

赖芬芬, 马学款. 2014. 2014 年 1 月大气环流和天气分析. 气象, 40(4): 515-520.

2014 年 1 月大气环流和天气分析^{*}

赖芬芬 马学款

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2014 年 1 月大气环流主要特征如下: 北半球极涡呈偶极型分布, 位置较常年同期明显偏南; 欧亚中高纬环流经向度较小; 南支槽平均位置位于 70°E 附近, 位置较常年同期明显偏西; 同时, 西太平洋副热带高压较常年同期略偏弱。1 月, 全国平均降水量为 6.2 mm, 较常年同期 (13.2 mm) 偏少 53.0%。全国平均气温为 -3.4℃, 较常年同期 (-5.0℃) 偏高 1.6℃。月内, 我国出现 1 次主要冷空气过程和 4 次主要降水过程。北方冬麦区降水偏少, 气象干旱持续; 中东部地区出现大范围雾或霾天气; 南方地区出现低温雨雪天气。

关键词: 大气环流, 冷空气, 低温雨雪, 雾霾

中图分类号: P458

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2014.04.015

Analysis of the January 2014 Atmospheric Circulation and Weather

LAI Fenfen MA Xuekuan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general circulation of atmosphere in January 2014. There are two polar vortex centers in the Northern Hemisphere located more southward than normal years. The circulation presents latitudinal patterns in middle-high latitudes. The south branch trough is averagely located near 70°E, being more westward than normal years. Besides, the subtropical high is a little weaker than normal years. The monthly mean precipitation is 6.2 mm, 53.0% less than the normal (13.2 mm). The monthly mean temperature is -3.4℃, 1.6℃ higher than the normal (-5.0℃). There is one cold air process nationwide and four rainfall processes in the month. Lack of rainfall has caused meteorological drought in the northern winter wheat region. Meanwhile, large-scale fog and haze weather appear in the central and the east of China. Moreover, cryogenic snow weather hit the south of China.

Key words: atmospheric circulation, cold air, cryogenic snow weather, fog and haze

引 言

2014 年 1 月, 北半球极涡呈偶极型分布, 位置较常年同期明显偏南; 欧亚中高纬环流经向度较小, 冷空气势力较弱, 全国大部地区平均气温持续偏高。南支槽平均位置位于 70°E 附近, 位置较常年同期明显偏西; 同时, 副热带高压 (以下简称副高) 较常年同

期略偏弱, 中东部大部地区平均降水量较常年同期明显偏少。月内, 新疆北部出现了两次强降雪过程, 部分地区出现暴雪到大暴雪; 北方冬麦区降水偏少, 气象干旱持续; 南方地区出现低温雨雪天气; 由于冷空气势力较弱, 中东部地区雾或霾天气频发, 与常年同期相比, 我国中东部大部地区霾日数偏多 10 d 以上 (国家气候中心, 2014)。

* 2014 年 2 月 24 日收稿; 2014 年 3 月 3 日收修定稿

第一作者: 赖芬芬, 主要从事天气预报工作. Email: lffn2005@163.com

1 天气概况

1.1 降水

2014 年 1 月,全国平均降水量为 6.2 mm,较常年同期(13.2 mm)偏少 53.0%,为 1987 年来历史同期最小值(国家气候中心,2014)。除江南、江淮、江汉大部以及重庆、贵州东部和北部、广西北部、新疆北部等地降水量在 10~50 mm,局地超过 50 mm 外,全国其余大部地区不足 10 mm,其中华北、西北大部及内蒙古中西部、山东西部、河南北部、西藏中部和北部、广东大部、海南北部等地基本无降水(图 1)。

与常年同期相比,除新疆北部、内蒙古东北部及黑龙江、辽宁、四川、重庆等地的局部地区的降水较常年同期偏多 5 成至 2 倍外,全国其余大部地区普遍偏少 5~8 成,其中西北大部、华北大部、黄淮北部、华南大部及江西南部、云南西部、内蒙古中西部、西藏中南部等地偏少 8 成以上(图 2)。月内,华南

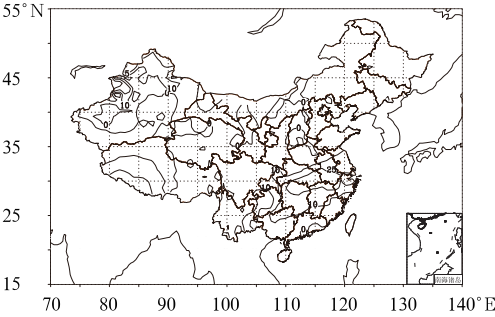


图 1 2014 年 1 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation in China in January 2014 (unit: mm)

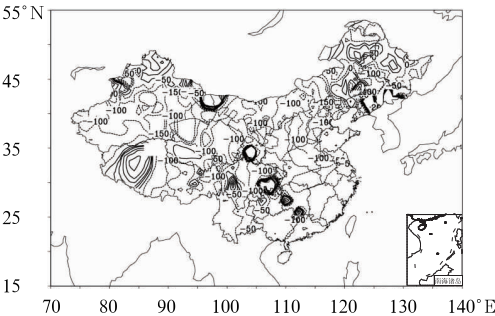


图 2 2014 年 1 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in January 2014 (unit: %)

地区平均降水量仅 3.7 mm,较常年同期(44.3 mm)偏少 91.6%,为 1951 年来历史同期最少(国家气候中心,2014)。

1.2 气温

2014 年 1 月,全国平均气温为-3.4℃,较常年同期(-5.0℃)偏高 1.6℃,仅低于 2002 年(-3.2℃),是 1961 年以来历史同期第二高值(国家气候中心,2014)。除黑龙江大部、海南南部等地气温偏低 1~2℃,局地偏低 2℃以上外,全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高,其中华北、东北地区南部、西北地区东北部、黄淮、江淮、江汉大部及内蒙古大部、湖南、江西西北部、贵州中东部等地气温偏高 2~5℃,内蒙古局地偏高 5℃以上(图 3)。

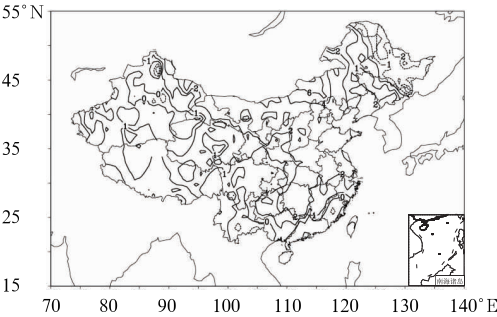


图 3 2014 年 1 月全国平均气温距平分布(单位:℃)
Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in January 2014 (unit: ℃)

2 环流特征和演变

2014 年 1 月北半球环流形势较之 2013 年 12 月有明显调整(吕梦瑶等,2014)。图 4 给出了 2014 年 1 月 500 hPa 平均位势高度及距平场,本月北半球环流形势有以下主要特点。

2.1 环流特征

北半球极涡呈偶极型分布,东、西半球极涡分别位于欧亚大陆东北部、加拿大北部,极涡中心值均低于 504 dagpm(图 4a)。西西伯利亚、中西伯利亚以及远东地区为明显的负距平,负距平中心值达到-8 dagpm,表明东半球极涡位置较常年同期明显偏南,强度偏强(图 4b)。中高纬环流呈 5 波型,欧亚大陆有 3 个大槽,分别位于西欧、西西伯利亚西部

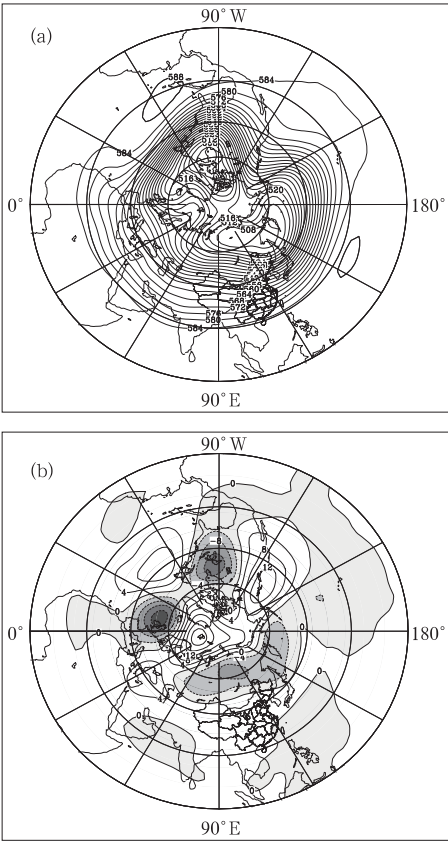


图 4 2014 年 1 月北半球 500 hPa 平均位势高度场(a)和距平场(b)(单位: dagpm)
Fig. 4 500 hPa geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in January 2014 (unit: dagpm)

和东亚,东亚大槽附近为 0~4 dagpm 的正距平区,表明东亚大槽较常年同期偏弱。此外,亚洲中高纬处于较平直西风环流控制,距平场上,高纬和中纬地区分别为负距平和正距平,表明亚洲锋区位置偏北,中高纬环流倾向度较常年偏小,不利于引导冷空气南下,从而月内冷空气活动较少、强度较弱,由此导致我国大部地区气温较常年同期偏高。西太平洋副高脊线位于 25°N 附近,西伸脊点位于 150°E 附近,强度较常年同期略偏弱。南支槽平均位置位于 70°E 附近,较常年同期(80°E)明显偏西,不利于水汽向我国输送,对应我国中东部大部地区降水较常年同期偏少的天气特征。

2.2 环流演变与我国天气

图 5 给出了 1 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流发展演变的 3 个时段的平均高度场。上旬(图 5a),欧亚大陆中西部受弱高压脊控制,西西伯

利亚北部至远东地区受低涡系统控制,低涡中心位于贝加尔湖北侧,强度达 504 dagpm,我国中东部地区处于西北气流的控制中,有利于引导冷空气东移南下影响我国,旬内出现一次全国范围中等强度冷空气过程。低纬地区,南支槽较为平直,南支锋区在我国南方地区表现为偏西气流,加之副高位置偏东,不利于水汽向南方地区的输送。

中旬(图 5b),欧洲西部和亚洲大陆北部受高压脊控制,其中欧洲西部高压脊北侧挪威海附近形成一阻塞高压,欧洲东部受低槽影响,并在乌拉尔山以西形成一切断低涡。欧亚中高纬多槽脊活动,新疆北部和东北地区分别受低槽和低涡影响,多降雪天气。低纬地区,南支波动频繁东移,加强了来自孟加拉湾的暖湿气流向我国西南地区的输送,副高东退减弱,不利于西太平洋向江南和华南的水汽输送,因此,西南地区降水较上月有所增加,江南和华南降水仍较常年同期偏少。由于中旬我国中东部上空处于弱脊或平直西风带中,无明显槽脊活动,且海平面气压梯度力小,地面风速较小,在静稳天气形势下,大气水平和垂直扩散能力均较弱,故旬内我国中东

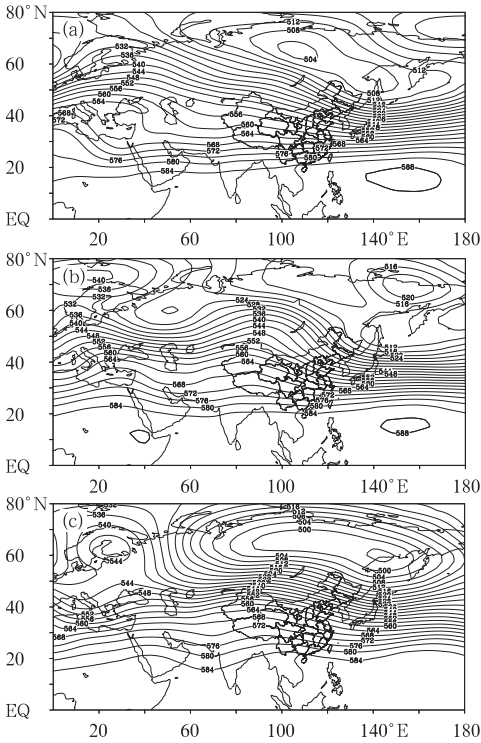


图 5 2014 年 1 月欧亚 500 hPa 上(a)、中(b)、下(c)旬平均位势高度(单位: dagpm)
Fig. 5 Eurasia 500 hPa geopotential height (unit: dagpm) averaged over the 1st (a), 2nd (b) and last (c) dekad of January 2014

部地区出现大范围的雾和霾天气。

下旬(图5c),欧洲西部高压脊与挪威海附近阻塞高压合并,在欧洲中北部形成稳定强大的阻塞高压,与中旬相比,阻塞高压东移南压,范围增大,强度增强。同时,亚洲大陆高纬地区受宽广的低涡系统控制,低涡中心位于鄂霍茨克海北侧,低涡中心值达496 dagpm。新疆北部、内蒙古东北部和东北地区北部分别受东移低槽、低涡影响,多降雪天气。由于低涡系统位置偏北,我国大部地区受弱高压脊控制,冷空气活动较弱,旬内温度距平较常年同期明显偏高。低纬地区,南支槽不活跃,加之副高继续减弱,我国南方地区水汽输送较弱,降水持续偏少。

3 冷空气活动

从西风指数的演变(图6)可以看到,1月1—10日,西风指数逐渐减小,11—25日,西风指数逐渐增大,其中,7—17日,西风指数较常年同期偏小,18日开始西风指数较常年同期明显偏大,表明7—17日欧亚中高纬地区环流以经向型为主,1月全国范围的冷空气过程主要有一次,发生在7—11日,是一次全国范围中等强度的冷空气;18—31日欧亚中高纬地区环流以纬向型为主,冷空气活动较少,强度较弱,因此我国中东部大部地区气温较常年同期明显偏高(李勇,2012)。7—11日,全国大部地区气温普遍下降4~8℃,其中内蒙古东部、东北地区和华北西南部局地降温达10~12℃;在冷空气过程中,长江中下游及以北地区先后出现4~6级偏北风,东部和南部海区有6~8级、阵风9级的大风。伴随此次冷空气东移南下以及后期弱冷空气向南方地区的渗透,我国中东部地区出现了一次明显的雨雪天气过程。

根据天气形势的演变特点,此次冷空气过程为低槽东移型(朱乾根等,2007)。7—11日,中西伯利亚北部至远东地区受一强大的低涡系统控制,低涡在缓慢东移过程中逐渐增强,低涡南部高空槽随之东移发展(图略)。7日,低涡中心位于中西伯利亚北部,低涡南侧贝加尔湖附近存在一个-48℃的冷中心,温度槽落后于高度槽;地面气压场上1025 hPa线位于华北地区南部和西北地区东南部;850 hPa等压面上,我国长江以北地区受偏北风控制,在江淮、江汉地区存在明显的切变线,且长江以北地区均为冷平流区,其中西北地区东北部、内蒙古、东北、华北以及西南地区东部冷平流达 $-5 \times 10^{-5} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

s^{-1} ,冷平流最大值位于内蒙古与吉林交界处,中心值达 $-20 \times 10^{-5} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$ (图7);8—9日,低涡东移过程中范围扩大,并转为西北—东南方向分布,同时,500 hPa等压面上-48℃冷中心范围扩大,位置逐渐与低涡中心重合,此时东亚大槽生成,我国中东部大部受槽后西北气流控制;地面气压场上,1025 hPa线迅速南压至江南东部和华南北部;850 hPa等压面上,我国中东部大部地区均受偏北风控制,且为冷平流区,其中8日华北中东部、黄淮、江淮、江汉、江南以及华南北部冷平流达 $-5 \times 10^{-5} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$,冷平流最大值已东移出海(图略)。10—11日,东亚大槽东移出海,我国中东部大部气流较为平直,此次冷空气过程趋于减弱结束。

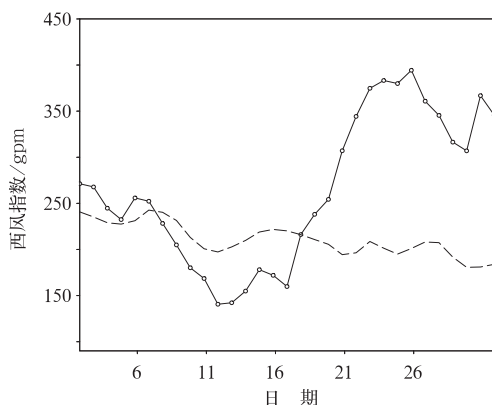


图6 2014年1月逐日(实线)及1981—2010年气候态(虚线)西风指数时间序列(单位:gpm)

Fig. 6 Time series of westerly index in January 2014 (solid line) and the climatic average westerly index (1981-2010, dashed line) (unit: gpm)

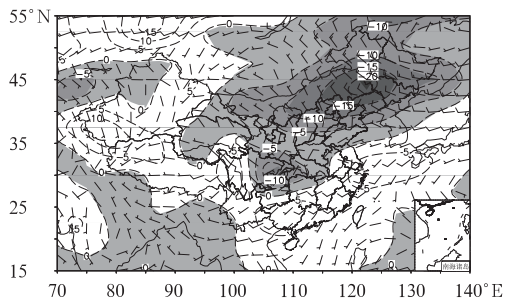


图7 2014年1月7日850 hPa等压面上温度平流(等值线,阴影区表示温度平流为负,单位: $10^{-5} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$)和风场(矢量,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 7 850 hPa temperature advection (contour, and the shaded represents the cold advection, unit: $10^{-5} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$) and wind field (vector, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) on 7 January 2014

4 主要降水过程

4.1 概况

2014 年 1 月,我国的主要降水过程有 4 次(表 1)。值得关注的是 10—13 日北方弱冷空气南下,南支槽东移,配合低层切变线和滇黔静止锋,造成我国南方地区出现低温雨雪天气过程。

表 1 2014 年 1 月主要降水过程
Table 1 Main precipitation processes in January 2014

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
6—8 日	高空槽、低层切变线、低空急流	黄淮南部、江淮、江汉、西南地区东部、华南、江南出现小到中雨,局地大雨
10—13 日	南支槽、低层切变线、滇黔静止锋	西南地区东部、江汉、江南、华南西部出现小到中雨,其中四川南部、云南中东部、贵州西北部、湖北西北部等地出现冻雨、雨夹雪或降雪
19—21 日	高空冷涡、低涡切变线、低空急流	东北地区中南部出现小到中雪,局地大雪或暴雪
29—31 日	高空槽、低层切变线、低空急流	新疆北部、东北地区中北部出现小到中雪,局地大雪或暴雪

降温幅度普遍在 5~8℃,其中广西大部、云南东部、贵州南部等地达 8~12℃,云南、贵州局地超过 12℃(国家气候中心,2014)。

10 日 08 时,在 500 hPa 等压面上,鄂霍茨克海附近地区存在一个大的低涡系统,巴尔喀什湖北部存在弱的高压脊,40°N 附近的中纬度锋区上有短波槽脊活动。11—13 日,鄂霍茨克海附近低涡系统稳定维持,其后部有持续不断的冷空气向南侵袭。另一方面,南支槽也逐渐加强,南支锋区上多短波活动。南支槽前 850 hPa 上的西南暖湿气流也异常强

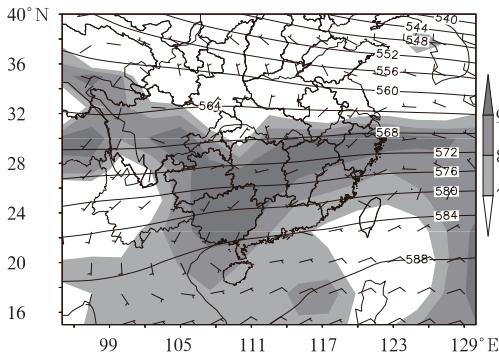
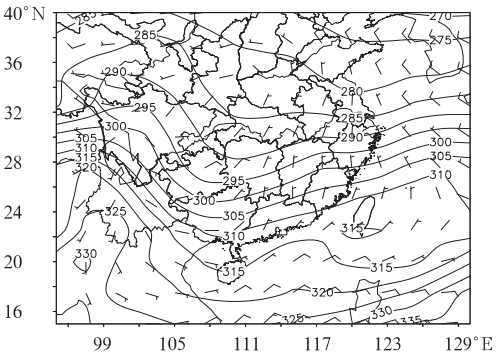


图 8 2014 年 1 月 11 日 500 hPa 位势高度场(等值线,单位:dagpm)、850 hPa 风场(矢量,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和 850 hPa 相对湿度场(阴影,单位:%)
Fig. 8 The 500 hPa geopotential height (contour, unit: dagpm), 850 hPa wind field (vector, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and 850 hPa relative humidity (shaded, unit: %) on 11 January 2014

4.2 1 月 10—13 日我国南方地区低温雨雪天气过程分析

1 月 6—13 日,我国江淮、江汉、江南、华南北部和西南地区东部等地出现低温雨雪天气,上述大部地区累计降水量有 10~30 mm,局地超过 30 mm。前期主要以降雨为主;10—13 日,四川南部、云南中东部、贵州西北部、湖北西北部等地出现冻雨、雨夹雪或降雪。伴随雨雪天气,南方地区出现明显降温,

盛,广西中东部出现了最大风速中心超过 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的低空急流。南风气流控制下的华南、江南南部持续增温增湿,850 hPa 相对湿度在 70% 以上(图 8)。随着冷空气的南下,江南南部、华南北部的低空锋区显著增强,滇黔静止锋稳定维持,西南地区东部自东向西出现 $-6 \sim -2^\circ\text{C}$ 的地面 24 h 变温,出现最大地面 24 h 变温后的地区仍维持低温。从假相当位温图上(图 9)上可以清晰地看到在江南地区有一个梯度大值区,位温值在 295~310 K 之间。可见,无论是动力还是热力条件均有利于我国南方地区出现降水(关月等,2013)。



5 雾霾天气

5.1 概况

2014年1月,我国中东部大部地区出现雾或霾天气,全国平均雾日2.2 d,较常年同期(2.0 d)略偏多;全国平均霾日11.7 d,较常年同期明显偏多。华北东南部、黄淮大部、江淮大部、江南东北部、四川盆地及湖北东部等地雾日数为5~10 d,其中重庆中部、江苏中部部分地区超过10 d。与常年同期相比,黄淮大部、江淮大部以及重庆等地雾日数偏多3~5 d,其中江淮东部以及重庆中部等地偏多5 d以上;全国其余大部地区接近常年或偏少。我国中东部大部地区霾日数在10 d以上,其中黄淮大部、江淮东部、江南中东部以及河北西部、山西南部、北京、广西东部等地超过20 d。与常年同期相比,我国中东部大部地区霾日数偏多10 d以上(国家气候中心,2014)。

5.2 1月13—19日中东部地区大范围雾霾天气过程分析

1月13—19日,我国中东部大部地区出现了一次持续时间长,影响范围广且强度强的雾霾天气过程。1月13—19日,我国华北中南部、黄淮、江淮、江汉、西南地区东部、江南和华南出现大雾,其中华北南部、西南地区东部、江南南部和华南北部局地出现能见度不足500 m的浓雾。此外,1月16—19日,我国西北地区东部、华北、黄淮、江淮、江汉、西南地区东部和江南北部出现中度霾,局地重度霾。

从这次雾霾天气过程500 hPa环流形势来看(图略),1月13—19日,乌拉尔山附近的切断低涡在缓慢东移过程中逐渐加强;来自拉普捷夫海的低涡冷空气较频繁,但强度较弱,影响范围偏北,当其南下至中西伯利亚地区时就迅速减弱成短波槽东移;同时,鄂霍茨克海一带受低值系统控制,乌拉尔山附近切断低涡至鄂霍茨克海附近低涡间的环流较为平直,我国新疆北部、内蒙古和东北地区多短波槽脊活动。我国中东部上空处于弱脊或平直西风带中,无明显槽脊活动,副高呈块状分布,西伸脊点位于160°E附近,南支锋区较为平直,且除东南沿海地区外,全国均为500 hPa位势高度正距平区。地面高压主体位于贝加尔湖西南侧,冷空气活动较弱,我

国中东部大部地区位于冷高压前部的均压场中,气压梯度较小(图略)。环流形势有利于雾霾天气的发生和维持。

1月13—19日,四川东部、重庆南部及贵州西部地面2 m相对湿度在70%以上,以雾为主;江南和华南地面2 m相对湿度由70%以下转为40%以下,PM_{2.5}浓度逐步上升,由雾转霾;华北西部和北部、黄淮、江淮和江汉地区地面2 m相对湿度在60%以下,PM_{2.5}浓度一般在100~150 μg·m⁻³,局地在250 μg·m⁻³以上,以霾为主。此外,我国中东部大部地区混合层高度多在1.2 km以下,加上近地层风速维持0~2 m·s⁻¹(图10),地面水平通风系数小,综合垂直交换系数为-9~-3。综合以上分析,在静稳天气形势下,大气水平和垂直扩散能力均较弱,13—19日我国中东部地区出现大范围雾霾天气(关月,2013)。19日夜间,由于弱冷空气南下,我国长江以北地区综合垂直交换系数由负转正,大气扩散能力增强,雾霾天气自北向南逐渐减弱趋于消散。

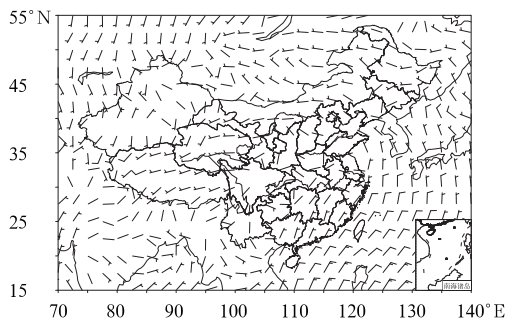


图10 2014年1月13—19日地面2 m风场
(单位:m·s⁻¹)

Fig. 10 Averaged wind field at 2 m height
(unit: m·s⁻¹) from 13 to 19 January 2014

致谢:感谢国家气象中心杨琨提供的降水量、降水距平和温度距平资料。

参考文献

- 关月,何立富. 2013. 2013年1月大气环流和天气分析. 气象, 39(4): 531-536.
- 国家气候中心. 2014. 2014年1月中国气候影响评价.
- 李勇. 2012. 2012年1月大气环流和天气分析. 气象, 38(4): 495-500.
- 吕梦瑶,何立富. 2014. 2013年12月大气环流和天气分析. 气象, 40(3): 1-9.
- 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 2007. 天气学原理和方法(第四版). 北京:气象出版社, 266-296.