

厄尔尼诺事件与登陆我国热带气旋关系的初步分析

刘 聪 曲学实

(江苏省气象科学研究所)

提 要

本文用统计学方法对厄尔尼诺事件(包括反厄尔尼诺事件,下同)与登陆我国热带气旋之间的关系作了初步分析。结果表明,厄尔尼诺年当年登陆我国的热带气旋较常年偏少,登陆纬度偏南,其中的台风登陆频数亦较常年偏少;而反厄尔尼诺年当年则相反。分析还表明,上述影响的可能机理是,厄尔尼诺事件发生时异常海温影响沃克环流、哈得来环流及副高脊线位置的结果。

一、引 言

厄尔尼诺事件是全球大尺度海洋温度出现异常的现象,它与我国天气的关系已有了不少分析研究^[1-4]。近年来,厄尔尼诺事件对热带气旋活动的影响引起了人们的广泛注意,一些研究表明厄尔尼诺事件抑制了气旋性环流的发展^{[2][3]}。董克勤研究了厄尔尼诺事件与西北太平洋热带气旋形成频数的关系,揭示出两者间存在显著的相关^[3]。本文初步分析了厄尔尼诺事件与登陆我国热带气旋的关系,揭示厄尔尼诺事件对登陆我国热带气旋存在影响的事实,为厄尔尼诺事件发生年及次年登陆我国热带气旋个数的年趋势预测提供参考依据。

二、厄尔尼诺事件与登陆我国的热带气旋频数的关系

本文对厄尔尼诺事件年的选取参照文献^[5],⁽¹⁾,并参照我国ENSO监测小组采用的强度指数表示厄尔尼诺事件的强度。强度指数由式(1)表示,

$$F_i = \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_L} + \frac{|\Delta T_i \max| - |\overline{\Delta T \max}|}{\sigma_T} + \frac{m_i - \bar{m}}{\sigma_m} \quad (1)$$

式中L, ΔT, m分别为事件的长度、海温距平及海温距平绝对值≥1.0的月数,σ表示标准差,各值上的横线表示平均值,注标max表示最大值。F_i值越大,则表示相应的厄尔尼诺事件越强。由此确定的厄尔尼诺年及强度指数如表1所示。

热带气旋资料取自国家气象局编的《台风年鉴》。

表1 1951—1987年间厄尔尼诺年及其强度指数F_i

厄尔尼诺年	1951	1953	1957	1963	1965	1969	1972	1976	1982	1987
强度指数F _i	-2.73	-3.60	2.63	-3.08	0.71	-0.34	1.44	-1.72	3.34	2.91
反厄尔尼诺年	1956	1964	1967	1970	1974	1975	1984	—	—	—
强度指数F _i	3.63	-2.33	0.67	-0.49	2.38	0.94	-3.89	—	—	—

在1951—1987年的37年中，首次在我国登陆的热带气旋共342个*，平均每年为9.24个。而厄尔尼诺年当年平均每年为7.3个，次年平均每年为9.44个；反厄尔尼诺年当年平均每年为10.29个，次年为9.14个。

图1为逐年首次登陆我国的热带气旋频数，由图看出，频数曲线的11个谷点区中有7个对应厄尔尼诺年，其余3个厄尔尼诺年对应的频数亦在谷点附近。我们计算得到厄尔尼诺事件强度与当年登陆我国的热带气旋频数的相关系数为-0.572，经t检验，信度在0.1以上，次年两者的相关性较弱，相关系数仅有-0.195；反厄尔尼诺事件强度指数与当年及次年的登陆我国的热带气旋频数的相关系数分别为0.554和-0.739，前者信

度超过0.20，后者信度接近0.05。

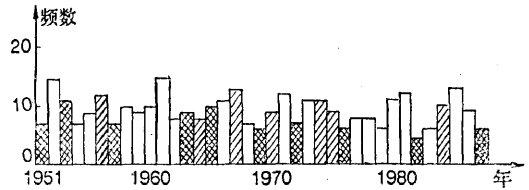


图1 逐年登陆我国的热带气旋频数图
图纹、斜线及空白直方图分别表示厄尔尼诺年，反厄尔尼诺年及一般年

我们进一步分析了历年各月登陆我国的热带气旋月平均频数得到表2，表3为厄尔尼诺事件强度与当年及次年逐月登陆我国的热带气旋频数间的相关系数。

由表2、3看出，厄尔尼诺年当年各月出现频数均较常年同期偏少，且除7、10月份

表2 1951—1987年间各月登陆我国热带气旋的月平均频数

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	总计
37年平均	0.027	0.324	1.216	2.183	2.832	1.865	0.514	0.216	9.24
厄尔尼诺当年	0.000	0.100	1.000	1.900	2.300	1.500	0.300	0.200	7.30
厄尔尼诺次年	0.000	0.444	0.889	2.333	3.000	1.778	0.667	0.333	9.44
反厄尔尼诺当年	0.000	0.143	1.429	2.000	3.286	2.000	1.143	0.286	10.29
反厄尔尼诺次年	0.143	0.143	1.286	1.857	2.857	2.000	0.571	0.143	9.14

表3 厄尔尼诺事件强度与当年及次年各月登陆我国的热带气旋频数的相关系数

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
厄尔尼诺当年	—	-0.324	-0.377	0.322	-0.768***	-0.214	0.181	-0.007
厄尔尼诺次年	—	-0.060	-0.457	0.483*	-0.030	-0.210	-0.170	-0.490*
反厄尔尼诺当年	—	-0.416	-0.286	0.220	-0.172	0.687**	0.292	0.365
反厄尔尼诺次年	-0.105	-0.105	-0.646*	-0.474	-0.380	-0.418	0.284	-0.416

注：t统计检验信度：*接近0.10，**超过0.10，***超过0.05（后表4同）

外，事件强度与登陆我国的热带气旋各月频数的相关系数均为负值，其中8月份的相关程度明显超过其它各月，信度超过0.01。厄尔尼诺年次年的各月热带气旋登陆我国的频数与常年同期相比有所增加，与事件强度的

相关系数除7月份外多为负值，且相关显著性较弱，仅7、11月份接近信度0.10。

反厄尔尼诺年当年各月出现的频数与常年相比有增有减，与事件强度的相关性有正有负，其中以9月份的正相关较为显著，信度超过了0.10，频数的增加8—11月份最明

* 包括台湾省

显。反厄尔尼诺年次年各月出现的频数多较当年偏少，各月频数与事件强度的相关系数除10月份外多为负值，其中6月份的相关性较好。

从以上分析可以看出：（1）厄尔尼诺年当年登陆我国的热带气旋频数比常年平均值明显偏少，且事件强度越强，登陆频数越少，其中尤以8月份的负相关最为显著；事件次年的年平均登陆频数比常年平均值稍有增加，且事件强度对其影响不大，它与各月的月频数的相关系数多为负值，这是值得进一步探讨的问题。（2）反厄尔尼诺年当年登陆频数比常年平均值有显著增加，事件强度越强，频数的增值越明显，这主要表现在9月份的相关上；反厄尔尼诺年次年平均值与事件强度呈负相关，相关性较好的为6月份。

三、厄尔尼诺事件与热带气旋登陆我国地理纬度的分析

由以上初步分析可以看出，厄尔尼诺事件的发生及其强度与登陆我国热带气旋频数存在一定的相关。图2为各纬度上登陆我国热带气旋频数的变化曲线。由图2可以看出：1951—1987年各纬度总频数（实线）的最高峰在22—23°N，次高峰在19—20°N，所有登陆点纬度的平均值为22.7°N，86.8%的登陆点在25°N以南。而厄尔尼诺年当年的相应曲线（点划线）最高峰在19—20°N，次高峰在21—22°N，平均值为22.2°N，其中89%的登陆点在25°N以南，反厄尔尼诺年的相应曲线（虚线）最高峰在19—20°N和22—23°N，平均值为23.2°N，86.1%的登陆点在25°N以南。图3为与图2相应事件的次年热带气旋登陆我国频数随纬度变化的曲线，由此图看出，厄尔尼诺年次年（实线）、热带气旋在我国的登陆点较集中于22—23°N，10年中84.7%的登陆点在25°N以南；反厄尔尼诺年的次年（点划线）登陆频数的高峰在19—20°N及21—22°N，92%的登陆点

在25°N以南。

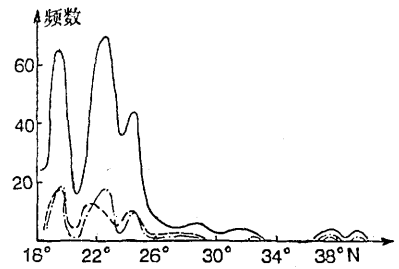


图2 各纬度上登陆我国的热带气旋频数

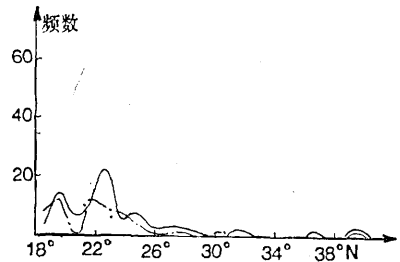


图3 厄尔尼诺事件次年登陆我国的热带气旋频数

我们进一步分析了厄尔尼诺事件强度与各纬度上登陆我国热带气旋年频数间的相关情况，得到表4。由表4看出，厄尔尼诺年当年22°N以南相关系数都为负值，特别在19—20°N相关信度达0.05以上，次年相关显著的区段主要在24—25°N的正相关上；反厄尔尼诺年当年相关系数多数呈正值，19—20°N的正相关信度超过了0.10，次年除25—26°N呈较好的负相关外，其余相关显著性较弱，未能通过0.10的信度检验。

从以上分析可以得出，（1）厄尔尼诺年当年热带气旋在我国登陆点比常年偏南，较低纬登陆频数与事件强度呈显著的负相关；次年登陆点主要集中在22—23°N，事件强度与登陆频数的主要相关区段在24—25°N。（2）反厄尔尼诺年当年登陆点纬度较常年偏北，事件强度与登陆频数的正相关在19—20°N较为显著；次年登陆纬度较常年偏南，事件强度与登陆频数相关较为显著的区段在25—26°N。

表4

厄尔尼诺事件与各纬度上热带气旋登陆频数的相关系数

	18—19°N	19—20°N	20—21°N	21—22°N	22—23°N	23—24°N	24—25°N	25—26°N
厄尔尼诺当年	-0.027	-0.750***	-0.172	-0.027	0.232	0.124	0.003	-0.224
厄尔尼诺次年	-0.028	0.365	0.300	-0.200	-0.501*	-0.212	0.743***	0.500*
反厄尔尼诺当年	0.377	0.702**	—	0.072	-0.463	-0.320	0.019	0.400
反厄尔尼诺次年	-0.469	0.067	-0.416	-0.445	0.231	0.192	0.265	-0.670**

四、厄尔尼诺事件与登陆我国的台风频数的关系

1951—1987年间平均每年登陆我国的台风(原称强台风)数为5.30个。其中10个厄尔尼诺年当年平均为4.70个,次年为5.22个,都较常年偏少,而反厄尔尼诺年当年平均值为5.86个,次年为5.43个,都略高于常年。这里分别计算了厄尔尼诺事件强度与事件当年及次年登陆我国台风频数间的相关情况,结果表明,厄尔尼诺年当年及次年的相关系数均呈负值;而反厄尔尼诺年当年及次年两者的相关系数分别为正、负值。以上相关信度在0.2左右。

我们进一步计算了厄尔尼诺事件与各月登陆我国的台风频数间的相关情况,得到图4,厄尔尼诺年当年,6、7月的相关系数为正值,其余月份为负值,且8月份负相关的信度超过了0.05,事件的次年相关系数除7、8月外为负值,5、11月份的相关信度接近0.10。

反厄尔尼诺年当年相关系数除5、6月份外多为正值;次年各月的相关系数虽除9月份外大多为负值,但相关并不显著。

从以上分析看出,(1)厄尔尼诺年当年及次年登陆我国的台风频数较常年偏少,与事件强度呈反相关,8月份尤为显著。(2)反厄尔尼诺年当年登陆我国的台风频数较常年有所增加,与事件强度相关恰与厄尔尼诺年相反。

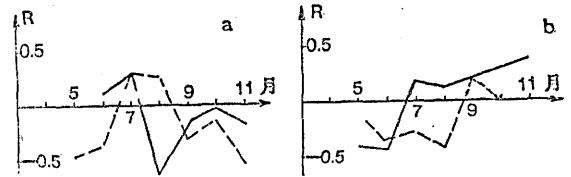


图4 厄尔尼诺事件强度与各月登陆我国的台风频数的相关

a. 厄尔尼诺年 b. 反厄尔尼诺年

五、厄尔尼诺年登陆我国热带气旋路径的合成

我们参照文献〔2〕统计了在每个 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 的网格距内通过的登陆我国热带气旋的个数,然后除以事件的个例数,绘制成厄尔尼诺事件的路径合成图(图5),由图5可见,厄尔尼诺年,登陆我国的热带气旋明显少于反厄尔尼诺年,且热带气旋在西北太平洋发生的起始区亦较之偏东、偏南。

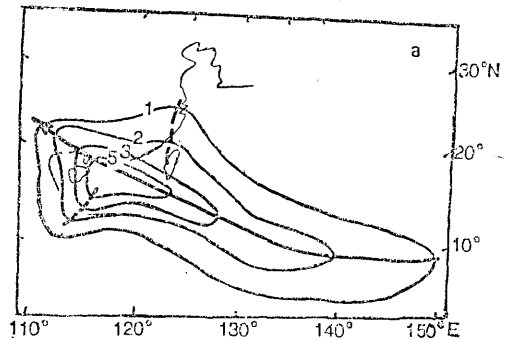


图5a 厄尔尼诺年登陆我国热带气旋的路径合成图

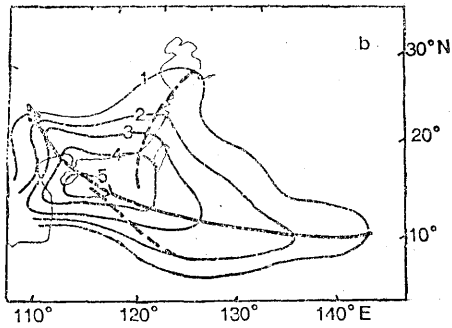


图 5 b 反厄尔尼诺年登陆我国热带气旋的路径合成图

六、可能影响机理的讨论

从分析可以看出，厄尔尼诺事件对登陆我国的热带气旋活动存在影响，其影响机理是一个值得研究的问题。我们运用现有资料，计算了1951—1979年间的厄尔尼诺事件和南方涛动、哈得来环流、沃克环流、西北太平洋副热带高压（副高）及登陆我国的热带气旋频数之间的相关情况，从结果看，与厄尔尼诺事件反位相的南方涛动指数(SOI)⁽⁶⁾与沃克环流及哈得来环流年平均环流指数⁽⁷⁾间存在良好的相关，相关系数分别为0.76和-0.562，信度均达0.01以上；哈得来环流与沃克环流年平均指数间的相关系数为-0.43，信度达0.05以上，29年间7、8月份副高的平均脊线位置⁽⁸⁾与SOI的相关系数为0.303，信度接近0.10，与登陆我国的热带气旋频数的正相关系数达0.387，信度超过了0.05，与沃克环流年平均环流指数的正相关接近0.10。而厄尔尼诺事件强度与沃克环流及哈得来环流年平均指数分别呈负(正)相关、登陆我国热带气旋频数与哈得来环流年平均指数呈负相关，信度接近0.10。

从以上看出，厄尔尼诺事件和南方涛动、哈得来环流、沃克环流、副高及登陆我

国的热带气旋间存在一定的相互联系：厄尔尼诺事件发生时，南方涛动减弱，沃克环流减弱，哈得来环流加强，副高平均脊线偏南，登陆我国的热带气旋频数减少。事件越强，上述增(减)幅越明显。而反厄尔尼诺事件发生时则相反。可见，厄尔尼诺事件发生时，赤道东太平洋海温异常增暖(变冷)，海温分布异常，经向梯度加大(变小)，热源移向(移离)赤道附近，减弱(增强)了沃克环流，加强(减弱)并南(北)移了哈得来环流，进而副高脊线南(北)移，同时，由于哈得来环流下沉气流及副高的作用，西北太平洋地区气旋性环流的发展受到抑制(促进)，使得西北太平洋热带气旋发生频数减少(增加)，登陆我国的热带气旋偏少(多)，登陆位置偏南(北)。有关机制的进一步研究将涉及海-气相互作用更为复杂的内容，这是一个值得研究的问题。

致谢：本文曾承蒙林春育老师指正，在此谨表谢意。

参 考 文 献

- (1) 施能等，ENSO与南海台风活动的统计分析，气象，Vol.15, No.4, 9—14。
- (2) 费亮，我国台风科研和业务预报的回顾及现状，气象，Vol.15, No.11, 11—12。
- (3) 赵振国，厄尔尼诺现象与我国温度，气象，Vol.15, No.7, 26。
- (4) 章基嘉等，中长期天气预报基础，气象出版社，1983, 15, 263—271。
- (5) ENSO监测小组，厄尔尼诺事件的划分标准和指数，气象，Vol.15, No.3, 37—38。
- (6) 石伟等，1857—1987年南方涛动指数，气象，Vol.15, No.5, 31—32。
- (7) 王绍武等，沃克环流指数与哈得来环流指数，气象，Vol.14, No.12, 14—15。
- (8) 杨文义，西太平洋副高和强度间的关系，气象，Vol.15, No.1, 29。

A preliminary analysis of the relationship between the tropical cyclones landing on china and El Nino events

Liu Cong Qu Xueshi

(Meteorological Institute of Jiangsu Province)

Abstract

In this paper, the relationship between the tropical cyclones landing on China and the El Nino events is statistically analysed. The results show that of the tropical cyclones and typhoons landing on China are less in El Nino years and more in anti-El Nino years. So are the landing latitudes. The degree of these relationships is diverse in different months and latitude regions. Its possible reason is caused by abnormal Walker and Hadley Circulation and the position of Subtropical high ridge during the El Nino events.