

聂高臻,高拴柱,2018.2017年10月大气环流和天气分析[J].气象,44(1):206-212.

2017年10月大气环流和天气分析^{*}

聂高臻 高拴柱

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2017年10月环流特征如下:极涡呈偶极型,中高纬地区西风带为4波型分布,西太平洋副高强度较常年偏强、位置明显偏西。全国平均降水量46.2 mm,较常年同期(35.8 mm)偏多29%,为1961年以来第八高;全国平均气温10.6℃,较常年同期(10.3℃)偏高0.3℃。10月我国的大范围降水过程有6次,主要冷空气过程3次,其中8—10日降水过程伴随冷空气活动,给西北地区东部、华北中南部、东北南部带来该地区该季节较罕见的大范围强降水。2017年第20号台风卡努10月中旬登陆广东雷州半岛,给华南带来大风、降水。下旬我国北方出现一次雾-霾天气过程。

关键词: 大气环流,暴雨,冷空气,低空急流,台风,雾-霾

中图分类号: P456

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.01.019

Analysis of the October 2017 Atmospheric Circulation and Weather

NIE Gaozhen GAO Shuanzhu

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in October 2017 are as follows. The polar vortex showed a dipole pattern. The circulation presented a four-wave pattern in middle-high latitudes. The northwestern Pacific subtropical high was stronger and remarkably more westward extended than normal. The monthly mean precipitation amount was 46.2 mm, which is 29% more than normal (35.8 mm), ranking the top 8th since 1961. The monthly mean temperature was 10.6℃, 0.3℃ higher than normal. There were six large-range heavy rainfall processes and three cold air processes over China, of which the rainfall process from 8 to 10 October was accompanied by cold airs, resulting a rarely-seen large-range heavy rainfall in Autumn over North China. On 16 October, Typhoon Khanun (1720) made landfall at Leizhou Peninsula, Guangdong, bringing gale and rainfall to South China. In late October northern China suffered a fog-haze event.

Key words: atmospheric circulation, heavy rain, cold air, low level jet, typhoon, fog and haze

1 天气概况

1.1 降水

2017年10月,全国平均降水量46.2 mm,较常年同期(35.8 mm)偏多29%,为1961年以来第八高(国家气候中心,2017)。其中华北地区南部、黄淮

南部、江淮地区、江汉地区、西南地区东部和南部、华南地区南部、西北地区东南部、西藏地区东南部降水量有100~200 mm,部分地区超过200 mm,海南东部达300 mm以上;东北地区中部、内蒙古西部和东部的部分地区、西北地区西部、西藏西部等地降水量在50 mm以下;全国其余大部地区降水量50~100 mm(图1)。与常年同期相比,内蒙古中部、西北地区东部、华北大部、黄淮西部、江淮、江汉、华南

^{*} 2017年11月24日收稿; 2017年11月29日收修定稿

第一作者:聂高臻,主要从事台风与海洋天气预报,Email:niegaozhen@cma.gov.cn

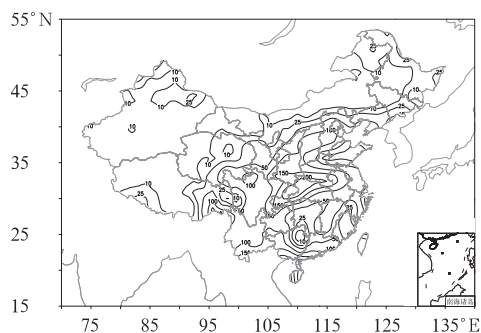


图 1 2017 年 10 月全国降水量
分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation over
China in October 2017 (unit: mm)

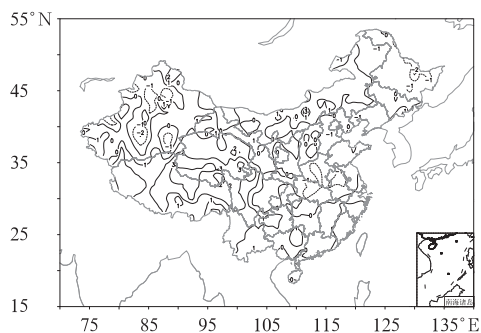


图 3 2017 年 10 月全国平均
气温距平分布(单位:℃)

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

东部、西南地区北部、西藏东南部,以及新疆西南部等地偏多 8 成至 2 倍,其中华北、黄淮、江淮、江汉、西北等地的部分地区偏多 2 倍以上;东北大部、内蒙古东部和西部部分地区、西北地区中西部、江南大部、华南南部以及新疆东部、西藏西部、云南西南部等地降水量较常年同期偏少 2~8 成,部分地区偏少 8 成以上(图 2)。

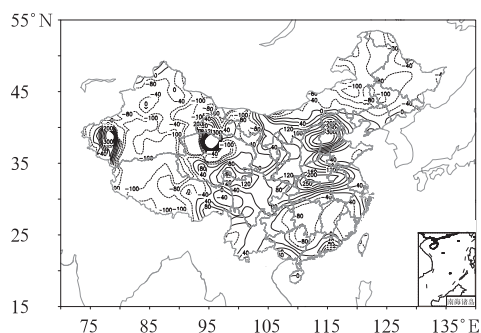


图 2 2017 年 10 月全国降水量距平
百分比分布(单位:%)

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

1.2 气温

10 月,全国平均气温 10.6℃,较常年同期(10.3℃)偏高 0.3℃(国家气候中心,2017)。从空间分布看,青藏高原大部、西南地区西部、华南地区东部、内蒙古中部部分地区偏高 1℃以上,其中西藏东北部、青海南部及四川西部等地偏高 2~4℃;东北北部、新疆西部、黄淮及江淮等地气温较常年同期偏低 1~2℃,局部偏低 2℃以上(图 3)。

2 环流特征与演变

图 4 给出了 2017 年 10 月 500 hPa 平均位势高度及距平的水平分布,与常年同期的北半球环流形

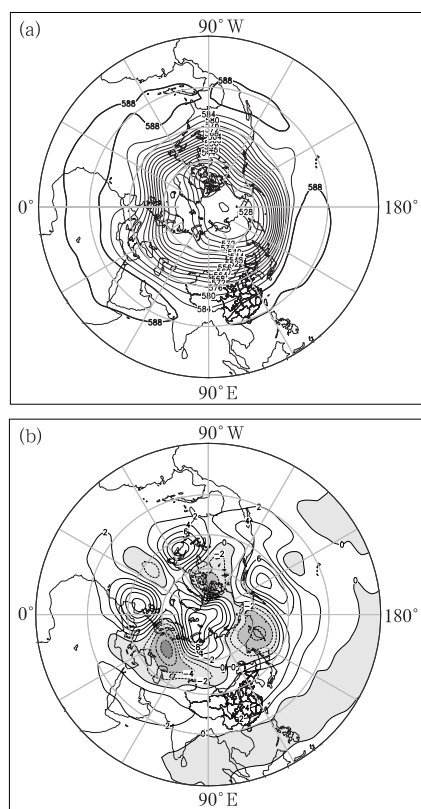


图 4 2017 年 10 月北半球 500 hPa 平均
高度(a)和距平(b)(单位:dagpm)

Fig. 4 Monthly mean geopotential height (a)
and anomalies (b) at 500 hPa in the Northern
Hemisphere in October 2017 (unit: dagpm)

势相比,2017年10月北半球的环流形势有以下主要特点。

2.1 极涡呈偶极型分布

由月平均高度场可见,10月北半球极涡具有两个主要闭合中心,分别位于东、西半球。其中,东半球极涡中心位于俄罗斯泰梅尔半岛以东的拉普捷夫海近海(75°N 、 $120^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$),中心位势高度523 dagpm;西半球中心位于加拿大北部伊丽莎白女王群岛附近(75°N 、 $92^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{W}$),中心位势高度519 dagpm,中高纬西风带呈4波型分布,长波槽分别位于哈德孙湾、北大西洋中部、东欧平原和鄂霍次克海(图4a)。在此形势下,极涡比常年偏弱,北极呈现10 dagpm的正距平,而极涡的两中心附近分别有-6和-8 dagpm的位势高度距平。此外,与西风槽的位置相对应,在纬度较低的东欧和北大西洋上也有两个位势高度负距平中心。受东亚大槽槽后冷空气影响,10月我国东北平均气温偏低。

2.2 副热带高压明显偏西

10月西太平洋副热带高压(以下简称副高)西脊点位于 22°N 、 99°E 附近,与常年平均副高西脊点位置(22°N 、 128°E)(杨正龙和高栓柱,2016;张夏琨等,2017)相比明显偏西。我国华南大部受副高下沉气流控制,降水比常年明显偏少;黄淮、江汉、江淮地区位于副高北侧,降水偏多。此外,副高在 130°E 处较为薄弱,588 dagpm线(以下简称588线)在此处断为东西两环,这是1721号台风兰恩和1722号台风苏拉转向北上的主要原因。

2.3 环流演变与我国天气

图5展示了10月上、中、下旬欧亚地区500 hPa平均高度场的环流演变。可以看出,欧亚地区环流形势整体上以纬向型为主。随着时间推移,环流经向度逐渐加大,南支槽逐渐加深;副高经历了先减弱又增强且伴随断裂的过程。

10月上旬(图5a),里海以北乌拉尔山附近高压脊,西西伯利亚平原有一横槽存在,不断分裂出小股冷空气输送到下游,加之我国北方上空环流平直,冷空气不能南下,造成我国内蒙古地区北部和东北地区北部气温较常年偏低。同时副高强盛,华南地区受副高控制,干热少雨;副高北侧低层有较充沛的水汽输送,配合低空急流、切变线造成了9月30日至

10月2日和10月2—4日在华西、江汉和江淮地区出现的两次强降雨过程。

10月中旬(图5b),欧亚地区呈现两槽两脊形势,西西伯利亚地区有一高压脊,我国东北和华北地区位于东亚大槽槽后,受槽后西北气流控制,弱冷空气活动频繁。同时,副高减弱东退,但西脊点仍位于 105°E 附近。受副高南侧的偏东引导气流主导,1720号台风卡努西行登陆雷州半岛,给广东西部沿海和海南普遍带来100 mm以上的降水,最大过程降水出现在海口市,达209.7 mm。在副高东退以及北方环流经向度增加的形势下,副高北侧有切变线存在,引起15日江汉北部、黄淮南部、江淮北部暴雨。

10月下旬(图5c),副高重新增强,位置偏西偏南,且588线在 130°E 处断裂为东、西两环,1721号台风兰恩和1722号台风苏拉从副高断裂处北上。南支槽位于 85°E 附近,强度明显加深,且不断向东传播,为西藏和西南地区带来一定降水。在我国北方,形势场较中旬稍平直,且经向气压梯度较小,不

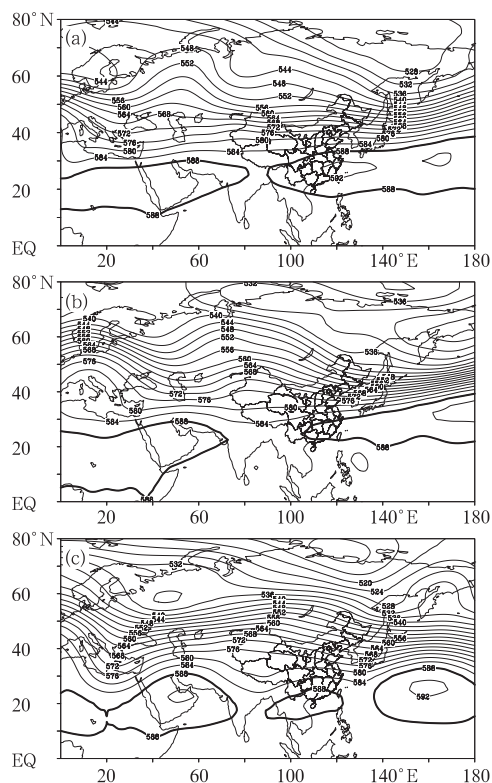


图5 2017年10月上(a)、中(b)、下旬(c)的500 hPa平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 The 500 hPa mean geopotential height for (a) the first, (b) second and (c) third dekads in October 2017 (unit: dagpm)

断有小槽自上游东移而来,24—26 日,华北、黄淮、江汉等地受两槽之间的高压脊控制,出现一次大范围雾-霾过程。

3 主要降水过程

3.1 概况

2017 年 10 月,受高空槽、低空急流、切变线和热带气旋影响,主要出现了 6 次强降水过程。全国共有 274 站次出现暴雨;6 站日降水量达到极端事

件监测标准,主要分布在浙江和陕西省;94 站次的日降水量超过月极大值,其中浙江石浦(286.7 mm)和陕西勉县(165.2 mm)2 站突破历史极值。主要降水过程见表 1。

3.2 10 月 8—10 日降水过程分析

10 月 8—10 日,四川东北部、陕西西南部和中北部、山西中部、河北中部、北京东南部、天津大部、辽宁东南部出现暴雨(图 6)。华北地区 10 月出现这种大规模的暴雨较为少见。

表 1 2017 年 10 月主要降水过程

Table 1 Main precipitation and convective weather processes in October 2017

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
9 月 30 日至 10 月 2 日	低空急流、切变线	黄淮南部、江淮大部出现暴雨
10 月 2—4 日	低空急流、切变线	重庆北部、湖北西部和北部、河南东南部出现暴雨,其中重庆北部和湖北西南部大暴雨
10 月 8—10 日	高空冷槽、低空急流、 低层切变	陕西西南部、四川东北部、山西中部、河北中部、北京东南部、天津大部、 辽宁东南部出现暴雨
10 月 9—10 日	热带低压	海南大部、广西东南部、广东西南部、雷州半岛出现暴雨,其中海南大部 出现大暴雨
10 月 11 日	低层切变线	江汉北部、黄淮南部、江淮北部出现暴雨
10 月 15 日	台风卡努、低层切变线、 低空急流	浙江东部、广东东部和南部、海南岛北部出现暴雨,局地出现大暴雨

7 日开始,200 hPa 存在西风急流;随着时间推移,高空急流逐渐增强,急流轴向东推进。由图 7 可见,8 日 14 时,急流轴中心最大风速超过 $66\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。西北地区东部、华北地区位于急流入口区右侧,高空动力条件有利于低层对流发展。500 hPa 高度(图略)上,在贝加尔湖有一横槽,横槽南侧分裂出短波槽向下游快速移动,影响西北地区东部和华

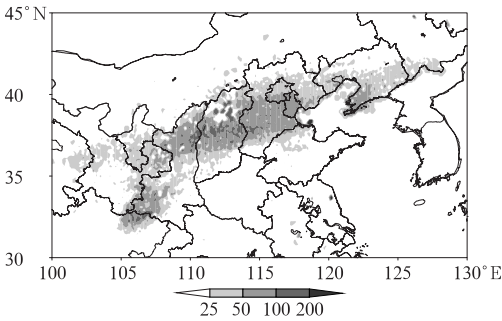


图 6 2017 年 10 月 8 日 02 时至 10 日 20 时过程累积降水量(单位:mm)
Fig. 6 The cumulative precipitation from 02:00 BT 8 to 20:00 BT 10 October 2017 (unit: mm)

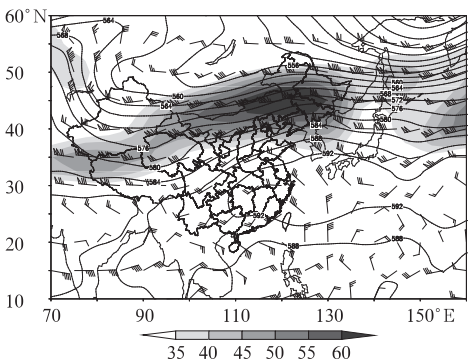


图 7 2017 年 10 月 8 日 14 时 200 hPa 风场(风向杆)、风速(阴影,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)和 500 hPa 位势高度场(实线,单位: dagpm)
Fig. 7 The 200 hPa wind vectors, wind speed (shaded area, unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and 500 hPa geopotential height field (solid lines, unit: dagpm) at 14:00 BT 8 October 2017

北地区。同时,副高强大,中心达 595 dagpm,副高脊线位于 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$,588 线呈东西带状,几乎贯通南亚地区,592 线西脊点位于 98°E 附近。副高北侧

低层的暖湿气流较为强盛,与短波槽带来的冷空气在西南地区东北部至华北南部一带交汇。低层风场存在切变线和低空急流:850 hPa 切变线自西北地区北部一直延伸到辽宁南部(图略);急流在 700 hPa 上最为明显。由图 8 可见,8 日 14 时,700 hPa 急流轴中心最大风速超过 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,华北地区位于低空急流出口区,有强风速辐合。急流出口区水汽通量散度达 $-7 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,说明同时存在较强水汽辐合。8 日白天开始,850 hPa 切变线、700 hPa 低空急流出口区和 200 hPa 高空急流入口右侧在西北地区东部和华北地区南部上空叠加,因此在该地产生大范围强降水。

8 日夜间,200 hPa 高空急流进一步增强;副高位置变化不大,强度继续增强。500 hPa 的副高中心位势高度超过 596 dagpm,588 线东西贯通。总体上高空形势变化不大。低层形势有所变化,主要表现在 850 hPa 切变线南移,700 hPa 急流变弱。地面雨带落区随之南移到华北、黄淮交界至辽宁南部一带,雨带变窄的同时降水强度也有所减弱(图略)。

9 日开始,200 hPa 急流东移,西北地区东部、华北地区仍然位于高空急流入口区右侧。副高略有减弱,500 hPa 上 588 线断开。南支槽东移至西南地区北部,9 日白天在西北地区北部引发短暂降水。同时,850 hPa 切变线位置变化不大,但是随着冷气

气南下,华北以北的地区,低层等温线明显密集,850 hPa 温度梯度由一天前的大约 $1 \times 10^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{km}^{-1}$,增加到 $2 \times 10^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{km}^{-1}$ (图 9),冷暖空气在西北地区东部至东北南部一带进一步交汇。随着低层水平温度梯度的增加,700 hPa 急流再次增强,中心风速达到 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上(图 10),急流出口区水汽通量散度达 $-5 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,位于低空急流出口区西南地区东北部、西北地区东部、华北、东北南部再次大范围出现强降水。10 日白天,850 hPa 转为冷式切变,750 hPa 对应的急流基本消失,强降水过程随之结束。

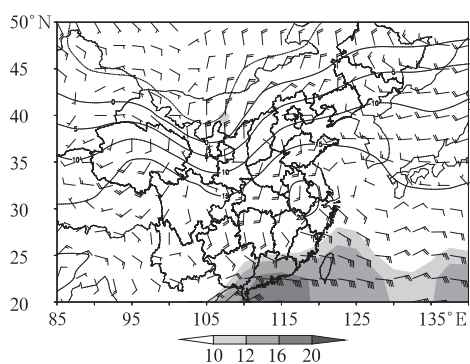


图 9 2017 年 10 月 9 日 08 时 850 hPa 风场

(风向杆)、风速(阴影,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

和温度场(等值线,单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 9 The 850 hPa wind vectors, wind speed (shaded area, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and temperature field (isolines, unit: $^{\circ}\text{C}$) at 08:00 BT 9 October 2017

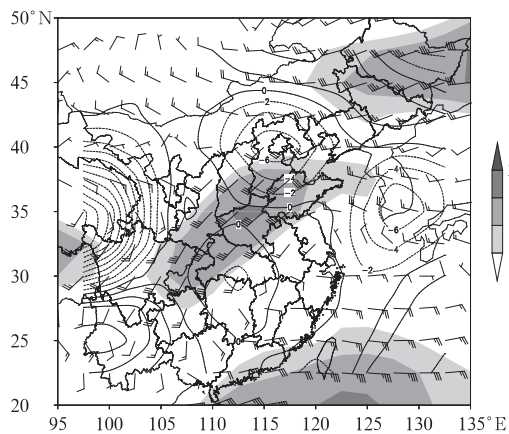


图 8 2017 年 10 月 8 日 14 时 700 hPa 风场

(风向杆)、风速(阴影,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

和水汽通量散度场(等值线,

单位: $10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 8 The 700 hPa wind vectors, wind speed (shaded area, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and water vapor flux divergence (isolines, unit: $10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) at 14:00 BT 8 October 2017

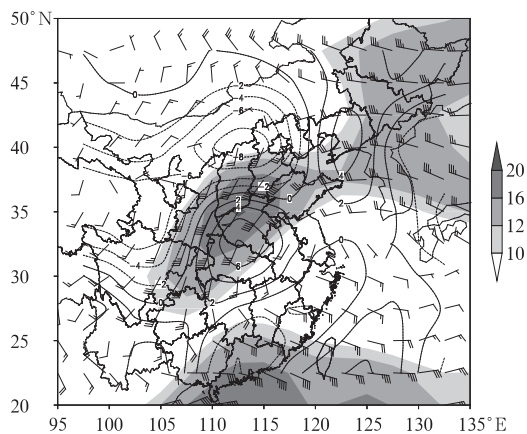


图 10 同图 8,但为 2017 年

10 月 9 日 08 时

Fig. 10 Same as Fig. 8, but

at 08:00 BT 9 October 2017

4 冷空气活动

4.1 概况

2017年10月,我国主要出现了3次中等强度的冷空气过程。1—4日过程,东北、内蒙古东部降温 $10\sim 11^{\circ}\text{C}$,华北、黄淮、江淮、内蒙古西部、西北东部降温 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$,江南地区降温 $8\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。8—12日过程,东北、内蒙古、西北东部降温 $8\sim 14^{\circ}\text{C}$,华北、黄淮、江淮、江南、华南降温 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。27—30日过程,东北、内蒙古东部降温 $10\sim 13^{\circ}\text{C}$,华北、黄淮地区、内蒙古西部、西北东部降温 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 10月8—12日冷空气过程

此次冷空气过程具有影响范围广、影响时间长、累计降温幅度大、北方伴有明显降水天气等特点。

10月8—9日,500 hPa贝加尔湖附近有横槽,低层对应冷高压(图11)。8—10日,500 hPa横槽逐渐转竖,冷空气从由新疆地区东移,并自西向东、自北向南逐步推进。西北地区东部、内蒙古、华北大部、东北地区中南部等地先后出现了大风和 6°C 以上的降温,内蒙古、甘肃、宁夏、河北等地的部分地区相继迎来今年初雪。西北地区东部至辽宁南部一带出现大范围暴雨(详见3.2节);而江南大部地区气

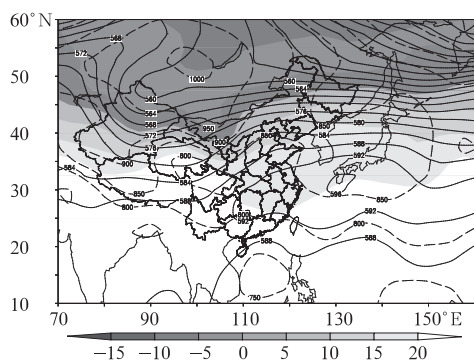


图11 2017年10月9日02时500 hPa位势高度场(实线,单位:dagpm)、925 hPa位势高度场(虚线,单位:dagpm)和温度场(阴影,单位: $^{\circ}\text{C}$)
Fig. 11 The 500 hPa geopotential height field (solid lines, unit: dagpm) and 925 hPa geopotential height field (dash lines, unit: dagpm) and temperature (shaded area, unit: $^{\circ}\text{C}$) at 02:00 BT 9 October 2017

温普遍偏高。10—11日,冷空气继续影响至淮河及以南地区,东北地区中部、华北东南部、黄淮至江南大部气温下降 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$,局地降温超过 10°C ,部分地区有4~6级偏北风。12日,冷空气继续南下影响华南(图12),但降温幅度较小,大部气温下降 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$,局地降温超过 9°C 。

5 台风影响

5.1 概况

10月,共有3个台风在西北太平洋生成,分别为1720号台风卡努、1721号台风兰恩和1722号台风苏拉(图13)。台风卡努登陆我国广东,“兰恩”和“苏拉”西行转北上影响日本。10月台风生成个数比常年平均(1949—2016,下同)偏少0.8个,登陆个数比常年平均偏多0.4个。

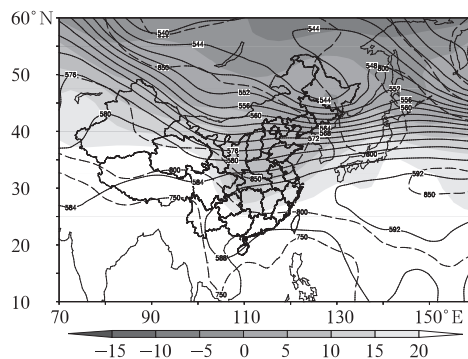


图12 同图11,但为2017年10月12日14时
Fig. 12 Same as Fig. 11, but at 14:00 BT 12 October 2017

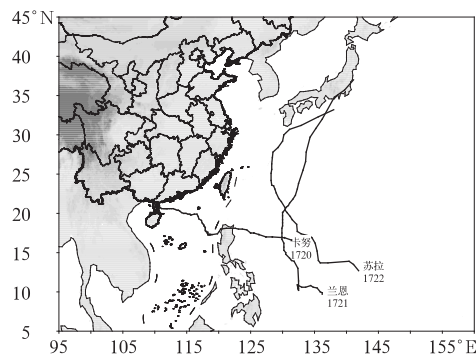


图13 2017年10月南海和西北太平洋热带气旋路径
Fig. 13 Typhoon tracks over South China Sea and Northwest Pacific Ocean in October 2017

5.2 1720号台风卡努

台风卡努于10月12日在菲律宾以东洋面生成,13日穿过吕宋岛北部,以热带风暴强度进入我国南海海面,14日加强为台风级,15日近海加强为强台风级。16日03:25前后在广东湛江徐闻县登陆,登陆时中心附近最大风力10级($28\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),中心气压为988 hPa。之后进入琼州海峡西行,在北部湾中部近海海面减弱消失。

台风进入南海后,北侧外围环流与冷空气结合,对我国广大区域带来大范围大风和降水。受台风卡努和冷空气的共同影响,浙江东北部、广东东部沿海和雷州半岛、海南岛北部等地累积降雨100~250 mm。其中,海南有34个乡镇超过100 mm,最大为海口市209.7 mm;浙江东北部沿海局地达300~500 mm,象山局地点雨量达516 mm。另外,台湾省东部累积雨量超过400 mm,屏东西大武山点雨量达1238 mm。浙江、福建、广东、海南岛北部、广西等沿海地区出现8~9级大风,局地10~12级,广东番禺石油平台最大阵风14级($43\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (国家气象中心,2017)。

灾情方面,台风卡努共造成浙江、福建、广东、广西和海南5省(区)136.3万人受灾,46.6万人紧急转移,直接经济损失24.6亿元(国家气象中心,2017)。

6 我国北部出现雾-霾天气

10月25—28日,东北地区中南部、华北中南

部、黄淮北部等地出现轻至中度雾-霾,河北中部、北京南部、天津有重度霾,早晨有大雾。

24—26日,地面附近有弱冷高压系统自华北黄淮地区移入黄海。此时华北北部地区位于地面高压后部,地面风向由偏南风逐渐转为西南风,水汽输送充分,近地面存在明显的暖平流,由于之前地面温度较低,925 hPa以下存在逆温,500 hPa有弱的小槽,高空少云;随着高压东移入海,地面风力进一步减弱,因此26日早晨,北京东南部、天津西北部、河北中部等地出现了大雾或浓雾,部分地区出现能见度小于50 m的特强浓雾。26—27日,东北地区中南部、华北中南部、黄淮北部地面受弱高压控制,500 hPa为槽后下沉气流,静稳天气指数高,大气污染扩散条件差,因此出现了轻至中度霾,其中,河北中部、北京南部、天津有重度霾,河北局地 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度超过 $250\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,夜间出现大雾天气。28日上午开始,受冷空气影响,京津冀及周边地区、东北等地大气污染扩散条件逐渐改善,雾-霾天气逐渐减弱或消散。

致谢:感谢国家气象中心杨琨提供降水量、降水距平、温度距平资料。

参考文献

- 国家气候中心,2017.2017年10月中国气候影响评价[R].
国家气象中心,2017.2017年台风国家报告[R].
杨正龙,高栓柱,2016.2015年10月大气环流和天气分析[J].气象,42(1):122-128.
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.