

南海海温异常与 ENSO 的相关性*

谭 军 周发秀[†] 胡敦欣 于慎余[†]

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

[†] (青岛海洋大学海洋气象系, 青岛 266003)

提 要 使用 1958—1987 COADS 资料, 应用复经验正交函数 (CEOF) 分析方法, 分析南海海面温度场 (SST) 和风场 (u 及 v)。结果发现, 南海海温异常基本独立于西太平洋, 同时存在类似于 ENSO 事件的年际变化, ENSO 发生前冬季南海有异常降温过程, 之后有增暖事件发生。分析还表明, 南海 SST 异常主要取决于经向风场的异常强迫。南海 SST 与 ENSO 事件的相关性实质上反映了季风异常对 ENSO 循环的影响。

关键词 南海 海温 季风 ENSO

南海处于全球最典型季风区和东亚局地 Hadley 环流影响区, 濒临赤道暖池及 Walker 环流上升区, 全球冬季最强低空越赤道气流也经由这里。已有的研究表明, 南海一些测站的海温具有明显的年际振荡, 且与 ENSO 有遥相关(周发秀等, 1991)。近来有关 ENSO 的研究已取得不少进展, 有研究认为 ENSO 事件系海-气耦合系统内的固有循环或振荡, 这一理论得到较为广泛的认同, 但还没有形成公认的理论。纵观以往的理论及模式, 一般都只强调了纬向风强迫因子而忽视经向风强迫作用, 本文试图分析南海 SST 变化与东亚季风的关系, 通过这种关系说明东亚经向风异常对 ENSO 事件的影响, 从而得到一些有关 ENSO 的新认识。

1 资料与方法

所用 COADS¹⁾ 资料是 1958—1987 年南海区域内 $2^\circ \times 2^\circ$ 的月平均 SST 及 u , v 分量资料。对于资料缺损的格点, 除二点严重缺损而被去除外, 其余各点均由插补方法补齐。计算中使用各参数的距平值即由各点各月资料减去其气候平均值。使用复经验正交函数方法进行分析 (Barnett, 1983)。

2 计算结果及分析

2.1 南海 SST 年际振荡的时空特征 对南海 SST 距平用 CEOF 分解, 结果表明最大方差贡献的前三个模态依次占 37.42%, 8.81%, 5.35%。表明第一模态是决定性的。

空间特征: 图 1 中 SST 异常年际变化主要发生在南海中西部。在南海主要入口处基本没有特征向量方向的变化, 表明南海与外海除在台湾海峡(且很弱)外几乎没有异常 SST 传播, 所以南海 SST 异常在空间上基本独立于西太平洋和印度洋。

* 国家自然科学基金资助项目, 49176251 号。谭军, 男, 出生于 1968 年 3 月, 在读博士。

收稿日期: 1993 年 9 月 25 日, 接受日期: 1994 年 5 月 26 日。

1) COADS, The comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set

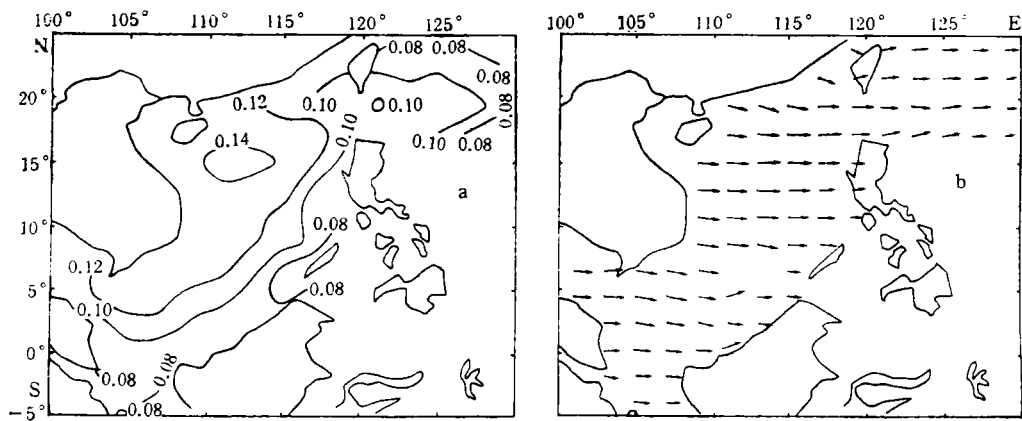


图 1 南海 SST 第一模态方差贡献分布(a)和第一特征向量(b)
Fig. 1 Spatial amplitude for mode 1(a) and the first eigenvector (b)
in the South China Sea SST

时间特征: 对 SST 年际变化的时间系数(见图 2)作方差分析, 用 F 检验分析周期, 在 99% 信度标准上存在 25—28 个月及 50—57 个月的周期振荡。图 2 中异常低温年 (指 $\Delta\text{SST} < 0$ 近一年以上) 有 1963, 1965, 1968, 1972, 1974, 1976—1977, 1982, 1986 年, 我们

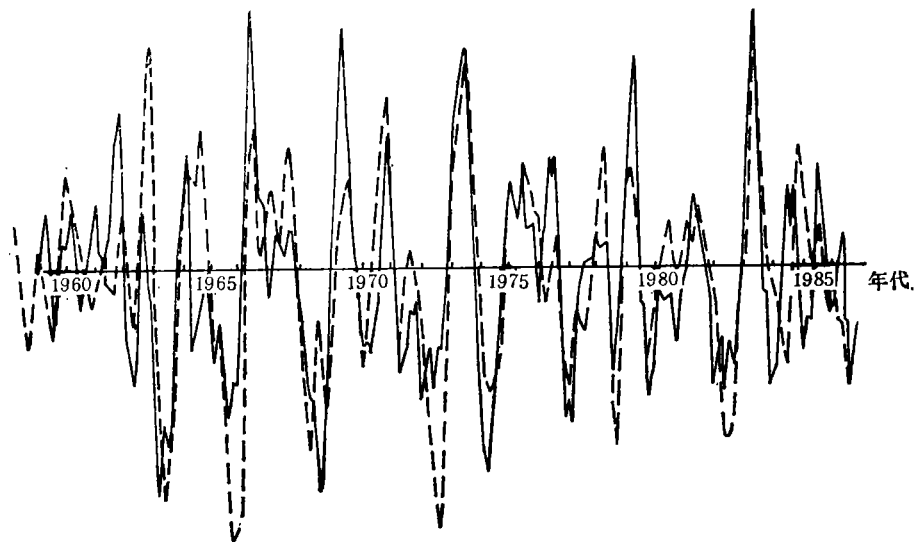


图 2 南海 SST 与 v 第一模态时间系数序列
Fig. 2 Temporal coefficient of SST and v for mode 1 in the South China Sea SST
---- SST; ——— v

注意到这些年(除弱的 1974 年)几乎均是 ENSO 年; 异常高温年为 1964, 1966—1967, 1969—1970, 1973, 1975, 1983。南海 SST 异常与赤道东太平洋 SST 异常的对照如表 1, 在 ENSO 发生前的冬季 1 月份前后都有异常降温, 持续近一年, 之后伴随有异常增温

过程,甚至象 1982—1983 年,1986—1987 年这样特殊类型的 ENSO 事件也不例外,显示出南海 SST 异常存在着与 ENSO 密切相关的年际变化。

考虑到冬季风在这一区域的重要作用,而南海 SST 异常又一般开始于 1 月份前后,这里我们强调了开始于冬季的 SST 异常降温与 ENSO 的关系,这在分析的角度上有别于其它的研究,从而在结论中强调了 SST 异常并非简单的滞后。为了了解海温异常开始于冬季的原因,下面进一步分析对应于冬季风的经向风场。

表 1 南海 SST 及赤道东太平洋 SST 异常对照

Tab. 1 SST anomaly in the South China Sea and the east equatorial Pacific

南海 SST 异常	赤道东太平洋 SST 异常
1963.1—1963.12(冷)	1963.7—1964.1 (El Niño)
1963.12—1964.12(暖)	La Niño
1965.1—1966.3(冷)	1965.5—1966.3 (El Niño)
1966.3—1967.12(暖)	La Niño
1967.12—1969.2(冷)	1968.10—1970.1 (El Niño)
1969.2—1971.2(暖)	La Niño
1971.11—1973.1(冷)	1972.6—1973.3 (El Niño)
1973.1—1974.1(暖)	La Niño
1974.1—1974.12(冷)	正常年
1975.1—1976.2(暖)	La Niño
1976.2—1978.1(冷)	1976.6—1977.3 (El Niño)
1982.2—1982.12(冷)	1982.4—1983.9 (El Niño)
1986.1—(冷)	1986.10—1988.3 (El Niño)

2.2 南海 SST 年际异常与东亚季风的关系 从对经向风场所作 CEOF 分析看,最大方差贡献的三个模态依次占 22.47%,6.94%,6.61%。

空间特征: 经向风场异常变化主要发生在东北季风南下活跃的南海西北部(见图 3),而对经向风异常时传播特点的分析,表明异常时基本为稳定风系控制。

时间特征: 比较经向风与 SST (见图 2), 可以看到 SST 异常基本随风场的变化而变化,落后仅一个月左右,经向风场同样存在 3—5 年周期振荡。这显示了经向风与 SST 异常在时域上的密切联系。在 ENSO 前冬季 12 月份前后,主要反映东北季风异常的经向北风异常发生,北风距平持续近一年,之后伴随一段时间南风异常,异常经向风、SST 及

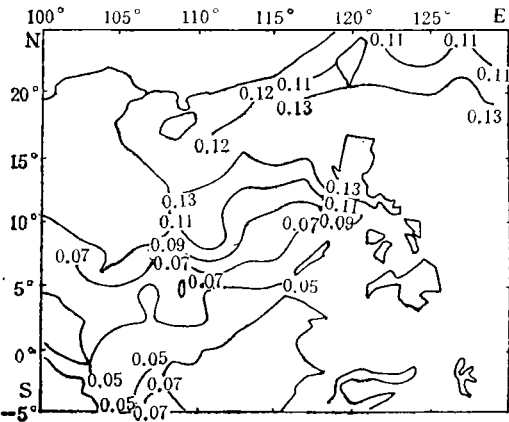


图 3 南海经向风场第一模态方差贡献分布
Fig. 3 Spatial amplitude of v for model of meridional wind field in the South China Sea

ENSO 发生的先后顺序为: v 异常—— $\xrightarrow{1\text{ 个月}} \text{SST 异常} \xrightarrow{4-5\text{ 个月}} \text{ENSO 发生}$ 。另外我们同样分析了

纬向风场,发现它与 ENSO 及 SST 异常没有明显关系。

2.3 SST 与 v 相联系的物理机制分析 从对 SST 和 v 的时空特征分析,推断南海 SST 异常可能取决于经向风异常的强迫,为此我们对南海 SST 第一模态计算回复场,来分析 SST 异常变化的全过程,从图 4 中可以看到南海海温异常变化主要出现在南海中西部,与经向风异常最强区相对应。在异常低温发展的盛期,还有冷舌从中西部南伸。鉴于南海近乎封闭的地理形状及低纬度科氏力很小,在北风异常作用下,海水向南堆积,在北风较强的西北部海面降低,海水上翻加强,海温降低,并在风应力推动下,低温海水向南延伸;当北风分量减弱或南风分量加强时,在南部堆积的暖水回流,使南海中西部重新增温,甚至可能发展为异常增暖,当然在大量海水流动时,经向风较弱的东部可产生一定补偿流。以上分析与观测到的海平面变化顺序及冬季风海流形势相一致¹⁾。另外,南海 SST 降低,也可能与这一区域积云对流加强有关,在冷空气频繁南侵造成北风异常的同时可能导致南海的积云对流加强,造成感热、潜热的大量释放,同时,积云发展将减少海水吸收太阳辐射能量,其总体效应将造成南海异常低温。当然大气海洋的直接热交换也不容忽视。

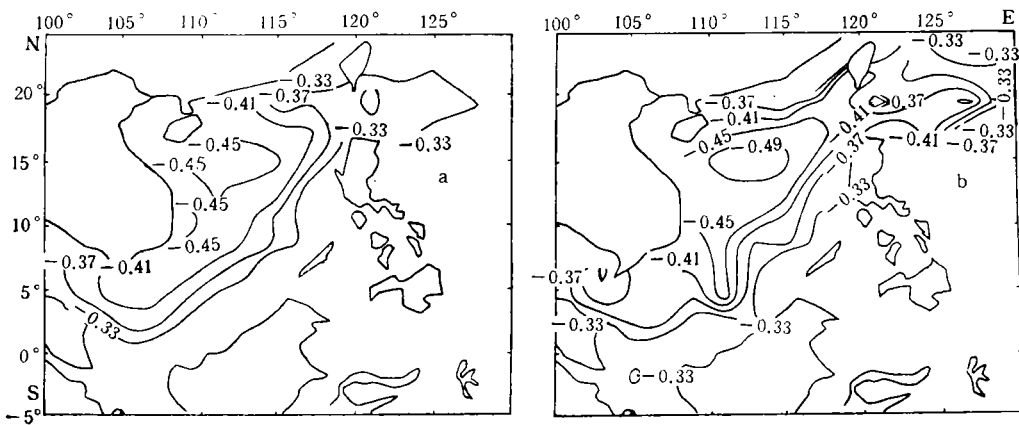


图 4 南海 SST 异常过程,发展期 (a) 与盛期 (b)
Fig. 4 Reconstruction of the SST anomaly, developing (a) and developed (b) in the South China Sea

3 讨论

综合上述分析,我们认为南海存在与 ENSO 相呼应的异常 SST 年际变化,这实质上反映了该区域经向风场异常与 ENSO 的密切关系,经向风异常既是对 ENSO 循环的响应又有一定的作用,系 ENSO 循环中的必要环节。南海濒临西太平洋,是 Walker 环流及 Hadley 环流上升支所在地,在 El Niño 发生前由于西太平洋的暖水大量堆积,致使两股环流加强, Hadley 环流的加强将对应于低层异常北风加强,这一方面使南海这一相对独立的区域 SST 降低,另一方面对于这一全球冬季最强低空越赤道气流区(陈隆勋等, 1991),异常北风越赤道后转向将加强西风分量(高士英,1990),从而对西风爆发进而

1) W. J. 达尔,1977,南海的风和海流,广东省水产研究所情报室译。

引起 ENSO 产生重要作用。

El Niño 前,冬半年东亚冷空气活动频繁,中纬度低频振荡加强(叶笃正,1989),在强劲北风作用下,中纬度异常加强的低频振荡伴随冷空气的频繁南侵,向南大量传输能量,加剧低纬度积云对流不稳定,加强低纬度低频振荡。而根据近来的一些研究,低纬度异常强烈的低频振荡东传阻尼,可引发 El Niño (Lau et al., 1986),这也为经向风对 ENSO 的作用提供了解释。

4 结论

总之,南海海温异常空间上独立于相邻大洋,并存在与 ENSO 相呼应的异常年际变化,这实质上表明了这一区域经向风场异常与 ENSO 的关系,其中东亚季风特别是冬季风的作用是主要的,我们认为经向大气的振荡是 ENSO 循环中必不可少的重要环节。

参 考 文 献

- 叶笃正,1989,当代气候研究,气象出版社(北京),137—152。
陈隆勋等,1991,东亚季风,气象出版社(北京),1—4。
周发绣,1991,南海表层水温的低频振荡,海洋学报,3: 333—338。
高士英,1990,亚洲季风区南北半球的相互作用与 El Niño,海洋学报,5: 587—595。
Barnett, T. P., 1983, Interaction of the monsoon and Pacific trade wind system of interannual time scales, Part I: The equatorial band, *Mon. Wea. Rev.*, 111: 756—773。
Lau, K. M. and Chan, P.H., 1986, The 40—50 days Oscillation and the El Niño/Southern oscillation: A new perspectiv, *Bulletion, A.M.S.*, 67: 532—534.

THE CORRELATION BETWEEN SST ANOMALY IN THE SOUTH CHINA SEA AND ENSO

Tan Jun, Zhou Faxiu[†], Hu Dunxin, Yu Shenyu[†]

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*)

[†](*Department of Meteorology, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003*)

ABSTRACT

Study of the sea surface temperature (SST) field and wind field in the South China Sea using COADS data and the complex empirical orthogonal function (CEOF) analysis showed that the SST anomaly in the South China Sea has no obvious correlation to the West Pacific Ocean, but has close relation to the El Niño phenomenon, and that the SST anomalous decrease (lasts about 1 year) sets in almost every winter half of the year before the appearance of El Niño, and is then followed by anomalous increase approximately corresponding to La Niño. Results give no evidence of the link between the SST and the zonal wind or between El Niño and the zonal wind as it has been supposed before. On the other hand, study suggests that SST anomaly can possibly be determined by the anomalous meridional wind forcing, and that the northeast Asian winter monsoon plays a critical role in this effect. The correlation between SST in the South China Sea and ENSO actually indicates the effect of monsoon anomaly on the ENSO cycle. Finally, the possible important role of the meridional elements in the ENSO cycle is discussed, and the northeast Asian winter monsoon is thought to be a critical factor.

Key words South China Sea SST Monsoon ENSO