

王继康, 桂海林, 尤媛, 等, 2023. 2022 年 12 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 49(3): 379-384. Wang J K, Gui H L, You Y, et al, 2023. Analysis of the December 2022 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 49(3): 379-384 (in Chinese).

2022 年 12 月大气环流和天气分析*

王继康 桂海林 尤媛 迟茜元

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2022 年 12 月大气环流的主要特征是: 北半球极涡呈偶极型分布, 东亚大槽偏强, 环流形势有利于冷空气活动; 南支槽偏弱, 西太平洋副热带高压偏东, 不利于降水天气的发展。12 月, 全国平均降水量为 7.5 mm, 较常年同期(11.9 mm)偏少 37%; 全国平均气温为 -4.2°C , 较常年同期(-3.0°C)偏低 1.2°C 。月内出现了 4 次冷空气过程, 1 次沙尘天气过程。冷空气活动频繁, 全国大部地区大气扩散条件较好; 11—13 日沙尘天气过程强度强, 发生时间偏晚。

关键词: 大气环流, 冷空气, 沙尘

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2023.021601

Analysis of the December 2022 Atmospheric Circulation and Weather

WANG Jikang GUI Hailin YOU Yuan CHI Xiyuan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in December 2022 are as follow. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The East Asian trough was stronger than in the same period of normal years, which was conducive to the outbreak of cold airs. The southern branch trough was weaker and the western Pacific subtropical high was located more eastward than the normal, which was not good for the formation of precipitation. The monthly mean precipitation over China was 7.5 mm, which is less than normal (11.9 mm) by 37%. The monthly average temperature was -4.2°C , 1.2°C lower than the normal (3.0°C). During this month, cold airs were very active and there occurred four nationwide cold wave processes, so the atmospheric diffusion conditions were good in most regions of China. The sand-dust storm process from 11 to 13 December was stronger and occurred later than in the December of normal years.

Key words: atmospheric circulation, cold wave, sand-dust storm

1 天气概况

1.1 降水

2022 年 12 月, 全国平均降水量为 7.5 mm, 较常年同期(11.9 mm)偏少 37%。从空间分布看, 长

江流域及以南的大部地区、黑龙江东部、新疆北部等地降水量为 10~50 mm, 江南东部降水量为 50~100 mm, 全国其余地区降水量不足 10 mm(图 1)。与常年同期相比(图 2), 黑龙江东部、内蒙古西部、甘肃北部、四川南部、云南东部和北部等地降水量偏多 2 成以上, 其中黑龙江东部、内蒙古西部、云南东部等地偏多 5 成以上, 局地偏多 1~2 倍; 全国其余

* 国家自然科学基金项目(42005095)资助

2023 年 1 月 18 日收稿; 2023 年 2 月 16 日收修定稿

第一作者: 王继康, 主要从事环境气象预报研究. E-mail: wangjk@cma.gov.cn

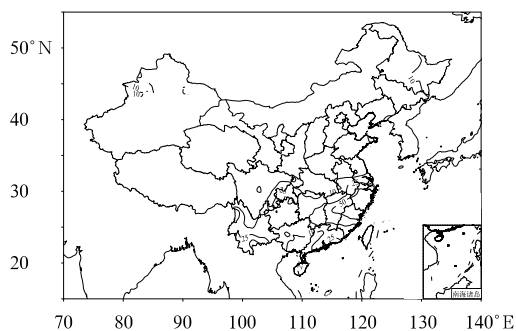


图 1 2022 年 12 月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation in China in December 2022 (unit: mm)

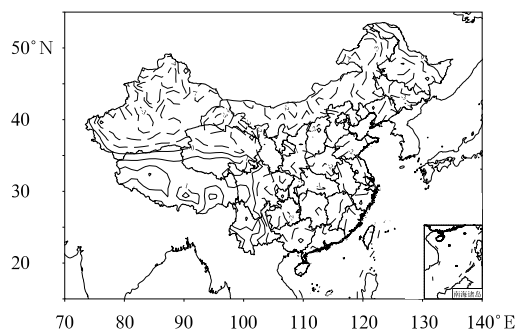


图 3 2022 年 12 月全国气温距平分布(单位:°C)

Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in December 2022 (unit: °C)

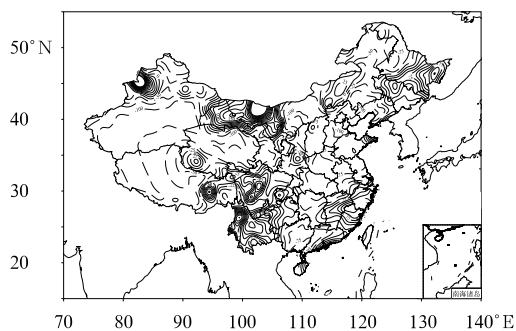


图 2 2022 年 12 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in December 2022 (unit: %)

大部分地区降水量偏少 2~8 成,其中新疆中南部、西藏中西部、西北地区中北部、内蒙古中部、华北大部、华中大部、华东中北部和华南南部等地偏少 8 成至 1 倍(国家气候中心,2023)。

1.2 气温

2022 年 12 月,全国平均气温为 -4.2°C ,较常年同期(-3.0°C)偏低 1.2°C 。由空间分布可见(图 3),除西藏大部、西南地区东部、东北地区北部等地气温接近常年同期或偏高 $0.5\sim 2^{\circ}\text{C}$ 外,全国大部气温较常年同期偏低 $0.5\sim 4^{\circ}\text{C}$,新疆大部、内蒙古中东部、西北地区西北部、东北地区东南部、华北地区中北部、华南地区东部和南部等地偏低 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$,新疆北部偏低 4°C 以上(国家气候中心,2023)。

2 环流特征和演变

2022 年 12 月北半球 500 hPa 平均位势高度场和距平分布(图 4)与常年平均相比有以下特点。

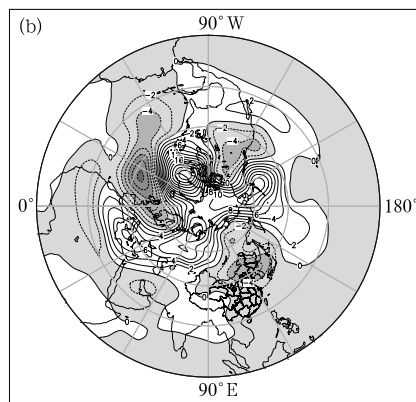
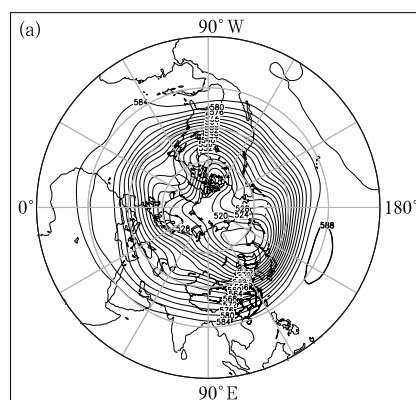


图 4 2022 年 12 月北半球 500 hPa(a)平均位势高度和(b)距平(单位:dagpm)

Fig. 4 (a) Geopotential height at 500 hPa and (b) its anomaly in the Northern Hemisphere in December 2022 (unit: dagpm)

2.1 极涡呈偶极型分布,东亚大槽偏强

2022 年 12 月,北半球极涡呈偶极型分布,极涡中心分别位于加拿大北部的伊丽莎白女王群岛附近和亚洲北部鄂霍次克海以西的俄罗斯远东地区。极涡中心气压值均低于 512 dagpm ,偏于亚洲的极涡

中心较常年同期偏低,可达 -8 dagpm。北半球环流呈三波型,长波槽分别位于美洲中部、欧洲西部及亚洲东部地区。其中东亚大槽较历史同期明显偏强,我国东北、华北等地区均为负距平控制,有利于引导冷空气南下,造成月内影响我国的冷空气势力强,气温低。

2.2 南支槽偏弱和副热带高压偏东

2022年12月,南支槽整体偏弱,副热带高压西伸脊点位于 128°E 附近,相较于常年同期位置偏东,强度偏弱。月内受上述天气系统影响,不利于低纬度地区水汽向我国输送,因此除云贵高原和江南东部等地降水较常年偏多,全国其余大部分地区降水偏少。

2.3 环流演变与我国天气

2022年12月上、中、下旬三个时段欧亚地区500 hPa大气环流发展演变趋势的平均位势高度场如图5所示。总体来看,乌拉尔山附近有高压脊发展,东亚大槽较常年同期偏强,东亚中高纬环流经向度较大,我国东北部为槽区控制,受此影响北方地区冷空气活动频繁,大气扩散条件整体偏好,气温较常年同期明显偏低。低纬地区南支槽偏东,有利于水汽向我国南方地区输送,造成南方部分地区降水偏多。

上旬(图5a),亚洲极涡中心位于鄂霍次克海北部海以北的俄罗斯远东地区,极涡为负距平控制,强度明显偏强。旬内东亚大槽东移,我国北方地区整体处于槽后西北气流控制,多弱冷空气南下影响我国。由于11月末受寒潮天气影响,12月初全国大部地区气温明显偏低,同时12月上旬多弱冷空气活动,导致12月上旬全国范围内气温持续偏低。弱冷空气活动间隙,6—9日,华北南部、黄淮西部、汾渭平原等地出现霾天气,与近年来同期的霾天气过程相比(尤媛等,2022;迟茜元等,2021;徐冉等,2020),影响范围偏小。旬内南支槽整体偏弱。但是,旬初南支槽仍然活跃,同时受冷空气南下影响,1—4日我国南方地区多阴雨天气;5—10日,南支槽西退,南方水汽条件不足,降水稀少。

中旬(图5b),欧亚大陆中高纬环流经向度较上旬增强。乌拉尔山东侧高压脊发展,东亚大槽加深,

我国中东部大部分地区受负距平控制,有利于冷空气南下。11—14日和15—17日分别有两股强冷空气先后影响我国,其中11—13日受冷空气影响,我国西北地区东部、东北、华北等地发生了沙尘天气。南支槽偏西偏弱、水汽输送不足,导致我国降水稀少。

下旬(图5c),欧亚大陆中高纬环流形势较中旬调整较大,极涡移出东亚地区,亚洲中高纬受高压坝控制,环流经向度明显减弱。我国北方地区位于高压脊前部,有利于弱冷空气南下。20—23日和25—27日分别有两次弱冷空气影响我国北方地区。其中,20—23日,东北冷涡发展,东北地区中东部等地出现中到大雪天气。此外,27—31日,冷空气活动减弱,华北南部、黄淮等地霾天气发展。南支槽较中旬东移加深,我国南方地区降水增多,24—25日和27—29日,我国青藏高原东部、西北地区东部、西南地区、黄淮西部、江汉等地出现雨雪天气。

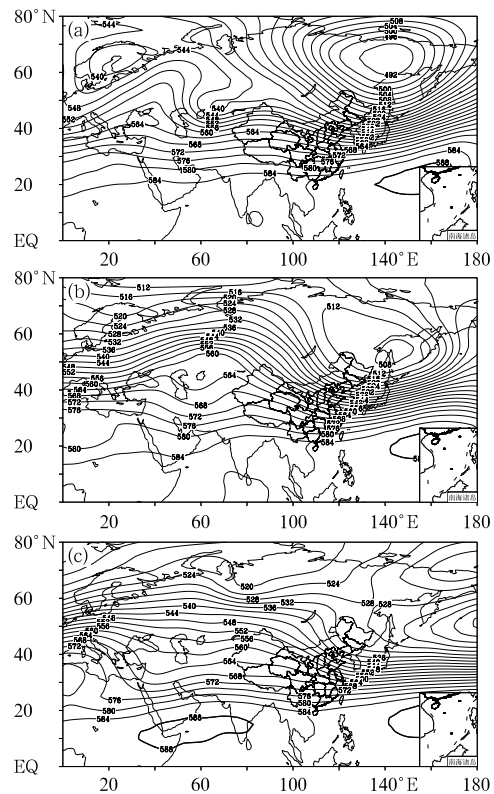


图5 2022年12月(a)上旬、(b)中旬、(c)下旬欧亚500 hPa平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 Eurasia geopotential heights at 500 hPa (unit: dagpm) averaged over the (a) 1st, (b) 2nd and (c) last decades of December 2022

3 冷空气活动

3.1 概况

依据中央气象台冷空气划分标准,12月有3次明显冷空气过程影响我国(表1),均为中等强度冷空气过程。

3.2 16—18日冷空气低温天气过程

16—18日,冷空气从新疆北部开始自西向东影响我国,大部地区出现4~8℃的降温,其中新疆北部、甘肃东部、青海东部、陕西北部、山西西部以及云

南东部等地部分地区降温超过10℃。18日早晨,最低气温0℃线南压至华南北部一带。受冷空气天气影响,15—18日,西北地区、内蒙古、华北及黄淮、江南东部、华南等地出现6~8级大风,局地风力达10~12级。18—21日,江南中东部和南部、华南大部以及四川东部、云南东南部、湖南西北部等地的日最低气温较历史同期偏低5℃以上,其中江南中东部、华南中东部以及四川东部等地的日最低气温较历史同期偏低7℃以上,最低气温0℃线位于广西北部、广东中北部至福建南部一带。另外,内蒙古东北部、黑龙江中部、吉林东部等地的部分地区日最低气温也较历史同期偏低5~7℃,部分地区偏低12℃以上。

表 1 2022 年 12 月主要冷空气过程

Table 1 Main cold air processes in December 2022

冷空气过程	影响区域和冷空气强度	降温幅度	大风、沙尘及降雪天气
10—14日	全国,中等强度冷空气	内蒙古中东部、东北、华北、黄淮、江南中东部、华南西部等地出现4~8℃降温,部分地区局地降幅达10~14℃	青海、宁夏、内蒙古、吉林、辽宁、山西、河南西北部、京津冀、山东半岛等地部分地区出现7~9级阵风,内蒙古中西部等局地阵风达10~12级;西北地区东部、华北、东北地区出现沙尘天气
16—18日	全国,中等强度冷空气	西北地区、华北、黄淮、江淮、江汉、江南等地出现6~10℃降温,新疆北部、甘肃东部、青海东部、陕西北部、山西西部以及云南东部等地部分地区降温超过10℃	西北地区、内蒙古、华北及黄淮、江南东部、华南等地出现6~8级阵风,局地风力达10~12级;甘肃、内蒙古西部、陕西北部、山东半岛等地部分地区出现小到中雪;安徽中北部、江苏中部、川西高原南部、贵州西北部等地部分地区出现降雪、雨或雨夹雪
23—26日	全国,中等强度冷空气	西北地区、东北、华北、江淮等地出现6~8℃降温,局地降幅达10~12℃	西北地区东部、华北北部等地出现6~8级阵风;陕西中南部、河南、山东西部、湖北西部等地出现降雪或雨夹雪

从500 hPa位势高度场和地面气压场的演变(图略)可知,本次冷空气过程为横槽转竖型,冷空气经西北路径影响我国大部地区。12—13日,位于北欧的冷空气分裂,在新地岛以南地区形成小槽,小槽不断东移发展,与此同时乌拉尔山附近高压脊不断东移发展。至14日,乌拉尔山以东地区形成阻塞高压,贝加尔湖以北地区至乌拉尔山形成东北—西南向的长波脊,自新地岛东移的小槽与东亚地区极涡西伸冷空气汇合形成横槽,并南压至蒙古国境内。此时,地面冷高压控制了西西伯利亚以东地区,中心强度达到1050 hPa。15日,横槽分裂冷空气影响我国北方地区,西北地区和华北北部等地出现6~12℃的降温。16—17日,阻塞高压崩溃,横槽转竖(图6),冷空气迅速影响我国大部地区,中东部大部地区降温超过10℃。受冷空气影响,山东半岛出现了冷流降雪;川西高原南部、贵州西北部等地受滇黔静止锋影响出现雨雪天气;但由于700 hPa南支系

统比较平缓,暖湿气流较弱,南方地区降水量级较小。至18日,冷空气影响基本结束,最低气温0℃线南压至广西北部、广东北部一带,南方地区18—21日出现持续低温天气。

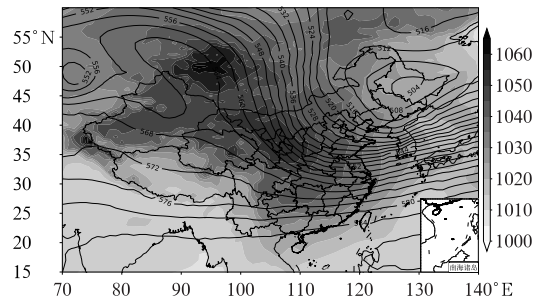


图 6 2022 年 12 月 17 日 08 时 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压(阴影,单位:hPa)

Fig. 6 Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded, unit: hPa) at 08:00 BT 17 December 2022

4 沙尘天气过程

4.1 概况

12月上旬,由于冷空气活动频繁,蒙古国和我国西北部地区降水较常年同期明显偏少,沙源地无明显积雪覆盖,有利于沙尘天气的发生。11—13日,内蒙古大部、甘肃西部和北部、青海西北部和东部、宁夏、陕西中北部、山西、河北、北京、天津、山东、黑龙江西南部、吉林、辽宁、新疆南部等地出现扬沙或浮尘,其中内蒙古中西部出现沙尘暴,局地强沙尘暴(图7)。此次沙尘天气为2010年以来发生最晚的一次沙尘天气过程。根据中央气象台沙尘天气过程划分标准,本沙尘过程为扬沙天气过程。

4.2 11—13日沙尘天气过程

11日,受中亚地区形成短波槽东移影响,冷空气经新疆自西向东影响甘肃中西部、内蒙古西部的沙源地,并伴随出现6~7级大风;同时,极涡西伸的横槽南压至蒙古国境内,在横槽前部的蒙古国境内形成地面低压中心,在低压南部形成等压线密集区域,在蒙古国南部和内蒙古西部的干旱、半干旱地区产生7~8级大风。受两股冷空气影响,11日下午蒙古国南部和甘肃河西两个区域产生了沙尘天气,部分地区出现沙尘暴。其中蒙古国南部和内蒙古西部大部分站点最低能见度低于1 km,出现沙尘暴天气;甘肃河西地区部分站点能见度低至2~4 km,PM₁₀质量浓度超过1000 μg·m⁻³。由于低压前部

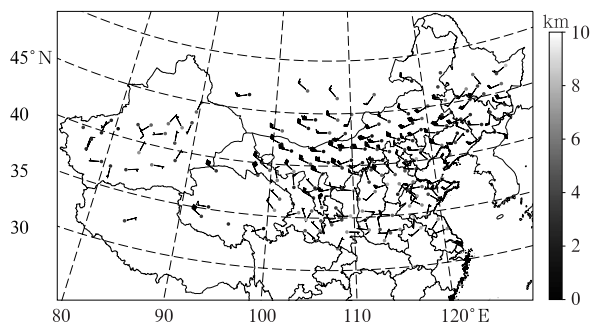


图7 2022年12月11—13日沙尘天气过程影响区域的最低能见度(灰度圆点)和极大风速(风羽)

Fig. 7 The lowest visibility (shaded dot) and the maximum instantaneous wind speed (barb) during the sand and dust storm episode from 11 to 13 December 2022

的气压梯度较地面冷锋产生的气压梯度大,蒙古国南部等地风速明显大于甘肃河西地区,同时蒙古国南部沙源地较甘肃河西地区更易起沙,因此,蒙古国南部及周边地区形成的沙尘天气强于甘肃河西地区。

12日,极地高压与乌拉尔山地区高压合并,东移短波槽与横槽合并加强,随后横槽旋转南下(图8),引导冷空气东移南下,在西北地区东部、华北、东北等地形成7~9级大风,内蒙古东部、东北地区中西部等地形成4~8℃降温,内蒙古东南部局地降温达10~14℃。伴随冷空气东移南下,甘肃河西地区、蒙古国南部和内蒙古中西部的沙尘向下游传输。起源于甘肃河西地区的沙尘随着地面冷锋向东南方向移动,传输至汾渭平原、河南西部等地,多地空气质量恶化,出现明显沙尘污染,PM₁₀质量浓度快速升高,能见度急剧下降,其中西安最低能见度降至3 km,PM₁₀质量浓度超过400 μg·m⁻³。起源于蒙古国南部和内蒙古西部的沙尘天气,经内蒙古中部,在偏西风作用下输送至华北和东北等地,由于沙源地强烈的风蚀起沙和途径内蒙古中部沙源地时沙尘的补充作用,华北和东北地区PM₁₀质量浓度较高、能见度较低,其中北京PM₁₀质量浓度峰值超过1500 μg·m⁻³,最低能见度低至2 km。

13日,两股沙尘在黄淮、江淮一带交汇,造成安徽、江苏和上海等地的PM₁₀质量浓度显著升高。13日夜間,江苏南部、上海等地PM₁₀质量浓度普遍高于200 μg·m⁻³,出现轻度污染。本次冷空气过程主要是横槽旋转南下造成的,因此冷空气主要影响

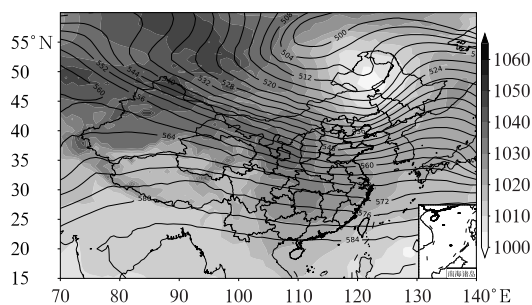


图8 2022年12月12日08时500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压(阴影,单位:hPa)

Fig. 8 Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded, unit: hPa) at 08:00 BT 12 December 2022

我国北方地区,导致西北地区东部、华北和东北地区等地出现大范围沙尘天气,沙尘对黄淮、江淮等地的影响相对较小。14日,我国大部地区沙尘天气得到有效清除,本次沙尘过程结束。

5 降水过程

5.1 概况

12月全国大部地区降水稀少,主要降水时段集中于月初和下旬。其中1—4日,受低空切变和南支槽活动影响,我国南方地区多阴雨天气,但降水强度弱;20—22日,受东北冷涡影响,东北地区、山东半岛等地出现小到中雪,其中,黑龙江东部和山东半岛等地出现大雪,局地出现暴雪或大暴雪;24—25日,受高原槽和南支槽共同影响,青藏高原东部、西北地区东部、黄淮西部、江汉等地出现小到中雪或雨夹雪;27—28日,受冷空气和南支槽影响,青藏高原东部、西南地区东部、江南中西部等地出现小到中雪或雨夹雪,山区局地中到大雪,贵州中西部局地出现冻雨。

5.2 20—22日东北地区降雪过程

20—22日,内蒙古中东部、辽宁中东部、黑龙江、吉林、山东半岛、新疆伊犁河谷和北部、河北西北部、北京西北部、山西北部等地部分地区出现小到中雪,黑龙江东部、山东半岛等地出现大雪,黑龙江佳木斯、双鸭山、鸡西和牡丹江,以及山东威海和烟台等局地出现暴雪或大暴雪。

20日,亚洲中纬度短波槽东移,与位于西伯利亚地区的高空冷涡合并,冷涡系统东移加深,在我国东北地区形成较强的东北冷涡(图9)。冷涡前部,850 hPa偏南向低空急流加强,为东北地区降水提供水汽输送。冷涡后部的冷空气与西南急流交汇形成明显的降雪过程。21日,吉林和黑龙江地区上空850 hPa高度上有明显气旋性低涡环流,气旋前部的偏南风 and 偏东风将日本海的水汽输送至黑龙江东

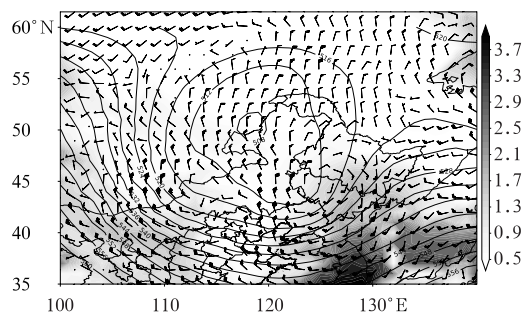


图9 2022年12月21日08时500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa风场(风羽)和湿度场(阴影,单位: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Fig. 9 Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm), wind field (barb) and humidity (shaded, unit: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) at 850 hPa at 08:00 BT 21 December 2022

部,为黑龙江东部的大到暴雪天气提供了有利的水汽条件。22日,降雪中心随冷涡东移,冷涡后部强冷空气南下经过暖湿的渤海海面登陆山东半岛时,造成半岛地区发生明显的冷流降雪天气。23日,随着冷涡移出东北地区,本次降雪过程结束。

参考文献

- 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).
- 国家气候中心,2023. (2023-01-18). 2022年12月中国气候影响评价[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php.
- National Climate Centre, 2023. (2023-01-18). Assessment of climate impact over China in December 2022[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(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).
- 尤媛,马学款,李思腾,等,2022. 2021年12月大气环流和天气分析[J]. 气象,48(3):386-392. You Y, Ma X K, Li S T, et al, 2022. Analysis of the December 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 48(3):386-392(in Chinese).

(本文责编:何晓欢)