

# 南方涛动与我国大尺度季、月气温的关系

施能 刘卫兵 苗子书

(南京气象学院)

## 提 要

南方涛动与我国月平均气温的相关,在当年2月、4月、9月以正相关为主,9月以后出现持续的负相关。南方涛动与我国季平均气温相关最显著的季节是当年秋季,其次是次年春季。南方涛动与次年长江下游、广东、福建、山东的年平均气温有良好的负相关。这些关系均可在预报中利用。此外,还指出,在我国4、5月、9、10月的大范围气温记录中存在早期识别厄尔尼诺的信号。

## 一、前言

早在30年代,著名气象学家涂长望先生计算了我国7个测站的月平均气温和南方涛动指数(SOI)的相关系数,指出我国气温与南方涛动(SO)的某些关系。60年代末,J·Bjerknes<sup>(1)</sup>等将南方涛动与赤道东西向的瓦克环流、厄尔尼诺现象联系起来,重新引起人们研究南方涛动、厄尔尼诺现象的兴趣。一系列的研究表明,南方涛动强度异常或厄尔尼诺现象发生时,世界天气、大气环流均发生异常<sup>(2)(3)</sup>。因此有必要深入、全面地研究南方涛动与我国气温的关系。为此,我们使用1951—1984年资料,分析了强、弱涛动年和次年我国35站季、月、年平均气温,从而更进一步揭露了南方涛动与我国气温存在着遥相关的事实。

## 二、资料和方法

SOI用的是美国气候分析中心的资料,也就是用 $(T_N - D_N)_N$ ,即Tahiti和Darwin两站的标准化的月平均海平面气压距平。N表示标准化处理。

本文的研究方法与文献<sup>(4)</sup>相似,也就

是用12月的SOI中提取的第一主成分作为反映年涛动强度的指标,将它与35个站的季、月气温求相关系数。为反映极端涛动年对气温的影响,我们求出SOI的第一主成分<sup>(4)</sup>,将第一主成分的值 $>2.0$ 定义为强涛动年, $<-1.0$ 定义为弱涛动年。1951—1984年有7个强涛动年(1955、1956、1964、1971、1973、1974、1975),11个弱涛动年(1951、1953、1957、1963、1965、1969、1972、1977、1980、1982、1983)。在我们求得的弱涛动年中,有9年是厄尔尼诺年(见表1),而7个强涛动年份,曾被许多作者引用为反厄尔尼诺年<sup>(5)(6)</sup>。对强、弱涛动年的气温进行合成,计算马哈拉诺比斯距离统计量

$$(Maha)_{i,t} = \left( \frac{\bar{T}_i(\bar{H}) - \bar{T}_i(\bar{L})}{\sigma_i} \right)_t$$

相关系数和 $(Maha)_{i,t}$ 的值除了作统计检验外,还需对计算的次数作随机频数检验<sup>(4)</sup>。

分析的时段为2年共24个月,也就是强、弱涛动年的当年和次年。

## 三、南方涛动与我国平均气温的关系

表2给出了SOI第一主成分与我国月平

表 1 1951—1986年5站累积4、5月气温差、厄尔尼诺和南方涛动

年 份	1951	1965	1982	1953	1967	1970	1971	1963	1986	1976	1980	1969	1972	1962	1983	1985	1954	1966
K	39.3	36.6	34.0	33.0	32.3	30.7	30.7	30.3	30.2	29.5	29.5	29.0	28.6	27.6	27.3	27.1	25.6	25.3
厄尔尼诺	E	E	E	E	反	反		E	E	E		E	E		E			
南方涛动	弱	弱	弱	弱			强	弱	弱		弱	弱	弱		弱			
年 份	1984	1955	1968	1978	1979	1952	1961	1959	1960	1961	1957	1974	1975	1977	1956	1958	1973	1964
K	24.2	23.6	23.4	23.3	23.2	22.1	22.1	22.0	21.6	21.0	20.6	20.0	17.2	14.4	12.4	12.3	12.3	10.9
厄尔尼诺												E		反			反	反
南方涛动			强									弱	强	强	弱	强	强	强

注：E表示厄尔尼诺年，反表示反厄尔尼诺年。

均气温的关系。由表 2 看出：

1. 强、弱涛动年当年1、4、5、7—12月、次年4、8、10月，相关显著的站数，明显超过随机频数。这说明，从全国范围看，这些月份的气温受涛动影响较大，并且有显著的相关区。

表 2 南方涛动与我国各月平均气温的关系

当年各月	达到各级信度的站数			正、负相关站数差	次年各月	达到各级信度的站数			正、负相关站数差
	0.10	0.05	0.01			0.10	0.05	0.01	
1	7/6	4/			1		1/		-15
2				25	2				-15
3				-21	3				-33
4	8/17	2/		35	4	16/8	*	2/	-31
5	12/11	10/	3/	-27	5				-9
6					6				-15
7	/6	2/	1/1	5	7				-15
8	6/6	1/		5	8	5/6	1/		-25
9	23/6	16/	7/		9				-25
10	25/20	*	14/5	-35	10	/6			17
11	8/9	3/	/2	-27	11				-35
12	5/7	1/		-31	12				27

注：斜线上、下数值分别为相关系数及Maha值达到某一信度的站数；

\*详见图 1。

2. 从正、负相关站数差看，当年4月，所计算的35站全部为正相关，5月转为31站负相关，表明弱涛动年4—5月是全国性偏冷转为全国性偏暖的转折期。当年7—8月，偏冷、偏暖是区域性的。但当年9—10月又发生一次向全国范围的偏暖转变。10月开始

到来年9月，一直是负相关为主，表示弱涛动年10月以后，我国大部地区偏暖。

3. 次年11月，35站全为负相关。其前后又以正相关为主。正、负相关站数差出现如此明显的变化，看来仍是南方涛动的一种影响。

图 1 给出了SOI第一主成分与我国当年

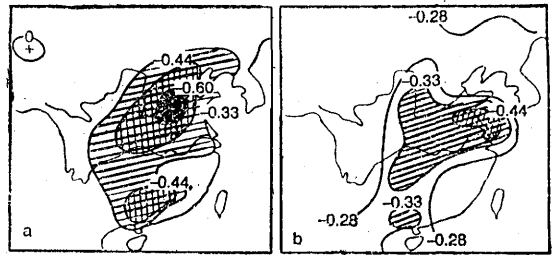


图 1 SOI第一主成分与当年10月(a)、

次年4月(b)月平均气温的相关系数

黑影区：相关系数>0.60；网影区：信度达0.01，斜线区：信度达0.05；相关系数0.28以上信度达0.10（下图同）

10月、次年4月的相关系数分布图。我们还计算了强、弱涛动年份月平均气温的差值（表略）。从图 1 及信度超过0.05的站强、弱涛动年月平均气温均值分布分析，南方涛动与我国月平均气温的关系的几个主要特征是：

1. 弱涛动年当年4月份，长江中下游、广东、广西、四川、江西、福建、甘肃、山西明显偏冷；强涛动年相反。

2. 弱涛动年5月, 长江中下游、贵州、福建明显偏暖; 强涛动年相反。

3. 弱涛动年10月, 105°E以东、40°N以南地区大范围偏暖, 其中以山东、河南、河北增暖最明显; 强涛动年相反。

4. 弱涛动年次年4月, 全国性偏暖, 最显著的地区是长江和黄河中下游、广西; 强涛动年相反。

#### 四、南方涛动与我国年、季平均气温的关系

##### 1. 南方涛动与年平均气温的关系

由南方涛动与当年年平均气温相关图(图略)分析, 弱涛动年当年长江中下游、东北、四川偏冷, 华北地区偏暖, 但信度均未达到0.05。表3给出了SOI第一主成分与

表3 SOI第一主成分与次年年平均气温的相关系数(信度0.05以上的)

站名	上海	福州	徐州	杭州	安庆	广州	大连	南京
相关系数	-0.56	-0.50	-0.44	-0.43	-0.41	-0.41	-0.39	-0.39
站名	南宁	武汉	郑州	赣州	南昌	长沙	贵阳	济南
相关系数	-0.37	-0.38	-0.38	-0.37	-0.37	-0.37	-0.36	-0.44

次年年平均气温的相关系数(信度达0.05的站, 其余相关系数绝对值均小于0.13)。由表可见, 弱涛动年次年, 我国为全国性偏暖年, 其中东南沿海, 长江以南, 黄河下游偏暖最明显。

##### 2. 南方涛动与季平均气温的关系

为了分析南方涛动与我国季平均气温的关系, 我们计算了SOI第一主成分与我国季平均气温的相关(从当年春季到次年秋季)。这里给出了当年秋季(图2a)和冬季(图2b)的计算结果(其它图略)。分析指出:

(1) 南方涛动与我国春季气温的相关图(图略)上, 仅四川、广东、广西、陕西、山西为弱正相关, 其它均呈负相关, 最显著的地区是长江中游、湖南、湖北, 其次是长江下游、河北, 但信度仅为0.10(负相关)。

(2) 南方涛动与我国夏季(6—8月)平均气温的相关, 西南、华南、京津地区、黄河下游为负相关(信度0.10), 其余为正相关。也就是说弱涛动年夏季仅我国西南、两广偏暖, 我国大部, 特别是长江中游、东北偏凉。

(3) 南方涛动与我国秋季平均气温的关系(见图2a), 除东北北部正相关, 湖南、江

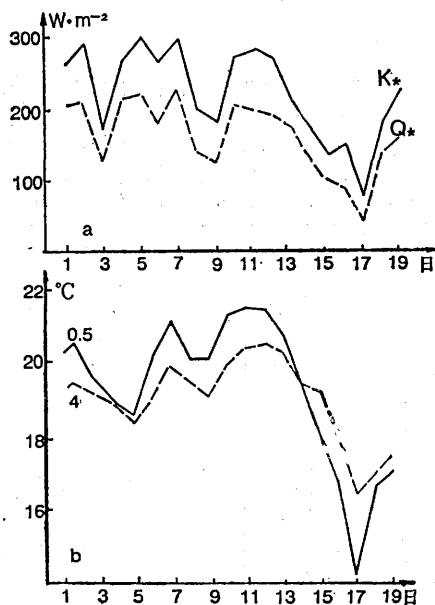


图2 SOI第一主成分与我国当年秋季(a)、冬季(b)平均气温相关系数分布

西有弱正相关以外, 其余均为负相关。陕西、山西、山东的负相关达0.05的信度。这种相关特征可维持到冬季(图2b)。到当年冬季除东北北部维持正相关外, 全国绝大部分地区为负相关。

(4) 南方涛动与次年春季平均气温全部(35站)为负相关。但仅西安、太原、贵阳、南宁、安庆、上海、杭州、南京、徐州、济南等10站信度达0.05。

(5) 南方涛动与我国次年夏季气温相关不显著。山西、陕西、湖南、四川有弱正相关(信度约0.10)，两广、江苏北部有负相关(信度0.05)。

(6) 南方涛动与我国次年秋季气温以负相关为主，但不显著，仅长江中下游、西南、福建信度达0.10。

### 五、我国气温记录中的厄尔尼诺信号

目前，许多气象工作者致力于厄尔尼诺形成机制的研究<sup>[7][8]</sup>。然而，在厄尔尼诺发生初期或发生前的大气环流特征、海表温度特征、大尺度要素场特征尚未充分揭露以前，提出厄尔尼诺形成的圆满解释是困难的。因此，有各种不同的厄尔尼诺成因的假设。本文并不想涉及厄尔尼诺形成机制问题，仅提出两个存在于我国大尺度气温记录中的厄尔尼诺发生的征兆。

#### 1. 4月冷5月暖

一般认为，4、5月份是厄尔尼诺发生初期，这时，厄尔尼诺与非厄尔尼诺的大尺度显著差异可作为诊断厄尔尼诺的信号加以考虑。由表1可知，弱涛动年4、5月，我国气温有偏冷转偏暖的特征。由于4、5月份各测站月气温的均方差差别不大，所以加大时间尺度，求南方涛动与月际温度差 $T_5 - T_4$ 的相关系数。结果，35个测站全部为负相关，长江以南信度达0.05，长江中下游、东南沿海有11站信度达0.01。为加大空间尺度，减少随机误差，计算了上海、南京、福州、南昌、武汉等5站累积4、5月份平均气温差 $K$

$[K = \sum_{i=1}^5 (T_4 - T_5)_i]$ 。表1给出了1951—1986年5站累积4、5月气温差 $K$ 值，并已从小到大排列。

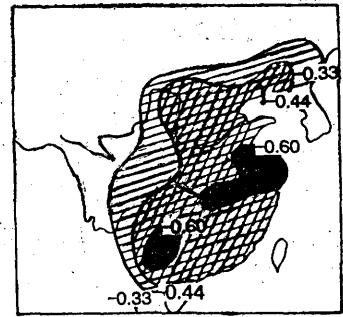


图3 SOI第一主成分与我国9、10月平均气温差( $T_{10} - T_9$ )的相关系数分布图

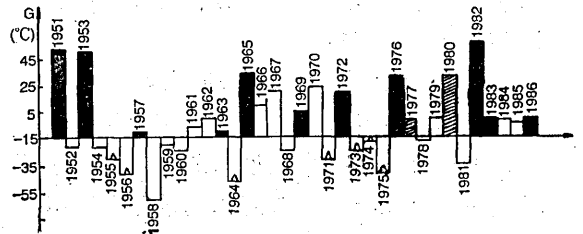


图4 1951—1986年G指数与厄尔尼诺和南方涛动

黑柱体表示厄尔尼诺年，斜线柱体表示弱涛动年(但不是厄尔尼诺)，△表示强涛动年

由表1看出，厄尔尼诺年 $K$ 值明显偏大，反厄尔尼诺年相反，信度达0.001。表1中也包括了独立样本资料1985、1986年，可以看出，1986年的厄尔尼诺也具有这种特征。文献<sup>[4]</sup>曾指出，厄尔尼诺年4、5月份500 hPa环流中的早期信号，这就是极涡4月份明显偏强，5月明显偏弱；4月份70°N以北的500 hPa 1波方差明显偏小，2波方差贡献大，5月份转变为1波方差贡献明显偏大。厄尔尼诺年4、5月份气温变化是与4、5月份环流变化信号一致的。

#### 2. 9月冷10月暖

9月冷10月暖也是厄尔尼诺年的一个明显特征。图3给出了SOI第一主成分与我国9、10月份气温差的相关系数分布。由图可见，所有测站均为负相关，绝大部分信度达

0.01以上(网影区),长江中下游、江苏北部相关系数绝对值 $>0.60$ 。

我们将上述两个特征线性组合起来,也就是计算 $\bar{T}_{10} - \bar{T}_9 + \bar{T}_5 - \bar{T}_4$ ,然后再加大空间尺度,求上海、南京、安庆、合肥、杭州、武汉、南昌、长沙、常德、赣州、福州、南宁、百色、广州等14站累积 $\bar{T}_{10} - \bar{T}_9 + \bar{T}_5 - \bar{T}_4$ ,称为G值。图4给出了1951—1986年的G值。由图4可见:

1. 所有厄尔尼诺年和弱涛动年份G值均 $\geq -13$ ,几率13/13。

2. G值 $\geq 26$ 时,均为厄尔尼诺年或弱涛动年,这些年份是1951、1953、1965、1976、1980、1982。

3. 所有的强涛动年G值均 $< -16$ 。

显然,如果我们再考虑早期大气环流信号,大尺度降水场中的厄尔尼诺信号,还可以进一步提高早期诊断厄尔尼诺的准确率。作者将另文加以研究。

## 六、小结

1. 南方涛动与我国月平均气温的相关,在当年2、4、9月是正相关,9月以后是持续的负相关。

2. 南方涛动与我国气温相关最好的季节是当年秋季,其次是来年春季。

3. 厄尔尼诺年当年4、9月,我国大范围偏冷,5、10月份大范围偏暖,最显著的地区是长江中下游及以南地区。这可以作为早期识别厄尔尼诺的信号。

4. 南方涛动与我国次年年平均气温有良好的负相关,最显著的地区是长江以南地区。

## 参考文献

- (1) J. Bjerknes, Atmosphere teleconnections from equatorial Pacific, Mon. Wca. Rev., Vol. 97, No. 3, 163—172, 1969.
- (2) H.V. Loon, J.C. Rogers, The Southern Oscillation, Part I: associations with changes in the middle troposphere in the Northern winter, Mon. Wea. Rev., Vol. 109, 1163—1168, 1981.
- (3) Chen, W.Y., Fluctuations in Northern hemisphere 700 mb height field associated with the Southern Oscillation, Mon. Wea. Rev. Vol. 110, No. 7, 808—823, 1982.
- (4) Shi Neng, A multi-statistical analysis of the Southern Oscillation (SO) and its relation to the mean monthly atmospheric circulation at 500hPa in the Northern hemisphere, A. A. S. Vol. 5, No. 3, 345—359, 1988.
- (5) 藏恒范, 王绍武, 赤道东太平洋水温对低纬大气环流的影响, 海洋学报, 6卷, 1期, 1984.
- (6) 毛天松, 许乃猷, EL Nino现象对东亚夏季环流影响的初步研究, 热带气象, 2期, 1985.
- (7) Fu Congbin, Dong Dong, fensg EL Nino/Southern Oscillation in the global tropical Ocean, A. A. S. Vol. 5, No. 1, 1988.
- (8) 李崇银, 频繁的强东亚大槽活动与EL Nino的发生, 中国科学, B辑, 6期, 667—674, 1988.

# The relationship between the SO and monthly or seasonal mean temperature in China

Shi Neng Liu Weibing Miao Zishu

(Nanjing Institute of Meteorology)

## Abstract

It is pointed out that most correlations between the SO and the monthly or seasonal mean temperatures in China are positive in September, February and April and show persistently negative after September in current year. The maximum seasonal correlations occur in the autumn of the current year and in the spring of the next year. The annual mean temperature

in the next year in the lower Changjiang Reaches and Guangdong, Fujian and Shandong Provinces are in close negative relation with the SO. These relations can be used for temperature prediction. In addition, it is also found that early El Nino signals exist in the monthly or seasonal mean temperature records of April, May, September and October.

---