

# 极冰对南方涛动的影响

黄嘉佑 张 鐔

(北京大学地球物理系, 北京, 100871)

## 摘 要

分析南、北极冰量与南方涛动序列作月、季和年尺度的变化过程线性相关关系,发现北极冰量与南方涛动指数是反相关关系,而南极冰量与南方涛动是正相关。比较而言,南极冰量与南方涛动的关系在月和季尺度上似乎较北极与大气的关系密切些。在各时间尺度序列中以太平洋地区南极极冰的影响表现最明显。分析发现极冰与南方涛动之间存在较复杂的非线性关系。

在前期极冰的强信号寻找中,发现极冰与南方涛动在月序列的相关关系上存在周期变化现象。进一步选择相关极值的对应步长建立前期极冰状态激发大气变化的预测统计动力模式,模式对大气序列的解释方差可达0.90以上。

文中还进一步探讨了月序列存在的周期变化的共同因素的影响。

关键词: 极冰时间尺度分析, 非线性相关分析, 统计动力模型模拟, 周期模式。

## 1 引 言

全球气候的变化已经日益引起各国政府和科学家的关注和研究。近年来,对影响长期天气变化的物理因子,不少气象学家作了很多的研究。在“我国关于全球变化研究国家规划”中第一项目标是:研究地球系统的成员间的相互影响,以便更好地了解中国生态环境,能正确评价中国目前处在环境历史进展中的哪个阶段,发现突发的环境变化的早期信号和特征。开放系统和非绝热过程是长期天气变化的主要表现,大气变化的主要热量来源是下垫面。对于下垫面影响的研究,国内外都特别注意海洋的热源作用,已经做了大量的研究<sup>[1-2]</sup>。但是,作为全球热量收支的两大冷源的南北极冰量,对于全球的热量收支平衡也有很大影响。它们的异常变化不仅影响南北极地区的热量平衡,对于包括海洋、大气和人类活动的生物圈层的气候系统也有巨大影响。符崇斌<sup>[3]</sup>分析发现,北半球冬春冰雪面积变化与中国东北地区夏季低温、中国长江流域梅雨变化与南极冰雪状况有密切联系。解思梅<sup>[4]</sup>认为南极极区海冰与 ENSO 事件有较好的相关。方之芳<sup>[5]</sup>研究了北半球副热带高压与极地海冰的相互作用。彭公柄<sup>[6]</sup>和杨修群<sup>[7]</sup>等人指出,南北极海冰对西北太

平洋副热带高压和亚洲夏季风有明显的影 响。朱其文等人<sup>[8]</sup>探讨北半球极涡与极冰有密切关系。尽管如此, 目前关于极冰对热带大气的影响研究还很少, 而热带地区的大气环流变化, 特别是北太平洋地区的大气环流对全球有着强烈的影响。随着近年来卫星观测资料增加, 对两极冰量的观测精度和处理方法的提高, 有可能对极地冰量的长期变化及其对大气的影响作更深入的研究。研究的问题应深入探讨南北极的冰量变化有无关系、它们的变化对在不同时间尺度(如月、季和年)上热带大气环流有无影响, 其统计动力模型如何表现等。

## 2 资料及预处理

反映冷源变化用南北极冰面积资料, 由海洋环境预报中心提供。北极冰资料是1972–1989年的逐月资料, 南极冰资料是1973–1989年的逐月资料。北极冰面积分2个区域, 分别为太平洋区(90 E–180°–90 W)(由白令海连通太平洋, 简记为 NP1) 与大西洋区(90 W–0°–90 E)(由格陵兰海和巴芬湾组成, 在这个区域, 极冰能移向较南。简记为 NP2), 全部冰面积(简记为 NP3)。南极冰面积分3个区域, 东大西洋区(0°–120 E)(以普里兹湾为主, 简记为 SP1), 太平洋区(120 E–120 W)(以罗斯海为中心, 简记为 SP2), 西大西洋区(120 W–0°)(以威德尔海为中心, 简记为 SP3), 全部冰面积(简记为 SP4)。

ENSO 现象是全球性的气候信号, 南方涛动是反映太平洋热带地区大气异常现象的重要指标。本文考虑长期的变化关系, 取张邦林的过滤南方涛动指数<sup>[9]</sup>(简记为 *SOI*)。

为了研究极冰与南方涛动在不同时间尺度, 如月、季和年变化上的关系, 对上述资料分别处理为3种序列: 一为连续逐月序列, 样本容量为216(北极)和204(南极)。二为连续的逐季序列, 以前一年12月至当年2月为冬季, 3–5月为春季, 6–8月为夏季, 9–11月为秋季。由于北极冰缺1971年的资料, 无法求1972年冬季的冰量, 所以逐季资料从1973年算起。同样, 对南极也作同样处理, 逐季资料从1974年算起。样本容量为68(北极)和64(南极)。; 三为连续的逐年序列, 样本容量为18(北极)和17(南极)。在年序列中, 有各月年变化和各季及年总量的年变化序列。在逐月(季)序列中, 为消除年变化的影响, 在形成连续序列之前, 先对逐月(季)的年变化序列作标准化处理, 使之变成平均值为0方差为1的标准化值, 然后逐月(季)连接形成连续的逐月(季)序列。

## 3 极冰与南方涛动的统计关系

传统的相关分析是计算不同序列的相关系数来反映两变量之间的关系密切程度。对上述3种序列的相关程度显著性的检验时, 临界相关系数取在显著水平5%下样本容量的最小值为两变量显著相关的判据。对逐月变化序列, 临界显著相关系数为0.14; 逐季序列为0.25; 逐年序列为0.48。

### 3.1 南北冷源的关系

作为下垫面的南北极冰量是否有关系, 了解它们对大气的影响是否一致是十分重要的。表1给出北极与南极不同区域逐月极冰量序列的相关系数情况。

表1 北极与南极逐月极冰量序列的相关系数

	SP1	SP2	SP3	SP4
NP1	- 0.14	0.04	0.07	- 0.10
NP2	0.01	- 0.11	0.06	0.03
NP3	- 0.09	- 0.05	0.11	- 0.04

从表1中可见,没有一个相关系数超过临界显著相关系数。类似地,计算逐季序列不同区域的相关系数,也发现仅南极东大西洋区和西大西洋区与全北极冰量相关系数勉强超过临界相关系数外,其余区域均无关。年序列的相关分析也发现仅南极西大西洋区与全北极冰量相关系数勉强超过临界相关系数外,其余区域均无关。说明南北极冰量无太大关系。

### 3.2 北极极冰与南方涛动的相关

由于南北极冰的不同尺度变化过程基本上是独立的,因此分别探讨两极对大气的影响是十分重要的。表2给出北极与南方涛动不同区域不同尺度序列的相关系情况。

表2 北极与南方涛动不同尺度序列的相关系数

	NP1	NP2	NP3
逐月序列	- 0.19	- 0.31*	- 0.32*
逐季序列	- 0.17	- 0.35*	- 0.34*
年序列	- 0.13	- 0.65*	- 0.49*

表2中\*号表示超过临界相关系数。可见北极太平洋区和全区的冰量和南方涛动有较好的相关。在年序列中还可以进一步分析逐月的和逐季的年序列与南方涛动对应序列的关系。比较它们的相关系数后发现,3月到7月的北极冰量有显著影响,在季节中以春季和夏季影响较大。

总之,北极冰量与南方涛动指数是反相关关系,即冰量越多,指数值越小。其中以太平洋区和全北极影响表现明显。考虑到北极极冰是由大陆所包围,而且,在逐月和逐季太平洋区的海冰与南方涛动序列相关系数相差不大。因此可以取全北极的冰量作为代表变量,研究其变化对大气的影晌。

### 3.3 南极极冰与南方涛动的关系

表3给出南极与南方涛动不同区域不同尺度序列的相关系情况。

表3 南极与南方涛动不同尺度序列的相关系数

	Sp1	SP2	SP3	SP4
逐月序列	0.23	0.36	0.21	0.31
逐季序列	0.26	0.41	0.00	0.37
年序列	0.32	0.54	0.30	0.45

从表3可见,南极冰量与南方涛动是正相关关系,即冰量越多时,南方涛动指数值正距平越大。比较而言,南极冰量与南方涛动的关系在月和季尺度上似乎较北极与大气的关系密切些。在各时间尺度序列中以太平洋区影响表现最明显,可能是由于南极海冰冰量变化

影响深层海水温度, 而深层海水通过洋流被带到赤道地区, 从而影响太平洋地区的大气。在年序列的尺度上, 表现从5月到7月有显著影响。季节上以夏季影响明显。考虑到南极极冰是以海冰包围南极大陆, 其外围与海洋相接, 故仅研究南极的太平洋区冰量变化对大气的影

响。由于不同尺度序列的关系基本一致, 故仅侧重月序列之间关系的研究, 以揭示其物理原因。

### 3.4 异常状态的相互关系

为了进一步了解南方涛动对南、北极冰量不同强度信号的响应比较, 南北极冰量的资料年代均取1973—1989年, 即样本容量一致地均为204。用气候序列分级方法把资料数据处理成5个不同强度级别的序列, 分级时依据它们的概率值划分。按气候级别概率划分规定, 把累积概率值分别小于0.10, 0.30, 0.70, 0.90, 1.0划为5, 4, 3, 2, 1等级别, 变量遵从的概率分布不同, 其划分级别的数值不同。当变量遵从正态分布时对应的级别分界值(序列标准化值)分别为-1.29, -0.57, 0.57, 1.29<sup>[10]</sup>。分析发现极冰和南方涛动月和季的序列均有负的偏度, 表明低于平均值的数据较多。但是, 偏度值不是很大, 显著性检验表明, 在5%的水平下, 均可看成遵从正态分布。因此, 可按正态分布来划分级别。

两个变量不同强度的影响关系可以用列联表来反映, 它除了可以用计算作两变量的分级相关系数反映变量的密切程度外, 还可以用强度事件发生概率关系进行分析, 如计算条件概率和同时出现的概率来反映变量之间线性和非线性关系, 是变量相关分析的有力工具。度量它们关系密切程度用平方值<sup>[11]</sup>, 表示为

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - n_i n_j / n)^2}{n_i n_j / n} \quad (1)$$

式中  $n_{ij}$  为变量  $X$  (极冰) 出现  $i$  级对应变量  $Y$  (南方涛动) 出现  $j$  级出现的频数,  $n_i$  表示变量  $X$  出现  $i$  级的总频数,  $n_j$  则表示变量  $Y$  出现  $j$  级的总频数,  $n$  为样本容量。利用它们可以计算在极冰不同级别状态条件下, 南方涛动不同级别出现的条件概率。两变量都分  $k$  级时还可以用

$$FAI = \left( \chi^2 / n(k-1) \right)^{1/2} \quad (2)$$

来度量, 它称为关联系数。可以证明其值变化在0—1之间。

表4给出南北极冰量与南方涛动指数序列相关系数( $R$ )、分级序列线性相关系数( $R_1$ )和关联系数( $FAI$ )的比较。

表4 南北极冰量与南方涛动指数各种同期相关指数比较

	$R$	$R_1$	$FAI$	$PZ$	$PF$	12/12	12/45	45/12	45/45
YNS	-0.31	-0.25	0.18	0.11	0.34	0.11	0.27	0.43	0.11
YSS	0.36	0.33	0.28	0.36	0.05	0.49	0.08	0.02	0.24

表中YNS和YSS分别表示月序列北、南极与南方涛动指数的关系项。从表4中看出, 北极冰量由于所取样本变化, 其与南方涛动的相关密切程度有所下降, 但下降不多, 说明其关系是比较稳定的。另外, 南北冰量、分级后的序列线性相关系数的符号均与原序列线

性相关系数相同, 绝对值均偏小, 关联系数也偏小。说明用分级简化数据的差异度后, 相关程度有所下降。

通过列联表的频数计算出极冰出现异常状态下的各种条件概率估计。因为在研究南方涛动( $Y$ )对极冰( $X$ )的响应关系中最为关心的是异常状态的相互依赖关系。所以分别通过列联表计算两变量出现1或2级(或4或5级)情况时的相互关系。如两变量出现异常的总频数, 当变量 $X$ 出现1, 2级(或4, 5级)情况下变量 $Y$ 出现1, 2级(用符号记为12/12, 45/12)和4, 5级(用符号记为12/45, 45/45)的条件频率, 还可以计算当变量出现异常时的正相关频率(即把变量出现关系为12/12, 45/45的频数除以出现异常的总频数, 记为 $PZ$ )和负相关频率(即计算变量出现关系为12/45, 45/12的频率, 记为 $PF$ )(见表4)。

从表4中可见, 北极月极冰量与南方涛动是反相关关系, 在线性相关中较低的月极冰量对应的南方涛动值应为高值。但是这种情况在异常情况样本数中仅为34%。相反, 在较高的极冰量对应的南方涛动值为高值的情况也不少(为异常样本数的11%)。虽然其反相关是它们的大部分样品的关系, 但是, 在它们的关系中低和高的异常值的关系并不是对称的, 其细节情况是高值与低值(4, 5级与1, 2级)对应的情况(43%)较低值与高值(1, 2级与4, 5级)对应情况(27%)多。

由于北极冰被欧亚和美洲大陆所包围, 它对热带大气的影响只能通过大气中高低纬的相互作用进行。当极冰量增加时, 使极地与赤道间温差增大, 导致极地与赤道间大气和海洋的热交换, 从而使热带地区海温下降, 因而使“ $SOI$ ”表现为“低指数”, 其关系表现为负相关。而南极冰是开放的, 很可能通过海温直接影响大气, 重冰年时, 大量冰块随洋流可以漂流到低纬, 低纬热带地区海温降低, 使“ $SOI$ ”指数偏高。

#### 4 前期极冰量的变化对南方涛动的影响

为了进一步探讨极冰对大气的影响, 有必要分析前期不同时期极冰量与南方涛动指数的关系。为了寻找前期影响南方涛动的极冰量的信号, 对它们不同时间差步长(月)作相关系数计算。这里未采用以遍历所有资料数据为原则, 不固定样本容量的相关系数计算, 因此, 落后时间步长较短的样本有较大的样本容量, 也有较好的可信度。这种算法强调前期中较短的步长相关的重要性, 对于了解较近期的极冰对大气的影响强信号是有帮助的。

在前期极冰的强信号寻找中, 计算前期不同步长的极冰与南方涛动各种密切程度和异常事件关系指标。表5给出前期步长和各种指标的情况。发现北极冰量在前期4个月有一较大的负相关, 它是前期负相关中的极值, 但是, 大约在前10到16个月变为正相关, 前期相关系数的变化存在周期波动变化, 谱分析表明, 主要周期约为18个月。南极冰量在前期3个月是正相关, 但相关系数不大于同期, 在前4个月到12个月转为负相关, 极大值出现在12个月上, 其相关系数的变化也存在18个月左右的周期变化。它们极值的情况列在表中(字母“ $Y$ ”则表示相应“月”序列)。

表5 南北极冰量与南方涛动指数各种前期相关指数比较

	<i>K</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>FAI</i>	<i>PZ</i>	<i>PF</i>	12/12	12/45	45/12	45/45	NR
YNS	4	-0.38	-0.36	0.28	0.13	0.37	0.11	0.36	0.38	0.15	0.40
YSS	12	-0.37	-0.38	0.25	0.10	0.44	0.09	0.35	0.53	0.12	0.40

从表5可见, 极冰量与南方涛动的较近的前期强关系均为负相关, 异常负相关频率(*PF*) 均比同期的高, 占异常样品数的比例在37%以上。

虽然, 在极冰和南方涛动之间存在较强的线性关系。但是, 值得注意的是它们也存在非线性关系。用幂函数、*e* 指数函数和对数函数等几种非线性函数来拟合它们之间的散布图中关系曲线的变化, 寻找前期非线性相关的拟合度的变化。分析发现, 其非线性相关拟合度与线性相关类似, 但拟合曲线与资料的散布曲线之间相关系数均比线性相关系数的绝对值高(见表5中 NR 项)。如北极和南极月序列与南方涛动表现为 *e* 指数型的关系。从它们的异常级别的影响关系中也发现, 尽管它们有较强的反相关关系, 但正的异常相关也有一定数量的样品, 其中4, 5级对应也为4, 5级的表现较为明显, 其样品数差不多占同级异常样品总数的15%。

从序列功率谱分析发现, 极冰量以长周期变化分量为主, 而南方涛动的短周期振荡分量占有相当的分量, 为了突出研究它们这种长期变化关系, 对月序列作低通过滤。使用9点正态滤波器, 经过过滤后, 序列的关系密切性表现更为明显(见表6)。从表6中可以发现, 极冰前期的影响变得十分稳定。异常负相关频率(*PF*) 均比未过滤前高, 说明异常状态之间有较好的关系。由1, 2级的极冰状态激发大气的4, 5级状态的频率有更强的表现。

过滤后序列的关系仍然是随步长而变化的。北极月冰量前1到7个月均为负相关, 极值出现在前第3个月, 从前8到16个月为正相关。变化周期为18个月。南极月冰量前1到4个月均为正相关, 但数值均小于同期的。从前8到13个月为负相关, 极值出现在前第10个月, 变化周期为17个月。表6给出它们过滤后的前期相关关系的极值情况, 表中指标意义与表5相同, 指标符合前的 'G' 表示过滤后对应指标。从表可见, 它们之间的关系明显有所提高, 极值步长略有变化, 但差别不大。分析表明相关系数变化的主要周期不变。值得注意的是, 经过滤后北极冰量与南方涛动序列的同时相关关系有所下降, 相关系数下降为-0.25。而南极冰量的情况则相反, 与南方涛动关系明显上升。相关系数上升为0.80。这说明北极与南方涛动的关系主要表现在短周期振荡上, 过滤了短周期分量后, 相关关系表现就差。从而说明南极冰量变化似乎对南方涛动的影响在长期变化上起重要作用。

表6 过滤后南北极冰量与南方涛动指数各种前期相关指数比较

	<i>K</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>FAI</i>	<i>PZ</i>	<i>PF</i>	12/12	12/45	45/12	45/45
GYNS	3	-0.72	-0.65	0.40	0.04	0.73	0.04	0.79	0.67	0.03
GYSS	10	-0.76	-0.73	0.46	0.02	0.78	0.00	0.77	0.79	0.03

由于极冰量对大气作用的重要性, 而且前期极冰变化对大气的表现更明显。考虑到南极的表现更好些, 因此用前第10个月的南北极月冰量为主要激发因子, 同时考虑该期间的北极冰量因素建立与南方涛动的线性回归模型为:

$$EGYSO(t) = -0.004 + 0.315GYN(t-10) - 0.515GYS(t-10)$$

式中  $EGYSO$ 、 $GYN$  和  $GYS$  分别表示过滤后月序列的南方涛动的估计、北极冰量和南极冰量。用实际南北极冰量代入可得到过滤后南方涛动的估计序列, 该序列与原过滤后南方涛动序列的相关系数高达0.816。说明前期第10个月的南北极月冰量对南方涛动的变化有较强的解释能力。

进一步利用前期第10个月南北极冰量作为外力激发, 建立描述南方涛动的简单随机动力模式

$$dy/dt = EGYSO + W$$

式中  $EGYSO$  表示极冰外力,  $W$  表示随机外力。把上述模式改写为差分模式为(差分时间步长为1个月)

$$y(t) = y(t-1) + EGYSO(t) + W$$

南方涛动用前一个月的观测值代入, 前期外力则用历史前第10个月的极冰量代入式(1)计算得到, 随机外力用随机数产生, 由此可以作根据前期冰量的大气状态估计出南方涛动的未来状态, 最后得到模拟序列。南方涛动的模拟序列与观测序列的相关系数则高达0.941。由此说明前期的极冰对热带大气变化有明显的作。

## 5 影响极冰与大气的长期变化共同因子

从前期极冰量与南方涛动的相关分析发现, 在月序列中相关系数随步长变化存在18个月的周期变化。从北、南极和南方涛动的逐月序列的功率谱分析也发现它们均存在18个月的主要周期, 表7给出在18个月上它们的标准化功率谱值的比较。表7中  $YSOI$ 、 $YN$  和  $YS$  分别表示南方涛动、北和南极冰量, 从比较中发现南极冰量的这种周期振荡表现最为明显, 其次是北极冰量, 然后是南方涛动。

表7 18个月周期的功率谱值的比较

	$YSOI$	$YN$	$YS$
过滤前功率谱值	0.121	0.130	0.142
过滤后功率谱值	0.439	0.412	0.365

从表7中可见, 经过过滤后, 这种18个月振动的周期分量表现十分明显, 特别是在南方涛动的序列中, 这说明在极冰和大气中之所以形成这种周期振荡存在外在影响的共同因子, 只是在大气中由于受大气内的其他因素影响, 在原序列中表现不太明显。事实上, 在南方涛动的月序列中, 除18个月的主要周期外还存在2.3月的次要周期(其对应标准化功率谱值为0.091), 这说明北极与南方涛动的关系主要表现在短周期振荡上, 过滤了短周期分量后, 相关关系表现就差。从而说明南极冰量变化似乎对南方涛动的影响在长期变化上起重要作用。

为了进一步在月序列中的周期变化表现, 提取过滤后长周期变化序列, 不使用传统的谐波提取法, 而是使用周期模式法<sup>[12]</sup>来作精确周期项的提取。因为根据功率谱分析所确定的周期并不准确, 功率谱值在低频段周期分辨率不高, 仅能给出周期的大致长度, 而且这种周期变化是严格的正弦波和余弦波。而实际序列的周期变化似乎并不规则。考虑到主要目的是寻找精确周期表现, 周期模式试验周期选择定在5—30a 周期之间, 表8给出在

## 5—30a 试验周期模式中第一分量方差贡献的最大值比较。

表8 5—30a 周期模式中第一分量方差贡献的最大值比较

	YSOI	YN	YS
过滤前	0.69(17)	0.41(17)	0.65(17)
过滤后	0.96(17)	0.71(16)	0.80(17)
方差比	0.97	0.73	0.82

从表8中可见, 在过滤前的月序列中17个月的周期表现很明显。它在南方涛动与南极冰量中表现更为突出。似乎反映南方涛动与南极极冰更加受这个的强烈影响。为了突出研究这种振荡的表现, 对月序列作低通过滤(即使用9点正态滤波器), 经过过滤后, 这种周期表现更为明显(见表8), 特别是在南方涛动的序列中, 用周期模式发现这种在极冰和大气中存在的共同因子的不规则周期振荡, 在月序列中为17个月。

以月序列周期17个月的周期模式的第一分量作为主要模式, 恢复出该模式表现的序列(用模式的特征向量与对应分量相乘即得)。用模式序列与原序列方差比来反映模式序列的拟合程度, 从表中可见(见表方差比项), 这些序列能较好地反映原序列的变化。

因为共同振荡周期的因子在南方涛动中表现最为明显, 这里仅考察它在大气中的表现。图1给出南方涛动过滤后序列的17个月的模式序列。从图1中可见, 在序列中第56—165个月上, 是序列的负指数强表现的时段, 这一时段对应于1977年3月—1986年9月。众所周知, 在这一时段中, 是 ENSO 现象表现十分明显的时期, 最强的 ENSO 现象为1982年—1983年, 它们也分别对应于该周期模式序列中的最小值时期(113—117月, 即1982年5月—1982年10月)。

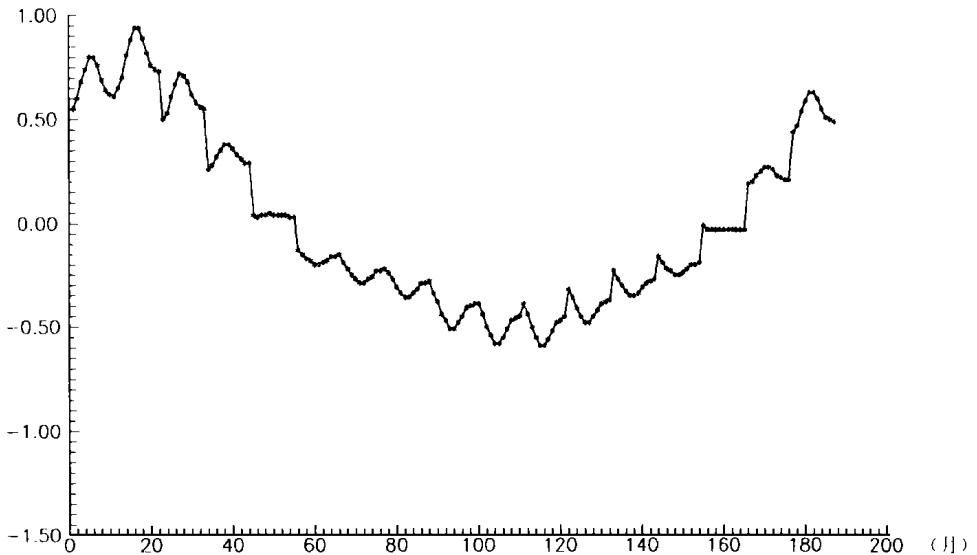


图1 南方涛动过滤后月序列的17个月的模式变化序列



## 6 结 论

1) 对南、北极冰量与南方涛动序列作月、季和年尺度的变化过程线性相关关系进行分析,发现北极冰量与南方涛动指数是反相关关系,冰量越多,南方涛动指数值越小。其中以太平洋区和全北极影响表现明显。而南极冰量与南方涛动是正相关,即冰量越多时,南方涛动指数值越大。比较而言,南极冰量与南方涛动的关系在月尺度上似乎较北极与大气的关系密切些。在各时间尺度序列中以太平洋区影响表现最明显。也发现它们之间存在较强的非线性关系。

2) 在前期极冰的强信号寻找中,经低通过滤后的月序列,极冰前期的影响变得十分稳定。北极月冰量前1到7个月均为负相关,极值出现在前第3个月,从前8到16个月为正相关。变化周期为18个月。南极月冰量前1到4个月均为正相关,但数值均小于同期的。从前8到13个月为负相关,极值出现在前第10个月,变化周期为17个月。利用前期相关关系可以建立相应的统计动力模式,这种模式能较好地解释大气指标的变化实况。

3) 发现在南、北极冰量与南方涛动序列月序列中存在17个月主要周期变化。似乎说明存在外在的更大尺度的公共因子影响。

致谢: 由国家海洋环境预报中心解思梅博士提供海冰资料,在此表示感谢。

## 参考文献

- [ 1 ] Walsh J E and Johnson C M. Analysis of Arctic sea ice fluctuation 1953– 1977. *J phys Oceanogr*, 1978, 9: 580 – 591.
- [ 2 ] Walsh J E and Johnson C M. Inter-annual atmospheric variability and associated fluctuations in Arctic Sea ice extent. *J Geophys Res*, 1979, 84: 6915– 6928.
- [ 3 ] 符崇斌. 我国长江流域梅雨变化与南极冰雪状况的可能联系. *科学通报*, 1981, 26( 8 ): 484– 486.
- [ 4 ] Xie S M, et al. Study on the oscillation relationship between sea ice of the arctic and antarctic. *Proc NIPR Symp Polar Meteor Glaciol*, 1994, 8: 111– 128.
- [ 5 ] 方之芳. 北半球副热带高压与极地海冰的相互作用. *科学通报*, 1986, 31( 4 ): 286– 289.
- [ 6 ] 彭公柄等. 南极海冰对西北太平洋副热带高压的影响及其海洋大气环流背景. *科学通报*, 1989, 34( 1 ): 56– 58.
- [ 7 ] 杨修群, 谢倩, 黄士松. 北极冰异常对亚洲夏季风的影响. *海洋学报*, 1994, 16( 5 ): 34– 40.
- [ 8 ] 朱其文等. 北半球极涡与极冰之间统计关系初步分析, 长期天气预报论文集. 气象出版社, 1990. 182– 190.
- [ 9 ] Zhang Banlin. A data-adaptive filter of the Tahiti–Darwin Southern Oscillation index and the associate scheme of filling data gaps. *Advances in Atmospheric Sciences*, 1994, 11: 447– 458.
- [ 10 ] 黄嘉佑. 一种用于旱涝分析的降水概率指标——Gamma 分布概率指标. *气象*, 1990, 16( 9 ): 3– 12.
- [ 11 ] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 1990. pp. 387.
- [ 12 ] 黄嘉佑. 北京地区旱涝变化规律及其试验. *地理学报*, 1990, 45( 1 ): 102– 109.

# THE INFLUENCE TO SOUTHERN OSCILLATION ON SEA ICE OF THE ARCTIC AND ANTARCTIC

Huang Jiayou   Zhang Tan

*(Department of Geophysics, Peking University, Beijing, 100871)*

## Abstract

The analysis is completed for the relationship between sea ice of the Arctic and Antarctic, and the index of Southern Oscillation variation on the temporal scale of month, season and year in this paper.

The negative correlation between sea ice of the Arctic and the index of Southern Oscillation, and the positive correlation between sea ice of the Antarctic and the index of Southern Oscillation were found.

The variation of sea ice of Antarctic Pacific seems to more important on the influence to atmosphere. Their nonlinear relationship represents more stronger than the linear relationship.

The relationship between sea ice of the Arctic and Antarctic in the early stage, and the index of Southern Oscillation exits period phenomenon. The maximum correlation is used to build the model for forecasting the atmosphere variation on the sea ice of the Arctic and Antarctic. The explained variance can be surpass 0.90.

The periodic variation and the common factors in monthly series are discussed in this paper.

**Key words:** Analysis for time scale, Nonlinear relationship, Simulation on statistic-dynamic modeling, Periodic model.