

王东阡, 崔童, 司东, 等. 2015. 2014/2015 年东亚冬季风活动特征及其可能成因分析. 气象, 41(7): 907-914.

2014/2015 年东亚冬季风活动特征 及其可能成因分析^{*}

王东阡 崔童 司东 邵颢 李清泉 孙丞虎

国家气候中心, 北京 100081

提 要: 2014/2015 年东亚冬季风强度较常年同期略偏弱, 季内冬季风强弱转换阶段性特征明显, 初冬强度偏强, 隆冬和后冬转为偏弱。受其影响, 冬季全国大部分地区气温较常年同期偏高, 但季内变化显著, 初冬冷、隆冬和后冬暖。进一步研究表明, 冬季风强度偏弱与 2014 年 9 月北极海冰范围偏大(去线性趋势)有关, 前期北极海冰偏大不利于西伯利亚高压偏强, 进而导致冬季风偏弱和冬季气温偏高。中部型厄尔尼诺(El Niño)和太平洋十年振荡(PDO)暖位相的配合是造成冬季风强度偏弱的另一个重要外强迫。PDO 位相在 El Niño 事件对东亚冬季风的影响中起调制作用, 赤道中太平洋暖海温有利于偏南风距平控制我国东部及东部沿海地区, 东亚冬季风强度偏弱, 当 PDO 暖位相和 El Niño 事件协同作用时, 东亚地区大气环流对 El Niño 事件的响应更加显著。东亚冬季风的季内变化则与大气对中部型 El Niño 事件的响应过程有关。

关键词: 东亚冬季风, ENSO, 太平洋十年振荡, 北极海冰

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2015. 07. 013

Features and Possible Causes for East Asian Winter Monsoon in 2014/2015

WANG Dongqian CUI Tong SI Dong SHAO Xie LI Qingquan SUN Chenghu

National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: The East Asian Winter Monsoon (EAWM) was weaker than normal during the 2014/2015 winter with a phase transition from strong to weak at the end of December 2014. A warmer winter was experienced in most areas of China due to the effect of weaker EAWM. In association with the phase transition of EAWM, a reverse of temperature anomalies over China occurred simultaneously with negative temperature anomalies in December 2014 and positive temperature anomalies in January and February 2015. Further study indicates that the weakening of EAWM is related to the extension of Arctic sea ice cover (without linear trend) in September 2014. The expanded sea ice coverage before winter restrains the development of Siberian high, leading to a weaker EAWM and a warmer winter over China. Besides, the combination of central Pacific El Niño and positive phase of PDO is also important in reducing the intensity of EAWM. The phase of PDO has an influence on the effect of El Niño on EAWM. Positive anomalies of SST over central Pacific is favorable for the negative anomalies of meridional wind over the east and eastern coast of China and a weak EAWM. El Niño event tends to exert stronger influence on the circulation over East Asia when the event is accompanied with a positive phase of PDO. The intraseasonal variation of EAWM is related to the response of atmosphere to El Niño event.

Key words: East Asian winter monsoon, ENSO, PDO, Arctic sea ice

^{*} 国家自然科学基金项目(41205042)、国家重大科学研究计划(2012CB955901)和中国气象局气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2015Z11)共同资助

2015 年 4 月 20 日收稿; 2015 年 5 月 27 日收修定稿

第一作者: 王东阡, 主要从事气候监测诊断工作. Email: wangdq@cma. gov. cn

引言

东亚冬季风是东亚季风系统的重要组成部分,其活动不仅对我国和东亚地区冬季天气气候特征具有重要影响,且通过大气遥相关等影响热带和热带外地区大尺度环流特征。研究表明,东亚冬季风强度与我国大部分地区冬季气温呈显著负相关,当东亚冬季风强度偏弱时,有利于我国出现暖冬,同时,东亚冬季风的发展演变也在一定程度上影响我国春季和夏季天气气候(Chang et al, 1982; 郭其蕴, 1994; 高辉, 2007; 孙丞虎等, 2012)。因此,有必要了解东亚冬季风的强度特征和发展变化情况。

2014/2015年冬季,东亚冬季风强度较常年同期略偏弱,这是在2007/2008年冬季至2012/2013年冬季连续6年强度偏强后,连续2年季风强度转弱。而2013/2014年冬季以来,东亚冬季风突然由强转弱。与之相对应,我国冬季平均气温 -2.3°C ,较常年同期(-3.4°C)偏高 1.1°C ,是1961年以来第四高年,继2013/2014年冬季连续2年出现暖冬(司东等, 2014)。季内,冬季风强弱转换阶段性特征明显,初冬强度偏强,隆冬和后冬转为偏弱。相应的,我国气温变化呈现初冬冷、隆冬和后冬暖特征,2014年12月,我国出现多次明显的冷空气过程,北方多地出现极端日降温事件,内蒙古、吉林两省(区)共有11站日降温幅度突破历史极值,东北局地遭受雪灾;而在2015年1和2月,全国平均气温较常年同期分别偏高 1.9°C 和 1.5°C ,全国出现4次大范围雾-霾过程(饶晓琴等, 2015; 尹姗等, 2015; 宫宇等, 2015)。由此可见,东亚冬季风强度变化与我国冬季天气气候异常有密切的联系,那么,影响东亚冬季风系统的主要外强迫因子是什么?造成东亚冬季风强度季内变化的原因又是什么?本文将针对上述问题加以分析,并试图给出初步的解释。

1 资料和方法

本文使用的主要资料包括:国家气象信息中心提供的1951年以来的中国2286站温度资料;美国气象环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)提供的NCEP/NCAR再分析数据集(Kalnay et al, 1996);美国国家海洋和大气管理局(NOAA)提供的ERSST V3海温数据集(Smith

et al, 2008)。本文使用的气候平均值为1981—2010年。

为表征东亚冬季风活动特征,本文还计算东亚冬季风强度指数(朱艳峰, 2008)和西伯利亚高压强度指数,具体定义为:

东亚冬季风(East Asian Winter Monsoon, EAWM)强度指数(I_{EAWM}):

$$I_{\text{EAWM}} = U500(25^{\circ} \sim 35^{\circ}\text{N}, 80^{\circ} \sim 120^{\circ}\text{E}) - U500(50^{\circ} \sim 60^{\circ}\text{N}, 80^{\circ} \sim 120^{\circ}\text{E})$$

西伯利亚高压(Siberian High, SH)强度指数(I_{SH}):

$$I_{\text{SH}} = \text{SLP}(40^{\circ} \sim 60^{\circ}\text{N}, 80^{\circ} \sim 120^{\circ}\text{E})$$

2 2014/2015年冬季东亚冬季风活动及其影响

2.1 东亚冬季风活动特征

从东亚冬季风强度演变的年代际特征上看,目前东亚冬季风处于偏强时期,2007/2008年冬季至2012/2013年冬季连续6年强度偏强。而2013/2014年冬季以来,东亚冬季风突然由强转弱,2014/2015年冬季, I_{EAWM} 为 -0.22 ,较常年同期略偏弱(图1)。季内,冬季风强度变化显著,初冬强度偏强,而隆冬和后冬主要表现为强度偏弱(图2)。

西伯利亚高压强度表现为与东亚冬季风一致的年代际变化特征,目前同样处于偏强的年代际背景下,但2014/2015年冬季,其强度指数为 -0.58 ,与东亚冬季风连续2年强度偏弱一致(图3)。逐日监测表明,西伯利亚高压基本表现出与冬季风一致的季内变化特征,前冬强度偏强,之后主要表现为强度偏弱,但在1月下旬至2月上旬出现一次阶段性强度增强(图4)。

2.2 我国冬季气温异常特征

受东亚冬季风强度和西伯利亚高压强度整体偏弱影响,2014/2015年冬季,全国平均气温 -2.3°C ,较常年同期(-3.4°C)偏高 1.1°C ,是1961年以来第四高年,与2002年并列,仅次于1999、2007和2009年(图5)。除西藏西部局部、青海南部局部及海南南部等地气温偏低 $0.5 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 外,全国其余大部分地区气温接近常年或偏高,其中内蒙古、华北东部、黄淮、华中、新疆北部、青海中东部等地偏高 $1 \sim$

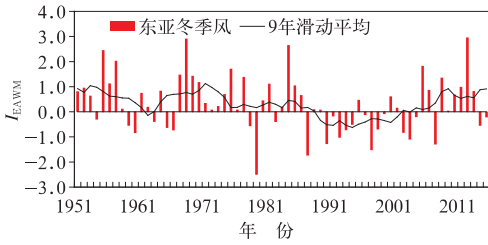


图 1 1951—2015 年标准化 I_{EAWM} 演变
Fig. 1 Variation of standardized I_{EAWM} over 1951—2015

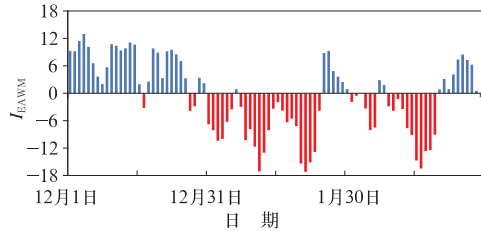


图 2 2014/2015 年冬季 I_{EAWM} 逐日演变
Fig. 2 Daily variation of the I_{EAWM} in DJF of 2014/2015

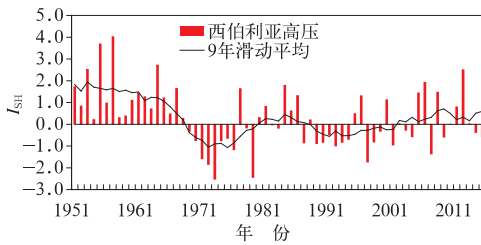


图 3 1951—2015 年标准化 I_{SH} 演变
Fig. 3 Variation of standardized I_{SH} over 1951—2015

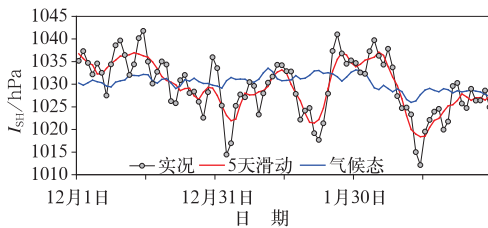


图 4 2014/2015 年冬季 I_{SH} 逐日演变
Fig. 4 Daily variation of the I_{SH} in DJF 2014/2015

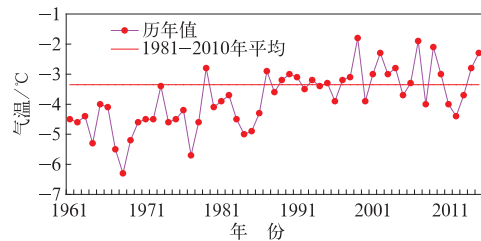


图 5 冬季全国平均气温历年变化
Fig. 5 Variation of seasonal surface temperature in winter for China

2℃,局部地区偏高 2℃以上(图 6)。季内,与冬季风强度变化相对应,我国气温阶段性变化显著,初冬冷、隆冬和后冬暖(图 7)。12 月 1—20 日,全国气温大部偏低,全国平均气温 -3.5℃,较常年同期偏低 1.0℃。12 月下旬以来,气温发生明显转折,全国大部分地区气温明显偏高(图 8)。2015 年 1 月全国平均气温较常年偏高达 1.9℃,是 1961 年来最高;2 月平均气温继续维持偏高特征,但较前期程度有所降低,达 1.5℃(图略)。

2.3 我国极端事件特征

2014/2015 年冬季,共有 14 次冷空气过程影响我国,较常年同期(11 次)偏多 3 次。全国共有 149 站发生极端日降温事件,主要分布在东北、华北、江淮、西北东部及西南西部等地,其中 26 站的日降温

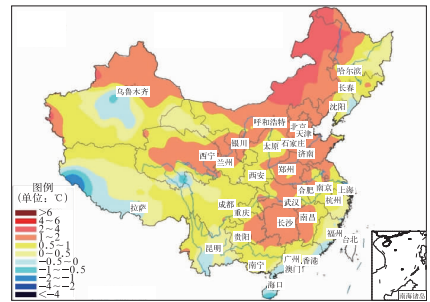


图 6 2014/2015 年冬季全国平均气温距平(单位:℃)分布

Fig. 6 Surface temperature anomalies of China in DJF 2014/2015 (unit: °C)

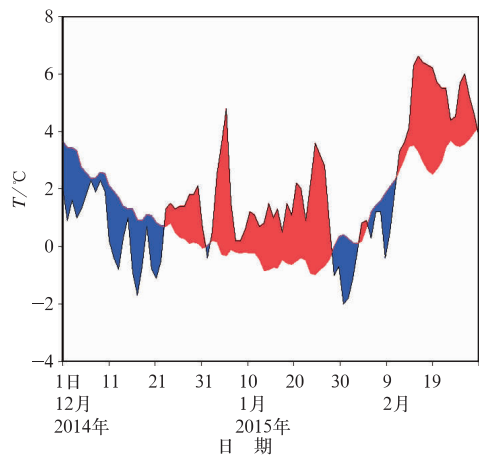


图 7 2014/2015 年冬季全国平均气温距平逐日演变

Fig. 7 Daily variation of surface temperature anomalies of China in DJF 2014/2015

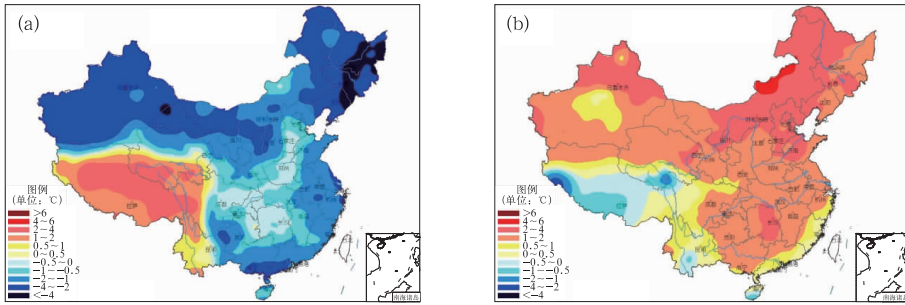


图8 全国平均气温距平(单位: °C)分布

(a) 2014年12月1—20日平均, (b) 2014年12月21日至2015年2月28日平均

Fig. 8 Surface temperature anomalies of China (unit: °C)

(a) 1—20 December 2014, (b) 21 December 2014 to 28 February 2015

幅度突破历史纪录(图9)。全国共64站发生极端连续降温事件,主要分布于东北、华北东部、西南地区西南部及青藏高原等地,其中11站的连续降温幅度达到或突破历史极值(图10)。

3 东亚冬季风偏弱的可能原因

3.1 北极海冰

研究表明,前期北极海冰的多少会直接影响北极地区冬季的热力状况,并通过大气的正、负反馈作用影响中低纬大气环流(Honda et al, 1999; 2009; Alexander et al, 2004; Screen et al, 2010; Kumar et al, 2010)。当北极海冰范围偏大时,不利于欧亚地区中高纬异常阻塞环流的建立,进而造成欧亚中高纬西风环流相对平直,不利于西伯利亚高压的偏强(Wu et al, 2011)。王东阡等(2013)和司东等(2014)的研究也发现,9月北极海冰范围与冬季欧洲东部到西伯利亚地区的海平面气压(sea level pressure, SLP)为显著的负相关关系,2012年9月海冰范围的偏小和2013年9月海冰范围的偏大(非线性趋势)是导致2012/2013年冬季风强度偏强和2013/2014年冬季风偏弱的重要原因之一。去除线性趋势的9月海冰范围年际变化与东亚冬季风强度同样呈显著的负相关关系,相关系数为-0.42。2014年9月,北极海冰范围与2013年9月基本持平,均较常年同期偏大(图11),前期偏大的北极海冰有利于加大极区与欧亚大陆中纬度地区的温度梯度,进而导致副热带西风急流偏强和东亚冬季风偏弱。

3.2 太平洋海温

2014年1月,太平洋十年振荡(Pacific Decadal Oscillation, PDO)由负位相转为正位相;5月以来,

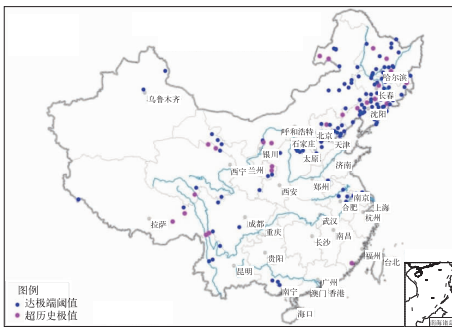


图9 2014/2015年冬季全国极端日降温事件站点分布

Fig. 9 Distribution of extreme daily temperature drop (DTD) in DJF 2014/2015

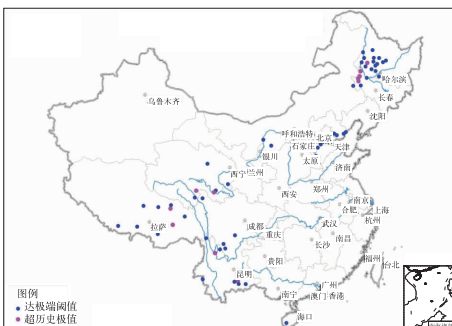


图10 2014/2015年冬季全国极端连续降温事件站点分布

Fig. 10 Distribution of extreme consecutive temperature drop (CTD) in DJF 2014/2015

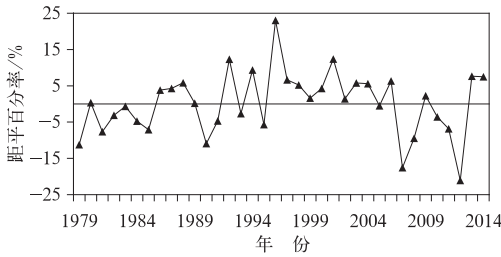


图 11 1979—2014 年去除线性趋势后的 9 月北半球海冰范围距平百分率逐年演变

Fig. 11 Annual variation of percentage detrended index of the September Arctic sea ice extent anomalies over 1979—2014

赤道中东太平洋海温迅速上升导致 ENSO 中性状态结束并进入暖水状态;至 10 月, Nino Z 区海表温度距平指数连续 6 个月达到或超过 0.5°C , 达到厄尔尼诺(El Niño)事件标准, 一次新的 El Niño 事件形成。进入 2014/2015 年冬季以来, PDO 正位相显著发展加强, 而赤道东太平洋海表面温度距平有所下降, 赤道中太平洋地区海温距平持续上升, El Niño 事件由东部型向中部型发展。

前人研究表明, 东亚冬季风的年际变化与 ENSO 循环呈显著的反向变化关系, 在 El Niño 年冬季, 东亚大槽强度较常年同期偏弱, 不利于强冷空气南下, 东亚冬季风强度偏弱; 而拉尼娜(La Niña)年冬季则正好相反, 东亚大槽强度偏强, 有利于寒潮等强冷空气南下, 东亚冬季风偏强(Li, 1990; Webster et al, 1992; 陶诗言等, 1998; Chen et al, 2000; Lau et al, 2000; Wang et al, 2012; 王会军等, 2013; 伍红雨等, 2014)。而 PDO 作为影响太平洋及其周边地区气候年代际变化的强信号(Mantua et al,

1997; Zhang et al, 1997; 卢楚翰等, 2013), 其位相的演变对 ENSO 与东亚冬季风的关系有显著的调制作用。对比 PDO 暖位相与冷位相背景下 El Niño 事件持续期冬季 850 hPa 风场距平可以发现(图 12), 当 PDO 位于暖位相时(图 12a), 受赤道太平洋暖海温强迫, 赤道中太平洋地区对流活动旺盛, 沃克环流(Walker circulation)减弱, 距平反沃克环流的下沉支位于菲律宾海附近, 850 hPa 高度上菲律宾以东地区为反气旋控制, 其西北侧的偏南气流与南支槽前西南气流汇合, 偏南风距平控制我国东部及东部沿海大部分地区。而当 PDO 位于冷位相时(图 12b), 偏南风气流仅控制我国南海和华南沿海地区, 我国东部大部分尤其是长江以北地区为北风距平控制, 对应冬季风偏强和冬季气温偏低。上述分析表明, El Niño 事件对东亚冬季风的影响在一定程度上受到 PDO 位相的调制, 当 PDO 暖位相和 El Niño 事件协同作用时, 东亚地区大气环流对 El Niño 事件的响应更加显著, 这一结论与 Minobe 等(1999)和 Kim 等(2014)的研究结果一致。

上文分析显示, PDO 正位相和 El Niño 事件作为相对持续和稳定的外强迫因子, 有利于东亚冬季风强度持续偏弱。事实上, 2014/2015 年冬季东亚冬季风强度整体偏弱, 但存在显著的季节内变化, 在前冬偏强, 之后转为偏弱。进一步分析发现, 东亚冬季风强度的变化与大气对中部型 El Niño 事件的响应有较好的对应关系。从赤道地区向外长波辐射(outgoing long-wave radiation, OLR)时间-经度演变(图 13)可以看出, 2014 年 12 月 20 日之前, 赤道中太平洋 $140^{\circ}\text{E} \sim 180^{\circ}$ 区域对流活动不旺盛, 表明热带大气尚未对赤道中太平洋暖海温充分响应, 12 月

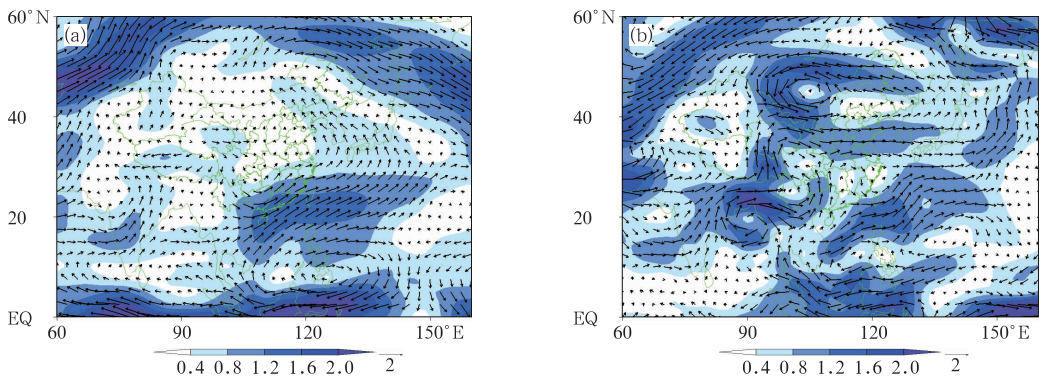


图 12 PDO 暖位相(a)及冷位相(b)时 El Niño 年冬季 850 hPa 距平风场合成

Fig. 12 Conditional composite maps of the DJF 850 hPa wind anomalies for the case of El Niño + Pos PDO (a) and El Niño + Neg PDO (b)

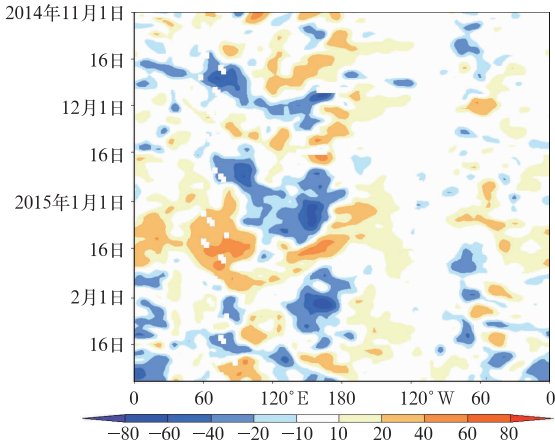


图 13 5°N~5°S 平均 OLR 时间-经度剖面(单位: $W \cdot m^{-2}$)

Fig. 13 Time-longitude section ($5^{\circ}S-5^{\circ}N$) of OLR anomalies (unit: $W \cdot m^{-2}$)

下旬之后,这一区域对流活动逐步发展加强,而在 $120^{\circ}E$ 以西区域对流活动受到抑制。与之相对应,在 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}N$ 平均的纬向环流距平逐月演变上也可以看出,12月,下沉气流控制 $140^{\circ}E$ 以东地区, $140^{\circ}E$ 以西地区为上升气流控制(图 14a),同时,南升北降的经向环流控制我国东部及东部沿海地区,对流层中低层为北风距平控制,东亚冬季风强度偏强(图 14d)。1月,受赤道中西太平洋对流活动增强影响, $140^{\circ}E$ 以东地区下沉气流转为上升气流, $140^{\circ}E$ 以西地区下沉气流减弱,表明热带大气已开始响应中部型 El Niño 强迫(图 14b)。至2月,东升西降的反沃克环流在低纬地区建立(图 14c),在我国东部及东部沿海地区,南降北升的异常经向环流发展(图 14f),南风距平控制对流层中低层,东亚冬季风表现为强度偏弱。

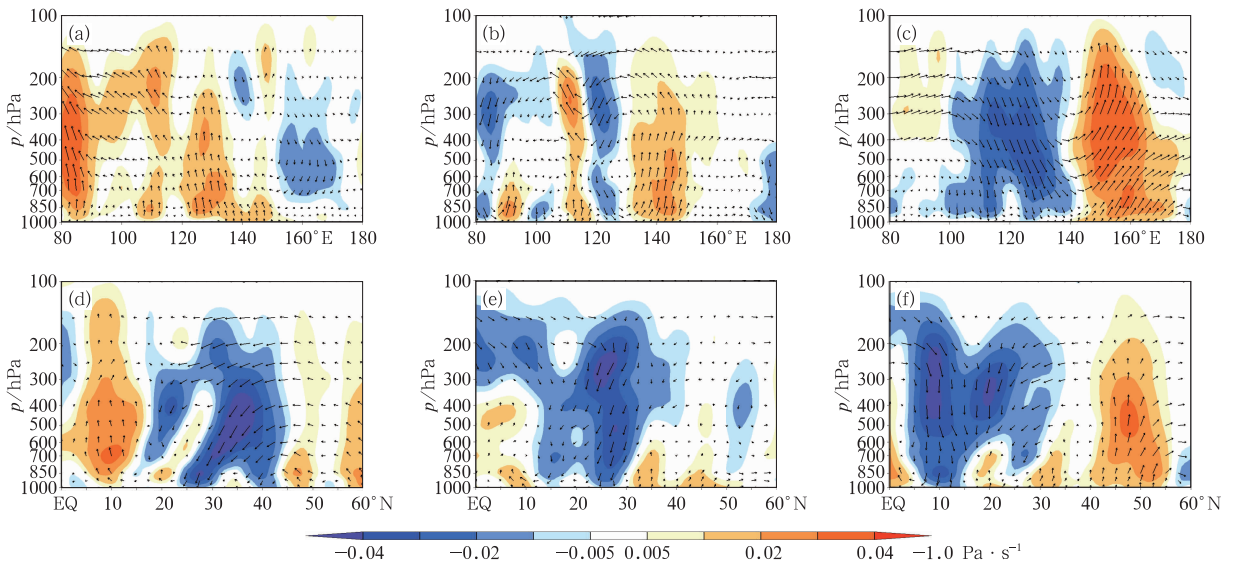


图 14 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}N$ 平均纬向环流时间-经度剖面(a, b, c, 单位: $m \cdot s^{-1}$)及 $115^{\circ} \sim 125^{\circ}E$ 平均经向环流时间-纬度剖面(d, e, f)(单位: $Pa \cdot s^{-1}$)

(a, d) 2014年12月, (b, e) 2015年1月, (c, f) 2015年2月

Fig. 14 Time-longitude section ($5^{\circ} \sim 20^{\circ}N$, unit: $m \cdot s^{-1}$) of zonal circulation anomalies (a, b, c) and time-latitude section ($5^{\circ} \sim 20^{\circ}N$, unit: $Pa \cdot s^{-1}$) of meridional circulation anomalies (d, e, f)

(a, d) December 2014, (b, e) January 2015, (c, f) February 2015

值得补充的是,东亚冬季风作为东亚地区冬季重要的环流系统,其强度的季节内变化并不只受低纬系统影响,2014/2015年冬季北极涛动(Arctic Oscillation, AO)正位相的发展加强(图略)也是造成冬季风在隆冬和后冬转弱的重要原因之一。

4 结论

(1) 2014/2015年冬季,东亚冬季风强度较常年同期略偏弱,季内冬季风强弱转换阶段性特征明

显,初冬强度偏强,隆冬和后冬转为偏弱。与之相对应,我国出现暖冬,全国大部分地区气温较常年同期偏高,全国平均气温 -2.3°C ,较常年同期(-3.4°C)偏高 1.1°C 。季内,我国气温阶段性变化显著,初冬冷、隆冬和后冬暖。

(2) 冬季风强度偏弱与2014年9月北极海冰范围偏大(去线性趋势)有关,前期北极海冰偏大不利于西伯利亚高压偏强,进而导致冬季风偏弱和冬季气温偏高。中部型 El Niño 和 PDO 暖位相的配合是造成冬季风强度偏弱的另一个重要外强迫。PDO 位相在 El Niño 事件对东亚冬季风的影响中起调制作用,赤道中太平洋暖海温有利于偏南风距平控制我国东部及东部沿海地区,东亚冬季风强度偏弱,而当 PDO 暖位相和 El Niño 事件协同作用时,东亚地区大气环流对 El Niño 事件的响应更加显著。

(3) 冬季风强度的季内变化可能与大气对中部型 El Niño 事件的响应过程有关。2014年12月,赤道中太平洋 $140^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}$ 区域对流活动不旺盛,表明热带大气尚未对赤道中太平洋暖海温充分响应,偏北风距平控制我国东部及东部沿海地区,冬季风强度偏强;进入2015年后, $140^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}$ 区域对流活动发展,东升西降的反沃克环流在低纬地区建立,在我国东部及东部沿海地区,南降北升的异常经向环流发展,南风距平控制对流层中低层,冬季风转为强度偏弱。

参考文献

高辉. 2007. 东亚冬季风指数及其对东亚大气环流异常的表现. 气象学报, 65(2): 272-279.

郭其蕴. 1994. 东亚冬季风的变化与中国气温异常的关系. 应用气象学报, 5(2): 218-224.

宫宇, 孙军. 2015. 2015年2月大气环流和天气分析. 气象, 41(5): 654-659.

饶晓琴, 马学款, 黄威. 2015. 2014年12月大气环流和天气分析. 气象, 41(3): 380-387.

司东, 李清泉, 柳艳菊, 等. 2014. 2013/2014年东亚冬季风异常偏弱的可能成因. 气象, 40(7): 891-897.

卢楚翰, 管兆勇, 李永华, 等. 2013. 太平洋年代际振荡与南北半球际大气质量振荡及东亚季风的联系. 地球物理学报, 56(4): 1084-1094.

孙丞虎, 任福民, 周兵, 等. 2012. 2011/2012年冬季我国异常地向特征及其可能成因分析. 气象, 38(7): 884-889.

陶诗言, 张庆云. 1998. 东亚冬夏季风对 ENSO 时间的响应. 大气科学, 22(4): 399-407.

王东阡, 周兵, 孙丞虎, 等. 2013. 2012/2013年东亚冬季风活动特征

及其可能成因分析. 气象, 39(7): 930-937.

王会军, 范可. 2013. 东亚季风近几十年来的主要变化特征. 大气科学, 37(2): 313-318.

伍红雨, 潘蔚娟, 王婷. 2014. 华南冬季气温异常与 ENSO 的关系. 气象, 40(10): 1230-1239.

尹姗, 何立富. 2015. 2015年1月大气环流和天气分析. 气象, 41(4): 503-509.

朱艳峰. 2008. 一个适用于描述中国大陆冬季气温变化的东亚冬季风指数. 气象学报, 66(5): 781-788.

Alexander M A, Bhatt U S, Walsh J E, et al. 2004. The atmospheric response to realistic sea ice anomalies in an AGCM during winter. J Climate, 17(5): 890-905.

Chang C P, Lun K M. 1982. Short term planetary scale interaction over the tropics and the mid-latitudes during northern winter. Part I: Contrast between active and inactive periods. Mon Wea Rev, 110(8): 933-946.

Chen W, Hans-F G, Huang R H. 2000. The inter-annual variability of East Asian winter monsoon and its relationship to the summer monsoon. Adv Atmos Sci, 17(1): 46-60.

Honda M, Inoue J, Yamane S. 2009. Influence of low Arctic sea-ice minima on anomalously cold Eurasian winters. Geophys Res Lett, 36(8): L08707. doi: 10.1029/2008GL037079.

Honda M, Yamazaki K, Nakamura H, et al. 1999. Dynamic and thermodynamic characteristics of atmospheric response to anomalous sea-ice extent in the Sea of Okhotsk. J Climate, 12(12): 3347-3358.

Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull Amer Meteor Soc, 77(3): 437-471.

Kim J W, Yeh S W, Chang E C. 2014. Combined effect of El Niño-Southern Oscillation and Pacific Decadal Oscillation on the East Asian winter monsoon. Climate Dyn, 42(3/4): 957-971.

Kumar A, Perlwitz J, Eischeid J, et al. 2010. Contribution of sea ice loss to Arctic amplification. Geophys Res Lett, 37(21): L21701. doi: 10.1029/2010GL045022.

Lau N C, Nath M J. 2000. Impact of ENSO on the variability of Asian-Australian monsoons as simulated in GCM experiments. J Climate, 13(24): 4287-4309.

Li C Y. 1990. Interaction between anomalous winter monsoon in East Asia and El Niño events. Adv Atmos Sci, 7(1): 36-46.

Mantua N J, Hare S R, Zhang Y, et al. 1997. A Pacific inter-decadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bull Amer Meteor Soc, 78(6): 1069-1079.

Minobe S, Mantua N J. 1999. Inter-decadal modulation of inter-annual atmospheric and oceanic variability over the North Pacific. Progress in Oceanography, 43(2/3/4): 163-192.

Screen J A, Simmonds I. 2010. The central role of diminishing sea ice in recent Arctic temperature amplification. Nature, 464(7293): 1334-1337.

Smith T M, Reynolds R W, Peterson T C, et al. 2008. Improvements to NOAA's historical merged land-ocean surface temper-

ature analysis (1880–2006). *J Climate*, 21(10):2283-2296.

Wang H J, He S P. 2012. Weakening relationship between East Asian Winter Monsoon and ENSO after mid-1970s. *Chin Sci Bull*, 57(27):3535-3540.

Webster P, Yang S. 1992. Monsoon and ENSO: Selectively interactive systems. *Quart J Roy Meteor Soc*, 118(507):877-926.

Wu B Y, Su J Z, Zhang R H. 2011. Effects of autumn-winter Arctic sea ice on winter Siberian High. *Chin Sci Bull*, 56(30):3220-3228.

Zhang Y, Wallace J M, Battisti D S. 1997. ENSO-like interdecadal variability: 1900–93. *J Climate*, 10(5):1004-1020.



《中国旅游业碳减排潜力及战略措施研究》

吴普 著

本书从全球气候变暖及我国节能减排面临的严峻形势入手,通过全球及我国旅游业发展态势的分析,再次重申旅游业是能耗与排放的主要领域之一的认识,提出旅游业对于气候变暖和节能减排具有关键作用。本书系统梳理了全球及我国旅游业能耗与排放的现状,并以海口这一以服务业、旅游业为经济支柱产业的省会城市为例,分析了其直接的能耗与排放。基于情景分析法,分析了旅游业关键领域(交通和酒店业)的减排潜力。系统地梳理了我国旅游业节能减排的重点工作和应对气候变化、节能减排的政策框架、战略措施。为提升知识性和可读性,本书还附带介绍了澳大利亚、国际相关组织和我国旅游行业在节能减排方面的一些具体做法和好的经验。

16 开 定价:38.00 元

《2014 年卫星遥感应用技术交流论文集》

杨军 主编

本书内容包括卫星资料在数值天气预报、暴雨、台风、降雪、中尺度天气分析、自然灾害监测等各领域的应用,卫星资料处理和产品开发等方面的技术总结和讨论。这些内容对进一步推动和提高我国卫星资料特别是风云卫星资料的应

用具有重要的指导意义。

16 开 定价:70.00 元

《未来地球亚洲战略研究计划(英文版)》

Michael Manton, 艾丽坤 等 主编

本计划是在“未来地球计划初步设计(Future Earth Initial Design)”的框架下着重讨论亚洲的可持续发展问题,从“动态亚洲”、“发展中的亚洲”以及“向可持续发展转变的亚洲”三个方面,阐述亚洲可持续发展研究的主要科学问题、研究方向与研究方法。本研究计划也是 MAIRS 与日本综合地球环境学研究所(RIHN)一起合作的成果。

16 开 定价:40.00 元

《特色农业气象试验研究》

谷晓平等 编著

本书以贵州省“两高”沿线为主要研究区域,以 10 种主要特色农作物为研究对象,包括水果(蓝莓、椪柑、葡萄、火龙果)、蔬菜(辣椒、番茄、西葫芦、小白菜、芥蓝)、花卉(菊花),聚集与总结了近几年研究成果,详细介绍“两高”沿线气候资源特征及蓝莓、椪柑、葡萄、火龙果、菊花、蔬菜的农业气象试验成果。

16 开 定价:75.00 元

气象出版社网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>, E-mail:qxcs@cma.gov.cn

发行部电话:(010)68406961/9198/9199/8042, 传真:62175925