

车金凝,杨舒楠,2026. 2025 年 12 月大气环流和天气分析——下半年首场大范围较强雨雪天气影响我国[J]. 气象,52(3):374-384. Che J N, Yang S N, 2026. Analysis of the December 2025 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 52(3):374-384(in Chinese).

2025 年 12 月大气环流和天气分析 ——下半年首场大范围较强雨雪天气影响我国*

车金凝^{1,2} 杨舒楠^{1,2}

1 中国气象局水文气象重点开放实验室,北京 100081

2 国家气象中心,北京 100081

提 要: 2025 年 12 月大气环流的主要特征为北半球极涡呈偶极型分布,极涡强度偏强,中高纬度环流呈四波型,欧亚大陆整体为“西高东低”环流形势。全国平均降水量为 8.6 mm,较常年同期偏少 28%,降水量距平百分率呈现“北偏多南偏少”的空间分布。全国平均气温为 -1.2°C ,较常年同期偏高 1.8°C ,为 1961 年以来第二高。月内冷空气活动虽频繁,但整体表现为“多股、分阶段、强度偏弱”的特征;全国共出现 4 次冷空气过程,中旬全国型寒潮过程造成冬季首场大范围较强雨雪天气及沙尘过程;中下旬在冷空气间歇期出现 2 次雾-霾过程。

关键词: 大气环流,冷空气,雨雪,雾-霾

中图分类号: P448,P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2026.020101

Analysis of the December 2025 Atmospheric Circulation and Weather

CHE Jinning^{1,2} YANG Shunan^{1,2}

1 CMA Hydro-Meteorology Key Laboratory, Beijing 100081

2 National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of atmospheric circulation in December 2025 are as follows. The polar vortex in the Northern Hemisphere exhibited a dipole pattern with a negative geopotential height anomaly. The mid-to-high latitude circulation presented a four-wave pattern, while the Eurasian Continent was governed by a meridional pattern with high pressure in the west and low pressure in the east. The national average precipitation was 8.6 mm, decreasing by 28% compared to the long-term average for the same period. Furthermore, the spatial distribution of the precipitation anomaly percentage was characterized by higher values in northern China and lower values in southern China. The monthly average temperature was -1.2°C , which is 1.8°C above that in the same period of normal years, ranking as the second highest since 1961. The cold airs were frequent, manifesting as multiple waves of intrusion occurring in stages with relatively weak intensity. In December, China experienced four cold air processes. During mid-December, the widespread cold wave occurred with the first wide range of rain and snow in winter, accompanied by a sand-dust event. Additionally, two fog-haze episodes appeared during the intermittent periods of cold air processes in mid-to-late December.

Key words: atmospheric circulation, cold air, rain and snow, fog-haze

* 中国气象局水文气象重点开放实验室开放研究课题(23SWQXM030)、国家自然科学基金气象联合基金项目(U2542211)、中国气象局创新发展专项(CXFZ2026J026)、中国气象局复盘总结专项(FPZJ2025-160)和国家气象中心青年基金课题(Q202504)共同资助

2026 年 1 月 20 日收稿; 2026 年 2 月 2 日收修定稿

第一作者:车金凝,主要从事全球灾害性天气监测和预报技术方法研究. E-mail: chejn@cma.gov.cn

通讯作者:杨舒楠,主要从事全球灾害性天气监测和预报技术方法研究. E-mail: yangsn@cma.gov.cn

1 资料说明

本文所用的降水、气温、风等资料来自国家气象信息中心的中国地面日值数据,该数据集包括1951年以来国家级气象观测站(简称国家站)以及2016年以来区域级气象观测站的逐日气压、气温、相对湿度、降水量、风向和风速等数据。北半球500 hPa平均位势高度场和距平场采用NCEP/NCAR提供的逐月再分析资料,水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。各旬平均环流分析和寒潮、雾-霾过程分析所用的位势高度、比湿、风速和海平面气压场等气象要素均来自欧洲中期天气预报中心(ECMWF)提供的第五代大气再分析数据(ERA5),垂直等压面共37层,时间分辨率为1 h,水平分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 。寒潮、沙尘和雾-霾过程识别依据国家气象中心的灾害性天气统计表。降水预报偏差分析使用了数值模式、客观方法和预报员的定量降水预报数据。文中所用时间均为北京时。

2 天气概况

2.1 降水

2025年12月,全国平均降水量为8.6 mm,较常年同期(11.9 mm)偏少28%(国家气候中心,2026)。从降水量空间分布来看(图1),西南地区东部、黄淮、江淮、江汉、江南、华南及新疆北部、黑龙江中北部、吉林中部、辽宁东南部等地累计降水量在

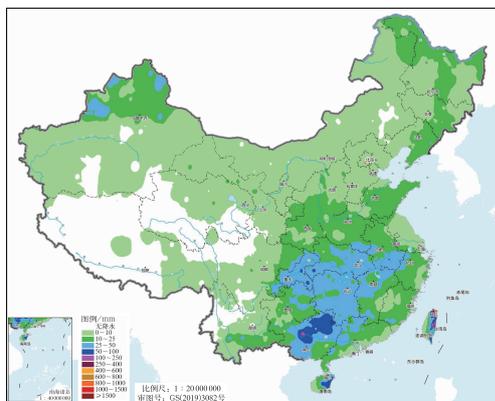


图1 2025年12月全国降水量分布
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in December 2025

10~50 mm,台湾岛东部和海南岛东部的部分地区降水量超过100 mm,除上述地区以外,全国其余地区降水量普遍低于10 mm或无降水。与常年同期相比(图2),全国降水量距平百分率呈现“北偏多南偏少”的空间分布,西北地区东部、内蒙古、华北、黄淮北部、江汉西部及黑龙江西北部、新疆西部和北部、重庆东部等地降水量偏多5成至2倍,部分地区偏多2倍以上;全国其余大部地区接近常年同期或偏少,江淮东部和南部、西南地区大部、江南、华南东部及西藏、青海南部等地降水量偏少2~8成,部分地区偏少8成以上。

2.2 气温

12月,全国平均气温为 -1.2°C ,较常年同期(-3.0°C)偏高 1.8°C ,为1961年以来历史同期第二高(国家气候中心,2026)。从平均气温距平的空间分布来看,内蒙古东北部、黑龙江大部、云南等地气温接近常年或偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,全国其余大部地区偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,新疆北部偏高 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ (图3)。此外,河南、山东、湖北、湖南、四川等省份平均气温为历史同期最高,长沙、湘潭、荆州和衢州等地有19个国家站最高气温突破当月极值(图略)。

3 环流特征和演变

3.1 环流特征

2025年12月北半球500 hPa平均位势高度场

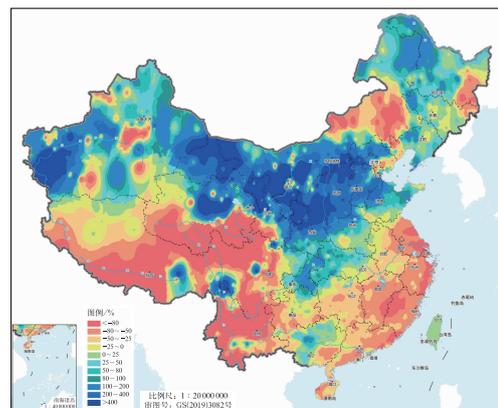


图2 2025年12月全国降水量距平百分率分布

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in December 2025

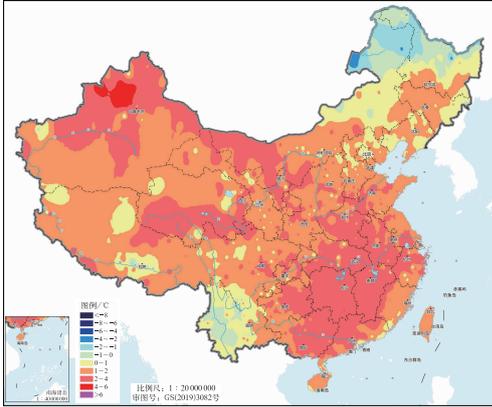


图 3 2025 年 12 月全国平均气温距平分布
Fig. 3 Distribution of average temperature anomaly over China in December 2025

及距平场的空间分布示于图 4, 与常年同期相比呈现以下主要特征。

3.1.1 极涡呈偶极型分布

12 月北半球极涡中心呈偶极型分布(图 4a), 一个位于格陵兰岛西北部, 中心值低至 500 dagpm, 另一个位于西伯利亚北部, 中心值为 508 dagpm。与历史同期(1991—2020 年)相比, 极涡整体强度偏弱, 极涡中心对应的距平场均为负距平区, 其中, 格陵兰岛西北部的极涡中心较常年同期偏强 10~12 dagpm, 偏向亚洲的极涡中心强度偏强 4~6 dagpm(图 4b)。

3.1.2 北半球环流呈四波型, 东亚大槽位置偏东

12 月, 北半球 500 hPa 中高纬度环流呈四波型, 长波槽分别位于亚洲东部、北美洲西海岸、拉布拉多高原及西西伯利亚至东欧平原地区。欧亚地区中高纬呈“两槽一脊”环流型, 巴尔喀什湖至贝加尔湖一带受弱高压脊控制, 欧洲中部和北太平洋中部存在两个高压脊, 均较常年同期显著偏强, 其中北太平洋中部高压脊对应的正距平中心达到 32 dagpm(图 4b)。两个强盛的高压脊挟持极涡, 使得环绕极地的西风急流明显扭曲, 极涡主体被挤压南推至西伯利亚地区。随之建立的东亚大槽位于 140°E 附近, 位置偏东, 我国大部分地区受槽后西北气流控制。在此环流配置下, 极地冷空气易沿槽后西北气流向南输送, 影响我国中东部地区。月内我国冷空气活动整体表现出“多股、分阶段、强度偏弱”的特征, 相应月平均气温也较常年同期偏高。

3.1.3 西太平洋副热带高压偏弱、偏东

12 月, 西太平洋副热带高压(以下简称副高)的

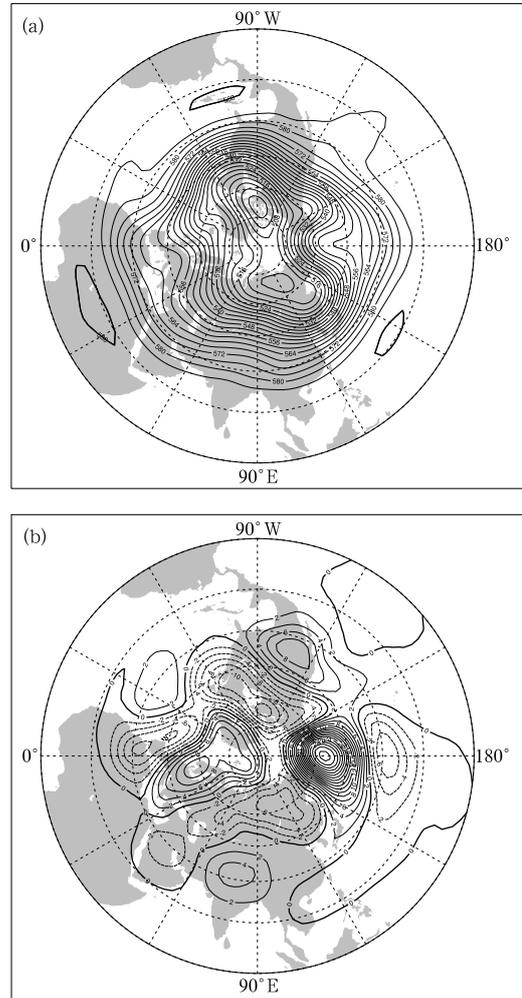


图 4 2025 年 12 月北半球 500 hPa(a)平均位势高度场和(b)距平场(单位: dagpm)

Fig. 4 (a) Monthly average geopotential height and (b) its anomaly (unit: dagpm) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in December 2025

西伸脊点位于 135°E 附近(图 4a), 位置异常偏东, 面积偏小, 强度偏弱, 中心值较常年同期偏低 4~6 dagpm(图 4b), 不利于水汽向北输送, 将主雨带限制在长江中下游及华南地区(图 1)。但由于亚洲低纬度地区受高度场正距平控制, 南支槽较为平直, 强度较常年同期偏弱, 不利于将孟加拉湾的水汽向我国输送, 导致长江中下游地区降水量较常年同期偏少。

3.2 环流演变与我国天气

12 月欧亚大陆上、中、下旬 500 hPa 平均位势高度场如图 5 所示。

上旬(图 5a), 极涡分裂, 亚洲的极涡中心位于

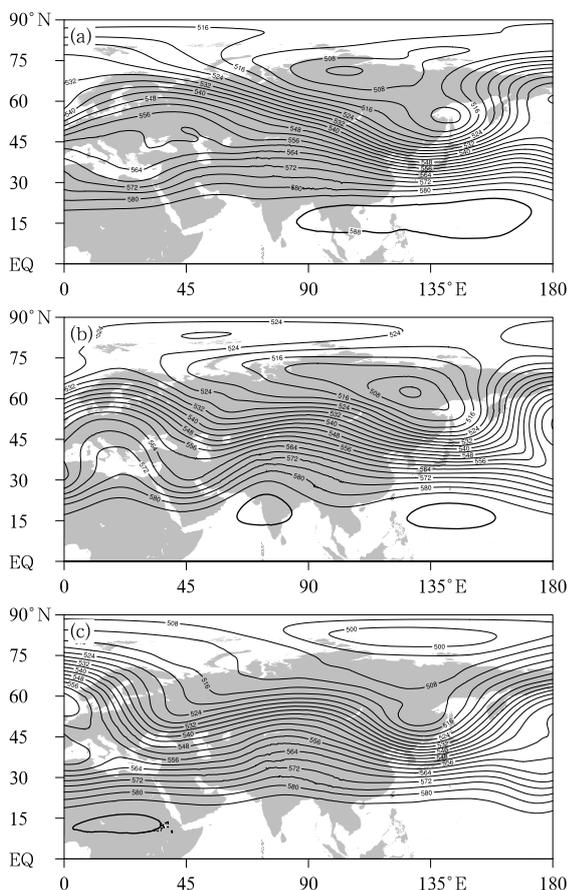


图5 2025年12月(a)上旬、(b)中旬、(c)下旬
欧亚500 hPa平均位势高度(单位:dagpm)

Fig. 5 Average geopotential height (unit: dagpm)
at 500 hPa over Eurasia in the (a) first,
(b) second and (c) third dekads of December 2025

鄂霍次克海附近,欧亚大陆中高纬为“西高东低”的环流形势,北支锋区相对平直,我国大部地区受西北和偏西气流控制。副高维持在低纬度地区,南支槽偏弱,水汽条件较差。在此环流背景下,影响我国的冷空气虽较为活跃,但总体势力较弱。11月30日至12月3日,受贝加尔湖东侧高空槽东移影响,我国长江以北和江南东部地区出现一次寒潮过程,内蒙古、华北北部、东北地区、黄淮等地气温下降 $10\sim 14^{\circ}\text{C}$,局地降温达 18°C 以上。本次过程,冷空气与低层切变配合,给内蒙古中东部、东北地区等地带来小到中雪或雨夹雪,吉林延边局地降雪量达 $5\sim 6.2\text{ mm}$,而江南北部气温偏高,降水持续偏少,气象干旱再度发展。

中旬(图5b),亚洲极涡加强,中心强度达 504 dagpm ,并移至俄罗斯远东地区,位置偏东。欧亚大陆中高纬度环流形势调整为“两槽一脊”,高空

槽位于乌拉尔山以西的东欧平原至阿拉伯半岛一带,以及鄂霍次克海至日本岛附近,西西伯利亚平原至我国西北地区为脊区。低纬地区,南支槽加深发展,副高断裂东退。与上月相比,我国中高纬和低纬地区的环流经向度均明显加大,冷空气势力增强,降水也略有增多。10—13日,受寒潮过程影响,我国大部分地区气温普遍下降 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$,14日早晨,最低气温 0°C 线南压至湖北中部、江西北部至江苏南部一带。上游低槽携带冷空气东移,与南支槽输送的水汽交汇,导致新疆中北部、内蒙古、西北地区、东北地区中南部、华北、黄淮等地出现明显降雪天气,部分地区出现中到大雪或雨夹雪,新疆昌吉和乌鲁木齐、山西吕梁、河南郑州和开封、山东泰安等地暴雪。此外,受地面冷锋影响,北方地区等地出现明显的扬沙或浮尘天气。寒潮过程结束后,大气转为静稳形势,16—19日新疆、华北中南部、黄淮中西部、江汉、江淮西部和江南北部等地出现一次雾-霾天气。

下旬(图5c),欧亚大陆中高纬地区仍维持“两槽一脊”环流形势,相较于中旬,东欧平原附近的高空槽加深发展,另一个高空槽移至我国东北地区至朝鲜半岛一带,贝加尔湖附近的高压脊向北发展,略有加强。我国中高纬地区主要受槽后西北气流控制,伴随极涡整体向北收缩,下旬冷空气势力偏北,且较前期有所减弱。19—21日一股较强冷空气影响我国北方地区,淮河以北大部地区出现 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ 降温;新疆、西北地区、内蒙古、东北地区等地部分地区出现小雪,局地中雪或大雪,西南地区、湖北等地部分地区出现中雨或雨夹雪,局地大雨。另外,旬末伴随东北冷涡发展,一股新的冷空气影响我国,加之30日起南支槽开始活跃,偏南风水汽输送通道建立,冷暖交汇导致西北地区、华北、西南地区、黄淮等地出现大范围雨雪天气,部分地区出现暴雪或暴雨,其中台湾岛北部局地出现特大暴雨。

4 冷空气活动

4.1 概况

根据中央气象台冷空气划分标准,2025年12月有4次冷空气过程影响我国(表1),较2023年(6次)偏少(王继康等,2023),与2024年持平(徐冉等,2024;赵隽莹和饶晓琴,2025),其中10—13日为全国型寒潮过程,我国大部地区气温下降 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$,并

表 1 2025 年 12 月主要冷空气过程

Table 1 Main cold air processes in December 2025

时段	强度及影响区域	降温	大风、雨雪及沙尘天气
11 月 30 日至 12 月 3 日	寒潮 长江以北 及江南东部	江南东北部及长江以北地区日平均或最低气温普遍下降 6~10℃, 内蒙古、华北北部、东北地区、黄淮等地下降 10~14℃, 局地降温可达 18℃ 以上; 12 月 4 日早晨, 最低温度 0℃ 线压至浙江中部、安徽南部、湖北北部一带	江南东北部及长江以北大部地区出现 4~6 级风, 内蒙古东部、华北、青海东部、西藏等地部分地区出现 7~9 级阵风, 局地 10 级以上阵风; 新疆西部、华北中南部、黄淮、青海南部、河南、湖北北部等地部分地区出现浮尘或扬沙天气。内蒙古中东部、东北地区等地出现小到中雪或雨夹雪, 吉林延边局地大雪(5~6.2 mm)
12 月 10—13 日	寒潮 全国大部地区	全国大部地区气温下降 6~10℃, 新疆北部、青海中东部、内蒙古中西部、甘肃中西部、吉林东部、辽宁东部及华北中南部、黄淮中西部和安徽南部、江西中部、湖南南部、广东北部、广西东北部等地降温 14℃ 以上; 14 日早晨, 最低气温 0℃ 线南压至湖北中部、江西北部至江苏南部一带	新疆、青海、西藏、川西高原和西北地区东部、山西中南部、河南中西部、安徽北部、湖北中东部、湖南东部等地部分地区出现 7~9 级阵风, 局地达 10 级以上; 上述地区及东北地区等地出现扬沙或浮尘天气, 新疆阿克苏、青海海西等地出现沙尘暴。新疆中北部、内蒙古、西北地区、东北地区中南部、华北、黄淮等地出现明显降雪天气, 其中 10—11 日新疆北部出现中到大雪, 局地暴雪, 昌吉和乌鲁木齐最大累计降雪量达 10~18.2 mm; 12 日西北地区东部、内蒙古中部、华北、黄淮等地部分地区出现中到大雪或雨夹雪, 山西吕梁、河南郑州和开封、山东泰安等地暴雪(10~17.8 mm)
12 月 19—21 日	较强冷空气 北方大部地区	淮河以北大部地区降温 6~8℃, 河北西北部、内蒙古东部、东北地区西部局地降温 10~16℃	淮河以北部分地区出现 6~8 级阵风, 局地达 9~10 级。新疆北部和西部、甘肃中部、青海东北部、内蒙古东北部、黑龙江、吉林东部等地部分地区出现小雪, 局地中雪或大雪; 陕西南部、重庆北部和东南部、贵州东北部、湖北西部和东北部、安徽南部等地部分地区出现中雨或雨夹雪, 局地大雨
12 月 30 日至 2026 年 1 月 3 日	强冷空气 全国大部地区	西北地区东部、华北、东北地区、黄淮、江淮、江汉、华南北部及贵州等地气温下降 8~10℃, 局地降温 12℃ 以上	西北地区东部、华北、东北地区、黄淮、江淮等地部分地区出现 7~8 级阵风, 局地达 9~11 级。甘肃东部、宁夏南部、陕西中北部、山西西南部、河南中部等地部分地区出现中雪或大雪, 局地暴雪或大暴雪; 河南南部、湖北西北部、安徽中北部、江苏北部等地出现雪、雨或雨夹雪; 四川东部、重庆、贵州东北部、湖南、广西等地部分地区出现中雨, 局地大雨; 台湾岛北部出现暴雨或大暴雨, 局地特大暴雨

伴有较大范围的大风雨雪和沙尘天气。

4.2 12 月 10—13 日寒潮雨雪天气过程

12 月 10—13 日寒潮过程具有降温幅度大、雨雪范围广等特点。受其影响, 全国气温普遍下降 6~10℃(图 6a), 新疆、青海、甘肃、山西、河南和湖南等地降温剧烈, 其中山西岢岚、辽宁清原、陕西富县等 164 个国家站最大降温幅度达到或超过 14℃。新疆中北部、内蒙古、西北地区、东北地区中南部、华北、黄淮等地出现明显降雪天气, 其中新疆昌吉和乌鲁木齐、山西吕梁、河南郑州和开封、山东泰安等地累计降雪量超过 10 mm(图 6c), 13 日早晨, 山西、河北北部、北京、山东、安徽北部等地出现 2~5 cm 积雪, 山西忻州、吕梁和长治, 山东济南和泰安等地积雪深度有 8~16 cm(图 6d)。西北地区、华北和黄淮等地出现 7~9 级阵风, 局地达 10 级以上(图 6b),

并伴有大风沙尘天气, 其中新疆阿克苏、青海海西等地出现沙尘暴。此外, 降雪后在 13 日早晨, 河北中南部、山东北部、河南北部等地出现大雾, 局地能见度不足 500 m。此次寒潮过程有助于北方冬麦区土壤墒情, 补充了南方地区农田土壤水分, 总体有利于冬小麦、油菜等多种作物生长。

10 日 08 时, 欧亚大陆中高纬度地区为“两槽两脊”环流型, 乌拉尔山附近的高压脊向东北方向发展, 脊前的横槽位于巴尔喀什湖一带, 贝加尔湖西北侧为弱的暖脊, 另一个高空槽则位于俄罗斯远东地区附近。500 hPa 巴尔喀什湖高空槽对应的冷中心温度为 -40℃, 与之配合的地面冷高压中心气压值为 1048 hPa(图 7a), 切断低涡位于新疆以北的西西伯利亚平原, 冷空气堆积。此外, 俄罗斯远东地区的高空槽也携带小股冷空气, 通过偏北气流影响我国内蒙古东部和东北地区。11 日 08 时(图 7b), 巴尔

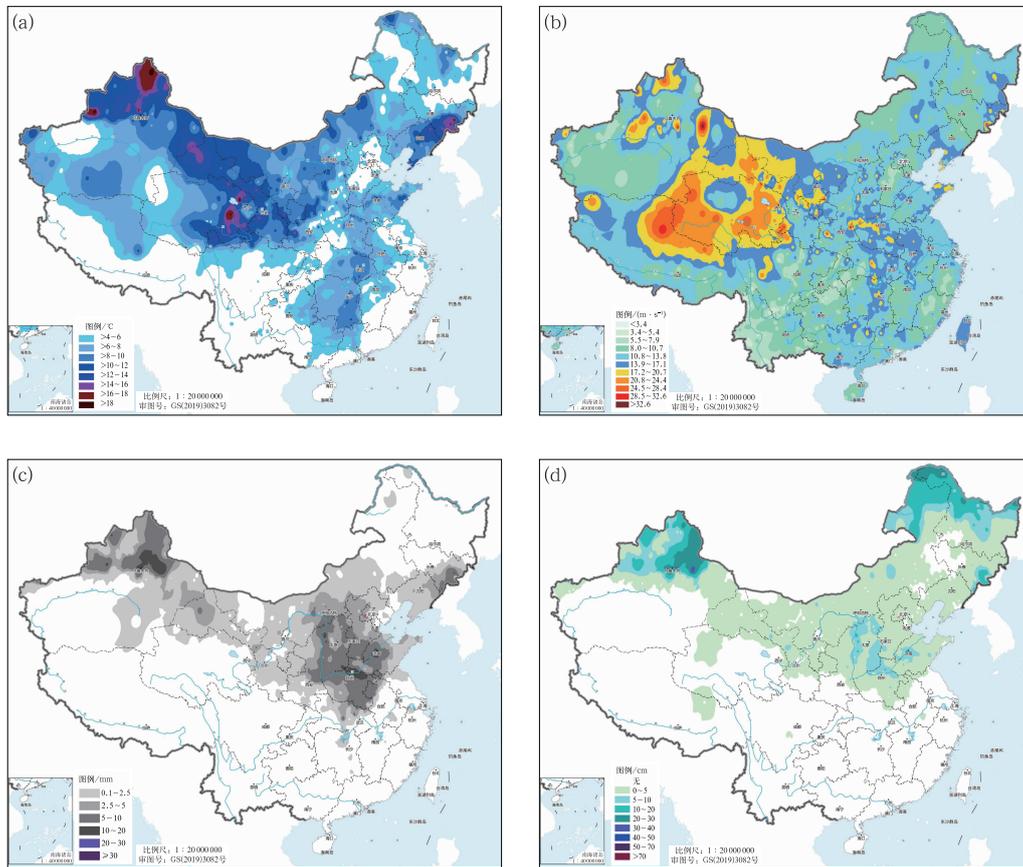


图 6 2025 年 12 月 10—13 日全国(a)最低气温最大降温幅度,(b)最大阵风风速,
(c)累计降雪量和(d)最大积雪深度

Fig. 6 (a) Maximum temperature drop range of the lowest temperature, (b) wind speed of maximum gust, (c) accumulated snowfall and (d) maximum snow depth over China from 10 to 13 December 2025

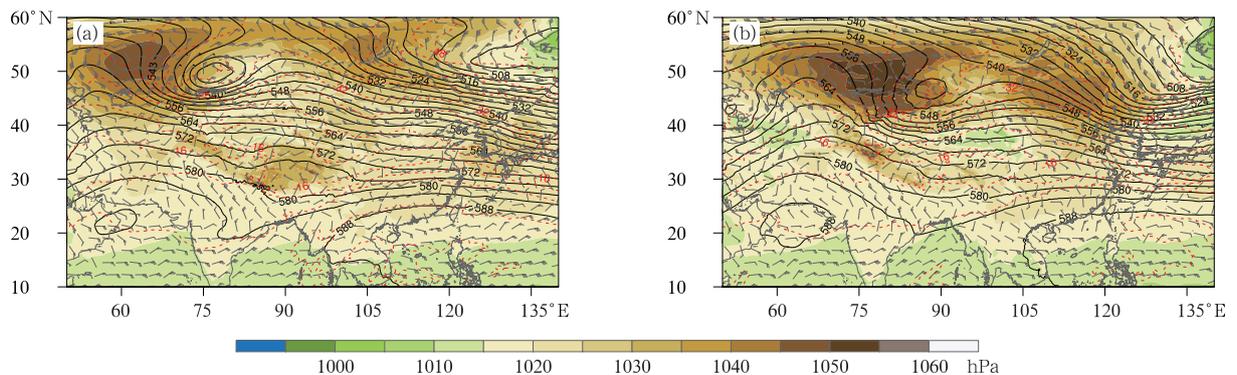


图 7 2025 年 12 月(a)10 日 08 时和(b)11 日 08 时 500 hPa 位势高度(黑线,单位: dagpm)和
温度(红线,单位: $^{\circ}C$),850 hPa 风场(风羽)及海平面气压(填色)

Fig. 7 500 hPa geopotential height (black line, unit: dagpm) and temperature (red line, unit: $^{\circ}C$),
850 hPa wind (barb) and sea level pressure (colored) at (a) 08:00 BT 10 and (b) 08:00 BT 11 December 2025

喀什湖高空槽在冷平流作用下东移发展,地面冷锋前沿抵达新疆西北部,为新疆西部和北部带来较强降雪,昌吉木垒降雪量达 14.5 mm。而东北地区的

冷空气与 850 hPa 切变线配合,导致吉林和辽宁出现明显雨雪天气。20 时,东北地区的高空槽东移入海,新疆北部的高空槽东移南压至内蒙古和甘肃

一带。

12 日 02 时(图 8a),随着南支槽加深,偏南风水汽通道建立,来自孟加拉湾和南海的水汽输送至华北、黄淮等地。华北地区 850 hPa 比湿在 $2\sim 6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,南方地区可达 $6\sim 12\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。由前一股冷空气东移入海形成的冷高压稳定少动,850 hPa 在陕西和山西附近有明显倒槽发展,华北地区地面气压力场呈现“东高西低”分布。来自海上冷高压后部的偏东气流形成回流,并与太行山地形抬升作用发生叠加。08 时(图 8b),地面冷锋位于河套地区,西风槽系统快速东移引导冷空气南下,槽前西南暖湿气流在低层冷垫上爬升,形成显著的上升运动,斜压强迫使低层垂直运动加强,冷暖空气的交汇更为剧烈(王东海等,2013;齐道日娜等,2024),降雪进入最强阶段。12 日 08 时至 13 日 08 时,西北地区东部、内蒙古中部、华北、黄淮等地部分地区出现中到大雪或雨夹雪,局地暴雪。由于西风槽系统移速快,且大尺度环流在华北、黄淮一带较为平直,至 13 日 08 时(图 8c)华北、黄淮 850 hPa 水汽含量已明显减少,雨雪过程基本结束。随后,西风槽继续加深东移至山东半岛附近,山东半岛 850 hPa 温度降至 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由于海温较常年偏高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,海气温差达 $20\sim 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (图略),13 日下午山东半岛由系统性降雪转变为冷流降雪,并持续至 14 日早晨。

针对此次寒潮雨雪过程,中央气象台共发布 29 期寒潮、暴雪、大风蓝色预警和大雾黄色预警。在短期时效内,主观预报整体对本次过程的降温幅度、降雪强度及落区把握较为准确。12 日为中东部雨雪最强时段,通过对 24 h 雨雪预报检验(图 9)可以看出,主观预报和 ECMWF、NCEP-GFS、CMA-GFS 模式对华南地区 25 mm 以上降水的范围预报略偏小,智能网格预报和多模式自适应降水集成 V1(MAIT-V1)的预报与实况较为一致。针对华北和黄淮的雨雪预报,主观预报对 5 mm 以上降水落区的预报优于各模式及客观方法,进行了有效订正。

此外,中期时效内(提前 4~7 d)各模式低估了西风槽的东移速度,导致 CMA-GFS、ECMWF 模式和主观预报均对 12 日 5 mm 以上量级降水的范围预报明显偏大、位置预报偏南(图 10)。智能网格预报对华北、黄淮一带小雪及以上量级的雨雪出现大范围漏报。中期时效降水预报偏差较大,订正难度

较大。

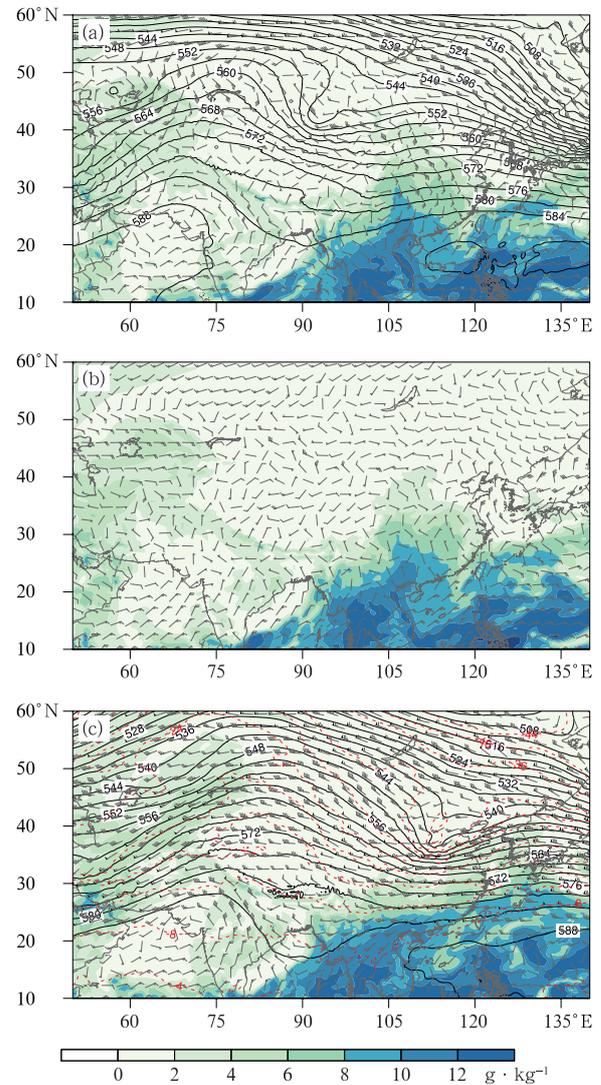


图 8 2025 年 12 月(a)12 日 02 时 500 hPa 位势高度(黑线,单位: dagpm), 850 hPa 风场(风羽)和比湿(填色), (b)12 日 08 时 850 hPa 风场(风羽)和比湿(填色), (c)13 日 08 时 500 hPa 位势高度(黑线,单位: dagpm)、温度(红线,单位: $^{\circ}\text{C}$)和风场(风羽)及 850 hPa 比湿(填色)

Fig. 8 (a) 500 hPa geopotential height (black line, unit: dagpm), 850 hPa wind (barb) and specific humidity (colored) at 02:00 BT 12, (b) 850 hPa wind (barb) and specific humidity (colored) at 08:00 BT 12, (c) 500 hPa geopotential height (black line, unit: dagpm), temperature (red line, unit: $^{\circ}\text{C}$), wind (barb) and 850 hPa specific humidity (colored) at 08:00 BT 13 December 2025

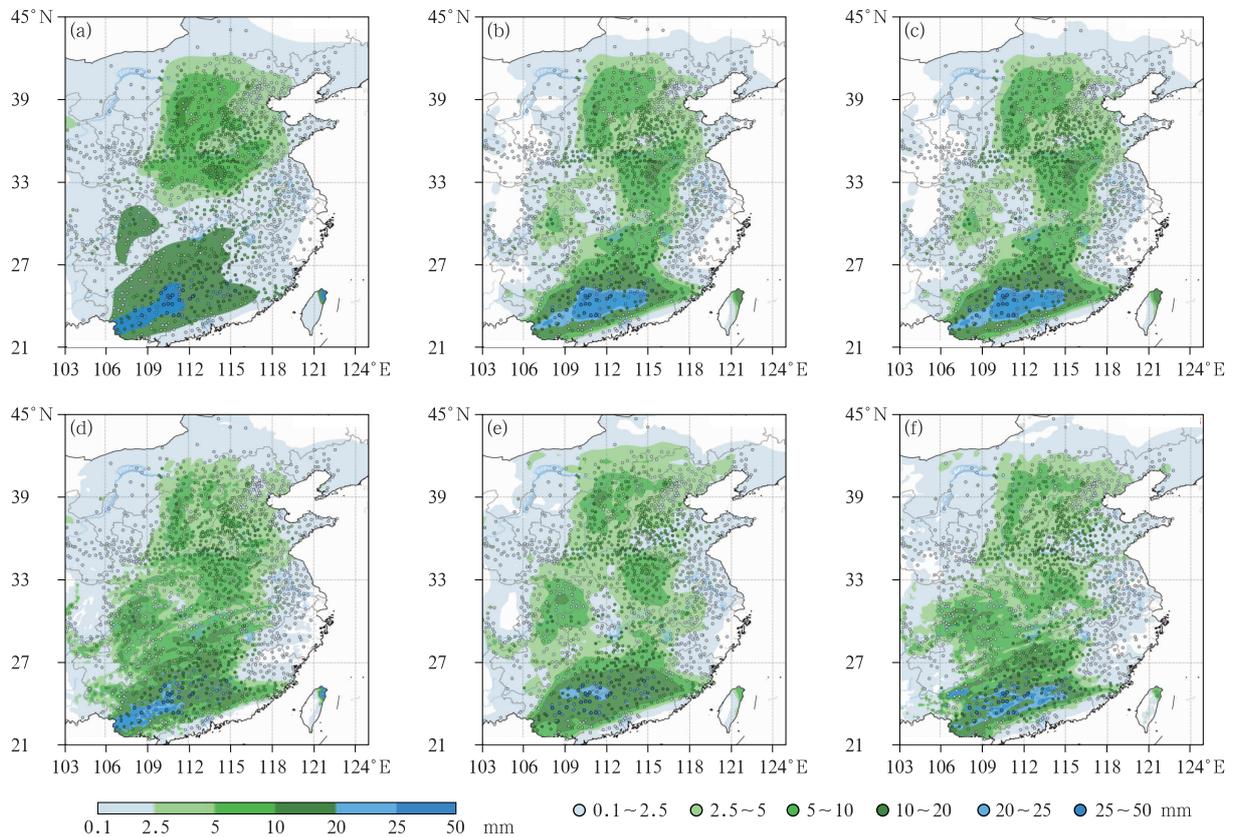


图 9 2025 年 12 月 12 日 08 时至 13 日 08 时累计降水量实况(圆点)和提前 1 d 预报结果(填色)对比
(a)主观预报,(b)智能网格,(c)MAIT-V1,(d)ECMWF,
(e)NCEP-GFS,(f)CMA-GFS

Fig. 9 Comparison of observation (dot) and the forecasts (colored) 1 d in advance of the accumulated precipitation from 08:00 BT 12 to 08:00 BT 13 December 2025
(a) subjective forecast, (b) smart grid, (c) MAIT-V1, (d) ECMWF,
(e) NCEP-GFS, (f) CMA-GFS

5 雾-霾过程

5.1 概 况

12 月,冷空气虽然活动频繁,但总体势力偏弱。在冷空气影响间歇期,我国中东部共出现了 2 次明显雾-霾天气过程(表 2)。其中,16—19 日,受逆温层结、高湿和近地面弱风影响,我国出现了一次大范围、持续性雾-霾天气,中央气象台共发布 3 期大雾黄色预警。此次过程中,河北南部、河南北部、安徽北部、重庆中部、广西西部、云南南部等地部分地区出现能见度低于 500 m 的浓雾,局地出现能见度低于 200 m 的强浓雾(图 11)。同时,河南、山东、河

北、北京、天津、辽宁、安徽、江苏、浙江、四川盆地中南部、湖北、湖南、江西、新疆天山北坡等地出现轻至中度霾,局地重度霾。

5.2 12 月 16—19 日雾-霾天气过程分析

从大尺度环流来看,此次过程我国中东部地区受 500 hPa 平直西风带中的弱脊控制(图 12),高空盛行下沉气流,有利于形成大范围晴空区,促使近地层夜间辐射降温显著加强。同时,华北、黄淮、江淮等地受地面均压场控制,等压线稀疏,风力较弱,以 $1\sim 2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的弱风或静风为主,静稳天气的建立抑制了水汽和污染物扩散(胡孟然等,2025)。从邢台站 12 月 18 日 08 时的探空(图 13)可见,近地面至约 925 hPa(约 800 m)存在显著的逆温层,极大地抑

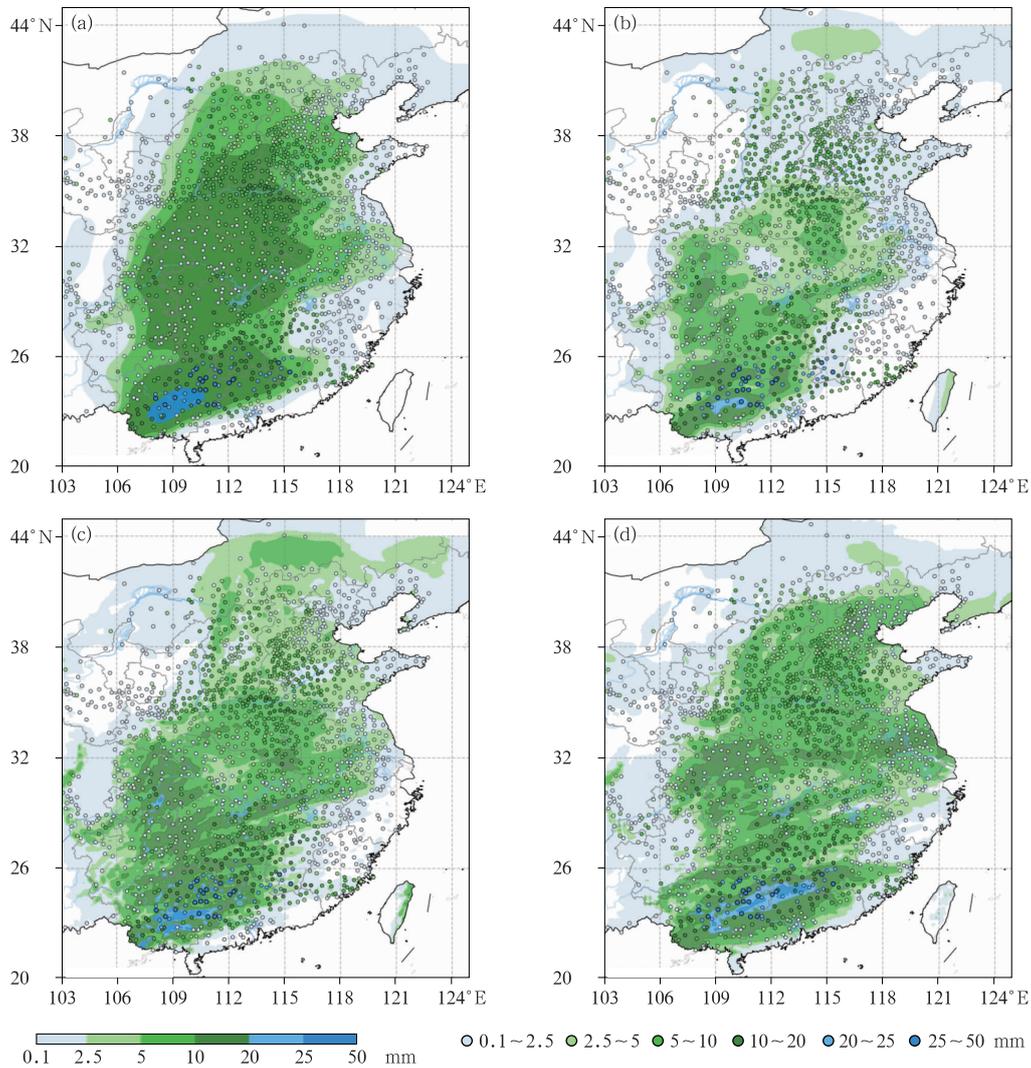


图 10 2025 年 12 月 12 日 08 时至 13 日 08 时累计降水量实况(圆点)和提前 5 d 的预报结果(填色)对比

(a) 主观预报, (b) 智能网格, (c) ECMWF, (d) CMA-GFS

Fig. 10 Comparison of observation (dot) and the forecasts (colored) 5 d in advance of the accumulated precipitation from 08:00 BT 12 to 08:00 BT 13 December 2025

(a) subjective forecast, (b) smart grid, (c) ECMWF, (d) CMA-GFS

表 2 2025 年 12 月主要雾-霾过程

Table 2 Main fog-haze processes in December 2025

起止时间	持续天数/d	过程强度	影响范围
16—19 日	4	重度	河南大部、山东中西部、河北中南部、北京、天津、辽宁南部、安徽大部、江苏中北部、浙江北部、四川盆地中南部、湖北大部、湖南北部、江西北部、新疆天山北坡等地出现轻至中度霾,其中山东西部、河南中东部、湖北中部、安徽南部等地出现重度霾;上述部分地区伴有浓雾天气,其中四川盆地、华北中部和黄淮西部的部分地区出现能见度低于 500 m 的浓雾,局地出现能见度低于 200 m 的强浓雾
28—30 日	3	中度	辽宁中部、北京、天津、河北中南部、山东、河南、陕西关中、江苏、安徽、湖北、湖南、江西北部、浙江北部、四川盆地等地出现轻至中度霾,局地重度霾

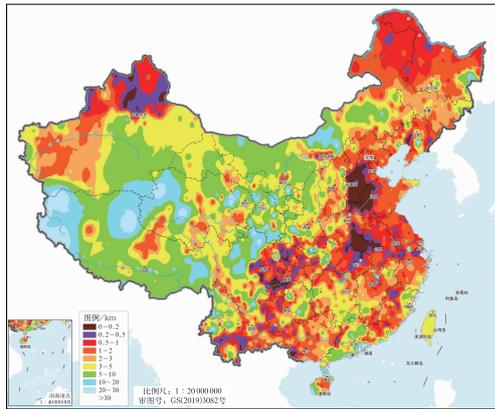


图 11 2025 年 12 月 16—19 日全国能见度
Fig. 11 Visibility over China during 16—19 December 2025

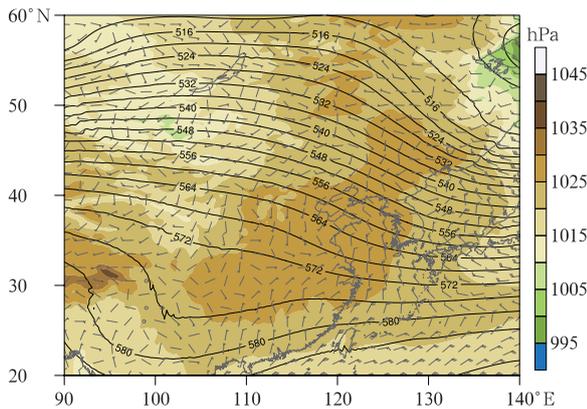


图 12 2025 年 12 月 17 日 500 hPa 位势高度 (等值线,单位:dagpm)、海平面气压(填色)和 10 m 风场(风羽)
Fig. 12 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), sea level pressure (colored) and 10 m wind (barb) on 17 December 2025

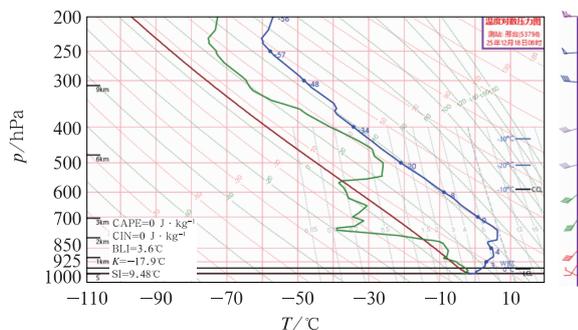


图 13 2025 年 12 月 18 日 08 时邢台站 $T-\ln p$ 图
Fig. 13 $T-\ln p$ diagram at Xingtai Station at 08:00 BT 18 December 2025

制在近地层,构成了有利于大雾维持和发展的稳定层结(陆春松等,2010)。在水汽输送方面,南支槽前低层偏南暖湿气流持续向北输送,暖湿空气沿着近地面的冷垫被迫抬升,绝热冷却达到饱和状态,为水汽凝结提供了前提条件。而中高层受槽后西北气流控制,空气较为干燥,构成了“上干下湿”的垂直温湿结构(马学款等,2007),增强了逆温强度,近地层水汽迅速凝结,最终形成大范围持续性雾-霾天气。19日起,受冷空气影响,低层湿度下降,大气扩散条件转好,雾-霾逐渐减弱消散。

6 结论和讨论

2025 年 12 月,我国天气呈现暖干特征,全国平均气温为 -1.2°C ,较常年同期偏高 1.8°C ,为 1961 年以来第二高,长沙、湘潭、荆州和衢州等地有 19 个国家站最高气温突破当月极值;全国平均降水量为 8.6 mm ,较常年同期偏少 28% ,降水量距平百分率呈现“北偏多南偏少”的空间分布。极涡为偶极型,较常年同期偏强,欧亚大陆整体为“西高东低”环流形势,东亚大槽位置偏东,我国大部分地区由槽后西北气流控制,故冷空气活动频繁,表现为“多股、分阶段、强度偏弱”的特征。月内全国共出现 4 次冷空气过程,与常年同期基本持平;中旬在寒潮过境时,出现较大范围雨雪和沙尘过程;中下旬在冷空气间歇期,由于静稳天气维持,逆温层阻碍水汽和污染物扩散,发生了 2 次雾-霾过程。

10—13 日,全国范围寒潮过程主要受高空槽东移和冷涡共同影响。高空槽迅速东移南压,经向度不断加大,850 hPa 倒槽与冷涡入海后的冷高压配合形成东风回流,配合南支槽前西南水汽输送,两股暖湿气流与冷空气交汇,造成了我国中东部大范围较强雨雪天气。基于对雨雪过程个例的预报诊断分析发现,短期时效内智能网格预报和客观预报产品 MAIT-V1 对雨雪落区和量级把握较好。中期时效内模式对西风槽移速的刻画能力较弱,导致各模式对 5 mm 以上量级降水预报的落区范围偏大,降水预报偏差较大。由于天气系统自身的时间和空间尺度比较小,加强对模式产品的综合分析,寻找共同特征和预报趋势,与天气概念模型比较找出关键层,有助于得到优于模式的预报结果。

参考文献

国家气候中心,2026. 2025 年 12 月中国气候影响评价[R/OL].

制了低层垂直对流和湍流发展,水汽和污染物被限

https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre, 2026. Impact Assessment of December 2025 in China[R/OL]. https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).

胡孟然,孔海江,韩铮铮,等,2025.“22·12”郑州大雾天气成因分析[J].气象,51(7):865-875. Hu M R, Kong H J, Han Z Z, et al, 2025. Cause analysis of heavy fog weather in December 2022 in Zhengzhou[J]. Meteor Mon, 51(7):865-875(in Chinese).

陆春松,牛生杰,杨军,等,2010.南京冬季一次雾过程宏观结构的突变特征及成因分析[J].大气科学,34(4):681-690. Lu C S, Niu S J, Yang J, et al, 2010. Jump features and causes of macro and microphysical structures of a winter fog in Nanjing[J]. Chin J Atmos Sci, 34(4):681-690(in Chinese).

马学款,蔡芎宁,杨贵名,等,2007.重庆市雾的天气特征分析及预报方法研究[J].气候与环境研究,12(6):795-803. Ma X K, Cai X N, Yang G M, et al, 2007. Study on fog synoptic characteristics and fog forecast method in Chongqing[J]. Climatic Environ Res, 12(6):795-803(in Chinese).

齐道日娜,何立富,张乐英,2024.“21·11”极端暴雪过程多系统结构演变及热动力机制[J].气象,50(1):18-32. Chyi D, He L F,

Zhang L Y, 2024. Multi-system structure evolution and thermodynamic mechanism of the extreme snowstorm during 6—8 November 2021[J]. Meteor Mon, 50(1):18-32(in Chinese).

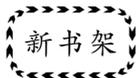
王东海,端义宏,刘英,等,2013.一次秋季温带气旋的雨雪天气过程分析[J].气象学报,71(4):606-627. Wang D H, Duan Y H, Liu Y, et al, 2013. A case study of the mixed rainfall-snowfall event associated with an extratropical cyclone in autumn[J]. Acta Meteor Sin, 71(4):606-627(in Chinese).

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).

徐冉,桂海林,尤媛,等,2024.2023年12月大气环流和天气分析[J].气象,50(3):387-392. Xu R, Gui H L, You Y, et al, 2024. Analysis of the December 2023 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 50(3):387-392(in Chinese).

赵隽莹,饶晓琴,2025.2024年12月大气环流和天气分析[J].气象,51(3):382-388. Zhao J Y, Rao X Q, 2025. Analysis of the December 2024 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 51(3):382-388(in Chinese).

(本文责编:张芳)



《高分卫星应急减灾遥感监测应用图集》

李素菊 主编

该图集主要依托高分辨率对地观测系统重大专项(简称“高分专项”)科研成果,通过利用高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率的高分一号到高分七号7个型号的卫星遥感数据,对高分系列卫星遥感数据在应急管理中的应用案例,进行了较全面的阐述,主要内容包括高分卫星林火应急监测、高分卫星洪涝应急监测、高分卫星旱情监测、高分卫星积雪冰凌监测、高分卫星地震地质灾害应急监测、高分卫星安全生产重点隐患目标监测。该图集对于及时把握全球经济、资源、环境、社会发展的态势,使我国跻身于世界对地观测强国行列,建设我国“数字国土”“数字战场”“数字农业”等不可或缺的关键系统,为国家政治、外交、公共安全以及农业、灾害、资源、环境等重大问题提供决策支持,具有较大的参考价值。

16开 定价:168.00元

《具有云物理意义的云参数卫星反演与应用》

刘贵华 徐小红 岳治国 编著

该书利用气象卫星搭载的多通道可见光和红外辐射成像仪,针对可降水云建立物理意义明确的云分类。利用卫星高分辨、高频次观测优势,开发卫星云微物理反演系统,定量提取云粒子有效半径、云底温度、云凝结核、降水启动云厚、冰化温度等物理量,开展对流云形成发展过程分析、气溶胶-云-降水相互作用、人工影响天气作业条件判识和作业厚物理响应、冰雹等灾害性强对流天气识别与监测研究。全书共分五章,提出云参数卫星反演技术方法并进行对比校验;介绍建立云微结构、云物理过程构建法,利用多通道建立物理意义明确的云分类方法;开展人工增雨应用研究,包括层状云和对流云的可播性分析,利用卫星、雷达、地面雨滴谱仪建立完整的人工增雨证据链;介绍冰雹云、龙卷、飚线、暴雨、短时强降水、雷暴等强对流卫星识别应用研究工作;利用卫星技术开展气溶胶-云降水相互作用定量研究。

16开 定价:115.00元