

何灵莉,符娇兰,任宏昌,2025. 2025 年 1 月大气环流和天气分析——暖干背景下寒潮、极端雨雪、雾-霾齐现[J]. 气象,51(4): 508-516. He L L, Fu J L, Ren H C, 2025. Analysis of the January 2025 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 51(4): 508-516 (in Chinese).

2025 年 1 月大气环流和天气分析^{*} ——暖干背景下寒潮、极端雨雪、雾-霾齐现

何灵莉 符娇兰 任宏昌

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2025 年 1 月大气环流的主要特征是: 北半球极涡呈偶极型分布, 东亚大槽偏东, 南支槽偏弱。全国平均降水量为 9.3 mm, 较常年同期(13.3 mm)偏少 30.1%, 空间分布不均, 北偏多南偏少; 全国平均气温为 -3.3°C , 较常年同期(-4.8°C)偏高 1.5°C 。月内气温起伏大, 出现全国范围寒潮过程和大范围持续性雾-霾天气过程各一次。其中, 23—27 日的寒潮雨雪过程具有降温剧烈、风力大, 雨雪范围广、累计降水量大, 降雪强、积雪深, 多地破极值等特点。

关键词: 东亚大槽, 寒潮, 暴雪, 雾-霾

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2025.040701

Analysis of the January 2025 Atmospheric Circulation and Weather

HE Lingli FU Jiaolan REN Hongchang

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in January 2025 are as follows. The polar vortex in the Northern Hemisphere exhibited a dipole pattern, the East Asian trough was more eastward, and the southern branch trough was weaker. The monthly average precipitation (9.3 mm) over China was 30.1% less than the average value 13.3 mm in the same period of normal years. Moreover, the spatial distribution of precipitation was uneven, more in the north and less in the south of China. The monthly mean temperature was -3.3°C , which is 1.5°C higher than in the same period of normal years (-4.8°C). Temperatures fluctuated significantly throughout the month, with one nationwide cold wave event and one large-scale persistent fog-haze weather event. The cold wave and snow-rain event from 23 to 27 was characterized by severe temperature drop, strong wind force, widespread rain and snow with substantial accumulated precipitation, heavy snowfall and deep snow depth. As a result, many new weather records were built in many regions.

Key words: East Asian trough, cold wave, snowstorm, fog-haze

1 天气概况

1.1 降 水

2025 年 1 月, 全国平均降水量为 9.3 mm, 降水

量较常年同期(13.3 mm)偏少 30.1%。空间分布显示(图 1), 新疆北部和西部、辽宁东部、吉林南部、西北地区东部、西南地区东部、江汉、黄淮西部、江淮西部、江南西部和中部、台湾岛等地降水量为 10~50 mm, 台湾岛东部等地部分地区超过 100 mm, 除上述地区以外的全国大部分地区降水量不足 10 mm。

^{*} 国家气象中心青年基金项目(Q202402)资助

2025 年 3 月 5 日收稿; 2025 年 4 月 7 日收修定稿

第一作者: 何灵莉, 主要从事灾害性天气预报研究. E-mail: hllsat@163.com

与常年同期相比(图2),新疆北部和西南部、青海中西部、内蒙古、华北西部和东南部、东北地区、黄淮西部、江汉、西南地区东部、西藏东南部等地大部地区降水量偏多2成至2倍,内蒙古、辽宁等地的部分地区偏多超过2倍以上;全国其余大部分地区降水量接近常年同期或偏少,长江以南大部分地区、新疆南部、西藏中部和西部、青海东部、黑龙江东部、两淮东部等地偏少5~8成,局地偏少8成以上(国家气候中心,2025)。

1.2 气温

1月,全国平均气温为 -3.3°C ,较常年同期(-4.8°C)偏高 1.5°C (图3),为1961年以来历史同期第三高。气温距平空间分布显示(图3),新疆南疆盆地西部,云南东部和南部、福建、黑龙江中北部

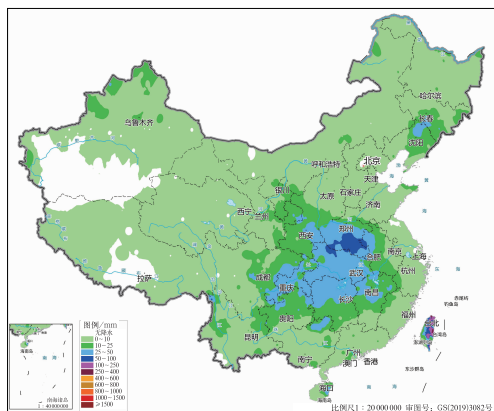


图1 2025年1月全国降水量分布

Fig. 1 Distribution of precipitation across China in January 2025

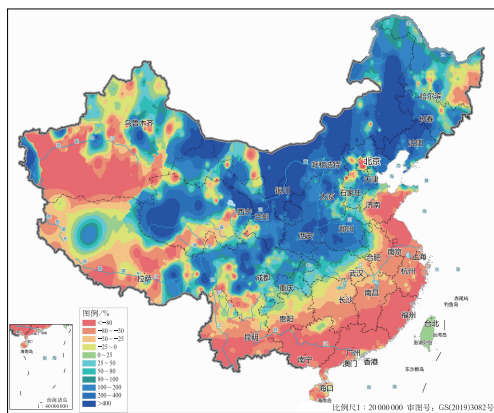


图2 2025年1月全国降水量距平百分率分布

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage across China in January 2025

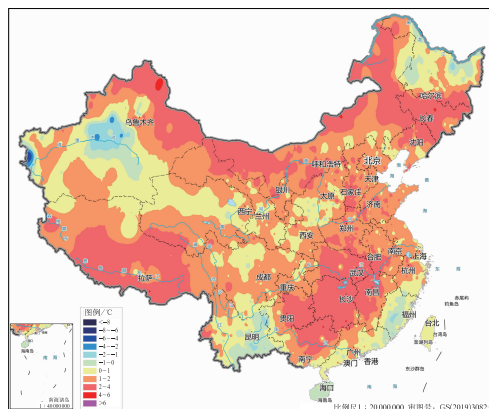


图3 2025年1月全国气温距平分布

Fig. 3 Distribution of temperature anomaly across China in January 2025

等地部分地区气温偏低 1°C 左右,南疆盆地西部局地偏低 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$,除上述地区以外的我国其他大部分地区气温偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,新疆北部局地偏高 4°C 以上。

2 环流特征和演变

2025年1月北半球500 hPa平均位势高度场和距平分布(图4),与常年同期相比有以下特点。

2.1 极涡呈偶极型分布

1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和新地岛以北地区。其中,加拿大北部的极涡中心高度场为正距平,与常年同期相比强度偏弱 $2\sim 4$ dagpm;而新地岛以北的极涡中心高度场为负距平,与常年同期相比偏强 $2\sim 4$ dagpm。

2.2 东亚大槽位置偏东,南支槽偏弱

北半球中高纬度环流呈三波形,长波槽分别位于北美洲东部、欧洲中部和鄂霍次克海地区。欧亚地区呈“两槽一脊”型分布,巴尔喀什湖至贝加尔湖地区受弱高压脊控制。东亚大槽位置偏东,位于 140°E 附近,我国大部分地区受槽后西北气流控制,冷空气整体偏弱,导致气温较常年同期偏高。亚洲低纬地区环流较为平直,受高度场正距平控制,南支槽强度偏弱,不利于水汽向内陆地区输送,导致月内全国大部分地区降水偏少。

2~4℃,局地偏低4~6℃。而中东部和北部地区受东亚大槽后部西北气流影响,冷空气偏东、偏北,导致中东部大部地区气温偏高2~4℃,内蒙古东部、吉林、辽宁偏高4~6℃,局地偏高6℃以上。南支波动依然偏弱,降水稀少。

下旬(图5c),欧亚中高纬环流仍维持“两槽一脊”型分布,低压槽分别位于欧洲以西洋面和日本海附近,高压脊位于乌拉尔山以西并北伸至巴伦支海。东亚中高纬度地区西风带多波动,日本海北部存在阻塞高压,冷空气活跃且主要影响我国北方及中东部地区。受此影响,新疆、西北地区、西南地区东部和南部、华北、内蒙古东部、东北地区南部气温较中旬偏低。23—27日,受新地岛横槽转竖东移影响,我国出现大范围寒潮天气,北方大部地区出现7~8级风,局地风力可达10~12级,新疆北部、西北地区、内蒙古、东北地区南部、华北、江南和云南等地气温普遍下降8~12℃。另外,低纬度南支槽活跃,南方暖湿气流北上与南下的冷空气在黄淮、西南地区东部到长江中下游一带辐合并稳定维持,导致我国中东部出现大范围雨雪天气。

3 冷空气活动

3.1 概况

依据中央气象台冷空气划分标准,2025年1月冷空气活动次数较往年略偏少(徐冉等,2021;南洋等,2022;尤媛等,2023;谢超等,2024)。仅在23—27日出现了一次全国性寒潮天气过程,并伴有极端雨雪天气。

3.2 1月23—27日寒潮雨雪天气过程

23—27日,我国大部地区自西向东出现寒潮天气,中东部还出现了大范围雨雪。此次寒潮过程具有降温剧烈,风力大,雨雪范围广,累计降水量大,降雪强,积雪深,多地破极值等特点。大部分地区气温普遍下降8~12℃,新疆北部、青海东部、内蒙古中西部、宁夏、陕西北部、山西西部等地降幅超过16℃(图6a)。北方大部地区出现7~8级大风,局地风力可达10~12级(图6b)。甘肃东南部、宁夏南部、

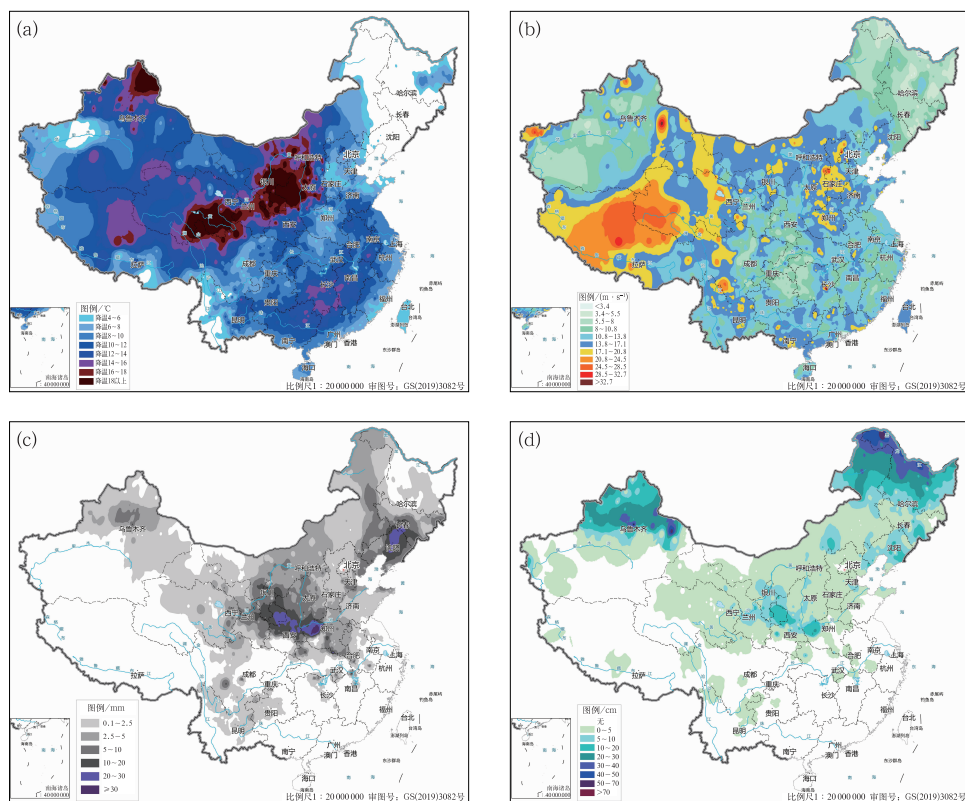


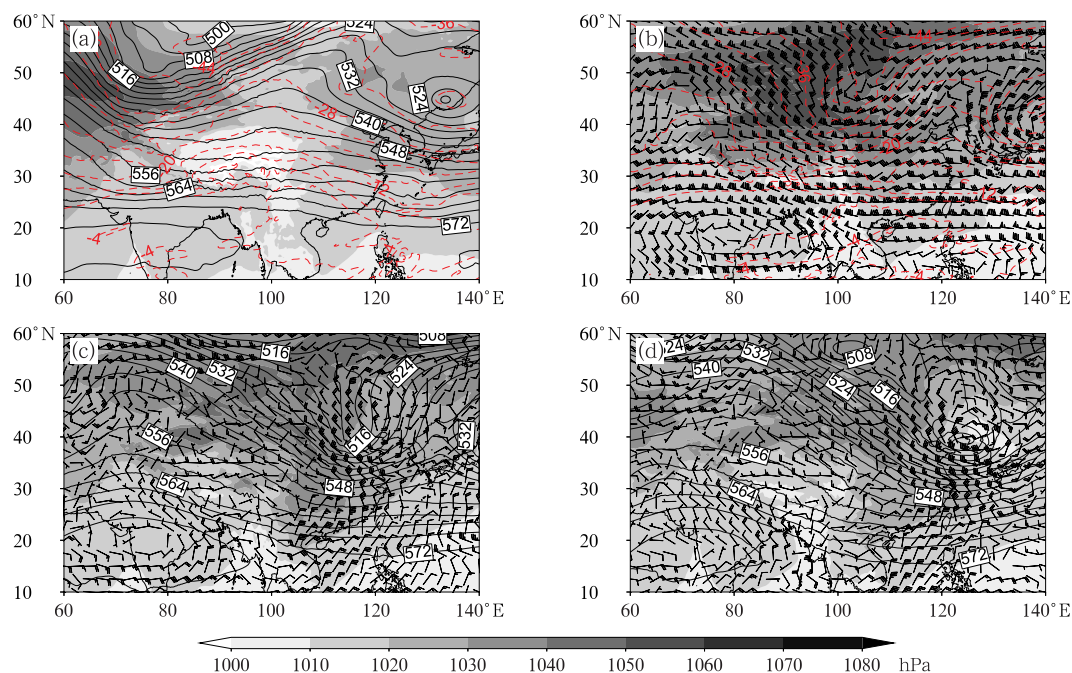
图6 2025年1月23—27日(a)最低气温最大降温幅度,(b)最大阵风风速,(c)累计降雪量和(d)最大积雪深度
Fig. 6 (a) Maximum temperature drop range of the lowest temperature, (b) maximum gust wind speed, (c) accumulated snowfall and (d) maximum snow depth in 23—27 January 2025

陕西中部、河南西部、辽宁中东部、吉林南部等地出现大到暴雪,局地大暴雪;上述大部分地区累计降雪量为 10~30 mm,河南洛阳、郑州局地 30 mm 以上(图 6c)。甘肃东南部、宁夏、陕西中部、河南西部、辽宁、吉林南部新增积雪深度 5~10 cm,辽宁中北部部分地区新增 20~28 cm(图 6d)。黄淮西南部、江淮西部、江汉、江南北部等地出现中雨,河南中南部、湖北北部、安徽西部等地部分地区出现大雨,局地暴雨;河南漯河、平顶山、驻马店,安徽阜阳、淮南,湖北随州等地过程累计降水量达 50.0~74.7 mm(图略)。此外,甘肃东南部、陕西、河南等地出现雨雪相态转换;河南、陕西、甘肃、宁夏等省份 11 个国家级气象观测站日降雪量突破当地历史极值。

23 日 08 时(北京时,下同),我国中高纬度地区为“两槽一脊”,位于巴尔喀什湖附近高空槽冷中心温度低至 -44°C ,与之配合的地面冷高压中心位于里海北侧,高压中心气压值为 1057 hPa,冷空气强度高(图 7a)。由于温度槽落后于高空槽,槽后冷平流较强,特别是 24 日 08 时之后,高空槽自新疆进入我国,槽后西北气流与温度槽前锋区呈正交,冷平流

进一步增强,高空槽和地面冷高压再度发展,25 日 08 时地面冷高压中心气压值高达 1076 hPa(图 7b),且冷高压前部等压线非常密集,受其影响,24 日我国新疆、西北地区东部等地出现明显大风降温天气(许爱华等,2006;牛若芸等,2009)。25 日受下游高压脊影响,高空槽和冷锋缓慢东移,西北地区持续降温且降温加剧,导致此次寒潮过程西北地区降温幅度最大、持续时间最长(图 6a)。同时,位于日本海附近的低涡低槽后部冷空气从东路影响我国江淮及其以南大部地区,26 日上述地区出现大风降温(图 7c)。26 日夜间至 27 日西路冷空气大举南下,两股冷空气合并,我国中东部地区出现大范围大风降温(图 7d)。25—27 日,江淮及其以南地区先后出现两次降温过程,导致该地区成为此次寒潮过程的第二大降温中心。28 日随着高空槽以及冷锋东移入海,我国大范围大风降温天气趋于结束。

从降水的时空分布可以看出,强雨雪主要出现在 24—25 日西北地区东南部至黄淮西部江汉一带以及 26—27 日辽宁吉林等地,下文重点对其天气学成因进行初步分析。



注:黑色实线为 500 hPa 高度场,单位为 dagpm;红色虚线为 500 hPa 温度场,单位为 $^{\circ}\text{C}$;阴影为地面气压场;风羽为风场。

图 7 2025 年 1 月(a)23 日 08 时 500 hPa 高度场、温度场、地面气压场,(b)25 日 08 时 500 hPa 温度场、风场、地面气压场,(c)26 日 08 时和(d)27 日 08 时的 500 hPa 高度场、850 hPa 风场、地面气压场
Fig. 7 (a) The 500 hPa geopotential height, temperature and surface pressure at 08:00 BT 23, (b) 500 hPa temperature, wind field and surface pressure at 08:00 BT 25, and (c, d) 500 hPa geopotential height, 850 hPa wind field and surface pressure at (c) 08:00 BT 26 and (d) 08:00 BT 27 January 2025

24日西路冷空气前沿位于西北地区,此时,高原槽底较宽,其上先后有3个波动东移影响黄淮等地,东路冷空气从黄海向西影响黄淮至江汉一带,河南、湖北等地对流层低层形成偏东风急流,500 hPa西南风辐合区和700 hPa暖式切变线正好位于边界层急流上空,暖湿空气在冷垫上爬升为强降水提供了有利的辐合抬升条件(图8a)。水汽一方面来源于边界层偏东风急流,另一方面来源于高空槽前西南气流。850 hPa及700 hPa比湿均达到了 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (图8a)。由于东路与西路冷空气相向而行,24日中低层系统稳定少动,导致河南等地降

水持续时间长,上述地区降水持续时间均达到24 h左右,小时雪强或雨强为 $1 \sim 3 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$,局地超过 $5 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$,从而导致24 h累计雨雪量达到了25~50 mm,局地50 mm以上。25日,高原槽与西风槽前分裂短波同位相叠加,槽底经向度加大,受槽前动力强迫影响,850 hPa有低涡切变系统发展并逐步东移,使得强雨雪中心从黄淮西部等地逐渐向东、向南发展,河南、湖北、安徽、湖南、江西等地出现10 mm以上降水,局地25 mm(图略)。从降水相态来看,由于850 hPa的 -4°C 等温线以及近地面 0°C 等温线位于河南西部至西北地区东南部一线(图8b),因此上述地区主要以降雪为主,其他地区以降雨或短暂雨夹雪为主,随着西路冷空气进一步东移南下,25日夜间河南中东部等地才陆续转为降雪。

26日08时,西风带高空槽东移至华北地区,经向度进一步加大,高空槽呈现南北向,受低涡及高空槽前动力强迫影响,地面有气旋发展。26日夜间开始,系统进一步发展东移,500 hPa切断为低涡(图8c)。28日02时地面气旋中心最低气压降至1005 hPa。气旋北侧倒槽为辽宁、吉林等地降雪提供强动力抬升条件。气旋东侧偏南风、东南风先后从黄海、日本海向辽宁、吉林等地输送水汽,850 hPa比湿达到 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,为持续降雪提供了水汽来源(图8c)。同时,受下游高压脊以及位于日本附近切断低涡的阻挡,气旋移动缓慢,导致辽宁、吉林降雪持续时间长,上述部分地区连续2天出现大到暴雪。

针对此次寒潮雨雪过程,中央气象台先后发布了寒潮、大风、暴雪蓝色以及黄色预警,整体对大风、降温、降雪强度及其落区把握较好,但对24日河南等地雨雪极端性估计不足。从24 h雨雪预报天气学检验可以看出,预报员主观预报结果和ECMWF-IFS、NCEP-GFS、CMA-GFS模式结果对25 mm以上的雨雪区预报范围明显偏小、强度偏弱,中央气象台客观预报产品MAIT-V1和MAIT-V2对25 mm以上雨雪范围预报与实况较为一致,有更好的参考价值(图9)。

此外,中期时段(提前4~7 d),由于模式对气旋预报偏北(图10),导致CMA-GFS、ECMWF-IFS模式、MAITV1等客观方法以及预报员主观预报对27日辽宁、吉林暴雪的落区预报偏北,模式预报的降雪极值中心强度偏强,导致中期时效下预报偏差大(图11)。

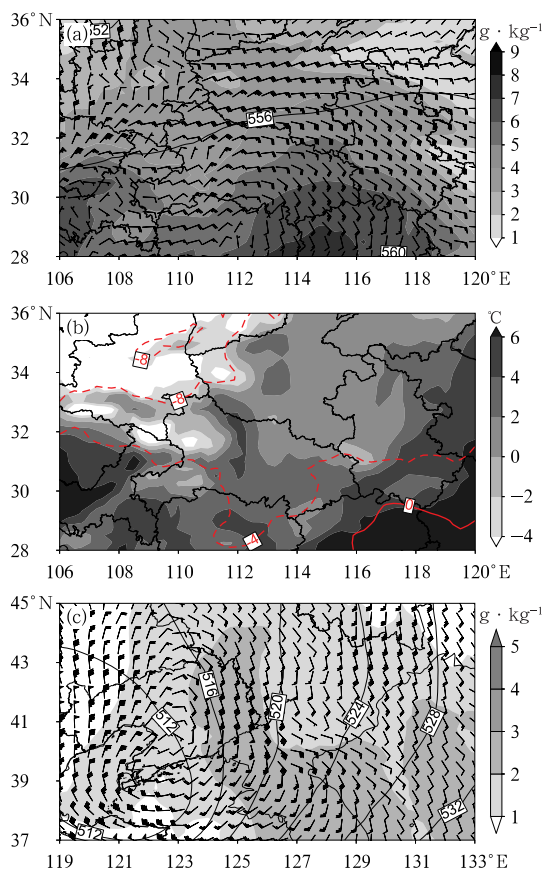


图8 2025年1月(a)24日20时和(c)26日20时500 hPa高度场(黑色实线,单位dagpm)、850 hPa

风场(风羽)、比湿(阴影),(b)25日20时地面气温(阴影)、850 hPa温度(虚线,单位 $^\circ\text{C}$)

Fig. 8 (a, c) The 500 hPa geopotential height (black solid line, unit: dagpm), 850 hPa wind field (barb) and specific humidity (shaded)

at (a) 20:00 BT 24 and (c) 20:00 BT 26, and

(b) surface temperature (shaded)

and 850 hPa temperature (dashed line,

unit: $^\circ\text{C}$) at 20:00 BT 25 January 2025

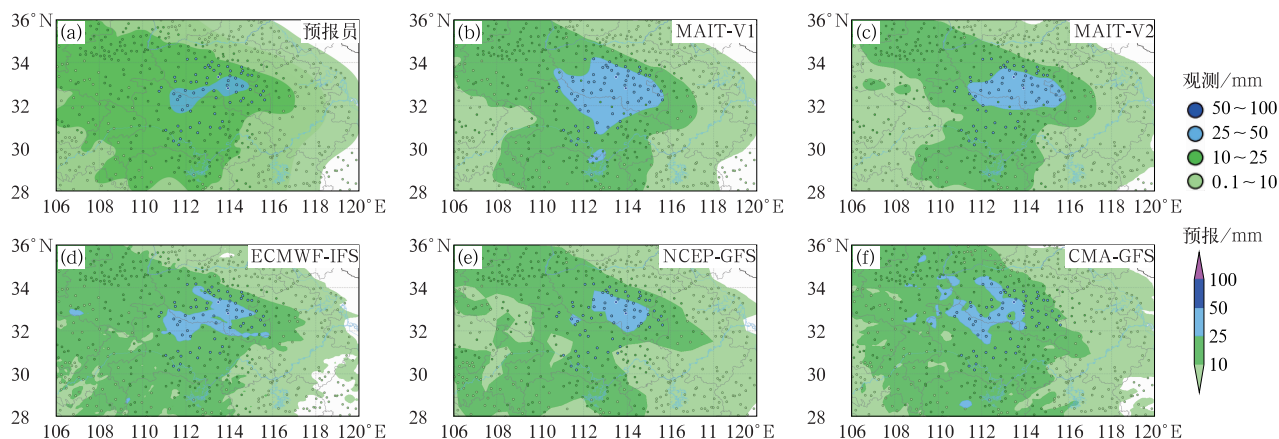


图 9 2025 年 1 月 24 日 08 时至 25 日 08 时 24 h 累计降水量实况(圆点)和预报结果(填色)

Fig. 9 The 24 h accumulated precipitation observation (dot) and forecasts (colored) from 08:00 BT 24 to 08:00 BT 25 January 2025

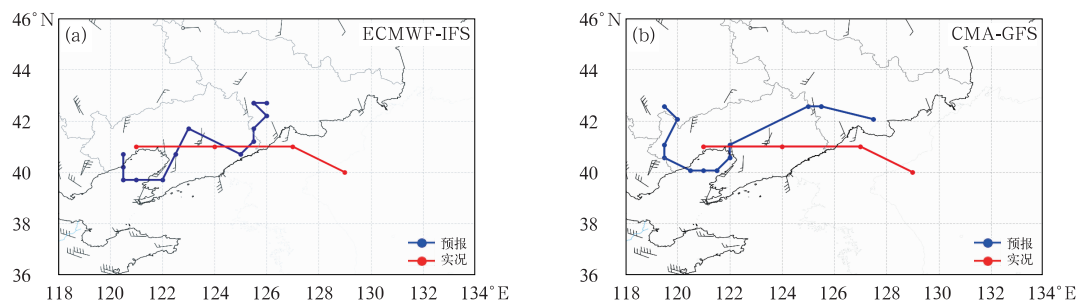


图 10 2025 年 1 月 23 日 08 时起报的 0~120 h 低涡预报与实况对比

Fig. 10 Comparison of 0—120 h low vortex between observation and forecast initialized at 08:00 BT 23 January 2025

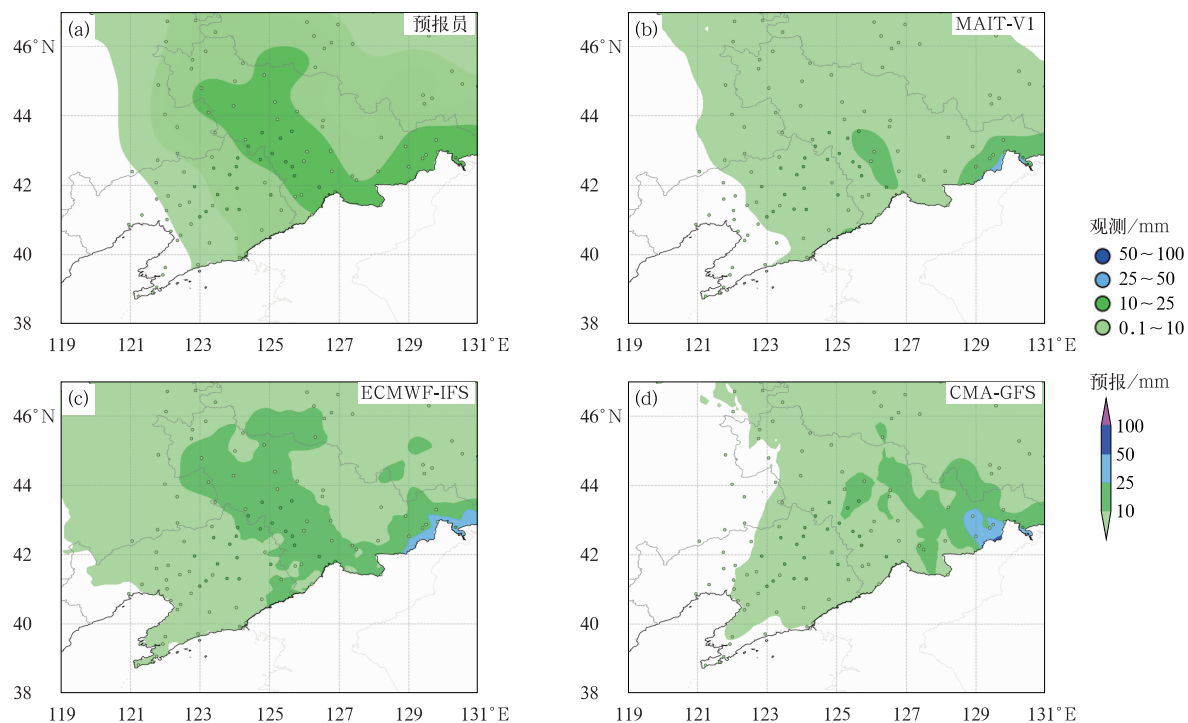


图 11 2025 年 1 月 27 日 08 时至 28 日 08 时 24 h 累计降水量实况(圆点)与提前 5 d 预报结果(填色)

Fig. 11 The 24 h accumulated precipitation observation (dot) from 08:00 BT 27 to 08:00 BT 28 January 2025 and the forecasts 5 d in advance (colored)

4 雾-霾过程

1—5日,我国西南地区东部、江汉、江淮、黄淮等地经历了一次持续性的中度雾-霾天气过程。其中,1—3日,黄淮西部、汾渭平原、江淮西部、江汉、江南西部和北部、四川盆地等地部分地区出现轻至中度霾。4—5日,随着大气扩散条件的改善,污染程度减弱;然而,四川盆地、湖北中东部等地因风力较小且低层湿度较高,出现了大雾天气,部分地区能见度低于1 km,局地甚至不足200 m。5日夜间,冷空气南下、偏北风增强,大气扩散条件显著改善,PM_{2.5}质量浓度迅速下降,能见度逐渐转好,雾-霾天气过程结束。

从大尺度环流形势来看,1—3日,500 hPa高度场整体呈纬向环流(图12),受其影响,黄淮西部、汾渭平原、江淮西部、江汉、江南西部和北部、四川盆地等地位于冷高压前部的均压场内,等压线稀疏、气压梯度小,水平风速弱,有辐合线建立,不利于水汽和污染物的扩散。4—5日,500 hPa高度场上出现弱短波槽,从甘肃进入我国并向东、向南移动。随着高空槽东移,黄淮、江淮、江汉等地风力增强,大气扩散条件改善,污染程度减弱;然而,由于冷空气并未影响四川盆地、湖北中东部等地,上述地区风力较小,且地面2 m相对湿度在90%以上,而850 hPa相对湿度相对较低(70%以下),形成了“上干下湿”的垂直结构,有利于辐射雾的生成(图13)。

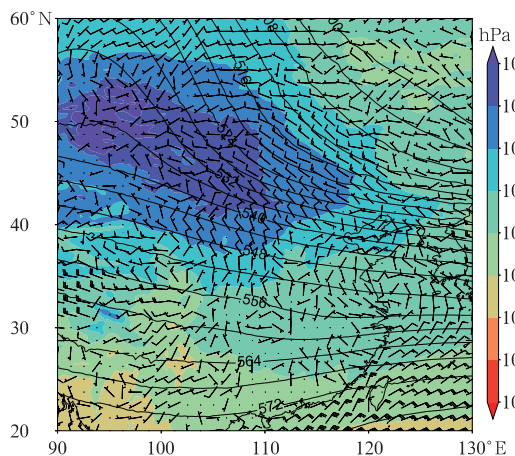


图12 2025年1月1日500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)、海平面气压(填色)和10 m风场(风羽)

Fig. 12 Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm), sea level pressure (colored), and 10 m wind field (barb) on 1 January 2025

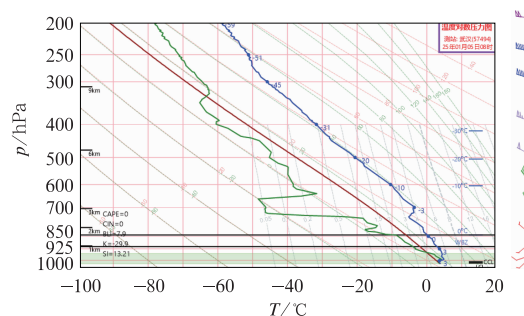


图13 2025年1月5日08时武汉站T-lnp图
Fig. 13 The T-lnp diagram at Wuhan Station at 08:00 BT 5 January 2025

总体来看,此次雾-霾天气过程的形成主要受静稳天气控制,低层湿度大、风力小、有弱辐合存在,有利于污染物聚集从而形成持续性雾-霾天气。

5 结论

2025年1月我国天气呈现暖干特征:全国平均气温为-3.3℃,较常年同期偏高1.5℃,为1961年以来历史同期第三高;全国平均降水量为9.3 mm,较常年同期偏少30.1%,空间分布不均,呈现“北多南少”格局。上述异常特征与北半球平均大气环流密切相关,即新地岛极涡强度偏强,而加拿大极涡偏弱,导致东亚大槽位置偏东,叠加南支槽偏弱,抑制了南方水汽向内陆输送。

尽管本月气温偏高、降水偏少,呈现“暖干”特征,但仍出现了一次雾-霾天气,以及一次大范围寒潮过程并伴有极端雨雪天气。预报员主观与模式预报对雨雪过程极端性估计不足,预报偏差原因值得进一步分析。

23—27日,全国范围的寒潮过程主要受高空槽和地面冷高压影响。由于温度槽滞后,冷平流显著增强,地面冷高压持续发展,导致新疆及西北地区出现剧烈降温。西路冷空气受槽后西北气流推动东移,与日本海低槽后部东路冷空气合并南下,叠加下游高压脊阻滞效应,导致西北地区持续强降温及中东部大范围寒潮。

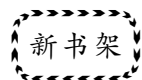
寒潮过程伴随的极端雨雪天气是高低空系统协同作用的结果。高原槽东移带来动力抬升,槽前西南暖湿气流与850 hPa偏东风急流输送水汽,配合700 hPa暖式切变线,使得暖湿空气在冷垫上爬升

触发黄淮至江汉极端雨雪过程。26 日华北低涡发展成切断低压,850 hPa 渤海气旋缓慢东移,其倒槽动力抬升与黄海水汽输送共同作用,导致辽宁、吉林持续暴雪。冷空气路径交汇、系统停滞及水汽-动力耦合,是雨雪强度大、范围广的关键机制。

参考文献

- 国家气候中心,2025. 2025 年 1 月全国气候影响评价[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2025. Assessment of climate impact over China in January 2025[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).
- 南洋,饶晓琴,尤媛,等,2022. 2022 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象,48(4):525-532. Nan Y, Rao X Q, You Y, et al,2022. Analysis of the January 2022 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,48(4):525-532(in Chinese).
- 牛若芸,乔林,陈涛,等,2009. 2008 年 12 月 2—6 日寒潮天气过程分析[J]. 气象,35(12):74-82. Niu R Y, Qiao L, Chen T, et al,2009. Analysis of the cold wave during 2—6 December 2008[J]. Meteor Mon,35(12):74-82(in Chinese).
- 许爱华,乔林,詹丰兴,等,2006. 2005 年 3 月一次寒潮天气过程的诊断分析[J]. 气象,32(3):49-55. Xu A H, Qiao L, Zhan F X, et al,2006. Diagnosis of a cold wave weather event in March 2005[J]. Meteor Mon,32(3):49-55(in Chinese).
- 徐冉,江琪,桂海林,等,2021. 2021 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象,47(4):510-516. Xu R, Jiang Q, Gui H L, et al,2021. Analysis of the January 2021 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,47(4):510-516(in Chinese).
- 谢超,桂海林,尤媛,2024. 2024 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象,50(4):514-520. Xie C, Gui H L, You Y,2024. Analysis of the January 2024 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,50(4):514-520(in Chinese).
- 尤媛,饶晓琴,李思腾,等,2023. 2023 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象,49(4):506-512. You Y, Rao X Q, Li S T, et al,2023. Analysis of the January 2023 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon,49(4):506-512(in Chinese).

(本文责编:何晓欢)



《中国天气概论(第三版)》

寿绍文 主编

该书全面系统地论述了中国重要天气的特点以及分析预报的理论与方法,介绍了中期、短期、甚短期及临近天气预报的方法和最新研究成果。全书共 9 章,分别介绍了我国的天气气候特点、季风的影响、重要天气系统,以及寒潮、暴雨、强对流、台风和冷冻、雾、霾、沙尘暴与夏季高温等主要灾害性天气和高影响天气过程的分析和预报,最后对天气预报技术和方法的发展作了概述。该书是现代天气学成套教材的重要组成部分,可作为气象及相关专业的教材或科研和业务人员的参考书。

16 开 定价:78.00 元

《面向地球科学的深度学习

——遥感、气候科学和地球科学的综合方法》

古斯特·开姆普斯·瓦尔斯 戴维斯·图雅 朱晓香
马库斯·赖希施泰因 编著 李毅 黄泓 刘宇迪 等译

近年来,大数据与人工智能技术已经彻底改变了计算机视觉、自然语言处理等学科的发展,也为地球和环境科学带

来了巨大变革。该书概述性地介绍了深度学习在遥感、气候学和地球科学中的具体算法和应用。全书分为三部分,即深度学习在遥感图像信息提取中的应用、深度学习对地球科学发展的促进以及物理学与深度学习模型的关系。该书可供从事地球科学及其相关领域的科技人员参考,也可以作为相关专业研究生的教学参考书。

16 开 定价:150.00 元

《青藏高原生态环境高时空分辨率多源数据动态监测》

周广胜 任鸿瑞 张磊 周梦子 著

青藏高原作为地球第三极、世界屋脊,其独特的生态环境正面临着人类活动和气候变暖的诸多挑战,迫切需要研究清楚其变化规律、机理、演变趋势与未来风险。该书通过遥感技术,结合气象与模型数据,首次以地图集形式展示青藏高原近 20 年来的气候、植被、冰川积雪、裸冻土、水体、城乡居民用地和碳源汇等生态环境动态及未来变化趋势。该书资料珍贵、图文并茂,可为从事大气科学、生态学、地理学、环境遥感等领域的科技人员和生态环境管理人员提供参考。

16 开 定价:168.00 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