

司东, 马丽娟, 王朋岭, 等. 2016. 2015/2016 年冬季北极涛动异常活动及其对我国气温的影响. 气象, 42(7):892-897.

# 2015/2016 年冬季北极涛动异常活动 及其对我国气温的影响<sup>\* 1</sup>

司 东<sup>1,2</sup> 马丽娟<sup>1</sup> 王朋岭<sup>1</sup> 王艳娇<sup>1</sup> 聂 羽<sup>1</sup> 孙 冷<sup>1</sup>

1 国家气候中心, 北京 100081

2 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心, 南京 210044

**提 要:** 2015/2016 年冬季, 北极涛动(AO)季内变化特征明显。2015 年 12 月, AO 处在正位相, 而到了 2016 年 1 月 AO 突然由正位相转为强负位相, 导致极区冷空气南下, 北半球和我国气温由暖转冷。AO 由正位相转为负位相主要与北大西洋强风暴活动有关。2015 年 12 月末, 北大西洋上空有一气旋式强风暴出现, 强风暴东侧西南气流将北大西洋上空大量的暖湿空气带向北极, 导致北极气温迅速升高。北极气温迅速升高使得极区的位势高度场由偏低转为偏高, 是导致 AO 由 12 月的正位相转为 1 月负位相的主要原因。

**关键词:** 北极涛动, 大西洋风暴, 强寒潮

**中图分类号:** P448

**文献标志码:** A

**doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2016.07.013

## Anomalous Activity of Arctic Oscillation in Winter 2015/2016 and Its Impact on Temperature in China

SI Dong<sup>1,2</sup> MA Lijuan<sup>1</sup> WANG Pengling<sup>1</sup> WANG Yanjiao<sup>1</sup> NIE Yu<sup>1</sup> SUN Leng<sup>1</sup>

1 National Climate Center, Beijing 100081

2 Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters,  
Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

**Abstract:** In winter 2015/2016, the Arctic Oscillation (AO) showed a remarkable subseasonal variation with the positive phase in December 2015 while strong negative phase in January 2016, which resulted in the southward invading of the super cold wave from the polar region to the mid-latitudes in the Northern Hemisphere. The temperature in the Northern Hemisphere including China changed from positive anomaly in December to negative anomaly in January. The phase transition of the AO from positive to negative was mainly associated with the North Atlantic storm activity. At the end of December 2015, a strong cyclonic storm appeared over the North Atlantic. This storm conveyed huge quantities of warm air into the polar region, which quickly warmed the Arctic up. The geopotential height anomaly over the Arctic region changed from negative in December 2015 to positive in January 2016, eventually leading to the transition of the AO from positive phase to negative phase.

**Key words:** Arctic Oscillation (AO), Atlantic storm, super cold wave

\* 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430202 和 2012CB955203)、国家自然科学基金项目(41405071 和 41130960)及公益性行业(气象)科研专项(GYHY201406001)共同资助

2016 年 3 月 18 日收稿; 2016 年 5 月 24 日收修定稿

第一作者: 司东, 主要从事气候诊断研究. Email: sidong@cma.gov.cn

## 引言

北极涛动(AO)是北半球中纬度和高纬度气压此消彼涨的一种跷跷板现象(Thompson et al, 1998)。AO处于负位相时,中纬度的低气压和高纬度的高气压都加强,从而使中纬度地区西风减弱,此时盛行经向环流,容易在对流层低层产生强的北风异常,将冷空气从较高的纬度输送到较低的纬度,导致中纬度地面气温降低。但当AO处于正位相时,环流特征正好相反。AO在冬季最活跃,夏季偏弱(范丽军等,2003)。Thompson等(2000)和龚道溢等(2003)研究发现AO与北美、欧亚地区中高纬度气温、降水密切相关。冬季AO对东亚冬季风(Gong et al, 2001)、气温(龚道溢等, 2003;王东阡等, 2013;司东等, 2014)有重要影响。

2015年12月,北半球大部地区以及东亚东北部和东南亚、澳大利亚南部、北美中西部和南美东部地区气温偏高。2016年1月,AO突然由正位相转为强负位相,北半球中高纬大气环流出现明显调整,经向度增加,冷空气大举南下,强寒潮影响整个北半球,导致北半球大部地区暖冷转换。北半球中纬度大部地区气温转为偏低,我国大部地区遭受强寒潮天气。此次强寒潮过程降温幅度大,影响范围广,我国多地最低气温跌破历史极值(江琪等, 2016)。因此,2015/2016年我国冬季气温异常可能与AO异常活动有着密切的联系。那么2015/2016年AO异常活动的原因是什么?本文将针对以上问题展开分析,并揭示其可能的成因。

## 1 资料

本文主要使用了国家气候中心的“气候系统监测—诊断—预测—评估系统”提供的资料和产品、1948—2016年美国环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)提供的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 水平分辨率的逐日大气再分析资料以及美国大气海洋管理局提供的ERSST海表温度资料。中国地区的气温、降水资料来源于中国气象局国家气象信息中心整编的中国地区台站观测气候数据集。本文使用的各要素的气候平均值为1981—2010年平均值。

## 2 2015/2016年冬季我国气温异常特征

### 2.1 冬季全国气温特征

冬季,全国平均气温为 $-3.1^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期( $-3.4^{\circ}\text{C}$ )偏高 $0.3^{\circ}\text{C}$ (图1)。从空间分布来看,全国大部地区气温接近常年同期或略偏高,其中新疆北部和西部局部、黑龙江北部局部和西藏西南部等地气温较常年同期偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ ;仅内蒙古中东部部分地区和华南南部局部等地气温偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ (图2)。冬季,我国气温变化显著,前冬暖、隆冬冷、后冬正常略偏暖。前冬(2015年12月),全国平均气温为 $-2.1^{\circ}\text{C}$ ,比常年同期( $-3.2^{\circ}\text{C}$ )偏高 $1.1^{\circ}\text{C}$ ,为近8年来最高。其中,全国明显偏暖,其中新疆北部、内蒙古西北部和东北部、山西北部、黑龙江西北部及辽宁中部地区气温偏高 $2^{\circ}\text{C}$ 以上(图3a)。隆冬(2016年1月),全国平均气温 $-5.3^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期( $-5.0^{\circ}\text{C}$ )偏低 $0.3^{\circ}\text{C}$ 。总体呈现北冷南暖分布,其

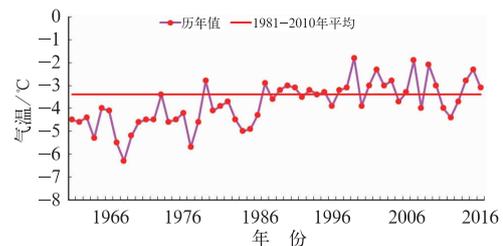


图1 1961—2016年冬季全国平均气温历年变化(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 1 Variation of the winter mean temperature over China during 1961—2016 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

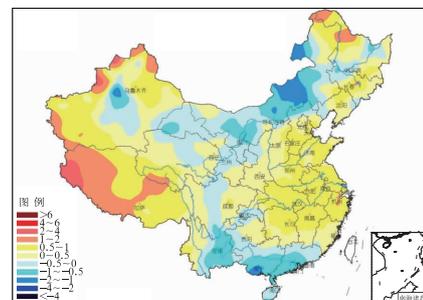


图2 2015/2016年冬季全国气温距平分布(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 2 Mean temperature anomalies of China in winter 2015/2016 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

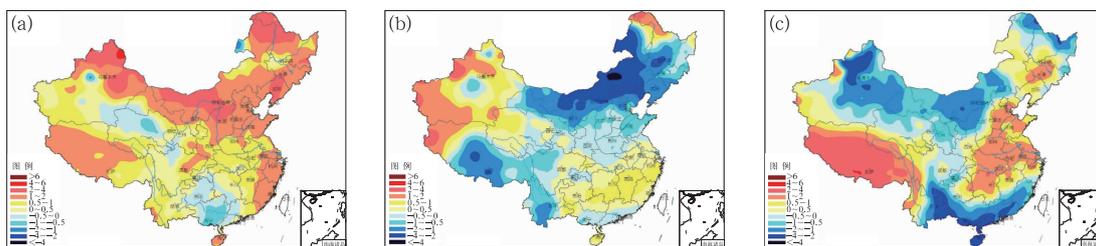


图 3 2015 年 12 月(a)、2016 年 1 月(b)和 2 月(c)全国气温距平分布(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 3 Mean temperature anomalies of China in (a) December 2015, (b) January 2016, (c) February 2016 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

中西藏中部局部、内蒙古中部、东北中西部和华北北部的部分地区偏低  $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ , 内蒙古中部局部偏低  $4^{\circ}\text{C}$  以上(图 3b)。空间上, 后冬(2 月), 全国平均气温  $-1.6^{\circ}\text{C}$ , 比常年同期( $-1.7^{\circ}\text{C}$ )偏高  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。除华南南部、西北大部和华北西部气温偏低外, 其余地区以偏暖为主(图 3c)。

## 2.2 1 月强寒潮影响我国

1 月, 气温阶段性变化显著(图 4)。上旬全国大部地区以偏暖为主, 中旬北方开始转冷, 而下旬大部地区转为明显偏冷(图 5)。1 月由暖转冷主要受到强寒潮过程的影响, 1 月中下旬我国自北向南陆续出现大风降温天气。其中 22—23 日, 强寒潮影响我国大部地区, 降温幅度大, 是入冬以来最强的过程, 西北地区大部、内蒙古中部、东北东部、华北、黄淮、华南、西南地区北部和东部等地过程降温  $6\sim 15^{\circ}\text{C}$ , 局地  $15^{\circ}\text{C}$  以上(图略)。

受寒潮活动影响, 1 月, 全国主要发生了极端低温、极端日降温、极端连续降温事件。全国共有 698 站发生了极端低温事件, 在全国 31 个省(市、区)均有分布, 其中内蒙古额尔古纳( $-46.8^{\circ}\text{C}$ )、山西汾西( $-20.6^{\circ}\text{C}$ )、福建屏南( $-10.7^{\circ}\text{C}$ )、四川广元( $-8.6^{\circ}\text{C}$ )

和云南屏边( $-1.9^{\circ}\text{C}$ )等 70 站日最低气温突破历史纪录; 57 站发生极端日降温事件, 主要分布在河北、山东、云南、海南等地, 降温幅度普遍在  $10^{\circ}\text{C}$  以上, 其中河北唐山(降温  $15.3^{\circ}\text{C}$ )和云南富源(降温  $13.7^{\circ}\text{C}$ )等 10 站日降温幅度突破历史纪录; 71 站发生极端连续降温事件, 主要分布在云南、海南等地, 降温幅度普遍在  $10^{\circ}\text{C}$  以上, 其中云南沾益(降温  $16.2^{\circ}\text{C}$ )和海南乐东(降温  $14.6^{\circ}\text{C}$ )等 22 站降温幅度突破历史纪录。

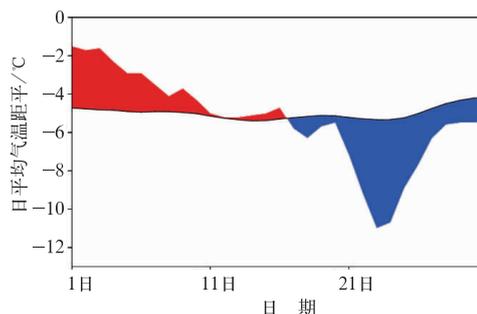


图 4 2016 年 1 月全国平均气温距平逐日变化

Fig. 4 Daily variation of temperature anomaly over China in January 2016

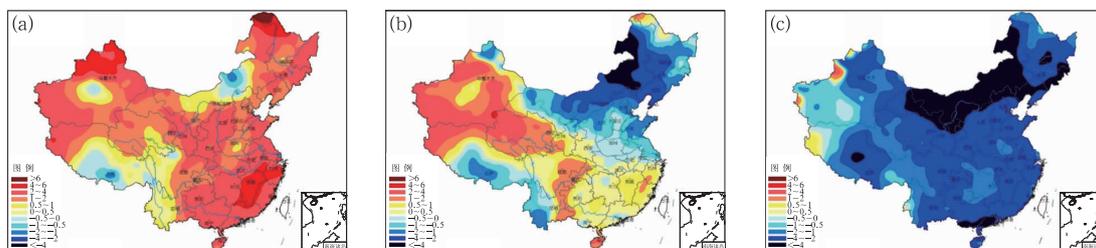


图 5 2016 年 1 月上旬(a)、中旬(b)以及下旬(c)全国气温距平分布(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 5 Mean temperature anomalies of China over (a) 1—10, (b) 11—20, and (c) 21—31 January 2016 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

### 3 2015/2016 年冬季 AO 异常活动特征

2015/2016 年冬季, 北极涛动指数为 0, 说明 2015/2016 年冬季北极涛动位相特征不明显(图 6)。

季内, AO 变化显著, 12 月 AO 处在明显正位相, 到了 1 月 AO 突然由正位相转为明显负位相, 1 月底 AO 由负位相逐渐转为正位相, 进入 2 月 AO 正位相减弱(图 7)。从 AO 的逐日演变中可以发现, 1 月 AO 处在负位相期间, 正好对应我国气温偏

低时期, 而 1 月中旬 AO 负位相达到最强之后强寒潮出现导致 1 月下旬全国低温出现。

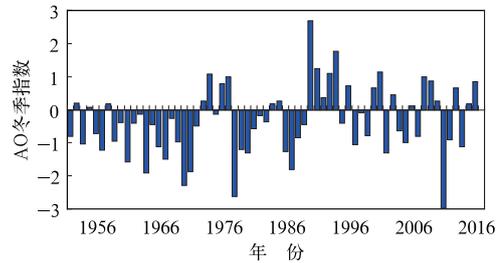


图 6 AO 冬季指数历年变化

Fig. 6 Annul variation of AO winter monsoon index

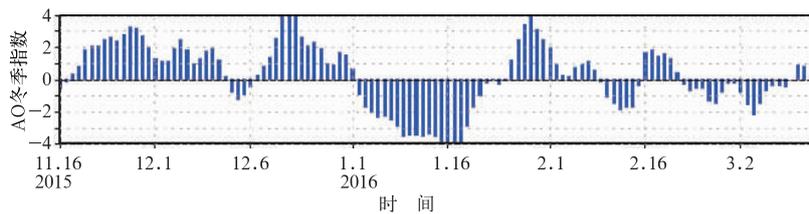


图 7 2015 年 11 月 16 日至 2016 年 3 月 13 日 AO 指数逐日演变

Fig. 7 Daily variation of AO index from 16 November 2015 to 13 March 2016

### 4 1 月 AO 突然转为负位相的可能成因

以上分析表明, 1 月 AO 突然由正转为强负位相, 是导致强寒潮影响北半球的主要原因。下面将分析 1 月 AO 突然转为负位相的可能成因。

由图 8 可见, 12 月末北大西洋上空为一个气旋式强风暴控制, 强风暴东侧西南气流将北大西洋上空大量的暖湿气流带向北极。随着暖空气的大量输入, 北极气温迅速升高。由图 9a 可见, 2015 年 12 月

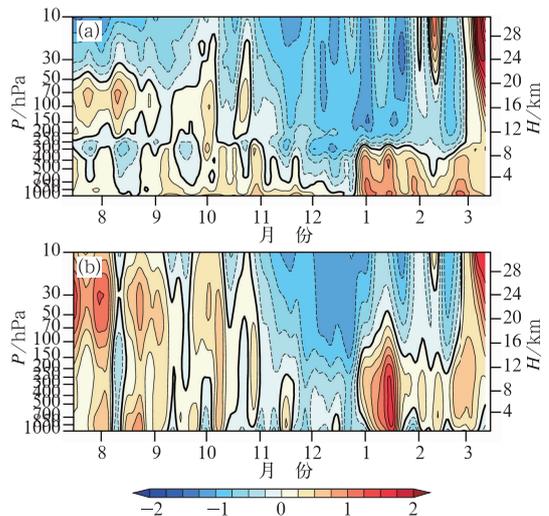


图 9 2015 年 8 月至 2016 年 3 月北半球高纬地区(65°~90°N)标准化

温度距平(a)及位势高度距平(b)的时间剖面

Fig. 9 Height-time section of standardized

temperature anomaly (a) and

geopotential height anomaly (b) over 65°-90°N

from August 2015 to March 2016

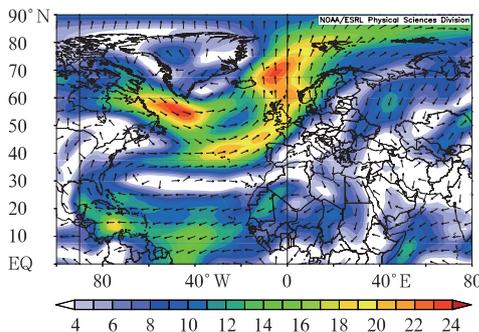


图 8 2015 年 12 月 28—31 日 925 hPa 平均风场(单位:  $m \cdot s^{-1}$ )

Fig. 8 Mean wind field at 925 hPa from 28 to 31 December 2015 (unit:  $m \cdot s^{-1}$ )

北极地区对流层气温偏低, 1 月, 受暖气流大量输入的影响, 北极地区气温迅速升温, 北极地区对流层气温由 12 月偏低转为明显偏高, 气温偏高普遍达 0.5~1.5℃。

由图 9b 可见,由于暖气流大量输入北极地区, 北极地区由 12 月的位势高度场偏低突然转为 1 月的偏高,导致 AO 由 12 月的正位相转为 1 月的负位相。从 1 月 500 hPa 位势高度场上可见(图 10), 北极地区位势高度场为正距平控制,而北半球中纬度地区总体为负距平控制,尤其是北美和东亚地区位势高度场偏低,高空槽偏强,有利于引导极区冷空气南下,导致强寒潮影响整个北半球,最终造成 2015/2016 年冬季北半球和我国暖冷转换的出现。

而强风暴的出现也与大尺度的海气环流背景密切相关。2015 年 12 月,大西洋的海温普遍偏高 0.5℃,其中西南部地区偏高 1~2℃(图 11),有利于强风暴的发生发展。与此同时,500 hPa 位势高度场上,北美—北大西洋—欧洲一带附近上空为“两脊

一槽”的环流形势,且强度偏强,而北大西洋正位于高空槽的影响下(图 12),为强风暴的发生发展提供了必要的动力条件,且在其槽前的偏南气流的引导下有利于强风暴向极地地区移动,最终导致巨大热量输入北极地区。

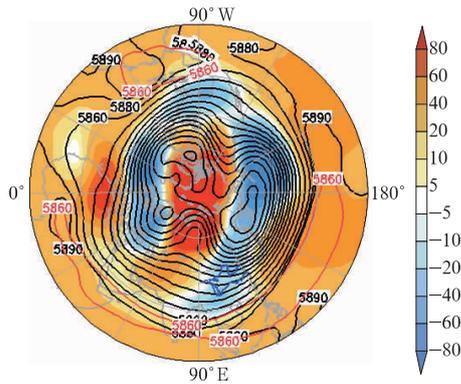


图 10 2016 年 1 月平均 500 hPa 位势高度(等值线,单位: gpm)和距平场(阴影区,单位: gpm)

Fig. 10 The 500 hPa mean geopotential height (contour, unit: gpm) and anomalies (shaded areas, unit: gpm) in January 2016

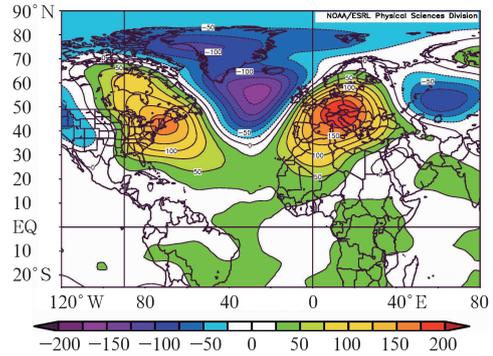


图 12 2015 年 12 月平均 500 hPa 位势高度距平场(单位: gpm)

Fig. 12 The 500 hPa mean geopotential anomalies in December 2015 (unit: gpm)

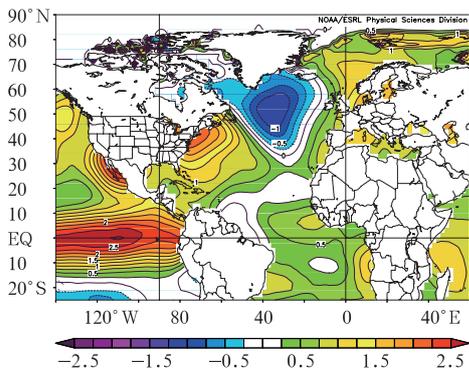


图 11 2015 年 12 月平均海表温度距平场(单位: °C)

Fig. 11 Sea surface temperature anomalies in December 2015 (unit: °C)

### 5 结 论

(1) 2015/2016 年冬季,全国平均气温为 -3.1℃,较常年同期偏高 0.3℃。从空间分布来看,全国大部地区气温接近常年同期或略偏高,其中新疆北部和西部局部、黑龙江北部局部和西藏西南部等地气温较常年同期偏高 1~4℃;仅内蒙古中东部部分地区和华南南部局部等地气温偏低 1~2℃。季内,我国气温阶段性变化显著,前冬暖、隆冬冷、后冬正常略偏暖。而 1 月下旬一次强寒潮过程影响全国导致我国大部气温偏低。

(2) 2015/2016 年冬季,北极涛动指数为 0,表明冬季北极涛动位相特征不明显。而季内 AO 变化显著,12 月处在明显正位相,到了 1 月突然由正位相转为明显负位相,导致北半球和我国气温暖冷转换。

(3) 12 月末北大西洋上空出现了一个气旋式强风暴,强风暴东侧西南气流将北大西洋上空大量的暖湿气流带向北极,导致北极气温迅速升高。北极地区由 12 月的位势高度场偏低突然转为 1 月的偏高,是导致 AO 由 12 月的正位相转为 1 月负位相的主要原因。

## 参考文献

- 范丽军, 李建平, 韦志刚, 等. 2003. 北极涛动和南极涛动的年变化特征. *大气科学*, 27(3): 419-424.
- 龚道溢, 王绍武. 2003. 近百年北极涛动对中国冬季气候的影响. *地理学报*, 58(4): 559-568.
- 江琪, 马学款, 王飞. 2016. 2016 年 1 月大气环流和天气分析. *气象*, 42(4): 514-520.
- 司东, 袁媛, 崔童, 等. 2014. 2013 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响. *气象*, 40(4): 494-501.
- 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.
- Gong D Y, Wang S W, Zhu J H. 2001. East Asian winter monsoon and Arctic Oscillation. *Geophys Res Lett*, 28(10): 2073-2076.
- Thompson D W J, Wallace J M. 1998. The Arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys Res Lett*, 25(9): 1297-1300.
- Thompson D W J, Wallace J M, Hegerl G C. 2000. Annular modes in the extratropical circulation, Part II: Trends. *J Climate*, 13: 1018-1036.