

热带西太平洋暖池及其与南方涛动 和副热带高压关系

翁学传 张启龙 颜廷壮

(中国科学院海洋研究所)

热带西太平洋暖池是全球大洋表面温度最高的区域,也是全球海-气能量交换年总量最大的海域。它的维持和变化不仅对 El Niño 的发生、发展起着重要作用,而且对中高纬度大气环流的变化也有重要影响。近年来国内外对热带西太平洋暖池进行了许多实验和研究,取得了一些有意义的结果(王世平,1989;Wyrski, 1989; 黄荣辉,1994;董敏,1994; Wajsowicz, 1994)。但是这些研究多偏重于暖池对大气环流和东亚气候的影响方面,对暖池本身的主要特征及其变异方面的研究相对较少,而后者却是进一步了解发生在暖池区的海-气相互作用的过程,研究暖池在全球气候变化中的作用所不可缺少的。本文在分析 1951—1990 年间的 SST 资料和 137°E, 155°E, 165°E 断面观测结果的基础上,结合有关研究成果(符淙斌,1990),对暖池的形态、高温中心和热含量这三个主要特征及其变异特点进行了研究,并初步找出了暖池表面面积与南方涛动指数和副热带高压面积指数间的关系。

一、暖池的主要特征及变异

目前在实测资料分析中对暖池并没有一个统一的定义。本文将热带太平洋西部水温高于 28℃ 的暖水域定义为热带西太平洋暖池。以下讨论都根据这一定义出发。

1. 暖池形态

暖池的形态具有明显的季节和年际变化。

(1) 季节变化:由图 1 可见,冬季(2 月)暖池的位置处于最南,分布范围最小;夏季(8 月)暖池位于最北,分布范围最大;春季(5 月)和秋季(11 月)则是暖池冬、夏季分布形态的过渡期。

由图 1 可见,暖池边界的季节摆动南界相对较小,仅 8 个纬度;北界就较大,为 21 个纬度;东界最大,可达 28 个经度。

图 1 中阴影部分为暖池终年盘踞的海域,可见它的范围并不大,大致位于 12°S 到 10°N,从印度尼西亚到 160°W 之间,约为暖池平均面积的一半。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2703 号。
收稿日期:1997 年 1 月 27 日。

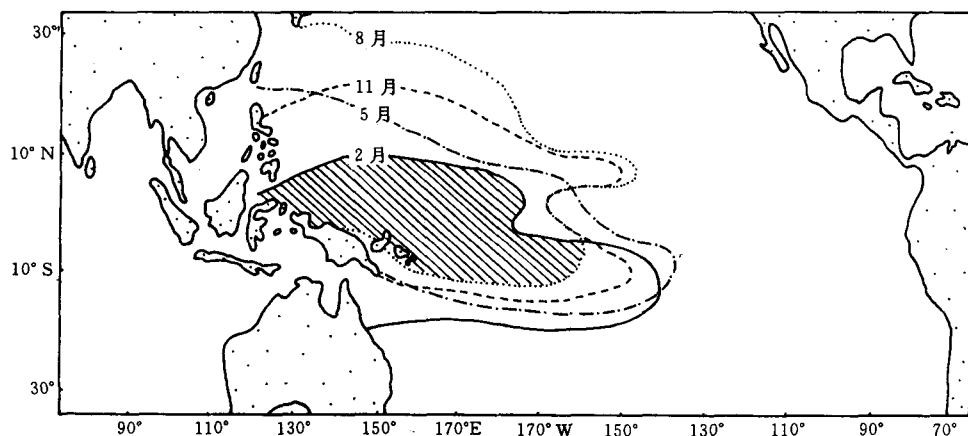


图1 各季代表月份热带西太平洋暖池分布

表1 西太平洋暖池多年(1961—1990)月平均面积及其标准偏差

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
面积($\times 10^6 \text{km}^2$)	28.4	28.5	30.5	31.4	32.0	32.1	32.4	33.0	33.8	33.5	32.0	30.0	31.5
标准偏差	4.5	4.3	4.6	3.8	4.5	3.8	4.4	4.6	4.7	4.3	4.2	4.2	4.3

表1是暖池多年月平均面积及其标准偏差的统计结果。由表可见暖池的面积9月最大,1月最小,其年平均面积为 $3.15 \times 10^7 \text{km}^2$ 。

(2) 年际变化:暖池形态的年际变化也非常明显,而且对 El Niño 事件有重要作用。表2是 El Niño、La Nina 和常年情况下暖池的形态特征。由表可见,在 El Niño 期间,暖池面积最大,东界位置偏东,平均厚度(137°E 断面)最小;在 La Nina 期间,暖池面积最小,东界位置偏西,平均厚度(137°E 断面)最大;在常年,暖池的形态特征介于上述两者之间。

表2 热带西太平洋暖池的形态特征

形态特征	表层面积 ($\times 10^6 \text{km}^2$)		东界位置 (°W)		平均厚度(m) (137°E 断面)	
	冬	夏	冬	夏	冬	夏
El Niño	32.85	36.79	127°30'	118°00'	26.6	48.7
常年	26.79	27.57	142°17'	150°14'	42.8	55.3
La Nina	22.19	26.36	166°47'	161°15'	59.7	60.1

须要指出的是,不同年份间暖池面积的变化是很大的,在 1961—1990 年的 30 年中,它的最大面积可达 $4.33 \times 10^7 \text{km}^2$ (1987.9),最小面积为 $2.09 \times 10^7 \text{km}^2$ (1968.1),最大变幅达 $2.24 \times 10^7 \text{km}^2$ 。

2. 高温中心

暖池最主要的特征是水温较高,通常在暖池中部形成一个(有时两个)高温区。全球海-气耦合模式研究结果表明,暖池海域,特别是暖池高温区 SST 的微小变化对热带太平洋区大气环流形势的演变十分敏感。因此,本文对高温中心进行了分析。

统计 41 年(1950—1990)的资料表明,高温中心的温度最低为 29.2°C (1951.1),最高为 31.9°C (1970.7),多数年份在 $30.0\text{--}30.5^{\circ}\text{C}$ 间。值得指出的是,高温中心冬、夏季的温度值差异并不明显,而高温中心的位置却具有明显的季节和年际变化(图 2)。由图 2 可见,无论是常年还是 El Niño 和 La Nina 期间,高温中心冬季主要出现在暖池海域的东南部;夏季移至暖池海域的西北部。高温中心出现位置的年际变化是:El Niño 期间,位置偏东;La Nina 期间偏西,常年居中。这是因为,在 El Niño 期间,偏东信风减弱,赤道西风暴发,赤道表层东向急流形成和发展,北赤道逆流加强,促使暖池向东扩展,高温中心随之东移;而在 La Nina 期间,偏东信风较强,南赤道流发达,北赤道逆流东向体积输送减弱,致使暖池西缩,中心随之西移。

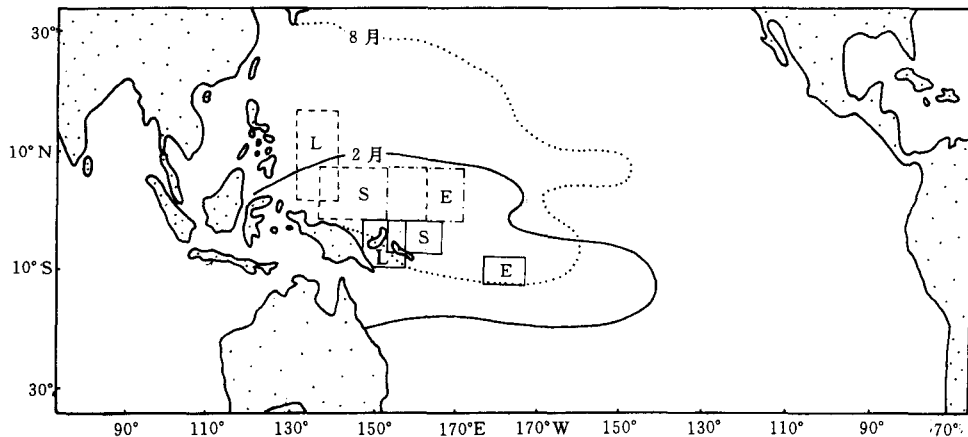


图 2 高温中心出现位置

L——La Nina 期间; E——El Niño 期间; S——常年
——冬季; 夏季

3. 热含量

暖池的热含量极为丰富,并具有明显的夏季大、冬季小的季节特征。暖池热含量的年际变化也很明显,现以位于暖池西侧的 137°E 断面为例说明。由图 3 可见,冬季暖池热含量年际变化的主要趋势是,除个别年份(1975, 1982)外,在 El Niño 期间出现大的负距平,在 La Nina 期间为大的正距平。这表明暖池热含量的年际变化与热带太平洋大尺度海气系统异常有较好的联系,至于个别年份对应不好,这可能与所用资料有关(仅为每年 1—2 月份观测资料,统计范围为 3°N 以北以及 137°E 断面位置偏西)。

值得指出的是,暖池的热含量与暖池海域次表层水热含量具有极为密切的关系:两者年际变化趋势一致,相关程度也较高,冬、夏季的相关系数分别为 0.71 和 0.67(信度都超过 0.001)。这一结果表明,暖池热含量和暖池海域次表层水热含量的年际变化都受热带

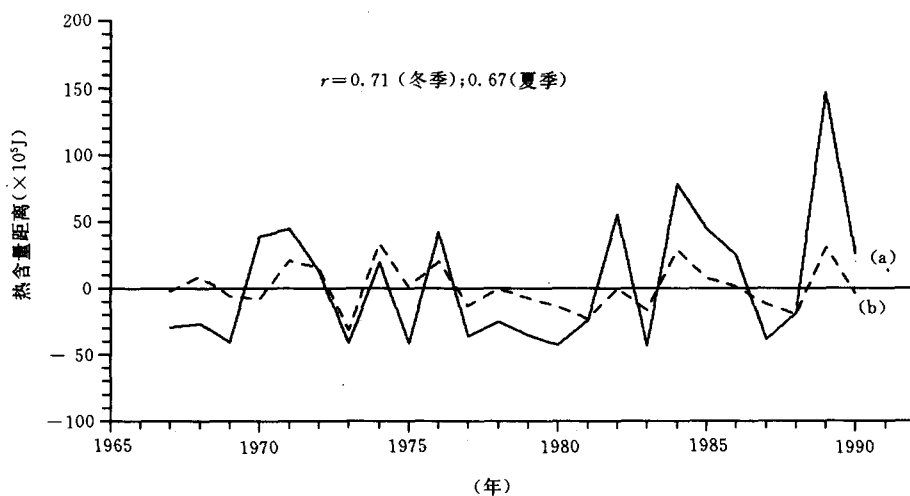


图3 137°E断面暖池热含量距平(a)和次表层水热含量距平(b)年际变化(冬季)

太平洋大尺度海-气系统异常的影响。因此,在探讨热带西太平洋海洋热力状况对大气环流和我国气候的影响时,可用暖池热含量作为指标以替代次表层水热含量,这样处理,其物理意义更加明确。

通过以上对暖池主要特征及其变异的分析,我们建立了暖池面积的时间序列。下面利用这一时间序列分别讨论暖池与南方涛动和副热带高压的关系。

二、暖池面积与南方涛动的关系

图4是经过5个月滑动平均后的暖池面积距平和南方涛动指数距平的年际变化。从图中可以清楚看出,暖池面积与南方涛动呈反位相变化,而且暖池面积大的正距平年(如1963,1965,1969,1972,1976,1983,1987年)和大的负距平年(如1964,1968,1970—1971,1974,1975,1984—1985,1989年)分别与南方涛动指数大的负距平年和正距平年有较好对应,只是暖池面积的变化略落后于南方涛动指数的变化。用356个月的资料求相关,暖池面积和南涛动指数的相关系数达0.69(信度超过0.001)。

交叉谱分析结果表明,振幅谱仅在46.7个月周期上出现一个明显的谱峰,凝聚谱则显示这两个时间序列在这一周期上有较高的凝聚,经检验,显著水平达99%。可见在46.7个月周期上暖池面积和南方涛动两者是密切相关的。由落后时间长度谱可见,在46.7个月周期上暖池面积落后南方涛动2.3个月;也就是说,当南方涛动发生变化后约2个月,暖池面积也随之发生变化。

三、暖池面积与副热带高压的关系

副热带高压是影响我国气候的重要天气系统。研究表明,副热带高压的强弱变化对我国东部地区大范围的旱涝有着十分密切的关系。图5是经过5个月滑动平均后的暖池面

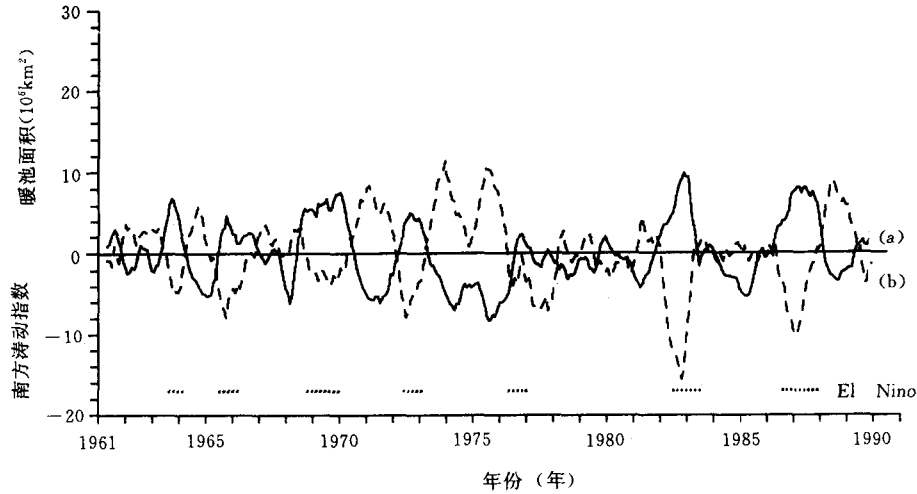


图4 暖池面积距平(a)和南方涛动指数距平(b)年际变化

积距平和副热带高压面积距平的年际变化。由图可见,两者呈同位相变化,而且变化趋势较一致;暖池面积距平的峰、谷与副热带高压面积距平的峰、谷有较好的对应,只是副热带高压面积的位相落后于暖池面积。用 356 个月资料计算相关关系,两者的相关系数达 0.64 (信度超过 0.001)。这表明两者的关系是很密切的,也就是说,当暖池面积扩大(增强)时,副热带高压增强,而当暖池面积缩小(减弱)时,副热带高压减弱。

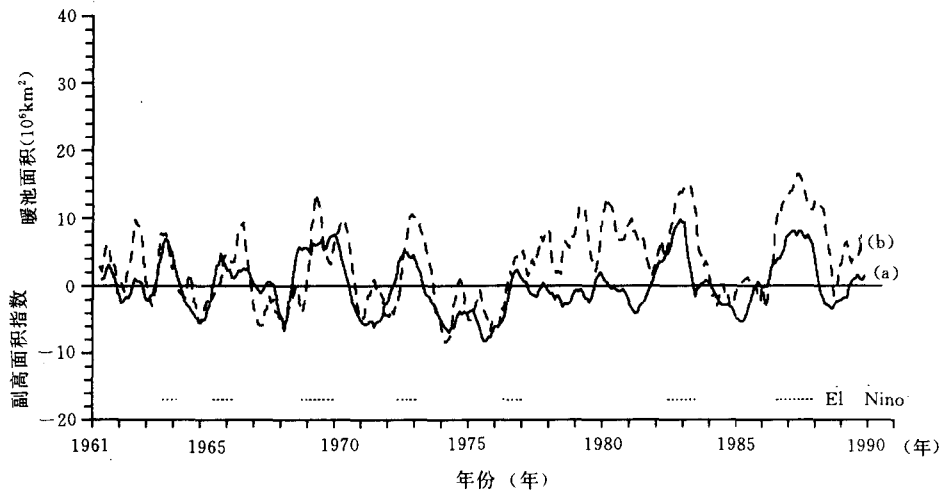


图5 暖池面积距平(a)和副热带高压面积距平(b)年际变化

暖池面积和副热带高压面积的交叉谱分析结果表明,振幅谱出现两个谱峰,在 46.7 个月周期上的峰值较大,而在 12 个月周期上的峰值略小。由凝聚谱可看出,在 46.7 个月和 12 个月这两个周期上均有较高的凝聚(两者的检验水平均达 99%)。可见,在这两个周期上,暖池面积和副热带高压面积密切相关,在 46.7 个月周期上两者的关系尤为密切。落后时间长度谱表明,在 46.7 个月周期上,暖池面积变化先于副热带高压面积 3.5 个月,而

在 12 个月周期上两者位相的时间差几乎为零。

四、结 论

综上所述可以得出以下初步结论。

1. 暖池的形态、高温中心和热含量的年际变化与热带太平洋大尺度海-气系统的异常相联系;在 El Niño 期间暖池的面积大,高温中心偏东,热含量(137°E 断面)小;在 La Nina 期间暖池面积小,高温中心偏西,热含量(137°E 断面)大。

2. 暖池面积、南方涛动和副热带高压面积三者关系密切,都具有 46.7 个月的主要振荡周期。这表明其大的变异同是热带太平洋大尺度海气相互作用在海洋和大气的两个不同侧面的反映。

3. 暖池(面积)的异常可能主要是南方涛动(气压场)变化的结果,而暖池则是造成气候异常的热源,副热带高压的变化则是海洋振荡的反馈。

参 考 文 献

- 黄荣辉等,1994,热带西太平洋暖池的热状态及其上空的对流活动对东亚夏季气候异常的影响,大气科学,18(2): 141—151。
- 董敏等,1994,西太平洋暖池区海温异常对冬季环流影响的数值研究,海洋学报,16(3):39—49。
- Wajsowicz, R. C., 1994, A relationship between interannual variations in the South Pacific Wind Stress Curl, the Indonesian through flow and the West Pacific Warm Water Pool, *J. of Phys. Oceanogr.*, 24: 2180—2187.
- Wyrski, K., 1989, Some thoughts about the West Pacific Warm Pool, *Proceedings of Western Pacific International Meeting and Workshop on TOGA-COARE ORSTOM*, 99—109.

THE TROPICAL WESTERN PACIFIC WARM POOL AND ITS RELATIONS TO THE SOUTHERN OSCILLATION AND SUBTROPICAL HIGH OVER THE WEST PACIFIC*

Weng Xuechuan, Zhang Qilong, Yan Tingzhuang

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

ABSTRACT

In this work, the form, high temperature center, and heat content of the Tropical Western Pacific Warm Pool were analyzed based on SST data and observations along Sections 137°E, 155°E and 165°E, and the relations of the warm pool's area to the Southern Oscillation (SO) and to the Subtropical High over the West Pacific (SH) were studied. The results showed that the inter-annual variations of the warm pool's form, high temperature center and heat content all related to the abnormality of the large scale air-sea system in the Tropical Western Pacific. There are close relations between the warm pool's area and SO and the area index of SH. Although they have the same main period of 46.7 month, their variations differ in phase: the warm pool's area variation lags 2.3 months that of SO but leads by 3.5 months that of the area index of SH.

* Contribution No. 2703 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.