

尤媛, 马学款, 李思腾, 2018. 2017 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 44(2): 334-340.

## 2017 年 11 月大气环流和天气分析<sup>\*</sup>

尤媛<sup>1</sup> 马学款<sup>1</sup> 李思腾<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国家气象中心, 北京 100081

<sup>2</sup> 中国气象局北京城市气象研究所, 北京 100089

**提 要:** 2017 年 11 月大气环流特征如下, 北半球极涡呈偶极型分布; 北半球中高纬度环流呈 4 波型分布, 东亚大槽偏强, 西太平洋副热带高压偏西偏强, 南支槽平均位置位于 90°E 附近。11 月全国平均降水量 15.9 mm, 较常年同期(18.8 mm)偏少 15.3%, 江南、华南雨日数多, 全国共有 58 站次出现暴雨, 12 站日降水量超过月极大值。全国平均气温 3.6℃, 较常年同期(2.9℃)偏高 0.7℃, 全国有 55 站次日最高气温超过当月历史最高值, 有 7 站日最低气温突破秋季历史最低值。月内, 我国出现 4 次冷空气过程, 3 次较强降水过程, 1 次雾-霾天气过程。

**关键词:** 大气环流, 冷空气, 降水, 雾-霾

**中图分类号:** P448

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.02.014

## Analysis of the November 2017 Atmospheric Circulation and Weather

YOU Yuan<sup>1</sup> MA Xuekuan<sup>1</sup> LI Siteng<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Meteorological Centre, Beijing 100081

<sup>2</sup> Institute of Urban Meteorology, CMA, Beijing 100089

**Abstract:** The main characteristics of the general atmospheric circulation in November 2017 are as follows. There are two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The circulation in Eurasian middle-high latitudes showed a four-wave pattern. The East Asia major trough was stronger than normal. The north-western Pacific subtropical high was stronger than normal, located more westward. The south branch trough was located around 90°E averagely. The monthly mean precipitation amount was 15.9 mm, which is 15.3% less than normal. In November, precipitation was characterized by more rainy days in the south of the Yangtze River and Southern China. Torrential rainfall events occurred over 58 stations, and the daily rainfall amount of 12 stations exceeded the maximum records in November. Meanwhile, the monthly mean temperature was 3.6℃, which is 0.7℃ higher than normal. The daily maximum air temperature at 55 stations exceeded the historic high in November, and the daily minimum air temperature of 7 stations broke the lowest value in autumn in history. Four waves of strong cold air processes, three major rainfall processes and one fog-haze weather events occurred during this month.

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

<sup>\*</sup> 2018 年 1 月 11 日收稿; 2018 年 1 月 18 日收修定稿

第一作者: 尤媛, 主要从事雾霾和沙尘天气预报相关研究. Email: 1046541673@qq.com

# 1 天气概况

## 1.1 降水

2017年11月,全国平均降水量15.9 mm,较常年同期(18.8 mm)偏少15.3%。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,仅江淮南部、江汉南部、江南大部、西南南部、华南大部等地的部分地区降水量为20 mm以上,其中江南大部、华南大部、西南南部的部分地区降水量超过50 mm,局地达到100 mm以上。东北北部和东部、江南南部和东部、华南大部、内蒙古东北部、北疆南部、青海东南部、四川中西部和云南南部等地降水量较常年同期偏多2成至1倍;全国其余大部地区降水量偏少,其中华北大部、黄淮、江淮、西北大部、辽宁西部、内蒙古西部和东南部、贵州大部、四川东部、西藏中西部等地偏少5成以上(图2),全国共有58站次出现暴雨;12站日降水量超过月极大值(中国气象局,2017)。

## 1.2 气温

2017年11月,全国平均气温3.6℃,较常年同期(2.9℃)偏高0.7℃(图3)。东北北部、河北东北部、内蒙古东部等地较常年同期偏低0.5~2℃,我国其余大部地区气温接近常年或偏高,其中西北大部、黄淮中西部、江淮西部及四川西北部、云南西南部、福建等地偏高1~4℃。11月,全国有55站次日最高气温超过当月历史最高值,主要分布在新疆和云南;有7站日最低气温突破秋季历史最低值,分别

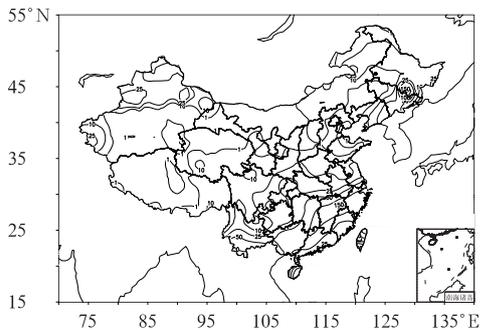


图1 2017年11月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Total precipitation amount over China in November 2017 (unit: mm)

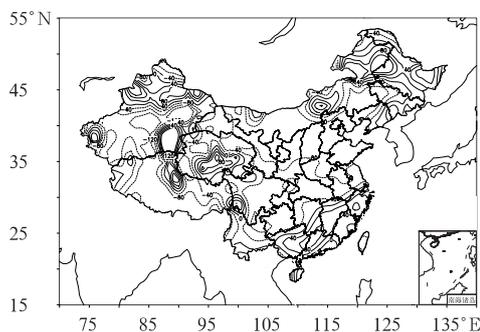


图2 2017年11月全国降水量距平百分比分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in November 2017 (unit: %)

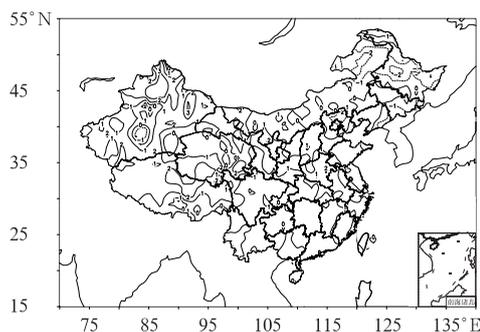


图3 2017年11月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly over China in November 2017 (unit: °C)

出现在黑龙江、湖北、山东、四川和西藏。

## 2 环流特征和演变

图4给出了2017年11月北半球500 hPa平均位势高度及距平分布,与常年同期的环流形势对比,11月的环流形势主要有以下特点:

### 2.1 极涡呈偶极型分布,东亚大槽偏强

2017年11月,北半球极涡呈偶极型分布(图4a),主极涡位于北美洲的阿勒特附近,另一个极涡中心位于亚洲北部的鄂霍茨克海附近,并伴有明显的负距平,负距平中心值为-8 dagpm(图4b),且位置偏东(沈晓琳和何立富,2015;刘超和马学款,2016)。在北半球中高纬度,环流呈4波型分布,低槽分别位于欧洲东部、亚洲东部、北美洲的东部和西

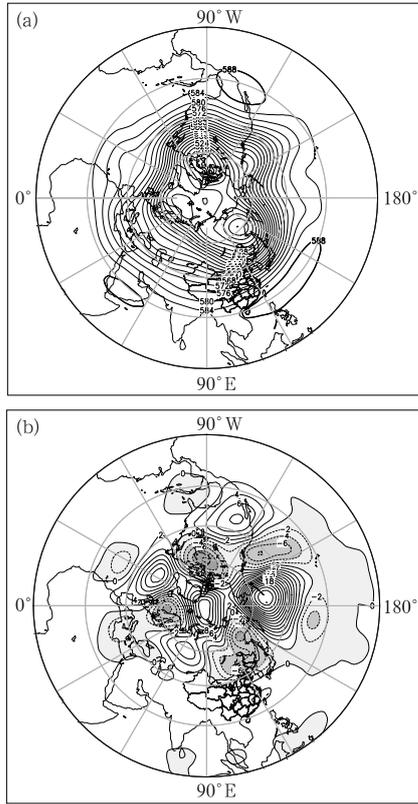


图4 2017年11月北半球500 hPa  
平均高度场(a)和距平场(b)  
(单位:dagpm,平均高度场等值线  
间隔4 dagpm,距平场间隔2 dagpm)

Fig. 4 The 500 hPa averaged geopotential  
height (a, with contour interval of 4 dagpm)  
and anomaly (b, with contour interval of  
2 dagpm) in the Northern Hemisphere  
in November 2017 (unit: dagpm)

部,并且低槽附近为较强的负距平。另外,欧亚地区位势高度呈西高东低分布型,中纬度地区环流经向度小,不利于西北路径冷空气南下;而东亚大槽偏强,我国黄河以北受负距平控制,导致东北地区温度偏低,我国其余大部分地区气温较常年偏高。

## 2.2 西太平洋副热带高压偏西偏强

2017年11月,南支槽平均位置与常年同期接近,且南支槽控制区域内为正距平,表明南支槽强度略偏弱。西北太平洋副热带高压(以下简称副高)西伸脊点位置在 $110^{\circ}\text{E}$ 附近,较常年同期 $128^{\circ}\text{E}$ 明显偏西,副高脊线纬度位置接近常年同期 $22^{\circ}\text{N}$ 附近(黄威和张芳华,2014),强度略偏强,长江以南大部分地区受正距平控制。该环流形势不利于孟加拉湾

的水汽向我国输送,导致11月大部分地区降水量较常年同期明显偏少。

## 2.3 环流演变与我国天气

图5给出了2017年11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,欧亚大陆中高纬环流经向度较小。

11月上旬(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。贝加尔湖附近受高压脊控制,中高纬度环流以纬向环流为主,我国大部分地区处于正位势高度距平区。在这种环流背景下,冷空气活动偏弱,气温偏高,导致11月4—7日发生了一次静稳天气过程,华北中南部、陕西关中和东北等地出现大范围雾-霾天气过程。另外,低层西风急流有利于里海水汽向新疆北部输送,导致新疆北部降水普遍偏多2~5成。

11月中旬(图5b),环流形势较前期调整明显,

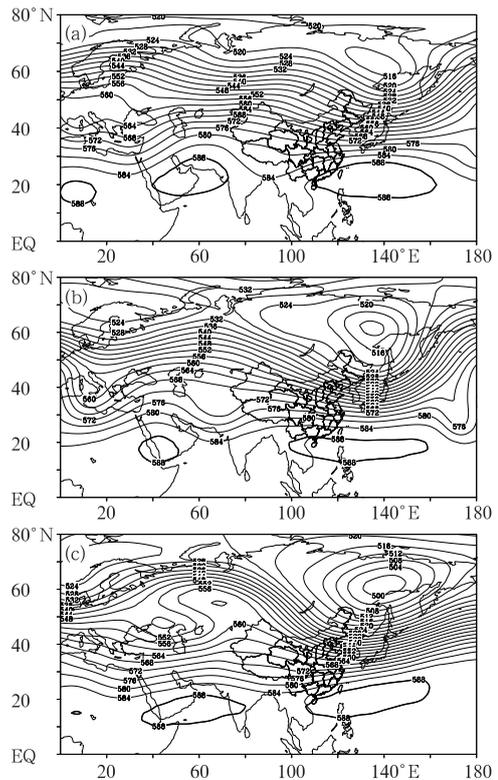


图5 2017年11月上旬(a)、中旬(b)、  
下旬(c)欧亚地区的500 hPa平均  
位势高度场(单位:dagpm)

Fig. 5 The 500 hPa averaged geopotential  
height for the 1st (a), 2nd (b) and 3rd (c)  
dekads in November 2017 (unit: dagpm)

西西伯利亚南部阻高发展,东亚大槽加强,亚洲东部中高纬环流经向度加大,东北冷涡活动频繁,地面冷空气频繁由西伯利亚东部向东南侵入我国东北地区,势力偏强。虽然冷空气过程频繁,但由于冷空气路径偏东偏北,因此主要的显著区降温为东北地区,其中 11 月 8—12 日出现了一次冷空气过程,其余大部地区气温较常年同期偏高。

11 月下旬(图 5c),欧亚大陆中高纬依旧维持中旬的环流形势。我国北方地区受位势高度负距平控制,较大的环流经向度导致下旬出现了两次冷空气过程。低纬地区,西印度洋副高东伸加强,南支槽东移减弱但活动频繁,西北太平洋副高西伸脊点较常年明显偏西偏强,利于低纬暖湿气流向江南地区输

送,活跃的高原槽也有利于西南涡的发展移出。西南暖湿气流与偏东路径南下的冷空气共同作用,造成江南中东部等地区降水偏多。

### 3 冷空气过程

#### 3.1 概况

2017 年 11 月,共有 4 次冷空气过程影响我国(表 1),均达到中等及以上强度。其中 11 月 28 日至 12 月 1 日,我国北方地区达到强冷空气强度过程,南方地区达到中等冷空气强度过程。

表 1 2017 年 11 月主要冷空气过程

Table 1 Major cold air processes in November 2017

冷空气时段	冷空气强度	降温幅度	大风和雨、雪天气
10 月 31 日至 11 月 4 日	北方中等强度 冷空气	东北大部、华北东部和南部、黄淮东部、内蒙古等地出现 4~8℃ 降温,局地降温幅度 10~12℃	青海南部、川西高原北部、西藏东北部出现 1~7 mm 降雪或雨夹雪,黑龙江西北部、内蒙古东北部等地区部分地区出现 1~3 mm 降雪或雨夹雪,吉林中东部等地出现小雪或雨夹雪
11 月 8—12 日	北方中等强度 冷空气	内蒙古、东北、华北、黄淮北部、陕西北部等地的部分地区出现 6~10℃ 降温,局地降温 12~16℃	新疆东北部、吉林东北部、青海南部、西藏东北部、内蒙古东部、黑龙江西部及甘肃东南部等地区部分地区降雪、雨或雨夹雪 1~7 mm,内蒙古呼伦贝尔、黑龙江齐齐哈尔等局地降雪 10~19 mm,福建东南部沿海、广东东部沿海、海南岛东部沿海出现 6~8 级瞬时大风
11 月 16—20 日	北方中等强度 冷空气	华北至江南北部及吉林、辽宁、内蒙古、陕西中北部、宁夏、贵州等地出现 4~8℃ 降温,局地降温幅度 10~12℃	新疆北部沿天山地区、吉林东南部、辽宁北部等地出现降雪或雨夹雪 2~6 mm,新疆沿天山地区西部降雪达 8~12 mm,内蒙古东北部、黑龙江南部等地出现小雪
11 月 28 日至 12 月 1 日	北方强冷空气, 南方中等强度 冷空气	内蒙古东部、华北北部、黄淮东部等地降温 8~10℃,黑龙江东部、吉林大部、辽宁大部及河北西北部等地降温 12~16℃,局地降温幅度超过 18℃。江西南部、福建西部、广东北部、广西中部等地降温 6~8℃	黑龙江东部、吉林东部、辽宁东北部及青海东南部、西藏东部局地、四川西北部及山东半岛北部等地降雪、雨或雨夹雪 1~5 mm

#### 3.2 11 月 28 日至 12 月 1 日冷空气过程回顾

11 月 28 日至 12 月 1 日强冷空气侵袭我国大部地区,冷空气过程造成的影响详见表 1。按照中央气象台冷空气强度划分标准,此次冷空气过程北方地区达到强冷空气强度,南方地区达到中等强度。受此次冷空气的影响,黑龙江东部、吉林东部、辽宁东北部、青海东南部、西藏东部局地、四川西北部及山东半岛北部等地降雪、雨或雨夹雪 1~5 mm,内

蒙古东部、华北北部、黄淮东部等地降温 8~10℃,黑龙江东部、吉林大部、辽宁大部及河北西北部等地降温 12~16℃,局地降温幅度超过 18℃。江西南部、福建西部、广东北部、广西中部等地降温 6~8℃。

从 500 hPa 位势高度场和海平面气压场来看,此次冷空气过程为横槽转竖型。冷空气的源地为新地岛以东洋面,冷空气经喀拉海、太梅尔半岛、俄罗斯地区进入我国;西北路路径冷空气从关键区经外蒙古到达我国河套附近南下,直达长江中下游及江

南地区(朱乾根等,2007)。27日08时(图6a),我国北方大部地区仍处于纬向环流中,横槽位于贝加尔湖以西,乌拉尔山地区为东北—西南向的长波脊,脊后暖平流促使高压脊继续加强或阻塞形势发展,脊前的偏北气流也随之加强,不断引导冷空气在贝加尔湖附近堆积,地面冷高压占据了西伯利亚地区,中心强度达1042.5 hPa,地面冷锋位于内蒙古中部—甘肃东部一带。27日20时(图略),槽前正涡度平流使横槽前产生负变高,横槽后部是暖平流正变高,横槽即将转竖。28日08时(图6b),槽前暖平流使

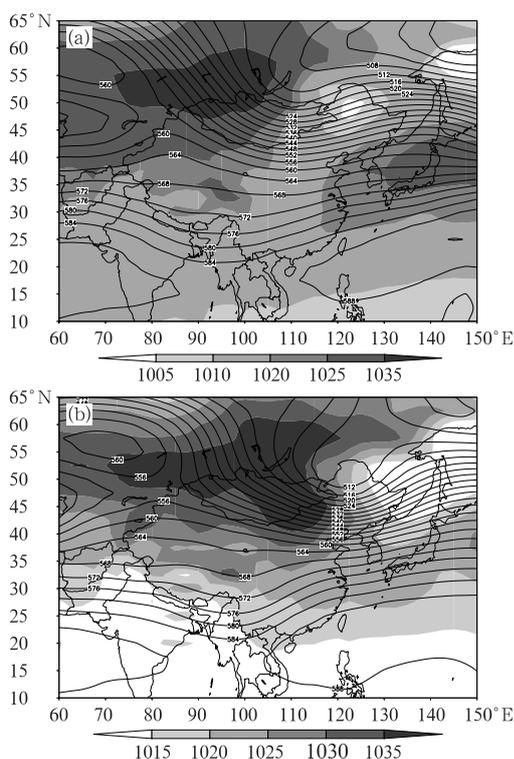


图6 2017年11月27日(a)和28日(b) 500 hPa高度场(实线,单位:dagpm)和气压场(填色,单位:hPa)分布

Fig. 6 Distribution of geopotential height (solid line, unit: dagpm) and pressure at 500 hPa (shaded area, unit: hPa) on 27 (a) and 28 (b) November 2017

乌拉尔山高压脊发展,贝加尔湖附近的横槽槽后东北风转为西北风,槽前东南侧冷平流使位势高度降低,横槽迅速转竖,环流经向度明显加大,槽后偏北风引导极地强冷空气扩散南下,地面锋面位于华北中南部,地面冷高压不断加强并迅速南移,强度增强至1045 hPa。29日地面冷锋由华北移至江南北部,北方地区受位势高度负距平控制,环流经向度进一步加大,锋区增强,冷平流增强;地面冷高压中心增强至1052.5 hPa,高纬冷空气势力明显加强并开始向南爆发,冷空气由西伯利亚东部向南侵入我国东北地区,导致东北大部、内蒙古东部、华北北部、黄淮东部等地降温8~10℃。30日08时地面高压主体东移至我国内蒙古中东部地区(图略),地面高压主体中心气压为1040 hPa,冷锋到达我国华南地区,南下冷空气与南支槽前暖湿气流交汇,造成江南中东部等地区降水偏多。12月1日起,冷空气逐渐东移入海,强冷空气带来的强降温区范围明显缩小,冷空气过程基本结束。

#### 4 降水过程

2017年11月,江南、华南雨日数多,农作物生长受影响。11月,江南大部、华南大部、贵州东北部等地降水日数普遍在10 d以上,其中浙江南部、江西南部、湖南南部、广东北部、广西东部、海南东部等地超过14 d。与常年同期相比,上述大部地区降水日数偏多3~9 d,广东西北部超过9 d。江南中部和东部、华南中西部等地最长连续降雨日数普遍在6~10 d以上,其中湖南南部、广东西北部、广西东北部等地有10 d以上。例如湖南新宁有17 d,广东阳山、怀集和广西桂平三站均有14 d。11月,海南出现2次暴雨过程,部分地区出现雨涝灾害(国家气候中心,2017)。11月我国较强降水过程共出现3次,其主要影响系统、影响区域和降水强度见表2。

表2 2017年11月主要降水天气过程

Table 2 Major precipitation processes in November 2017

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
11月6—7日	东风波	海南东部、广东中北部和西部、浙江东南部等地部分地区出现大到暴雨,海南琼中、琼海、万宁和广东清远等局地降大暴雨
11月12—15日	台风海葵	广东东南部、福建东南部、海南岛东部等地及沿海出现大到暴雨,海南万宁局地大暴雨
11月19—21日	台风鸿雁	海南岛中部和东南部出现暴雨,局地出现大暴雨

## 5 雾-霾过程

### 5.1 概况

2017年11月共有1次雾-霾天气过程,出现在2017年11月4—7日,较往年同期偏少。

### 5.2 11月4—7日雾-霾天气过程分析

2017年11月4—7日华北中南部、陕西关中、东北等地出现了中到重度霾天气过程。受静稳天气影响,霾区主要覆盖了北京、天津、河北中南部等地,霾区影响范围约18万 $\text{km}^2$ ;受秸秆焚烧影响,霾区主要覆盖了辽宁中部、吉林中部、黑龙江大部,霾区影响范围约8万 $\text{km}^2$ 。从此次持续雾-霾及重污染过程的大尺度环流背景看(图7),我国中东部处在西风带纬向环流控制中,无明显槽脊活动,地面高压主体位于贝加尔湖以西,冷空气势力弱,气压梯度小,在这种静稳形势下,大气扩散能力较差,有利于雾-霾天气的形成和维持。其中,华北地区位于冷高压前侧的均压场中,等压线稀疏,这种均压场形势使得地面风速较小,不利于污染物的扩散,随着这种静稳形势的建立,华北中南部等地的霾逐渐发展,随着地面辐合线在华北中南部一带建立并稳定维持,使污染物和水汽在这一区域不断积累。该过程中北京地区平均相对湿度达75.42%,地面风速较小,持续出现接近 $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的小风状态,其中6日夜間至7日为此次过程最严重时段,上述地区相对湿度(86.33%)较前期明显增长,为细颗粒物不断吸湿增长提供了有利的气象条件。因此,北京、天津,河北中南部一带污染最为严重。

静稳指数变化显示,北京大部时段静稳指数为13~19(图8),大气静稳条件较好,污染扩散条件差。 $\text{PM}_{2.5}$ 峰值浓度显示,这次雾-霾天气过程期间,中度以上污染持续时间45 h,峰值浓度超过 $150\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ;北京峰值浓度出现在6日。

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,华北中南部、黄淮中西部等地上空处于“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。

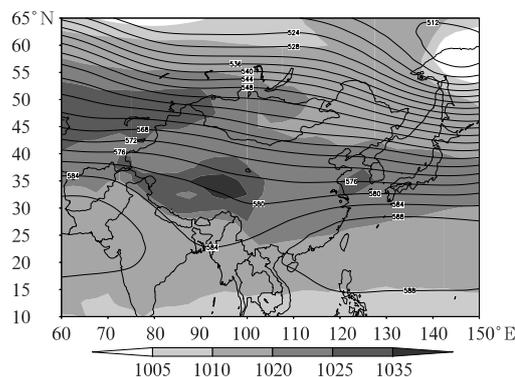


图7 2017年11月4—7日平均500 hPa位势高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(填色,单位:hPa)

Fig. 7 Averaged geopotential height at 500 hPa (contour, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded area, unit: hPa) in 4—7 November 2017

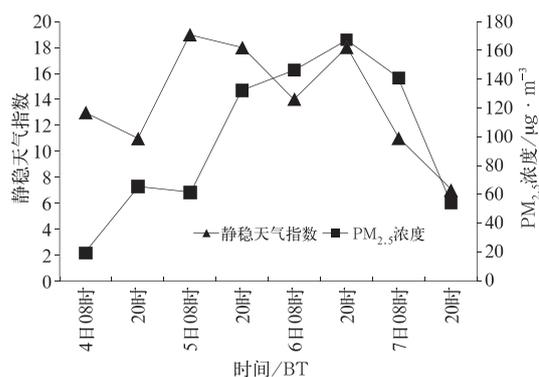


图8 2017年11月4—7日北京地区静稳天气指数和 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度

Fig. 8 The static-stable weather index and  $\text{PM}_{2.5}$  concentration in Beijing in 4—7 November 2017

11月7日中午前后,受冷空气影响,随着偏北风的逐渐加大,华北中南部、黄淮西部等地大气扩散条件逐渐改善,雾-霾天气自北向南逐渐减弱或消散,但苏皖北部受上游污染物的传输影响,污染物浓度呈现短时加重趋势,部分时段达到重度污染。

**致谢:**感谢国家气象中心宋文彬提供的降水量、降水距平和温度距平资料。

### 参考文献

国家气候中心,2017.2017年11月中国气候影响评价[R].

黄威,张芳华,2015.2014年11月大气环流和天气分析[J].气象,41(2):254-260.  
 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.  
 沈晓琳,何立富,2016.2015年11月大气环流和天气分析[J].气象,

42(2):254-260.

中国气象局,2017.中国气象局2017年12月新闻发布会材料[R].  
 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等,2007.天气学原理和方法:第4版[M].北京:气象出版社:1-10.



### 《大气气溶胶及其气候效应》

张华 王志立 赵树云 等 编著

该书介绍了基于国家气候中心自主研发的大气辐射传输模式、气溶胶/大气化学-辐射-气候双向耦合模式并结合卫星等观测资料获得的气溶胶的分布、辐射强迫和气候效应等方面的研究结果,旨在对气溶胶的变化特点及其对气候的影响提供比较全面和系统的认识。该书重点对以下问题做了深入的阐述:全球和中国区域不同种类气溶胶浓度和光学性质的分布特征;气溶胶的直接和间接辐射强迫以及有效辐射强迫的分布特征;气溶胶-云-辐射相互作用对东亚季风系统和全球气候的影响;未来气溶胶减排对全球气候的影响等。该书对从事气溶胶光学、辐射强迫及其气候效应研究的相关人员和学者有重要的参考价值。

16开 定价:80.00元

### 《黄渤海海雾特征分析与数值模拟》

孙明生 著

该书在系统分析中国近海海雾灾害成因、时空分布特征及其演变过程的基础上,利用长时间、大样本数据,从水汽温差、风向、风速等方面,对黄渤海海雾生消的水文气象条件进行综合分析;采用合成分析方法,归纳总结了黄渤海海雾形成和维持的四种主要地面天气形势,并针对典型天气个例进行了诊断与数值模拟分析研究等。该书重点明确、特色鲜明、图文并茂,可作为广大气象、海洋预报和相关研究人员的参考用书。

16开 定价:40.00元

### 《气象现代化评估方法与实践》

朱玉洁 唐伟 王喆 著

气象现代化是国家现代化的重要标志之一,《全国气象

现代化发展纲要(2015—2030年)》提出到2020年全国基本实现气象现代化,2030年全国全面实现气象现代化的奋斗目标。为实时监测和评价气象现代化进展,衡量对发展目标的实现程度,该书对气象现代化评估进行了系统研究,并总结了多年的气象现代化评估实践,为气象现代化建设提供科学的决策依据。该书主要内容包括:气象现代化评估意义、方法和进展,气象现代化评估指标体系研究和评估实践,国内相关气象发展战略专题研究和国外气象业务评估专题研究。以期帮助读者更清晰地把握气象事业的发展现状,更系统地了解气象现代化为经济社会发展提供的强大支撑。该书适合气象相关行业、部门以及现代化研究的学者、管理者和其他社会各界人士参阅。

16开 定价:50.00元

### 《气象干旱年鉴(2015)》

兰州干旱气象研究所

该年鉴是中国气象局兰州干旱气象研究所主要业务产品之一。全书共分为八章,描述了2014年全国气候特点与气象干旱的时空分布特征;诊断了全国重大区域干旱事件的特征与成因;分析了四季气象干旱特征;记叙了干旱的影响;介绍了抗旱减灾重大气象服务情况;阐述了2014年全球气象干旱特征,全球重大气象干旱事件及其成因;回顾了历史重大区域干旱事件;评述了国内(外)气象干旱研究的新进展等。该书比较全面地总结分析了2014年我国气象干旱特点及其影响。该书可供政府决策部门,从事气象、农业、水文、地质、地理、生态、环境、保险、人文、经济和社会其他行业以及干旱灾害风险评估管理等方面的相关业务、科研和教学人员参考。

16开 定价:120.00元

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

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