

王继康, 桂海林, 马学款, 2018. 2017年12月大气环流和天气分析[J]. 气象, 44(3): 463-468.

2017年12月大气环流和天气分析^{*}

王继康 桂海林 马学款

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2017年12月大气环流的主要特征如下: 北半球极涡呈偶极型分布, 欧亚中高纬环流呈两槽一脊型; 南支槽位于70°E附近, 较常年同期偏西, 副热带高压位置偏西, 不利于水汽向我国中东部地区输送。12月, 全国平均降水量为5.9 mm, 比常年同期(10.8 mm)偏少44.8%, 我国北方大部分地区降水量较常年同期偏少4~8成。全国平均气温-2.2℃, 较常年同期(-3.2℃)偏高1℃; 受偏强东北低涡影响, 东北地区和内蒙古中东部气温较常年同期偏低1~3℃。月内, 冷空气活动频繁, 但强度较弱, 出现5次一般强度冷空气过程。受频繁冷空气影响, 雾-霾天气较常年同期偏少, 仅28—30日出现一次大范围持续性雾-霾天气。

关键词: 大气环流, 冷空气, 雾-霾

中图分类号: P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.03.014

Analysis of the December 2017 Atmospheric Circulation and Weather

WANG Jikang GUI Hailin MA Xuekuan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in December 2017 are as follows. There were two polar vortex centers in the Northern Hemisphere. The circulation presented the trough-ridge-trough pattern in the middle-high latitudes of Eurasia. The south branch trough was located near 70°E, obviously more westward than that in the same period of normal years. Therefore, the location of the south branch trough was not favorable for the water vapor transport to eastern China. The subtropical high was located more westward than that in normal years. The monthly mean precipitation over China was 5.9 mm, which is 44.8% less than the normal value (10.8 mm), especially for northern China, where precipitation amount decreased by 40%—80% of the normal. The monthly mean temperature over China was -2.2℃, 1℃ higher than the normal (-3.2℃). However, the temperature over northeastern China and the mid-eastern of Inner Mongolia was lower by 1—3℃ because of the strong east major trough. There were five cold air processes, which were not as strong as the normal events but more active than the normal. These active cold airs led to less fog-haze weather, and only one fog-haze period which occurred from 28 to 30 December 2017.

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

^{*} 2018年1月25日收稿; 2018年1月31日收修定稿

第一作者: 王继康, 主要从事环境气象预报模拟工作. Email: wjk_1990@126.com

1 天气概况

1.1 降水

2017年12月,全国平均降水量为5.9 mm,比常年同期(10.8 mm)偏少44.8%(国家气候中心,2018)。月降水量空间分布显示,全国大部分地区降水不足10 mm,华北中南部、内蒙古西部、陕西中部、宁夏大部、甘肃大部基本无降水;仅安徽南部、浙江大部、江西大部、湖南西南部、广西大部等地的部分地区降水量为25~50 mm;除广西南部局地外,全国无其他出现50 mm以上降水的地区(图1)。

与常年同期相比,除新疆西南部及西藏西北部、青海东部局部、陕西北部局部、黑龙江南部、内蒙古东部局部、贵州西部、广西南部及云南东南部等地降水偏多4成至2倍外,全国其余大部地区降水量以偏少为主,其中,西北大部、华北、东北大部、黄淮、江淮、江汉、西南大部、江南西北部、华南南部及内蒙古大部、西藏东部和南部等地偏少4~8成,局部偏少8成以上(图2)。

1.2 气温

12月,全国平均气温 -2.2°C ,较常年同期(-3.2°C)偏高 1°C 。气温距平分布可知(图3),东北大部、内蒙古中东部、贵州西南部、广西西南部等地气温较常年同期偏低 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$,其中内蒙古东北部、黑龙江西南部局部偏低 3°C 以上;我国其余大部地区气温接近常年同期或略偏高,其中,新疆中北部、青藏高原大部、云南西部等地偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,新疆北部和青藏高原中部局部偏高 4°C 以上。

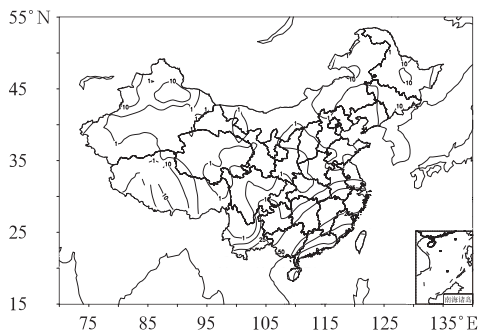


图1 2017年12月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Total precipitation over China
in December 2017 (unit: mm)

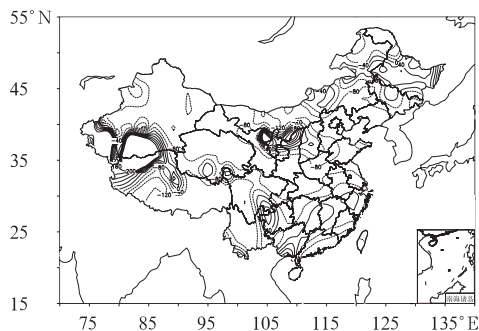


图2 2017年12月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Spatial distribution of precipitation anomaly percentage over China in December 2017 (unit: %)

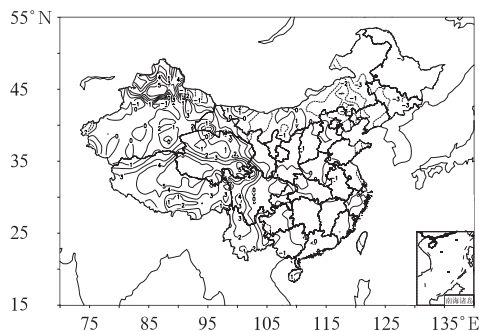


图3 2017年12月全国平均气温距平分布(单位:°C)

Fig. 3 Spatial distribution of monthly mean temperature anomaly in December 2017 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

2 环流特征和演变

图4为2017年12月500 hPa平均位势高度及距平,与常年同期相比,12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

12月,北半球极涡呈偶极型分布,分别位于加拿大北部的伊丽莎白女王群岛及亚洲北部鄂霍次克海附近,其中,加拿大北部伊丽莎白女王群岛附近极涡较强,中心强度为5080 gpm,位势高度距平场显示,2个极涡中心均较常年同期偏强。欧亚中高纬为两槽一脊型,乌拉尔山附近高压脊较强,高度场较常年同期明显偏高,有利于极地附近冷空气南下影响我国,但由于锋区位置偏北,因此造成月内冷空气

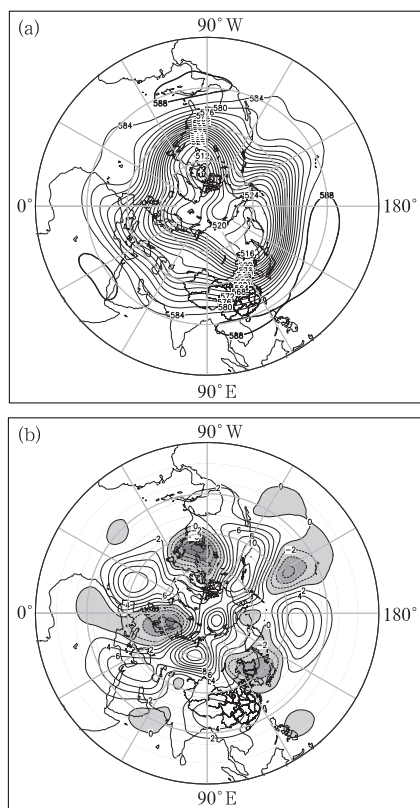


图4 2017年12月北半球500 hPa平均高度场(a)和距平场(b)(单位:dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height (a) and monthly geopotential height anomaly (b) at 500 hPa over Northern Hemisphere in December 2017 (unit: dagpm)

频繁,但冷空气强度总体偏弱。

2.2 南支槽偏西,副热带高压偏强

12月,南支槽平均位于 70°E 附近,较常年同期略偏西,造成新疆西部、贵州西部、云南东南部、广西南部等地降水偏多。副热带高压(以下简称副高)呈带状分布,西脊点位于 94°E 附近,北界到达 18°N ,较常年同期强度偏强(刘超,2017;李明,2016),位置偏西,不利于水汽向我国中东部地区输送,降水普遍偏少。

2.3 环流演变与我国天气

图5给出了2017年12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,欧亚地区中高纬度环流经向度较大,有利于冷空气南下,大气扩散条件较好;低纬地区南支槽位置偏西,不利于水汽向我国中东部地区输送。

两者共同作用造成我国东北部地区气温较低,东部地区降水偏少,西部地区降水偏多,气温偏高。

上旬(图5a),欧亚大陆中高纬为两槽一脊的环流形势。乌拉尔山东侧高压脊维持,低涡维持在鄂霍茨克海偏东地区,有利于冷空气南下。4—6日,随着冷空气堆积,偏于亚洲的极涡增强,并不断分裂冷空气南下,给我国中东部大部分地区带来 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 的降温。9—10日,受东北低涡影响,东北地区中北部出现小到中雪天气,黑龙江中南部出现大雪;10—12日低涡后部的偏北气流引导冷空气南下,我国北方地区在出现 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 的降温,其中东北地区降温达 $10\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。南支槽位置偏西,不利于水汽向我国中东部地区输送,旬内我国中东部地区降水偏少。

中旬(图5b),欧亚大陆中高纬环流形势较上旬调整较小,亚洲极涡中心减弱北移至鄂霍茨克海偏北地区。13—14日乌拉尔山以东地区高压脊发展,冷空气在贝加尔湖以北地区堆积。14—16日,冷空

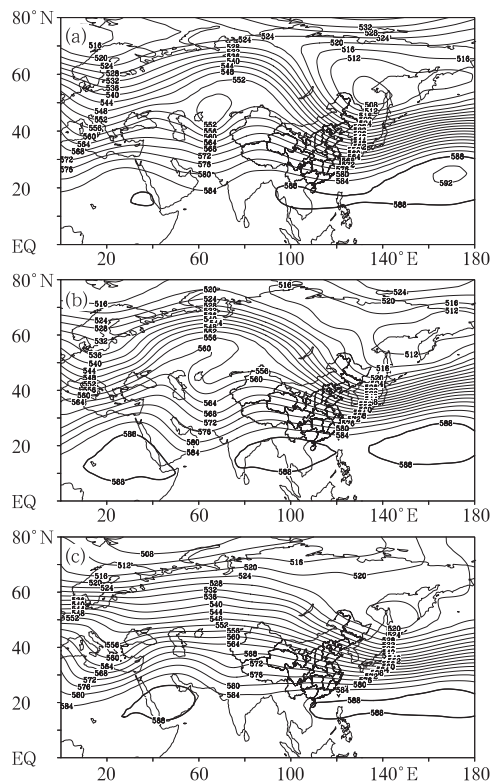


图5 2017年12月上(a)、中(b)、下(c)旬欧亚500 hPa平均位势高度场(单位:dagpm)

Fig. 5 The first (a), second (b) and third (c) dekads average geopotential height at 500 hPa over Eurasia in December 2017 (unit: dagpm)

气分裂,给我国中东部地区带来大风降温天气,其中华北、黄淮、东北等地出现小雪或雨夹雪。14—15 日受短波槽影响,华南、江南地区出现一次降雨过程。旬内菲律宾以东洋面有台风生成,使得副高分裂为两部分。

下旬(图 5c),欧亚大陆中高纬环流经向度减小。旬前期仍有弱高空槽影响我国北方地区,24—25 日,有一次弱冷空气影响我国东北和华北地区。17—29 日,我国北方地区受暖脊控制,大气扩散条件较差,东北地区中南部、华北中南部、黄淮、江汉、江淮等地出现轻至重度霾。受低槽东移影响,27—28 日新疆北部出现中到大雪,30—31 日冷空气影响我国中东部地区,出现 4~6℃ 的降温。旬后期,受南支槽东移影响,27—28 日我国南方地区出现一次降水过程。旬内菲律宾以东洋面有台风生成,影响我国南海中西部地区。

2.4 东北低涡偏强

月内,东北低涡维持时间较长,达 11 d。5—7 日,东北低涡在 50°N 附近,在 130°~140°E 范围内活动,500 hPa 低涡中心位势高度为 500 dagpm。

9—12 日,随着冷空气的补充东北低涡在 45°N 附近再次形成,在 125°~145°E 范围内自西向东缓慢移动,低涡中心位势高度为 504 dagpm。低涡位置偏南,冷空气南下,内蒙古东部、东北地区中南部降温达 10~14℃,东北地区、山东半岛出现小到中雪,黑龙江东部、山东半岛北部出现大雪,局地暴雪。17—20 日,东北低涡在 50°~60°N、140°E 附近维持,低涡位置偏北,中心位势高度为 492 dagpm,内蒙古东部、东北地区中北部出现小雪天气。

3 冷空气活动

本月共有 5 次冷空气过程,分别为 4—6 日、10—12 日、16—18 日、24—25 日、30 日至 2018 年 1 月 1 日,与近年同期相比,过程偏多。但是冷空气强度偏弱,仅 16—18 日的过程在南方地区达到中等强度冷空气标准,其余均为一般强度冷空气过程。内蒙古、黑龙江、安徽、云南等地 14 站日降温幅度达到极端事件标准;云南、海南等地 15 站连续降温幅度达到极端事件标准,降温幅度普遍达 11~17℃(国家气候中心,2018)。

表 1 2017 年 12 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air processes in December 2017

| 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 |
|---------------|---------------------|--|--|
| 4—6 日 | 全国一般强度冷空气 | 全国普遍降温 4~8℃,其中吉林东南部、辽宁北部降温达 12~16℃ | 内蒙古中东部、华北中北部、黄淮东部、江淮东部、江南东北部等地的部分地区出现 4~5 级风;内蒙古中东部、华北中北部等地出现 7~8 级阵风;山东半岛北部和东部有小到中雪 |
| 10—12 日 | 北方一般强度冷空气 | 北方普遍降温 4~8℃,内蒙古东部、东北地区中南部降温达 10~14℃ | 内蒙古中东部、东北地区大部、华北中北部、黄淮东部等地有 4~6 级风;黑龙江、吉林、辽宁东部、山东半岛出现小到中雪,黑龙江东部、山东半岛北部出现大雪,局地暴雪 |
| 16—18 日 | 全国一般强度冷空气,南方中等强度冷空气 | 全国大部降温 2~5℃,江南东北部等地降温 6~8℃ | 华北西部、陕西北部、东北地区中南部出现 4~6 级风,黄淮、江淮、江西北部等地有 4~5 级风;新疆西部和北部、甘肃中部、内蒙古中部、东北地区东部、山东中东部出现小雪 |
| 24—25 日 | 全国一般强度冷空气 | 全国大部降温 6~8℃ | 内蒙古东部、东北地区中南部、华北北部出现 4~6 级偏北风;新疆北部沿山一带、内蒙古东部、黑龙江北部、吉林东部等地出现小雪 |
| 30 日至 1 月 1 日 | 全国一般强度冷空气 | 中东部地区降温 4~6℃,华北中部、河南中东部、湖北中东部及苏皖降温 8~10℃ | 新疆北部、内蒙古中部、华北北部出现 4~6 级大风;黑龙江北部、内蒙古东部比及新疆北部出现小雪 |

4 主要降水过程

2017 年 12 月,主要有 3 次降水过程(表 2),降水强度整体较弱,以小雨雪为主。北方地区主要发

生在新疆北部、东北地区和山东半岛,降雪强度以小到中雪为主,部分地区出现大雪、局地暴雪。南方地区出现 2 次降雨过程,主要发生在江南南部和西部以及华南西部的等地,降水强度以中雨为主,部分地区出现大雨。

表 2 2017 年 12 月主要降水过程
Table 2 Main precipitation evens in December 2017

| 降水时段 | 主要影响系统 | 降水范围和强度 |
|---------|---------|--|
| 9—11 日 | 东北冷涡 | 黑龙江、吉林、辽宁东部、山东半岛出现小到中雪,黑龙江中东部部分地区、山东半岛北部出现大雪,局地出现暴雪 |
| 14—15 日 | 短波槽、切变线 | 吉林中部、陕西北部、山西中部、河北南部、河南北部和东南部、江苏东北部等地出现小雪或雨夹雪;安徽东南部、浙江、江西东部、湖南中部、福建中北部、广西东北部和西南部、海南岛南部等地出现中雨,局地大雨 |
| 27—28 日 | 西风槽、南支槽 | 新疆北部出现中到大雪,沿天山一带部分地区出现暴雪,乌鲁木齐出现大暴雪;安徽南部、上海、浙江中部、江西东北部、云南东南部、广西西南部海南东部等地的部分地区出现中到大雨 |

5 雾-霾过程

5.1 概况

2017 年 12 月,受频繁冷空气影响,我国中东部大部分地区大气扩散条件较好,雾-霾天气较近几年同期偏少,强度偏弱。大雾日数普遍偏少,仅四川盆地南部超过 5 d。12 月仅 28—30 日出现一次持续性大范围的雾-霾天气,另外 2—3、15 和 23 日华北中南部、黄淮中西部、江淮等地出现弱的霾天气。

5.2 12 月 28—31 日雾-霾天气过程分析

12 月 28—30 日,东北地区中南部、华北中南部、陕西关中、黄淮、江汉、江淮西部、四川盆地等地出现轻至中度霾,其中天津、河北东部、河南东部、安徽中北部、江苏西部等地的部分地区有重度霾。河北中南部、山西南部、山东中西部、河南、陕西关中等地的 PM_{2.5} 浓度超过 250 μg · m⁻³,河北局地 PM_{2.5}

浓度超过 500 μg · m⁻³。此次霾天气的污染程度弱于常年同期的霾天气过程(刘超,2017;李明,2016;饶晓琴,2015)。29—31 日,华北中南部、黄淮中东部、江淮中东部、江南东部等地出现大范围大雾或浓雾,局地能见度低于 50 m。中央气象台针对大雾天气发布了大雾橙色预警。从这次持续性雾-霾天气的形成的的大尺度环流背景来看,华北、黄淮等地 500 hPa 受高压脊控制,以下沉气流为主,高空云量较少,有利于夜间地面辐射降温,形成稳定的逆温层。我国中东部地区地面受均压场控制,气压梯度较弱,风速较小。环流形式有利于雾-霾天气的发生和维持。27 日河南中部一带受弱风场辐合影响,污染开始发展。28—29 日,随着高压脊控制华北中南部、黄淮等地,污染范围开始扩大(图 6),至 29 日夜间污染最重。由于辐合线一直在河北南部、河南北部、山东西部一带摆动,导致上述地区污染最重,持续时间最长。随着华北中南部、黄淮东部、江淮东部地面相对湿度的增大,高空夜间晴空辐射条件较好,28 日夜间至 29 日上午、29 日夜间至 30 日上午,出

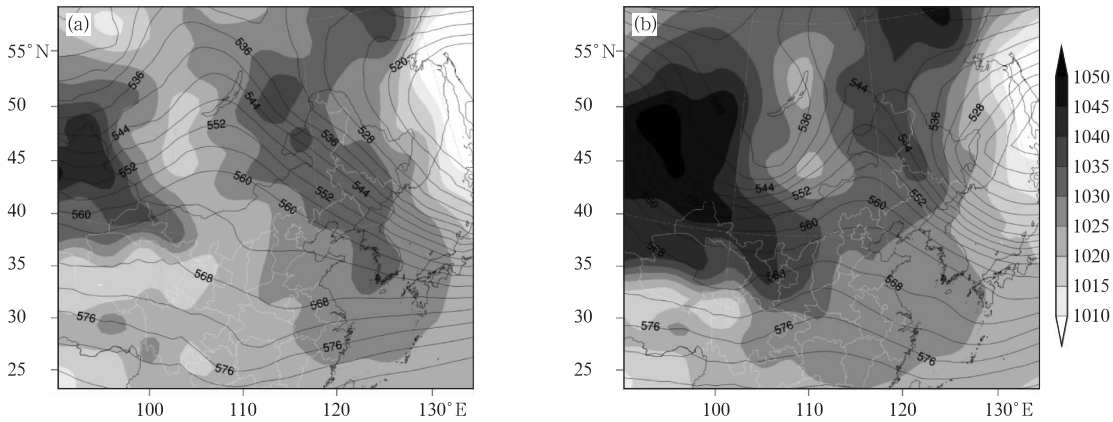


图 6 2017 年 12 月 28 日 08 时(a)和 29 日 08 时(b)500 hPa 位势高度(等值线,单位: dagpm)和海平面气压(阴影,单位: hPa)
Fig. 6 Geopotential height (contour line, unit: dagpm) at 500 hPa and sea-level pressure (shaded area, unit: hPa) over mid-eastern China at 08:00 BT 28 (a) and 29 (b) December 2017

现了大范围的大雾天气。28日白天,北京受偏东风影响,整体相对湿度较低,能见度大于5 km, $PM_{2.5}$ 浓度较低。28日夜間,北京地面转为弱偏南风, $PM_{2.5}$ 浓度开始上升,同时随着相对湿度的升高,能见度下降至2 km以下。29日中午,北京偏南风加强, $PM_{2.5}$ 浓度迅速上升至超过 $200 \mu g \cdot m^{-3}$,但是由于相对湿度低于90%,能见度没有显著下降。从630 m高度的风来看,自28日夜間开始北京上空一直为弱的偏北风,本次过程中北京主要的污染在600 m以下,南风对污染物的输送作用主要集中于近地层。低层偏南风形势较弱,600 m以上高度受偏北风控制,导致本次过程中北京污染较弱,持续时间较短(图7)。

30日中午开始,受冷空气影响,北京630 m高度上偏北风增强,地面随后转为偏北风,污染物浓度迅速下降至优良水平。本次污染过程开始自北向南逐渐减弱消散。受上游传输影响,30日黄淮、江淮东部霾天气进一步加重。

6 热带气旋活动

12月,西北太平洋上有两个热带气旋生成(图8)。第26号台风启德(Kaitak)于12月14日在菲律宾东部近海海面上生成,强度为热带风暴。16日白天开始以10 km左右的速度向偏西方向移动,穿过菲律宾中部群岛后于18日20时进入我国南海

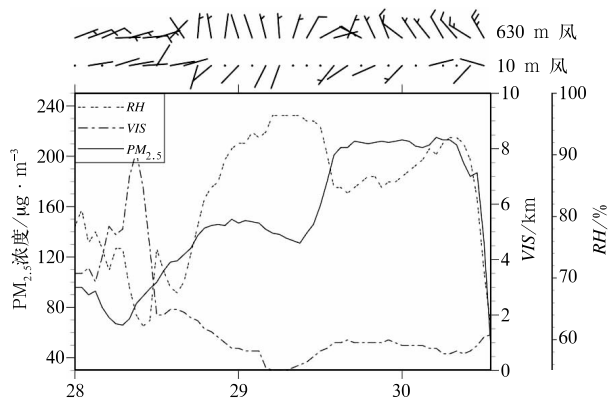


图7 2017年12月28—30日北京 $PM_{2.5}$ 浓度、能见度(VIS)、相对湿度(RH)、风(630 m高度和10 m高度)的变化

Fig. 7 Variation of $PM_{2.5}$, visibility, relative humidity (RH) and wind (at 630 m and 10 m heights) of Beijing in 28—30 December 2017

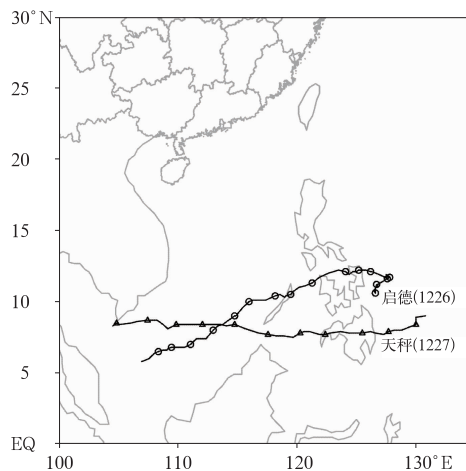


图8 2017年12月生成的台风路径分布

Fig. 8 Tracks of tropical cyclones in December 2017

东南部海域,并转向西偏南方向移动。18日夜間至21日白天,受较强冷空气和台风启德的共同影响,台湾海峡、台湾东南洋面、巴士海峡、南海东北部海域、南海中部和南部海域出现8~9级、阵风10~11级的东北风。22日凌晨减弱为热带低压,8时中央气象台对台风启德停止编号。第27号台风天秤(Tembin)与12月21日在菲律宾马尼拉东偏南海域生成,21日14时加强为强热带风暴。台风天秤于22日凌晨在菲律宾棉兰老岛登陆,22日23时移入苏禄海,24日凌晨移入我国南海海域,并加强为台风级。23—25日白天,受台风天秤和冷空气共同影响,南海南部出现8~10级大风,台风中心经过的附近海域风力11~13级、阵风14~15级。台风天秤于25日11时在越南南部海面减弱为强热带风暴,并于25日傍晚减弱为热带风暴,于26日上午在越南南部近海减弱为热带低压。中央气象台于26日下午2时对台风天秤停止编号。

致谢:感谢国家气象中心张永恒提供11月降水和温度数据,感谢中国气象局环境气象中心谢超提供相关图形产品。

参考文献

- 国家气候中心,2017. 2017年12月中国气候影响评价[R].
- 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.
- 李明,花丛,马学款,2016. 2015年12月大气环流和天气分析[J]. 气象,42(3):382-388.
- 饶晓琴,马学款,黄威,2015. 2014年12月大气环流和天气分析[J]. 气象,41(3):380-387.