

ENSO 事件指数与指标研究*

李晓燕 翟盘茂

(中国气象局国家气候中心, 北京, 100081)

摘 要

根据1951~1996年完整可靠的海面温度(SST)和南方涛动指数(SOI)资料,以中、东太平洋 SST 异常变化为指标,定义了 ENSO 事件,并在此基础上提出了以 ENSO 事件过程海温距平累积值为指标的强度指数。此外,还定义了 ENSO 事件的海-气综合强度指数,并对 ENSO 事件的长度、强度及爆发类型等进行了分类。

关键词: ENSO, 指数, 指标, 事件强度。

1 引 言

ENSO 为气候系统中最强的年际气候信号。世界各国气象学家和海洋学家都非常重视这一现象的规律及其机制的研究,以达到预测这一现象的发生,为气候灾害的预测提供可靠信息及物理依据^[1]。通过国际上为期10 a 的 TOGA 计划的实施,对 ENSO 的研究取得了长足的进展,但对 ENSO 形成的机制目前还不完全清楚^[2]。不同类型的 ENSO 事件,其形成过程可能不完全一样。中国的许多学者发现 ENSO 对中国气候的影响也取决于其爆发时间、发展阶段及其类型等^[3~6]。因此,ENSO 过程,包括 ENSO 事件爆发和结束时间、强度及类型等的确定,对进一步加强 ENSO 监测诊断业务,正确认识 ENSO 形成规律及机制,研究 ENSO 对全球气候尤其是对中国气候的影响都具有十分重要的意义。

在上述方面国内外已经开展了许多研究^[7~11],但由于不同学者定义的指标以及所用资料不同,因而所得的结果也有一定差异。1990年代以来,ENSO 事件频繁发生,给 ENSO 的研究又带来了新的挑战^[12]。本文在研究其它指标的基础上,研制了一些新的 ENSO 事件指标,既能与国内外 ENSO 监测业务相接轨,又能客观地反映赤道中、东太平洋海洋大气综合状况,比较规范化地定义 ENSO 事件。新指标力求表达简洁、使用方便,并能与过去的研究和国际上公认的一些结果尽量保持一致,同时为今后 ENSO 事件的强度和定义提供客观划分依据。

本文以国际上 ENSO 监测业务中普遍使用的厄尔尼诺监测区的 SST 指数及南方涛动指数为基础,利用美国 NCEP 提供的1950年以来完整的、可靠的资料,研究了厄尔尼诺和拉尼娜事件过程划分以及强度指数的建立,进一步确定了 ENSO 事件爆发、结束时间及其强度,并初步研究了这些指数和指标在反映 ENSO 事件的过程中的一些特征。

* 初稿时间: 1997年9月19日; 修改稿时间: 1998年5月26日。

资助课题: 国家“九五”重中之重项目“我国短期气候预测系统的研究”(96-908-04-02-3)。

2 厄尔尼诺和拉尼娜事件的确定

最新的研究表明, ENSO 是大尺度海-气相互作用的产物, 它不仅是一种事件, 而且是一种循环^[13]。厄尔尼诺和拉尼娜事件是 ENSO 循环处于暖位相和冷位相时在海温变化过程中的异常反映。因此, 本文首先重点以赤道中、东太平洋海温异常为标准, 确定厄尔尼诺和拉尼娜事件。

美国国家环境预测中心^[14]和中国国家气候中心^[15]等利用 Nino 1+ 2, Nino 3, Nino 4 区(图1)对 ENSO 事件进行监测, 但如何确定厄尔尼诺和拉尼娜事件未明确规定。

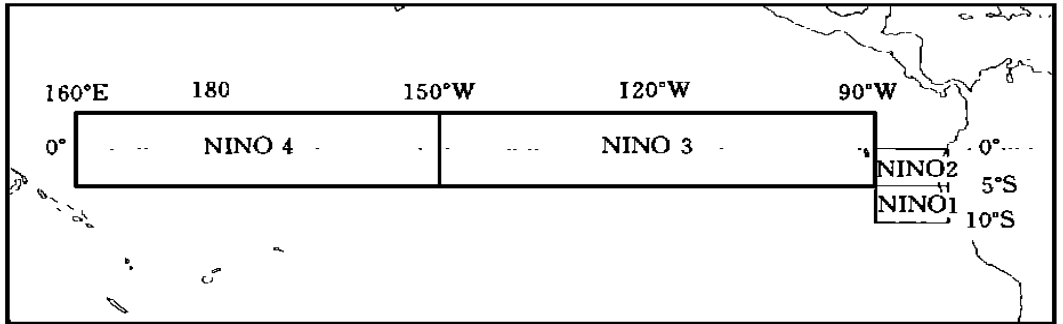


图1 ENSO 事件监测海区分布图

厄尔尼诺是赤道中、东太平洋海水大范围增暖事件, 选取能够表明其特征的海区十分重要。许多人直接使用 Nino 3 区的海面温度(*SST*)距平达到 0.5 来定义厄尔尼诺事件, 这是一个简单易行的方法, 因为在大多数事件中, Nino 3 区都有较好的代表性, 但在一些事件中, Nino 4 区或者 Nino 1+ 2 区升温较强, 而 Nino 3 区升温较弱, 仅以 Nino 3 区定义, 洋面覆盖范围有限, 就会将一些过程排除在外。如 1993, 1994/1995 年的厄尔尼诺事件(图2), Nino 4 区增温较强, *SSTA* > 0.5 的时间持续长达 1 a, 是两次明显的、国际上公认的厄尔尼诺过程, 而 Nino 3 区仅维持了 4~5 个月, 未能达到事件标准, 说明这一区域仍然不能充分反映整个中、东太平洋海域的特征。

Angell 提出用 Nino C 区(0~10 S, 180~90 W)的 *SST* 距平作为温度指标^[16], 这一区域覆盖范围明显比 Nino 3 区大, 在中国也作为一个重要监测区^[15], 但在近年的拉尼娜事件监测中, 该区也显示出一定的弱点, 如 1995/1996 年赤道东太平洋这次弱的拉尼娜过程, 在 Nino 3 区反应明显, 利用本文定义的监测指标判定, 1995/1996 年也出现了一次弱的拉尼娜过程, 而 Nino C 区则反应微弱, 一直没有达到 -0.4 。

王世平利用 Nino 1+ 2, Nino 3 和 Nino 4 这 3 个海区海温指数之和作为厄尔尼诺事件的强度指数^[10]。这一方法虽然考虑了赤道中、东太平洋整个海域, 但 Nino 1+ 2 区范围很小, 与其它海区等权处理, 实际上过于加大了 Nino 1+ 2 区的比重, 仍有一定不足。

综合分析上述各种方法的优、缺点, 本文采用了将 Nino 1+ 2, Nino 3, Nino 4 区 *SST* 距平按照各海区所占面积大小进行加权平均, 合成一个厄尔尼诺监测综合区来计算 *SSTA* 值, 即

$$SSTA = \frac{\sum_{i=1}^4 (SSTA_i \times S_i)}{\sum_{i=1}^4 S_i}$$

SSTA_i 和 *S_i* 分别为 Nino 1+ 2, Nino 3, Nino 4 区海面温度距平和相应的海区面积。当该区

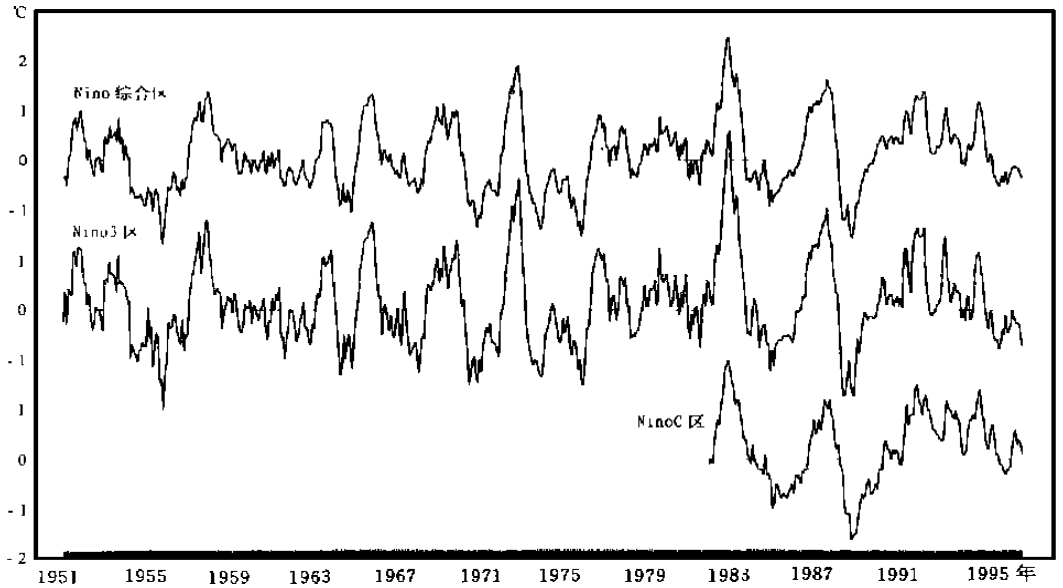


图2 Niño3、NiñoC 区及 Niño 综合区海温指数变化曲线图

海温距平 $SSTA > 0.5$ 的值持续6个月以上时(如过程中间有单个月份未达指标,也可视为持续),为一次厄尔尼诺事件过程。

1951 ~ 1997 年逐月 $SSTA$ 的统计表明, $SSTA$ 并没有严格服从以均值为 0 的正态分布。 $SSTA$ 正距平月份多于负距平月份,而且 $SSTA > 0.5$ 的月份明显多于小于 -0.5 的月份。考虑到这一原因,本文在分别计算了研究时段中海温距平为正值和负值情况下的平均值,并以其比例得到把 $SSTA > 0.5$ 作为厄尔尼诺事件的标准时,拉尼娜事件的相应标准:

$$F_{La Niña} = [0.5 \times (\sum_{i=1}^m SSTA_i / m)] / (\sum_{j=1}^n SSTA_j / n), \quad (SSTA_i > 0, SSTA_j < 0)$$

其中 $SSTA_i$ 和 m 分别为 46 a 中综合区月海温距平大于 0 的值和出现次数, $SSTA_j$ 和 n 分别为综合区月海温距平小于 0 的值和出现次数。计算得到,拉尼娜事件定义的阈值应该是 $SSTA < -0.4$ 。再之,用 $SSTA > 0.5$ (异常偏暖)的月份出现的概率(约 27%)来确定出现相等概率的异常偏冷的界限温度为 -0.38 。这也证实了选 0.4 为拉尼娜阈值标准是合适的。因此,本文定义当 $SSTA < -0.4$ 的值持续 6 个月以上时(如过程中间有单个月份未达指标,也可视为持续),为一次拉尼娜过程。臧恒范和王绍武定义的拉尼娜事件的标准比厄尔尼诺事件要弱^[8],这与本文的方法也相类似。

据上述标准,本文定义了 1951 ~ 1996 年 14 个厄尔尼诺过程和 10 个拉尼娜过程(表 3),结果表明,此定义方法基本上客观地反映 46 a 来厄尔尼诺和拉尼娜事件的全貌。

3 厄尔尼诺事件和拉尼娜事件的海温强度指数和指标

过去判别 ENSO 事件的强度都是把该次事件的长度、海温指数强度、盛期强度、峰值等指数分别讨论,然后再合成一判别总强度的指标^[9,10],这种方法较为复杂,且各个要

素之间量纲不同, 权重不易掌握。本文利用厄尔尼诺和拉尼娜事件期间各月 $SSTA$ 相加的累积值 $SSTA$ 作为衡量事件强度的指数, 再将两类事件的 $SSTA$ 值分别标准化, 大致以 $\pm 0.5\sigma$ 和 $\pm \sigma$ 为临界值, 将强度划分为极强、强、中等、弱、极弱 5 个等级。为使用方便, 表 1 中直接采用了每个等级对应的海温距平累积值作为判断事件强弱的指标。因为这一指数本身已将事件长度、 $SSTA$ 指数强度、盛期强度、峰值等诸多指标有机地结合在了一起, 能够客观地反映事件的强度, 所以在使用时不必再分别考虑其长度、盛期、峰值等指标。

表1 厄尔尼诺和拉尼娜事件强度指标()

| 强度等级 | 极强 | 强 | 中等 | 弱 | 极弱 |
|------|-------|-------------|------------|-----------|------|
| 厄尔尼诺 | 17.0 | 14.1~17.0 | 7.1~14.0 | 4.6~7.0 | 4.5 |
| 拉尼娜 | -15.0 | -12.1~-15.0 | -6.1~-12.0 | -3.6~-6.0 | -3.5 |

4 ENSO 事件海-气综合强度指数和指标

迄今为止, 虽然对 ENSO 事件的发生机制还不十分清楚, 但可以肯定厄尔尼诺和拉尼娜事件并不是孤立的海洋事件, 而是海洋和大气相互作用的结果。赤道中、东太平洋的海温距平和南方涛动具有非常显著的相关关系, 本文对 1951~1996 年 552 个月的样本资料进行了相关统计, Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 区和 Nino 综合区海温指数与南方涛动指数之间的相关系数分别为 -0.67, -0.64, -0.49 和 -0.69, 其中 Nino 综合区海温指数与南方涛动指数的负相关关系最为明显, 这也进一步说明本文关于 Nino 综合区的定义是合适的。为此, 本文又把这些事件作为 ENSO 循环过程中冷、暖两个不同位相的异常统称为 ENSO 事件, 当厄尔尼诺出现时, 称为 ENSO 暖事件, 当拉尼娜出现时, 称为 ENSO 冷事件, 并进一步把 $SSTA$ 的变化与南方涛动相联系, 同时综合两种不同事件过程中热带大气的异常信号——南方涛动, 探讨了 ENSO 事件的综合强度指标。

将 14 个暖事件的海温指数累积值 $SSTA$ 和该过程的南方涛动指数累积值 SOI 分别标准化, 然后分别将各事件的 $SSTA$ 标准化值与负的 SOI 标准化值相加, 得到各事件的海-气综合强度指数 SSI , 即

$$SSI_i = (SSTA_i - \overline{SSTA}) / \sigma_{SSTA} + [- (SOI_i - \overline{SOI}) / \sigma_{SOI}]$$

其中 σ_{SSTA} 和 σ_{SOI} 分别为 14 个暖事件的海温指数累积值和南方涛动指数累积值的标准差。用同样的方法, 也可以用 10 个 ENSO 冷事件的海温指数累积值和南方涛动指数累积值得到各冷事件的海-气综合强度指数。

两类事件的海-气综合强度等级划分指标见表 2。

表2 ENSO 事件海-气综合强度指标

| 强度等级 | 极强 | 强 | 中等 | 弱 | 极弱 |
|------|------------|-----------------|----------------|-----------------|------------|
| 暖事件 | $SSI > 2$ | $2 > SSI > 1$ | $1 > SSI > -1$ | $-1 > SSI > -2$ | $SSI < -2$ |
| 冷事件 | $SSI < -2$ | $-2 < SSI < -1$ | $-1 < SSI < 1$ | $1 < SSI < 2$ | $SSI > 2$ |

纵观文中定义的 24 次事件, 海温强度和南方涛动强度有相当好的相关关系, 且在暖事件中南方涛动与海温匹配要比在冷事件中好, 特别是在强的事件中比在弱的事件中关系更为显著。南方涛动对冷事件强度贡献最大的 1956 年 7 月~12 月、1973 年 6 月~1974 年 5 月、1974 年 9 月~1976 年 3 月 3 次事件, 都有着其特殊背景, 1956 年的事件发生在 1954~1956 年

强冷事件结束之后的第3个月, 1973和1974年的事件又是首尾相连, 中间仅隔了3个月, 这种连续发生的事件对南方涛动的加强应该是有利的。而一些南方涛动极弱的事件, 海温异常维持时间也短。这一特征也反映出海温和南方涛动之间相辅相成的依赖关系, 所以建立一个事件的海-气综合强度指标是有必要的。

5 ENSO 事件的长度、盛期、峰值及爆发类型的确定

当本文定义的 ENSO 监测综合区海温指数达到事件标准时, 从起月到止月所历经的月数为事件的长度。

冷事件过程中综合区海温指数大于等于1.0、暖事件过程中海温指数绝对值大于等于0.8的月份为盛期, 达到盛期指标的月数为盛期长度。峰值为事件中海温指数极值。

本文还按照海温距平首先稳定进入0.5 (或-0.4)的海区把 ENSO 事件分为东部型和中部型, 以 Nino 1+2区或 Nino 3区开始的事件为东部型, 以 Nino 4区开始的事件为中部型。

6 1951~1996年 ENSO 事件特征量

表3给出了利用上述指标得到的1951年以来发生的14次 ENSO 暖事件, 10次冷事

表3 ENSO 事件特征量综合表

| | 起始年月 | 结束年月 | 事件长 (月数) | 盛期长 (月数) | 盛期长 与事件 长之比 | 峰值 () | 峰值 月份 | SSTA () | 海温 强度 | SOI | SSI | 综合 强度 | 爆发 类型 |
|-------------|---------|---------|-------------|-------------|-------------------|-----------|----------|-------------|----------|-------|------|----------|----------|
| 暖 事 件 | 1951 6 | 1952 1 | 8 | 1 | 0.1 | 1.0 | 11 | 5.9 | 弱 | -8.3 | -1.2 | 弱 | E |
| | 1953 4 | 1953 11 | 8 | 1 | 0.1 | 0.9 | 9 | 4.2 | 极弱 | -6.7 | -1.6 | 弱 | E |
| | 1957 4 | 1958 7 | 16 | 7 | 0.4 | 1.4 | 1 | 14.0 | 强 | -9.4 | 0.3 | 中等 | E |
| | 1963 7 | 1964 1 | 7 | 0 | 0.0 | 0.8 | 10 | 5.2 | 弱 | -6.2 | -1.6 | 弱 | E |
| | 1965 5 | 1966 3 | 11 | 7 | 0.6 | 1.3 | 12 | 11.0 | 中等 | -13.1 | 0.3 | 中等 | E |
| | 1968 10 | 1970 1 | 16 | 4 | 0.3 | 1.1 | 5 | 12.9 | 中等 | -10.5 | 0.2 | 中等 | C |
| | 1972 4 | 1973 2 | 11 | 9 | 0.8 | 1.9 | 12 | 15.0 | 强 | -13.9 | 1.0 | 强 | E |
| | 1976 7 | 1977 1 | 7 | 0 | 0.0 | 0.9 | 10 | 5.0 | 弱 | -4.3 | -1.9 | 弱 | E |
| | 1979 9 | 1980 2 | 6 | 0 | 0.0 | 0.9 | 9 | 3.8 | 极弱 | -1.6 | -2.4 | 极弱 | E |
| | 1982 5 | 1983 9 | 17 | 14 | 0.8 | 2.5 | 12 | 25.5 | 极强 | -30.2 | 4.8 | 极强 | C |
| | 1986 9 | 1988 1 | 17 | 15 | 0.9 | 1.6 | 9 | 20.2 | 极强 | -19.6 | 2.6 | 极强 | C |
| | 1991 5 | 1992 7 | 15 | 10 | 0.7 | 1.4 | 4 | 15.0 | 强 | -20.7 | 1.9 | 强 | C |
| | 1993 3 | 1993 11 | 9 | 1 | 0.1 | 1.1 | 5 | 5.7 | 弱 | -9.8 | -1.0 | 中等 | C |
| | 1994 9 | 1995 2 | 6 | 3 | 0.5 | 1.2 | 12 | 5.5 | 弱 | -6.8 | -1.4 | 弱 | C |
| 冷 事 件 | 1954 4 | 1956 4 | 25 | 11 | 0.3 | -1.7 | 11 | -20.4 | 极强 | 18.8 | -2.9 | 极强 | E |
| | 1956 7 | 1956 12 | 6 | 0 | 0.0 | -0.7 | 9 | -3.2 | 极弱 | 5.0 | 1.9 | 弱 | C |
| | 1964 3 | 1965 1 | 11 | 6 | 0.3 | -1.1 | 12 | -7.8 | 中等 | 5.3 | 1.1 | 弱 | E |
| | 1967 8 | 1968 5 | 10 | 0 | 0.0 | -0.7 | 2 | -4.5 | 弱 | 1.4 | 2.1 | 极弱 | E |
| | 1970 6 | 1971 12 | 19 | 9 | 0.4 | -1.4 | 12 | -15.0 | 强 | 18.3 | -1.8 | 强 | E |
| | 1973 6 | 1974 5 | 12 | 7 | 0.6 | -1.4 | 12 | -11.0 | 中等 | 17.9 | -1.0 | 强 | E |
| | 1974 9 | 1976 3 | 19 | 9 | 0.4 | -1.5 | 12 | -15.0 | 强 | 21.6 | -2.2 | 极强 | C |
| | 1984 10 | 1985 10 | 13 | 2 | 0.2 | -0.9 | 12 | -7.3 | 中等 | -0.1 | 1.8 | 弱 | E |
| | 1988 4 | 1989 5 | 14 | 11 | 0.8 | -1.6 | 12 | -14.1 | 强 | 15.9 | -1.4 | 强 | E |
| | 1995 9 | 1996 4 | 8 | 0 | 0.0 | -0.5 | 11 | -3.2 | 极弱 | 1.4 | 2.4 | 极弱 | E |

件, 并给出了其起止年月、长度、海温强度、综合强度等指数。从这些事件的结果来看, 海温强度指数、海-气综合强度指数所反映的 ENSO 事件强度还是相当一致的, 而在一些海温

强度值比较接近、海洋-大气综合强度不太一致的过程里,如1972/1973年和1991/1992年的暖事件海温强度都是15.0,1964/1965年和1984/1985年的冷事件都是7.5左右,但综合强度差别较大,也充分反映了南方涛动的强度在其中所起的作用。

7 与其它结果的比较

表4为本文与文献[9]和文献[10]的结果的比较。文献[9]用 Nino C 区的海温指数来定义 ENSO 事件;文献[10]则用3个 Nino 区中任意一区的海温指数达到指标来定义 ENSO 事件。因范围和指标不同,所定义事件的起止时间和长度有一些差别,特别是文献[10]事件长度大多明显偏长,但从总体趋势和强度来看,几个结果还是比较接近的。应该指出的是,本文确定的一些事件在爆发时间上与文献[9]给出的结果相差较大,其原因一方面与 ENSO 事件的定义指标有关,另一方面也可能与两者所用的海温资料有关。例如:

1) 1951年6月~1952年1月的暖事件:这是一次 Nino 1+2区和 Nino 3区增温较强, Nino 4区增温不显著的过程,文献[9]将结束时间定为4月,但从本文所用的资料来看,3月份,3个 Nino 区的海温指数已分别为0.22, 0.09, -0.1, 4月份, Nino 1+2区已达

表4 不同指标判别 ENSO 事件比较表

| | 本文 | | | 文献[9] | | | 文献[10] | | |
|-----|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
| | 起止年月 | 长度 | 强度 | 起止年月 | 长度 | 强度 | 起止年月 | 长度 | 强度 |
| 暖事件 | 1951 6 | 1952 1 | 8 弱 | 1951 8 | 1952 4 | 9 最弱 | 1951 5 | 1952 2 | 10 中等 |
| | 1953 4 | 1953 11 | 8 极弱 | 1953 4 | 1953 10 | 7 最弱 | 1953 1 | 1953 11 | 11 中等 |
| | 1957 4 | 1958 7 | 16 强 | 1957 4 | 1958 8 | 17 强 | 1957 3 | 1958 7 | 17 强 |
| | 1963 7 | 1964 1 | 7 弱 | 1963 7 | 1964 1 | 7 最弱 | 1963 7 | 1964 1 | 7 弱 |
| | 1965 5 | 1966 3 | 11 中等 | 1965 5 | 1966 3 | 11 中等 | 1965 4 | 1966 5 | 14 中等 |
| | 1968 10 | 1970 1 | 16 中等 | 1968 10 | 1970 1 | 16 中等 | 1968 10 | 1970 2 | 17 强 |
| | 1972 4 | 1973 2 | 11 强 | 1972 6 | 1973 3 | 10 强 | 1972 2 | 1973 3 | 14 强 |
| | 1976 7 | 1977 1 | 7 弱 | 1976 6 | 1977 3 | 10 弱 | 1976 5 | 1977 3 | 11 中等 |
| | 1979 9 | 1980 2 | 6 极弱 | | | | 1979 8 | 1980 6 | 11 弱 |
| | 1982 5 | 1983 9 | 17 极强 | 1982 9 | 1983 9 | 13 最强 | 1982 4 | 1984 1 | 21 特强 |
| | 1986 9 | 1988 1 | 17 极强 | 1986 10 | 1988 3 | 18 最强 | 1986 8 | 1988 3 | 20 强 |
| | 1991 5 | 1992 7 | 15 强 | 1991 6 | 1992 11 | 15 强 | | | |
| | 1993 3 | 1993 11 | 9 弱 | 1993 4 | 1993 12 | 9 弱 | | | |
| | 1994 9 | 1995 2 | 6 弱 | 1994 6 | 1995 3 | 10 中等 | | | |
| 冷事件 | 1954 4 | 1956 4 | 25 极强 | 1954 6 | 1956 7 | 26 最强 | 1954 | 1956 | 37 强 |
| | 1956 7 | 1956 12 | 6 极弱 | | | | | | |
| | 1964 3 | 1965 1 | 11 中等 | 1964 4 | 1964 12 | 9 弱 | 1964 | 1964 | 9 弱 |
| | 1967 8 | 1968 5 | 10 弱 | 1967 7 | 1968 6 | 12 中等 | 1967 | 1968 | 14 弱 |
| | 1970 6 | 1971 12 | 19 强 | 1970 8 | 1971 12 | 17 中等 | 1970 | 1971 | 22 强 |
| | 1973 6 | 1974 5 | 12 中等 | 1973 9 | 1975 1 | 17 强 | 1973 | 1974 | 21 中等 |
| | 1974 9 | 1976 3 | 19 强 | 1975 5 | 1976 3 | 11 中等 | 1975 | 1975 | 10 中等 |
| | 1984 10 | 1985 10 | 13 中等 | 1984 10 | 1985 9 | 12 最弱 | 1984 | 1985 | 24 中等 |
| | 1988 4 | 1989 5 | 14 强 | 1988 6 | 1989 6 | 13 强 | 1988 | 1989 | 15 强 |
| | 1995 9 | 1996 4 | 8 极弱 | | | | | | |

- 0.89, 把结束时间定为1月是较为合适的。

2) 1982年5月~1983年9月的暖事件:这次事件本文定为5月开始,而文献[9]定为9月

开始,其主要原因是资料不同。文献[9]的海温资料为卫星资料,1982年3月墨西哥厄尔·奇冲火山爆发,影响了卫星资料的反演,资料误差较大,美国 NCEP 船舶与卫星资料结合分析后得到的海温资料具有较强的可靠性,其 Nino 3区也是始于5月, WMO 给出的结果^[17]亦与本文一致。

3) 1954年4月~1956年4月、1956年7月~1956年12月的两次冷事件和1973年6月~1974年5月、1974年9月~1976年3月的两次冷事件: 1954~1956年的两个事件和1973~1976年的两个事件,实际上分别是两次 Nino 3区和 Nino 1+ 2区有明显中断, Nino 4区却连续性较强的事件。从本文3个区的海温情况看(图3),将其中断时间分别定到1956年5~6月和1974年6~8月是合适的。

另外,在3个监测区中, Nino4区的海温强度变率最大,而这一区域范围大,其海温的变化对中、东太平洋举足轻重,其变化特征也是其它区域所不能代表的,所以,在定义 ENSO 事件时,很有必要把范围扩大到3个区来考虑。

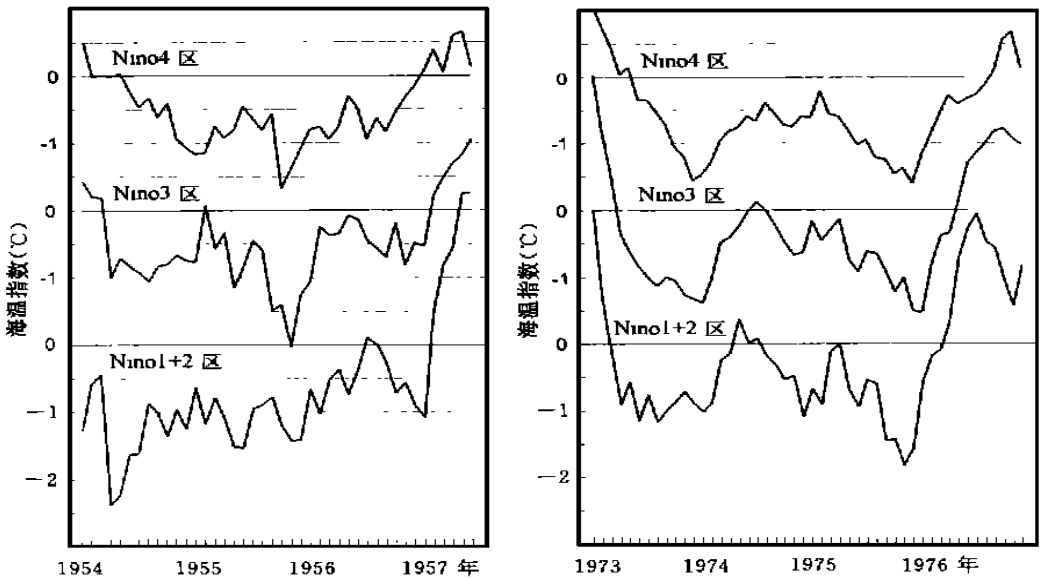


图3 Nino 4区(上)、Nino 3区(中)、Nino 1+ 2区(下) 海温指数演变图

8 小 结

由上述研究,得到:

(1) 以 Nino 1+ 2, Nino 3, Nino 4区面积加权平均得到表征中、东太平洋海面温度的指数,并将此指数持续6个月以上 0.5 定义为一个厄尔尼诺过程,将此指数持续6个月以上 - 0.4 定义为一个拉尼娜过程。

(2) 建立了以厄尔尼诺/拉尼娜过程总累积温度距平为指标的冷、暖事件强度指数,它综合反映了厄尔尼诺/拉尼娜过程长度、SST 变化、峰值等特征,具有较好的代表性。

(3) 以厄尔尼诺/拉尼娜过程累积 SSTa 和 (- SOI) 的标准化值之和定义了 ENSO 事件的综合强度指标。

(4) 在上述指数和指标的基础上,定义了1951年以来的14个 ENSO 暖事件和10个冷

事件及其长度、盛期、强度、爆发类型等特征。

参考文献:

- 1 黄荣辉. ENSO 及热带海气相互作用动力学研究的新进展. 大气科学, 1990, 14(2): 234 ~ 242
- 2 CLIVAR Scientific steering Group. CLIVAR. A study of climate variability and predictability. M O TD No. 690, August 1995, 157pp
- 3 刘永强, 丁一汇. ENSO 事件对我国季节降水和温度的影响. 大气科学, 1995, 19(2): 200 ~ 208
- 4 李超. 厄尔尼诺对我国汛期降水的影响. 海洋学报, 1992, 14(6): 45 ~ 51
- 5 Huang R H, Wu Y F. The influence of ENSO on the summer climate in China and its mechanism. Advance in Atmospheric Sciences. 1990, 6: 21—32
- 6 林学椿, 于淑秋. 厄尔尼诺与我国汛期降水. 气象学报, 1993, 51(4): 434 ~ 441
- 7 符凉斌等. El Nino 时期赤道增暖的两种类型. 科学通报, 1985, 30: 596 ~ 599
- 8 臧恒范, 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(1): 26 ~ 34
- 9 ENSO 监测小组. 厄尔尼诺事件的划分标准和指数. 气象, 1989, 15(3): 37 ~ 38
- 10 王世平. 厄尔尼诺事件的判据、分类和特征. 海洋学报, 1991, 13(5): 612 ~ 620
- 11 王绍武. 1860 ~ 1979年间的厄尔尼诺事件. 科学通报, 1985, 30: 927 ~ 931
- 12 周琴芳, 翟盘茂. 1994/1995年 ENSO 事件的诊断分析. 气象, 1996, 15(2): 18 ~ 23
- 13 黄荣辉, 傅云飞. 关于 ENSO 循环动力学研究的若干进展与问题, 灾害性气候的过程及诊断. 北京: 气象出版社, 1996. 172 ~ 188
- 14 NCEP. Climate Diagnostics Bulletin, 1997, 1, 79pp
- 15 国家气候中心, 月气候监测公报. 1997, 1, 47pp
- 16 Angell J K. Comparison of variation in atmospheric quantities with sea surface temperature variations in the equatorial eastern Pacific. Mon Wea Rev. 1981, 109, 230—243
- 17 WMO. The Global Climate System, A Critical Review of the Climate System during 1982—1984, 52pp

ON INDICES AND INDICATORS OF ENSO EPISODES

Li Xiaoyan Zhai Panmao

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on complete and reliable SST and SOI data during 1950–1997, according to SST anomalies in the eastern and central Pacific an index is defined to determine ENSO episodes. An intensity index was produced according to accumulated anomalies during the ENSO episodes. Also, a comprehensive intensity index reflecting both oceanic and atmospheric features was generated. Furthermore, they are also analyzed and discussed for the ENSO duration, intensity, pattern and onset characteristics.

Key words: ENSO, Index, Indicator, SST intensity