

两类 ENSO 事件前期的热带太平洋海温距平场^①

赵永平 陈永利

(中国科学院海洋研究所, 青岛, 266071)

提 要

分析了 1956 年以来两类 ENSO 事件热带太平洋海温距平场的特征, 结果指出, 东部型 El Nino 事件前期为 La Nina 事件年, 热带中东太平洋为强的海温负距平, 东部型 La Nina 事件前期为 El Nino 事件年, 热带中东太平洋为强的海温正距平; 中部型 El Nino 事件前期热带中西太平洋多为明显的海温正距平, 中部型 La Nina 事件前期热带东太平洋多为明显的海温负距平。两类 ENSO 事件前期海温距平场特征基本相反。就热带西太平洋暖池海域而言, 中部型 El Nino 事件前期暖池处于偏暖状态, 东部型 El Nino 事件前期则处于偏冷状态。西太平洋暖池处于偏暖状态是中部型 El Nino 事件发生的必要条件。

关键词 ENSO 事件前期 热带太平洋 海温距平场

分类号 P444

1 引 言

80 年代以来, ENSO 事件出现了与以往相反的海温距平分布和演变特征, 如 1982-1983、1986-1987 和 1991-1995 年期间的 El Nino 事件, 其增温都是首先从赤道中太平洋开始, 然后向东传播, 它不同于以往增温首先从赤道东太平洋南美沿岸海域开始, 然后向西传播的演变模式。这些观测事实对经典的 ENSO 理论提出了挑战, 热带西太平洋在 ENSO 事件中的作用也越来越受到重视。White 等^[1]分析了 1979-1982 年太平洋海洋短气候变化后指出, 在 El Nino 事件成熟期前 1-2 年中, 西太平洋海洋热力结构已有明显的变化。近期, 黄荣辉等^[2]进一步指出, 前期西太暖池处于异常暖的状态是 ENSO 事件发生的必不可少的条件。为什么 El Nino 事件会出现不同的增温时空分布? 两类 ENSO 事件前期热带太平洋海温距平场特征有什么异同? 海洋热力状况分布初始场对不同类型 ENSO 事件的发生可能有着决定性的作用。此外, 林学椿^[3]的研究表明, 不同类型 ENSO 事件对我国汛期降水有着完全相反的影响。因此, 充分了解 ENSO 事件前期热带太平洋海温距平场特征, 不仅对 ENSO 事件形成机理研究有重要意义, 而且对 ENSO 事件发生后对我国汛期降水预测也有应用价值。

本文所用的海温资料为中国气象科学研究院气候研究所根据 COADS 资料整理的 5.0×5.0 纬度、经度网格统计值(1854 年 1 月-1990 年 6 月)、南方涛动指数(SOI)(1882

^① 1997-06-11 收到初稿, 1997-12-01 收到修改稿。本文得到国家“九五”重中之重项目“我国短期气候预测系统的研究”(95-908-04-02-2)资助。

年 1 月– 1990 年 8 月) 取自国家气候中心气候监测公报。1990 年以后的海温和 SOI 资料用国家气候中心的资料, 同时参考美国“Climate Diagnostics Bulletin”进行补充。海温距平为相对于 1949– 1989 年的平均值。热带太平洋范围取为 30°S – 30°N , 100°E – 80°W 。SOI 进行了 5 个月滑动滤波。

2 1956 年以来 ENSO 事件前期海温距平场的特征

ENSO 循环由二个位相组成, 暖位相期为 El Nino 事件, 冷位相期为 La Nina 事件, 本文对 ENSO 循环的二个位相期分别进行讨论。由于大洋上, 尤其在热带西太平洋上, 观测资料在 1956 年以后才比较齐全, 因此本文主要分析 1956 年以来 ENSO 事件。参考林学椿等^[3]、符淙斌^[4]等提出的以增温位置来划分 ENSO 类别的原则和藏恒范等^[5]的分类分析结果, 以增(降)温首先出现在热带东太平洋南美沿岸为东部型, 而首先出现在热带中东太平洋为中部型 ENSO 事件的划分标准, 分析了 1956 年以来热带太平洋海温场, 结果表明, 在 1956– 1990 年期间共出现 8 次 El Nino 事件, 其中 1957– 1958、1965、1972– 1973 和 1976 年为东部型, 1963、1969、1982– 1983、1986– 1987 年为中部型; 共出现 8 次 La Nina 事件, 其中 1964、1970– 1971、1973、1988– 1989 年为东部型, 1961– 1962、1967、1975 和 1978 年为中部型。这一分类结果, 除 1961– 1962 年外, 与林学椿的结果完全一致, 后者将 1961– 1962 年事件划为东部型 La Nina 事件。在 1991– 1995 年期间共出现 3 次中部型 El Nino 事件, 出现时间分别为 1991 年 5 月– 1992 年 8 月, 1993 年 4 月– 1994 年 1 月和 1994 年 10 月– 1995 年 3 月, 也有人认为是一次特别长的 El Nino 事件。这里首先对 1956– 1990 年期间两类 ENSO 事件前期热带太平洋海温距平场时空分布的基本特征进行分析, 然后对 1991– 1995 年期间出现的 El Nino 事件进行剖析, 文中“前期”是指事件发生的前一年。

2.1 两类 El Nino 事件前期海温距平场的特征

2.1.1 两类 El Nino 事件前期赤道太平洋海温距平的变化

图 1 为 1956– 1995 年赤道太平洋(5°N – 5°S) 海温距平时间– 经度剖面。由图可见, 1957– 1958、1965、1972– 1973 和 1976 年 El Nino 事件爆发前一年和当年初, 整个赤道太平洋均处于偏冷的状态。这些 El Nino 事件为东部型, 海温多首先从东太平洋南美沿岸海域开始增温, 然后西传。1963、1969、1982– 1983 和 1986– 1987 年 El Nino 爆发前一年和当年初, 热带东太平洋为弱的海温负距平, 而西太暖池区则处于偏暖的状态。这些 El Nino 事件为中部型, 海温增温多首先出现在热带中太平洋, 然后东传。

2.1.2 两类 El Nino 事件前期热带太平洋海温距平场的水平分布

为清楚地显示 El Nino 事件前期热带太平洋海温距平场的水平分布, 计算了 1956– 1990 年期间两类各 4 次 El Nino 事件爆发前一年和当年各季热带太平洋海温距平, 分析了其分布和演变特征, 制作了两类 El Nino 事件的海温距平合成图。在 4 次中部型 El Nino 事件(1963、1969、1982– 1983、1986– 1987) 爆发前一年, 热带中西太平洋多处于偏暖的状态, 偏暖区由西太暖池区向东北方向伸展, 热带东太平洋海温负距平随季节逐渐减弱, 冬季时已达正常状态。爆发当年春季海温正距平逐渐向东扩展到热带中东太平洋, 夏

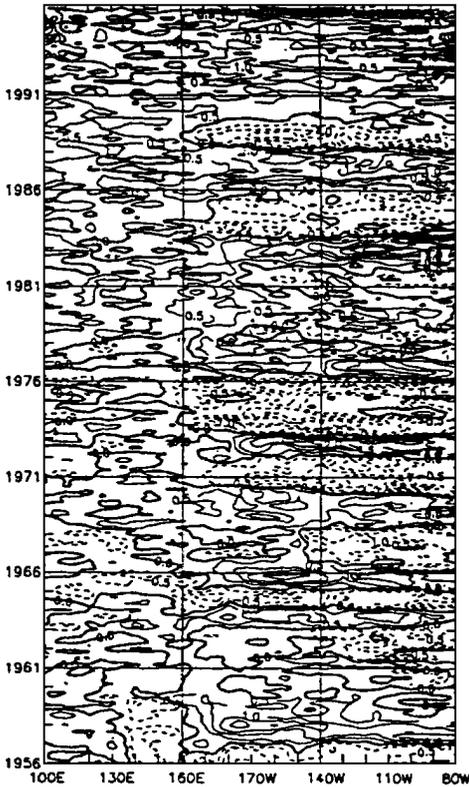


图 1 赤道太平洋海温距平时间-经度剖面(等值线间隔为 0.5°C)

Fig. 1 The time-longitude section of the SST deviation in the equatorial Pacific Ocean (contour interval is 0.5°C).

秋季海温正距平迅速加强, 导致 El Niño 事件, 冬季达顶盛, 同时热带西太海温逐渐下降, 并变为负距平。其中尤以 1969 和 1982 - 1983 年两次 El Niño 最为明显, 在 1968 年和 1981 年冬季, 西太暖池区海温正距平已超过 $+0.5^{\circ}\text{C}$ (图略)。4 次东部型 El Niño 事件 (1957-1958、1965、1972-1973、1976) 爆发前一年, 热带太平洋, 尤其是热带中太平洋为强的海温负距平, 海洋处于偏冷的状态, 当年春季, 在热带东太平洋南美沿岸海域的海温开始出现正距平, 并迅速加强西伸, 爆发 El Niño 事件, 至冬季达顶盛, 整个过程中, 热带西太平洋海温均为负距平。各次东部型 El Niño 事件前期海温负距平超过 -1.0°C (图略)。图 2a 和 b 为上述两类 El Niño 事件前期太平洋海温距平场的合成, 基本代表了两类 El Niño 事件前期各季太平洋海温距平场特征。图中 MAM、JJA、SON 和 DJF 分别代表春、夏、秋、冬四季。由此可见, 中部型和东部型 El Niño 事件前期, 热带太平洋海温距平完全不同, 中部型时前一年热带中西太平洋为较强的海温正距平, 热带东太平洋为弱的海温负距平; 东部型 El Niño 事件前一年整个热带太平洋均处于偏冷状态, 而这些年正是 La Niña 事件年。

2.1.3 1991-1995 年期间 El Niño 事件时热带太平洋海温距平场的特征

由图 1 可见, 1991-1995 年期间, 赤道中西太平洋均处于偏暖状态, 而赤道东太平洋在 1992 年 9 月-1993 年 3 月和 1994 年 2 月-1994 年 9 月期间出现了海温负距平。由季平均热带太平洋 SST 距平场 (图略) 可见, 1990 年秋季至 1995 年春季, 热带西太平洋处于偏暖状态, 海温正距平达 $+1.0^{\circ}\text{C}$, 1991 年夏季, 热带中太平洋出现 $+1.5^{\circ}\text{C}$ 的海温距平, 爆发了这期间第 1 次 El Niño 事件, 1992 年夏秋季, 赤道东太平洋 $180^{\circ}-120^{\circ}\text{W}$ 出现海温负距平, 最大值超过 -1.0°C , 第 1 次 El Niño 事件结束, 但此时, 热带中太平洋和热带东太平洋南部仍维持 $+1.0^{\circ}\text{C}$ 的海温正距平。黄荣辉^[2]指出, 这是一次中部型 El Niño 事件。1992 年冬季, 赤道东太平洋海温负距平减弱, 1993 年春季至夏季热带中太平洋和东太平洋迅速增温, 海温距平达 $+1.5^{\circ}\text{C}$, 爆发了这期间第 2 次 El Niño 事件。1993 年冬季至 1994 年夏季, 赤道东太平洋又出现海温负距平, 最大超过 -1.0°C , 第 2 次 El Niño 事件结束, 但在热带中太平洋和热带东太平洋南部仍维持 $+1.0^{\circ}\text{C}$ 的海温正距平。1994 年秋季, 赤道东太平洋海温负距平消失, 同时热带中太平洋和热带东太平洋南部出现范围较

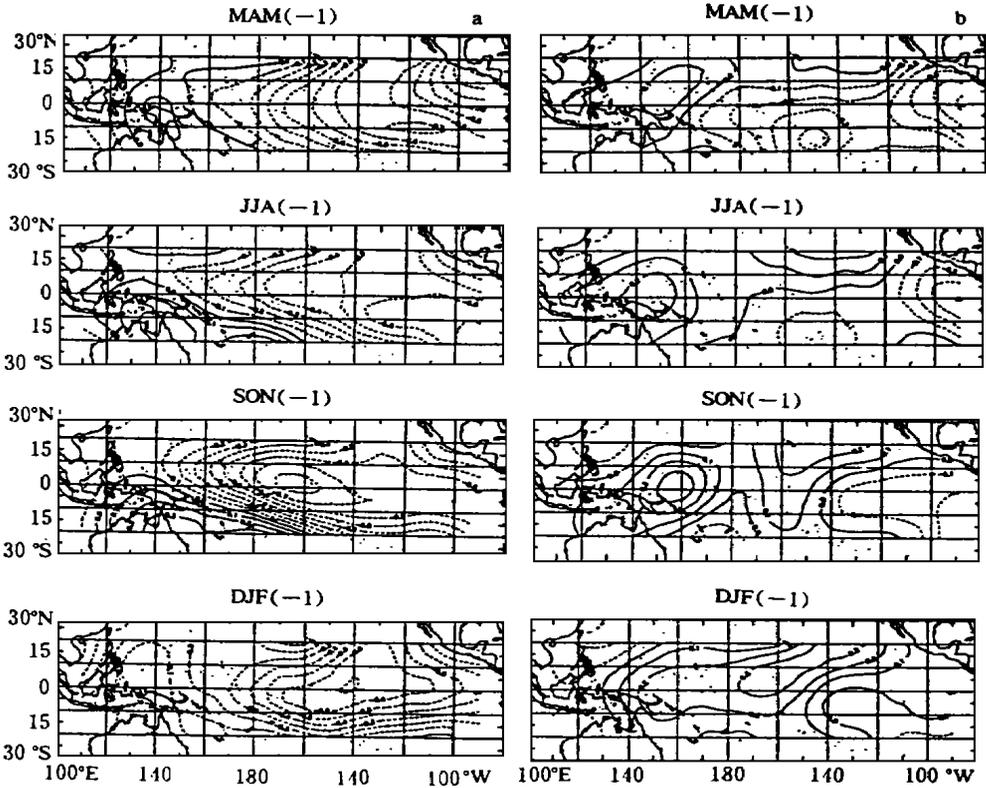


图 2 东部型(a)和中部型(b) El Niño 事件前期各季海温距平合成
 Fig. 2 The composite of SST deviation one year before the Eastern pattern (a) and Central pattern (b) of El Niño events in the tropical Pacific Ocean.

大的+ 1.5°C 海温正距平, 爆发了该期间第 3 次 El Niño 事件, 1995 年春季, 赤道东太平洋又出现海温负距平, 这一负距平持续发展, 导致后期的弱 La Niña 事件, 第 3 次 El Niño 事件结束。这 3 次 El Niño 事件前期热带西太平洋均处于偏暖状态, 热带东太平洋为弱的海温负距平。根据前述两类 El Niño 事件前期热带太平洋海温距平场基本特征, 这 3 次 El Niño 事件均可划为中部型。由于这 3 次 El Niño 事件之间间隔时间短(约 8 个月), 同时在此间隔期间, 热带西太平洋和热带东太平洋南部均维持大范围达 + 1.0°C 海温正距平, 因此也可以认为 1991 年 5 月 - 1995 年 3 月为一次特别长的中部型 El Niño 事件。

2.2 两类 La Niña 事件前期海温距平场的特征

同样对两类 La Niña 事件进行了类似分析。4 次东部型 La Niña 事件(1964、1970-1971、1973、1988-1989) 前期一年和当年热带太平洋海温距平场表明, 东部型 La Niña 事件前期一年, 整个热带太平洋均处于异常偏暖的状态, 海温为正距平。当年春季, 海温负距平首先在热带东太平洋南美沿岸海域出现, 其后不断加强西伸, 至冬季达到顶盛。4 次中部型 La Niña 事件(1961-1962、1967、1975、1978) 前期一年热带东太平洋多处于偏冷,

随季节推移,海温负距平及其范围不断加大,秋冬季变得十分显著,热带西太平洋正常偏暖,事件爆发当年,海温负距平由热带东太平洋逐渐西伸,秋季急剧加强,冬季达顶盛。图3a和b为4次东部型和4次中部型La Nina事件前期一年各季海温距平的合成,基本上代表两类La Nina事件前期热带太平洋海温距平场特征,由图可见,两类La Nina事件爆发前一年,热带太平洋海温距平分布基本也是相反的。东部型La Nina爆发前一年整个热带太平洋处于异常偏暖状态,而这些年正是El Nino事件年;中部型La Nina事件爆发前一年,热带东太平洋多处于明显偏冷的状态。

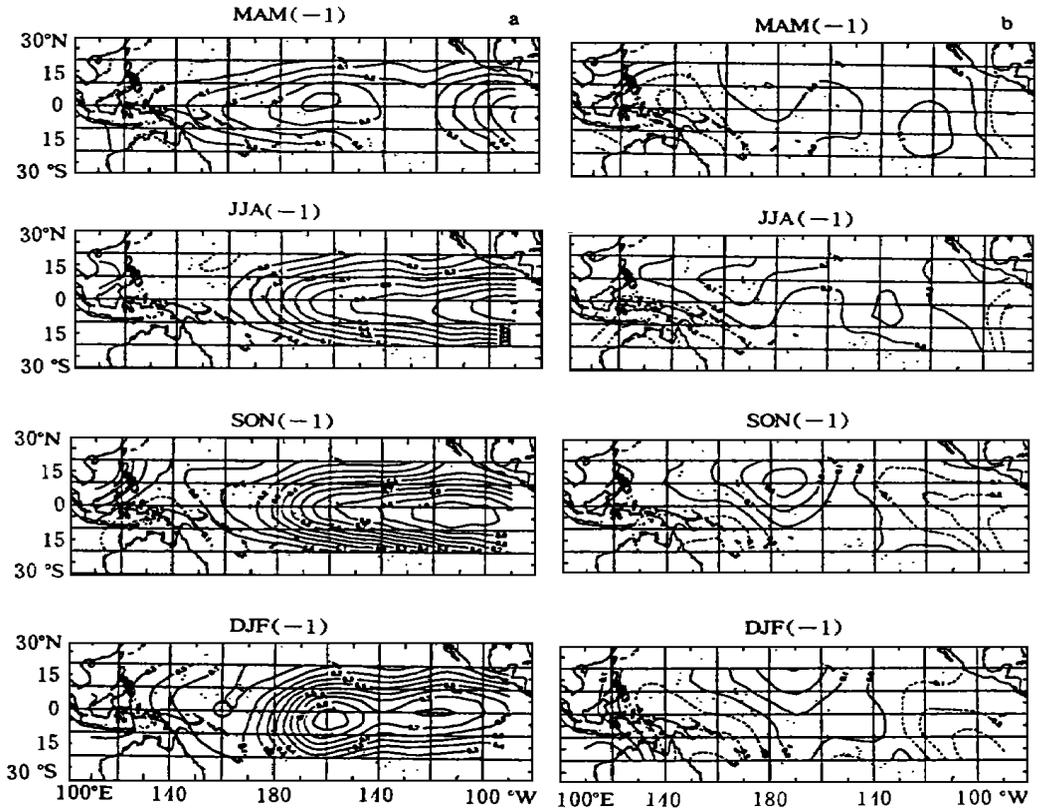


图3 东部型(a)和中部型(b)La Nina事件前期各季海温距平合成

Fig. 3 The composite of SST deviation one year before the Eastern pattern (a) and Central pattern (b) of La Nina events in the tropical Pacific Ocean.

由此可见,东部型El Nino和东部型La Nina事件海温距平的演变特征恰恰相反,尤其值得注意的是,El Nino事件爆发后随之出现的La Nina事件均为东部型,而La Nina事件爆发后随之出现的El Nino事件也均为东部型,如1957-1958、1965、1972和1976年等4次东部型El Nino事件前一年分别为1956、1964、1971和1975 La Nina事件年,而1964、1970-1971、1973和1988-1989年等4次东部型La Nina事件前一年分别为1963、1969、1972和1987 El Nino事件年。这里,前期出现的ENSO事件既可以是东部型,也可以是中部型。中部型El Nino和中部型La Nina事件时热带太平洋海温距平场比较相似,

此时在热带西太平洋为正距平, 热带东太平洋为负距平, 所不同的是, 中部型 El Nino 事件爆发前期热带中西太平洋海温正距平明显, 而中部型 La Nina 事件爆发前期热带东太平洋海温负距平显著。在这种意义上讲, 二者也是相反的。

3 结论及说明

(1) 两类 ENSO 事件爆发前期一年热带太平洋海温距平场特征基本上相反。中部型 El Nino 事件前期热带西太平洋多为较强的海温正距平, 东部型 El Nino 事件前期整个热带太平洋为强的海温负距平; 中部型 La Nina 事件前期热带东太平洋多为显著的海温负距平, 东部型 La Nina 事件前期整个热带太平洋为强的海温正距平。

(2) 东部型 El Nino 事件前期为 La Nina 事件, 东部型 La Nina 事件前期为 El Nino 事件。西太平洋暖池处于偏暖状态是中部型 El Nino 事件爆发的前期海洋学必要条件, 热带东太平洋处于偏冷状态则有利于中部型 La Nina 事件的产生。

以上结论是初步的。ENSO 事件的爆发是海洋和大气相互作用的结果, 前期海洋学特征为不同类型 ENSO 事件爆发提供了条件, 但 ENSO 事件的爆发与否主要还取决于大气环流场的变化及其与海洋的相互作用。为此我们将进一步分析不同类型 ENSO 事件前期大气环流场, 研究造成东南和东北信风异常的南北太平洋副热带高压和导致热带西太平洋西风爆发或西风异常持续的东亚和澳洲季风等气候系统在 ENSO 事件爆发中的作用, 探讨 ENSO 循环的物理过程和预测指标。

参 考 文 献

- 1 White W B, Meyers G A. Short-term climate variability in the thermal structure of the Pacific Ocean during 1979–1982. *J. Phys. Oceanogr.*, 1985, **15**: 917– 935.
- 2 黄荣辉. 灾害性气候的过程及诊断. 北京: 气象出版社, 1996, 173– 188.
- 3 林学椿, 于淑秋. 厄尔尼诺与我国汛期降水. *气象学报*, 1993, **51**: 434– 441.
- 4 符淙斌. El Nino 时期赤道增暖的两种类型. *科学通报*, 1985, **30**: 596– 599.
- 5 藏恒范, 王绍武. 1854– 1987 年期间的厄尔尼诺与反厄尔尼诺事件. *海洋学报*, 1991, **13**: 26– 34.

ANALYSIS OF THE OCEANIC FEATURE IN THE TROPICAL PACIFIC OCEAN ONE YEAR BEFORE ONSET OF THE TWO TYPES ENSO EVENT

Zhao Yongping Chen Yongli

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

Abstract

The oceanic feature in the tropical Pacific Ocean one year before the two types of ENSO event was analyzed. The results show that, one year before the eastern pattern El Nino events onset, the La Nina events occurred, in which the SST was extremely colder than normal in eastern and central tropical Pacific Ocean; one year before the eastern pattern La Nina events onset, the El Nino events occurred, when the SST was extremely warmer than normal in eastern and central tropical Pacific Ocean. There were much warmer SST in the tropical western and central Pacific Ocean before the Central pattern El Nino events onset, and much colder SST in the tropical eastern Pacific Ocean before the central pattern La Nina events onset. Warmer SST in the tropical western Pacific warm pool region is an essential condition for the onset of central pattern of El Nino events.

Key words ENSO events Tropical Pacific SST deviation