

张天航,徐冉,桂海林,2020. 2019 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象,46(2):283-288. Zhang T H, Xu R, Gui H L, 2020. Analysis of the November 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 46(2):283-288(in Chinese).

2019 年 11 月大气环流和天气分析^{*}

张天航 徐 冉 桂海林

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2019 年 11 月大气环流主要特征为:北半球极涡呈偶极型分布,环流呈四波型,东亚槽略偏弱。全国平均降水量 13.6 mm,较常年同期偏少 27.7%,出现一次较强降水过程。全国平均气温 4.0℃,较常年同期偏高 1.2℃,共出现 5 次冷空气过程,其中 1 次为寒潮。22—24 日,华北中南部、黄淮西部、汾渭平原等地发生 1 次霾过程。

关键词: 大气环流,冷空气,降水,霾

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2020.02.014

Analysis of the November 2019 Atmospheric Circulation and Weather

ZHANG Tianhang XU Ran GUI Hailin

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in November 2019 are as follows. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The circulation presented a four-wave pattern in middle-high latitudes. The East Asian trough was weak in this month. The monthly mean precipitation over China was 13.6 mm, which is 27.7% lower than normal. During this month, one rainfall process was seen. The monthly mean temperature was 4.0℃, which is 1.2℃ higher than normal. There were five cold air processes in this month, one of which was cold wave. One haze event was experienced in central and southern part of North China, west of Huanghuai Region, and Fenwei Plain during 22—24 November 2019.

Key words: atmospheric circulation, cold air, rainfall, haze

1 天气概况

1.1 降水

2019 年 11 月,全国平均降水量 13.6 mm,较常年同期(18.8 mm)偏少 27.7%(国家气候中心, 2019),为 2011 年以来最少。从月降水量空间分布(图 1)看,11 月降水在华北北部局地、江淮、江南北部等地的部分地区为 25~50 mm,华中中部以及安

徽局部地区达 50 mm 以上。

相较于常年同期(图 2),西北地区中东部、内蒙古东北部和南部、华北北部、东北大部及西南地区中部等地降水偏多 2 成至 1 倍,其中西北地区东部、华北北部等地偏多 1 倍以上;全国其余大部分地区降水以偏少为主,其中江南东南部、华南中部至东部以及河南中部、新疆西部和西藏西部、四川南部、云南北部等地偏少 8 成以上。11 月,全国极端降水事件较少,仅海南琼中日降水量(262.3 mm)达到极端阈值(国家气候中心,2019)。

^{*} 2019 年 12 月 31 日收稿; 2020 年 1 月 8 日收修定稿

第一作者:张天航,主要从事天气预报工作. Email:sharp@mail.iap.ac.cn

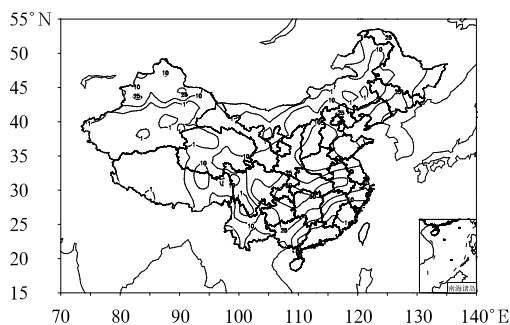


图 1 2019 年 11 月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation in China in November 2019 (unit: mm)

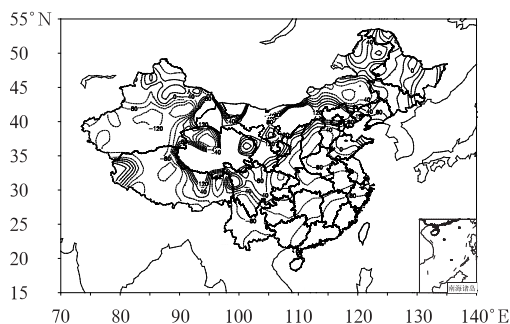


图 2 2019 年 11 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in November 2019 (unit: %)

1.2 气温

11 月,全国平均气温为 4.0°C ,较常年同期(2.9°C)偏高 1.1°C 。从月气温距平分布(图 3)看,仅新疆北部、内蒙古东北部、东北地区东部局地较常年同期偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,我国其余大部地区气温接近常年同期或略偏高,其中黄淮中南部、江淮西部以及青海南部、四川西部、云南北部、西藏等地偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。此外,月内全国共有 62 站次日降温幅度突破极端阈值,主要分布于我国华北、江淮等地,其中安徽望江(13.7°C)、河北雄县(12.3°C)、河南修武(11.8°C)和江苏兴化(12.4°C)日降温幅度超过历史极值。华北、东北、山东等地另有 39 站次出现极端连续降温事件。

2 环流特征和演变

图 4 为 2019 年 11 月北半球 500 hPa 平均位势

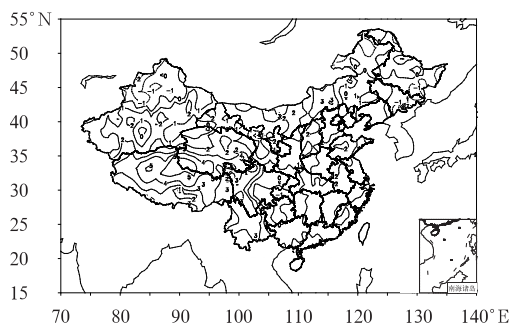


图 3 2019 年 11 月全国气温

距平分布(单位:°C)

Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in November 2019 (unit: °C)

高度场和距平分布,与常年同期相比(梅双丽和牛若芸,2017;尤媛等,2018;周军等,2019),11 月环流形势有以下特点。

2.1 极涡呈偶极型分布

11 月北半球极涡呈偶极型分布(图 4a),两个极涡中心分别在俄罗斯北地群岛和加拿大北部群岛附近,中心值为 512 dagpm 。从距平场上来看(图 4b),两个极涡中心均处于负距平区,强度较常年同期偏强,负距平中心值达到 -4 dagpm ,分别位于贝加尔湖西北部和加拿大东部。

2.2 北半球环流呈四波型,东亚大槽偏弱

从月平均的 500 hPa 高度场和距平(图 4)可知,11 月北半球环流呈四波型,欧亚地区位势高度呈“西高东低”分布型,亚洲中高纬地区环流经向度小,不利于强冷空气南下影响我国,导致月内气温较常年同期略偏高。与多年平均相比,我国大部分地区为正距平区,说明东亚大槽强度较常年同期偏弱。

2.3 西太平洋副热带高压偏强,南支槽偏东

11 月南支槽平均位置处于 100°E 附近,较常年同期偏东,且南支槽控制区域内为正距平,表明南支槽强度偏弱。西太平洋副热带高压面积偏大,强度偏强。西伸脊点位于 75°E 附近,较常年同期(128°E)明显偏西,北界达到 22°N 附近,与常年同期接近,长江以南地区受正距平控制。该环流形势不利于孟加拉湾的水汽向我国输送,导致 11 月全国大部分地区降水量较常年同期明显偏少。

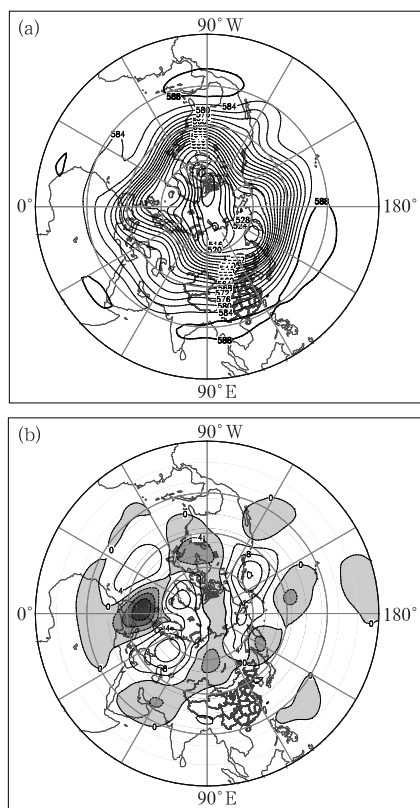


图4 2019年11月北半球500 hPa平均位势高度场(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 The 500 hPa average geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in November 2019 (unit: dagpm)

2.4 环流演变与我国天气

如图5所示,11月中高纬环流经向度较小,冷空气势力较弱。

11月上旬(图5a),欧亚中高纬环流以纬向环流为主,贝加尔湖附近受高压脊控制,副热带高压位置偏东,我国大部分地区处于正位势高度距平区,气压梯度较小。在这种环流背景下,冷空气活动偏弱,气温偏高。2—5日,一次我国弱冷空气影响北方。

11月中旬(图5b),亚洲中高纬是两槽一脊的环流形势,与上旬相比亚洲东部经向环流加大,东亚大槽加强,气压梯度变大,极涡活动频繁,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。11—12日及13—14日,分别有两股冷空气影响我国。17—19日,受一次寒潮影响,我国多地出现明显降温。过程后期,随着地面气旋东移入海,黑龙江东部位于地面气旋北侧,西南风给低层带来

较多水汽,造成该区域出现中到大雪。此外,受本次冷空气影响,内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西北部、河北、北京、天津、辽宁等地出现扬沙和浮尘天气。

11月下旬(图5c),欧亚中高纬环流调整为一槽一脊形势,高压脊位于东欧上空,亚洲中高纬环流经向度变小,该环流形势冷空气活动偏弱。22—24日,无显著槽脊活动,华北中南部、黄淮西部、汾渭平原等地处于冷高压前部的均压场中,京津冀、河南、山东、陕西关中、山西、安徽中北部等地出现了一次大范围持续性霾天气,局地达到重度霾,部分地区最低能见度不足1 km。此外,夜间至早晨,北京南部、天津西部、河北中南部、河南北部、山东半岛地区、苏皖、陕西关中、浙江北部、四川盆地南部、海南北部等地有大雾天气,部分地区有能见度不足200 m的浓雾。24—26日,一次全国中等强度冷空气影响我国。

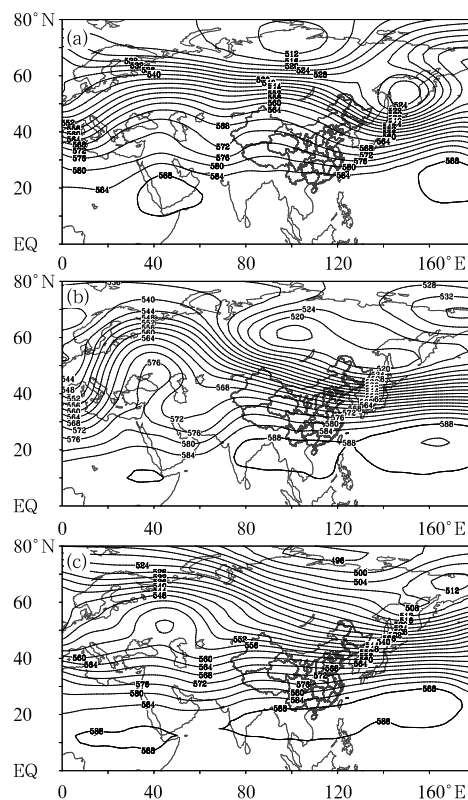


图5 2019年11月欧亚500 hPa上旬(a)、中旬(b)和下旬(c)平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 Eurasia 500 hPa geopotential height averaged over the first (a), second (b) and last (c) dekads in November 2019 (unit: dagpm)

3 冷空气活动

3.1 概况

11 月共有 5 次冷空气过程影响我国,多于常年同期(4.1 次),分别发生在 2—5 日、11—12 日、13—14 日、17—19 日和 24—26 日,其中前两次较弱,第三和第五次为全国范围中等强度冷空气,第四次为寒潮过程。

3.2 11 月 17—19 日寒潮过程分析

17—19 日我国大部地区经历了一次寒潮过程(图 6),受其影响东北地区东部、内蒙古中部、黄淮中南部、江淮、江南中南部降温 4~10℃,其中内蒙

古中部、陕西中北部、山西、河北北部、北京北部等地降幅达 12~16℃。黑龙江、吉林、辽宁东北部等地部分地区出现暴雪,黑龙江鸡西和牡丹江、吉林延边等出现局地大暴雪(20~25 mm)。18 日,内蒙古东北部、黑龙江、吉林中东部等地积雪深度达 6~13 cm,局地达 16~25 cm。内蒙古中部至江南南部出现大范围 7~9 级阵风,局地达 11~12 级。

由 500 hPa 位势高度场和地面气压场的演变趋势来看,此次冷空气过程为横槽转竖型,冷空气源地为新地岛以东洋面,经西西伯利亚进入我国。15 日 08 时,横槽位于巴尔喀什湖以北一带,地面冷高压占据西伯利亚地区,高压中心位于巴尔喀什湖西北地区,中心强度 1042.5 hPa,地面冷锋位于巴尔喀什湖以东一带。此时,我国西部高空受弱高压脊控制。16 日 08 时,横槽南压并逐渐开始转竖,地面冷

表 1 2019 年 11 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air processes in November 2019

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
2—5 日	北方弱冷空气	辽宁、河北中东部、北京东部、天津、山东北部和西部、河南北部等地出现 6~10℃降温	河北东北部、北京西部、天津南部、山东西部等地部分地区出现中雨
11—12 日	东北弱冷空气	内蒙古东北部、黑龙江、吉林中东部、辽宁东部等地降温 6~8℃,局地 10~12℃	内蒙古东部、黑龙江南部和西北部等地的部分地区出现 7~8 级阵风,局地 9~10 级
13—14 日	全国中等冷空气	内蒙古东部、东北大部、华北东部和南部、黄淮、江淮及江南西部等地出现 6~10℃降温,吉林东部、辽宁东部和南部、河北东北部降 12~18℃	内蒙古、陕西中部、山西、河北西部和北部、北京、天津、山东半岛、河南西北部以及黑龙江东部、吉林东部、辽宁等地部分地区出现 7~9 级阵风。黑龙江东部、吉林东部、辽宁东部降雪(雨)或雨夹雪 1~8 mm,黑龙江双鸭山、吉林白山局地暴雪(10~16 mm)
17—19 日	寒潮	东北地区东部、内蒙古中部、黄淮中南部、江淮、江南中至江南南部降温 4~10℃,内蒙古中部、陕西中北部、山西、河北北部、北京北部等地降幅达 12~16℃	内蒙古中部至江南南部出现大范围 7~9 级阵风,局地 11~12 级。内蒙古东北部、东北地区大部出现中到大雪,黑龙江东部、吉林中东部、辽宁中东部等地部分地区暴雪,黑龙江鸡西和牡丹江、吉林延边等局地大暴雪(20~25 mm)。重庆、贵州东部、广西北部 and 西南部、湖北西南部和东部、湖南中北部、江西西部、安徽中部、江苏中部和东北部等地出现中到大雨,湖南怀化、贵州铜仁、广西防城港局地暴雨(50~91 mm);甘肃中部、宁夏南部、陕西中部等地出现降雪或雨夹雪 1~4 mm
24—26 日	全国中等冷空气	东北地区及内蒙古中东部、山西北部、河北西北部等地降温 6~10℃,内蒙古呼伦贝尔、黑龙江伊春、哈尔滨等局地降幅达 12~19℃。江南及广西、广东北部、贵州东部等地降温 4~8℃	内蒙古、东北地区、华北中北部等地部分地区出现 6~8 级阵风。吉林中东部、辽宁中北部及青海东部、甘肃南部、陕西中部等地降雪或雨夹雪 2~5 mm,吉林东部、辽宁北部等地部分地区 10~13 mm;山东烟台、威海等地降中到大雨,烟台局地暴雨到大暴雨(75~106 mm)。河南南部、安徽中部、湖北东北部及新疆伊犁和塔城等地部分地区降雪(雨)或雨夹雪 1~7 mm;苏皖南部、浙江、江西西部和北部、湖北中东部、湖南中北部等地部分气象干旱区出现小雨,局地中雨

高压主体依旧维持在巴尔喀什湖东北部,强度有所加强,中心强度 1050.0 hPa,地面冷锋影响我国新疆北部。随着横槽主体不断东移下摆,17日08时,槽位于河套地区以西,转为西南—东北走向,地面冷锋位于陕西至内蒙古中部,造成新疆北部、甘肃、青海东部和南部、宁夏、陕西北部、内蒙古中西部等地部分地区出现 7~9 级阵风、局地 10~11 级,部分地区伴有 4~8℃ 降温,局地达 10~14℃。至 18 日 08 时,高空槽过境我国东部地区,冷空气南侵,地面冷锋到达我国华南北部地区。造成内蒙古中部至江南南部出现大范围 7~9 级阵风,局地 11~12 级,并伴有 6~10℃ 降温,内蒙古中部、陕西中北部、山西、河北北部、北京北部等地降幅达 12~16℃;湖北西南部和东部、湖南中北部、江西西部、安徽中部、江苏中部和东北部等地出现中到大雨,湖南怀化、贵州铜仁、广西防城港局地暴雨(50~91 mm)。19 日 14 时,随着冷空气东移入海,强降温区范围明显缩小,冷空气过程结束。

4 主要降水过程

本月主要有 1 次降水过程。17—18 日,内蒙古东北部、东北地区大部出现中到大雪,黑龙江东部、吉林中东部、辽宁中东部等地部分地区暴雪,黑龙江鸡西和牡丹江、吉林延边等局地大暴雪(20~25 mm)。

本次过程是由高空槽引导北方冷气团东移,和地面气旋前部带来的暖湿气团交汇产生的锋面降水

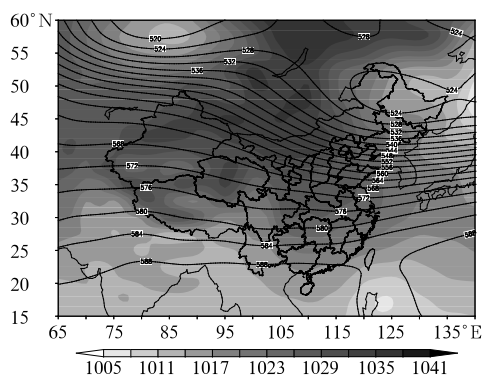


图 6 2019 年 11 月 17—19 日平均 500 hPa 高度场(等值线,单位:dagpm)和海平面气压场(阴影,单位:hPa)

Fig. 6 Average geopotential height at 500 hPa (isoline, unit: dagpm) and sea level pressure (shaded, unit: hPa) during 17—19 November 2019

导致。17 日 14 时(图 7),500 hPa 高空槽位于内蒙古中部,地面冷锋位于内蒙古东部。从动力条件来看,高空槽以及 700、850 hPa 低涡系统带来的辐合上升运动有利于降雪天气的产生,造成锋前吉林西部、辽宁北部出现雨雪天气。20 时,地面气旋中心移至东北地区东部,前部的东南风从海上带来更多的暖湿气流加强了过程降水,造成内蒙古东北部、黑龙江西部、吉林、辽宁北部等地部分地区出现小雪天气。18 日 08 时(图 8),地面气旋中心东移入海,黑龙江东部位于地面气旋北侧,西南风带来较多水汽,700、850 hPa 水汽通量达 $3\sim 6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,造成该区域出现中到大雪。20 时,随着地面主体冷锋东移入海,过程逐渐结束。

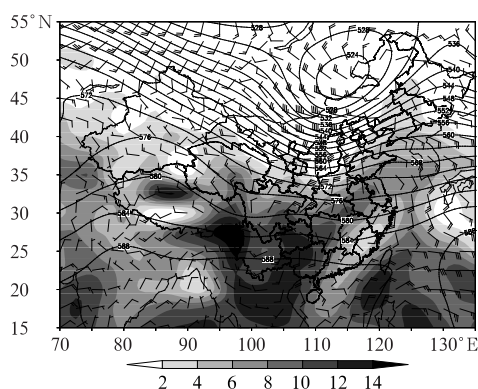


图 7 2019 年 11 月 17 日 14 时 500 hPa 位势高度场(实线,单位:dagpm),地面风场(风向标)和比湿(阴影为比湿 $\geq 2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Fig. 7 Geopotential height at 500 hPa (solid line, unit: dagpm), surface wind field (barb) and specific humidity (shaded, unit: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) at 14:00 BT 17 November 2019

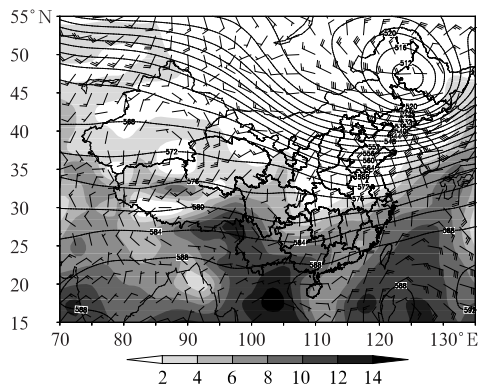


图 8 同图 7,但为 18 日 08 时
Fig. 8 Same as Fig. 7, but for 08:00 BT 18 November 2019

5 雾霾过程

5.1 概况

11月7、9、23和24日早晨至上午,华北中南部、黄淮中西部、苏皖、四川盆地等地出现大雾天气,局地有能见度不足200 m的强浓雾。受静稳等不利气象条件影响,22—24日京津冀、河南、山东、陕西关中、山西、安徽中北部等地出现了1次大范围持续性霾天气,少于2018年同期(2次;周军等,2019)。17—18日,受冷空气影响,内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西北部、河北、北京、天津、辽宁等地出现扬沙和浮尘天气。

5.2 22—24日霾天气过程分析

22—24日,华北中南部、黄淮西部、汾渭平原等地出现重度霾,部分地区最低能见度不足1 km。北京小时平均 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度峰值高达 $212\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (22日17时),污染最重城市邢台小时平均 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度峰值高达 $329\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (24日05时)。

22日,高空东亚中高纬度地区以纬向型环流为主,无显著槽脊活动,华北中南部、黄淮西部、汾渭平原等地处于冷高压前部的均压场中。地面至850 hPa受偏南气流控制,且地面湿度较高,加之近

地层有稳定的逆温层结存在,大气的垂直与水平交换能力变弱从而不利于污染物的扩散,上述地区霾过程持续加重。23日夜开始,受冷空气影响,北京、天津、河北中南部、河南北部、山东西部等地的霾天气自北向南逐渐开始明显减弱消散。但24日,受上游输送影响,长三角、华中中北部区域部分时段有轻度霾。

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,2019.2019年11月中国气候影响评价[EB/OL].
https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2019. Assessment of climate impact over China in November 2019 [EB/OL].
https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php.
- 梅双丽,牛若芸,2017.2016年11月大气环流和天气分析[J].气象,43(2):249-256. Mei S L, Niu R Y, 2017. Analysis of the November 2016 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 43(2):249-256(in Chinese).
- 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. You Y, Ma X K, Li S T, 2018. Analysis of the November 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 44(2):334-340(in Chinese).
- 周军,徐冉,张天航,等,2019.2018年11月大气环流和天气分析[J].气象,45(2):305-311. Zhou J, Xu R, Zhang T H, et al, 2019. Analysis of the November 2018 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 45(2):305-311(in Chinese).

新书架

《中国精细化农业气候资源图集》

毛留喜 等著

分为五部分:第一部分为全国不同农作物主要种植区分布图及其评述。第二部分为旬、月、季、年(1981—2010年)平均气温,平均最高气温,平均最低气温,极端最高气温,极端最低气温,日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的最多日数。第三部分为旬、月、季、年(1981—2010年)降水量,降水日数分布图及其评述。第四部分为旬、月、季、年(1981—2010年)日照时数,日照百分率分布图及其评述。第五部分为(1981—2010年)稳定通过 0°C 、 5°C 、 10°C 、 12°C 、 15°C 等界限温度的积温、降水量、日照时数分布图及其评述。该书可供从事农业、气象以及气候资源等领域的科研、生产、经营、管理、教育工作者参考使用。

8开 定价:1000.00元

《长江三角洲气候变化影响评估报告》

姜彤等 主编

该书由中国气象局国家气候中心组织几十位在长江三角洲地区多年从事气候变化影响评估研究的专家,经过大量数据搜集与整理、文献归纳与总结,依据现有成果编纂而成。长江三角洲地区是我国经济最发达地区之一,研究气候变化对其的影响,对地区积极适应和减缓气候变化,保障区域社会可持续发展具有重要的科学意义。

全书共分八章,在分析长江三角洲气候变化事实和特点的基础上,分析气候变化对区域内水资源、农业、自然生态系统、社会经济、人体健康、城市发展等方面的影响,并提出了长江三角洲应对气候变化减缓对策。该书是我国关于流域气候变化研究系列评估报告丛书中的一本。

16开 定价:58.00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