

西北太平洋台风活动与ENSO 关系的统计分析

施 能 周家德*

提 要

用南方涛动指数(SOI)的第一主成分表示年涛动强度。研究了厄尔尼诺年和反厄尔尼诺年当年以及来年的西北太平洋的台风活动。还研究了ENSO与登陆强台风的关系。这些关系,对台风活动的长期预报以及厄尔尼诺现象的早期诊断、识别是有益的。

厄尔尼诺和南方涛动(ENSO)对西太平洋台风、热带低压、大西洋飓风等热带天气系统的影响,已广泛引起人们的注意。Ramage^[1]曾认为厄尔尼诺现象同热带气旋频数之间无明显的联系。然而,Gray^[2]的研究表明,强的或中等强度的厄尔尼诺现象抑制了大西洋飓风的发生、发展。对于西北太平洋的台风,潘怡航^[3]、李崇银^[4]、阮均石^[5]的工作都进一步揭露了有关事实。但是文献[3]、[4]仅讨论厄尔尼诺现象当年的台风活动,对来年台风活动特征未予揭露。文献[2]、[5]仅讨论中等强度以上的厄尔尼诺年,个例较少。文献[6]研究了ENSO与南海台风活动的关系。本文重点揭露ENSO与来年西北太平洋台风活动的相关事实。这些工作对实际预报,特别是台风的长期预报以及厄尔尼诺现象的理论研究、诊断将是有益的。

一、资 料

主要依据Angell^[7]、Rasmusson^[8]和王绍武用7个指标定出的厄尔尼诺年(见表1)。这样我们的厄尔尼诺年就包含了Gray未曾考虑的弱厄尔尼诺年。反厄尔尼诺年的选取与文献[8]、[9]一致。西北太平洋台风资料取自台风年鉴(1949—1985)**。

为了避免海温资料得之不易,防止厄尔尼诺年标准不一致带来的问题。本文还研究了SOI与西北太平洋台风的关系。令SOI的资料矩阵为X

1989年5月30日收到,10月25日收到修改稿

*我院1988届毕业生

**因只用1988年以前的资料,故台风仍沿用旧名称

$$X =_{51}(x_{tj})_{12} \quad t = 1, 2, \dots, 51(1935-1985)(\text{年})$$

$$j = 1, 2, \dots, 12(\text{月})$$

则可以求出 SOI 的第一特征向量, 也就是矩阵 $X' \cdot X$ 的第一特征向量 V_1

$$V_1 = (v_{11} \quad v_{21} \quad v_{31} \quad v_{41} \quad v_{51} \quad v_{61} \quad v_{71} \quad v_{81} \quad v_{91} \quad v_{101} \quad v_{111} \quad v_{121})^T$$

$$= (0.49 \quad 1.09 \quad 2.05 \quad 2.28 \quad 2.68 \quad 3.48 \quad 3.50 \quad 3.71 \quad 3.51 \quad 3.57 \quad 2.93 \quad 3.19)^T$$

则南方涛动指数的第一主成分就是 SOI 的逐月值 X_{tj}^* ($t=1, 12$), 用第一特征向量加权, 即

$$(\text{SOI})_{t1} = \sum_{j=1}^{12} v_{1j} \cdot x_{tj}^* \quad (t=1, 2, \dots, 51) \quad (1)$$

由(1)可求出 SOI 第一主成分的逐年值(1935—1985), 此序列可以与台风特征量的序列相关系数, 还可以选出强、弱涛动年。

表 1 1949—1985 年的 ENSO 年

厄尔尼诺年	1951, 1953, 1957, 1963, 1965, 1969, 1972, 1976, 1982, 1983	(10年)
反厄尔尼诺年	1955, 1964, 1967, 1970, 1973, 1975	(6年)
弱涛动年	1951, 1953, 1957, 1963, 1965, 1969, 1972, 1977, 1980, 1982, 1983	(11年)
强涛动年	1950, 1955, 1956, 1964, 1971, 1973, 1974, 1975	(8年)

表 2 是 SOI 第一主成分与西北太平洋当年、来年台风、强台风发生数的定量相关系数; 反厄尔尼诺年和厄尔尼诺年, 强涛动年和弱涛动年台风、强台风发生数的平均值之差。表中相关系数绝对值小于 0.19 或均值差数小于 0.5 (个) 的只标以符号 (表示 ENSO 的影响不明显)。

由表 2 看出

1. ENSO 与台风发生数的相关性质, 似乎以 6 月份为界, 有明显的改变。特别是厄

表 2 ENSO 与西北太平洋台风、强台风发生数的关系

月		1	2	3	4	5	6
当 年	相 关 系 数	-	+	-0.22	+	-	-
	强 SO 年 减 弱 SO 年	-	-	-	+	-	-
	反厄尔尼诺年 减 厄尔尼诺年	-	+	-	-	-0.50	-0.70
来 年	相 关 系 数	0.45*	+	0.21	0.47**	0.22	+
	强 SO 年 减 弱 SO 年	0.91	+	+	0.76	+	+
	反厄尔尼诺年 减 厄尔尼诺年	0.73	+	+	1.47	1.13	0.80

续表 2

月		7	8	9	10	11	12
当年	相关系数	+	0.42*	-	+	0.29	-0.19
	强 SO 年 减弱 SO 年	1.61	2.44	+	+	0.91	-
	反厄尔尼诺年 减厄尔尼诺年	2.17	2.27	0.57	1.27	0.97	-0.77
来年	相关系数	-	-0.22	-	-0.39*	-0.45**	-
	强 SO 年 减弱 SO 年	-0.95	-0.93	-0	-1.42	-1.17	-
	反厄尔尼诺年 减厄尔尼诺年	-0	0.57	-0	-2.07	-	-0.77

*0.05信度 **0.01信度(下同)

厄尔尼诺发生的来年1—6月全为正相关, 来年7—12月全为负相关的特征非常明显。

2. 厄尔尼诺年或弱涛动年的当年8月, 来年1、4、10、11月相关系数已达到或超过0.05、0.01以上信度。但是, 这仅仅是逐月的关系。为了从整体性上研究ENSO与台风、强台风发生数的关系, 加大统计的时间尺度是有益的。表3是若干时段的相关关系, 因为6月前后相关性质不同, 因此以6月为界划分时段, 此外还统计了台风季节7—11月。

表3 ENSO与西北太平洋台风、强台风发生数的相关系数与均值差

时 段		1—6月	7—11月	7—来年 6月	来年1 —6月	来年7 —11月	来年7月— 后年6月
相 关 系 数		-0.10	0.37*	0.51**	0.51**	-0.41**	-0.48
均 值 差	强 SO 减弱 SO	-0.3	5.31	7.42	2.60	-4.48	-7.1
	反厄尔尼诺 减厄尔尼诺	-2.00	7.23	11.47	5.00	-1.9	-5.63

可以看出, 厄尔尼诺发生的当年7—11月台风、强台风发生数偏少, 来年7—11月发生数偏多。厄尔尼诺现象与7月—来年6月台风、强台风发生数有极好的相关, 相关系数达0.51。厄尔尼诺年在该时段平均比反厄尔尼诺年少11.47个台风、强台风。

表4给出1949—1985年历年当年7月—来年6月西北太平洋台风、强台风发生数。可见, 在该时段内, 反厄尔尼诺年台风发生数 $\geq 27(6/6)$, 厄尔尼诺年台风发生数 $\leq 26(11/11)$ 。表4经t统计量检验, 其值为5.487, 达到0.001以上信度。

表4 ENSO与7月—来年6月台风、强台风发生数的关系

年	发生数	厄尔尼诺 (E)	南方涛动	年	发生数	厄尔尼诺 (E)	南方涛动
1964	42	反E	强	1970	35	反E	
67	39	反E		50	34		强
66	37			62	33		

续表 4

年	发生数	厄尔尼诺 (E)	南方涛动	年	发生数	厄尔尼诺 (E)	南方涛动
1960	33			1980	26		弱
52	32			72	26	E	弱
73	32	反 E	强	65	26	E	弱
84	31			85	26		
78	30			86	26	E	弱
74	30		强	79	25		
75	30	反 E	强	77	24		弱
49	29			83	24	E	弱
58	29			57	24	E	弱
81	29			63	24	E	弱
71	29			56	23		强
61	29			53	23	E	弱
55	27	反 E	强	69	23	E	弱
54	27			82	20	E	弱
68	27			76	19	E	
59	26			51	18	E	弱

二、ENSO 与来年初台迟早的关系

初台的迟早反映热带环流异常活跃情况。资料表明，初台最早可在 1 月上旬，最迟可在 6 月下旬。由上所述，厄尔尼诺或弱南方涛动抑制了来年 1—6 月的台风发生，所以表现在初台日期也有明显差异。表 5 是 1949—1985 年初台日期在各月的分布。

表 5 ENSO 与来年初台日期的关系

来 年 月	1	2	3	4	5	6	合 计
厄 尔 尼 诺 年	2	1	1	1	1	4	10
反厄尔尼诺年	6	0	0	0	0	0	6
弱 涛 动 年	2	1	2	1	1	4	11
强 涛 动 年	7	0	1	0	0	0	8

可以看出，厄尔尼诺年时，来年初台偏迟；反厄尔尼诺年时，来年初台偏早。需要指出的是，初台日最迟的 5 年（初台日在 5 月份以后）是 1973、1983、1952、1984、1963 年，这 5 年的上一年全是厄尔尼诺年，且是弱涛动年。所有反厄尔尼诺年来年的初台全

在1月份, 8个强涛动年的来年初台日仅1个在4月份, 其余7个在1月份。这种特征, 似乎也可以作为诊断、识别厄尔尼诺现象的一个参考依据。

三、ENSO与登陆台风、强台风、热低压的关系

表6是SOI第一主成分与当年以及来年登陆我国的台风、强台风、热低压的相关系数以及相应的登陆平均值之差。

表6 ENSO与当年、来年台风、热低压登陆数的关系(包括第二次登陆)

月		5	6	7	8	9	10	11	9—10	9—11	全年
当 年	相 关 系 数	+	0.22	-0.31	+	+	0.58**	-	0.37*	0.50**	0.24
	强涛动减弱涛动	+	0.65	-1.05	0.9	0.8	1.07	-	1.77	1.87	2.57
	反厄尔尼诺减厄尔尼诺	+	+	-0.67	1.5	0	1.13	-	1.07	1.13	2.20
来 年	相 关 系 数	+	0.30	-0.29	+	+	-	-	-0	-	0
	强涛动减弱涛动	+	0.50	-0.88	+	+	-	-	-0.45	-	-0.68
	反厄尔尼诺减厄尔尼诺	+	1.20	-	+	+	+	-	+	0	1.6

由表6看出:

1. ENSO与我国月登陆台风数相关最密切的月份是10月份, 相关系数达到0.58。资料表明, 10个厄尔尼诺年总共只有2个登陆台风, 而6个反厄尔尼诺年在10月份总共有8次台风登陆。其实, 这种相关在秋季(9—11月)都是很显著的。所以, 9—11月份登陆台风数很少, 也是厄尔尼诺现象的一个征兆。

2. ENSO与来年登陆台风数的关系不明显。顺便指出, 厄尔尼诺年台风登陆数减少的原因不能完全归结为台风发生数减少。因为厄尔尼诺年的8月份台风发生数最明显减少, 而登陆数明显减少的月份是10月份。

四、ENSO与登陆的特强台风(中心气压<915hPa)数的关系

为了保证有一定的个例和分析样本, 取中心极端气压小于915hPa作为标准, 自1949—1985年共有36个登陆个例。经我们分析, 特强的台风登陆数与ENSO的关系与月份有关, 见表7。

由表7看出:

1. 在当年7月或7月份以前, 厄尔尼诺年或弱涛动年可能有极强的台风登陆, 而反厄尔尼诺年几乎不可能有特强的台风登陆。但是, 随着时间的推移, 反厄尔尼诺年或强涛动年可能有极强的台风登陆。10月份以后, 厄尔尼诺年时, 没有观测到中心气压小于915hPa的特强登陆台风。

2. 厄尔尼诺年来年8月以后 登陆特强台风的可能性明显大于反厄尔尼诺年。这个结

表 7 中心极端气压小于915hPa的登陆台风数与 ENSO

年	月	总 数	厄尔尼诺	反厄尔尼诺	弱涛动	强涛动
当 年	7月及以前	9	6	0	7	1
	9月及以后	16	2	7	2	5
	10月及以后	9	0	5	0	3
来 年	8月及以后	27	7	1	6	2
	9月及以后	16	7	2	5	1
	10月及以后	9	4	0	3	0

果与前面叙述过的，厄尔尼诺年来年7月以后台风、强台风发生数偏多是一致的。

五、ENSO与台风路径合成及环流背景

由上所述，厄尔尼诺不仅对当年、来年台风季节的台风活动有影响，而且对1—6月的台风活动也有影响。为此，我们制作厄尔尼诺和反厄尔尼诺年当年1—6月，来年1—6月台风、热低压在通过5个经纬度格点内的台风数的合成图，为消除年数的差别，总合成数分别除以年数(见图1)。图中粗黑线为0.5等值线，斜线为1.5等值线，双

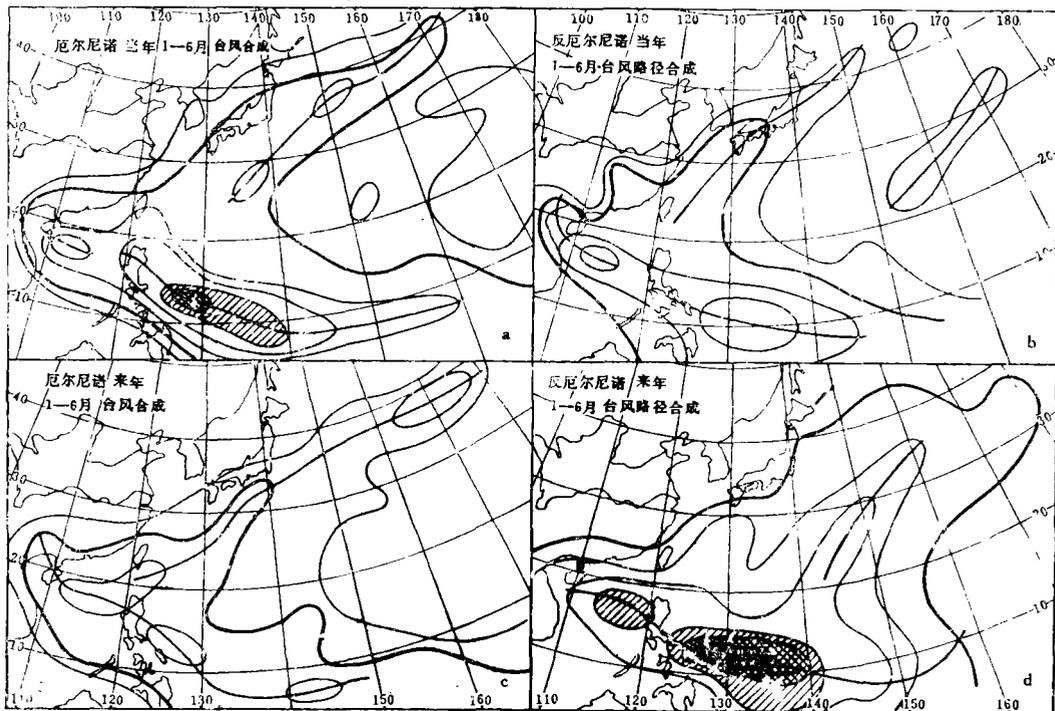


图 1 厄尔尼诺年、反厄尔尼诺年 1—6 月台风、热低压每 5 个经纬网格内的合成图(平均)

a. 厄尔尼诺年 1—6 月

b. 反厄尔尼诺年 1—6 月

c. 厄尔尼诺年来年 1—6 月

d. 反厄尔尼诺年来年 1—6 月

斜线区为大于2.0的区, 黑区大于3.0。图上显示出厄尔尼诺年的1—6月份台风活动比反厄尔尼诺年同期频繁; 反厄尔尼诺年的来年1—6月的台风活动比厄尔尼诺年来年1—6活动频繁。

ENSO影响台风活动的机制问题是一个有待深入研究的问题。由于各厄尔尼诺强度、发生的月份(类型), 海温场特征不完全一致, 因此细致地研究出具有普遍意义的机制很困难。但是据文献[10]的结果, 厄尔尼诺年或弱涛动年的4、5月份开始, 西太平洋副高就连续开始偏强, 一直可维持到来年夏末。图2是厄尔尼诺年(虚线)和反厄尔尼诺年(实线)北半球95°—180°E—160°W范围内588十位势米秋季(9—11月)平均等高线。可以看出, 厄尔尼诺年副高强大、位置偏南、副高西伸大陆, 在南海、华南存在588十位势米一环, 反厄尔尼诺年副高偏弱、偏北。这基本上解释了厄尔尼诺年7月到来年6月台风发生明显偏少的原因。但是, 为什么厄尔尼诺发生当年的1—6月, 来年7月以后, 台风活动又偏多还有待进一步研究

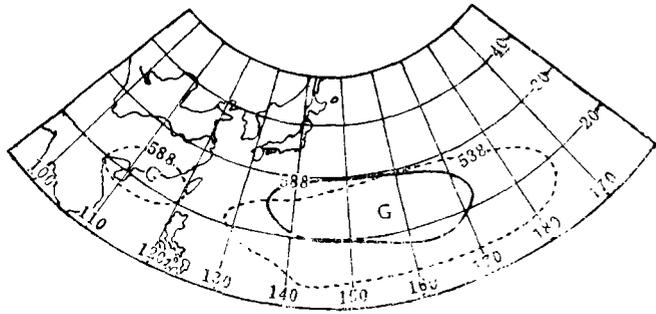


图2 厄尔尼诺年(虚线)和反厄尔尼诺年(实线)588十位势米等高线(秋季平均)

六、小 结

厄尔尼诺现象发生的当年1—6月份, 西北太平洋台风活动较常年频繁, 6月份就可能有特强的台风(中心气压小于915hPa)登陆影响我国。但是, 7月份以后到来年6月, 西北太平洋的台风发生数明显减少, 总数不超过26个, 并且登陆我国的台风、热低压也偏少, 10月份减少最明显, 10月份以后几乎不可能有特别强的台风登陆。由于副高持续强大, 来年初台日期也推迟。厄尔尼诺年的来年7月以后, 台风活动又比常年偏多, 8月以后可能有特强台风登陆。

反厄尔尼诺年与厄尔尼诺年特征相反, 也就是1—6月台风活动偏弱, 7月到来年6月台风发生数偏多, 总数至少27个。来年1月就发生初台风。反厄尔尼诺年登陆我国的台风偏多, 当年10月份以后仍可能有特别强的台风登陆。来年7月以后, 台风活动比常年偏弱, 特强台风登陆的可能性较小。

参 考 文 献

- [1] Ramage, C. S. and Hori, A. M., Meteorological aspects of El Nino, Mon. Wea. Rev., Vol.109, 1827—1835, 1981.
- [2] Gray, W. M., Atlantic seasonal hurricane frequency, Part I, El Nino and 30hPa Quasi-Biennial Oscillation influences, Mon. Wea. Rev., Vol. 112, 1649—1668, 1984.
- [3] 潘怡航, 赤道太平洋热力状况对西太平洋台风发生频率的影响, 气象学报, 1982, 40, 24—34.

- [4] 李崇银, 厄尔尼诺影响西太平洋台风活动的研究, 气象学报, 1987, 45, 229—235.
- [5] 阮均石, 厄尔尼诺现象与西北太平洋台风活动关系的初步分析, 南京气象学院学报, 1988, 1, 1—14.
- [6] 施 能, ENSO与南海台风活动的统计分析, 气象, 1989, 4, 9—14.
- [7] Angell, J. K., Comparison of variations in atmospheric quantities with sea surface temperature variations in the equatorial eastern Pacific, Mon. Wea. Rev., Vol. 109, 230—243, 1981.
- [8] Rasmusson, E. M. and Carpenter, T. H., Variations in tropical sea surface temperature and surface wind field associated with the Southern Oscillation/El Nino, Mon. Wea. Rev., Vol. 110, 354—384, 1982.
- [9] 臧恒范、王绍武, 赤道东太平洋水温对低纬度大气环流的影响, 海洋学报, 1984, 6, 16—24.
- [10] Shi Neng (施 能), A multi-statistical analysis of the Southern Oscillation (SO) and its relation to the mean monthly atmospheric circulation at 500 hPa in the Northern Hemisphere, A.A.S., Vol. 5, No. 3, 345—359, 1988.

STATISTICAL ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN TYPHOON ACTIVITIES OVER THE NORTHWESTERN PACIFIC AND EL NINO/SOUTHERN OSCILLATION

Shi Neng Zhou Jiade

ABSTRACT

The first principal component of the Southern Oscillation Index (SOI) is used as the intensity of annual SO. A composite analysis is made of typhoon activities over the Northwestern Pacific in the El Nino/anti-El Nino year and the year after. It is found that the characteristic of the correlation between ENSO and typhoon activities in June and before differs from that after June. In the El Nino year the average number of typhoons developing over the Northwestern Pacific is greater than normal from January to June, smaller from June until next June and greater from then until next December. The date of the first typhoon in the year following El Nino will be postponed. The opposite is true for the anti-El Nino year. In most cases the first typhoon will appear in January. Moreover, the relations between ENSO and the number of severe typhoons landing on China's coast are examined, which are of much use to the long-range forecasting of typhoon activities and to the early diagnosis of El Nino events.