

赵彦哲, 桂海林, 李思腾, 等, 2019. 2019 年 1 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 45(4): 587-592. Zhao Y Z, Gui H L, Li S T, et al, 2019. Analysis of the January 2019 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 45(4): 587-592(in Chinese).

2019 年 1 月大气环流和天气分析*

赵彦哲¹ 桂海林¹ 李思腾² 尤媛¹

¹ 国家气象中心, 北京 100081

² 北京城市气象研究院, 北京 100089

提 要: 2019 年 1 月大气环流主要特征为: 北半球极涡呈偶极型分布, 环流呈三波型, 南支槽平均位置大致位于 90°E 附近, 同时, 西太平洋副热带高压较常年同期位置偏西, 强度偏强。本月, 全国平均降水量为 14.0 mm, 较常年同期(13.5 mm) 偏多 4%, 月内出现三次较强降水过程, 江南和西南部分地区降水明显, 全国共有 35 站日降水量达到极端事件标准。全国平均气温为 -4.1℃, 较常年同期(-5.0℃) 偏高 0.9℃, 共出现 4 次冷空气过程。本月共发生 2 次大范围雾-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, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2019.04.013

Analysis of the January 2019 Atmospheric Circulation and Weather

ZHAO Yanzhe¹ GUI Hailin¹ LI Siteng² YOU Yuan¹

¹ National Meteorological Centre, Beijing 100081

² Institute of Urban Meteorology, CMA, Beijing 100089

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in January 2019 are as follows. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The circulation presented a three wave pattern in middle-high latitudes. The average south branch trough was located around 90°E. The north-western Pacific subtropical high was stronger than normal, located more westward. Meanwhile, monthly mean precipitation over China was 14.0 mm, 4% higher than normal. And three major rainfall processes occurred in this month, and parts of the south of Yangtze River, and Southwest China saw rains obviously. Daily extreme precipitation events occurred at 35 stations. Monthly mean temperature was -4.1℃, 0.9℃ higher than normal, and there were four cold air processes in this month. Meanwhile, there were two large-scale fog-haze weather processes as well.

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

1 天气概况

1.1 降水

2019 年 1 月, 全国平均降水量为 14.0 mm, 较常年同期(13.5 mm) 偏多 4% (国家气候中心,

2019)。从空间分布看, 华北、东北、西北大部、四川盆地大部、西南地区北部和西藏大部等地不足 10 mm; 其余大部地区降水量在 10 mm 以上, 其中西南地区南部、江淮、江南、华南北部等地有 50~100 mm, 江南东部和西南南部部分地区在 100 mm 以上(图 1)。

与常年同期相比, 西北地区北部、华北、东北、华

* 2019 年 3 月 1 日收稿; 2019 年 3 月 5 日收修定稿

第一作者: 赵彦哲, 主要从事系统开发和业务管理工作。Email: 854756925@qq.com

南东部和南部、西西北部和西藏南部等地降水偏少 2 成至 1 倍;其余大部地区降水偏多 2 成以上,其中西南南部、西藏中部和北部、新疆南部和东南部、青海大部、甘肃中西部等地偏多 1 倍以上。1 月,全国共有 35 站日降水量达到极端事件标准,主要分布在云南、西藏、贵州、广西等地(图 2)。

1.2 气温

2019 年 1 月,全国平均气温为 -4.1°C ,较常年同期(-5.0°C)偏高 0.9°C 。从空间分布上看,东北地区、华北北部和东部、江南东部、华南东南部、西南地区南部、青海南部和新疆北部等地气温偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,黑龙江部分地区偏高 6°C 以上;甘肃西部以及西藏中部和南部等地气温偏低 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ (图 3)。此外,全国共有 8 站日最低气温达到极端事件标准,主要分布在西藏、陕西、河南等地,其中西藏聂拉木(-21.7°C)日最低气温突破历史极值。全国共有 26 站日降温幅度达到极端事件标准,西藏聂拉木(12.6°C)、四川金川(10.9°C)、四川小金(9.1°C)、云

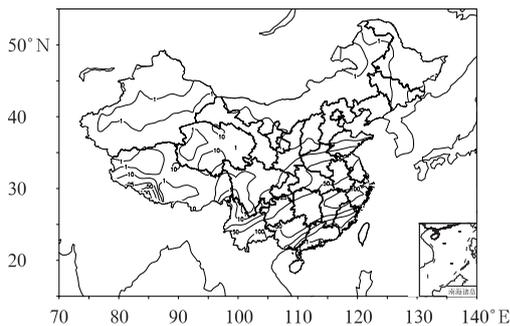


图 1 2019 年 1 月全国降水量分布(单位: mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation in China in January 2019 (unit: mm)

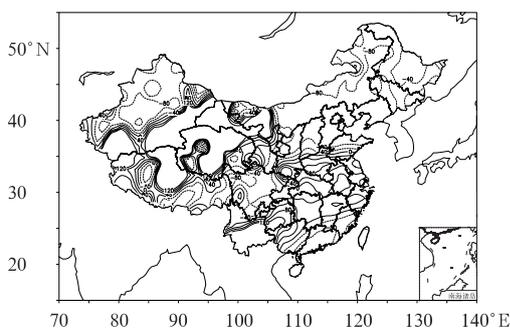


图 2 2019 年 1 月全国降水距平百分比分布(单位: %)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in January 2019 (unit: %)

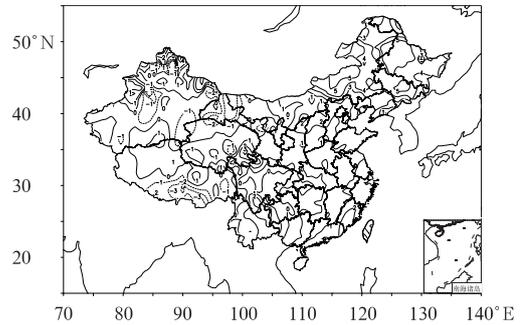


图 3 2019 年 1 月全国气温距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)
Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in January 2019 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

南凤庆(8.1°C)日降温幅度突破历史极值。

2 环流特征和演变

图 4 为 2019 年 1 月北半球 500 hPa 平均位势高度场和距平分布,与常年同期相比(江琪等,2017;张楠和马学款,2018;刘超等,2019),有以下特点。

2.1 极涡呈偶极型分布

2019 年 1 月北半球极涡呈偶极型分布(图 4a),主极涡中心分别位于加拿大巴芬岛附近与中西伯利亚北部,加拿大巴芬岛附近极涡中心位势高度约为 500 dagpm,比常年同期偏低 2 dagpm;亚洲北部极涡中心位势高度约为 504 dagpm,比常年同期偏低约 6 dagpm,这也是造成两地较常年偏冷原因之一。

2.2 北半球环流呈三波型,东亚大槽偏弱

从月平均的 500 hPa 高度场和距平(图 4)可知,1 月北半球环流呈三波型分布,长波槽分别位于欧洲中部、太平洋西部以及美洲东部,其中,欧洲中部低槽强度较强,并且低槽附近为较强的负距平,负距平中心达到 -10 dagpm 以下(图 4b)。另外,欧亚地区位势高度呈“西高东低”分布型,中高纬地区环流经向度小,不利于极地冷空气南下影响我国,而东亚大槽偏弱,导致月内气温较常年同期偏高。

2.3 西太平洋副热带高压偏西偏强

2019 年 1 月,南支槽位置大致位于 90°E 附近,且南支槽控制区域为正距平,显示南支槽较常年同期强度略偏弱,西太平洋副热带高压较常年同期强度偏强,西伸脊点位于 90°E 附近,较常年同期 150°E

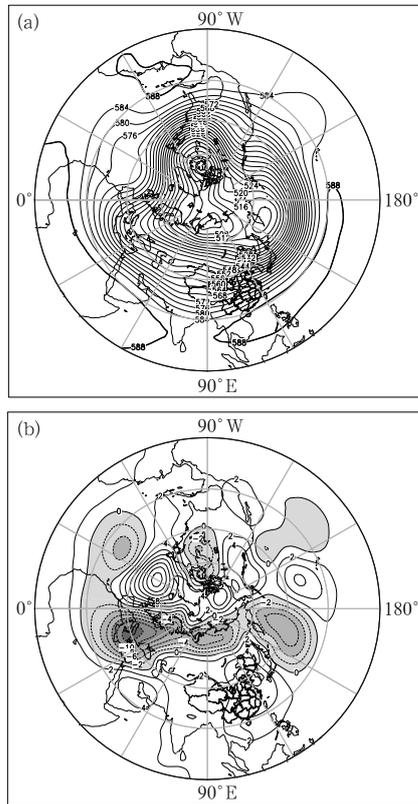


图 4 2019 年 1 月北半球 500 hPa 平均位势高度场(a)和距平(b)(单位: dagpm)
Fig. 4 500 hPa average geopotential height (a) and anomaly (b) in Northern Hemisphere in January 2019 (unit: dagpm)

明显偏西,北界位于 20°N 附近,该环流形势有利于孟加拉湾的水汽向我国输送,导致 1 月我国大部地区降水量较常年同期偏多。

2.4 环流演变与我国天气

2019 年 1 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流平均高度场如图 5 所示。总体来说,中高纬环流经向度较小,冷空气势力较弱,大气扩散条件整体偏差,雾-霾日数偏多。具体如下:

1 月上旬(图 5a),欧亚中高纬为两槽一脊的环流形势,与常年同期相比,环流经向度较小。贝加尔湖附近为弱高压脊控制,中高纬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,导致上旬无明显冷空气过程。在这种环流背景下,冷空气势力弱,导致 1 月 2—8 日发生了一次静稳天气过程,华北中南部、黄淮中西部等地出现了大范围雾-霾天气,另外,南支槽活跃,西北太平洋副热带高压

位置偏西、强度偏强,有利于孟加拉湾的水汽向我国南方地区输送,导致南方大部地区降水偏多,在 1 月 4—5 和 8—11 日共出现 2 次主要降水过程。

1 月中旬(图 5b),欧亚大陆中高纬依然维持两槽一脊的环流形势,旬前期我国中东部大部分地区以纬向环流为主,近地层风速较小,有利于静稳天气的形成,1 月 11—15 日出现了一次大范围雾-霾天气过程;旬后期弱高压脊逐渐移至巴尔喀什湖附近,并发展加强,环流经向度有所加大,脊前偏北气流引导冷空气南下,给我国北方地区带来大风降温,1 月 15—17 日在东北、西藏东南部、四川北部最大降温幅度达到 10℃ 以上;另外,相较于上旬,中旬南支槽强度较弱,副热带高压较上旬减弱,我国南方水汽条件较差,降水强度减弱。

1 月下旬,环流经向度进一步加大,东亚低槽位于我国东部沿海地区,受槽后西北气流影响,冷空气活动频繁,导致下旬出现了 2 次明显冷空气过程,其中 20—22 日冷空气过程影响范围较大,最大降温幅度达 10℃ 以上,受影响区域主要包括新疆东南部、

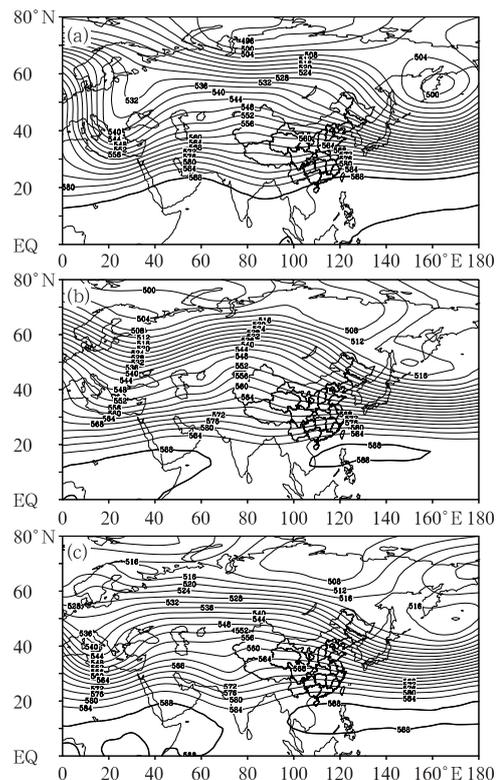


图 5 2019 年 1 月欧亚 500 hPa 上旬(a)、中旬(b)和下旬(c)平均位势高度(单位: dagpm)
Fig. 5 Eurasia 500 hPa geopotential height averaged over the first (a), second (b) and last (c) dekads in January 2019 (unit: dagpm)

甘肃、青海东南部等地。另外,旬后期低纬地区,南支槽减弱但活动频繁,西北太平洋副热带高压西伸脊点较常年同期偏西偏强,有利于低纬暖湿气流向我国的输送,在西南暖湿气流与东路冷空气的共同作用下,28—31日,黄淮、江淮等地出现了强雨雪天气。

3 主要降水过程

3.1 概况

2019年1月,全国主要有3次降水过程(表1),共有35站日降水量达到极端事件标准,主要分布在

云南、西藏、贵州、广西等地(国家气候中心,2019)。

3.2 1月8—11日降水过程分析

1月8—11日,我国江南南部和西南南部等地出现大范围雨雪天气。其中,8日,云南中南部、广西西北部、贵州南部等地的部分地区出现大雨或暴雨,云南红河和文山等地局地大暴雨(100~166 mm,最大小时降雨量为25~46 mm·h⁻¹),云南东南部和贵州南部共有47个国家站日雨量突破有气象记录以来1月极值。9—11日,浙江中西部、江西中北部、福建西北部、湖南东南部、广西西部和东北部等地出现中雨或大雨,浙江衢州和江西上饶

表 1 2019年1月主要降水过程

Table 1 Main precipitation events in January 2019

降水时段	主要影响系统	降水范围和强度
4—5日	切变线、高空槽	山东南部、江苏北部出现降雪、雨或雨夹雪2~7 mm;浙江中南部、江西中部和北部、湖南中南部、福建西北部、广西东北部等地的部分地区出现中雨到大雨,浙江金华局地大雨
8—11日	南支槽、切变线	云南中南部、广西西北部、贵州南部等地的部分地区出现大雨或暴雨,云南红河和文山等地局地大暴雨(降雨量为100~166 mm,最大小时降雨量达25~46 mm·h ⁻¹),浙江中西部、江西中北部、福建西北部、湖南东南部、广西西部和东北部等地出现中雨或大雨,浙江衢州和江西上饶等局地暴雨(50~75 mm)
28—31日	切变线、低空急流	山东南部、河南中南部、江苏中北部、安徽中北部、湖北北部和东部、湖南东北部及陕西东南部等地出现降雨、雪或雨夹雪(10~20 mm);江苏东北部、湖北东部部分地区降水量为25~40 mm;新疆沿天山一带出现小到中雪,新疆伊犁河谷、沙湾局地大雪(8 mm);内蒙古东北部、甘肃东南部、青海东南部等地出现小雪,陕西东南部、湖北北部降雪或雨夹雪1~7 mm;云南西北部出现中到大雨

局地出现暴雨(50~75 mm)。

本次过程是由南支槽系统东移配合低层切变线所造成,8—9日,南支系统活跃,南支槽逐渐东移至105°E附近,副热带高压边缘西侧850 hPa偏南气流输送暖湿气流,槽前强迫作用导致低空西南急流发展,有利于孟加拉湾至我国南方地区水汽通道的建立,偏南暖湿气流与北方冷空气在江南南部和西南南部形成切变线,导致云南南部、贵州南部等地出现大到暴雨。

1月9日20时低空急流明显加强,广西至湖北南部一带低空急流风速在18 m·s⁻¹以上(图6),同时台风帕布移入孟加拉湾后,其外围环流为降雨提供了充沛的水汽,江南南部至华南北部大部分地区850 hPa比湿在8~12 g·kg⁻¹(图7)。10日08时,沿海附近具有较高的不稳定能量,且江南地区切变线南侧维持明显暖湿气流,辐合强迫抬升作用持续加强,降水区域主要发生在低空急流轴附近。以上共同作用导致南方地区出现持续性强降水天气。

12日,随着南支槽逐渐东移减弱,雨带南压减弱,此次降水过程结束。

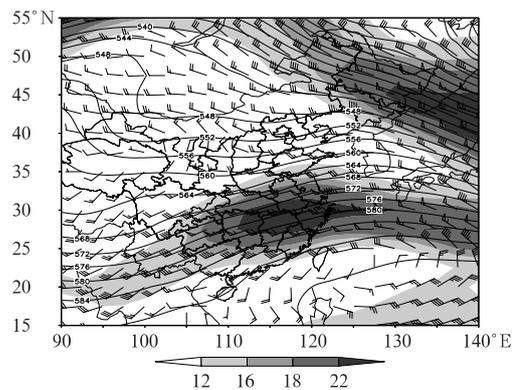


图 6 2019年1月9日20时500 hPa位势高度场(实线,单位:dagpm)和700 hPa风场(风向杆,阴影:风速 $\geq 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 6 Geopotential height (solid line, unit: dagpm) at 500 hPa and wind field (wind shaft, shaded area: wind speed $\geq 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) at 700 hPa at 20:00 BT 9 January 2019

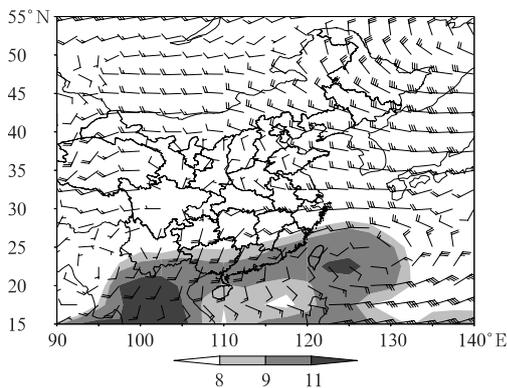


图 7 2019 年 1 月 10 日 08 时 850 hPa 风场
和比湿(阴影:比湿 $\geq 8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Fig. 7 Wind field and specific humidity
(shaded area, $\geq 8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) at 850 hPa
at 08:00 BT 10 January 2019

4 冷空气过程

2019 年 1 月共有 4 次冷空气过程影响我国,高于常年同期(3.4 次)。4 次过程分别发生在 15—17、20—22、26—27 和 1 月 31 日至 2 月 1 日(国家气候中心,2019)。其中 15—17 日最大降温幅度 10°C 以上地区主要在东北、西藏东南部、四川北部;20—22 日最大降温幅度 10°C 以上地区主要在新疆东南部、甘肃、青海东南部;1 月 31 日至 2 月 1 日最大降温幅度 10°C 以上地区主要在东北北部、陕西中南部、山西中南部和四川西部。受冷空气影响,月内新疆西北部、青海、西藏西南部、云南南部、湖北南部、安徽南部、江苏南部、浙江北部、湖南中部等地累计降雪量达到 10~25 mm,局部地区超过 50 mm,其中西藏聂拉木站达 126.1 mm,湖南绥宁站达 51.7 mm。

5 雾-霾过程

5.1 概况

2019 年 1 月,华北、黄淮、东北等地共发生 2 次霾天气过程,分别为 1 月 2—8 和 11—15 日,2—8 日霾主要影响京津冀、河南、山东中西部、陕西关中、山西、安徽北部、湖北、湖南北部等地,其中 7 日山西临汾 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度峰值超过 $500 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。11—15 日受霾影响区域主要位于京津冀、河南、山东中西部、陕西关中、山西、辽宁、吉林中西部、黑龙江西

南部、江苏等地,其中 12 日河北保定 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度峰值超过 $500 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

5.2 1 月 11—15 日雾-霾天气过程分析

1 月 11—15 日,我国中东部地区大气扩散条件持续不利,京津冀及周边地区、汾渭平原、四川盆地等地出现大范围雾-霾天气,其中京津冀地区中南部、山西、陕西关中、河南大部、山东大部、辽宁、吉林中部、黑龙江西南部的部分地区均出现重度霾天气。过程期间,北京 $\text{PM}_{2.5}$ 日均质量浓度最高达 $200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (持续 3 d),单站小时质量浓度峰值达到 $331 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (万寿西宫),河北中南部局地单站小时质量浓度峰值超过 $500 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。此外,夜间至上午时段,华北中南部、黄淮、江淮等地的部分地区由于湿度高至饱和,多伴有浓雾或浓雾天气。

从此次持续雾-霾过程的大尺度环流背景场看(图 8),11—15 日,我国中东部处于西风带纬向环流控制区中,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,我国中东部大部分地区位于冷高压前部的均压场控制,等压线稀疏,气压梯度小,大气扩散能力较差。同时,850 hPa 有暖脊发展,华北、黄淮等地处于“暖干盖”控制,有利于水汽和污染物的积累,大气扩散能力差,在这种静稳形势下,有利于雾-霾天气的发生和维持。其中 11—12 日,华北中南部、黄淮等地的霾天气逐渐发展,随着地面辐合线在华北中南部一带建立并稳定维持,使

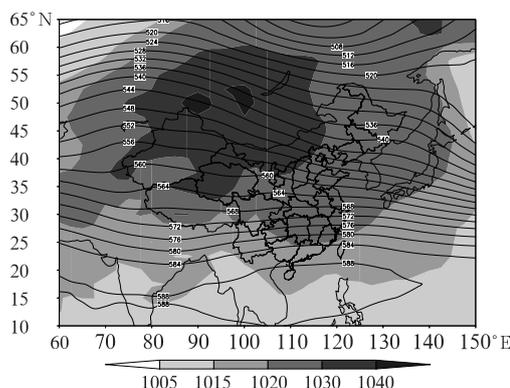


图 8 2019 年 1 月 11—15 日平均 500 hPa
位势高度场(等值线,单位:dagpm)和
海平面气压(阴影,单位:hPa)
Fig. 8 Average geopotential height at 500 hPa
(contour, unit: dagpm) and sea level pressure
(shaded area, unit: hPa) from 11 to
15 January 2019

污染物和水汽在这一区域不断积累,在华北中南部、黄淮中西部、汾渭平原、江汉等地有轻至中度霾,其中河北西部沿山、山西中南部、河南北部、陕西关中等地的部分地区有重度霾。13日凌晨至上午,受弱冷空气影响,华北中部部分地区的霾天气有所减弱,但华北南部、黄淮、汾渭平原等地的霾继续维持,14日白天,地面辐合线在河北中南部至河南北部一带摆动,大气扩散条件再次转差,且受污染物回流影响,华北中南部、黄淮、江淮、江汉等地有轻至中度霾,部分地区重度霾。

12—14日,地面空气湿度大,大气颗粒物吸湿增长,另外,由于高空无云或少云,地面长波辐射冷却作用明显,导致华北中南部、黄淮、江淮、江汉等地均出现大雾,局地出现能见度不足50m的特强浓雾。

14日夜间,受冷空气和大风影响,地面偏北风逐渐加大,大气扩散能力转好,PM_{2.5}质量浓度迅速下降,能见度逐渐好转,此次雾-霾天气过程结束。

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1月中国气候影响评价[EB/OL]. [2019-02-28] https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Center,2019. Assessment of climate impact over China in January 2019[EB/OL]. [2019-02-28] https://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).
- 江琪,马学款,王飞,2017.2016年1月大气环流和天气分析[J].气象,42(4):514-520. Jiang Q, Ma X K, Wang F, 2017. Analysis of the January 2016 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 42(4):514-520(in Chinese).
- 刘超,江琪,桂海林,2019.2018年1月大气环流和天气分析[J].气象,44(4):590-596. Liu C, Jiang Q, Gui H L, 2019. Analysis of the January 2018 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 44(4):590-596(in Chinese).
- 张楠,马学款,2018.2017年1月大气环流和天气分析[J].气象,43(4):508-512. Zhang N, Ma X K, 2018. Analysis of the January 2017 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 43(4):508-512(in Chinese).



《中国气候》

郑国光 主编

该书使用截至2016年的最新气候系统资料、采用最新技术分析、吸取最新气候科学研究成果,对变化了的中国气候进行再分析、再认识,是一部精准刻画当代中国气候、全面反映中国气候家底的权威著作。该书不仅梳理刻画中国总体、区域、流域的气候特征,系统归纳影响中国气候的主要因子,还科学分析典型气候生态资源及其合理开发和利用,深入浅出阐释气候变化带来的气候风险和气候安全,以全球气候服务框架的视野,细致介绍与经济社会发展和民生息息相关的中国气候服务。该书可供气象、海洋等相关专业的科研人员和师生使用,也为农业、交通、水利、环境、能源、城市规划等气候密切相关行业的决策者、科研人员和各类用户提供重要的参考资料。

16开 定价:140.00元

《“一带一路”主要区域未来气候变化预估研究》

张井勇 等著

该书对“一带一路”主要区域未来气候变化预估进行了系统研究。简要回顾了相关的研究进展以及气候变化应对与可持续发展的关系;对分辨率为0.25°的18个CMIP5全

球模式统计降尺度结果对“一带一路”主要区域历史气候的模拟能力进行了评估;采用多模式集合平均和线性趋势外推法预估了“一带一路”主要区域未来温度变化;采用多模式集合平均方法预估了“一带一路”主要区域未来降水变化;以蒙古国、哈萨克斯坦和泰国为例,开展了“一带一路”气候变化国别研究;提供了总结和展望。该书的研究有望为推进“一带一路”共建共享共赢过程中科学防范和应对气候变化风险、促进生态文明建设与绿色可持续发展提供参考依据,可为“一带一路”相关学者、政府决策部门、企事业单位、民间团体以及对气候变化感兴趣的研究人员提供参考。

16开 定价:60.00元

《华北夏季降水变化及预测技术研究》

郝立生 等著

该书从华北降水时空变化特征、华北暴雨气候特征、华北夏季降水与北半球环流的关系、华北夏季降水与东亚夏季风的关系、华北夏季降水与热带海温的关系、华北雨季监测及对应环流变化特征和与华北夏季降水转型环流特征等方面论述了华北夏季降水变化特征及其预测技术,可供从事天气预报的人员学习与参考。

16开 定价:98.00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