

迟茜元,马学款,江琪,等,2021.2020年12月大气环流和天气分析[J].气象,47(3):381-388. Chi X Y, Ma X K, Jiang Q, et al, 2021. Analysis of the December 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 47(3):381-388(in Chinese).

2020年12月大气环流和天气分析*

迟茜元 马学款 江琪 尤媛 关良

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2020年12月大气环流的主要特征是:北半球极涡呈偶极分布,环流呈三波型,欧亚中高纬度环流经向度大,东亚大槽偏强,南支槽偏弱。12月,全国平均降水量为5.8 mm,比常年同期(10.5 mm)偏少45.3%,全国平均气温为 -3.9°C ,比常年同期(-3.2°C)偏低 0.7°C 。月内共出现2次强冷空气过程、2次大范围降水过程和2次大范围雾-霾天气过程。其中27—31日,我国大部分地区遭遇寒潮天气,降温幅度大,影响范围广,多地最低气温突破历史极值。

关键词: 大气环流,寒潮,降水,雾-霾

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2021.03.011

Analysis of the December 2020 Atmospheric Circulation and Weather

CHI Xiyuan MA Xuekuan JIANG Qi YOU Yuan GUAN Liang

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in December 2020 are as follows. Polar vortex in the Northern Hemisphere had a dipole distribution, the circulation presented a three-wave pattern in middle-high latitudes. The atmospheric circulation presented a great meridionality in mid-latitudes in Eurasia. The East Asian trough behaved strongly and the southern branch trough was weaker in this month. The monthly mean precipitation over China was 5.8 mm, 45.3 % less than normal (10.5 mm). The national monthly average temperature was -3.9°C , 0.7°C lower than the normal. Totally, there were two strong cold air processes, two precipitation processes and two large-scale fog-haze events in this month. During 27—31 December, most of China suffered from the cold surge characterized by a sharply drop in temperatures and extremely wide areas being impacted. The lowest temperature in many places exceeded the historical extreme values.

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

1 天气概况

1.1 降水

2020年12月,全国平均降水量为5.8 mm,较常年同期(10.5 mm)偏少45.3% (国家气候中心,2020)。从月降水量空间分布(图1)看,黄淮南部、

江淮、江汉、江南、华南北部、西南地区东部等地的降水量为10~50 mm,其余大部分地区降水量不足10 mm。

相较于常年同期(图2),新疆西南部、内蒙古西部、甘肃大部、青海东北部、宁夏大部、四川中部、贵州西北部偏多5成至2倍,局部地区偏多2倍以上;全国其余大部地区较常年同期偏少或接近同期,其中东北地区大部、内蒙古中东部、华北东部、新疆中

* 2021年1月27日收稿; 2021年2月2日收修定稿

第一作者:迟茜元,主要从事环境气象预报. E-mail: chxxyuan@mail.ustc.edu.cn

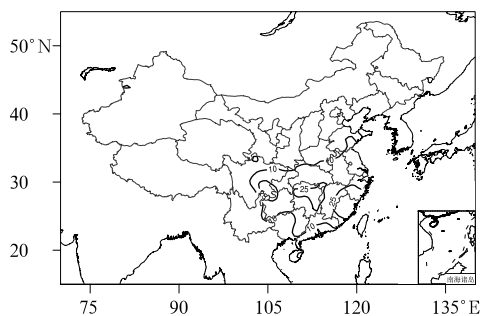


图 1 2020 年 12 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation in China in December 2020 (unit: mm)

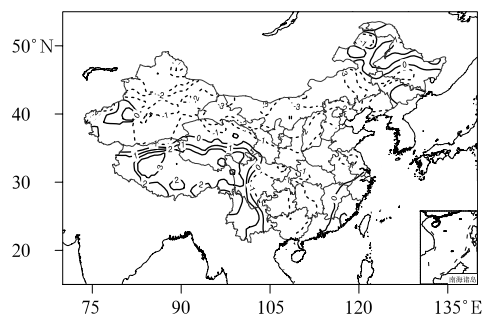


图 3 2020 年 12 月全国气温距平分布(单位:°C)
Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in December 2020 (unit: °C)

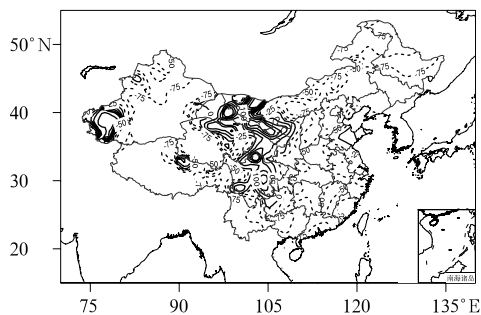


图 2 2020 年 12 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in December 2020 (unit: %)

东部、青藏高原、云南、贵州南部、华南大部等地偏少 5 成至 1 倍。12 月 28—29 日,山东、河南中东部、安徽、江苏、上海、浙江中北部、江西北部、湖南东北部、湖北北部和东部等地出现降雪(雨)或雨夹雪,安徽、江苏中北部等地积雪深度为 3~6 cm,其中江苏北部达 7~9 cm,山东半岛出现小到中雪,局地出现大雪(国家气候中心, 2020)。

1.2 气温

2020 年 12 月,全国平均气温为 -3.9°C ,比常年同期(-3.2°C)偏低 0.7°C 。从月气温距平分布(图 3)看,除青海南部、西藏大部、四川西部、云南中西部、黑龙江西部等地偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,部分地区偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 外,全国其余大部接近常年同期或偏低,其中内蒙古大部、东北地区南部、华北西部和北部、新疆北部、西北地区东部、西南地区东部、广西、湖南西南部等地气温偏低 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。此外,根据国家级地面站观测表明,月内全国共有 11 个站日降温幅度达到极端事件监测标准,主要分布在北京(2 个)、山东(4

个)、山西(1 个)、浙江(3 个)和吉林(1 个)等地,其中 12 月 30 日浙江玉环降温 12.5°C ,突破历史极值(12.2°C);全国共有 13 个站连续降温幅度达到极端事件标准,主要分布在浙江(5 个)、安徽(1 个)、江苏(3 个)、山东(2 个)、山西(2 个)等地,其中浙江玉环(连续降温幅度达 17.4°C)破历史极值(15.9°C);全国有 43 个站最低气温达极端事件标准,主要分布在内蒙古东部、华北、黄淮东部、江淮东部、江西北部等地,其中内蒙古岗子(-32.4°C)、山西小店(-20.6°C)突破当地历史极值(国家气候中心, 2020)。

2 环流特征和演变

图 4 为 2020 年 12 月北半球 500 hPa 平均位势高度场及距平分布,与 2017—2019 年同期相比(王继康等, 2017;徐冉等, 2018;徐冉等, 2019),12 月北半球的环流形势有以下主要特点。

2.1 极涡呈偶极型分布,东亚大槽偏弱

12 月北半球极涡呈偶极型分布(图 4a),极涡中心分别位于加拿大北部的伊丽莎白女王群岛附近及亚洲北部鄂霍次克海附近的俄罗斯远东地区。其中鄂霍次克海附近的极涡较强,中心强度低至 492 dagpm 。从距平场上来看(图 4b),两个极涡中心均处于负距平区,强度较常年同期偏强,鄂霍次克海附近的极涡中心负距平超过 -10 dagpm 。欧亚中高纬度为两槽一脊型,亚洲中高纬度地区和欧洲西部由高空槽控制,乌拉尔山以西的欧洲东部地区由高压脊控制。乌拉尔山以西高压脊有明显的正距平,亚洲中高纬环流经向度大,有利于冷空气堆积和寒

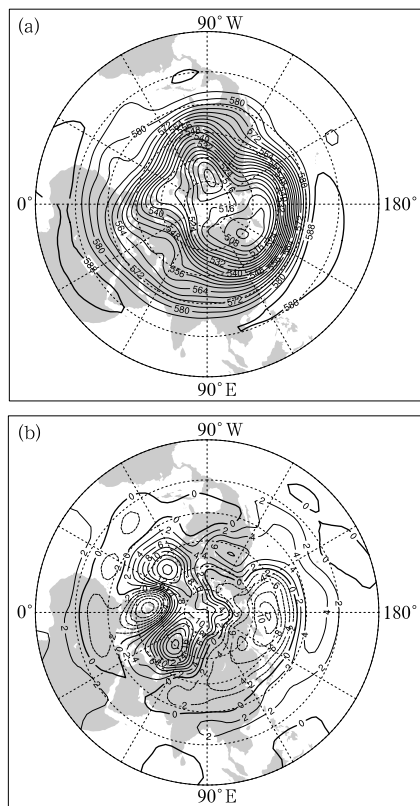


图 4 2020 年 12 月北半球 500 hPa 平均位势高度场(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly mean geopotential height (a) and its anomaly (b) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in December 2020 (unit: dagpm)

潮爆发。

2.2 北半球环流呈三波型, 东亚大槽偏强

从月平均的 500 hPa 高度场和距平(图 4)可知,11 月北半球呈三波型,欧亚地区位势高度呈“西高东低”分布,东亚大槽强度较常年同期显著偏强,从鄂霍次克海向西南延伸至我国中东部地区,我国北方大部地区为负距平控制,低槽宽广深厚,有利于引导冷空南下,造成月内冷空气强度强,影响范围广,降温幅度大。冷空气势力整体较强造成 12 月全国平均气温明显偏低。

2.3 南支槽偏弱

2020 年 12 月南支槽强度较常年同期偏弱,不利于孟加拉湾和印度洋的暖湿气流向我国内陆地区输送。西北太平洋副热带高压(以下简称副高)呈带状分布,西伸脊点位置在 105°E 附近,较常年同期偏

西,强度较常年偏强。

2.4 环流演变与我国天气

图 5 给出了 12 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流发展演变的三个时段平均高度场。总体来看,本月亚洲中高纬呈“西高东低”形势,环流经向度较大,东亚大槽较常年明显偏强偏深,影响我国的冷空气势力显著偏强,空气污染扩散条件整体偏好。低纬地区南支槽较常年同期显著偏弱,不利于水汽向我国中东部地区输送。二者共同作用造成我国大部地区气温较低,降水偏少。

12 月上旬(图 5a),欧亚中高纬度环流为两槽一脊的环流形势。乌拉尔山附近的高压脊向北强烈发展延伸,乌拉尔山阻塞高压建立,其前部冷空气在西伯利亚横槽后部堆积,形成冷源。与常年同期相比,我国环流经向度偏大,中高纬地区受西北气流控制。旬内前中期影响我国的冷空气活动较为频繁但势力不强,中东部地区气温较常年偏低,旬内后期气温略

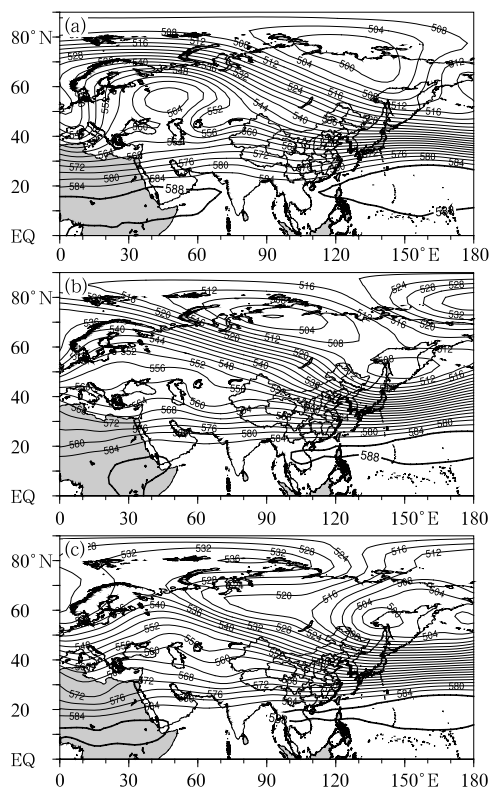


图 5 2020 年 12 月上(a)、中(b)、下(c)旬欧亚 500 hPa 平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 Eurasia mean geopotential heights at 500 hPa (unit: dagpm) in the 1st (a), 2nd (b) and last (c) dekads of December 2020

有回升但幅度不大。南支槽偏弱,不利于水汽向我国输送,旬内无明显降水过程。

12月中旬(图5b),欧亚中高纬度调整为一槽一脊的环流形势。我国中高纬地区呈“西高东低”形势,并且处于负距平控制下,中高纬地区环流经向度较大。其中,10—12日,受南支槽波动东移影响,西南地区东部出现小到中雨,我国中东部大部处于冷空气间歇期,华北中南部、黄淮、汾渭平原、江淮、江汉、江南等地静稳天气形势建立,出现了一次中到重度霾天气过程。12—15日,伴随乌拉尔山阻塞高压崩溃,西伯利亚高压横槽下摆,积聚在中西伯利亚高纬度地区的冷空气迅速爆发南下,我国大部地区先后受到全国型强冷空气过程影响,中东部大部地区出现 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、部分地区 10°C 以上的降温。由于南支槽较常年同期偏弱,水汽条件较差,旬内降水较少,整体气候呈现“干冷”特点。冷空气影响过后,旬末中高纬地区环流趋于平直,无明显冷空气活动。

12月下旬(图5c),前中期北冰洋极地高压不断发展,西伯利亚横槽建立,我国中东部大部环流经向度较小,地面受均压场控制,为静稳天气形势,20—28日,我国中东部地区出现了持续性的雾-霾天气过程。28—30日,随西伯利亚横槽转竖,引导强冷空气南下,我国大部地区遭遇寒潮天气,多地最低气温突破历史极值,并伴有一次大范围雨雪天气。

3 冷空气活动

3.1 概 况

12月共有2次冷空气过程影响我国,与近三年历史同期相比(王继康等,2018;徐冉等,2019,徐冉等,2020),冷空气活动频次较2017年(5次)、2018年(3次)、2019年(3次)要偏少,但过程强度要偏强。两次冷空气过程分别发生在12—15日,27—31日,其中第一次冷空气过程(12—15日)为全国型强冷空气过程,第二次(27—31日)为全国型寒潮过程,影响范围均较大(表1)。

3.2 27—31日寒潮过程分析

12月27—31日,受西伯利亚强冷空气南下影响,我国大部分地区经历了一次寒潮天气。受寒潮过程影响,降温 8°C 以上的国土面积超过400万 km^2 ,降幅 12°C 以上面积达175万 km^2 ,影响范围自北向南主要集中在我国中东部地区。其中大部地区气温普遍下降 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,内蒙古中部、陕西北部、山西、河北西北部、山东中南部、安徽北部和东部、江苏、上海、浙江北部等地气温下降 $12\sim 18^{\circ}\text{C}$,部分地区降温幅度在 18°C 以上。浙江、安徽、江苏等

表 1 2020年12月主要冷空气过程

Table 1 Main cold air processes in December 2020

日期	影响区域和冷空气强度	降温幅度	大风、沙尘及降雪天气
12—15日	全国强冷空气	东部大部地区出现 5°C 以上降温,其中江南南部、华南、华北西北部及内蒙古中部、陕西北部等地出现 8°C 以上降温,局部地区降温超过 12°C	甘肃中部、内蒙古中部、辽宁东部和南部、山西北部、河北北部及北京、天津等地部分地区出现小到中雪;贵州、湖北、湖南、江西、浙江等地出现雨夹雪,部分地区发生低温冷冻害
27—31日	全国寒潮	中东部地区气温普遍下降 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,其中内蒙古中部、陕西北部、山西、河北西北部、山东中南部、安徽北部和东部、江苏、上海、浙江北部和东部沿海等地气温下降 $12\sim 18^{\circ}\text{C}$,部分地区降温超过 18°C	西北地区东部、华北、黄淮、江淮、江汉、江南、华南及内蒙古中东部、辽宁等地出现 $6\sim 9$ 级阵风,浙江沿海达 $10\sim 12$ 级,部分地区风寒效应明显;山东、河南中东部、安徽、江苏、上海、浙江中北部、江西北部、湖南东北部、湖北北部和东部等地出现降雪(雨)或雨夹雪,安徽、江苏中北部等地积雪深度为 $3\sim 6\text{cm}$,其中江苏北部达 $7\sim 9\text{cm}$,山东半岛出现小到中雪,局地大雪

地共20站气温达到或跌破当地12月历史极值;山西太原南郊(-20.6°C)、湖南衡山(-15.9°C)突破当地有历史记录以来最低气温纪录。寒潮天气过程影响期间,西北地区东部、华北、黄淮、江淮、江汉、江南、华南及内蒙古中东部、辽宁等地出现 $6\sim 9$ 级阵风,浙江沿海达 $10\sim 12$ 级;山东、河南中东部、安徽、

江苏、上海、浙江中北部、江西北部、湖南东北部、湖北北部和东部等地出现降雪(雨)或雨夹雪,安徽、江苏中北部等地积雪深度为 $3\sim 6\text{cm}$,其中江苏北部 $7\sim 9\text{cm}$,山东半岛出现小到中雪,局地大雪。本次寒潮天气的特点是,影响范围广、降温剧烈、气温低、大风持续时间长。

由 500 hPa 位势高度场和地面气压场的演变趋势来看,此次寒潮过程属于横槽转竖型。从路径上来说,冷空气源地为新地岛以东洋面,并在南移过程中与乌拉尔山冷高压合并。12 月 27 日 08 时 500 hPa 高度场(图 6a)可见,我国中东部地区仍位于纬向环流中,贝加尔湖以东横槽继续发展,此时,地面冷高

压占据了西西伯利亚地区,中心强度达到 1 052 hPa。脊前的偏北气流不断引导冷空气在贝加尔湖至巴尔喀什湖一带的横槽内发展、积聚,脊后暖平流促使高压脊不断加强。至 28 日 08 时(图 6b),地面冷高压中心强度已达到 1 081 hPa,主体位于蒙古国西北部,冷空气前锋到达我国内蒙古中东部和东北地区。28 日夜间接起,随 700 hPa 西南急流加强,水汽输送条件明显加强,冷暖气流交汇作用下,黄淮、江淮、江南等地的部分地区出现降雪(雨)或雨夹雪。29 日 08 时,地面冷高压强度已达到 1 094 hPa,地面冷空气主体缓慢南压,但主体仍位于蒙古国西部。500 hPa 高空槽前偏西气流中有短波槽东移,横槽系统南压并开始转竖,引导强冷空气大举南下,前期经新疆北部沿河西走廊南下的冷空气,与从蒙古高原经东北地区的冷空气合并后,快速向南推进,长江以北大部地区出现大风和强降温天气。至 29 日 20 时(图 6c),700 hPa 转为偏北气流控制,南方地区降水过程趋于结束。31 日,随冷高压主体东移入海,寒潮降温过程趋于结束。

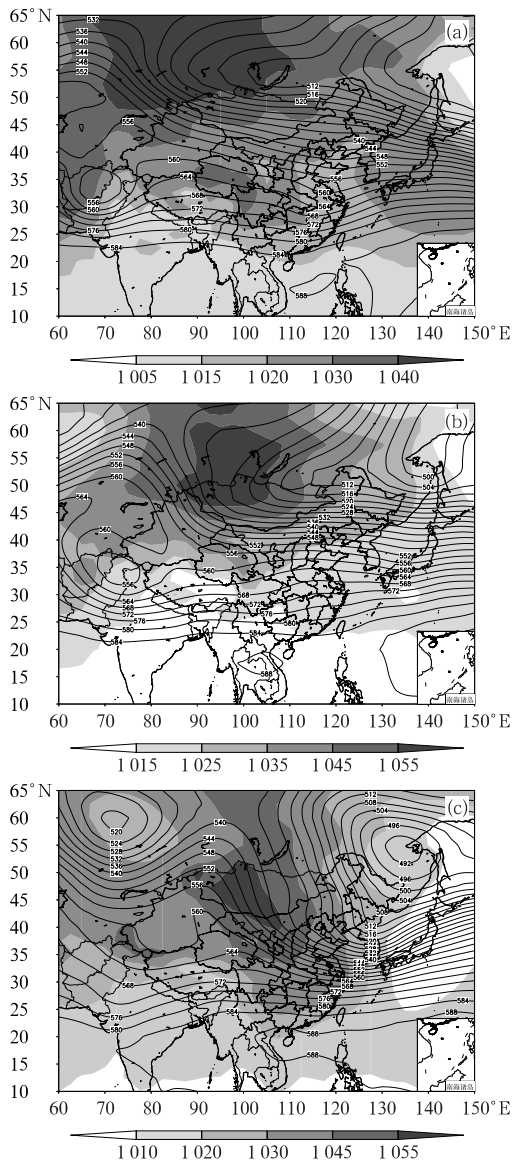


图 6 2020 年 12 月 27 日 08 时(a),28 日 08 时(b)及 29 日 20 时(c)500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影,单位:hPa)

Fig. 6 Geopotential height at 500 hPa (isoline, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded, unit: hPa) at 08:00 BT 27 (a) and 08:00 BT 28 (b), and 20:00 BT 29 (c) December 2020

4 主要降水过程

4.1 概况

2020 年 12 月主要有两次降水过程(表 2)。与常年同期相比,过程偏少,强度偏弱,且主要集中在中下旬,上旬降水稀少,导致江南南部、华南等地气象干旱维持。下旬出现了两次降水过程,均伴随冷空气过程发生。在 28—29 日过程中,安徽、江苏中北部等地积雪深度为 3~9 cm,山东半岛出现小到中雪,局地大雪,山东潍坊和日照局地达 9~14 cm。

4.2 28—29 日降水过程分析

12 月 28—30 日,我国中东部地区出现一次大范围雨雪天气,山东、河南中东部、安徽、江苏、上海、浙江中北部、江西北部、湖南东北部、湖北北部和东部等地出现降雪(雨)或雨夹雪。在此期间,安徽、江苏中北部等地积雪深度为 3~9 cm,山东潍坊和日照局地达 9~14 cm。此次过程主要由高空槽东移引导冷空气南下与暖湿气流相交所导致,同时低层有切变线相配合。

28 日 20 时(图 7),500 hPa 高空槽南压至蒙古国东南部—内蒙东北部一线,槽前强迫作用有利于低空急流的发展,湖南、湖北南部一带出现 $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 低空西南风急流,700 hPa 偏南气流进一步加强北推,水汽输送条件明显改善,河南大部、山东中西部等地主要高湿区集中在 700 hPa 等压面附近,同时,700 hPa 切变线在黄淮一带逐渐开始发展,主要降水时段也由此开始。28 日夜间至 29 日早晨,山东、河南中东部等地出现降雨、雪或雨夹雪(2~9 cm),河南中部局地达 10~14 cm。29 日 05 时,700 hPa 切变线移至黄淮南部,西南暖湿气流带来的水汽在此辐合抬升,新增积雪主要出现在山东大部、河南东部。29 日 08 时,随着 500 hPa 横槽东移动转竖,地面冷高压东移,冷空气南下速度显著加快,切变线随之南压,850 hPa 上 -4°C 等温线也逐步南推。29 日白天至夜间,黄淮南部、江淮、江南东部先后出现雨转雪或雨转雨夹雪,江苏北部、安徽东北部等地积雪深度为 3~9 cm。其中,山东半岛 850 hPa

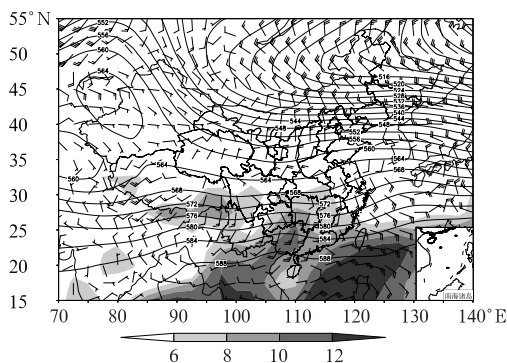


图 7 2020 年 12 月 28 日 20 时 500 hPa 位势高度场(实线,单位: dagpm)、850 hPa 风场(风羽)和比湿(阴影: $\geq 6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Fig. 7 Geopotential height at 500 hPa (solid line, unit: dagpm), wind field (barb) and specific humidity (shaded: $\geq 6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) at 850 hPa at 20:00 BT 28 December 2020

的冷中心最低温度达到 -20°C ,海气温差大,冷空气和低槽前暖湿气流交汇,降雪时间较长,至 29 日 14 时,山东潍坊和日照局地积雪深度已达到 9~14 cm。30 日 02 时,700 hPa 整层均转为偏北气流控制,降水过程趋于结束。

5 雾-霾过程

5.1 概况

月内出现了两次明显的大范围雾-霾天气过程,次数与 2018 年同期持平(2 次;徐冉等,2019;2020),多于 2017 同期(1 次;王继康等,2018 年)。受静稳天气形势影响,12 月 10—12 日,华北中南部、黄淮、汾渭平原、江淮、江汉、江南西北部等地出现中至重度霾天气过程,同时华北东部、黄淮大部、江淮、江汉等地出现大雾或浓雾,局地出现强浓雾。12 月下半月以来,受全国冷空气势力偏弱影响,污染气团在我国中东部持续存在,20—28 日,华北中南部、黄淮、汾渭平原、江淮、江汉、四川盆地等地经历了一次持续性更久的大范围雾-霾天气,尤其是 26—28 日污染后期,为今年秋冬季以来污染程度最重、范围最广。

5.2 20—28 日雾-霾天气过程分析

12 月 20—28 日,影响我国的冷空气势力偏弱,华北中南部、黄淮、汾渭平原、江淮、江汉、四川盆地等地空气污染气象扩散条件较差,出现中至重度霾天气过程,26—28 日为此次雾-霾过程影响最严重时段,河北南部、山东西部、河南中北部、四川盆地中南部地区出现中至重度霾。本次过程期间,污染最重的几个城市中,濮阳小时平均 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度峰值高达 $362 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (28 日 05 时),德州达 $343 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (27 日 23 时),咸阳为 $281 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (22 日 22 时)。

表 2 2020 年 12 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation processes in December 2020

降水时段	主要影响系统	降水范围和强度
13—15 日	高空槽、切变线、冷锋	甘肃中部、内蒙古中部、辽宁东部和南部、山西北部、河北北部及北京、天津等地区部分地区出现小到中雪;贵州、湖北、湖南、江西、浙江等地出现雨夹雪,部分地区发生低温冷冻害
28—29 日	高空槽、切变线、冷锋	山东、河南中东部、安徽、江苏、上海、浙江中北部、江西北部、湖南东北部、湖北北部和东部等地出现降雪(雨)或雨夹雪,安徽、江苏中北部等地积雪深度有为 3~6 cm,其中江苏北部达 7~9 cm,山东半岛出现小到中雪,局地大雪

共有22个城市PM_{2.5}小时浓度超过250 μg·m⁻³,重污染城市数量主要集中在河南、山东和四川。此外,28日早晨,河北东南部、山东中北部和东部、河南东部、安徽北部和南部、江苏、上海、浙江中北部、江西中东部、福建西北部、四川盆地西部和南部、贵州中西部、广西西部、海南岛东北部等多地出现大雾,山东中北部、安徽北部、江苏、江西中东部、贵州西南部等地部分地区能见度不足200 m,局地出现能见度低于50 m的特强浓雾。

从环流形势上看(图8),12月20—28日我国中东部地区处于纬向环流控制中,无明显槽脊活动,冷空气势力弱,我国受冷高压后部的均压场控制,气压梯度小、风力弱,有利于污染物累积。在此期间,500 hPa维持偏西气流,高空云量较少,夜间地面辐射降温明显,近地层易形成稳定的逆温层结,有利于水汽和污染物在近地层积聚,有利于雾-霾天气的发生和维持。本次过程始发于山东,污染区域较往年整体偏南,以23、24日华北地区出现弱冷空气为界,污染物在华北、黄淮、江淮区域内南北摆动,区域北部总体偏好而中南部污染持续时间较长。回溯过程发展,20—21日大气扩散条件转为不利,蒙古高压前部弱东北风与黄海高压后部弱西南风的辐合区位于河北东南部、山东西部,华北南部、黄淮、陕西关中地区出现轻度至中度霾,山东部分地区出现重度霾。22日,受华北、黄淮地区近地面持续偏南风影响,黄淮中西部污染开始向北传输,河北中南部发展为中度霾,长三角本地污染也逐渐形成。23—24日,华北中部位位于500 hPa短波槽槽底,受西北路径弱冷空气影响,北京、天津、河北中南部的霾天气逐渐消散,同时大气污染向南传输,山东中西部、长三角等地霾天气维持或加重。25—26日,黄淮、江淮地面受偏南风控制,污染物向北传输回流。27—28日为污染最重时段,辐合区湿度达到90%以上并维持在河北东南部、山东西部、河南东北部一带,为细颗粒物吸湿增长提供有利气象条件,北至京津冀、南至两广、西至川渝、东至山东以及新疆天山北麓地区,出现中至重度霾天气,其中山东中西部、河南中东部维持重度霾天气。由探空情况(图9)可知,28日08时郑州500~1000 m高度存在逆温层结;27日夜间至28日凌晨,河北南部、河南东部、山东西部和东部、安徽北部等地近地层湿度均接近饱和,低空出现一定的逆温,高空少云利于地面辐射降温,以上区域出现大雾天气,局地有强浓雾。28日下午,北路冷空

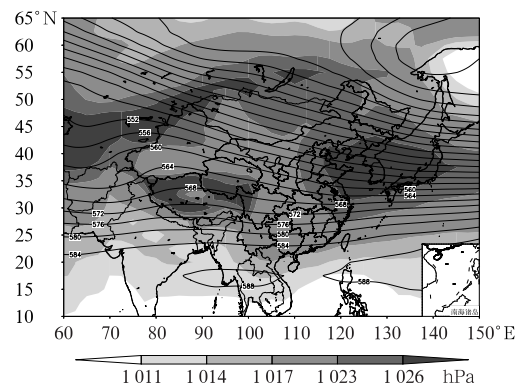


图8 2020年12月20—28日平均500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影)

Fig. 8 Average geopotential height at 500 hPa (isoline, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded) during 20—28 December 2020

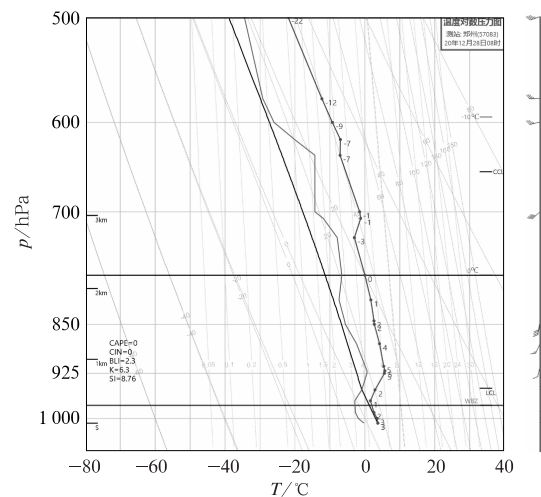


图9 2020年12月28日08时郑州的T-log p图

Fig. 9 T-log p graph of Zhengzhou at 08:00 BT 28 December 2020

气开始影响华北、黄淮一带,大气扩散条件转好,雾-霾过程逐渐结束。

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12月中国气候影响评价[EB/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2020. Assessment of climate impact over China

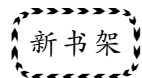
in December 2020[EB/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php.

王继康,桂海林,马学款,2018. 2017 年 12 月大气环流和天气分析[J]. 气象,44(3):463-468. Wang J K, Gui H L, Ma X K, 2018. Analysis of the December 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,44(3):463-468(in Chinese).

徐冉,桂海林,江琪,等,2020. 2019 年 12 月大气环流和天气分析

[J]. 气象,46(3):441-448. Xu R, Gui H L, Jiang Q, et al, 2020. Analysis of the December 2019 atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon,46(3):441-448(in Chinese).

徐冉,张天航,饶晓琴,等,2019. 2018 年 12 月大气环流和天气分析[J]. 气象,45(3):437-444. Xu R, Zhang T H, Rao X Q, et al, 2019. Analysis of the December 2018 atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon,45(3):437-444(in Chinese).



《气候变化与青藏高原大气水分循环》

徐祥德 主编

该书从青藏高原气候变化趋于暖湿化的视角出发,综合论述了气候变化对青藏高原大气水分循环机制产生的重要影响;提出了青藏高原特殊的大气水分循环结构及其概念模型;分析了影响青藏高原大气水分循环变化的驱动和调制因素;剖析了青藏高原水汽输送的变化特征及其对气候变化产生的响应;归纳总结出在气候变暖背景下,青藏高原冰川、湖泊、冻土、湿地对气候变化的响应及其对该地区水资源与生态系统的影响;提出了进行青藏高原多圈层综合观测的设计思路和实施方案,为系统地认识和理解多圈层过程总体效应提供了科学数据。另外,本书还给出了气候变暖背景下青藏高原区域气候和水资源未来趋势预估。在上述综合分析基础上,提出了一系列具有战略性意义的青藏高原气候变化应对决策建议。本书可为青藏高原科学考察和研究提供理论依据,可供大气科学工作者及相关院校师生参考。

16 开 定价:180.00 元

《空气质量和雾霾天气预报方法与应用》

王体健 等著

该书介绍了我国环境气象和化学天气预报问题的特点、空气质量和雾霾天气预报的方法、空气质量模式和预报的发展历程。书中首先重点介绍了以区域大气环境模拟系统 RegAEMS、新一代天气研究预报化学模式 WRF Chem、社区空气质量模式 WRF CMAQ 为基础的空气质量数值预报、空气质量统计预报、空气污染潜势预报、空气质量潜势统计结合预报的方法以及在区域或城市空气质量预报、重大活动环境保障中的应用。其次介绍了提高环境气象和化学天气预报水平的资料同化、集合预报、污染源反演订正、模式输出再统计技术及其在空气质量数值预报中的应用。再次介绍了以 CAMx PSAT/OSAT、CMAQ ISAM 和 RegAEMS-CMB/PMF/APSA 为基础的大气污染来源解析技术、源追踪数值

模型和数学规划模型相结合的区域空气质量达标规划方法以及预报产品展示平台。此外,还介绍了雾天气和沙尘天气的数值预报方法和应用。该书就空气质量和雾霾天气的各种预报方法、模式系统、预报技术和应用实例等方面进行了比较系统详细的介绍,力求为从事环保、气象、民航等相关行业的业务人员提供指导,同时也为科研院所和高等院校的研究人员提供参考。

16 开 定价:180.00 元

《大气辐射学》

陈渭民 王金虎 王震 吴鹏飞 编著

该书共十章,介绍了大气辐射基本知识、辐射在介质中的传输方程、太阳短波辐射、地球长波辐射和大气吸收的计算、球形粒子的光散射、电磁辐射偏振、离散纵标法、二流近似、球谐函数法、蒙特卡洛法等辐射的计算方法,辐射和气候过程。该书可供大气科学各专业师生、气象工作者及相关领域科研工作者参考使用。

16 开 定价:95.00 元

《青藏高原动力气象学(第三版)》

李国平 著

该书简明、系统地总结了青藏高原动力气象学(大气动力学、天气动力学以及与动力学有关的大气热力学)研究的基本问题以及国内外学者对于这些问题的最新研究成果,着重介绍青藏高原大气动力学尤其是高原及邻近地区暴雨动力学、高原动力作用、高原热力作用研究的方法及进展。全书共分十章,内容包括高原大气动力学基础、高原气候与气候变化、高原天气系统、高原动力作用、高原热力作用、高原大气适应理论、高原大气波动理论、高原上的类热带气旋低涡、高原大气低频振荡及高原大气科学研究回顾与展望等。本书可供气象、地理、生态、环境、水文、海洋或其他相关行业的科研、教学和业务人员参考。

16 开 定价:99.00 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