

刘超, 马学款, 2017. 2016 年 12 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 43(3): 378-384.

# 2016 年 12 月大气环流和天气分析<sup>\* 1</sup>

刘 超 马学款

国家气象中心, 北京 100081

**提 要:** 2016 年 12 月大气环流主要特征如下: 北半球极涡呈偶极型分布, 中心气压较常年偏低, 欧亚中高纬度环流呈两槽一脊型; 南支槽强度偏弱, 平均位置位于 90°E 附近, 副热带高压较常年偏强。12 月, 全国平均降水量为 11.5 mm, 较常年同期偏多 9.5%。全国平均气温为 -0.7℃, 较常年同期(-3.2℃) 偏高 2.5℃, 为 1961 年以来历史同期最高值。月内, 我国出现两次主要冷空气过程和两次主要降水过程以及 3 次雾-霾天气过程, 其中 16—21 日雾-霾天气过程是 2016 年范围最广、持续时间最长、强度最强的雾-霾天气过程。

**关键词:** 大气环流, 雾-霾, 气温, 冷空气

**中图分类号:** P458

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.03.015

## Analysis of the December 2016 Atmospheric Circulation and Weather

LIU Chao MA Xuekuan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

**Abstract:** The main characteristics of the general atmospheric circulation in December 2016 are as follows: There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere with weaker pressure in the center than normal year. The circulation presented the trough-ridge-trough pattern in the middle-high latitudes of Eurasia. The south branch acted weakly, located near 90°E essentially. The subtropical high was stronger than normal years. The monthly mean precipitation was 11.5 mm, 9.5% more than normal. Besides, the monthly mean temperature was -0.7℃, 2.5℃ higher than normal (-3.2℃), which is the maximum value for the corresponding periods since 1961. During this month, two cold air processes, two major rainfall processes and three large-scale fog-haze weather processes occurred, of which the fog-haze event from 16 to 21 December was recorded as the most extensive, the longest lasting and the most severe fog-haze weather process in 2016.

**Key words:** atmospheric circulation, fog-haze, temperature, cold air

## 引 言

2016 年 12 月, 北半球极涡呈偶极型分布, 极涡中心气压较常年平均偏低, 欧亚中高纬环流呈两槽一脊型分布; 南支槽强度偏弱, 平均位置位于 90°E 附近, 副热带高压偏强, 西伸脊点位于 115°E 附近, 北界到达 20°N 附近; 全国平均降水量较常年同期偏多 9.5%, 全国平均气温为 -0.7℃, 较常年同期偏高 2.5℃, 为 1961 年以来历史同期最高值。月

内, 冷空气活动偏弱, 降水过程偏少; 我国霾天气过程频繁, 其中 16—21 日是 2016 年范围最广、持续时间最长、强度最强的霾天气过程。

## 1 天气概况

### 1.1 降水

2016 年 12 月, 全国平均降水量 11.5 mm, 较常年同期(10.5 mm) 偏多 9.5% (国家气候中心,

\* 2017 年 2 月 9 日收稿; 2017 年 2 月 13 日收修定稿

第一作者: 刘超, 主要从事大气污染和灾害天气方面研究. Email: liu\_chao0120@126.com

2016)。从月降水量空间分布(图1)看,全国降水量分布不均,大部分地区降水量不足10 mm,仅吉林中东部、河南东南部、江苏大部、安徽大部、湖北中东部、浙江北部、江西北部、湖南大部、福建沿海等地的部分地区降水量为20 mm以上,其中江苏南部、安徽南部、江西北部、湖南中部、福建沿海等地降水量超过50 mm,局地达到100 mm以上。

降水量与常年同期相比,东北中部、华北大部、黄淮大部、江淮、江南北部等地降水量较常年同期偏多2成至2倍,局部地区偏多2倍以上;江南南部、华南大部、西北地区东部、西南大部以及西藏大部、新疆西南部等地偏少2~8成,部分地区偏少8成以上(图2)。

## 1.2 气温

2016年12月,12月全国平均气温为 $-0.7^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期( $-3.2^{\circ}\text{C}$ )偏高 $2.5^{\circ}\text{C}$ ,为1961年以来

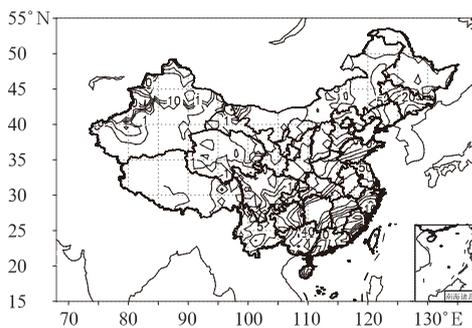


图1 2016年12月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Total precipitation over China in December 2016 (unit: mm)

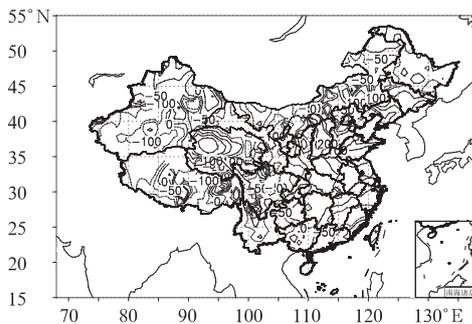


图2 2016年12月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in December 2016 (unit: %)

历史同期最高值(国家气候中心,2016)。从空间分布来看(图3),除东北北部等地气温接近常年同期或略偏低外,全国其余大部地区气温较近常年同期偏高 $1^{\circ}\text{C}$ 以上,其中新疆北部、吉林中部、辽宁中南部、北京、天津、河北中南部、山东北部、西藏大部、四川北部、广西南部、广东大部、福建大部等地偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ,部分地区偏高 $4^{\circ}\text{C}$ 以上。

## 2 环流特征和演变

图4为2016年12月500 hPa平均位势高度及距平,与常年同期相比,12月北半球的环流形势有以下主要特征。

### 2.1 极涡呈偶极型分布,东亚大槽偏弱

2016年12月,北半球极涡呈偶极型分布,极涡中心分别位于俄罗斯北部的的新地岛附近和加拿大北部的伊丽莎白群岛附近,极涡中心气压较常年平均偏低,其中俄罗斯北部的的新地岛附近极涡中心偏低明显,比常年平均偏低超过12 dagpm,中心强度508 dagpm。北半球环流呈三波型分布,长波槽分别位于欧洲中部、亚洲东部以及美洲东部,贝加尔湖以西高压脊和美洲西部高压脊较常年略偏强。欧亚中高纬环流呈两槽一脊型分布,低压槽分别位于乌拉尔山和东亚地区附近,高压脊位于贝加尔湖以西地区。与多年平均相比,欧亚中高纬呈现出西低东高的特征,其中东亚地区高度场以正距平为主,东亚大槽偏弱,同时亚洲中高纬度以纬向环流控制,不利于冷空气南下,导致我国大部分地区气温较常年偏高。

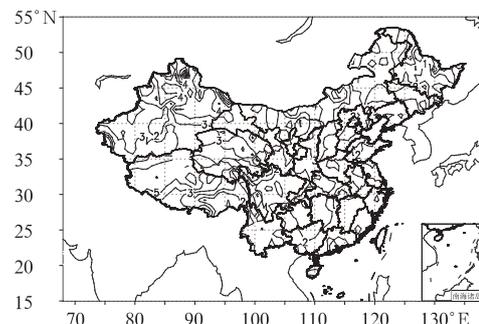


图3 2016年12月全国平均气温距平分布(单位:°C)

Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly percentage over China in December 2016 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

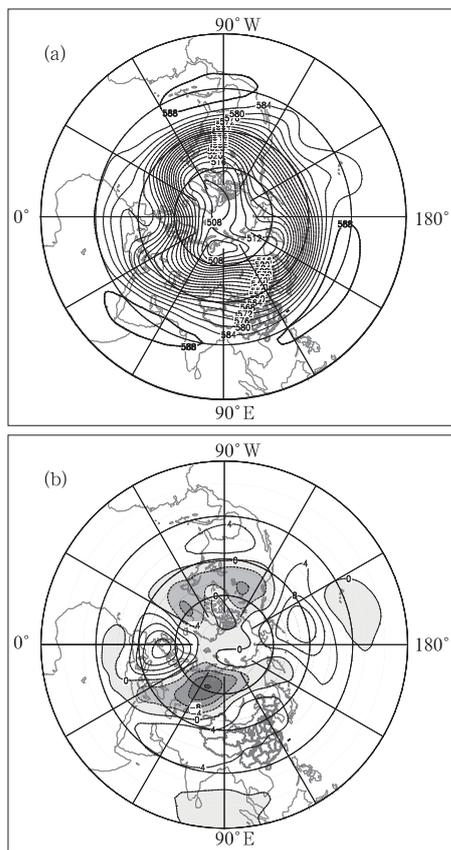


图 4 2016 年 12 月北半球 500 hPa 平均高度场(a)和距平场(b) (单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height (a) and monthly geopotential height anomaly (b) at 500 hPa in Northern Hemisphere in December 2016 (unit: dagpm)

## 2.2 南支槽偏弱, 副热带高压偏强

2016 年 12 月, 南支槽平均位置大致位于  $90^{\circ}\text{E}$  附近, 强度略偏弱, 不利于槽前来自孟加拉湾和印度洋的暖湿气流向我国输送。副热带高压较常年同期略偏强, 西伸脊点位于  $115^{\circ}\text{E}$  附近, 北界到达  $20^{\circ}\text{N}$  附近。另外, 12 月冷空气活动整体偏弱, 仅有两次中等强度冷空气过程, 且路径偏北, 月内黄淮、江淮、江南北部等地的降水量较常年偏多, 而江南南部、华南大部等地降水量较常年偏少。

## 2.3 环流演变与我国天气

图 5 给出了 2016 年 12 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流发展演变的三个时段的平均高度场。总体来看, 欧亚大陆中高纬度环流经向度较小,

在我国北方地区, 500 hPa 高度场基本上以弱高压脊控制为主, 导致 12 月冷空气活动偏弱, 雾-霾天气较常年偏多偏强; 低纬度地区, 南支槽偏弱, 不利于孟加拉湾水汽向我国中东部地区输送。此外, 西太平洋副热带高压在上旬、中旬有减弱东退的趋势, 水汽输送偏少, 导致上月、中旬我国无明显降水过程, 但在下旬, 副热带高压逐渐西伸加强, 为我国南方降水提供良好的水汽条件。

12 月上旬(图 5a), 欧亚中高纬度为两槽一脊的环流形势, 但与常年同期相比, 经向度较小, 巴尔喀什湖以东至贝加尔湖以西为弱高压脊控制, 中东部大部分地区受东亚大槽控制, 我国环流形势呈现出西高东低的特征, 中高纬度环流以纬向环流控制。在这种环流背景下, 冷空气活动偏弱, 影响范围偏北, 导致 12 月 2—4 日发生一次静稳天气过程, 华北中南部、黄淮、江淮中东部、江南东北部、江汉等地出现大范围雾和霾天气过程。另外, 南支槽强度偏弱, 水汽输送条件差, 无明显暖湿气流和北方南下冷空气交汇, 导致上月无明显降水过程。

12 月中旬(图 5b), 欧亚大陆中高纬度依旧维持两槽一脊的环流形势, 相较于上月, 弱高压脊逐渐东移至贝加尔湖附近, 并在乌拉尔山附近形成切断低压, 中心气压低于 492 dagpm, 低涡后部的偏北气流引导冷空气南下影响我国中东部地区, 受其影响, 内蒙古中部、辽东半岛等地的部分地区出现 4~5 级风, 新疆西北部、吉林东南部、辽宁东北部等地的部分地区出现小到中雪, 新疆阿勒泰山区及伊犁河谷等地局地有大雪, 但由于冷空气移动路径偏北, 中东部大部分地区以纬向环流为主, 有利于静稳天气的形成, 旬内出现两次大范围雾和霾天气过程, 其中 16—21 日过程为 2016 年持续时间最长、范围最广的一次过程; 而南支槽无明显变化, 强度依旧偏弱, 并且副热带高压逐渐减弱东退, 西伸脊点退至  $120^{\circ}\text{E}$  附近。相较于上月, 我国南方地区水汽条件仍然较差, 无明显降水过程。

12 月下旬(图 5c), 环流形势较前期调整明显。东亚槽和贝湖脊减弱, 中高纬度以平直纬向环流为主, 中纬度短波槽及高原槽活动增多。副热带高压逐渐西伸加强, 也有利于来自南海的水汽向我国大陆输送, 并与北方南下冷空气在江淮、江南北部一带交汇, 导致黄淮、江淮、江南北部等地降水量较前期明显偏多, 而江南南部、华南大部等地降水量较常年偏少。

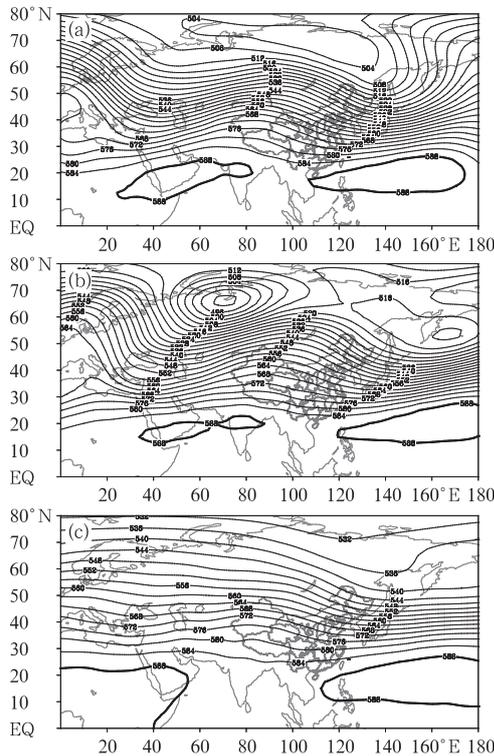


图 5 2016 年 12 月上(a)、中(b)、下(c)旬欧亚 500 hPa 平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 The average geopotential height at 500 hPa over Eurasia in the 1st (a), 2nd (b) and 3rd (c) dekads of December 2016 (unit: dagpm)

### 3 冷空气活动

2016 年 12 月冷空气活动较弱, 根据冷空气划分标准, 共出现两次明显的冷空气过程(表 1), 均为全国范围中等强度冷空气过程。与近三年历史同期相比(吕梦瑶和何立富, 2014; 饶晓琴等, 2015; 李明等, 2016), 过程偏少, 强度偏弱。

### 4 主要降水过程

#### 4.1 概况

2016 年 12 月主要有两次降水过程(表 2)。与常年同期相比, 过程偏少, 强度偏弱。主要发生在黄淮南部、江淮、江南北部以及华南东部沿海等地的部分地区, 其中以 20—21 日过程最强, 江苏中部、安徽中南部、浙江东部、江西北部、湖北东部、湖南中部、福建东南部等地出现大雨, 局地出现暴雨。此外, 山西北部、陕西北部等地出现小到中雪, 局地大雪。

#### 4.2 12 月 20—21 日降水过程分析

12 月 20—21 日, 我国中东部大部分地区出现一次大范围雨雪天气, 山西北部、陕西北部等地出现小到中雪, 局地大雪; 河南中东部、山东南部、安徽、江

表 1 2016 年 12 月主要冷空气过程  
Table 1 Main cold air processes in December 2016

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
15—19 日	全国中等强度冷空气	气温普遍下降 4~8℃, 其中东北地区中南部、内蒙古中东部降温幅度为 10~14℃	内蒙古中部、辽东半岛等地的部分地区有 4~5 级风, 巴士海峡、南海大部有 7~8 级、阵风 9~10 级东北风; 新疆西北部、吉林东南部、辽宁东北部等地的部分地区有小到中雪, 新疆阿勒泰山区及伊犁河谷等地局地有大雪
25—29 日	全国中等强度冷空气	气温普遍下降 4~8℃, 其中华南中部降温幅度为 8~10℃, 华北北部、内蒙古中东部、东北地区中南部降温为 10~14℃, 黑龙江东部局地降温超过 16℃	内蒙古、甘肃、宁夏、东北地区东北部等地出现 4~6 级风, 台湾海峡及其以南海域出现 7 级以上大风, 南海中东部和东南部部分海域阵风 10~14 级, 渤海、渤海海峡、黄海及东海海域出现 7~9 级、阵风 10 级的大风; 辽宁东部、华北东南部、黄淮东北部、青海东南部、西藏东部、川西高原中北部、云南东北部、贵州西北部等地出现小到中雪或雨夹雪, 西藏东北部、川西高原中部局地出现大雪

表 2 2016 年 12 月主要降水过程  
Table 2 Main precipitation events in December 2016

降水时段	主要影响系统	降水范围和强度
20—21 日	高空槽、南支槽、低涡、切变线	山西北部、陕西北部等地出现小到中雪, 局地大雪; 河南中东部、山东南部、安徽、江苏、湖北中东部、浙江、江西中北部、湖南中北部、贵州东部、福建东南部、广东东部等地出现中雨, 其中江苏中部、安徽中南部、浙江东部、江西北部、湖北东部、湖南中部、福建东南部等地出现大雨, 局地暴雨
24—26 日	高空槽、切变线、南支槽	河北南部、河南北部、山西中南部、陕西关中地区、山东北部出现小雪或雨夹雪, 局地中雪; 山东南部、河南东部、江苏、安徽中东部、湖北南部、浙江北部、江西北部、湖南中北部、广西东部等地出现中雨, 局地出现大雨

苏、湖北中东部、浙江、江西中北部、湖南中北部、贵州东部、福建东南部、广东东部等地出现中雨,其中江苏中部、安徽中南部、浙江东部、江西北部、湖北东部、湖南中部、福建东南部等地出现大雨,局地暴雨。在此期间,江苏中部、安徽中部、浙江东部沿海、福建东部沿海等地过程累积降水量达到 25~50 mm,局地 60~80 mm。此次过程主要由高空槽东移引导冷空气南下与暖湿气流相交汇所导致,同时低层有低空急流、低涡以及切变线相配合。

12月20日20时(图6),500 hPa 高空槽东移至西北地区东部,700 hPa 切变线在华北地区西部逐渐开始发展,华北地区、陕西关中等地主要高湿区集中在 700hPa 等压面附近,降雪主要以小到中雪为主。而南方地区,南支槽短波东移,位于 105°E 附近,槽前强迫作用有利于低空急流的发展,广西中部至湖南中部一带出现 16~20 m·s<sup>-1</sup> 低空西南风急流,有利于孟加拉湾至我国南方地区的水汽通道建立,同时 700 hPa 风场上在西南地区东部有切变线形成,有利于水汽的辐合抬升,使江淮、江南、西南地区东部以及华南东部出现小到中雨量级的降水。

12月21日08时(图略),随着高空槽东移,伴随冷空气逐渐由北向南推进,与南方暖湿气流在江

汉地区附近交汇,并在湖北南部形成闭合低涡,同时江淮地区暖式切变线逐渐发展,低涡切变线南侧 850 hPa 低空急流明显加强,广西东北部至安徽西南部一带的低空急流风速在 16~20 m·s<sup>-1</sup>,局地达到 20 m·s<sup>-1</sup> 以上。华南大部至江南地区一带的 850 hPa 水汽较充沛,大部分地区的比湿在 8~12 g·kg<sup>-1</sup>,整层可降水量普遍都在 30 mm 以上,局地达到 35 mm。降水区域主要发生在切变线南侧和低空急流轴附近。此外,广东东北部至福建东部沿海具有较高的不稳定能量及较强的向岸风影响,并配合地形抬升作用,为强降水发生提供了有利的水汽、能量和抬升条件。22日08时,随着高空槽、切变线东移入海,此次降水过程趋于结束。

## 5 雾-霾过程

### 5.1 概况

2016年12月,我国中东部大部分地区呈现出“雾少霾多”的特点。北京南部、天津西部、河北中南部、山东北部、重庆西部、四川盆地、福建西北部、新疆北部等地的部分地区大雾日数超过 10 d,局地出现 15 d 以上的大雾天气;而霾日数整体偏多,其中北京、天津、河北中南部、山西中南部、陕西关中地区、河南大部、山东中西部、安徽中北部、湖北北部、四川盆地、辽宁中部、吉林中部等地的部分地区达到 15~20 d,局地超过 25 d 以上(图略)。12月内共出现 3 次大范围雾-霾天气过程,分别为 2—4 日、10—13 日和 16—21 日,与 2015 年同期(2 次)相比偏多 1 次,其中前两次雾-霾过程影响范围包括华北中南部、黄淮北部以及陕西关中等地,霾面积分别为 105 万和 234 万 km<sup>2</sup>,而 16—21 日是 2016 年范围最广、持续时间最长、强度最强的霾天气,华北、黄淮及周边共 13 个省(市、区)出现重度霾,受霾影响区域面积达到 268 万 km<sup>2</sup>,其中受重度霾影响区域面积达 71 万 km<sup>2</sup>。

### 5.2 12月16—21日雾-霾天气过程分析

12月16—21日,华北中南部、黄淮、陕西关中、东北地区中南部等地的空气污染气象扩散条件较差,上述大部分地区出现中至重度霾(图7),19—20 日为此次雾-霾过程影响最严重时段,河北中南部、北京、天津、河南大部、陕西关中等地 PM<sub>2.5</sub> 浓度超过 250 μg·m<sup>-3</sup>,达到严重污染级别,其中北京和石

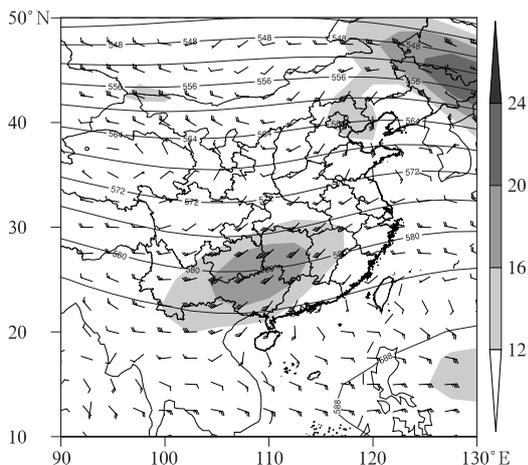


图 6 2016 年 12 月 20 日 20 时 500 hPa 位势高度场(实线,单位:dagpm)和 700 hPa 风场(风向标,阴影为风速 $\geq 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
Fig. 6 Geopotential height at 500 hPa (solid line, unit: dagpm) and wind field at 700 hPa at 20:00 BT 20 December 2016 (wind vane, shaded area represents wind speed  $\geq 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

家庄局地  $PM_{2.5}$  峰值浓度分别超过  $600$  和  $1100 \mu g \cdot m^{-3}$ 。此外,19、20 日早晨,华北中南部、黄淮、江淮等地出现大雾或浓雾天气,局地出现能见度低于  $50 m$  的特强浓雾。此外,激光雷达监测显示,华北地区上空的霾最高厚度接近  $1000 m$ ,平均厚度在  $500 m$  左右。

从环流形势上看(图 8),12 月 16—21 日我国中东部地区  $500 hPa$  处于西风带纬向环流控制为主,无明显槽脊活动,且南支槽偏西偏弱,无明显水汽输送至中东部地区。另外,地面高压主体位于贝加尔湖以西,无明显冷空气活动,我国中东部大部分地区位于冷高压前部的均压场控制,地面气压梯度弱、风速小,以下沉气流为主,有利于污染物累积,环流形势有利于雾-霾天气的发生和维持。

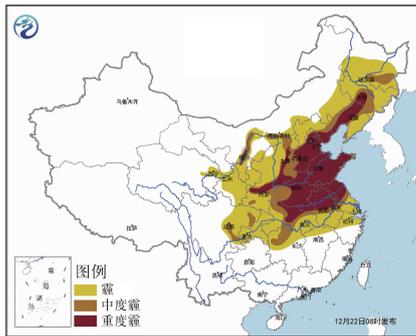


图 7 2016 年 12 月 16—21 日  
全国霾区实况图  
Fig. 7 The observed haze area  
in 16—21 December 2016

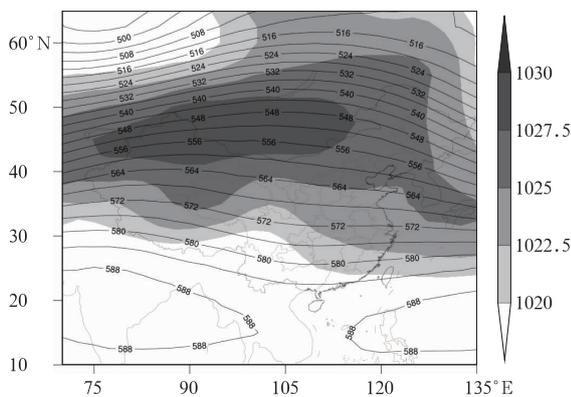


图 8 2016 年 12 月 16—21 日  $500 hPa$  平均位势高度  
(单位: dagpm) 和海平面气压场(阴影, 单位: hPa)  
Fig. 8 Average geopotential height at  $500 hPa$   
(unit: dagpm) and average sea-level pressure  
(shaded area, unit: hPa) in 16—21 December 2016

此外,在此期间高空云量较少,夜间地面辐射降温明显,有利于在近地面形成逆温层结,同时,中东部地区  $850 hPa$  有暖脊发展,华北中南部、黄淮中西部、江淮等地的上空处于“暖干盖”控制,有利于水汽和污染物在近地层积聚,从而阻碍了水汽和污染物垂直方向上的输送,有利于形成雾-霾。同时,地面  $10 m$  风速较小,多地持续出现接近  $1 m \cdot s^{-1}$  的小风状态,水平扩散能力较差。地面辐合线在河北中南部至河南北部一带摆动,且该过程中京津冀地区平均相对湿度达  $77.6\%$ ,其中 19—20 日为此次过程最严重时段,上述地区相对湿度( $86.1\%$ )较前期明显增长,为细颗粒物不断吸湿增长,进行二次反应提供有利的气象条件,从而导致河北至河南中北部是此次霾过程中污染物浓度最高、能见度最低区域。此外,由于大气层结长时间维持静稳状态,以北京地区为例,16—21 日随着污染物不断的累积,静稳天气指数长时间维持在 14 以上(图 9)。另外,此次过程呈现出前期日变化明显,后期霾加重的特点:北京 12 月 16—18 日能见度和污染物浓度呈现出明显日变化特征,结合北京风廓线雷达可以看到(图略),上述时段早晨至上午边界层内受山谷风影响以弱偏北风为主,且相对湿度不大( $30\% \sim 60\%$ ),能见度升高、污染物浓度略有下降。但从 19 日夜间至 20 日起,边界层内西南风有所加强,相对湿度持续偏高( $80\% \sim 95\%$ ),污染物持续升高。

12 月 22 日白天起受冷空气影响,随着地面偏

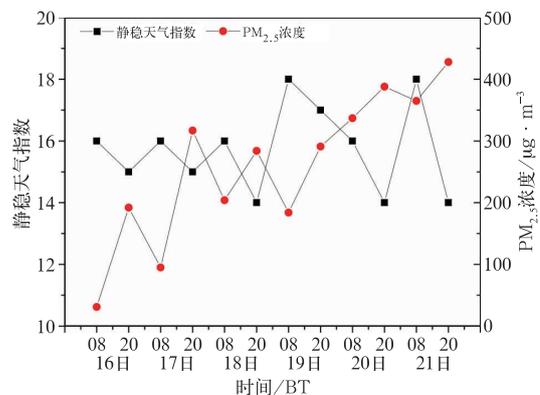
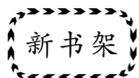


图 9 2016 年 12 月 16—21 日北京  
地区静稳天气指数和  $PM_{2.5}$  浓度  
Fig. 9 The static-weather index and  $PM_{2.5}$   
concentration (unit:  $\mu g \cdot m^{-3}$ ) in the  
Beijing Region in 16—21 December 2016

北风逐渐加大,大气污染扩散条件逐渐增强,能见度逐渐好转,京津冀 PM<sub>2.5</sub> 浓度迅速下降,从严重污染减弱至优良级别,此次长时间、持续性雾-霾天气过程彻底结束。但山东、安徽、江苏等地受上游污染传输影响,污染物浓度呈现出短时上升趋势,部分时段达到重度污染。

**致 谢:**感谢国家气象中心张永恒提供的降水量、降水距平和温度距平资料。



### 《中国的气候变化及其预测》

丁一汇 主编

该书主要阐述中国气候变化的区域特征、演变过程和原因以及根据新一代中国气候模式预测的全球和中国未来百年气候变化结果,旨在根据中国近百年多种观测资料的分析,物理机制的解释与气候模式的模拟与预测对中国的气候变化特征提供新的认知。全书重点对 7 个问题做了深入的阐述:近百年地表气温升温的幅度与多尺度的降水变化;现代和历史的极端气候事件;中国的区域水循环;大气气溶胶对中国气候的影响;中国气候变化的原因;中国新一代气候模式的特点与应用以及气候变化对中国的主要影响和阈值分析。该书对从事气候变化研究的科研和教学人员有重要参考价值,对于从事这方面的各级管理人员也有参考价值。

16 开 定价:120.00 元

### 《中国持续性极端降水事件诊断》

翟盘茂 陈阳 廖圳 等著

该书主要以图示的形式,针对我国持续性极端降水事件(即夏季持续性暴雨事件和冬季持续性低温雨雪冰冻事件),从大气条件和多尺度天气系统结构配置及其演变角度,展示了多尺度天气系统相互作用对我国持续性重大天气异常的影响;同时还提供了 1951—2010 年期间我国夏季持续性暴雨和冬季持续性低温雨雪冰冻两类持续性极端事件的个例。本书可供广大天气气候业务与研究人员以及大气科学有关

### 参考文献

国家气候中心,2016.2016 年 12 月中国气候影响评价[R].

李明,花丛,马学款,2016.2015 年 12 月大气环流和天气分析[J].气象,42(3):382-388.

吕梦瑶,何立富,2014.2013 年 12 月大气环流和天气分析[J].气象,40(3):381-388.

饶晓琴,马学款,黄威,2015.2014 年 12 月大气环流和天气分析[J].气象,41(3):380-387.

高校师生参考。

16 开 定价:75.00 元

### 《霾天气对心血管疾病的影响及机制研究》

张书余 著

该书系统介绍了雾、霾天气对心血管疾病的影响及其机制研究的成果,系统阐述了雾、霾天气对人体健康影响的研究进展;分析了近 30 年中国人体舒适度指数的变化特征;用统计学的方法研究了雾、霾天气对人群心血管疾病的影响;系统介绍了模拟雾、霾天气对高血压、冠心病及健康大(小)鼠心血管疾病的影响研究;论述了雾、霾天气对心血管疾病的影响机理。

16 开 定价:80.00 元

### 《气象科学技术的历史探索—— 第二届气象科技史学术研讨会论文集》

许小峰 主编

该书为 2015 年第二届气象科技史学术研讨会的论文集。全书收录 40 篇论文,包括气象事业的发展、气象学家的介绍、气象文化的探究、古代的天气预报及观测系统、气象科普节目的传播以及气象科技发展历程的回顾等,角度新颖,内容翔实,可供气象工作者参考和研究。

16 开 定价:68.00 元

气象出版社网址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>, E-mail: [qxcbs@cma.gov.cn](mailto:qxcbs@cma.gov.cn)

发行部电话:(010)68406961/9198/9199/8042, 传真:62175925