

# 南极涛动的核心区变化及其天气尺度与季节内振荡特征\*

阮晓舟<sup>1</sup>, 黄菲<sup>2\*\*</sup>, 崔琪<sup>1</sup>, 李惠<sup>1</sup>, 张坤理<sup>1</sup>

(1. 中国海洋大学海洋环境学院, 山东 青岛 266100; 2. 中国海洋大学物理海洋实验室和山东省高校海洋-大气相互作用与气候重点实验室, 山东 青岛 266100)

**摘要:** 作为南半球热带外气候变率的主要模态, 南极涛动(AAO)已被证实为影响南半球、甚至北半球气候的主要因子之一。本文利用 1979—2010 年 NCEP/NCAR 全球再分析资料, 发现了南极涛动核心区的存在, 在此基础上给出了南极涛动指数的 1 种新的表示方法, 并重点分析了南极涛动的天气尺度与季节内振荡序列。研究发现, 南极涛动在天气和季节内尺度上主要存在 3 个频段, 分别是 2~6 d 准天气尺度振荡, 6~15 d 准双周振荡以及 16~25 d 准 20 d 周期振荡, 南极涛动的准 20 d 振荡的年际变化与冬季北太平洋马蹄形海温异常分布相联系, 并与跨越半球的大气遥相关波列有关; 准双周振荡主要与秋冬季的 ENSO 信号及印度洋海温增暖相联系; 与 QSO 变化相关的主要信号都集中在北半球中纬度地区, QTO 的个别季节中也有体现, 相关区域呈正负相间的波列结构, 与 PNA、NAO 和欧亚遥相关型都有一定的联系, 暗示了南极涛动可能通过季节内振荡的 QTO 和天气尺度的 QSO 两种频段的强度变化对北半球的气候异常产生影响。

**关键词:** 南极涛动; 南极涛动指数; 季节内振荡; 太平洋海温; 遥相关波列

**中图分类号:** P732.7

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-5174(2012)06 II-241-08

1998 年, Thompson 和 Wallace<sup>[1-3]</sup> 首次通过 EOF 方法引入了北极涛动(Arctic Oscillation, 简称 AO)的概念。随后, 我国学者 Gong et al<sup>[4]</sup> 将南半球海平面气压(SLP)的 EOF 第一模态定义为与 AO 对称的环状模结构, 即南极涛动(Antarctic Oscillation, 简称 AAO)。AO 与 AAO 在国际上还被称为北半球环状模(Northern Hemisphere Annual Mode, 简称 NAM)与南半球环状模(Southern Hemisphere Annual Mode, 简称 SAM)<sup>[2-3, 5-7]</sup>。随着气象资料的不断完善, 作为南半球中高纬大气主要模态的南极涛动现象对全球气候的重要影响不断显现。鲍学俊<sup>[8]</sup> 等人发现年际时间尺度上前期 4~5 月 AAO 的强弱变化对后期夏季长江流域降水有显著的影响; 高辉<sup>[9]</sup> 等发现南极涛动和我国华东夏季降水异常密切相关; 范可<sup>[10]</sup> 等人发现在北半球冬春季, 我国北方沙尘暴频次和南极涛动指数在年际和年代际尺度上存在着显著的反相关关系。

上述研究主要集中在南极涛动的年际年代际变化及其对气候的影响, 有关 AAO 季节以内尺度较高频的变化特征方面, 范丽军等<sup>[11]</sup> 发现, AAO 在全年都较强, 其季节变化弱于 AO, AAO 的涛动中心在北半球的冬半年位置偏南, 在北半球夏半年位置偏北。李晓峰和李建平<sup>[12]</sup> 发现, AAO 的月内活动周期与 AO 相似, 准 2 周和准 1 周较强, 准 3 周次之。宋洁和李崇银<sup>[13]</sup> 发现 AAO 和滞后其 25~40 d 位于北大西洋地区的 1 个

弱的类似于北大西洋涛动的偶极子模态, 以及伴随这一偶极子模态而出现的北半球中纬度纬向风异常之间存在着统计上的联系。但是这些研究都没有具体地揭示南极涛动天气尺度及季节内变化与全球大气海洋的联系, 更系统地探究南极涛动在这些尺度内的变化对于全球变化的理解意义深远。

## 1 资料与方法

本文所使用主要数据资料来源于美国国家环境预测中心/国家大气研究中心(NCEP/NCAR), 包括位势高度场(逐日、逐月), 风场, 海表面温度场(SST)及海平面气压场(SLP), 分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。本文中的逐月 AAO/SAM 指数来自美国海洋大气管理局气候预测中心(CPC/NOAA)。所有逐月资料时段自 1979 年 1 月~2010 年 10 月, 逐日时段为 1948 年 1 月 1 日~2010 年 10 月 31 日。主要使用平滑、相关、回归、功率谱分析等统计分析方法。

## 2 南极涛动核心区

南极涛动指数(AAOI)经典的定义是通过南半球  $20^{\circ}\text{S}$  以南 SLP 进行 EOF 分解得到的第一主成分来定义<sup>[4]</sup>, 后来, 南素兰<sup>[14]</sup> 等做了改进, 将  $40^{\circ}\text{S}$  和  $70^{\circ}\text{S}$

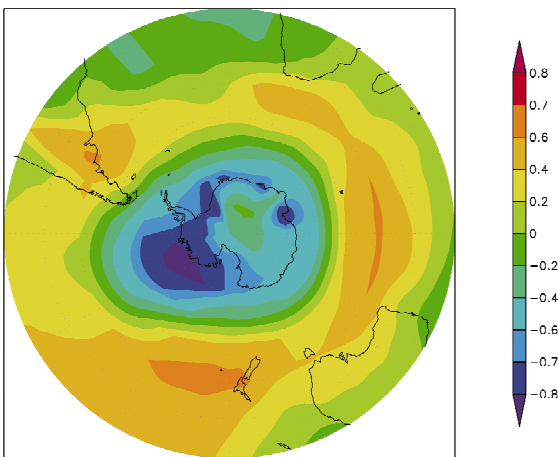
\* 基金项目: 全球变化研究国家重大科学研究计划项目(2010CB951403; 2012CB955604); 国家自然科学基金项目(40975038); 中国海洋大学国家大学生创新性实验计划资助项目资助

收稿日期: 2012-04-15; 修订日期: 2012-05-07

作者简介: 阮晓舟(1990-), 男, 本科生。

\*\* 通讯作者: E-mail: huangfi@ouc.edu.cn

标准化的纬向平均 SLP 之差作为 AAO 指数。在 2006 年, Zhao 等<sup>[15]</sup>发现北极涛动存在 1 个明显的核心区, 该核心区海平面气压的变化能很好地代表北极涛动的变化特征, 这为实时监测北极涛动的变化提供了 1 个非常简单实用的指数。鉴于 AO 与 AAO 在空间上的极大对称性和相似性<sup>[2-3]</sup>, 人们有理由相信, 在南极地区也可以找到类似核心区。利用与获得北极涛动核心区(AOCR)的类似方法, 本文运用普通相关分析及滑动相关分析, 对南极地区的 5 个代表性地点: 90°S(南极点)、70°S 120°W(阿蒙森海)、80°S 180°W(罗斯海)、75°S 40°W(威德尔海)、70°S 70°E(中山站附近)的 SLP 与 AAOI 进行了分析, 最终确定了如图 1 中深色区域所示位于阿蒙森海的受非南极涛动事件影响较小的南极涛动核心区(AAOCR)。经过验证, 此核心区在 1979—2010 年中大多数时间均不受非南极涛动事件的影响, 但是在 1982\1983、1995\1996、2005\2006 等 ENSO、PDO 及其他事件的显著年份, 此核心区依然会受到影响。



(图中深色区域, 即负相关系数最大区域代表南极涛动核心区(AAOCR) The region with the value of correlation coefficient between SLP and AAOI lower than -0.8)

图 1 南极涛动核心区

Fig. 1 Core region of the Antarctic Oscillation

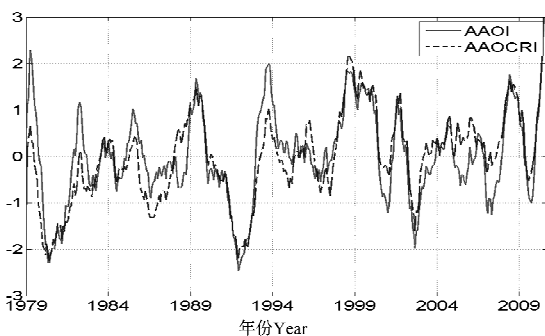


图 2 南极涛动指数(实线)与南极涛动核心区指数(虚线)的逐月变化序列

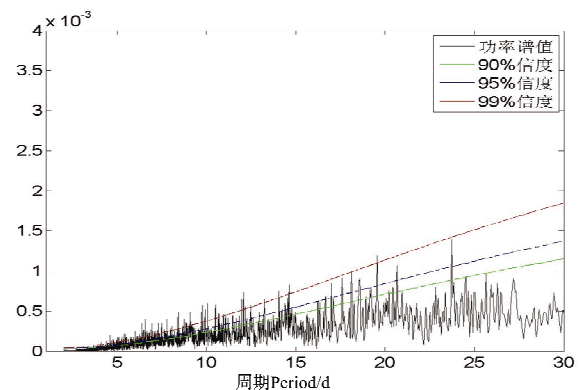
Fig. 2 Normalized AAOI (red line) and AAOCRI (blue line) (averaged SLP in AAOCR)

提取 AAOCR 中各点逐月 SLP 的平均值, 定义其为南极涛动核心区指数(AAOCRI)。对比 AAOCRI 与经典的 AAOI(见图 2)可以发现二者之间的相关系数达到-0.85, 远高于 99%的置信度水平。因此, 可利用 AAOCR 中各点逐日 SLP 数据获取逐日的 AAOCRI 指数来研究南极涛动季节以内较高频尺度的变化, AAOCRI 指数的获取也有助于人们对南极涛动进行实时监测与预报。

### 3 南极涛动的季节内振荡特征

#### 3.1 功率谱分析

AAOCRI 的功率谱分析结果(见图 3)表明, 南极涛动的天气和季节内尺度主要包括 3 个频段, 分别为 2~6 d 准天气尺度振荡(QSO)、6~15 d 准双周振荡(BWO)以及 16~25 d 准 20 d 周期振荡(QTO)。这里, 对于季节内振荡, 本文采用较为广义的定义, 指天气尺度以上, 季节以下的所有频段, 即准周期在 10~90 d 的振荡均属于季节内振荡。



(上部红色线是 99% 置信度曲线, 中部紫色线是 95% 置信度曲线, 下部绿色线是 90% 置信度曲线。Upper red line is the 99% confidence spectrum, middle purple line is the 95% confidence spectrum, and lower green line is the 90% confidence spectrum.)

图 3 日均南极涛动核心区指数的功率谱分析

Fig. 3 Fourier power spectrum (black line) of the daily AAOCRI

#### 3.2 南极涛动季节内振荡强度的年际年代际变化

将逐日 AAOCRI 指数进行谐波滤波后, 分别得到上述 QSO、BWO 和 QTO 3 个频段天气和季节内振荡季节平均的方差值, 代表各频段 AAOCRI 的强度指数。对各频段不同季节的强度指数进行功率谱分析, 结果表明, 没有年际尺度的显著周期存在。但是标准化的 5 a 滑动平均曲线(见图 4)则存在年代际变化。功率谱分析表明(图略)冬季与夏季的 QTO 有明显的年代际变化周期, 约为 13 a, 夏季的 BWO 周期约为 20 a, 冬季的 QSO 存在约 14 a 的周期。这些年代际周期的序列可以为气候预测提供帮助。

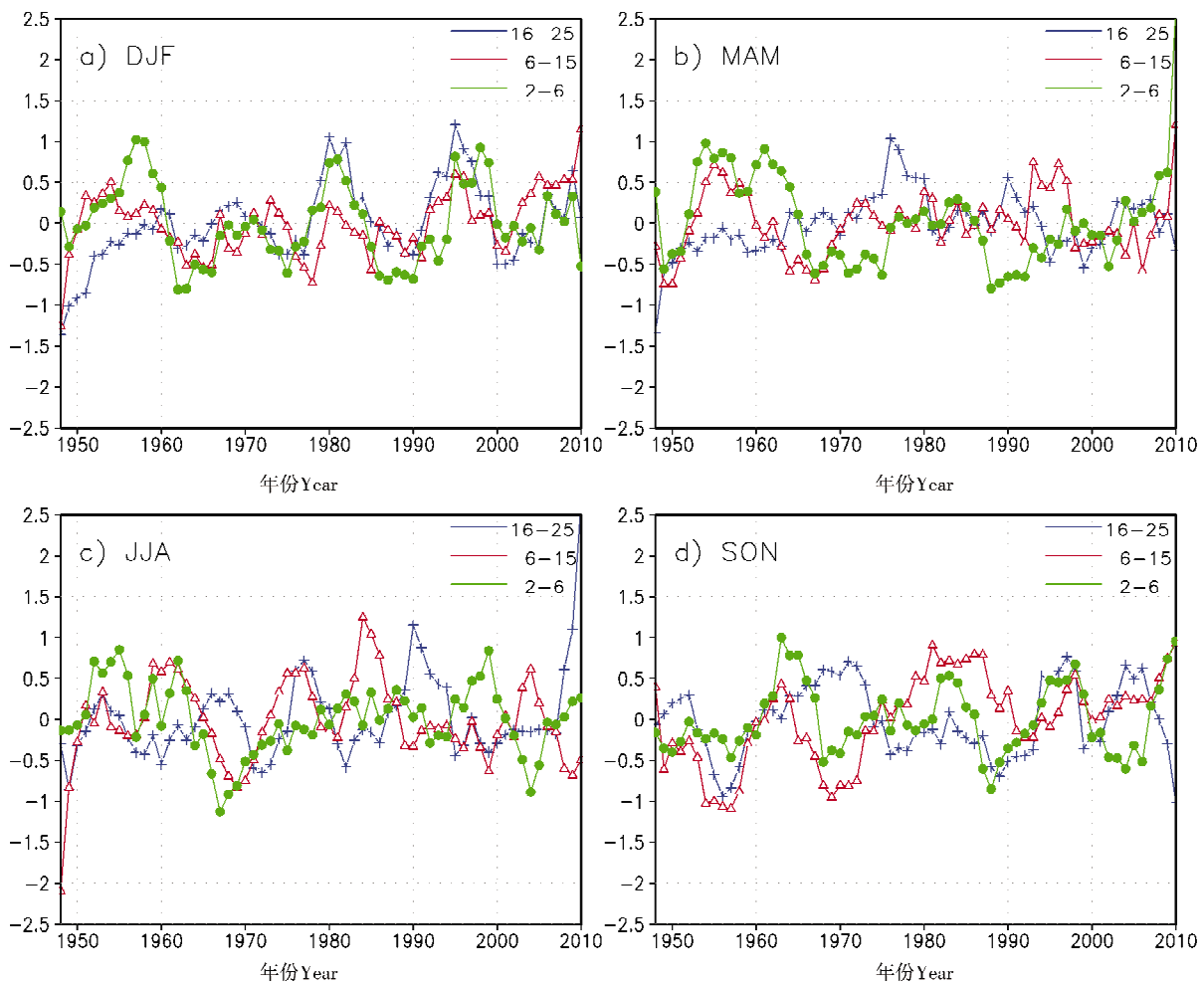


图 4 1948—2010 年 AAOCRI 的 3 种频率四季标准化的 5 a 滑动平均曲线

Fig. 4 AAOCRI time series for each frequency component in four seasons from 1948 to 2010

表 1 3 种频段 AAOCRI 指数的四季序列之间的相关系数(红色数字代表超过 90% 信度)

Table 1 Correlation coefficient of AAOCRI time series in different seasons and frequencies

相关系数 Correlation coefficient	16~25 d 周期振荡(QTO)				6~15 d 周期振荡(BWO)				2~6 d 周期振荡(QSO)				
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
QTO	DJF	—	0.112	-0.123	-0.054	0.142	-0.126	-0.071	0.115	<b>0.503</b>	0.089	0.142	-0.003
	MAM	—	—	<b>0.373</b>	0.010	0.121	0.033	<b>0.230</b>	-0.035	-0.030	0.101	-0.037	0.009
	JJA	—	—	—	0.123	-0.064	0.067	0.118	0.187	<b>-0.222</b>	<b>0.252</b>	0.082	-0.029
	SON	—	—	—	—	0.024	-0.208	0.172	0.189	-0.082	-0.010	<b>-0.219</b>	0.008
BWO	DJF	—	—	—	—	0.117	-0.038	0.082	0.154	-0.001	-0.134	0.145	
	MAM	—	—	—	—	—	-0.012	-0.092	-0.190	0.053	0.085	0.088	
	JJA	—	—	—	—	—	—	-0.042	<b>-0.273</b>	<b>0.213</b>	-0.036	0.153	
	SON	—	—	—	—	—	—	—	-0.017	-0.046	-0.013	0.182	
QSO	DJF	—	—	—	—	—	—	—	—	0.138	0.102	-0.081	
	MAM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.191	0.064	
	JJA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.020	
	SON	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

表 1 的相关关系显示,AAO 各频段的强度变化在四个季节中各自独立,几乎不相关,只有 QTO 的春(MAM)、夏(JJA)季之间有较显著的正相关关系。不同频段之间的相关关系表明,冬(DJF)、春季的天气尺度活动似乎都与之后的夏季 AAO 的季节内振荡的强

度有一定的联系,可能反映了高频变化向随后季节较低频变化的能量串级;另外,所有的两两相关关系中,QTO 与 QSO 在 DJF 季节存在最大正相关(0.503),表明天气尺度的风暴活动较活跃时准 20 d 的低频变化强度也较强。

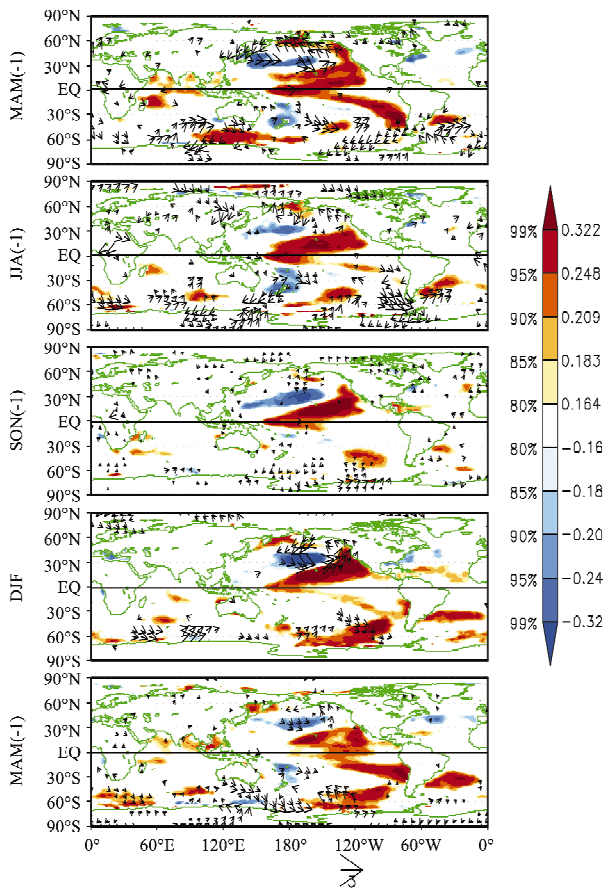


图5 AOCRI 指数 16~25 d 振荡周期冬季序列与太平洋 SST(阴影)和 850 hPa 风场(矢量)的超前滞后相关分析(-1 代表超前一年)

Fig. 5 Lead and lag correlation coefficients between 16-25 day component AOCRI in winter and SST in Pacific Ocean (shaded), and 850 hPa wind field (number -1 means AOCRI leads)

## 4 南极涛动季节内振荡与气候的关系

### 4.1 海温

为了研究不同时间频率的南极涛动振荡与全球海洋大气要素场的关系, 本文对其使用相关和线性回归分析。结果表明, 冬季 QTO 主要与太平洋的海温异常有显著相关, 特别是与北太平洋“马蹄形”海温异常分布有密切关系(见图 5), 当 QTO 振荡加强时, 北太平洋中纬度中部 SST 呈负异常, 并对应低空大气风场的气旋式异常环流, 其周围 SST 则呈“马蹄形”的正异常分布, 与上层海洋热带外与热带之间交换的大洋内部通道的分布相一致<sup>[16-17]</sup>, 南太平洋的大洋内部通道上也同样表现出显著相关的 SST 正异常信号, 但在冬季没有北太平洋信号明显。超前滞后分析结果表明, 与该冬季 QTO 信号相关的北太平洋“马蹄形”海温异常从前一年春季就已存在, 且南半球的大洋内部通道信号最强, 此后季节里逐渐减弱。

图 6 为南极涛动 6~15 d 振荡与 SST 在不同季节的同期相关, 可以看出此频段信号主要在北半球秋季和冬季与热带海洋存在显著的相关区, 主要是赤道中东太平洋和热带印度洋均为显著的正相关, 可能与厄尔尼诺/南方涛动(ENSO)事件相联系, 这种关系在春、夏季节并不明显。

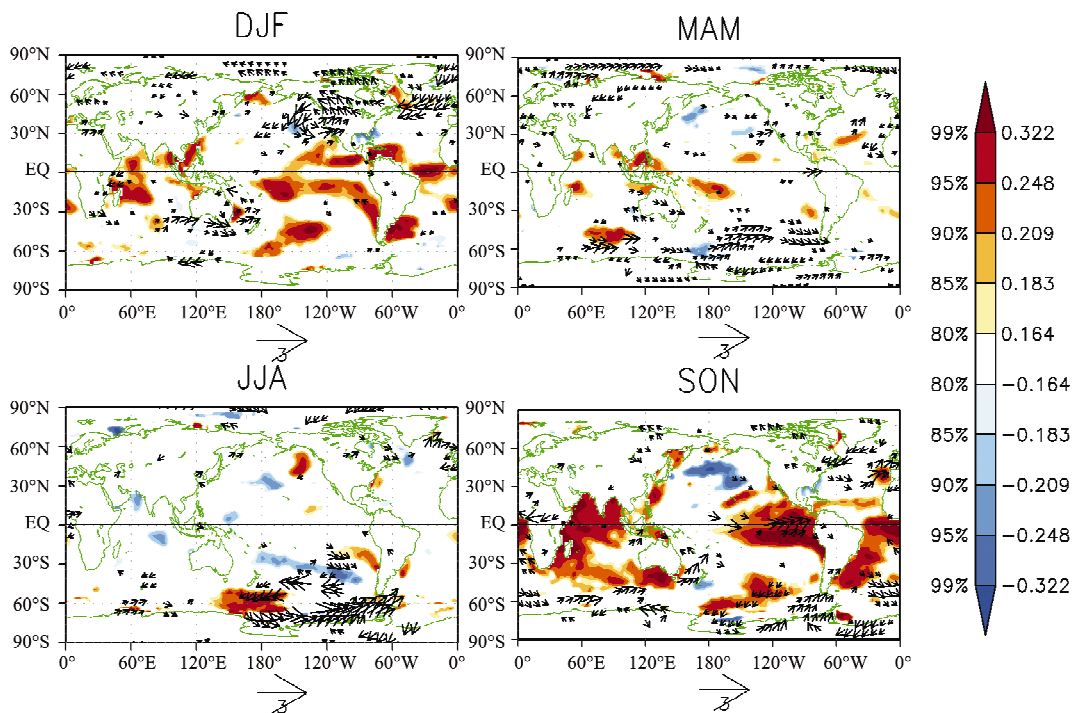


图 6 AOCRI 指数 6~15 d 振荡周期四季序列与太平洋 SST 的同期相关分析

Fig. 6 correlation coefficients between 6~15 d component AOCRI and SST in Pacific Ocean in four seasons

秋、冬季节 AOCRI 指数与 SST 的超前滞后相关(图略)印证了此两序列与 ENSO 型海温变化的联系。冬季序列从前一年春季起与东太平洋上海温暖舌的形成与发展相关,至冬季暖舌范围达到最大,异常海温向西延伸至西太平洋,而后逐渐减弱。秋季序列与异常海温的联系一直存在,其带来的季节变化不如冬季明显。此外,秋季 6~15 d 的南极涛动振荡与中太平洋 SST 及印度洋的 SST 增暖之间的正相关关系一直存在,随时间变化较弱。

#### 4.2 大气异常环流

将 QTO 序列与全球 500 hPa 位势高度场、气温场及风场进行相关性分析(见图 7),结果表明,QTO 在不

同的季节与全球的温压场有着不同的关系。在北半球冬季(DJF)500hPa 位势高度场上主要表现在南极大陆上空的负相关和中纬度地区正相关的南北跷跷板式的反位相变化特征,中纬度存在 4 个大的显著正相关区域,分别位于南印度洋、西南太平洋、东南太平洋和南大西洋上,与南极涛动的正位相分布相一致,温压场上表现为冷槽暖脊的发展性系统的配置特征。同时南北半球太平洋上空出现跨越赤道的类遥相关波列的分布特征,且此波列主要存在对流层中上层,达到 200 hPa (图略),夏季(JJA)该跨半球的波列依然存在,这可能与联系南北半球环状模的跨半球遥相关信号有关<sup>[18]</sup>,但其具体的原因还有待进一步探究。

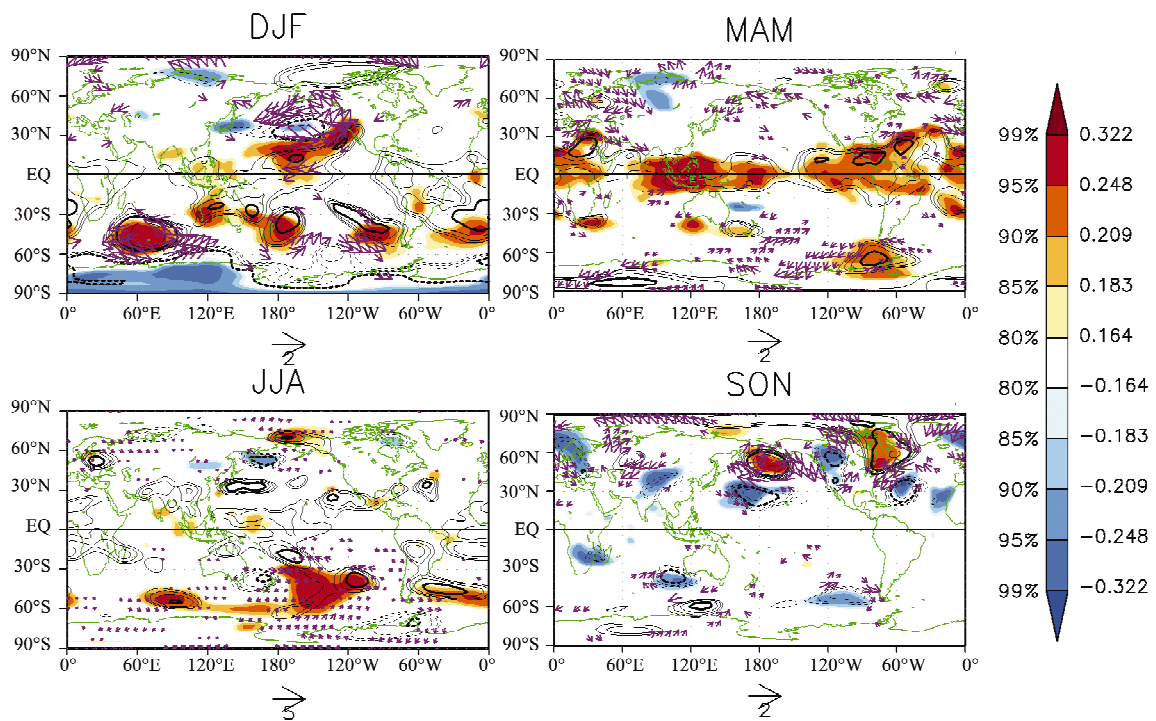


图 7 AOCRI 指数 16~25 d 振荡周期四季序列与全球 500 hPa 位势高度场(等值线图)、气温场(填色图)及风场的同期相关分析  
Fig. 7 Correlation coefficients between 16~25 d component AOCRI and 500 hPa geopotential height (contour), air temperature (shaded), and wind field in four seasons

北半球春季(MAM)QTO 的主要相关区集中在沿赤道海洋的热带地区,温度场和位势高度场均表现为一致的正相关关系,这可能与印度洋的海盆一致增暖(图略)有关;秋季(SON)在南半球没有非常显著的相关信号,与 QTO 变化相关的主要信号都集中在北半球中纬度地区,相关区域正负相间呈波列结构,与太平洋-北美型(PNA)、北大西洋涛动(NAO)和欧亚遥相关型

都有一定的联系<sup>[19]</sup>,此波列结构在 2~6 d 准天气尺度振荡与温压环流结果中(见图 8)于四季均存在,特别是冬、春季节,均为冷低暖高的发展型温压配置,它可能反映了南极涛动通过季节内振荡的 QTO 和天气尺度的 QSO 两种频段的强度变化对北半球的气候异常产生影响,但这些联系通过什么样的途径和物理过程实现跨半球的影响,还需要更深入的分析。

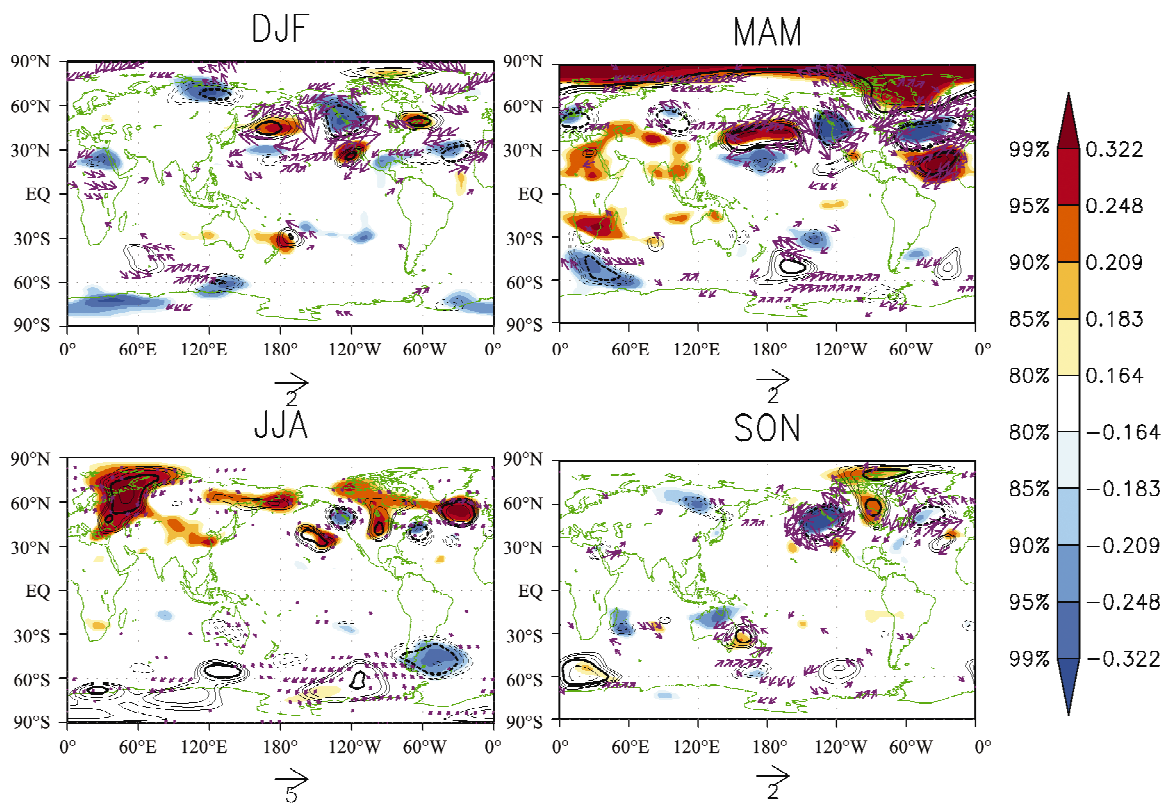


图8 AAOCRI 指数 2~6 d 振荡周期四季序列与全球 500 hPa 位势高度场(等值线图)、气温场(填色图)及风场的同期相关分析  
Fig. 8 Correlation coefficients between 2~6 d component AAOCRI and 500 hPa geopotential height (contour), air temperature (shaded), and wind field in four seasons

## 5 结语

本文主要对南极涛动季节内振荡进行了相关分析,利用所获得的南极地区的南极涛动核心区中各点的逐日 SLP 资料,我们获取了与 AAOI 相关系数达到  $-0.85$  的 AAOCRI 指数来进行研究。功率谱分析结果表明,南极涛动的天气和季节内尺度振荡主要包括 3 个频段,分别为 2~6 d 准天气尺度振荡(QSO)、6~15 d 准双周振荡(BWO)以及 16~25 d 准 20 d 周期振荡(QTO)。冬季与夏季的 QTO 有明显的年代际变化周期,约为 13 a,夏季的 BWO 周期约为 20 a,冬季的 QSO 存在约 14 a 的周期。不同季节、频段序列的相关关系结果表明,AAO 各频段的张度变倾 4 个季节中各自独立,但冬、春季的天气尺度活动似乎都与其后的夏季 AAO 的季节内振荡的张度有一定联系,可能反映了高频变化向随后季节较低频变化的能量串致;另外, QTO 与 QSO 在冬季存在最大正相关(0.503),表明天气尺度的风暴活动较活跃时准 20 d 的低频变化张度也较强。

从各频段信号与全球海温、气温、位势高度、风场的相关分析结果来看,冬季 QTO 主要与太平洋的海温异常有显著相关,特别是与北太平洋“马蹄形”海温异

常分布有密切关系;BWO 主要在北半球秋季和冬季与热带海洋存在显著的相关区,主要是赤道中东太平洋和热带印度洋均为显著的正相关,可能与 ENSO 事件相联系;QTO 信号与全球 500 hPa 位势高度场、气温场及风场的相关性结果表明,其在不同的季节与全球的温压环流场有着不同的关系:在冬季与夏季,南北半球太平洋上空出现跨越赤道的类遥相关波列的分布特征;春季 QTO 可能与印度洋的海盆一致增暖有关;与秋季 QTO 及四季 QSO 变化相关的主要信号都集中在北半球中纬度地区,相关区域正负相间呈波列结构,与 PNA、NAO 和欧亚遥相关型都有一定的联系。这些异常的大气遥相关波列也与不同季节天气尺度的 QSO 关系密切,暗示了南极涛动可能通过季节内振荡的 QTO 和天气尺度的 QSO 2 种频段的强度变化对北半球的气候异常产生影响。

## 参考文献:

- [1] Thompson D W J, Wallace J M. The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields [J]. *Geophys Res Lett*, 1998, 25(9): 1297-1300.
- [2] Thompson D W J, Wallace J M. Annular modes in the extra-tropical circulation. Part I: Month to month variability [J]. *J Climate*, 2000, 13(5): 1000-1016.



- [3] Thompson D W J, Wallace J M, Hegerl G C. Annular modes in the extra tropical circulation. Part II: Trends [J]. *J Climate*, 2000, 13(5): 1018-1036.
- [4] Gong D, Wang S. Definition of Antarctic oscillation index [J]. *Geophys Res Lett*, 1999, 26(4): 459-462.
- [5] Limpasuvan V, Hartmann D L. Eddies and the annular modes of climate variability [J]. *Geophys Res Lett*, 1999, 26(20): 3133-3136.
- [6] Baldwin M P. Annular modes in global daily surface pressure [J]. *Geophys Res Lett*, 2001, 28(21): 4115-4118.
- [7] Thompson D W J, Lee S, Baldwin M P. Atmospheric processes governing the Northern Hemisphere annular mode/ North Atlantic oscillation [M]. [s. l.]: From the AGU Monograph on the NAO. 2002: 81-112.
- [8] 鲍学俊,王盘兴,覃军. 南极涛动与江淮梅雨异常的时滞相关分析 [J]. *南京气象学院学报*, 2006, 29: 348-352.
- [9] 高辉,薛峰,王会军. 南极涛动年际变化对江淮梅雨的影响及预报意义 [J]. *科学通报*, 2003, 48: 87-92.
- [10] 范可,王会军. 有关南半球大气环流与东亚气候的关系研究的若干新进展 [J]. *大气科学*, 2006, 30: 402-412.
- [11] 范丽军,李建平,韦志刚,等. 北极涛动和南极涛动的年变化特征 [J]. *大气科学*, 2003, 27(3): 419-424.
- [12] 李晓峰,李建平. 南、北半球环状模月内活动的主要时间尺度 [J]. *大气科学*, 2009, 33(2): 215-231.
- [13] 宋洁,李崇银. 南极涛动和北半球大气环流异常的联系 [J]. *大气科学*, 2009, 33(4): 847-858.
- [14] 南素兰,李建平. 春季南半球环状模与长江流域夏季降水的关系: I. 基本事实 [J]. *气象学报*, 2005, 63: 837-846.
- [15] Zhao Jinping, Cao Yong, Shi Jiuxin. Core region of Arctic Oscillation and the main atmospheric events impact on the Arctic [J]. *Geophys Res Lett*, 2006, 33, L22708, doi: 10. 1029/2006GL027590
- [16] Gu D F, Philander S G H. Interdecadal climate fluctuations that depend on exchanges between the tropics and extratropics [J]. *Science*, 1997, 275: 805-807.
- [17] Wang Qi, Huang R X. Decadal variability of pycnocline flow from the subtropical to the Equatorial Pacific [J]. *Journal of Physical Oceanography*, 2005, 35: 1861-1875, doi: 10. 1175/JPO2791.1
- [18] 黄菲,樊婷婷,孙波. 两半球环状模的联合模态及其相关的跨半球遥相关 [C]. 厦门: 第 28 届中国气象学会年会—S6 冰冻圈与极地气象学, 2011.
- [19] Wallace J M, Gutzler D S. Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter [J]. *Mon Wea Rev*, 1981, 109: 784-812.

## Variation in Core Region of the Antarctic Oscillation and Its Synoptic and Intraseasonal Oscillation

RUAN Xiao-Zhou<sup>1</sup>, HUANG Fei<sup>2</sup>, CUI Qi<sup>1</sup>, LI Hui<sup>1</sup>, ZHANG Kun-Cheng<sup>1</sup>

(1. College of Physical and Environmental Oceanography, Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 2. Physical Oceanography Laboratory & Key Laboratory of Ocean-Atmosphere Interaction and Climate in Universities of Shandong, Ocean University of China, Qingdao 266100, China. )

**Abstract:** As a leading mode of the extra tropical variables in the Southern Hemisphere (SH), the Antarctic Oscillation(AAO) has been testified as one of the principle factors which impact on not only the climate in the SH, but also that in the Northern Hemisphere (NH). Using the National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) reanalysis data from 1979 to 2010, the paper discovers the core region of the Antarctic Oscillation (AAOCR), a new expression way of the AAO index with the AAOCR and specifically the synoptic and intraseasonal oscillation characteristics of the AAO. Based on our research, there are mainly three significant periods of the AAO at about 16~25 days (quasi-twenty-day oscillation, QTO), 6~15days (quasi-bi-weekly oscillation, BWO) and 2~6 days (quasi-synoptic-scale oscillation, QSO). Finally, the paper looks into the connections between the different-frequency series and the global Sea Surface Temperature (SST), Wind Field, Air Temperature and the geopotential height. It turns out that the QTO component has something to do with the "horseshoe-type" SST in the North Pacific in winter, and it also seems to have some connections with the inter-hemispheric teleconnection wave train; The BWO component is connected with the ENSO signal and the warming in Indian Ocean in autumn and winter; The principal signals associated with the QSO component (which also exist in certain seasons of the QTO component) locate mainly in the mid-latitude regions of the NH where the spatial pattern is the alternating positive-negative wave train structure, and this kind of structure is related with the PNA, NAO and the Eurasian teleconnections which implies that the AAO may influence the climate anomalies in the NH through the change of intensities of the QTO and the QSO components.

**Key words:** antarctic oscillation; antarctic oscillation index; intraseasonal oscillation; sea surface temperature in the pacific; teleconnection wave train

责任编辑 庞 旻