

李明,花丛,马学款. 2016. 2015 年 12 月大气环流和天气分析. 气象, 42(3):382-388.

2015 年 12 月大气环流和天气分析^{*}

李 明 花 丛 马 学 款

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2015 年 12 月大气环流主要特征如下: 北半球极涡呈单极型分布, 中心位于格陵兰岛附近, 欧亚中高纬环流呈两槽一脊型; 南支槽较活跃, 平均位置大致位于 90°E, 副热带高压偏强, 面积偏大。12 月, 全国平均气温为 -2.1℃, 较常年同期 (-3.2℃) 偏高 1.1℃。全国降水量分布不均匀, 南方地区多阴雨天气, 江南大部、华南大部出现 100~200 mm 降水, 全国平均降水量 24.1 mm, 较常年同期 (10.5 mm) 偏多 1.3 倍, 为 1951 年以来同期最多。月内, 我国出现三次冷空气过程、三次主要降水过程及两次大范围雾-霾天气过程。其中 19—25 日雾-霾天气过程具有持续时间长、影响范围广、空气污染程度重的特点, 重度霾面积为 2015 年之最。

关键词: 大气环流, 暴雨, 雾-霾, 冷空气

中图分类号: P458

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2016.3.014

Analysis of the December 2015 Atmospheric Circulation and Weather

LI Ming HUA Cong MA Xuekuan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in December 2015 are as follows: There is one polar vortex center in the Northern Hemisphere, located near Greenland. The Eurasia mid-high latitude circulation presents the trough-ridge-trough pattern. The south branch trough behaves actively, lying around 90°E averagely. The subtropical high is stronger and has larger area than normal years. The monthly mean temperature over China is -2.1℃, 1.1℃ higher than normal (-3.2℃). The distribution of precipitation is inhomogeneous. Large-scale rainy weather appears in the southern part of China. The monthly precipitation in the south of the Yangtze River and South China is 100—200 mm, and for the whole country it is 24.1 mm, 1.3 times more than normal (10.5 mm), which is the maximum value for the corresponding periods since 1951. There are three cold air processes, three major rainfall processes and two large-scale fog-haze weather processes during this month, of which the fog-haze event from 19 to 25 December is characterized by long duration, large scale and heavy air pollution, and the haze affected area is the largest in 2015.

Key words: atmospheric circulation, rainstorm, fog-haze, cold air

引 言

2015 年 12 月, 北半球极涡呈单极型分布, 中心位于格陵兰岛附近, 欧亚中高纬环流呈两槽一脊型;

南支槽较活跃, 平均位置大致位于 90°E, 副热带高压偏强, 面积偏大, 西伸脊点位于 90°E 附近, 北界到达 22°N。全国平均气温较常年同期偏高 1.1℃, 平均降水量较常年同期偏多 1.3 倍。月内, 我国南方持续阴雨, 部分地区遭受暴雨洪涝; 中东部地区出现

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306015)及气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2015M70; CMAGJ2014Z16)共同资助
2016 年 2 月 19 日收稿; 2016 年 2 月 24 日收修定稿
第一作者: 李明, 主要从事环境预报工作. Email: limdawn@163.com

大范围雾-霾天气过程。

1 天气概况

1.1 降水

2015年12月,全国平均降水量为24.1 mm,较常年同期(10.5 mm)偏多1.3倍,为1951年以来同期最多(国家气候中心,2016)。全国降水量分布不均匀(图1),江南大部、华南大部普遍有100~200 mm降水,其中江西东南部、福建西北部局地、广东东北部局地达200 mm以上。东北地区中南部、西北地区东北部、新疆北部等地的部分地区降水量为10 mm以上,局地达25~50 mm,我国北方其余大部分地区降水量不足10 mm。

与常年同期相比,东北大部、内蒙古大部、西北地区东部大部及新疆大部、西南地区东部、长江中下游以南地区降水量偏多2成至2倍,新疆中南部、西北地区东北部、内蒙古西北部和中东部、东北中部、江南南部、华南大部等地偏多2倍以上;西藏大部、青海大部、新疆西部部分地区、华北大部、黄淮、江淮、江汉等地降水量偏少2~8成,部分地区偏少8成以上(图2)。

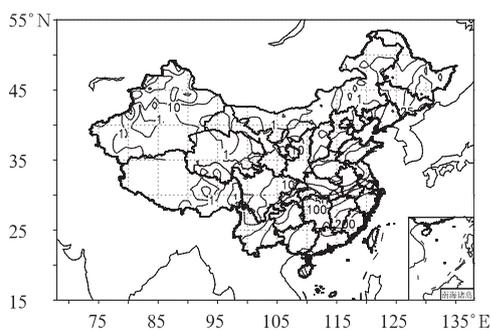


图1 2015年12月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Total precipitation over China in December 2015 (unit: mm)

1.2 气温

2015年12月,全国平均气温为 -2.1°C ,较常年同期(-3.2°C)偏高 1.1°C (国家气候中心,2016)。从气温距平空间分布(图3)分析,除新疆中部局地和内蒙古东北部局地气温较常年同期偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 外,全国大部地区气温接近常年同期或偏高,西藏中部和西部、新疆北部、甘肃大部、西北地区东

部部分地区、内蒙古大部、东北大部、华北、黄淮北部、江南东部、华南东部及海南、西南地区东部局部等地偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,新疆北部、黑龙江西北部等地偏高 4°C 以上。

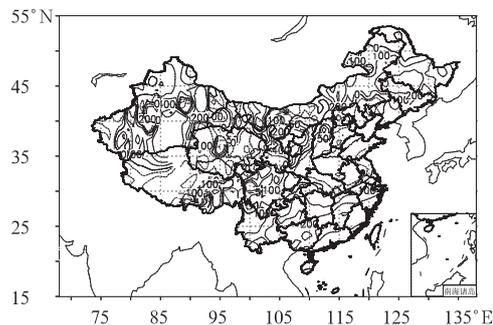


图2 2015年12月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Spatial distribution of precipitation anomaly percentage over China in December 2015 (unit: %)

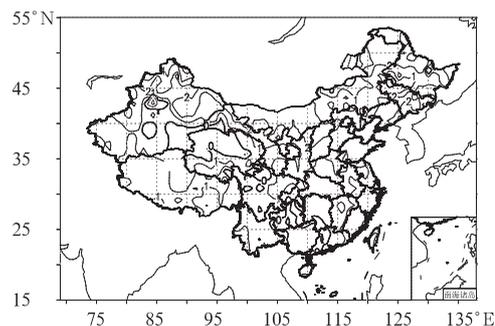


图3 2015年12月全国平均气温距平分布(单位:°C)

Fig. 3 Spatial distribution of monthly mean temperature anomaly in December 2015 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

2 环流特征和演变

图4为2015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点。

2.1 极涡呈单极型分布,东亚大槽偏弱

2015年12月,500 hPa等压面上北半球极涡呈单极型分布,极涡中心偏向西半球,位于格陵兰岛附近,极涡中心气压较常年平均偏低超过8 dagpm,中心强度低于500 dagpm。欧亚中高纬环流呈两槽一

脊型, 低压槽分别位于乌拉尔山和东亚地区, 高压脊位于贝加尔湖以西地区。与多年平均相比, 东亚地区高度场以正距平为主, 东亚大槽偏弱。亚洲中高纬以纬向环流为主, 不利于强冷空气南下, 导致我国大部地区气温较常年偏高。

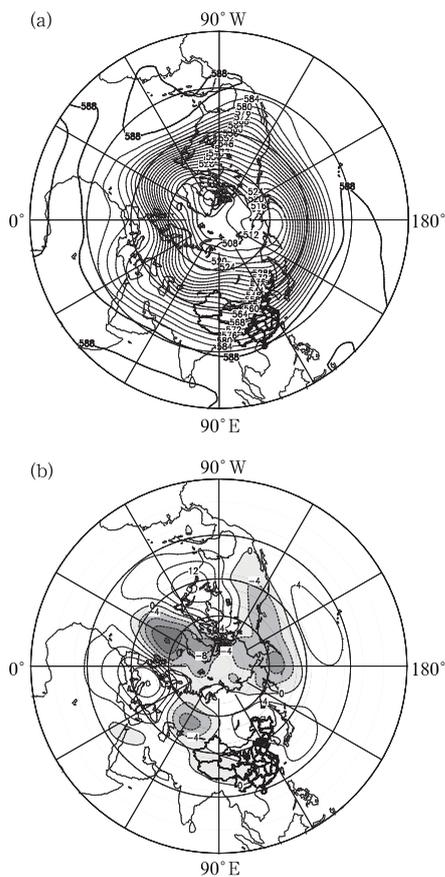


图 4 2015 年 12 月北半球 500 hPa 平均高度场(a)和距平场(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height (a) and monthly geopotential height anomaly (b) at 500 hPa in Northern Hemisphere in December 2015 (unit: dagpm)

2.2 南支槽较活跃, 副热带高压偏强

2015 年 12 月, 南支槽平均位置大致位于 90°E 附近, 强度偏强, 南支波动较为活跃。西北太平洋副热带高压呈带状分布, 面积偏大, 强度偏强, 西伸脊点位于 90°E 附近, 北界到达 22°N 。南支槽前与副热带高压边缘暖湿气流有利于我国南方地区降水, 导致月内江南、华南大部地区降水较常年显著偏多。

2.3 环流演变与我国天气

图 5 给出了 2015 年 12 月上、中、下旬欧亚地区

500 hPa 大气环流发展演变三个时段的平均高度场。总体看来, 欧亚大陆中高纬环流经向度较小, 不利于冷空气活动。南支槽较为活跃, 西北太平洋副热带高压偏强、偏西, 两者为我国南方地区降水提供了充足的水汽供应和一定的动力条件。具体分析如下:

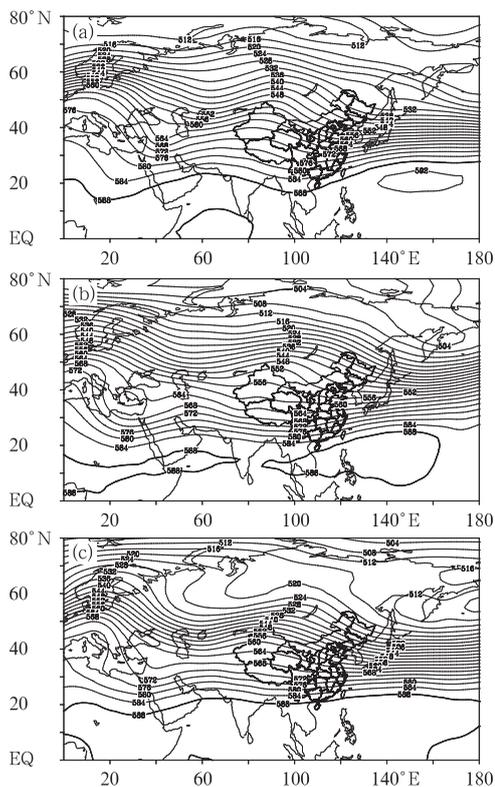


图 5 2015 年 12 月上(a)、中(b)、下(c)旬欧亚 500 hPa 平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 The first (a), second (b) and third (c) dekad average geopotential height at 500 hPa over Eurasia in December 2015 (unit: dagpm)

上旬(图 5a), 欧亚大陆中高纬为典型的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受弱高压脊控制, 我国环流形势西高东低, 中东部地区处于东亚大槽控制之下。1—5 日, 贝加尔湖附近低槽发展东移, 并在东北地区形成切断低涡, 给黑龙江、吉林、内蒙古东部等地带来较强降雪; 低涡后部的偏北气流引导冷空气南下, 全国大部地区出现 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 降温。6—10 日, 随中高纬转为纬向型环流, 冷空气活动减弱, 华北、黄淮、江淮、陕西关中等地出现大范围污染天气过程。南支槽波动较明显, 西北太平洋副热带高

压面积偏大,强度偏强,有利于来自孟加拉湾和南海的水汽向我国南方地区的输送。暖湿气流与北方南下的冷空气在我国江南、华南和西南地区交汇,导致南方大部地区降水偏多,上旬共出现两次主要降水过程。

中旬(图5b),欧亚大陆中高纬环流形势较上旬无明显调整。14—17日,巴尔喀什湖附近高压脊发展加强,环流经向度加大,脊前偏北气流强盛并引导冷空气南下,给全国大部地区带来大风降温,内蒙古东北部、黑龙江、吉林及四川等省(区)出现较明显雨雪天气。南支槽强度减弱,中低纬环流较平直,副热带高压强度较上旬减弱,南方地区降水频次减少、强度减弱。

下旬(图5c),环流纬向度进一步加大。旬前期无明显冷空气活动,华北、黄淮、江淮等地上空环流

平直,大气层结稳定,为雾和霾的形成提供了“静稳”天气条件,上述地区出现持续性雾-霾天气。25—28日,受冷空气影响,我国北方出现降温和降雪,雾-霾天气自北向南逐渐减弱消散。副热带高压再次加强,水汽输送条件改善,南方地区出现一次明显降水过程。

3 冷空气活动

2015年12月冷空气活动较弱。根据冷空气划分标准,月内出现了3次冷空气过程(表1),均为全国范围中等强度冷空气,其中25—28日的过程在内蒙古中东部和东北地区达到强冷空气的标准。与近3年历史同期(花丛,2013;吕梦瑶等,2014;饶晓琴等,2015)相比,过程偏少,强度偏弱。

表1 2015年12月主要冷空气过程

Table 1 Main cold air processes in December 2015

影响时段	影响区域和冷空气强度	降温幅度	大风、沙尘及降雪天气
2—5日	全国中等强度冷空气	全国大部地区气温普遍下降4~8℃,其中华南大部降温幅度为7~9℃,东北地区西部、内蒙古中部部分地区降温幅度达10~11℃	内蒙古东部、东北地区中东部、西南地区南部出现4~6级大风,阵风8级,东部海区出现7~8级大风,台湾海峡阵风达9级;黑龙江、吉林中东部和内蒙古东北部出现小到中雪,黑龙江东部中到大雪
14—17日	全国中等强度冷空气	全国大部地区气温普遍下降4~7℃,内蒙古中部、西北地区东北部、华南中部局部降温幅度达10~11℃	内蒙古中东部出现4~6级偏北风,阵风7级,东部和南部海区出现7~8级大风,台湾海峡阵风达9级;内蒙古东北部、黑龙江中西部、吉林东南部及四川西北部等地出现小到中雪,局地大雪
25—28日	全国中等强度冷空气,北方强冷空气	内蒙古中东部、东北大部降温幅度为8~18℃,黑龙江南部降温幅度达20℃,西南地区南部降温幅度为5~8℃,广东等地达10℃,华北大部降温幅度为4~7℃	华北、黄淮、东北地区东部出现4~5级大风,东部和南部海区出现7~8级大风,阵风9级;新疆北部、北京大部、河北中部、吉林东部等地出现小雪

4 主要降水过程

4.1 概况

2015年12月降水过程主要发生在江南和华南地区。南方大部地区降水日数比常年同期偏多3~10d,其中江南南部局地、华南中部偏多10d以上(国家气候中心,2016)。受强降水影响,广东、广西、福建、湖南、浙江、江西六省(区)部分地区出现暴雨或大暴雨,降水过程主要发生在12月4—6日、9—10日和22—23日(表2)。

4.2 12月9—10日南方地区暴雨过程分析

12月9—10日,南方地区出现一次大范围的降水过程,广东中东部、江西东南部、福建中部、南部和东部沿海、浙江东南部等地出现暴雨,其中广东东部沿海和福建东南部沿海局地出现大暴雨,广东东部局地最大降水量达167mm。

本次降水天气过程从9日凌晨开始,10日白天减弱结束。期间南支槽活跃,位置偏东,副热带高压偏强,不断引导暖湿气流向江南、华南地区输送水汽。暖湿气流与北方南下的冷空气交汇,并且在低层配合有急流和风场辐合。

9 日 20 时(图 6),500 hPa 高原东移短波槽与南支槽合并加深,位于 105°E 以东,槽前利于低空急流发展;700 hPa 广西东部至江西一带有低空急流,风速达 $16\sim 20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,广东至福建东南沿海地区比湿为 $6\sim 10\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;850 hPa 副热带高压西侧华南沿海有较强的向岸风辐合,为降水的提供了

有利的抬升条件,同时,南海北部海面有热带扰动随副热带高压环流北上,产生了不稳定条件,华南和东南沿海地区 850 hPa 比湿为 $8\sim 12\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,水汽较充沛。以上条件相互配合,导致了本次强降水过程的发生。10 日 08 时,随着高空槽、热带扰动东移入海,降水过程趋于结束。

表 2 2015 年 12 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation events in December 2015

降水时段	主要影响系统	降水范围和强度
4—6 日	南支槽、切变线	广西东北部和西南部、浙江中部、湖南西南部等地出现暴雨
9—10 日	南支槽、南海气旋	广东中东部、江西东南部、福建中部、南部和东部沿海、浙江东南部等地出现暴雨,其中广东东部沿海和福建东南部沿海局地出现大暴雨
22—23 日	南支槽、副高、切变线	江西中部、福建西北部、湖南西南部、浙江东北部出现暴雨

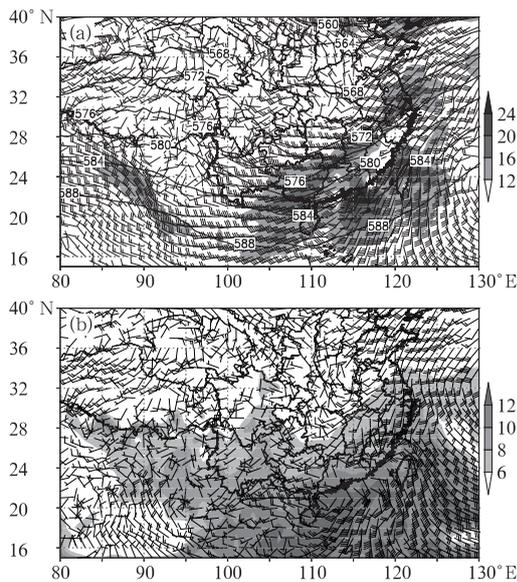


图 6 2015 年 12 月 9 日 20 时(a)500 hPa 位势高度场(等值线,单位: dagpm)、700 hPa 风场(风向标,阴影区表示风速 $\geq 12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)和(b)850 hPa 比湿(阴影,单位: $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) 和风场(风向标)

Fig. 6 (a) Geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and wind field (vector) at 700 hPa, (b) specific humidity (shaded area, unit: $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) and wind field (vector) at 850 hPa at 20:00 BT 9 December 2015

5 雾-霾天气过程

5.1 概况

2015 年 12 月,我国雾-霾天气较为频繁。北京、天津、河北中南部、山东、河南东部、江苏、浙江北部、四川盆地等地大雾日数超过 5 d,部分地区出现 10 d 以上大雾天气。中东部地区霾日较多,东北地区中南部、华北中南部、陕西关中、黄淮、江淮、江南西部和东北部、四川盆地等地霾日数一般超过 5 d,其中北京、河北、山东、河南、江苏、吉林、辽宁等地的部分地区霾日数超过 15 d;上述大部地区伴有空气污染现象, $\text{PM}_{2.5}$ 日平均浓度超标 ($> 75\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) 日数多在 10 d 以上。

月内共出现两次大范围雾-霾天气过程,分别出现在 6—10 日和 19—25 日,与 2014 年同期(1 次)相比偏多 1 次。6—10 日过程主要影响北京、天津、河北、山西、山东中西部、河南、陕西关中、湖北、安徽等地,19—25 日过程主要影响范围包括北京、天津、河北、山西、山东、河南、陕西关中、辽宁等地。其中 19—25 日过程具有持续时间长、影响范围广、空气污染程度重的特点,重度霾面积为 2015 年之最。

5.2 12 月 19—25 日雾-霾天气过程分析

12 月 19—25 日,受静稳天气影响,华北中南部、黄淮大部、江淮东部及陕西关中等地出现中到重

度霾,其中 22—23 日霾影响范围扩大、程度加重,北京大部、天津、河北中南部、山东大部、河南中北部等地出现重度霾,其面积达到 35.2 万 km²(图 7)。北京、天津、河北中南部、河南北部、山东北部和西部出现大面积严重污染,北京、河北中南部部分地区 PM_{2.5} 峰值浓度均超过 500 μg · m⁻³,河北南部局地超过 1000 μg · m⁻³。23—25 日,华北中南部、黄淮、江淮等地出现大范围大雾天气,局地出现能见度不足 50 m 的特强浓雾。

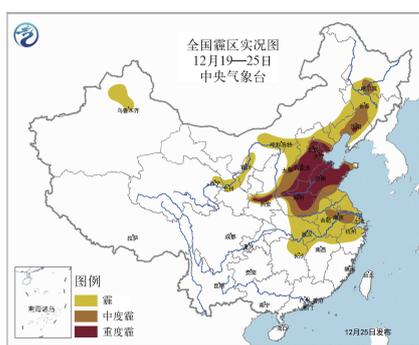


图 7 2015 年 12 月 19—25 日
全国霾区实况图
Fig. 7 The observed haze area in
19—25 December 2015

从环流形势上看(图 8),我国中东部地区处于西风带纬向型气流控制之下,500 hPa 高度场为正距平,无明显冷空气影响;中东部地区位于地面冷高压中前部的均压场中,盛行下沉气流,水平气压梯度较小,近地层风速小,为雾和霾的形成提供了“静稳”天气条件。因大气层结稳定,混合层高度低,极不利于污染物在垂直方向上的输送和扩散。其中北京地区混合层平均高度仅为 391 m,静稳天气指数均 ≥12, PM_{2.5} 浓度普遍较高,20—25 日北京地区 PM_{2.5} 浓度大多超过 150 μg · m⁻³,出现重度污染,部分时段严重污染,25 日部分时段超过 500 μg · m⁻³(图 9)。地面辐合线在河北中南部一带摆动,使污染物和水汽在这一区域不断积累。该过程中京津冀地区平均相对湿度为 75.8%,较常年同期偏高,为细颗粒物的吸湿性增长提供了有利条件,导致能见度的下降,并通过二次反应使 PM_{2.5} 的浓度持续升高。

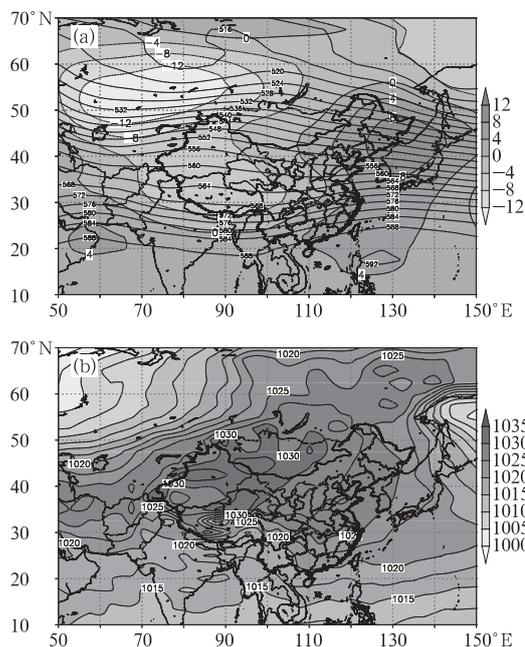


图 8 2015 年 12 月 19—25 日平均 500 hPa 位势
高度场及距平(a,单位: dagpm)
和海平面气压场(b,单位: hPa)
Fig. 8 Average geopotential height and
anomaly at 500 hPa (a, unit: dagpm)
and average sea-level pressure
(b, unit: hPa) in 19—25 December 2015

26 日白天起,受冷空气影响,地面偏北风增大,大气扩散能力增强,PM_{2.5} 浓度明显下降,能见度转好,此次持续性雾-霾天气过程趋于结束。

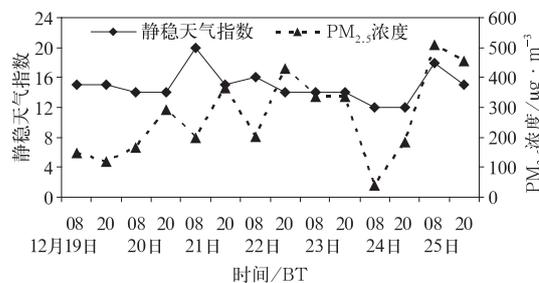


图 9 2015 年 12 月 19—25 日北京地区静稳天气
指数和 PM_{2.5} 浓度(单位: μg · m⁻³)
Fig. 9 The stable weather index and
PM_{2.5} concentration (unit: μg · m⁻³)
of Beijing in 19—25 December 2015

参考文献

国家气候中心. 2016. 2015 年 12 月中国气候影响评价.

吕梦瑶, 何立富. 2014. 2013 年 12 月大气环流和天气分析. 气象, 40

(3):381-388.

花丛. 2013. 2012 年 12 月大气环流和天气分析. 气象, 39(3):394-400.

饶晓琴, 马学款, 黄威. 2015. 2014 年 12 月大气环流和天气分析. 气象, 41(3):380-387.


 新书架

《气候变化对农业气候资源有效性的影响评估》

郭建平等 著

本书主要介绍了 1951—2100 年我国主要农业气候资源的空间分布特征及演变趋势, 我国东北春玉米、黄淮海地区冬小麦和夏玉米、南方水稻生长季农业气候资源、气候生产力及农业气候资源利用率等的分布特征和演变趋势, 并以东北地区为例, 分析了农业适应气候变化措施对作物生产力和农业气候资源有效性的贡献。本书可供农业、农业气象, 特别是气候变化和农业相关领域的科研和业务人员参考, 也可作为政府制定农业适应气候变化措施政策提供参考依据。

16 开 定价: 98.00 元

《公共气象服务导论》

吴先华 孙健 张丽杰 等 编著

公共气象服务是气象服务工作的重要组成部分, 是人们应对气象和环境灾害的重要环节, 与人们的生产和生活越来越密切。本书从三大方面构建了框架: 一是介绍公共气象服务的相关概念、行为主体和客观环境; 二是分别阐述了决策、公众、专业和商业气象服务的主要内容; 三是从公共气象服务效益评估、气象灾害防御与应对气候变化和公共气象服务能力建设三个专题对现代气象服务的新发展做了较为详细的论述。本书注重理论与实例的结合, 资料翔实、条理清晰, 可作为应用气象学、经济学、管理学、社会学等高年级本科生, 以及应用气象学、气候变化与公共气象、气象信息技术等领域研究生的学习教材, 亦可为气象服务实务工作者提供资料参考, 还可以为相关领域的学者提供借鉴。

16 开 定价: 42.00 元

《全国气候影响评价(2014 年)》

中国气象局国家气候中心 编

本书综合分析了我国 2014 年气候概况以及大气环流的基本特征, 重点分类综述了对我国影响较大的干旱、暴雨洪涝、热带气旋、低温以及沙尘暴等重大气候事件及其影响, 评估了气候对农业、水资源、生态环境、能源、交通和大气环境等的影响, 同时摘录了全国各省(区、市)气候影响评价分析。本书资料翔实、内容丰富, 较好地概括了 2014 年我国气候与环境和社会经济因素之间相互作用及影响, 可供从事气象、农业、水文、生态以及环境保护等方面的业务、科研和管理人员参考。

16 开 定价: 40.00 元

《公共气象服务研究进展》

中国气象局公共气象服务中心 编

本书汇集了第 31 届中国气象学会年会分会场“第四届气象服务发展论坛”的报告和论文, 涵盖了气象服务理论和技术方法研究、公众气象服务技术与应用、行业专业气象预报服务技术与应用、气象灾害区划与影响评估、气象服务分析评价技术、典型气象服务案例分析等领域的研究方法和研究成果, 结合新媒体技术开展公众气象服务的方法, 展示了各级气象及相关部门专业气象预报业务和公共气象服务发展取得的成绩。可供从事公共气象服务和气象防灾减灾业务、管理和研究人员参考。

16 开 定价: 80.00 元

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

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