

# 长江口海域海水表层温度与厄尔尼诺事件的关系

陈美榕, 石少华, 沈红梅

(国家海洋局东海预报中心, 上海 200081)

**摘 要:** 根据长江口海域引水船站和嵊山站四十年的海温观测资料, 分析了 1960 年以来厄尔尼诺发生前后长江口海域海温的变化规律。结果表明长江口海域 SST 具有与厄尔尼诺发生周期相一致的 2~7 年的变化周期; 在厄尔尼诺发生期间长江口海域 SST 距平一般呈中间高的分布特征, 即厄尔尼诺事件当年的海温一般偏低, 而次年一般偏高, 至第三年又有所下降; 研究还表明, 长江口海域海温的变化与东亚冬半年冷空气活动、赤道东太平洋海温及台湾暖流有着密切的关系。

**关键词:** 海水表层温度; 厄尔尼诺事件; 长江口

**中图分类号:** P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 0239 (2005)1 - 0080 - 06

## 1 引言

厄尔尼诺事件是海洋热量异常变化的一种具体表现, 它的发生总是伴随发生世界各地大范围的气候异常, 并从上世纪 90 年代以来更为严重, 似有频率增高的迹象。由于它们总是与生态的 and 经济的灾难相联系, 在世界范围内, 它们少则损失几亿美元, 多则损失几百亿美元。所以引起了联合国组织以及有关国家的农业、能源、环境、水利、渔业、海洋和气象等部门的极大关切。长江口海域周边地区是我国经济活动最活跃的地区之一, 也是海洋灾害频繁发生的地区。尤其是近些年来, 赤潮灾害的频发和海洋开发力度的加大, 进一步增加了这一地区生态和经济的脆弱性。为了实现社会经济的可持续发展, 需要对长江口海温



图 1 长江口海域及海洋站位置

的变化趋势作出估计。为此,本文对长江口海域海水表层温度与厄尔尼诺事件的关系进行讨论,试图发现一些引起长江口海域海温变化的因子,为长江口海洋环境的预报和研究工作提供参考。

本文所指长江口海域的地理位置如图 1 所示,其海水表层温度的变化除了受太阳活动的影响外,还受到长江径流、苏北沿岸流和台湾暖流的影响。因此选用位于口门附近的引水船海洋站和离岸较远的嵊山海洋站海水表层温度资料为代表(见图 1)。为了详细了解长江口海域海水表层温度与厄尔尼诺事件的关系,本文还分析了长江口海域海温和赤道东太平洋海温之间的关系。

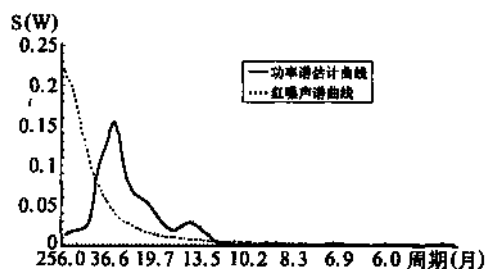
分析时,取 1961~1990 年共 30a 平均作为气候值。为去除短周期的信号,对原始序列先进行高斯滤波。

## 2 长江口海域 SST 变化周期分析

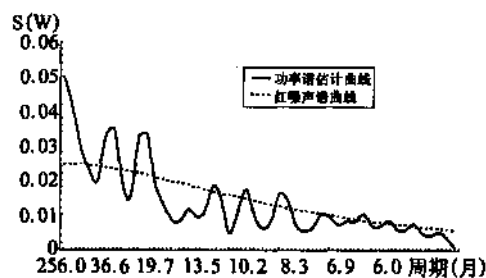
我们取如下三个时间序列:引水船站和嵊山站海温各月距平分别为时间序列一和时间序列二,赤道东太平洋 Nino3 区( $5^{\circ}\text{N} \sim 5^{\circ}\text{S}, 150^{\circ} \sim 90^{\circ}\text{W}$ )海温各月距平为时间序列三。这三个序列均取 1960~1999 年每年 12 个月的资料,并作标准化处理,样本容量为 480。

赤道东太平洋 Nino3 区海温距平(SSTA)序列的功率谱参见图 2a。最大落后步长取  $m=128$ (月),对其作功率谱估计。统计结果发现,Nino3 区海温 SSTA 时间序列样本落后一个月的自相关系数为 0.93,序列有明显的持续性,因此认为序列来自具有非周期性特点的随机过程——红噪声过程。故在确定序列隐含周期时,对其作信度为 0.05 的红噪声检验(以下功率谱分析也取 0.05 信度)功率谱曲线在 36.6 个月的周期上达到峰值并超过了红噪声标准谱上界,说明赤道东太平洋 Nino3 区海温存在 37 个月左右的振荡周期,这与已揭示的东太平洋水温存在 3a 振荡周期的观点一致<sup>[1-2]</sup>。

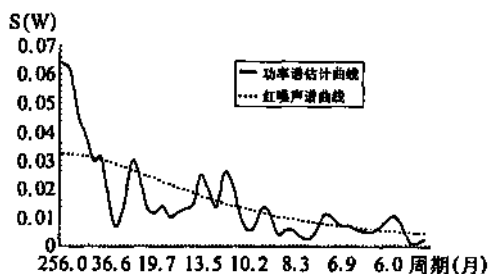
同样,考察长江口海域 SSTA 序列的功率谱图 2b 和图 2c,发现该区域海温在 256 个月、37 个月、24 个月以及 1a、半年的周



a. 赤道东太平洋 Nino3 区 SSTA 功率谱



b. 引水船站 SSTA 功率谱



c. 嵊山站 SSTA 功率谱

图 2 功率谱估计曲线

期上功率谱显著，超过了 0.05 的信度。与赤道东太平洋 Nino3 区相比较，长江口海域海温距平场的功率谱振幅较小，在低频部分都存在 37 个月的振荡周期；另外，长江口海域海温在 256 个月的周期上振幅最大，同时还存在 1a、0.5a 的短周期变化。

以上分析表明长江口海域与赤道东太平洋 Nino3 区海温场的变化既具有共性，如都存在 3.1a 的长周期变化；又具有独特的变化特征，长江口海域海温振荡周期以 22a 的长周期占主要，另外还存在 1a 及以下的短周期波动。

### 3 长江口海域海温在厄尔尼诺发生期间的变化特征

现在以代表站引水船站和嵊山站的月平均 SST 为例来分析长江口海域 SST 与厄尔尼诺事件的关系。

由于这两个海洋站的 SST 序列最早始于 1960 年，为此我们列出 1963~1998 年期间出现的 11 次厄尔尼诺事件及其起讫时间，以及厄尔尼诺事件发生前后长江口海域的 SSTA（见表 1）。

表 1 年平均 SSTA 与厄尔尼诺年的关系

序号	厄尔尼诺年	开始时间	结束时间	引水船站温度距平			嵊山站温度距平		
				当年	次年	结束后一年	当年	次年	结束后一年
1	1963	1963/07	1964/01	-0.2	0.2	0.1	-0.4	-0.3	0
2	1965	1965/05	1966/04	0.1	0.3	-0.3	0	0.7	-0.5
3	1968	1968/10	1970/02	-0.3	-0.3	-0.1	-0.4	-0.5	-0.5
4	1972	1972/06	1973/04	-0.6	0.6	-0.4	-1	0.6	-0.1
5	1976	1976/06	1977/02	-0.5	-0.1	0.3	-0.7	0	0.6
6	1982	1982/07	1983/09	0.3	0.4	-0.1	0.1	0.5	0
7	1986	1986/10	1988/04	-0.2	0.3	0.2	-0.2	-0.2	0.3
8	1991	1991/05	1992/08	0.4	-0.1	-0.1	0.4	-0.1	-0.3
9	1993	1993/04	1994/01	-0.1	1.1	0.5	-0.3	0.8	0.4
10	1994	1994/06	1995/04	1.1	0.5	0.1	0.8	0.4	0
11	1997	1997/03	1998/06	1	1.9	0.9	1.2	1.5	1.3
平均				0.09	0.44	0.10	-0.05	0.31	0.11

由表 1 可知，在厄尔尼诺事件发生的当年，长江口海域的 SST 处于比较低的水平，于次年上升到最高，到厄尔尼诺事件结束后的一年又回复到较低的水平。另外在表 1 中我们还可以明显地发现，两个代表站的总体变化相当一致，厄尔尼诺事件发生当年都要比次年低 0.35 左右。11 个年份中 SST 距平有 6 个年份的距平为负值，而于次年达到最大（其中引水船站有 9a，嵊山站有 6a），然后在厄尔尼诺事件结束后的一年又略有下降，但下降的幅度要比上升的幅度小。

4 机理初步分析

4.1 长江口海域冬半年海温与厄尔尼诺的关系

李崇银<sup>[2]</sup>通过分析发现,在厄尔尼诺发生前半年东亚强冷空气活动频繁,我国东部地区气温偏低,而在拉尼娜发生前的半年,东亚地区冷空气活动偏少,我国东部地区气温偏高。长江口海域受东亚季风气候控制,其气温和海温的变化必然受到东亚冷空气活动的影响,因此长江口冬半年的 SST 也应与厄尔尼诺事件有一定的联系。我们取 11 月至翌年 5 月作为冬半年,将每次厄尔尼诺事件发生前冬半年的 SSTA 作合成分析。表 2 是长江口海域 1960~1999 年间厄尔尼诺事件发生前冬半年的 SSTA 统计分析,结果表明,在厄尔尼诺年发生前的冬半年,长江口海域 SSTA 为负值,而其他年份则为正值。也就是说,在厄尔尼诺事件发生前的冬半年,长江口海域的 SST 有较明显的下降。

表 2 厄尔尼诺发生前冬半年(11~5 月)的 SSTA 合成分析(1960~1999 年)

时间	引水船站	嵎山站
厄尔尼诺年发生前冬半年平均	-0.25	-0.30
非厄尔尼诺年发生前冬半年平均	+0.10	+0.12

由于在长江口海域的海温在厄尔尼诺发生前的冬半年处于较低水平,进而使得厄尔尼诺发生当年长江口海域的海温偏低,这与第 2 节的结果相吻合。

4.2 长江口海域与赤道东太平洋海温相关分析

前面的分析表明,长江口海域 SST 与厄尔尼诺事件具有良好的响应。为了进一步分析长江口海域 SST 与厄尔尼诺事件之间的关系,我们利用赤道太平洋 Nino1+2、Nino3、Nino4、Nino3.4 区的 SST 与长江口海域 SST 作相关分析来看它们之间的相关性。分析时采用去除季节循环的 SST 资料。

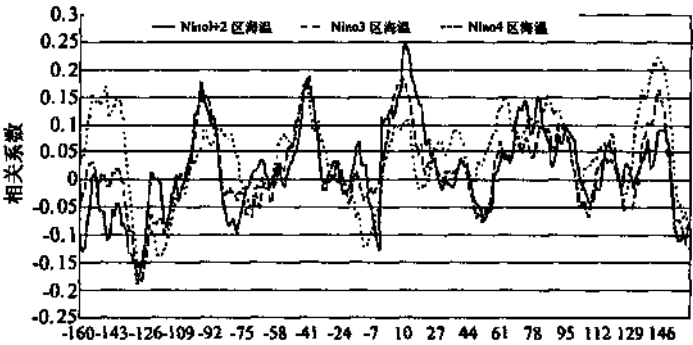


图 3 长江口海域与赤道太平洋海温互相关分析(1960~1999 年)

图 3 是长江口海域 SST 距平和赤道太平洋地区 SST 距平的互相关分析图。在图中可发现,

当滞后数  $m=0$  时,两者呈正相关,但相关性并不显著;在  $m=10$  处可发现存在一个比较明显的峰值,尤其与 Nino1+2 区海温的相关性最为显著,这显然是当东南太平洋 Nino1+2 区海温升高时,会抑制纬向的 Walker 环流,使得西太平洋地区的上升运动减弱,经向的 Hadley 环流东强西弱,太平洋副热带高压东强西弱<sup>[3]</sup>,进而引起长江中下游地区梅雨期缩短、梅雨量减少、冬季偏暖等一些气候异常,最终引起长江口海域 SST 偏高,这一响应过程一般需要 10 个月左右,这一结果进一步解释了在第 2 节中,为什么当厄尔尼诺事件发生以后结论,长江口海域的 SST 一般于次年上升到最高。

#### 4.3 长江口海域海温与台湾暖流的关系

为进一步了解影响长江口海域海温变化的因素,本文还分析了台湾暖流对长江口 SSTA 变化的能量输入所起的作用。计算了位于台湾东部  $23^{\circ}\text{N}$ 、 $122^{\circ}25'\text{E}$  处海表至海表以下 200m 的平均经向温度平流,1980 年 1 月~1999 年 12 月共 20a240 个月的月平均值与长江口海域两个代表站的 SSTA 进行对比分析变化曲线见图 4。由图 4 可见,在

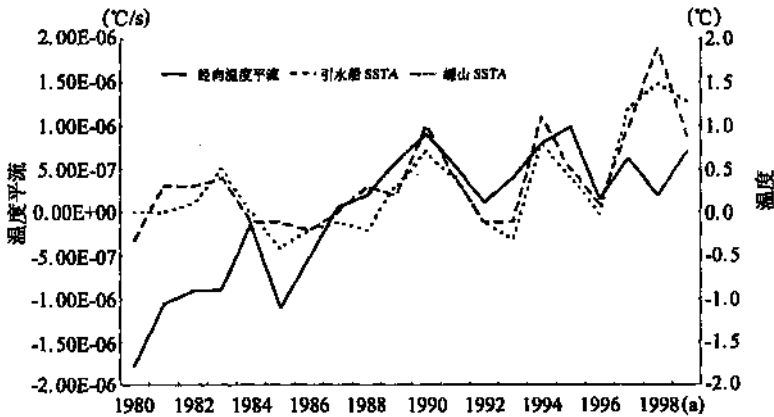


图 4 长江口海域 SSTA 与台湾暖流经向温度平流的年变化曲线 (1980~1999 年)

1980~1999 年的 20a 中,台湾暖流向北输送的能量总体呈上升趋势,尤其是从 20 世纪 80 年代中后期开始,台湾暖流平均经向温度平流距平值都为正值,即在不断地向北输送能量。与其相对应,长江口海域海温在此期间也是总体呈上升趋势,并且在上世纪 80 年代中后期开始,一直处于较高的水平。这一现象说明台湾暖流引起的能量输送对长江口海域的海温变化是有影响的。

另外,在考察厄尔尼诺事件与经向温度输送的关系,除了 1991~1992 年的厄尔尼诺事件外,其他 5 次厄尔尼诺事件发生前的一年中,台湾暖流平均经向温度平流变化都是呈上升趋势,即台湾暖流引起的能量输送在不断增大,从而引起长江口海域在厄尔尼诺事件发生次年的海温都较相邻年份要高。

## 5 小结

本文根据引水船和嵊山海洋站的 SST 与厄尔尼诺事件的关系,得出了预测长江口海域 SST 变化的一些依据,这对该区域 SST 的长期预报具有重要的参考作用。

(1) 功率谱分析结果表明,长江口海域的海温存在与赤道东太平洋 Nino3 区海温相同的 3.1a 的长周期,另外还存在 1a 及以下的短周期波动。

(2) 引水船站和嵊山站海温资料的统计结果显示,厄尔尼诺事件发生以后,长江口的海温一般于次年升到最高水平。

(3) 长江口海域的海温在厄尔尼诺发生前的冬半年一般处于较低水平,进而影响到厄尔尼诺发生当年的海温,使得当年的海温偏低。

(4) 赤道太平洋地区的海温变化通过大气环流影响长江口海域的海温变化,统计结果显示,这一响应过程一般需要 10 个月左右。

(5) 台湾暖流引起的能量输送影响着长江口海域的海温变化,并且在厄尔尼诺事件发生前的一年中台湾暖流引起的能量输送呈上升趋势。

## 参考文献

- [1] 张先恭. 西太平洋副热带高压的气候振动. 1988,3 (1):
- [2] 陈幸荣, 王彰贵. 西风爆发、次表层暖水东移与厄尔尼诺现象[J]. 海洋学报, 2003,5 (1):19~27.
- [3] 李崇银. 频繁的东亚大槽活动与 ElNiño 的发生[J]. 中国科学(B 辑),1988,18(6):667~674.
- [4] 王绍武, 赵宗慈. 长期天气预报基础[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1987,55~86.