

赵隽莹,饶晓琴,2026. 2025 年 11 月大气环流和天气分析——下半年首个全国性寒潮影响范围广[J]. 气象,52(2):247-256.
Zhao J Y,Rao X Q,2026. Analysis of the November 2025 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,52(2):247-256
(in Chinese).

2025 年 11 月大气环流和天气分析 ——下半年首个全国性寒潮影响范围广*

赵隽莹 饶晓琴

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2025 年 11 月,北半球极涡呈单极型且偏居东半球,欧亚中高纬环流为纬向多波型,乌拉尔山阻塞高压偏强,西太平洋副热带高压偏西、偏强,西北太平洋秋季台风活跃,有 3 个生成,其中 1 个登陆我国,较常年同期偏多。全国平均降水量为 20 mm,接近常年同期(20.2 mm),其中云南、贵州、湖南、海南等地月降水量超过 100 mm,较常年同期偏多 0.5~2 倍。全国平均气温为 4.2℃,较常年同期(3.3℃)偏高 0.9℃,东北地区、华北地区、黄淮等地偏高 1~4℃,辽宁和河北平均气温为历史同期第二高。月内出现 3 次冷空气过程,其中 17—19 日为下半年首个全国性寒潮过程,陕西南部、湖北西部、安徽南部等地降温达 12~14℃。月内出现 2 次沙尘天气过程,较 2000—2024 年同期偏多 1.4 次。全国大气扩散条件总体良好,上旬东北地区、华北地区出现 1 次雾-霾天气过程;中东部出现 3 天大雾天气,北京、天津、河北、山东、河南、安徽、江苏、湖北等 8 个省份出现能见度不足 50 m 的特强浓雾,致多条高速公路封闭和轮渡停航。

关键词: 大气环流,秋季台风,寒潮,沙尘,大雾

中图分类号: P448,P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2026.012701

Analysis of the November 2025 Atmospheric Circulation and Weather

ZHAO Junying RAO Xiaoqin

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: In November 2025, the Northern Hemisphere polar vortex exhibited a monopolar pattern that biased towards the Eastern Hemisphere, while the atmospheric circulation in the Eurasian mid-to-high latitudes was characterized by a zonal multi-wave structure. A strengthened Ural blocking high, combined with a westward-extending and intensified subtropical high, facilitated the generation of active autumn typhoons in the Northwest Pacific, where three typhoons formed, with one of them making landfall in China, the two figures both exceeded the climatological average. The national average precipitation in November 2025 was 20 mm, comparable to the historical average of 20.2 mm. Notably, the monthly precipitation in Yunnan, Guizhou, Hunan and Hainan was more than 100 mm, representing a positive anomaly of 0.5 to 2 times the historical average. The national average temperature reached 4.2℃, 0.9℃ above the normal (3.3℃). Moreover, significant warm anomalies of 1—4℃ were observed in Northeast China, North China and the Huanghuai Region, with Liaoning and Hebei experiencing the second-highest average temperatures for this period in history. During this month, three cold air events occurred, including the nationwide cold wave from 17 to 19 November, which was the first cold wave event in the second half of

* 国家重点研发计划(2021YFC3000905)和国家气象中心青年基金项目(Q202410)共同资助

2026 年 1 月 17 日收稿; 2026 年 1 月 27 日收修定稿

第一作者:赵隽莹,主要从事环境气象预报. E-mail:1270616095@qq.com

通讯作者:饶晓琴,主要从事灾害性天气机理和预报技术研究. E-mail:raoxq@cma.gov.cn

the year and triggered rapid cooling across central and eastern China, with the drop in temperature by 12–14°C in southern Shaanxi, western Hubei and southern Anhui. During this month, two sand-dust events occurred, 1.4 times more than the average in the same period from 2000 to 2024. Atmospheric diffusion conditions were generally favorable, with only one haze episode in Northeast China and North China in early November. However, central and eastern China experienced three days of foggy weather. In particular, eight provinces: Beijing, Tianjin, Hebei, Shandong, Henan, Anhui, Jiangsu and Hubei, encountered super-dense fog with visibility shortened to below 50 m, causing significant traffic disruptions including the closure of many highways and the suspension of ferry services.

Key words: atmospheric circulation, autumn typhoon, cold wave, sand-dust, dense fog

1 数据

所用降水、气温、大风等资料来自国家气象信息中心的中国地面日值数据,包括中国范围 1951 年以来的国家级气象观测站(以下简称国家站)以及 2016 年以来的区域级气象观测站每日气压、气温、相对湿度、降水量、风向、风速、地温、水汽压等多种要素数据。北半球 500 hPa 平均位势高度场和距平场,各旬平均环流分析数据及典型过程(寒潮、沙尘、雾-霾过程)分析所用的位势高度、风速等气象要素数据来自 NCPE/NCAR 再分析资料,水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。冷空气过程统计数据来自国家气候中心(2025)。沙尘、雾、霾资料采用国家气象中心基于空气质量和气象观测匹配融合校正的实况产品。文中所用时间均为北京时。

2 天气概况

2.1 降水

2025 年 11 月,全国平均降水量为 20 mm,接近常年同期(20.2 mm)。从空间分布来看(图 1),全国降水呈现显著区域差异,新疆南部、青海、西藏、甘肃、宁夏、内蒙古西部和东南部、陕西中北部、黑龙江西南部、吉林西部、辽宁大部、河北东部、北京、天津、山东以及广东东部等地降水量不足 10 mm,全国其余地区降水量普遍有 10~50 mm,其中,云南、贵州、湖南、江西中部、福建北部、广西北部、海南岛东部等地达 50~100 mm,部分地区超过 100 mm。与常年同期相比,新疆东部、甘肃西部、青海东部、内蒙古大部、黑龙江北部、西藏东南部、西南地区大部、海南岛东部等地降水量偏多 1 倍以上(图 2),全国其

余大部分地区降水量接近常年或偏少 2~8 成,新疆

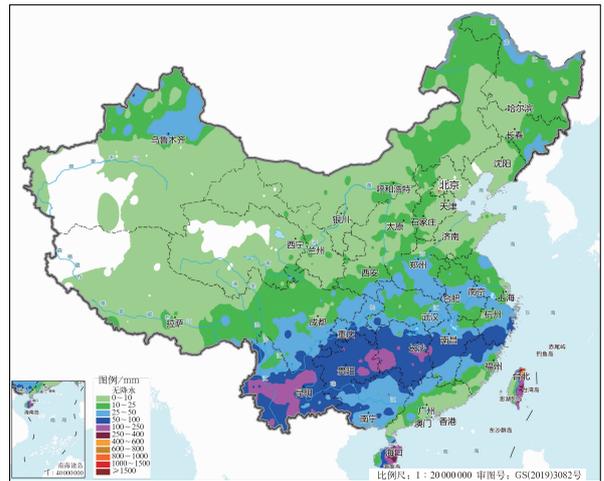


图 1 2025 年 11 月全国降水量分布

Fig. 1 Distribution of precipitation in China in November 2025

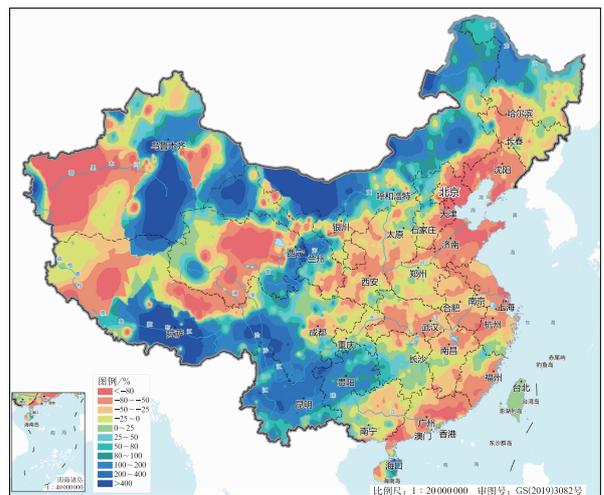


图 2 2025 年 11 月全国降水量距平百分率分布

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in November 2025

西部、西藏西部和北部、青海中部、辽宁、天津、河北东部、山东北部、江苏南部、广东南部等地降水量偏少 8 成以上。

2.2 气温

11 月,全国平均气温为 4.2℃,较常年同期(3.3℃)偏高 0.9℃。从月气温距平分布来看(图 3),除新疆西南部、云南东部、贵州西部和广西西部等地气温偏低 1~2℃外,全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高,其中新疆北部、内蒙古大部、东北、华北、黄淮、江汉东部以及西藏东南部等地偏高 1~2℃,东北、内蒙古东部、华北东部、黄淮北部等地气温较常年同期偏高 2~4℃,辽宁和河北两省平均气温位列历史同期第二高(国家气候中心,2025)。

3 环流特征和演变

3.1 环流特征

图 4 为 11 月北半球 500 hPa 平均位势高度场及距平场分布,与常年同期相比呈现以下关键特征。

3.1.1 极涡中心偏向东半球,欧亚中高纬环流呈纬向多波型

11 月,北半球 500 hPa 极涡呈单极偏心分布,极涡偏居东半球,控制泰梅尔半岛至中西伯利亚高原,中心强度为 508 dagpm,负距平中心达 -12 dagpm,强

度较常年同期明显偏强。但较强的冷空气主要集中在欧亚高纬地区,我国北方大部为正距平控制,冷空气势力相对偏弱,造成东北、华北等地气温较常年同期显著偏高。欧亚中高纬环流呈纬向多波型分布,长波槽分别位于欧洲西部、贝加尔湖西侧和远东沿海;槽脊振幅较小,等高线密集,西风气流强,系统移动快,天气变化频繁,秋冬季节转换快。

3.1.2 乌拉尔山阻塞高压强度偏强

11 月,北半球 500 hPa 乌拉尔山地区为阻塞高压控制,正距平中心达 10 dagpm,强度偏强。乌拉尔山阻塞高压稳定维持,其东侧西北偏西气流将极地冷空气持续引导至西伯利亚,并在当地堆积、加

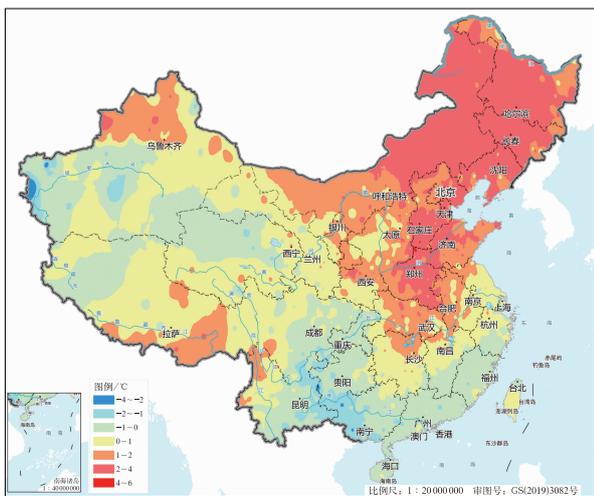


图 3 2025 年 11 月全国气温距平分布
Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in November 2025

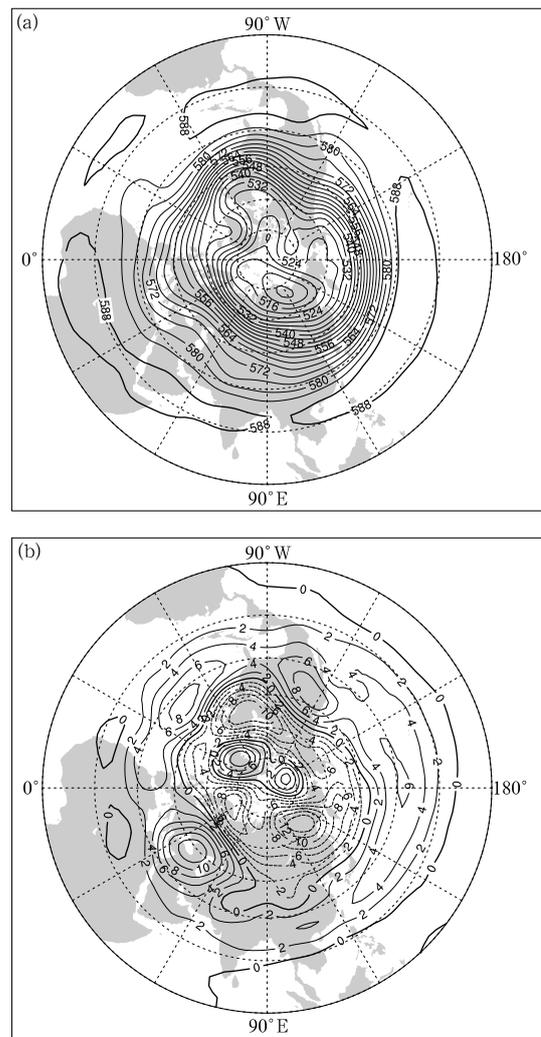


图 4 2025 年 11 月北半球 500 hPa(a)平均位势高度场和(b)距平场(单位: dagpm)
Fig. 4 (a) Geopotential height and (b) its anomaly at 500 hPa in the Northern Hemisphere in November 2025 (unit: dagpm)

强,形成宽广低压槽区,冷空气堆积在西伯利亚,难以持续南下,月内我国北方大部地区气温显著偏高,出现阶段性静稳天气。阻塞高压崩溃后,横槽转竖,引导冷空气南下,形成了全国范围的寒潮天气(彭京备等,2023),中东部地区气温骤降,多地呈“秋短冬早”。

3.1.3 西太平洋副热带高压偏西、偏强

11月,西太平洋副热带高压(以下简称副高)呈带状分布,平均西脊点位于 19°N 、 100°E ,较常年同期面积偏大,位置偏西,强度偏强(迟茜元等,2023;王海平等,2025;张峰等,2025;张可和丛春华,2026)。来自孟加拉湾的水汽沿副高边缘向我国西南地区输送,西藏中东部、西南地区大部降水量偏多1~2倍。副高南侧稳定的东风气流为台风生成和发展提供了有利大尺度环流条件,月内西北太平洋先后生成3个台风并沿偏西或西北方向移动,生成和登陆台风数量均偏多。

3.2 环流演变与我国天气

由11月欧亚地区上、中、下旬500 hPa平均环流形势场(图5)可见:上旬(图5a),欧亚中高纬环流总体为纬向多波型,巴尔喀什湖以东地区西风槽偏强,东亚槽偏弱,我国北方大部地区受高压脊控制,冷空气势力偏弱,旬内全国大部地区气温较常年同期偏高1~2℃。受静稳天气影响,4—8日,我国东北、华北等地出现持续霾天气;1日和8—9日,我国中东部出现大范围大雾天气。在低纬地区,副高偏强,位置偏西、偏北,有利于台风生成和西行北上,2日和6日,台风“海鸥”和“凤凰”相继生成并发展为超强台风,“凤凰”北上于12日登陆我国台湾。南支槽位于孟加拉湾附近,槽前暖湿气流源源不断向我国西南地区输送水汽,叠加台风西行携带的充沛水汽,导致上旬西藏中东部、西南地区大部、海南岛等地降水量异常偏多,达2倍以上。

中旬(图5b),亚欧中高纬环流调整为“两槽一脊”,环流经向度加大,西伯利亚高压偏强,脊前强西北气流引导极地冷空气南下,17—19日我国出现下半年首场全国范围的寒潮过程,中东部开启“速冻”模式,大部地区气温下降6~10℃,其中陕西南部、湖北西部、安徽南部等地下降12~14℃,局地降温超过16℃,多地呈“秋短冬早”。强降温还伴随大风及雨雪天气,中东部普遍出现4~6级偏北风;西北地区东部、内蒙古东部、东北、黄淮、江淮、江汉、江南

北部等地出现降雪。在低纬地区,副高与南亚高压打通,阻断水汽向我国内陆地区输送,旬内全国呈现干冷状态,大部地区降水量较常年同期偏少8成以上。

下旬(图5c),北半球中高纬环流为“两槽两脊”。高压脊分别控制乌拉尔山地区和阿留申群岛,导致影响我国的冷空气势力总体不强,旬内北方大部地区气温较常年同期偏高1~4℃,其中东北地区偏高4~6℃。受贝加尔湖一带宽广低槽分裂冷空气影响,甘肃西部、内蒙古东部、黑龙江等地多降雪天气,降水量较常年同期偏多2倍以上;23—24日和26—28日,我国北方地区先后出现2次沙尘天气过程,较常年同期偏多。在低纬地区,副高减弱东退,孟加拉湾为脊区控制,不利于水汽向我国输送,导致下旬南方大部地区基本无降水,降水量较常年同期偏少8成以上。

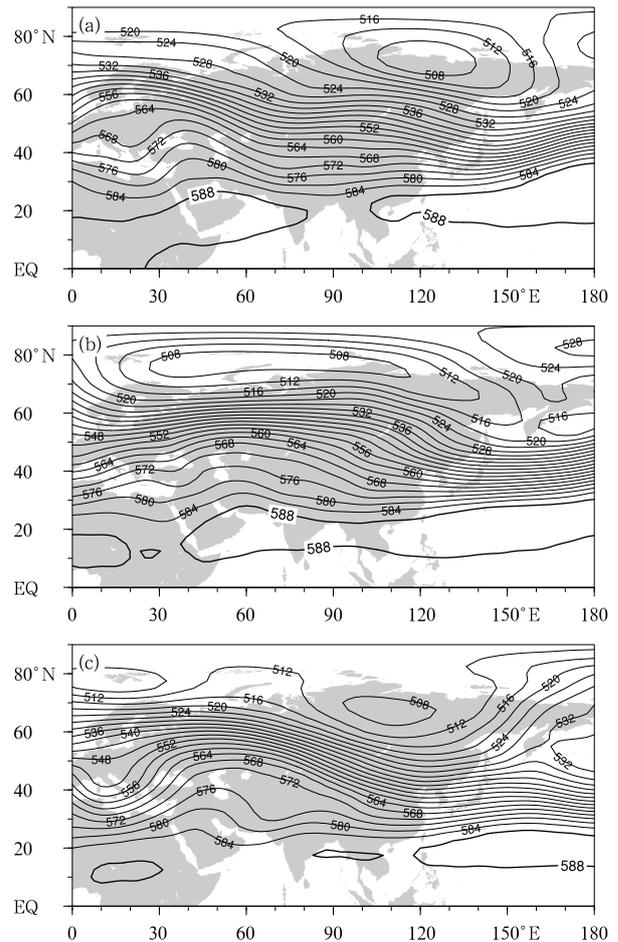


图5 2025年11月欧亚500 hPa(a)上旬、(b)中旬、(c)下旬平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 Geopotential height at 500 hPa in Eurasia averaged over the (a) 1st, (b) 2nd and (c) 3rd dekads of November 2025 (unit: dagpm)

4 冷空气活动

4.1 概况

依据中央气象台冷空气划分标准,11月有3次冷空气过程影响我国(表1)。与历史同期相比(迟

茜元等,2023;霍达等,2024;张峰等,2025),冷空气总次数与2022年(3次)持平,但较2023年(5次)和2024年(4次)偏少。其中,17—19日为下半年首场全国性寒潮过程。

4.2 11月17—19日全国性寒潮过程

11月17—19日寒潮过程具有降温速度快、降

表1 2025年11月主要冷空气过程

Table 1 Main cold air processes in November 2025

时段	强度	降温	大风、沙尘及雨雪天气
7—10日	一般强度冷空气	内蒙古东部、东北地区、华北东部和南部、黄淮东部、江淮等地普遍降温4~8℃,其中内蒙古东北部、黑龙江北部、吉林东部以及河北北部等地局地降温超过10℃	新疆东部、内蒙古、西北地区、东北地区、华北、黄淮等地出现4~6级风、阵风7~8级;新疆山口地区出现8~9级风、阵风10~11级。青海东部和南部、甘肃西南部、内蒙古东部、黑龙江北部和东部等地的部分地区出现中到大雪或雨夹雪,局地暴雪;西北地区东部、东北地区南部、华北、黄淮、江淮、江汉、江南大部、西南地区东部和南部及华南中西部出现小到中雨,局地大雨或暴雨
17—19日	全国性寒潮	黑龙江东北部、陕西南部、四川盆地东部、重庆、贵州、江汉大部、云东南部、江南、华南等地降温6~10℃,其中,重庆北部和东部、湖北西部、贵州北部和东部、江淮东部、江西北部、广西东部等地的部分地区降温10~12℃,安徽南部局地降温超过14℃	新疆北部、甘肃北部、青海东部和南部、内蒙古中东部、黑龙江东部、华北北部、辽东半岛、山东半岛、江汉东部、湖南北部、江西北部、浙江和福建东部沿海、华南南部等地的部分地区出现5~6级风、阵风7~9级;渤海、渤海海峡出现7级、阵风8级的大风,黄海大部、东海大部、台湾海峡、台湾以东洋面、南海北部和中部、北部湾出现7~8级风、阵风9~10级,其中,东南南部、台湾海峡、台湾以东洋面、巴士海峡、南海中西部的部分海域风力9~10级、阵风10~12级。西北地区东部、内蒙古东部、东北地区等地出现小到中雪;黄淮、江淮、江汉、江西北部等地出现雨转雪;西南、华南等地出现小到中雨,重庆北部、湖北西部、广西西部、云南南部等地出现大雨
24—26日	一般强度冷空气	内蒙古中东部、东北、华北等地降温4~6℃,其中河北中北部、内蒙古中部、山东半岛、辽宁东部等地的部分地区降温6~8℃,局地降温幅度达8~10℃	西藏中西部、青海北部、甘肃西部、内蒙古中西部、东北地区中南部、华北北部、山东半岛等地部分地区出现5~7级风、阵风8~9级。新疆北部、内蒙古东北部、黑龙江中北部、吉林东部、辽宁东部、河北西北部、山西北部、川西高原北部等地部分地区出现小到中雪或雨夹雪,其中内蒙古东北部、黑龙江北部等地的部分地区出现大雪;四川盆地南部、重庆南部、贵州大部、湖南西部、湖北西部、云南东部等地的部分地区出现小雨,局地中雨;新疆南部、青海北部、甘肃中西部、内蒙古西部、宁夏、陕西北部、山西西部和北部、河北中南部、山东大部、河南东部、安徽中北部、江苏中北部等地部分地区出现扬沙或浮尘天气

温幅度大、影响范围广的特点,过程最大降温幅度超过8℃的面积达235.5万km²,东北和中东部地区降温尤为剧烈,部分地区降温幅度达10~14℃,其中安徽黄山、湖北金沙、湖南南岳等11个国家站过程降温幅度超过14℃。河北邯郸、河南原阳、湖北荆门、广西南宁等9个国家站出现极端日降温。19日早晨最低气温0℃线南压至江苏、安徽南部至湖北中部一带(图6)。强降温伴随大风及雨雪天气,中东部大部地区出现4~6级偏北风,风寒效应明显,“速冻”模式造成“秋短冬早”。西北地区东部、内蒙古东部、东北等地出现小到中雪;黄淮、江淮、江

汉、江西北部等地出现雨雪相态转换(图7)。

从500 hPa位势高度场和地面气压场演变(图8)可知,本次寒潮过程是由于欧亚中高纬度呈“西高东低”的偶极型环流配置,乌拉尔山阻塞高压与西伯利亚强冷空气配合所致。16日,乌拉尔山高压脊向北发展并向东延伸,环流经向度加大,脊前偏北气流引导西伯利亚冷空气东移南下(杨元建等,2025)。17日08时(图8a),冷高压中心位于蒙古国西部,中心强度达1060 hPa,地面冷锋位于江西北部一线,强冷空气南下影响中东部地区。与此同时,南支槽活跃并向东移动,槽前暖湿气流沿西南地区

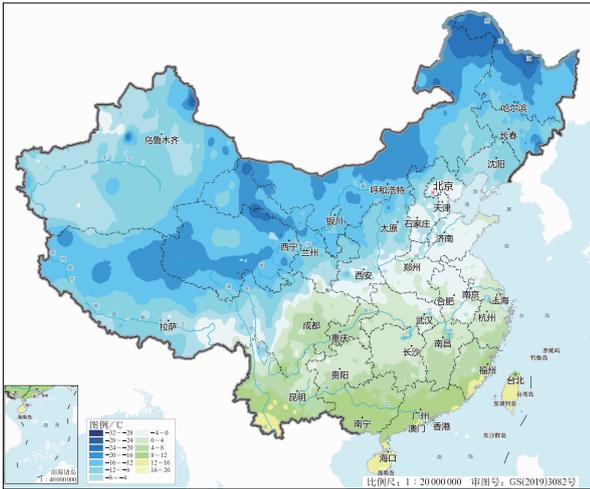


图 6 2025 年 11 月 17—19 日全国最低气温分布
Fig. 6 Distribution of minimum temperature in China from 17 to 19 November 2025

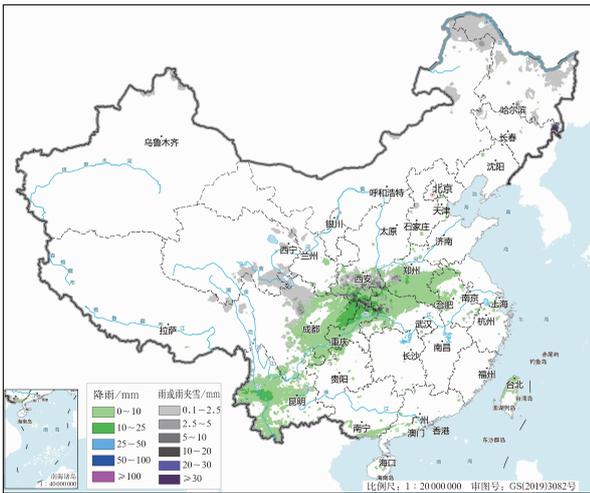


图 7 2025 年 11 月 17—19 日全国降水量分布
Fig. 7 Distribution of precipitation in China from 17 to 19 November 2025

向西北地区东南部、黄淮、江汉等地输送,强冷空气与副高西侧暖湿气流在江汉西部形成对峙,冷暖气流交汇是雨雪等天气产生的关键因素(孙树鹏等, 2021),陕西南部、河南南部、湖北西部、重庆中北部等地降水量在 15~30 mm。气温下降后,河南、湖北、江苏和安徽中北部、湖南北部等地先后出现雨转雨夹雪或纯雪,河南南部部分地区出现暴雪。18 日 08 时,横槽转竖,引导冷空气快速南下,冷高压主体分裂出副冷高压中心,其位于甘肃河西地区,强度达 1055 hPa,地面冷锋推进至华南,并在云贵高原形成

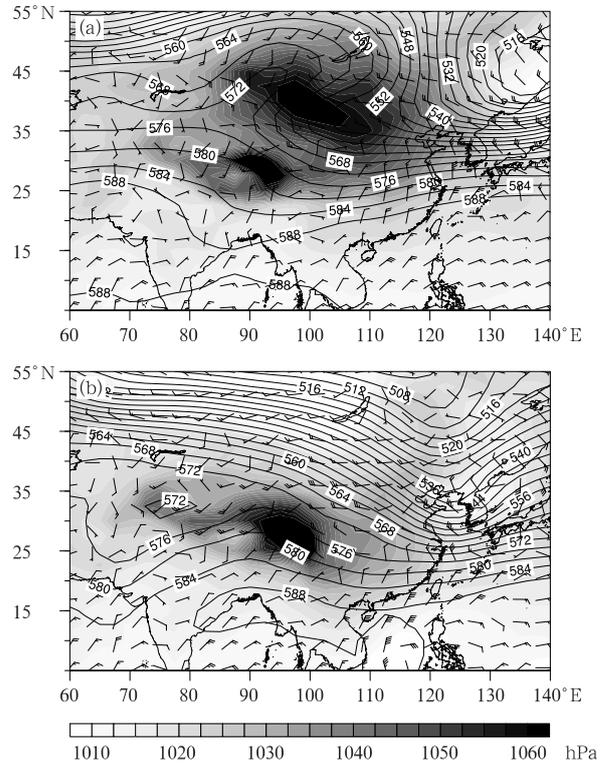


图 8 2025 年 11 月(a)17 日 08 时和 (b)26 日 08 时 500 hPa 位势高度场 (等值线,单位:dagpm)、海平面气压 (阴影)和 10 m 风场(风羽)
Fig. 8 Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm), sea level pressure (shaded) and 10 m wind field (barb) at (a) 08:00 BT 17 and (b) 08:00 BT 26 November 2025

西南静止锋,导致广西、云南、贵州等地出现湿冷天气。中东部地区普遍出现 4~6 级偏北风,风寒效应明显。19 日 08 时,冷空气前锋到达我国南部海区,最低气温 0℃线南压至江苏和安徽南部至湖北中部一线,降水逐步减弱,但严寒天气维持。19 日 20 时,东亚大槽建立,冷空气主体移出我国,但受辐射降温影响,20 日早晨最低气温 0℃线南压至浙江南部和江西北部,达本次寒潮过程最冷时段,随后气温逐渐回升,寒潮过程结束。

此次过程,预报员准确地把握了“大风降温为主、降水整体偏弱”的特征及寒潮东移南压的演变过程。然而,水汽条件的精细化表征仍是该过程预报的技术难点。受孟加拉湾南支槽建立滞后及暖湿气流偏南的影响,水汽输送的波动性增加了局地弱降水落区及强度预报的不确定性。

5 沙尘天气

5.1 概况

11月下旬冷空气活动较为频繁,冷空气带来的大风,为沙源地起沙提供了有利的动力条件。进入秋季,蒙古国和我国西北地区降水显著减少,自然植被进入枯黄期,地表覆盖及其保护作用大大减弱,为沙尘天气发生提供了有利的下垫面条件(衣娜娜等,2024;秦豪君等,2022)。月内共发生2次沙尘天气过程,较2000—2024年同期偏多1.4次。23—24日,新疆南部、青海北部、甘肃中西部、内蒙古西部、宁夏、陕西北部、山西西部和北部、河北中南部、山东大部、河南东部、安徽中北部、江苏中北部等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气。26—28日,新疆东部和南部、青海西部、甘肃中西部、内蒙古中西部、宁夏、陕西中北部、山西、河北中南部、北京南部、天津西部、河南大部、山东大部、安徽中北部、江苏、上海、浙江北部等地出现大范围扬沙或浮尘天气,其中甘肃民勤、内蒙古乌拉特后旗出现沙尘暴,内蒙古吉兰泰出现强沙尘暴。

5.2 11月26—28日大范围沙尘天气

11月26日,受蒙古国南部至我国新疆南疆盆地、内蒙古西部一带的冷高压系统影响,在北半球西风带高空槽脊系统的协同引导下,新疆东部、内蒙古西部地区处于高压脊前、高空槽后,地面形成显著气压梯度(Wu et al,2013;图8b)。冷高压持续东移南压,冷锋过境地区风力显著增强,冷空气自西向东影响甘肃中西部、内蒙古中西部、陕西、山西等地,上述地区普遍出现5~7级偏北风,阵风8~10级(图9)。26日上午,上述地区出现扬沙或浮尘天气,大部地区PM₁₀质量浓度快速上升至500~1000 μg·m⁻³,其中内蒙古西部局地PM₁₀质量浓度峰值超过3000 μg·m⁻³,甘肃民勤、内蒙古乌拉特后旗出现沙尘暴,内蒙古吉兰泰出现强沙尘暴,能见度降至0.2 km。

26日傍晚开始,冷空气前锋推进至华北东部,并有气旋在渤海生成,气压梯度增大,沙尘在强劲西北风作用下向东南方向传输并沉降,河北中南部、北京南部、天津西部、河南大部、山东等地先后出现扬

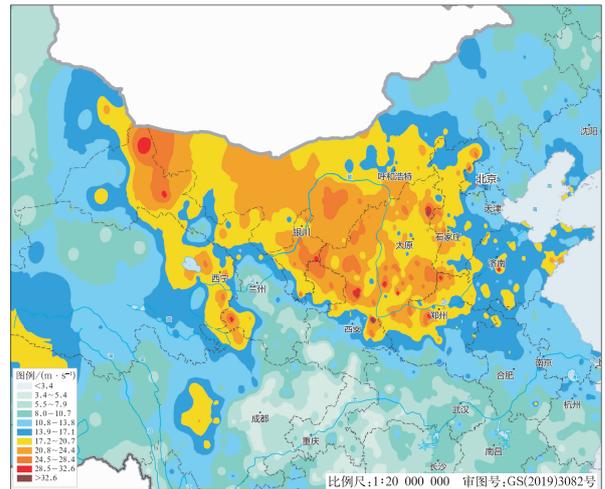


图9 2025年11月26—28日最大阵风风速

Fig. 9 Maximum gust wind speed from 26 to 28 November 2025

沙或浮尘天气,能见度下降至3~8 km,部分站点PM₁₀质量浓度超过700 μg·m⁻³,出现严重污染。27日白天,受上游沙尘远距离传输影响,安徽、江苏、上海、浙江北部等地也先后出现扬沙或浮尘天气,上海PM₁₀质量浓度峰值超过400 μg·m⁻³。

27日夜间至28日,我国东部地区受弱高压脊控制,气压梯度显著减弱,风速由白天的4~6 m·s⁻¹减弱为1~2 m·s⁻¹,不利于沙尘向外扩散且本地沉降缓慢,浮尘滞留约20 h。直至28日中午,随着高压后部偏南风加大,大气扩散条件转好,能见度上升至10 km以上,此次大范围沙尘天气过程基本结束。

6 雾-霾过程

6.1 概况

11月,受冷空气波动影响,我国大气扩散条件呈现阶段性变化,在上旬冷空气势力较弱时段,4—9日出现了一次持续性雾-霾天气过程,与近三年11月同期相比基本持平(迟茜元等,2023;霍达等,2024;张峰等,2025)。

6.2 11月4—9日雾-霾天气过程分析

11月4—9日,我国中东部及东北、西南部分地区经历了一次雾-霾过程,其中,4—8日以霾污染为

主,8—9日转为大范围大雾天气。过程受环流调整与冷空气活动的协同影响,从大尺度环流背景来看,4—7日北半球西风带环流整体平直,冷空气势力较弱。东北、华北等地地面在低压辐合区或弱气压场控制下,水平风速小,不利于污染物扩散,为霾天气的形成与维持提供了稳定环流背景(周文君等,2016)。此外,6日开始,华北、华东等地低空有偏东风急流建立,有利于来自海上的暖湿气流的持续输送,既增加了大气水汽含量,提高了空气湿度,还增强了大气层结的稳定性,抑制了污染物和水汽的垂直扩散,为后续大雾的形成提供了有利的水汽条件(张恒德等,2016)。同时,东北、华北、汾渭平原等地中层气温回升显著,进一步加剧了大气的层结逆温,阻碍污染物和水汽的扩散(廖晓农等,2014)。

4日起,静稳天气形势开始建立,东北、华北、黄淮、汾渭平原等地大气扩散条件逐渐转差。4日08时,陕西关中、河南北部、山西中南部、河北南部等地2 m相对湿度增高至80%~100%,且地面维持1~2 m·s⁻¹的弱风或静风状态(图10),近地面逆温层厚度达200~500 m,限制了污染物与水汽的垂直交换,促使颗粒物在近地面集中累积(张杰等,2025)。受区域污染物传输与本地排放叠加影响,4—6日,北京、天津、河北、陕西关中、河南大部、山东西部、山西中北部、黑龙江中南部、吉林中西部、辽宁中部等地先后出现轻至中度霾,其中北京南部、河北中南部、天津西部、河南北部等地的部分地区PM_{2.5}质量浓度峰值超过160 μg·m⁻³,达到重度污染水平。7—8日,华北、黄淮大部地区出现降水过程,对污染物起到有效湿清除作用,PM_{2.5}质量浓度降至40 μg·m⁻³以下,空气质量转为优良水平。而此阶段,东北地区因无降水发生,霾天气维持,并在东北气流作用下向山东半岛传输,部分地区PM_{2.5}质量浓度超过120 μg·m⁻³,直至8日夜间东北地区有降水天气发生,并叠加9日冷空气大风的影响,上述地区霾天气逐步减弱消散,PM_{2.5}质量浓度回落至30 μg·m⁻³以下。

8日,由于华北、黄淮等地降水结束,雨后近地面相对湿度较前期明显增大,天气过程由霾转换为大雾天气(梁卫等,2021)。8日05时,陕西北部、山西、河北南部、河南北部、山东西部等地2 m相对湿度接近饱和(≥95%),夜间长波辐射降温使得近地面水汽快速凝结,形成大雾天气。同时,850 hPa晴空少云与近地面逆温共同作用,进一步抑制了水汽

的垂直扩散(周文君等,2023),使得大雾天气发展并向南、向东扩展。8日早晨至9日上午,西北地区东部、华北、东北地区南部、黄淮等地出现大范围大雾或浓雾天气,其中陕西北部、山西中南部、河北中南部、山东大部、河南东部、安徽北部、江苏北部、辽宁东部等地出现能见度低于200 m的强浓雾(图11),局地出现能见度不足50 m的特强浓雾,低能见度具有极端性。

9日中午,随着冷空气全面影响我国中东部地区,地面风力增至3~4级,阵风5~6级,大气层结

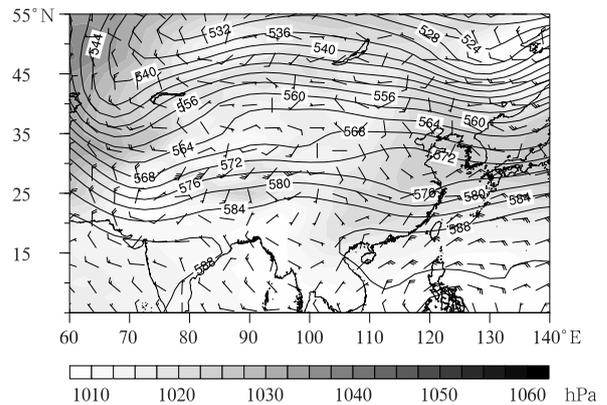


图10 2025年11月4日08时500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)、海平面气压(阴影)和10 m风场(风羽)
Fig. 10 Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm), sea level pressure (shaded) and 10 m wind field (barb) at 08:00 BT 4 November 2025

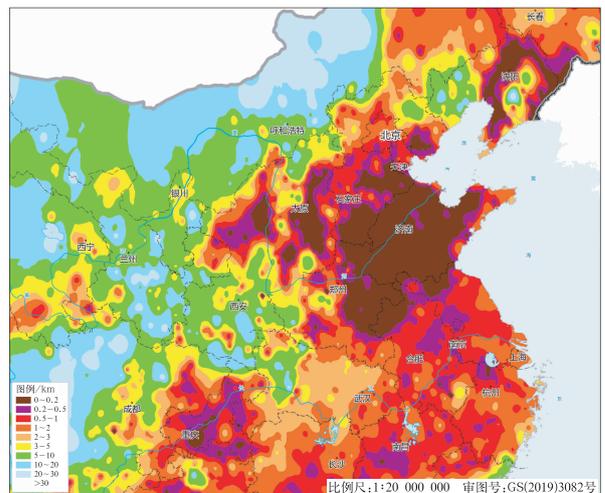


图11 2025年11月8—9日最小能见度
Fig. 11 Minimum visibility from 8 to 9 November 2025

逆温状态消失,大雾天气减弱消散。至此,先霾后雾的持续性雾-霾天气过程结束。

7 结 论

2025年11月北半球极涡呈单极偏东分布,欧亚中高纬环流为纬向多波型,乌拉尔山阻塞高压偏强,副高偏西、偏强影响水汽输送,从而导致降水分布的异常。月内,西北太平洋台风活跃,生成数量较常年同期偏多,台风“凤凰”快速增强并向北移动。全国共出现3次冷空气过程,其中17—19日的过程为下半年首个全国性寒潮,另有2次沙尘过程和1次雾-霾天气过程。中东部地区出现3天大雾天气,8个省份出现能见度不足50 m的特强浓雾。此外,同期沙尘天气过程偏多,与冷空气南下及北方干燥地表条件密切相关,体现了环流配置对起沙与传输、沉降的动力作用。

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 Q Y, Gui H L, Wang J K, et al,2023. Analysis of the atmospheric circulation and weather in November 2022[J]. Meteor Mon,49(2):249-256(in Chinese).
- 国家气候中心,2025. 2025年11月中国气候影响评价[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2025. Impact assessment of November 2025 in China[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).
- 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 atmospheric circulation and weather in November 2023[J]. Meteor Mon,50(2):257-264(in Chinese).
- 梁卫,吴俊杰,邹海波,2021. 南昌昌北机场雾的分类特征与统计分析[J]. 气象,47(10):1255-1265. Liang W, Wu J J, Zou H B,2021. Classification characteristics and statistical analysis of fog at Nanchang Changbei Airport[J]. Meteor Mon,47(10):1255-1265(in Chinese).
- 廖晓农,张小玲,王迎春,等,2014. 北京地区冬夏季持续性雾-霾发生的环境气象条件对比分析[J]. 环境科学,35(6):2031-2044. Liao X N, Zhang X L, Wang Y C, et al,2014. Comparative analysis of environmental and meteorological conditions for persistent fog-haze in winter and summer in Beijing Area[J]. Envir Sci,35(6):2031-2044(in Chinese).
- 彭京备,孙淑清,陈伯民,2023. 乌拉尔阻塞高压的维持发展及其与2020/2021年冬季强寒潮活动的关系[J]. 大气科学,47(5):1421-1433. Peng J B, Sun S Q, Chen B M,2023. Maintenance and development of the Ural blocking high and its relation to the strong cold wave events in winter 2020/2021[J]. Chin J Atmos Sci,47(5):1421-1433(in Chinese).
- 秦豪君,杨晓军,马莉,等,2022. 2000—2020年中国西北地区区域性沙尘暴特征及成因[J]. 中国沙漠,42(6):53-64. Qin H J, Yang X J, Ma L, et al,2022. Characteristics and causes of regional sandstorms in Northwest China from 2000 to 2020[J]. J Des Res,42(6):53-64(in Chinese).
- 孙树鹏,封国林,郑志海,等,2021. 2016年梅雨持续性强降雨期间大气环流稳定分量研究[J]. 大气科学,45(2):245-256. Sun S P, Feng G L, Zheng Z H, et al,2021. Study on the stable components of atmospheric circulation during the persistent heavy rainfall of Meiyu in 2016[J]. Chin J Atmos Sci,45(2):245-256(in Chinese).
- 王海平,吕心艳,王晴,2025. 2024年西北太平洋台风活动特征和预报难点分析[J]. 气象,51(12):1608-1620. Wang H P, Lyu X Y, Wang Q,2025. Analysis on the characteristics and forecast difficulties of Typhoons in the Northwest Pacific in 2024[J]. Meteor Mon,51(12):1608-1620(in Chinese).
- 杨元建,陈泽昌,宁贵财,等,2025. 2023年12月皖南山区输电线路连续两次覆冰的天气学成因及微气象差异研究[J]. 大气科学学报,48(5):705-722. Yang Y J, Chen Z C, Ning G C, et al,2025. Study on synoptic causes and micro-meteorological differences of two consecutive icing events on transmission lines in southern Anhui mountainous area in December 2023[J]. Trans Atmos Sci,48(5):705-722(in Chinese).
- 衣娜娜,姜学恭,董祝雷,等,2024. 植被覆盖率对内蒙古沙尘天气影响的模拟研究[J]. 大气科学,48(2):521-538. Yi N N, Jiang X G, Dong Z L, et al,2024. Effect of vegetation coverage on the dust weather in Inner Mongolia[J]. Chin J Atmos Sci,48(2):521-538(in Chinese).
- 张峰,杨舒楠,宫宇,2025. 2024年11月大气环流和天气分析[J]. 气象,51(2):249-256. Zhang F, Yang S N, Gong Y,2025. Analysis of the atmospheric circulation and weather in November 2024[J]. Meteor Mon,51(2):249-256(in Chinese).
- 张恒德,吕梦瑶,张碧辉,等,2016. 2014年2月下旬京津冀持续重污染过程的静稳天气及传输条件分析[J]. 环境科学学报,36(12):4340-4351. Zhang H D, Lü M Y, Zhang B H, et al,2016. Analysis of the stagnant meteorological situation and the transmission condition of continuous heavy pollution course from February 20 to 26, 2014 in Beijing-Tianjin-Hebei[J]. Acta Sci Circums,36(12):4340-4351(in Chinese).
- 张杰,张强,赵兴赞,等,2025. 基于2022年关中平原PM_{2.5}反弹现象的一次持续性重污染机理研究及预测分析[J]. 环境科学学报,45(9):31-44. Zhang J, Zhang Q, Zhao X Y, et al,2025. Mechanism research and prediction analysis of a persistent heavy pollution event based on PM_{2.5} rebound phenomenon in Guanzhong Plain

in 2022[J]. Acta Sci Circums, 45(9):31-44(in Chinese).

张可,丛春华,2026. 1949—2020 年黄渤海区域台风特征分析[J]. 气象, 52(1):44-55. Zhang K, Cong C H, 2026. Typhoon characteristics in the Huanghai and Bohai sea region during 1949—2020 [J]. Meteor Mon, 52(1):44-55(in Chinese).

周文君,平海波,刘端阳,等,2016. 江苏盐城地区一次持续雾-霾天气过程的综合分析[J]. 气象, 42(7):838-846. Zhou W J, Ping H B, Liu D Y, et al, 2016. Comprehensive analysis of a continuous fog-haze weather process in Yancheng area of Jiangsu Province

[J]. Meteor Mon, 42(7):838-846(in Chinese).

周文君,王宏斌,高雅,等,2023. 基于旋翼无人机探测的一次强浓雾边界层结构分析[J]. 气象科学, 43(2):215-224. Zhou W J, Wang H B, Gao Y, et al, 2023. Analysis of boundary layer structure of a heavy fog based on rotor UAV detection[J]. J Meteor Sci, 43(2):215-224(in Chinese).

Wu Z, Wu J, Liu J, et al, 2013. Increasing terrestrial vegetation activity of ecological restoration program in the Beijing-Tianjin sand source region of China[J]. Ecolo Engine, 52:37-50.

(本文责编:王婷波)



《大气科学前沿译丛:海冰分析和预报》

余意等译

该书深入浅出地介绍了自动化预测系统背后的科学原理、重点聚焦海冰分布与预报领域。从基本原理出发,以通俗易懂的方式阐释了海冰物理学、遥感技术、数值方法和统计学等核心概念。书中不仅详细解析了现有的自动化预报系统,还探讨了这些系统对信息提供方和终端用户产生的影响。通过展望未来海冰服务的发展趋势,揭示了从传统人工操作向自动化升级的演变路径,由此推动新型海冰产品在多样性与信息含量上的显著提升。该书汇集了全球海冰遥感、数据同化、数值建模、验证与业务预报等领域的顶尖专家研究成果,是一部内容翔实的权威参考书,适合学生、海冰分析师、研究人员等专业人士,也适用于决策者及海冰服务从业者。

16 开 定价:158.00 元

《气象人工智能》

中国气象服务协会人工智能技术委员会 组编

近年来,人工智能技术的迅速发展和广泛应用,正在改变着各行各业的面貌,随着气象数据量的不断增加和计算能力的不断提高,气象学家们开始积极探索和应用人工智能技术来提高气象预报的准确性和效率。该书集结了众多气象专家的智慧 and 心血,旨在介绍人工智能在气象领域的理论方法和实际应用,内容包括科学意义和战略价值、发展历程与特点、气象人工智能数据和技术基础、智能观测技术和应用、智能预报技术和应用、智慧气象服务技术和应用、气象人工智能配套平台和软硬件、发展方向与对策建议等。详细介绍了各个应用方向的人工智能发展历程和理论技术方法,同时也包含了大量的案例和实践经验,为气象学界和相关领域的人士提供参考和借鉴。

16 开 定价:499.00 元

《全国高影响天气预报与气候预测技术复盘(2024 年)》

中国气象局 编著

该书精选 2024 年具有重大影响的灾害性天气过程与气候事件案例,对监测预报服务的全过程开展系统复盘,深入剖析预报预测服务难点,凝练具有广泛推广价值的预报技术和方法,进而总结形成可复制可借鉴的预报经验。此外,该书还对雷达卫星、多源融合数据、数值模式、气象模型等最新技术和产品在高影响天气、灾害性天气监测预报预测中发挥的作用进行了全面的总结,旨在为预报员提供实用的指导和参考。该书可供气象监测预报服务工作者和业务人员学习参考,也可供相关院校师生案例教学使用。

16 开 定价:218.00 元

《中国气象高质量发展报告 2025》

中国气象局气象发展与规划院 编著

该书从宏观视角和行业发展维度,系统呈现新时代气象高质量发展亮点成效。依托近十年全国和省(区、市),以及近三年大城市气象高质量发展评估结果,系统梳理全国、各省(区、市)和大城市气象科技能力现代化和社会服务现代化建设的最新进展。同时,立足全球视野和宏观视角,遴选凝练中国气象高质量发展、早期预警、人工智能气象应用等方面的典型案例,呈现中国气象高质量发展的总体水平与全球贡献。该书可供气象行业科技和管理人员、政府部门、高校和科研机构以及社会公众等了解气象、理解气象和支持气象提供重要参考。

16 开 定价:100.00 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