

霍达,周宁芳,马殿博,2024. 2023 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象,50(2):257-264. Huo D, Zhou N F, Ma D B, 2024. Analysis of the November 2023 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 50(2):257-264(in Chinese).

2023 年 11 月大气环流和天气分析*

霍 达¹ 周宁芳¹ 马殿博²

1 国家气象中心,北京 100081

2 内蒙古自治区通辽市气象局,通辽 028000

提 要: 2023 年 11 月北半球大气环流的主要特征是:极涡呈多极型分布,与历史同期相比,主体强度显著偏强;中高纬度地区环流形势为“四槽四脊”,亚洲中高纬度地区环流整体呈西高东低型,但东亚大槽偏弱;副热带高压强度显著偏强。11 月全国平均气温较常年同期(3.3℃)偏高 0.5℃。全国平均降水量较常年同期(20.2 mm)偏多 9%,降水显著偏多地区主要在内蒙古、东北地区、华北南部和黄淮北部,东北部分地区降水量突破历史同期极大值。月内冷空气活动较为频繁,大气扩散条件整体较好,中东部等地较少出现雾和霾天气。月内出现了 2 次北方型寒潮天气过程。

关键词: 大气环流,副热带高压,寒潮,降水

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2024.011601

Analysis of the November 2023 Atmospheric Circulation and Weather

HUO Da¹ ZHOU Ningfang¹ MA Dianbo²

1 National Meteorological Centre, Beijing 100081

2 Tongliao Meteorological Office of Inner Mongolia, Tongliao 028000

Abstract: The main characteristics of the general circulation of atmosphere in November 2023 are as follows. There were three polar vortex centers in the Northern Hemisphere, and the intensity of polar vortices was significantly stronger than normal. The mid-high latitude circulation was distributed in the pattern of four troughs and four ridges. The mid-high latitude circulation in Asia was in the west-high and east-low pattern overall, but the East Asian trough was weaker than that in the same period of normal year, and the western Pacific subtropical high was stronger. In November, the national monthly mean temperature was 0.5℃ higher than usual (3.3℃) and the national monthly mean precipitation increased by 9% relative to normal (20.2 mm). The regions having received much more precipitation included Inner Mongolia, North-east China, southern part of North China and northern part of Huanghuai Area, Especially, some parts of Northeast China saw the precipitation surpass the recorded maximum value for the same time period. During this month, cold airs were more active and frequent, making the atmospheric dispersion conditions improved overall with less fog-haze weather seen in the central and eastern parts of China. In addition, two cold wave processes occurred in the northern part of China.

Key words: atmospheric circulation, subtropical high, cold wave, precipitation

* 国家重点研发计划(2022YFC3090602)资助

2024 年 1 月 8 日收稿; 2024 年 1 月 16 日收修定稿

第一作者:霍达,主要从事全球短中期降水预报技术研发工作. E-mail:arsrosicky7@qq.com

1 天气概况

1.1 降水

2023 年 11 月,全国平均降水量为 22.1 mm,比常年同期(20.2 mm)偏多 9%(国家气候中心,2023)。2023 年 11 月全国降水量分布(图 1)显示,降水量在 10 mm 以上的区域普遍集中在我国中东部大部地区以及新疆北部,其中,东北地区中东部、黄淮北部、江汉大部、江南、西南地区东部和华南西部等地的部分地区月降水量超过 50 mm,江西中部偏北地区、湖南中部、重庆东北部、海南岛等地月降水量为 100~250 mm,海南岛东北部局地超过 250 mm。位于内蒙古东北部和东北地区的部分站点累计降水量突破了历史同期极值。

与常年同期相比(图 2),内蒙古大部、东北地区、华北南部、黄淮北部、云南西部等地 11 月降水量偏多 1~2 倍,东北部分地区偏多 3 倍以上。另外,四川中南部、江汉、江南中部等地也较常年同期略偏多,我国其余大部地区降水量偏少了 5~8 成,局地偏少 8 成以上。

1.2 气温

2023 年 11 月,全国平均气温为 3.8℃,较常年同期(3.3℃)偏高 0.5℃,偏高幅度明显,云南平均气温为历史同期第三高(国家气候中心,2023)。除内蒙古中东部、东北地区、华北中北部等地的月平均气温较常年同期偏低 1~3℃外,全国大部地区月平

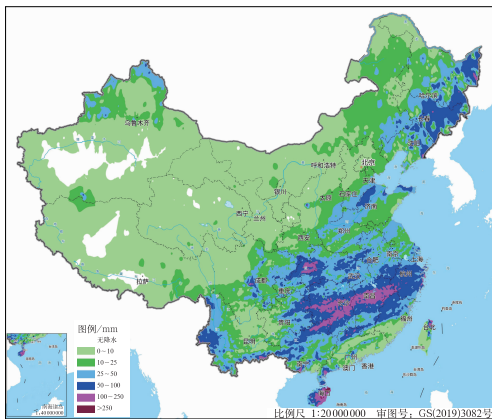


图 1 2023 年 11 月全国降水量分布
Fig. 1 Distribution of precipitation over
China in November 2023

均气温接近常年同期或偏高(图 3),其中,河南东部、江西大部、湖南、贵州、四川盆地、云南中东部和西南部、广西北部、青海东北部以及新疆等地较常年同期偏高 1~2℃,贵州中西部和新疆北部偏高 2~4℃。

2 环流特征与演变

2.1 环流特征

如图 4a 所示,2023 年 11 月北半球 500 hPa 极涡呈单极型,较常年略偏强。环绕极涡在高纬度地区存在 3 个分裂的低涡槽区,其中 1 个低涡位于新地岛以东洋面上空,低涡中心强度达 508 dagpm,较常年偏低(-8 dagpm,图 4b);另外 2 个分别位于鄂

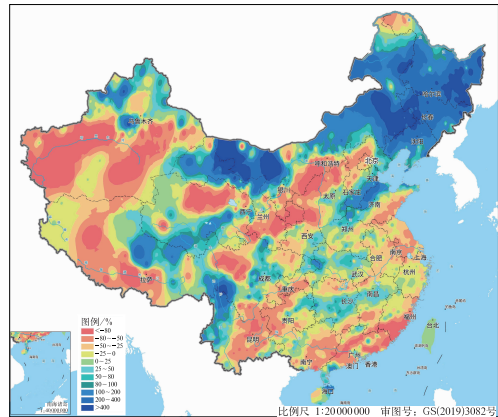


图 2 2023 年 11 月全国降水量距平百分率分布
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly
percentage over China in November 2023

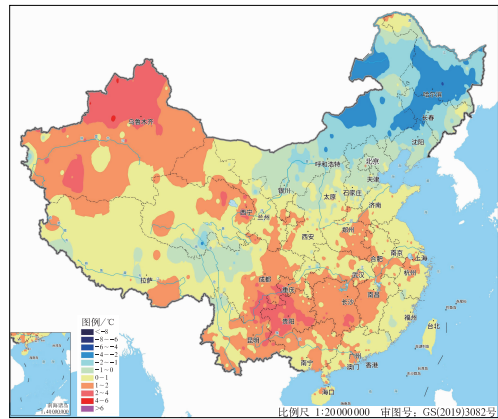


图 3 2023 年 11 月全国平均气温距平分布
Fig. 3 Distribution of mean temperature
anomaly over China in November 2023

霍次克海以及加拿大巴芬岛上空。北半球中高纬度环流呈现“四槽四脊”的多波形分布,长波槽分别位于北美洲东部、欧洲东部、东北亚地区和太平洋中部。同时,东亚大槽和太平洋的槽偏弱,亚洲中高纬度地区环流经向度也较小,二者共同造成了影响我国的冷空气强度明显偏弱,从而导致我国 11 月平均气温较常年同期偏高。同时,由于东北亚低涡的存在,东北地区多短波槽活动,使得内蒙古中东部和东北地区气温偏低。

11 月,孟加拉湾上空环流较为平直且为正距平所控制,不利于南支槽加深,使来自孟加拉湾和印度洋的暖湿气流输送偏弱。此外,西太平洋副热带高压呈带状分布,具有面积大、强度较常年同期明显偏强的特征(迟茜元等,2023;谢超等,2022;南洋等,2021;张天航等,2020),588 dagpm 线与阿拉伯海副热带高压贯通连接,两者共同导致了我国南方地区相较于常年同期气温偏高、降水偏少。

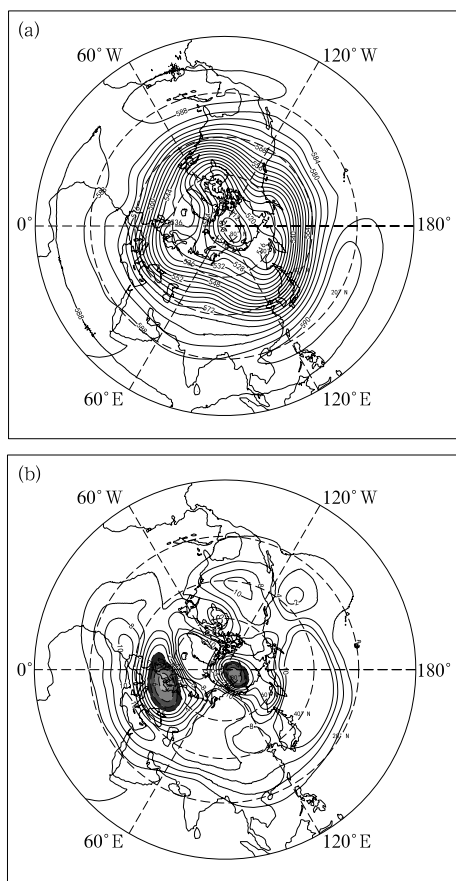


图4 2023 年 11 月北半球 500 hPa(a)平均位势高度场和(b)距平(单位:dagpm)

Fig. 4 (a) Monthly mean geopotential height and (b) anomaly (unit: dagpm) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in November 2023

2.2 环流演变与我国天气

图 5 为 2023 年 11 月亚欧大陆上旬、中旬、下旬的 500 hPa 平均环流形势场。上旬(图 5a),亚欧中高纬度地区环流呈现“两槽一脊”型,西欧至地中海西部、鄂霍次克海西部至我国黄淮以北分别存在明显的高空槽区,而西西伯利亚至中亚地区存在较强的高压脊,除内蒙古以及东北地区外,我国大部地区处于正位势高度距平区。在这种西高东低的环流背景下,影响我国的冷空气强度逐步增强,但影响范围偏北。月初时,大气扩散条件明显偏差,10 月 28 日至 11 月 2 日,中东部大部地区和西南地区东部等地出现了 1 次持续性雾-霾天气过程。11 月 4—7 日,有 1 次寒潮天气影响我国大部,除西南地区东部和南部、江南南部、华南等地外,全国其他大部地区出现 8~16℃降温,局地降温幅度超过 16℃。新疆阿勒泰地区、内蒙古中东部、东北地区以及华北北部出现降雪天气过程,总体以小到中雪为主,内蒙古东南部、黑龙江、吉林中西部有大到暴雪,局地有大暴雪。同

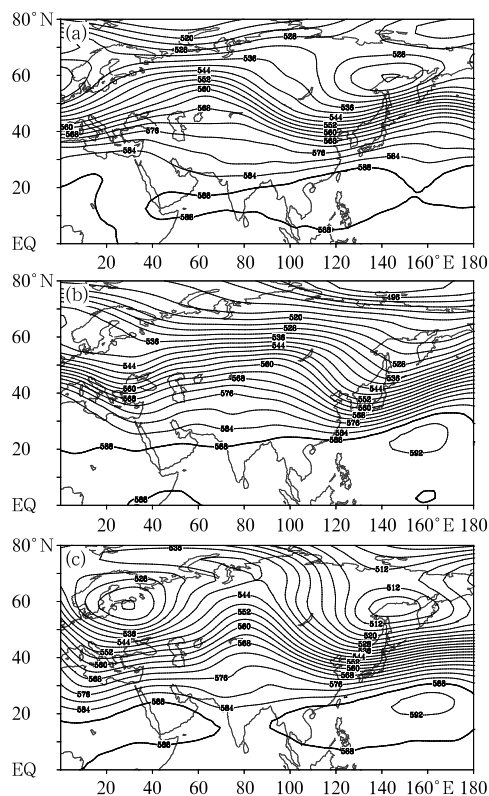


图5 2023 年 11 月(a)上旬、(b)中旬、(c)下旬 500 hPa 平均位势高度场(单位:dagpm)

Fig. 5 500 hPa mean geopotential height field (unit: dagpm) for the (a) first, (b) middle and (c) last decades of November 2023

时,由于孟加拉湾 500 hPa 位势高度场为正距平所控制,副高强度偏强、位置较常年同期偏北,且 588 da-gpm 线西伸、明显与阿拉伯海副热带高压贯通,不利于热带低纬度水汽输送至我国,这导致我国南方地区降水偏少。

中旬(图 5b),亚欧大陆中高纬度地区维持“两槽一脊”环流型,但槽脊位置和强度分别较上旬发生较为明显的变化。具体表现为,上旬位于西欧至地中海西部的高空槽进一步加深,并向东移动到东欧平原至地中海东部,另一个东亚高空槽略有减弱并东移到鄂霍次克海东部至日本海上空,西西伯利亚上空高压脊区东移至蒙古国和我国北方地区。在中高纬度环流演变过程中,中旬先后有 2 次(11—13 日、15—17 日)较强冷空气活动,因此中东部气温较常年偏低了 1~3℃。15—17 日冷空气过程中,西北地区中东部、内蒙古、东北地区出现降雪天气过程,其中,黑龙江、吉林等地累计降雪量达到暴雪量级,黑龙江东部局地大暴雪到特大暴雪。此外,副高西端位置相较上旬有所南落,强度略有加强,且高原槽和南支系统强度不强但比较活跃,因此西南暖湿气流有所加强,造成云南中西部等地多降水天气。

下旬(图 5c),欧亚环流经向度加大,东欧平原至地中海东部高空槽加深为低涡,鄂霍次克海东部上空低槽加深为低涡,北支锋区南压至我国江淮一

带,乌拉尔山以西的高压脊明显加强。因此旬内影响我国的 2 次冷空气活动(21—24 日、26—28 日)强度明显偏强,其中,21—24 日,寒潮天气自西向东影响我国长江中下游以北地区,具有降温幅度大、综合强度强等特点,内蒙古东部、黑龙江中东部、吉林长白山区等地出现了明显的降雪过程,部分地区累计降雪量达到暴雪量级,局地有大暴雪;另外,内蒙古东部、黑龙江和吉林等地出现了雨雪相态转换,部分站点累计降水量突破历史同期极值。此外,副高位置相较中旬继续南落西伸,同时孟加拉湾水汽输送的条件差,我国南方大部地区降水较常年偏少 8 成以上(图略)。

3 冷空气活动

3.1 概 况

2023 年 11 月共有 5 次冷空气过程影响我国,与近 3 年同期相比(迟茜元等,2023;谢超等,2022;南洋等,2021),冷空气活动频次较常年同期(3.3 次)明显偏多,但过程强度相对偏弱。5 次冷空气过程分别发生在 4—7 日、11—13 日、15—17 日、21—24 日和 26—28 日,其中 4—7 日和 21—24 日冷空气过程为北方寒潮,影响长江以北大部地区(表 1)。

表 1 2023 年 11 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air process in November 2023

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
4—7 日	寒潮	新疆北部、西北地区中东部及我国中东部大部地区出现 6~10℃降温,新疆北部、西北地区东部、内蒙古西部、东北地区中南部、黄淮东部、江淮、江南东北部等地降幅达 12~14℃,吉林中部降幅超过 16℃	长江中下游以北地区出现 4~6 级风,阵风 7~9 级,局地 10 级以上;中东部地区出现小到中雨(雪)或雨夹雪,其中,内蒙古东南部、吉林中西部、黑龙江中东部等地有大到暴雪,局地大暴雪;辽宁东部、吉林东部、黑龙江东南部、黄淮、江淮、江汉、江南西部和北部等地出现中到大雨,局地暴雨,部分站点累计降水量突破历史同期极值
11—13 日	较强冷空气	中东部地区出现 6~10℃降温,广西、贵州南部等地部分地区降幅 10℃以上,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,局地达 9 级;江汉、江南、华南、西南地区等地出现小到中雨,贵州东南部、湖南西部、福建西北部等地局地出现大雨
15—17 日	较强冷空气	西北地区中东部、西南地区东部和南部、中东部大部出现 4~6℃降温,局地降幅达 8℃以上	新疆东部和南疆盆地、甘肃北部、青海、内蒙古、华北大部、黄淮大部、江淮东部等地部分地区出现 5~7 级风、阵风 8~9 级;西北地区中东部、内蒙古、东北地区等地部分地区出现小到中雪或雨夹雪,黑龙江中东部、吉林东部部分地区出现大到暴雪,局地大暴雪
21—24 日	寒潮	长江中下游及以北地区出现 6~10℃降温,其中,内蒙古、东北地区、华北西部和北部、黄淮东部等地降幅达 12~16℃,内蒙古中东部、东北地区东部等地部分地区降幅达 18~23℃	长江中下游以北地区出现 4~6 级风,阵风 7~8 级,局地达 9 级;内蒙古东部、黑龙江中东部、吉林长白山区等地的部分地区出现大到暴雪,局地大暴雪,累计降雪量为 8~20 mm,局地达 20~30 mm,吉林中部、黑龙江东南部等局地出现冻雨,部分站点累计降水量突破历史同期极值
26—28 日	较强冷空气	长江以北大部地区出现 4~6℃降温,内蒙古中东部、东北地区东南部等地的部分地区降幅达 8~12℃	西北地区东部、内蒙古、华北等地部分地区出现 4~6 级偏北风,阵风 8~9 级;辽宁东北部、吉林中东部、黑龙江东部等地部分地区出现中到大雪

3.2 21—24日寒潮过程分析

2023年11月21—24日我国自西向东经历了一次寒潮天气过程,造成的影响详见表1。本次寒潮过程降温剧烈,内蒙古、陕西北部、山西、京津冀、山东、吉林、辽宁、黑龙江等地平均气温降幅为 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$,局地达到 $18\sim 23^{\circ}\text{C}$,内蒙古察右后旗、河北张北、北京顺义等10个站最低气温达到或超过历史同期极值(图6)。冷暖空气剧烈交汇,给我国东北地区和内蒙古东部等地带来强降雨雪天气,内蒙古东部、黑龙江中东部、吉林长白山区等地部分地区出现大到暴雪天气,局地有大暴雪,累计降雪量为 $8\sim 20\text{ mm}$,局地达 $20\sim 30\text{ mm}$,黑龙江省超过20个站积雪深度超过 29 cm ,其中黑龙江依兰站最大积雪深度为 51 cm ;吉林中部、黑龙江东南部等局地出现冻雨;黑龙江尚志(27.3 mm)、辽宁舒兰(23.8 mm)、辽宁宽甸(23.9 mm)等56个站累计降水量突破历史同期极值。

由500 hPa位势高度场和海平面气压场的演变可以看出,此次寒潮过程中,500 hPa高空槽东移过程中不断分裂,引导新地岛以东洋面的冷气团经由西西伯利亚、蒙古高原进入我国境内。21日前,亚洲中高纬度西高东低的形势场已基本建立,但锋区位置偏北。随着乌拉尔山高压脊强烈发展,脊前的低槽东移并进一步加深。

21日08时,高空槽位于中西伯利亚西部、贝加尔湖西侧至阿尔泰山脉以北一带,地面冷高压中心

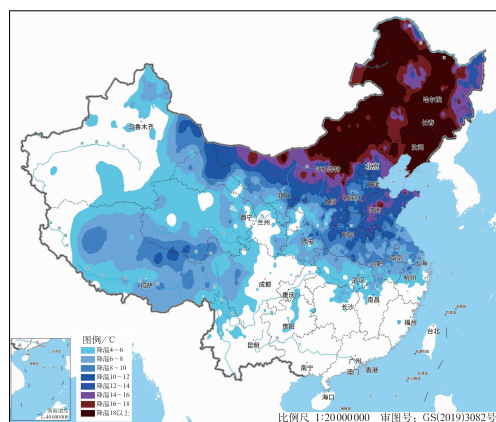


图6 2023年11月21日08时至25日08时最低气温最大降温幅度

Fig. 6 Maximum decrease range of minimum temperature from 08:00 BT 21 to 08:00 BT 25 November 2023

位于西西伯利亚南部地区,中心强度为1040 hPa,地面冷锋前沿开始进入新疆阿勒泰地区。21日20时500 hPa位势高度场(图7)显示,高空低槽进一步东移南压,地面冷高压主体依旧停留在西西伯利亚南部一带,但主体强度较08时有所加强,中心强度增强至1047.5 hPa,同时地面冷锋前沿影响新疆沿天山一带。

22日08时,500 hPa位势高度场显示,高空槽移动至中西伯利亚西南部、贝加尔湖至蒙古高原西部一带,槽后强盛的西北气流进一步引导冷空气南下。同时,地面冷高压表现出向东发展的态势,主体已移动至中西伯利亚南部至贝加尔湖西侧一带,中心强度增强至1050 hPa,地面冷锋西段到达新疆南部—甘肃河西—内蒙古西部一带,东段冷锋开始影响内蒙古东北部和黑龙江西北部,给上述地区带来大风降温及降雪天气。至22日20时,配合高空槽主体进一步东移南下(图8),地面冷锋有所前推,西

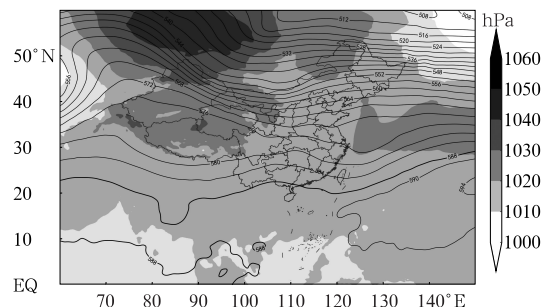


图7 2023年11月21日20时500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影)

Fig. 7 Geopotential height field at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded) at 20:00 BT 21 November 2023

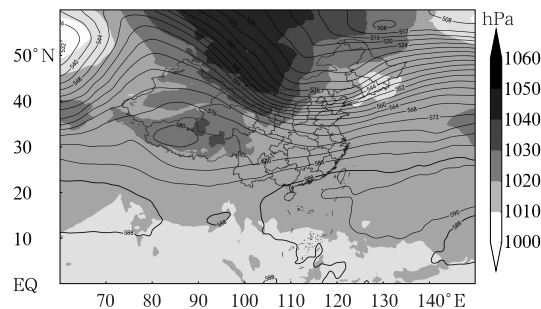


图8 2023年11月22日20时500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影)

Fig. 8 Geopotential height field at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded) at 20:00 BT 22 November 2023

段前锋移动至内蒙古河套地区以东、陕西北部、山西西北部一线,给西北地区中东部、内蒙古中西部、山西等地带来 7~8 级的阵风,青海东北部、内蒙古中部局地阵风风力达到 10~11 级。冷锋东段较 08 时继续向东南方向移动,同时,北支锋区斜压性强,配合低空急流强盛发展,给内蒙古东部、东北地区等地部分地区带来较强的雨雪天气,其中,黑龙江南部、吉林北部出现大到暴雪,局地大暴雪;辽宁北部出现小到中雨。

23 日 08 时冷空气已移动至黑龙江西部、内蒙古东部至黄淮东部一带,不断补充南下。地面冷高压主体分裂,分裂出来的南部冷高压东移南下至蒙古国中部和我国内蒙古中部交界处,中心强度继续加强,达 1052.5 hPa,地面冷锋西段前沿已到达华北中南部、黄淮等地,给上述地区及其以北地区带来大风、降温天气。23 日 20 时(图 9),高空槽后强烈的冷平流作用使得高空槽向南加深并移至华东沿海地区,进一步引导冷空气向南爆发,冷锋东段前沿到达东北地区中东部至山东半岛一带,受冷流与渤海水汽影响,山东半岛北部出现了小到中雪,局地大到暴雪,最大降雪量为 16.9 mm;冷锋西段则到达长江中下游一带,江淮、江汉等地出现降温天气,并伴有 7 级以上阵风。

24 日 08 时,高空槽北段移至黑龙江中东部至朝鲜半岛一带,南段已移入东海,地面冷高压移动至内蒙古东南部、河北西北部一带,地面冷锋前沿到达江南南部,仍有补充冷空气继续影响我国中东部大部地区。24 日晚,随着高空槽北段移出我国境内,地面冷高压强度逐渐减弱,寒潮天气过程趋于结束。

4 主要降水过程

4.1 概 况

2023 年 11 月共出现 5 次较大范围雨雪天气过程,但降水区域重叠性高,降水主要集中发生在内蒙古、东北地区、黄淮等地,上述地区降水量较常年偏多 1~2 倍,局地偏多 2 倍以上,全国平均降水量总体偏少。1—2 日,新疆北部、内蒙古东北部及黑龙江等地出现小到中雪过程,部分地区大到暴雪,新疆阿勒泰地区局地出现大暴雪。4—6 日寒潮影响期间,黄淮东部、江淮、江汉、江南北部、西南地区东部、辽宁东部等地出现中到大雨过程,局地达到暴雨以上量级,内蒙古东南部、华北北部、东北地区出现中到大雪或雨夹雪(雨转雪天气),辽宁北部、吉林中西

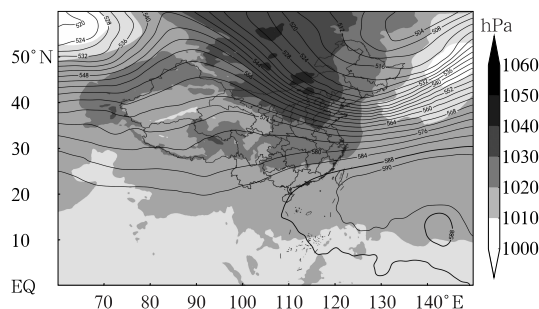


图 9 2023 年 11 月 23 日 20 时 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影)

Fig. 9 Geopotential height field at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded) at 20:00 BT 23 November 2023

部、黑龙江中东部出现暴雪到大暴雪,黑龙江东北部有特大暴雪,黑龙江穆棱(76 mm)等 227 个站点过程累计降水量达到或超过历史同期极值,吉林中部、黑龙江东南部等局地出现冻雨。8—9 日,新疆西部、内蒙古东部及东北地区出现小到中雪,吉林中部和黑龙江中东部等地出现大到暴雪过程。16—17 日,内蒙古东部、东北地区出现小到中雪,吉林中东部、黑龙江中东部出现大到暴雪,局地大暴雪。21—22 日寒潮影响期间,内蒙古中东部、东北地区、山东半岛出现小到中雪或雨夹雪,内蒙古东南部、黑龙江中东部、吉林中部和长白山区、山东半岛北部出现大到暴雪,局地大暴雪,吉林中部、黑龙江东南部等局地出现冻雨。

4.2 11 月 4—6 日我国中东部地区降水天气过程分析

11 月 4—6 日,我国出现了入冬以来的首次寒潮天气,伴随寒潮冷空气,中东部大部地区出现了一次大范围降水天气过程。降水主要集中在西南地区东部至黄淮南部一带和东北地区,东北地区降水具有明显的极端性特征,降水相态多样复杂。下面将分区域分别进行讨论。

西南地区东部至黄淮南部一带的主要降水时段为 4—5 日。4 日白天(图 10a),500 hPa 高空槽在东移南下过程中不断加深为低涡,并引导冷空气南下,地面冷锋到达内蒙古西部、甘肃河西一带。同时,高原槽和弱的南支波动叠加东移,与副热带高压外围的暖湿气流交汇,体现在 850 hPa 风场上,在西南地区东部至黄淮南部一带形成明显切变线。从水汽条件上来看,850 hPa 以及 700 hPa 上都存在强大的西南急流,来自孟加拉湾的水汽不断输送至西南地区

东部至黄淮南部一线,上述地区在 850 hPa 上比湿普遍有 $6 \sim 12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,整层可降水量也在 $30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上。以上是导致西南地区东部至黄淮南部一带部分地区出现中到大雨的主要原因。至 5 日 08 时(图 10b),地面冷锋已到达内蒙古东南部、华北北部、西北地区东南部和西南地区东部一带。强冷空气与暖空气在此交汇,配合低层西南暖湿急流,暖空气抬升强烈,同时 850 hPa 比湿达到 $8 \sim 12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,因而江淮南部和东部地区也同时伴有明显的对流性降水,降水中心为 850 hPa 切变线南侧的西南急流出口区。5—6 日早晨,江汉东部、江淮大部、江南东北部以及黄淮东部等地部分地区出现中到大雨,安徽凤阳(60.2 mm)等地出现暴雨。6 日白天,伴随高空槽东移南下至黄淮东部、江南东部一带,江淮地区高层主要受到偏西冷平流控制,低层 850 hPa 也由西南风转为槽后西北风控制,降水天气趋于结束。

东北地区的主要降水时段为 5—6 日。5 日 08 时(图 10b),受高空低涡低槽东移下摆影响,内蒙古

中东部和东北地区环流经向度加强,低层 850 hPa 低涡前部西南急流加强,不断将来自黄海的水汽传输至东北地区 and 内蒙古东南部,造成水汽异常充沛,整层可降水量达到 $15 \sim 25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。此外,由于上述地区前期温度偏高,伴随冷空气东移南下,850 hPa 的 -4°C 线随之东移南压,因此存在较为复杂的雨雪相态转换。5 日至 6 日早晨,内蒙古东部、黑龙江大部、吉林西部、辽宁西部、河北北部出现小到中雪、雨转雪或雨夹雪天气,其中,内蒙古东南部、黑龙江东部和南部出现大到暴雪;吉林中东部、辽宁中东部出现中到大雨,辽宁辽阳(58.1 mm)、海城(53.2 mm)等地出现暴雨。

6 日 08 时(图 10c),随着高空低涡低槽继续东移加深,低层 850 hPa 低涡随之加深,外围急流显著加强,最大风速达 $20 \sim 28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,斜压性特征显著。从水汽条件来看,低层水汽输送通道完全打开,南部海域的水汽源源不断地输送至东北地区东部,并通过低涡外围环流输送至内蒙古东南部内陆地

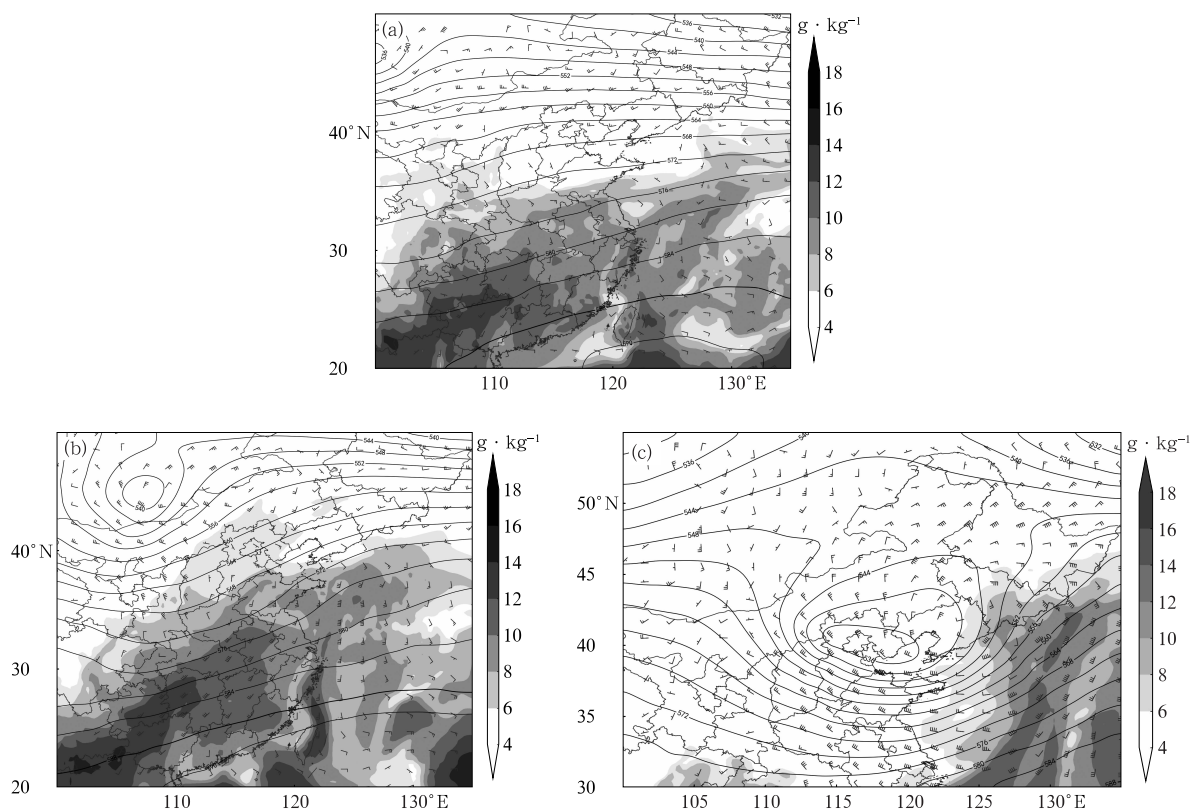


图 10 2023 年 11 月(a)4 日 08 时,(b)5 日 08 时和(c)6 日 08 时 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa 风场(风羽)和比湿(阴影)

Fig. 10 Geopotential height field at 500 hPa (contour, unit: dagpm), 850 hPa wind field (barb), and specific humidity (shaded) at (a) 08:00 BT 4, (b) 08:00 BT 5 and (c) 08:00 BT 6 November 2023

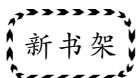
区。此外,伴随冷空气继续东移南下,850 hPa 的 -4°C 线推进至黑龙江东南部、吉林中部和辽宁东部一带。6—7 日早晨,内蒙古东南部、东北地区大部出现中到大雪、雨转雪或雨夹雪天气,其中,内蒙古东南部、黑龙江中部和南部、吉林中西部、辽宁北部出现暴雪到大暴雪,局地特大暴雪;吉林中部偏北地区、黑龙江东南部出现冻雨。7 日中午前后,随着高空低涡低槽移出我国境内,冷高压强度逐渐减弱,寒潮天气过程趋于结束。东北地区主要受槽后冷平流控制,降水天气趋于结束。

致谢:感谢国家气象中心王韞喆为本文提供月降水量、降水距平百分率和温度距平资料。

参考文献

- 迟茜元,桂海林,王继康,等,2023. 2022 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象,49(2):249-256. Chi X Y, Gui H L, Wang J K, et al,2023. Analysis of November 2022 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,49(2):249-256(in Chinese).
- 国家气候中心,2023. 2023 年 11 月中国气候影响评价[EB/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2023. Assessment of climate impact over China in November 2023[EB/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php (in Chinese).
- 南洋,饶晓琴,尤媛,等,2021. 2020 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象,47(2):253-260. Nan Y, Rao X Q, You Y, et al,2021. Analysis of November 2020 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,47(2):253-260(in Chinese).
- 谢超,饶晓琴,尤媛,2022. 2021 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象,48(2):254-260. Xie C, Rao X Q, You Y,2022. Analysis of November 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,48(2):254-260(in Chinese).
- 张天航,徐冉,桂海林,2020. 2019 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象,46(2):283-288. Zhang T H, Xu R, Gui H L,2020. Analysis of November 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,46(2):283-288(in Chinese).

(本文责编:侯翠梅)



《全球数值天气预报谱模式技术》

吴建平 等著

该书系统介绍了作者近年来在全球数值天气预报谱模式 YHGSM 上的最新研究成果,主要内容包括:基于气压混合垂直坐标的全球大气模式控制方程组,及其在采用静力与非静力平衡、干空气与全空气质量守恒、浅薄与深厚大气等情形下的表现形式;全球谱模式时空离散计算,与针对非静力谱模式的垂直方向高精度混合离散;尺度敏感的积云对流参数化、土壤水平平衡过程参数化与海表动力学粗糙度参数化;球谱函数变换高效数值算法及其稳定型变种;全球谱模式并行计算框架、三维数组重分布与半拉格朗日方案并行算法优化、水平导数从谱空间到格点空间的迁移;基于机器学习的数值预报产品偏差订正与台风强度智能预报等。该书可供数值天气预报、地球系统模式等领域科研人员进行数值模拟技术、高效数值计算技术研究时进行参考,也可以作为高校教师、研究生与高年级大学生进行数值天气预报知识学习时的参考书。

16 开 定价:198.00 元

《溯源式空气质量模型的原理与应用》

胡建林 应琦 张宏亮 编著

颗粒物污染是我国目前最主要的大气环境问题,对其来源的准确解析是制定有效的颗粒物污染防治政策的基础。该书围绕溯源式空气质量模型用于颗粒物来源解析的原理及其在我国颗粒物来源解析中的应用展开,主要内容包括:溯源式空气质量模型对一次颗粒物、二次无机、二次有机以及微量金属组分的行业来源解析,对区域输送贡献和我国重点城市颗粒物的来源解析,以及对大气硫氮沉降和能见度下降的来源解析。该书还介绍了溯源式空气质量模型的原理及其在我国大气颗粒物来源解析研究中的多个应用案例,可作为环境科学与工程专业学生和科研人员、环境领域科研和管理机构的专业人员的参考资料,为我国大气颗粒物的来源解析研究工作提供参考和借鉴。

16 开 定价:80.00 元