

近年秋季南美沿岸海表温度周期性下降对 ENSO 事件的可能影响

李 威^{1,2} 翟盘茂²

(1. 北京大学物理学院, 北京 100871; 2. 国家气候中心)

提 要: 文章分析了 1950 年以来赤道南美沿岸海表温度变化特点, 发现 1999 年以来, Nino1+2 区海表温度的年变化振幅呈增大趋势, 使得赤道东太平洋东北地区每年出现周期性降温, 这主要是由秋季月平均 SST 最低值偏低造成, 这种长时间持续偏低是 1950 年以来首次出现。进一步的分析表明, 近年来南美沿岸海表温度在秋季的周期性下降可能对 ENSO 暖事件发生产生了影响, 使得 2002/2003 ENSO 暖事件成为 20 世纪 50 年代以来由冷事件向暖事件转换历时最长的一次。

关键词: 赤道东太平洋 海表温度 ENSO Nino1+2 区

The Impact of Seasonal Drops of SST in offshore along South America on ENSO Event in Autumn of Recent Years

Li Wei^{1,2} Zhai Panmao¹

(1. Physics School, Peking University, Beijing 100871; 2. National Climate Center)

Abstract: Firstly, characteristics in the evolvement of SST in offshore of South America since 1950 were studied. It was found that the trends of annual undulation amplitude of monthly mean SST in Nino 1+2 kept increasing since 1999, which caused seasonal drops of SST in northeastern tropical East Pacific. The minimums of monthly mean SST obviously being lower than normal in autumn are the major cause, and such a situation kept for so long time that it does not come forth before year 1950s. Further study reveals that seasonal drops of SST in offshore of South America in autumn weakened the possibility of ENSO warm event, and made the 2002/2003 El Nino be an ENSO event which got through the longest time to transform from La Nina episode into El Nino episode since the 1950s.

Key Words: the tropical Eastern Pacific SST ENSO Nino1+2 region

引 言

在 1998/2000 年 ENSO 冷事件结束后,许多 ENSO 预报部门及其预报模式^[1,2]相继在 2001 年和 2002 年预报了 ENSO 暖位相,甚至出现 ENSO 暖事件,但是屡屡报错。对于 2002/2003 年的 ENSO 暖事件,许多模式的预报结果也存在较大偏差^[3]。在 2002 年夏季,已经增暖的赤道太平洋海温再次向下波动时,对暖事件是否能持续发展表示了怀疑,使得 2002/2003 年 ENSO 暖事件的预测再次受到挑战,而产生这种预报的失败及其不确定性产生的原因至今没有得到很好的解释^[4]。众所周知,ENSO 冷暖位相的维持依赖于海气相互作用,这是一个正反馈作用的过程(风场影响海表温度的演变,海表温度的变化则进一步影响风场的变化^[5-8]),作者通过对赤道东太平洋(以 Nino1+2 区为代表)的海表温度演变特点的分析,发现近年来南美沿岸秋季海表温度出现周期性下降,并对 ENSO 事件产生影响。

1 资 料

采用美国国家环境预报中心(NCEP)提供的最优插值海表温度场,该资料通过卫星观测弥补了船舶浮标观测时空采样上的不足,并且对卫星资料进行偏差订正,提高了大尺度最优插值的准确性,但是时间序列较短(1982—2004 年)。为了弥补 NCEP 海温资料时间序列短的不足,1950—1981 年的海表温度资料采用 1985 年 COADS(美国综合海洋大气资料集)提供的海表温度资料,该资料主要通过对全球船舶、浮标海洋观测资料进行全面的整理而得。这两套资料衔接的理论基础和方法见参考文献[9]。衔接后的资料的时段为 1950—2004 年,格点距为 $1.0^{\circ} \times$

1.0° ,多年气候平均场采用 1971—2000 年的平均值,该套资料目前应用于国家气候中心气候监测业务。

Nino 关键区海温指数来自国家气候中心,时间为 1950—2004 年。

2 近年来赤道东太平洋海表温度演变特征

图 1 给出了 1950—2004 年的逐年 Nino1+2 区月平均海表温度指数序列。图中可看出,正常情况下,Nino1+2 区月平均海表温度有明显的年变化规律:春季达到当年的最高值,秋季跌到年内最低值。在多数 ENSO 暖事件发生年份,月平均峰值海温明显高于正常情况,这与有些专家认为 ENSO 暖事件是由于峰值振幅加大的结果一致^[10]。这种现

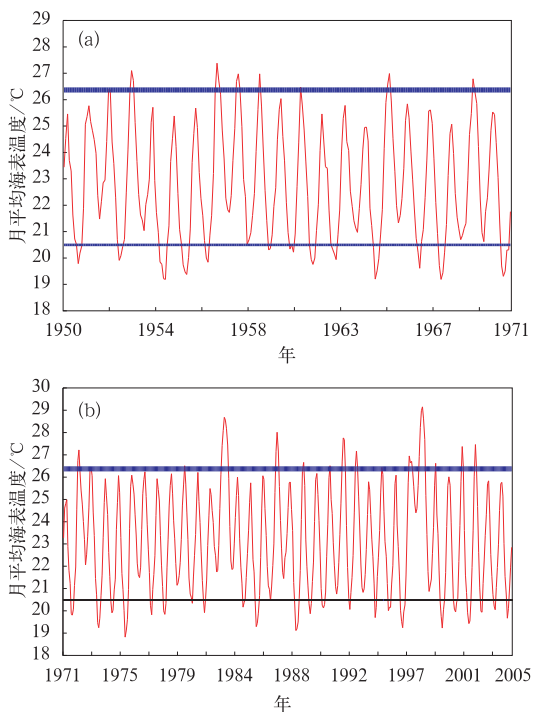


图 1 1950—1970 年(a)和 1971—2004 年(b)的 Nino1+2 区月平均海表温度($^{\circ}\text{C}$)指数序列
粗实线代表 Nino1+2 区月平均海表温度指数最大值的 30 年平均,细实线代表其最小值的 30 年平均

象在强 ENSO 暖事件发生时期,如 1982/1983 年和 1997/1998 年尤为突出。同时,在 ENSO 暖事件发生时期其年内海温最低值通常接近或高于历史同期平均值,但在 2002/2003 年这次 ENSO 暖事件中却属例外,其年内月平均海温最低值明显偏低。这种偏低,是在 1999 年以来异常变化的背景基础上的,1999—2004 年内海温月平均最低值持续 6 年异常偏低。持续时间之长在 1950 年以来是首次出现(通常为 2~3 年)。

将逐年 Nino1+2 区月平均海表温度指数最高值减去同年的月平均最低值,得到海温年变化振幅的历史序列(图 2)。从线性变化看,波动振幅序列呈上升趋势,增幅达到 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,表明 Nino1+2 区海表温度的年变幅在近 50 年内趋于增大。从 1998 年起, Nino1+2 区的海表温度年变化幅度均大于正常值,只有 2003 年接近正常,表明近年来南美沿岸海面温度处于年内波动较大的时期。

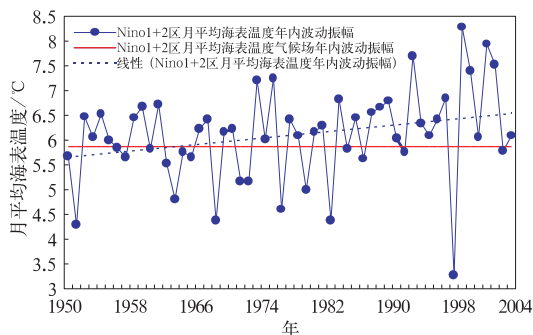


图2 Nino1+2 区海表温度年变化幅度 (1950—2004 年)(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Nino1+2 区月平均海表温度的年变化幅度受到年内月平均最大值和月平均最小值共同作用。将 1950—2004 年的 Nino1+2 区月平均海表温度的最低、最高值分别与其 30 年的平均值相减,得到月平均最低值距平序列和月平均最高值距平序列(图 3)。图 3 可看出,自 1999 年以来, Nino1+2 区海表温度

的月平均温度最低值持续明显偏低,而月平均温度最高值序列没有发现显著的变化,其中 1999、2001 和 2002 年为正值,2000、2003 和 2004 年为负值。这说明月平均温度最低值持续偏低是造成近年来南美沿岸海表温度年变化幅度增大的主要原因。

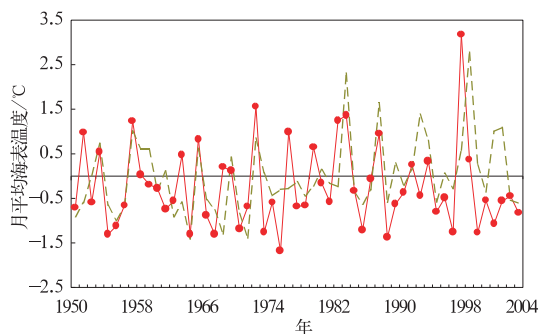


图3 Nino1+2 区月平均海表温度最低值的距平(点实线)和最高值的距平(虚线)的序列(1950—2004 年,单位: $^{\circ}\text{C}$)

3 近年来赤道东太平洋海表温度的演变对 ENSO 暖事件的可能影响

根据李晓燕和翟盘茂^[11]统计的 1950 年以来 ENSO 事件综合特征来看,20 世纪 80 年代以来发生的 ENSO 暖事件偏多偏强, ENSO 冷事件偏少偏弱,但上述统计特征在 1998 年之后改变。1997/1998 强 ENSO 暖事件结束后,紧接着是 1998/2000 的强 ENSO 冷事件,之后又发生了 2000/2001 的弱 ENSO 冷事件,直至 2002/2003 的 ENSO 暖事件的发生。此次向暖事件的转换期为 26 个月,是 20 世纪 50 年代以来由冷事件向暖事件转换历时最长的一次^[4]。

1998/2000 年冷事件结束后,南美沿岸的海表温度距平变化表现出 1 年左右的周期性振荡,即每年春季出现正海温距平,夏末秋初转为负海温距平(图 4)。类似的周期振荡在 1992—1994 年出现过,但是海温距平的波动

并不很显著,且不严格遵守 1 年左右的时间^[12]。

图 4 显示,2001 年春季,南美沿岸的海表温度出现第一次明显的暖波动,但这股异常暖水并没有像预计的发展起来形成暖事件,相反,南美沿岸表层冷水波动却得到异常发展,使得赤道太平洋海表温度没能及时有效地与低层纬向西方异常相配合,失去了 ENSO 暖事件发展的有利时机。2001 年夏季以后,赤道中太平洋暖水有所加强,而此时南美沿岸的异常冷水正逐渐发展成盛期,抑制了赤道太平洋海表温度的迅速转暖。直到 2002

年春季,南美沿岸暖水波动再次出现,之后在赤道太平洋中部 SST 异常增暖并发生 ENSO 暖事件。2002/2003 年暖事件的特殊之处就在于赤道太平洋海表温度异常呈明显的“西强东弱”的异常分布型,且本次事件峰值过后,东太平洋海温骤降,秋季南美沿岸再次出现负海温距平,暖事件迅速结束。因此,近年秋季赤道南美沿岸海温的周期性下降,在一定程度上抑制和推迟了 ENSO 暖事件发生,而在 ENSO 暖事件发生后,伴随着南美沿岸的冷水西进,迅速促使该暖事件消亡。

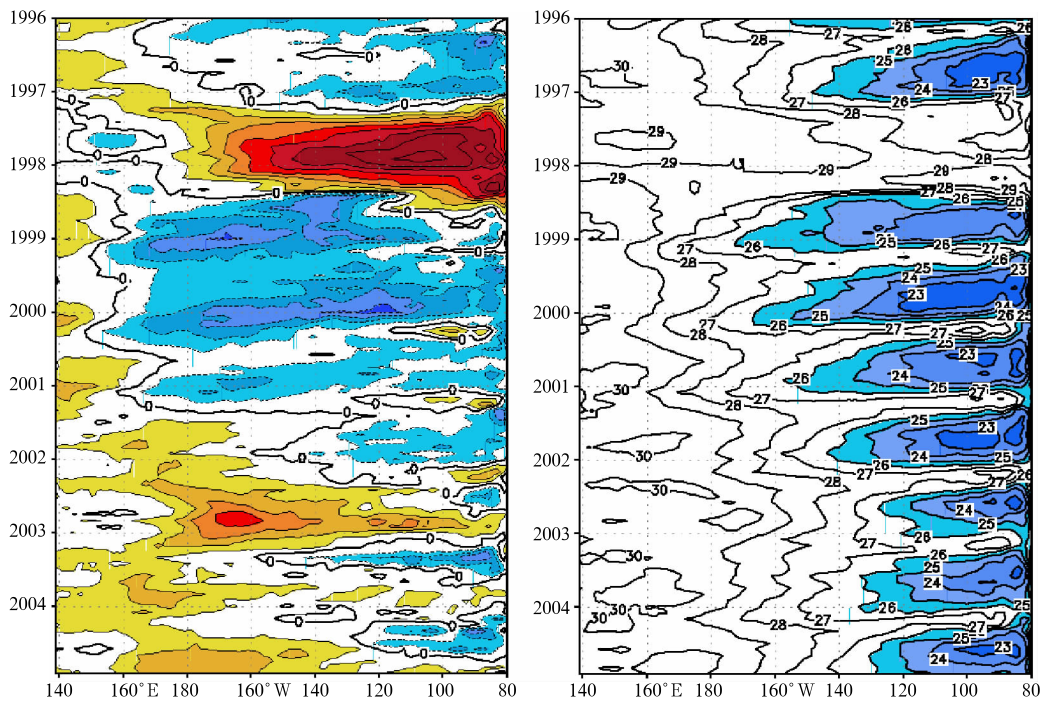


图 4 赤道太平洋海表温度(右)及距平(左)的时间-经度剖面(1996—2004 年)(单位: °C)

文章前面分析到赤道东太平洋海温近年来的演变特征,下面用相关分析的方法来定量研究近年来赤道东太平洋海表温度演变对 ENSO 事件的可能影响。图 5 给出了 1998—2004 年 Nino1+2 区和 Nino3.4 区的月平均海温指数的相关系数。图中可以看出

同期和超前 1~3 月的 Nino1+2 海温与 Nino3.4 区海温有很好的正相关关系,同期的相关系数为 0.31,超过 0.01 的置信水平;超前 1~3 月的相关系数分别为 0.451、0.493 和 0.428,均超过 0.001 的置信水平。计算 1950—1997 年的 Nino1+2 区和 Nino3.4 区

的月平均海温指数的相关系数也得出类似的结果。上述分析说明 Nino1+2 区海表温度与 Nino3.4 区海表温度的相关关系不存在年代际的差异,但 Nino1+2 区海表温度演变规律的变化将会影响到 Nino3.4 区的海表温度的变化。因此,近年来南美沿岸海表温度在秋季的周期性下降降低,可能对 ENSO 暖事件发生产生了影响,使得 2002/2003 ENSO 暖事件成为 20 世纪 50 年代以来由冷事件向暖事件转换历时最长一次。

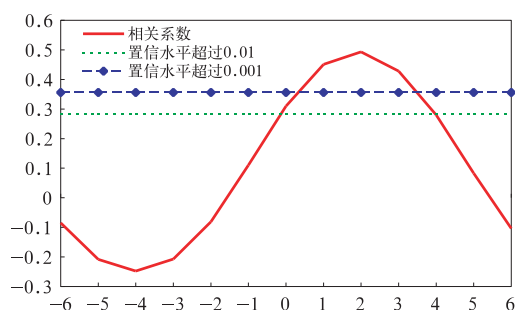


图5 Nino1+2 区和 Nino3.4 区的月平均海温指数的相关系数(1998—2004 年)

横坐标为 Nino1+2 区海温指数时间序列超前或滞后于 Nino3.4 区的月数;纵坐标为相关系数;达到 0.01 的信度的临界值是 0.283,达到 0.001 的信度的临界值是 0.356

5 小 结

(1) 赤道东太平洋海表温度近年来表现出特有的演变特征。从 1999—2004 年, Nino1+2 区海表温度的年内月平均最低值均低于月平均气候最低值,持续时间长达 6 年,这在 1950 年以来是首次出现。Nino1+2 区海表温度年内波动幅度有线性增长的趋势,增幅为 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。1998 年以来,历年的年

内波动幅度均大于气候平均值(除 2003 年略小外),说明近年来 Nino1+2 区的海表温度处于年内波动较大的时期,而该区月平均海表温度的年内最低值偏低是造成年内波动增大的主要原因。

(2) 近年来南美沿岸海表温度在秋季的周期性下降可能降低了 ENSO 暖事件发生的可能,使得 2002/2003 ENSO 暖事件成为 20 世纪 50 年代以来由冷事件向暖事件转换历时最长一次。

参考文献

- [1] Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies. Experimental Long-Lead Forecast Bulletin[R], 2001, 19 (13).
- [2] NOAA/NCEP. Climate Diagnostics Bulletin[J]. 2002; 3-12.
- [3] Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies. Experimental Long-Lead Forecast Bulletin[J], 2002, 11, (1)
- [4] 江滢, 翟盘茂. 2002/2003 年 ENSO 过程诊断分析[J]. 自然灾害学报, 2004, 12 (2): 70-74.
- [5] A. V. Fedorov, et al. How predictable is El Nino. Bulletin of American Meteorological Society. 2003, 84: 911-919.
- [6] 赵宗慈. ENSO 现象及成因的模拟与预测研究进展[J]. 气象科技, 1995, (1): 4-11.
- [7] 董婕, 刘丽敏. 赤道东太平洋海温与中国温度、降水的关系[J]. 气象, 2000, 26 (2): 25-28.
- [8] 龚振松, 何敏. 长江流域夏季降水与全球海温关系的分析. 气象, 2006, 32 (1): 56-61.
- [9] 江滢, 翟盘茂. 几套全球 SST 资料集的对比分析与拼接. 气象, 2000, 27 (7): 1-8.
- [10] 肖天贵, 缪锦海. El Nino 期间移动性海温场与大气环流相互关系的复奇异值分解[J]. 气象学报, 2000, 58 (4): 418-427.
- [11] 李晓燕, 翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究[J]. 气象学报, 2000, 58 (1): 102-109.
- [12] 张勤, 丁一汇, 周琴芳. 1991—1994 年 El Nino 的异常特征的诊断研究[J]. 气象学报, 1998, 56 (5): 573-583.