带静止锋的存在,广西局地出现大暴雨天气。在此次降水过程中,随着南支系统东移和冷空气不断补充南下,低涡和切变线不断生成发展,并与中低空急流相配合,使得南方地区出现持续降水天气。

4 雾-霾过程

4.1 概况

1月,我国中东部及新疆北部等地多次出现大雾天气,其中华北南部、黄淮大部、江淮大部、江汉大部、江南北部、四川盆地东部以及黑龙江中部、吉林中部、内蒙古中部、新疆中部、贵州大部、云南南部等

地雾日数超过5~15 d,山东西部有15~20 d。与常年同期相比,华北南部、黄淮大部、江淮大部、江南北部及黑龙江中南部、吉林中部、内蒙古中部、新疆中部、重庆东南部、贵州北部和中部等地区偏多3~10 d,其中山东西部及内蒙古中部局部偏多10~15 d。中央气象台共发布19期大雾黄色预警和12期大雾预报。

由于冷空气势力较弱,1月,共发生三次霾天气过程,其中,3—5日,华北南部、汾渭平原、黄淮大部、苏皖北部、江汉、东北地区中南部等地出现中到重度霾。9日起至月底,我国中东部大气扩散条件较差,其中,16—18日,华北中南部、黄淮西部、汾渭平原、东北地区出现中到重度霾天气;22—28日,华北中南部、黄淮、汾渭平原、东北地区等地以中度霾为主,河北南部、河南北部、山东北部以及东北地区大部为重度霾天气。

4.2 1月22—28日雾-霾天气过程分析

1月22—28日我国中东部大部地区出现大范围雾-霾天气,华北中南部、黄淮、汾渭平原、江汉、江淮、东北地区大部等地出现中至重度污染,部分地区伴有大气雾天气,上述部分地区日均 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度超过 $250 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2019年12中下旬,京津冀及周边、汾渭平原、江汉、东北地区中南部等地气温较常年略偏高,累积降水量整体较小。因而,污染过程发生前,干燥少雨的大气背景以及较常年同期偏高的气温为雾-霾天气的发生发展提供了有利的天气背景。22—28日雾-霾过程期间,我国中东部地区高空(500 hPa)基本稳定维持较为平直的偏西气流,高空云量少且水汽含量偏低,有利于夜间辐射降温,海平面气压场中冷空气主体偏北,势力较弱,我国中东部大部受均压场控制,由于气压梯度小,水平风速低,为相对湿度的增加和污染物的累积提供了有利条件。29日起,偏东路冷空气开始影响我国中东部,上述区域霾天气减弱或消散,此次污染过程逐渐趋于结束。

22日起,由于偏南风有利于水汽的输送,华北中南部、黄淮一带近地层相对湿度逐步增大,22—23日的夜间至早晨,高相对湿度(80%)区域逐渐扩展至京津冀及周边区域,由于高空云量较少,地面夜间辐射降温显著,近地层形成稳定的逆温层结,特别是23日早晨(图7a),逆温层区域较大,覆盖京津冀鲁豫大部地区,逆温最大值区域位于河北南部、河南东北部和山东西部一带,最大逆温强度大于 8°C ,河北

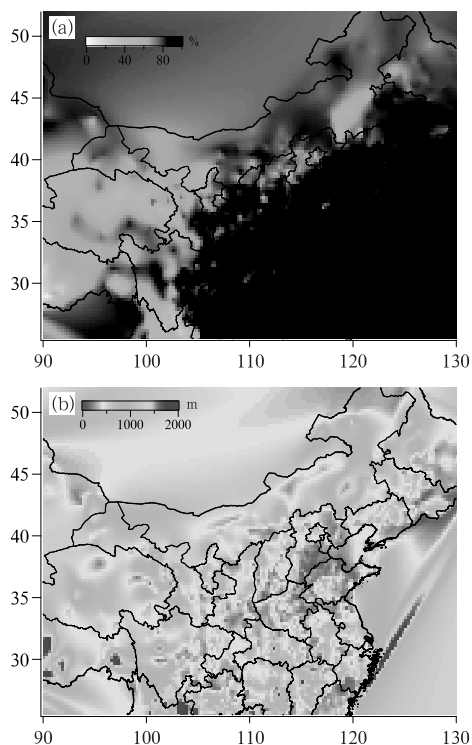


图7 2020年1月23日05时近地面相对湿度(a,单位:%)和混合层高度(b,单位:m)
Fig. 7 Relative humidity near surface (a, unit: %) and height of mixed layer (b, unit: m) at 05:00 BT 23 January 2020

南部、山东西部、河南东北部等地的部分地区出现能见度不足200 m的强浓雾,局地有能见度不足50 m的特强浓雾。同时,探空曲线图表明,此次过程逆温层高度较低,基本维持在500 m以下,由于较高的相对湿度有利于气溶胶吸湿增长,白天相对湿度有所降低,但雾-霾混合状态使得京津冀等地白天时段的大气能见度仍较低。此次过程期间,污染区域大部近地面风速均低于 $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,静风频率较高。同时,有间歇性的弱北风影响北京和河北北部一带,地面辐合线在河北中南部—河南北部一带摆动,位置整体偏南,霾最重区域位于华北南部。同时,过程期间,京津冀、山东西部等地的平均混合层高度和最低混合层高度均较低(小于300 m,图7b),极度抑制了大气的垂直交换,导致雾-霾长时间维持,使得污染程度加剧。

5 其他灾害性天气

5.1 月内冷空气活动较弱

1月,共有4次较弱冷空气过程影响我国,分别

发生在7—9日、11—12日、24—26日、30—31日。7—9日,受冷空气影响,我国东部及西北东部、西南东部最大过程降温幅度普遍为 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$,其中东北中部和南部、华北北部、江南东部和南部以及内蒙古东部、陕西北部、山东西部、贵州东南部、四川西部等地达 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,局部超过 12°C ;11—12日,冷空气过程主要影响我国青藏高原中东部、西北东部、云贵高原、华南中西部等地,其中青海东南部、西藏东北部、四川西北部、两广南部的部分地区最大过程降温达 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$;24—26日,东北地区东南部和西北部、两广大部及四川西部、西藏东部等地最大过程降温达 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,局部地区降温超过 12°C ;30—31日,东北大部及新疆北部、西藏西部、浙江南部、福建中北部等地最大过程降温为 $5\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。根据中央气象台中期冷空气划分标准,该四次冷空气均未达到中等冷空气标准。

5.2 云南、贵州等地局部遭受风雹灾害

1月5—9日,云南、贵州、四川、湖南等地的局部地区出现大风、冰雹等强对流天气,24日广西部分地区遭受风雹灾害,均造成一定损失。湖南、四川、贵州、云南部分地区18.1万人受灾,1人死亡(湖南永州市冷水滩区),农作物受灾面积为 1.01万 hm^2 ,直接经济损失达1.6亿元;广西3.6万人受灾,500余间房屋不同程度损坏,农作物受灾面积为 0.38万 hm^2 ,直接经济损失为2000余万元。

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,2020.2020年1月中国气候影响评价[EB/OL].
https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Center. 2020. Assessment of climate impact over China in January 2020[EB/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php (in Chinese).
- 赵彦哲,桂海林,李思腾,等,2019.2019年1月大气环流和天气分析.气象,45(4):587-592. Zhao Y Z, Gui H L, Li S T, et al. 2019. Analysis of the January 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 45(4):587-592. (in Chinese).
- 刘超,江琪,桂海林,等,2018.2018年1月大气环流和天气分析.气象,44(4):590-596. Liu C, Jiang Q, Gui H L, et al. 2018. Analysis of the January 2018 Atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon, 44(4):590-596(in Chinese).
- 徐冉,张天航,饶晓琴,等,2020.2019年12月大气环流和天气分析[J].气象,46(3):441-448. Xu R, Zhang T H, Rao X Q, et al. 2020. Analysis of the December 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 46(3):441-448(in Chinese).