

张夏琨,牛若芸,卢晶,2017. 2016 年 10 月大气环流和天气分析[J]. 气象,43(1):122-128.

2016 年 10 月大气环流和天气分析^{*}

张夏琨¹ 牛若芸¹ 卢 晶²

¹ 国家气象中心,北京 100081

² 山西省气象信息中心,太原 030006

提 要: 2016 年 10 月北半球极地地区极涡呈偶极性分布,极涡强度较常年同期偏强。中高纬环流为 4 波型,西太平洋副热带高压位置明显偏西、偏北,强度偏强。10 月全国平均降水量 55.4 mm,较常年同期(35.8 mm)偏多 55%,为 1951 年来同期最多;全国平均气温 10.9℃,较常年同期(10.3℃)偏高 0.6℃。月内我国主要出现了 6 次区域性暴雨天气过程,其中 2 次是台风莎莉嘉和海马导致,2 次是受低涡、切变线影响。冷空气活动频繁,出现 5 次过程,较常年偏多。京津冀地区出现 4 次雾-霾天气过程。今年第 21 号台风莎莉嘉于 10 月 18 日在海南省万宁市以强台风级别登陆,今年第 22 号台风海马于 10 月 21 日在广东省汕尾市登陆,均造成重大影响。

关键词: 大气环流,暴雨,台风,雾-霾,冷空气

中图分类号: P448

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.01.014

Analysis of the October 2016 Atmospheric Circulation and Weather

ZHANG Xiakun¹ NIU Ruoyun¹ LU Jing²

¹ National Meteorological Centre, Beijing 100081

² Shanxi Meteorological Information Centre, Taiyuan 030006

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in October 2016 are as follows. Over the Northern Hemisphere, the polar vortex conformed to the dipolar nature distribution, which is more intensive than the usual. In the mid-high latitudes, the circulation presented a four-wave pattern. The West Pacific subtropical high system was stronger than the usual, with its ridge extending to west and north obviously. The monthly mean precipitation over China is 55.4 mm, 55% higher than the climatological mean (35.8 mm), and is the highest for the same period since 1951. The national average temperature is 10.9℃, 0.6℃ higher than its climatological mean 10.3℃. Six severe rainfall processes occurred during this month, two of which were led by Typhoons Sarika and Haima, respectively, while the others were caused by vortex shears. There were five cold air processes, more than the usual, and four fog and haze events in the region of Beijing-Tianjin-Hebei. Typhoon Sarika, the No. 21 this year, landed the city of Wanning, Hainan Province, on 18 October and Typhoon Haima, the No. 22, landed the city of Shanwei, Guangdong Province on 21 October, both of which have severely adverse effects.

Key words: atmospheric circulation, rainstorm, typhoon, fog and haze, cold air

* 2016 年 12 月 6 日收稿; 2016 年 12 月 13 日收修定稿

第一作者:张夏琨,主要从事天气预报研究. Email: zhangxk@cma.gov.cn

1 天气概况

1.1 降水

国家气候中心全国气候影响评价报告(国家气候中心,2016)显示,2016 年 10 月全国平均降水量 55.4 mm,较常年同期(35.8 mm)偏多 55%,为 1951 年以来历史同期最多。由全国降水量分布(图 1)可见,10 月我国有两条主雨带,其一位于黄淮南部、汉水流域、江淮、江南北部及四川盆地东部及贵州北部,另一条位于华南、东南沿海以及云南;累计降水量一般有 100~200 mm,其中江苏南部、安徽中部和东南部、海南、福建东南沿海和广东东部沿海等地的部分地区有 250~400 mm,海南东部局地超过 500 mm。此外,西北地区东部、华北大部、黄淮北部降水量有 50~100 mm。

与常年同期相比(图 2),东北中部、内蒙古大

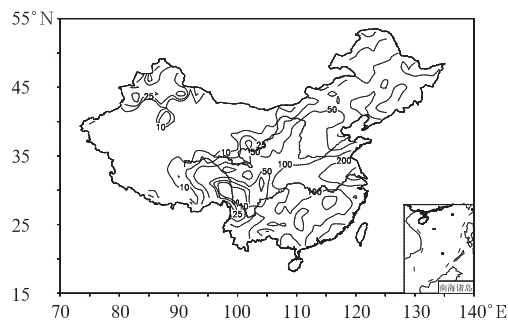


图 1 2016 年 10 月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation over China in October 2016 (unit: mm)

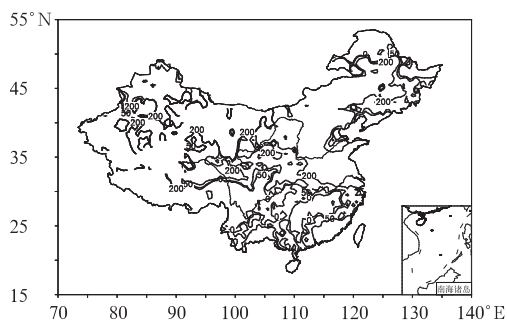


图 2 2016 年 10 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

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

部、华北、黄淮、江汉、江淮、江南东北部、华南、西北地区东部、新疆北部等地降水量比常年同期偏多 5 成至 2 倍,其中华北北部、黄淮南部、江淮、华南东部等地偏多 2 倍以上。

安徽、山东、河南、江苏、湖北等地 183 站的连续降水日数达到极端事件标准,其中安徽怀远(12 d)、河南获嘉(10 d)等 14 站的连续降水日数突破历史极值(国家气候中心,2016)。

1.2 气温

2016 年 10 月,全国平均气温 10.9℃,较常年同期(10.3℃)偏高 0.6℃。与常年同期相比(图 3),西北地区中部和东部、江南、华南、西南地区及西藏等地偏高 1~2℃,浙江、福建等地偏高 3~4℃;新疆北部、黑龙江、吉林西部、内蒙古东北部偏低 1~4℃。

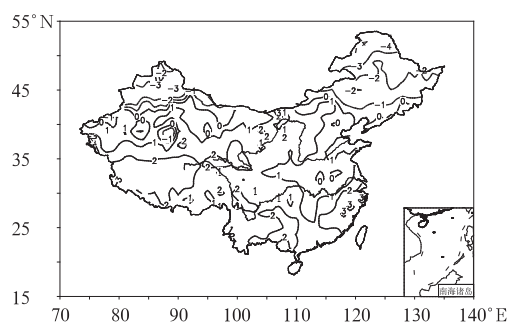


图 3 2016 年 10 月全国平均气温距平(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly in October 2016 (unit: °C)

2 环流特征和演变

2016 年 10 月 500 hPa 平均位势高度和距平图显示(图 4),10 月北半球环流形势有以下几个特点。

2.1 极涡呈偶极性分布,强度偏强

2016 年 10 月,北半球极涡呈偶极性分布,极涡中心分别位于格陵兰岛和鄂霍次克海附近(图 4),中心强度依次为 520 和 528 dagpm,对应距平值为 -16 与 -20 dagpm,较常年同期偏强。

北半球 500 hPa 中高纬环流呈 4 波型分布,长波槽分别位于西太平洋、北美大陆西岸、大西洋中部和乌拉尔山。亚洲中高纬总体受鄂霍次克海附近的极涡及其西侧横槽控制,且强度偏强。受其影响,新

疆北部、黑龙江、吉林西部和内蒙古东北部气温较常年同期偏低。

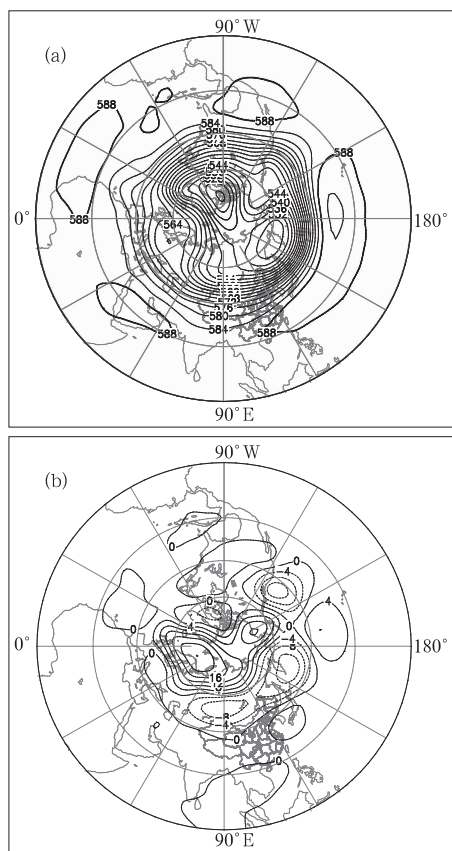


图 4 2016 年 10 月北半球 500 hPa 平均高度场(a)和平均距平高度场(b)

(单位: dagpm, 等值线间隔为 4 dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height (a) and monthly geopotential height anomaly (b) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in October 2016 (unit: dagpm, with a contour interval of 4 dagpm)

2.2 副热带高压偏西偏北

2016 年 10 月, 西太平洋副热带高压(以下简称副高)呈东西带状分布, 西脊点位于 110°E 附近, 较常年同期(128°E)(杨正龙和高栓柱, 2016; 于超和张芳华, 2015)偏西 17 个经度, 强度偏强, 沿副高西侧北上的暖湿气流与频繁南下的冷空气在江淮流域交汇, 形成黄淮南部至江南北部的雨带; 副高西段脊线位于 23°N 左右, 较常年同期相比偏北 2 个纬度左右; 副高位置偏北, 则是台风登陆及华南主雨带形成的有利条件。

2.3 环流演变与我国天气

由 10 月上旬 500 hPa 平均位势高度图(图 5a)

可见, 西西伯利亚附近为阻塞高压控制, 鄂霍次克海附近则为极涡控制, 并且其西侧横槽一直伸至贝加尔湖附近, 亚欧中高纬环流经向度较常年同期偏强, 有利于冷空气影响我国。4—6 日和 8—10 日, 受从平均槽区转竖低槽影响, 我国出现了两次强冷空气过程。副高虽偏强, 但主体位于西北太平洋面, 西脊点平均位于 120°E 附近, 不利于引导台风西进登陆。为此, 本旬虽有两个在近海活动的台风, 均未能登陆我国。此外, 旬初, 华北东部环流平直, 出现持续性雾-霾天气; 受黄淮地区西部至江汉平原上空高空槽影响, 安徽、江苏出现暴雨, 局地大暴雨天气。

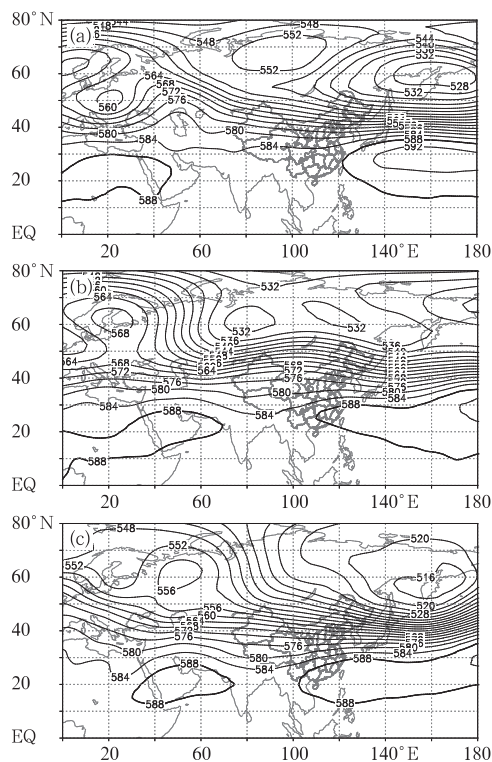


图 5 2016 年 10 月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c) 500 hPa 平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 Eurasia geopotential heights at 500 hPa averaged in the 1st (a), 2nd (b) and last (c) dekads of October 2016 (unit: dagpm)

10 月中旬(图 5b)亚欧中高纬转为两脊一槽型, 乌拉尔山以西和鄂霍次克海附近有阻高活动。我国北方上空环流相对平直, 13—15 日和 18—19 日, 华北地区先后出现两次较强的持续性雾-霾天气。副高仍成东西带状分布, 但较上月明显西伸加强, 西脊点平均位于 105°E , 最西达 100°E 附近, 有利于引导台风西行。13—14 日, 受副高南侧热带低压倒槽影响, 海南岛中东部出现暴雨或大暴雨; 18—20 日, 受

第 21 号登陆台风莎莉嘉影响,海南、广东、广西等地出现暴雨或大暴雨。

10 月下旬初(图 5c),副高短暂东退至 120°E 附近,受其影响,今年第 22 号台风海马在进入南海北部洋面后逐渐向北转向,并在广东沿海登陆,广东中东部、福建南部等地出现暴雨或大暴雨。随后副高再次明显西进,旬中期一度西伸至 90°E 附近。但相比 10 月中上旬,副高位置明显南落,西段脊线已位于 20°N 附近。为此,旬中后期强降雨主要出现在位于副高西侧和北侧的云南高原、江淮等地。

3 主要降水过程

3.1 概要

2016 年 10 月,我国主要出现了 6 次区域性暴雨天气过程。表 1 给出了降水过程的起始时间、主要影响系统和主要落区。其中,2 次是由台风莎莉嘉和海马导致,2 次受低涡、切变线影响。

表 1 2016 年 10 月主要降水过程

Table 1 Main precipitation events in October 2016

降水时段	主要影响系统	影响区域和降水强度
1—2 日	高空槽、低涡、切变线	安徽、江苏出现暴雨,局地大暴雨
12—15 日	热带低压倒槽	海南岛中东部出现暴雨,局地大暴雨
17—20 日	台风莎莉嘉	海南岛、广东沿海、广西沿海及中西部、贵州东部出现暴雨到大暴雨,海南岛局部特大暴雨
21—23 日	台风海马	广东东部、福建西部和南部、江西南部、浙江北部、江苏东南部、安徽东南部及上海等地出现暴雨或大暴雨,其中广东梅州局地特大暴雨(265 mm)
26—28 日	低涡、切变线	江淮、江南东北部出现暴雨或大暴雨
29—30 日	东风急流内部扰动	海南岛出现暴雨、局地大暴雨

3.2 10 月 26—28 日降水过程

10 月 26 日白天到夜间,江苏中南部和上海的部分地区及安徽东部等局地出现暴雨,江苏南部局地大暴雨,27 日白天到夜间,江淮地区出现大到暴雨,江苏南京、扬州和镇江局地大暴雨。

此次降水过程前期主要受副高西北侧暖湿气流配合低空切变线影响,后期副高北抬,暖湿气流与南下冷空气相遇,配合低空低涡系统,使得降水带得以维持、北抬。在整个降水过程中,200 hPa 高空始终存在有一支高空急流,急流轴位于 42°N 左右,我国江淮和江南东北部地区均处于急流入口的右侧,存在较强的正涡度平流区。在 500 hPa 高度上,有南支槽形成并东移,副高脊点西伸至 100°E,并有孟加拉湾低涡配合(图 6)。同时,在 850 hPa 高度上,自我国西南地区东部至江淮、江南北部存在一支最大风速超过 $18\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的较强低空急流,可起着输送低空大气的热量、水汽和动量的作用;受其影响,西南地区东部、华南西部至江南北部、江淮一直保持着一条水汽通量在 $15\text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的水汽输送带,相对湿度一直维持在 95% 以上。综合动力和水汽条件,均十分有利于强降水天气的出现。

10 月 27 日夜间(图 7),受南下冷空气的影响,江淮西部在 850 hPa 高度上出现一个较强的低涡

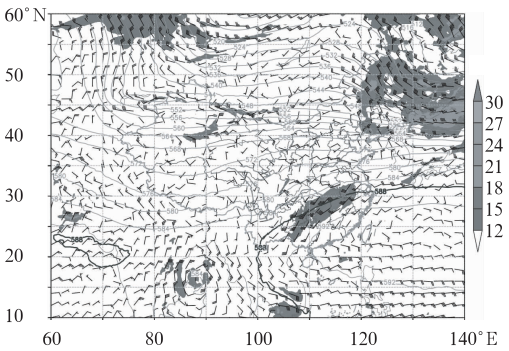


图 6 2016 年 10 月 26 日 08 时 500 hPa 高度场(阴影,单位:dagpm)和 850 hPa 风场
Fig. 6 Distribution of geopotential heights at 500 hPa (shaded area, unit: dagpm) and wind field at 850 hPa at 08:00 BT 26 October 2016

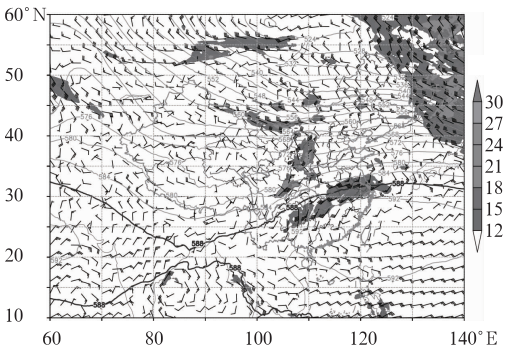


图 7 同图 6,但为 10 月 27 日 20 时
Fig. 7 Same as Fig. 6, but at 20:00 BT 27 October

中心,且随着副高 588 线北抬至 33°N 左右,江淮地区有充足的水汽输送,使安徽、江苏中部地区产生了较强降水。随后 850 hPa 低涡东移入海,副高南退,至 28 日夜间,江南北部至江淮地区转受 850 hPa 槽后西北气流控制,水汽输送条件变差,降水过程结束。

4 冷空气活动

4.1 概况

10 月,冷空气活动频繁,出现 5 次过程,较常年偏多。其中,4—6 日和 8—10 日为两次强冷空气过程,16—17 日为一次寒潮过程,23—24 日和 27—30 日为一次一般冷空气过程。10 月 31 日又再次出现强冷空气过程(栾菲,2016)。

4.2 10 月 16—17 日寒潮

10 月 16—17 日,一股较强冷空气侵袭我国北方部分地区,受冷空气影响,西北地区东部、内蒙古中东部、华北、东北地区中西部等地出现 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 降温,其中内蒙古东部、东北地区中北部等地的部分地区降温可达 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$,内蒙古东部局地降温超过 15°C ;内蒙古、华北北部和东北地区等地还出现 $5\sim 7$ 级风。受其影响,内蒙古东北部、黑龙江西北部等地的部分地区出现雨雪天气,局地降水量有 $10\sim 13\text{ mm}$ 。根据中央气象台冷空气划分标准,此次冷空气过程达到了寒潮强度。

此次寒潮过程,主要由西西伯利亚的冷空气东移造成。15 日 08 时在 500 hPa 高度场上巴尔喀什湖以北有一冷槽沿东北—西南方向向威海北部延续,冷空气再次不断积聚。随后,此槽于 15 日晚上转为南北向并东移,同时在西西伯利亚地区形成切断低压。随后在东移过程中,切断低压填塞,高空槽断为两截,北支部分逐渐消失,南支部分则继续东移南下。与其配合的地面冷锋,于 16 日 08 时开始影响内蒙古东部地区(图 8a)。16 日夜间,此低槽移至内蒙古东部上空,强度继续增强,至 17 日 08 时强度达到最强,东北地区北部 500 hPa 位势高度低于 536 dagpm(图 8b)。此时,由地面观测实况可以看到,24 h 前位于蒙古高原东部的 1025 hPa 冷高压气压中心已经移到内蒙古中东部地区,冷锋已经扫过内蒙古东部,到达东北地区东部一带,先后给上述地区带来

大幅度降温(图略)。17 日夜间,冷锋主体已经移动至朝鲜以东洋面,18 日 08 时,东北地区开始回温,此次冷空气过程对我国的影响结束。

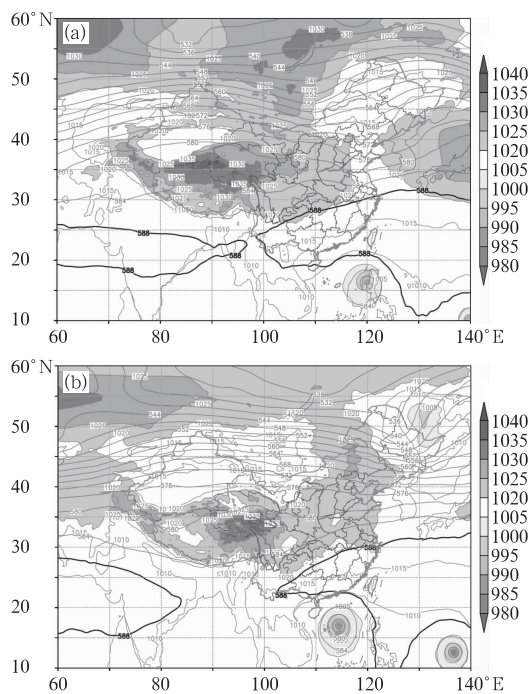


图 8 2016 年 10 月 16 日 08 时(a)和 17 日 08 时(b) 500 hPa 位势高度(单位: dagpm)和海平面气压(单位: hPa)
Fig. 8 The 500 hPa geopotential height (solid lines, unit: dagpm) and sea surface pressure (shaded area, unit: hPa) at (a) 08:00 BT 16, and (b) 08:00 BT 17 October 2016

5 台风影响

5.1 概述

10 月,第 21 号台风莎莉嘉、第 22 号台风海马先后登陆我国。10 月,在西北太平洋和南海上共有 4 个台风生成(图 9),2 个登陆我国,台风生成个数较常年同期(3.6 个)偏多 0.4 个,登陆个数较常年同期(0.53 个)偏多 1.47 个(国家气候中心,2016)。

5.2 第 21 号台风莎莉嘉

今年第 21 号台风莎莉嘉于 10 月 13 日 20 时在菲律宾以东洋面生成,16 日以台风强度移入南海海面,17 日下午加强为强台风级;18 日 09:50 在海南省万宁市和乐镇沿海以强台风级别(中心附近最大风力 14 级, $45\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)登陆;19 日 14:10 在广西防

城港东兴市沿海再次登陆(中心附近最大风力10级, $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), 17时减弱为热带低压。

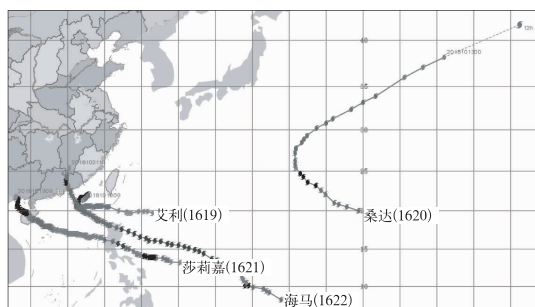


图9 2016年10月西北太平洋
台风和热带风暴路径

Fig. 9 Typhoon tracks over the northwest
Pacific Ocean in October 2016

受“莎莉嘉”影响,海南、广东、广西、贵州、湖南、湖北、江西等地出现强降雨,海南、广东大部、广西大部、贵州东南部和湖南部分地区降雨量普遍在50 mm以上,其中海南、雷州半岛、广西东南部等地达100~250 mm,部分地区超过250 mm,海南文昌、琼海、琼中、万宁、昌江等局地超过300 mm。受“莎莉嘉”影响,17日08时至19日08时,海南岛沿海陆地普遍出现11~12级阵风,最大阵风为万宁市大花角14级($46.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。18日08时至20日20时,广西钦州、防城港、北海、玉林、南宁、崇左、贵港等市部分地区出现6~8级大风,沿海地区10级,北部湾海面出现12级大风,最大阵风为斜阳岛 $36.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

“莎莉嘉”带来的强风雨造成海南、广西、广东3省(区)358.4万人受灾,53.7万人紧急转移安置;6700间房屋倒塌或损坏;农作物受灾面积 $51.5 \text{ 万} \text{ hm}^2$,其中绝收面积 $3.8 \text{ 万} \text{ hm}^2$;直接经济损失52.9亿元(国家气候中心,2016)。

5.3 今年第22号台风海马

今年第22号台风海马于10月15日在西北太平洋生成,17日加强为超强台风,20日以强台风强度移入南海海面;21日12:40在广东省汕尾市海丰县鲗门镇沿海地区登陆,登陆时中心附近最大风力14级($42 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),之后向偏北方向移动,进入江西赣州境内,22日05时中央气象台对其停止编号。

台风海马包括两个特点。登陆强:“海马”登陆

广东汕尾为强台风(14级, $42 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),是有气象记录以来10月下旬以后登陆广东的首个强台风。风雨大:受“海马”和冷空气共同影响,20—23日早晨,广东中东部、福建南部、江西南部、江苏中南部、上海、浙江北部等地降雨100~200 mm,广东梅州局地307 mm,强降雨主要出现在21—22日;广东东部沿海地区和岛屿出现10~13级大风,广东汕尾浮标站达16级($52.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。

受台风海马影响,广东惠深沿海高速公路封闭,揭阳、深圳、珠海、广州等地部分航班出现延误,广深城际、广九直通车停运,汕尾部分地区出现电力供应中断,道路、通讯设施被损毁。据民政部和气象部门消息,截至10月23日上午,台风海马造成广东、福建2省42个县(市、区)156.2万人受灾,300余间房屋倒塌,农作物受灾面积 $12.63 \text{ 万} \text{ hm}^2$,直接经济损失34.6亿元。其中广东受灾较重,有153.8万人受灾,因灾3人死亡,直接经济损失34.4亿元(中国气象局值班室,2016)。

6 雾-霾过程

6.1 概况

10月,京津冀地区出现4次雾-霾天气过程。这4次过程持续的时间是1—3日、13—15日、18—19日以及24—25日,其中13—15日过程最明显。

6.2 10月13—15日雾-霾过程

10月13日上午,北京、天津、河北大部有轻度-轻度霾,局地中度霾,能见度2~8 km。14日极轨气象卫星遥感监测显示(图略):07:11北京大部地区和河北北部出现大雾天气,10:23北京地区出现霾,14:12北京地区大部仍为霾覆盖,河北西北与天津部分地区出现霾(京津冀环境中心,2016)。15日白天,华北中北部地区空气污染扩散气象条件偏差,北京、河北东北部及中部等地部分地区有中度霾,局地重度霾; $\text{PM}_{2.5}$ 峰值浓度达到 $200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 左右,有中至重度污染。15日傍晚到夜间受弱降雨影响,空气质量有所改善,但15日夜间至16日白天仍有轻至中度污染,部分地区重度污染。16日夜间,受冷空气影响,华北中北部霾逐渐减弱消散。

这次雾-霾天气及空气污染过程的主要天气条件如下:500 hPa 天气图显示,13—15 日,华北先后受弱脊前西北气流和东移高压脊控制,低层则受反气旋环流控制,地面处于高压后部的均压场中,风力较弱,空气扩散条件差,雾-霾天气维持。

参考文献

国家气候中心,2016.2016 年 10 月全国气候影响评价[R].

京津冀环境中心,2016. 环境气象快报 2016 年第 45 期[R].

栾菲,2016. 中国气象局公布 10 月全国天气气候特征[EB/OL]. http://2011.cma.gov.cn/2011xwzx/2011qxqxxw/2011qxqxyw/201611/t20161105_340570.html.

杨正龙,高拴柱,2016.2015 年 10 月大气环流和天气分析[J]. 气象,42(1): 122-161.

于超,张芳华,2015.2016 年 10 月大气环流和天气分析[J]. 气象,41(1): 126-132.

中国气象局值班室,2016. 中国气象局值班信息第 31 期[Z].

“预报失败案例分析专辑”征稿启事

《气象》是面向气象业务与科研的科技期刊,是气象科研人员和一线预报员大气科学研究、天气分析和机理研究等的学术交流平台。为了更好地使一线预报员提高对实际天气过程的认识,加深对其难点和问题的理解,本刊准备组织出版一期专刊,内容是反映预报员对实际业务中失败案例的分析,将自己预报工作中所经历的挫折和体会进行系统总结和剖析,既有助于自己预报能力的提升,也能使更多的人从中受益。这种过程分析,不仅仅是对天气系统的客观诊断、描述,而是将对失败的原因进行细致的剖析,从而使对理论知识的理解更加贴近实际,使以往掌握的预报技能更能有针对性地解决实际问题。

该专辑将在 2017 年底出版。具体事项通知如下:

- (1) 投稿文章为预报失败案例的分析。
- (2) 文章未在国内外公开发行的刊物发表,不涉及保密问题。
- (3) 稿件要求可见《气象》征稿简则(网址:<http://qxqk.cma.gov.cn>)。投稿时请注明预报失败案例分析专辑。
- (4) 征稿截止日期为 2017 年 2 月 28 日。

真诚地希望我们的计划能够得到广大预报人员的支持,欢迎你们积极参与,踊跃投稿,共同分享在实践中得到的真知与感悟。