

赤道太平洋海表面温度同南方涛动和副热带高压的相互关系*

陈锦年

(中国科学院海洋研究所, 青岛, 266071)

高振会

(国家海洋局北海分局青岛预报区台, 266003)

提要 本文选用 1951—1986 年赤道太平洋 (10°S — 10°N , 180 — 85°W) 海表面温度 (SST) 与南方涛动指数及副热带高压特征指数, 重点探讨了海洋与大气之间的相互作用过程, 得出了起主导作用的因素, 认为与选取代表赤道太平洋平均海面温度的海区范围和选用代表南方涛动的两个气压站有直接关系。

近年来, 海气相互作用的变化过程受到广泛的注意, 尤其对 El Niño (以下简称 EN) 现象与南方涛动及其与大气环流和天气过程的研究受到世界各国海洋、气象学家的重视。自 50 年代, 人们对 EN 与南方涛动之间的内在联系及其物理变化过程作过不少的研究, 特别是近年来, 普遍认为世界气候的异常变化与 EN 现象和南方涛动的相互作用有密切的关系。然而, 由于在探讨其相互作用过程中, 选取反映海洋和大气的参数不同, 时常有两种截然不同的结论。有的强调海洋的主导作用, 有的则强调大气的主导作用。由本文分析认为, 产生不同结果的关键是与讨论问题所选取的反映海洋和大气参数的海区、范围、时间和地点有重要关系。

一、资料

本研究选用两种参数。(1) 海洋参数: 1951—1986 年逐月共 432 个月赤道太平洋 (10°N — 10°S , 180 — 85°W) 海表面温度 (SST) 资料。(2) 大气参数: 1951—1982 年逐月共 384 个月南方涛动指数及副高特征指数(强度、面积和西伸脊点)。对它们分别事先进行消除年变化及滤波处理。

二、SST 与南方涛动的关系

应用上述经过处理的 SST 和 $\text{SOI}^{1)}$, 进行时滞相关计算, 由结果发现, 从 SST 超前到落后 SOI 的 11 个月时滞相关场中, 均为负相关。在 SST 超前 SOI 的 12—24 个月中, 除 12—14 个月赤道太平洋中部为弱负相关外余均为正相关。在 SST 落后 SOI 的

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1995 号。本文获全国海洋湖沼青年科学研讨会优秀论文奖。

收稿日期: 1989 年 8 月 9 日。

1) Tahiti 与 Darwin 两地的气压差。

9—24 个月中，除 9—11 个月中太平洋为弱负相关外余均为正相关，而最佳相关场出现在同期至 SST 超前 SO1 的两个月。为更清楚地反映 SST 与 SO1 的时滞关系，只选用沿赤道上的 SST 与 SO1 的时滞相关进行分析(见图 1)。由图 1 可知，SST 与 SO1 的相关时滞月数是从 85°W 向 180°W 递减的，在 85°W 处，最大相关系数出现在 SST 超前

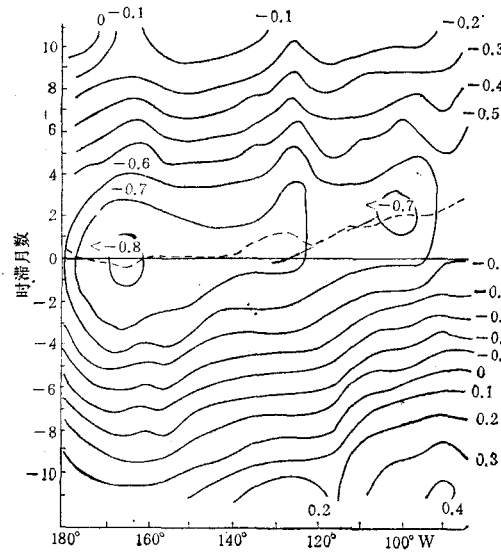


图 1 赤道太平洋 SST 与南方涛动 (SO1) 相关时空分布图

Fig. 1 The space-time distribution of the correlation between the Southern Oscillation (SO1) and Equatorial Pacific SST

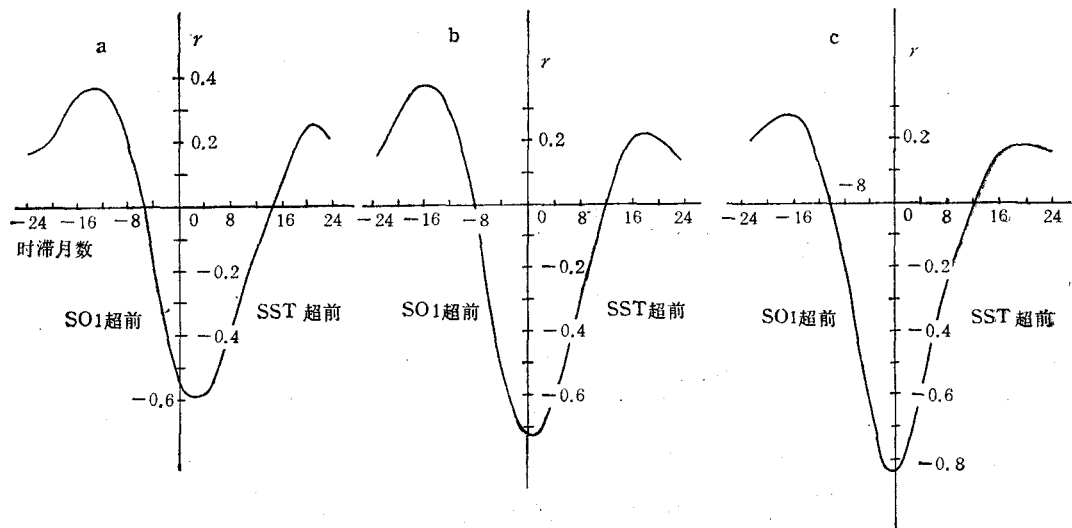


图 2 SST 与 SO1 时滞相关曲线图

Fig. 2 The time-lag correlogram between Equatorial SST and SO1

a. 85°W; b. 130°W; c. 165°W

SOI 的 2—3 个月处;在 180° 处,最大相关系数出现在同期。在 $180-85^\circ\text{W}$ 的赤道上,最佳相关出现在中太平洋(日界线附近)和东太平洋,且相关强度前者大于后者。

为清楚了解 SST 与 SOI 之间的内在联系,选用沿赤道 85°W , 100°W , 130°W , 145°W , 165°W 处的 SST 与 SOI 的时滞相关关系进行分析。为方便起见,只绘出 85°W , 130°W , 165°W 处的相关关系图(见图 2)。由图 2 可以看出,在 85°W 处, SST 与 SOI 的最大相关系数出现在 SST 超前 SOI 的 2—3 个月,相关系数为 -0.59 。在 100°W 处,最大相关系数出现在 SST 超前 SOI 的两个月。在 130°W 处,最大相关系数出现在 SST 超前 SOI 的一个月,相关系数为 -0.73 。在 145°W 处,最大相关系数出现在 SST 与 SOI 同期相关。在 165°W 处,最大相关系数出现在 SOI 超前 SST 的一个月,相关系数为 -0.83 。从图 2 还可看出,沿赤道 85°W 到 165°W , 历经 80 个经度, SST 与 SOI 的相关时滞月数是 4—5 个月左右。

三、SST 与副高的关系

研究表明,造成东亚及我国东部沿海汛期降水异常主要取决于副高的活动。为此,探讨 SST 与副高之间的关系,对进一步研究、预报东亚及我国东部汛期降水具有重要意义。前人的研究由于选用代表赤道太平洋 SST 的区域不同,得出的结论也不尽相同。为分析它们之间存在的内在联系,采用上述提供的资料进行分析,结果表明: SST 与副高面积的最大时滞相关是从 SST 超前副高面积 2 个月—10 个月,最大相关系数出现在 SST 超前副高面积的 6—7 个月左右,而且相关强度较强,尤以东太平洋赤道最为明显。为能说明问题,将沿赤道 SST 与副高面积的时滞相关进行分析,由图 3 可知,最大时滞相关的变化与经度变化有关。在 $85-90^\circ\text{W}$ 处,副高面积指数迟后 SST 6—7 个月;在 165°W 处,副高面积指数迟后 SST 4—5 个月。自 $85-180^\circ\text{W}$ 的 95 个经度范围中,时滞月数相差两个月左右。在赤道, SST 与副高面积指数的时滞相关最佳区有两个,一个在中太平洋;另一个在东太平洋。副高强度指数也具有面积指数与 SST 的相同特性,只是受 SST 影响的时滞时间比后者缩短一些。

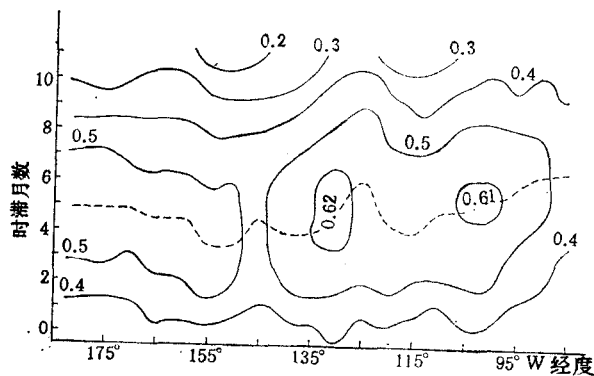


图 3 SST 与副高面积指数相关时空分布图

Fig. 3 The space-time distribution of the correlation between Equatorial SST and the indices of an area of the subtropical high

由于副高西伸脊点位置对我国沿海地区汛期降水有重要影响,因此,讨论 SST 与其内在联系,不仅在理论研究上,而且在实际应用方面均具有重要意义。通过分析可知, SST 与西伸脊点的时滞相关从同期到 SST 超前 14 个月均为负相关;而 SST 超前 15 个月—24 个月为正相关;最大相关出现在 SST 超前副高西伸脊点 4—6 个月。为讨论方便,我们只选沿赤道 SST 与副高西伸脊点的时滞相关场并绘制成图 4。由图 4 可知,最大相关系数时滞月数与经度有关。在 85°W 处,最大相关系数出现在副高西伸脊点迟后 SST 的 5 个月。在 165°W 处,出现在西伸脊点迟后 SST 4 个月。与图 3 相比,只是最大时滞相关系数相差两个月左右,最佳相关区也是出现在中太平洋和东太平洋。图 5 是沿赤道 85°W , 130°W , 165°W 处的 SST 与副高面积、强度和西伸脊点的时滞相关曲线,为图示

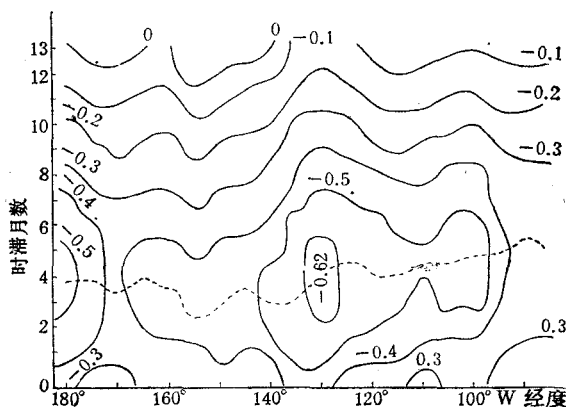


图 4 SST 与副高西伸脊点相关时空分布图

Fig. 4 The space-time distribution of the correlation between Equatorial SST and the position of the ridge point of the subtropical high

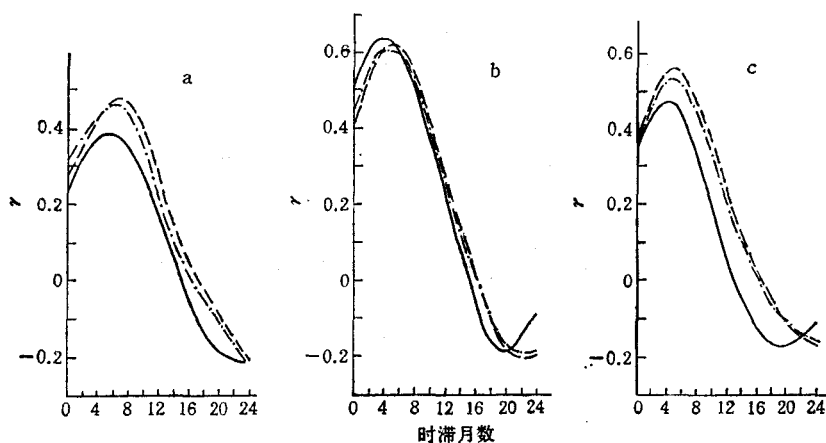


图 5 SST 与副高特征指数时滞相关曲线

Fig. 5 The time-lag correlogram between Equatorial SST and the indices of the subtropical high

a. 85°W ; b. 130°W ; c. 165°W --- 副高面积指数; -·- 副高强度指数; —— 副高西伸脊点。

直观,将 SST 与西伸脊点相关系数乘负号。由图 5 可以看出,在 85°W 处, SST 与副高面积、强度和西伸脊点的最大时滞相关,分别为 7 个月、6 个月、5 个月。在 130°W 处,分别为 5 个月、4 个月、4 个月。在 165°W 处,分别为 4—5 个月、4—5 个月、4 个月。副高面积和强度、西伸脊点与 SST 的最大相关时滞相差为一个月左右,而副高强度与 SST 的最大相关与西伸脊点具有相同的变化趋势。

四、讨 论

1. SST 与南方涛动的相关关系

由分析可知,在 SST 与南方涛动 (SO1) 的相互作用过程中, SST 明显起主导作用,赤道东太平洋沿岸 SST 与 SO1 的最佳相关出现在 SST 超前两个月;在中太平洋最佳相关出现在 SST 与 SO1 同期至 SST 迟后 SO1 的一个月;从赤道太平洋东部到中部,最大时滞相关月数相差 3—4 个月。这一结果可能与赤道海流自东向西运动有关,这与藏恒范等的分析^[3]颇为相近;该结果还表明, SST 与 SO1 的最佳相关出现在日界线附近,而不是人们通常所认为的在 130°W 附近。尽管赤道东太平洋相关程度比中太平洋稍差一些,但其相关系数远远超过 0.001 的信度。由于赤道太平洋东部的最大相关系数比中太平洋提前 3—4 个月,这在预报上,要比应用中太平洋 SST 更具有重要参考意义和实用价值。

综上所述,除在 165°W 处 SST 与 SO1 呈同期到迟后一个月外,其他范围均是 SST 超前 SO1,这一结论与符淙斌、浅井富雄的结论^[4,5]是一致的。但也有与此相反的结果^[6]。为解释产生结果不同的原因,本文对文献[1]中所用资料进行讨论。

(1) 南方涛动在海气相互关系中的贡献 文献[1]选取表征南方涛动的指数是

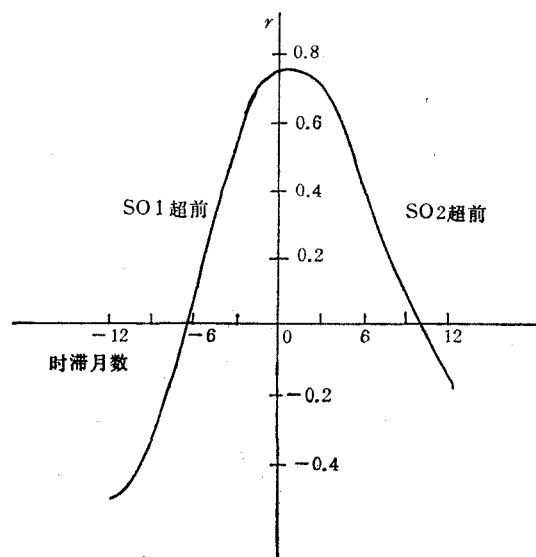
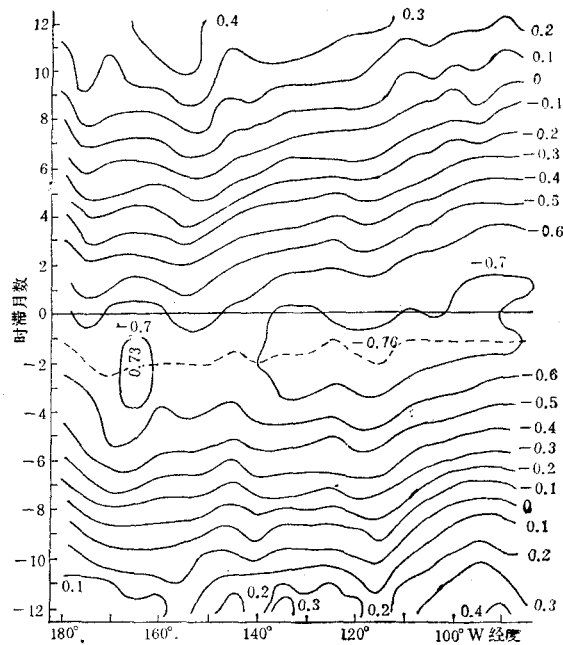


图 6 SO1 与 SO2 时滞相关图

Fig. 6 The time-lag correlation between SO1 and SO2

图7 SST 与 SO₂ 相关时空分布图Fig. 7 The space-time distribution of the correlation between Equatorial SST and SO₂

Easter 与 Darwin 的气压差,用 SO₂ 表示。Easter (27°S, 110°W) 与 Tahiti (18°S, 150°W), 在经度上相差 40 度,在纬度上相差近 10 度,我们认为这是造成结果不一致的主要原因之一。针对两种反映南方涛动的资料进行对比分析可以看出(图 6), SO₁ 落后 SO₂ 一个月处的相关最为显著,其相关系数为 0.74。这一结果表明, Easter 岛的气压与 Tahiti 站的气压变化趋势基本一致,只是前者的变化先于后者一个月左右,这可能是造成两种不同结果的主要原因之一。因此,采用 SO₁ 和 SO₂ 与 SST 的时滞相关场肯定也会存在不同的结果。为了证实这一推论,我们用 SO₂ 与 SST 进行时滞相关分析,结果表明,SO₂ 与 SST 的时滞相关存在明显的负相关关系,其范围是在 SO₂ 超前 SST 11 个月到 SO₂ 迟后 SST 9 个月;最佳相关出现在同期到 SO₂ 超前 SST 的两个月,以 SO₂ 超前 SST 的 1—2 个月的相关最为显著。为清楚起见,只将沿赤道的时滞相关场绘成图 7,由图可知,SO₂ 与 SST 的最佳相关区出现在东太平洋,而且是在 SO₂ 超前的 1—2 个月。

由上述分析,我们认为造成两种不同结果的主要原因是与代表南方涛动的选站有直接关系。这是本文用 Tahiti 与文献[1]用 Easter 得出两种截然不同结果的重要原因之一。这一结论与 Rasmusson 等的论述^[6]较吻合。由统计可知,在讨论海洋与大气之间相互作用中,涉及到南方涛动的文章,大多采用 Tahiti 代表热带东太平洋气压变化,至于采用哪一代表站更能确切反映东西太平洋的大气涛动,这将有待于进行大量的调查工作并进一步深入探讨。

(2) 海洋在海气相互作用中的贡献 在探讨大尺度海气相互作用过程中,大多采

用赤道太平洋平均 SST($10^{\circ}\text{N}-10^{\circ}\text{S}, 180-85^{\circ}\text{W}$ 或 $5^{\circ}\text{N}-5^{\circ}\text{S}, 180-85^{\circ}\text{W}$), 有的则用某一经度上的平均值(大多采用 130°W 处)。因此, 用平均值或某一经度的 SST 来讨论对大气的影 响, 只能反映整个平均及某一经度上的状况, 不能较准确地反映由于海洋自东向西增温或降温所引起的一系列变化。为进一步分析这一问题, 我们选用赤道太平洋 SST 的平均值与 SO1 和 SO2 进行时滞计算并与沿赤道 SST 的计算结果比较。由图 8 可知, SST 平均值与 SO1 的最大时滞相关出现在同期, 其相关系数为 -0.85 。这一结果表明, 赤道太平洋的 SST 平均值的变化与 SO1 的变化是同期的。这与上面所分析的各经度与 SO1 的时滞相关结果不一致。SST 平均值与 SO2 的时滞最大相关系数出现在 SO2 超前 SST 的两个月(见图 9)。由这些分析结果我们认为: 用整个太平洋 SST 平均值来讨论对大气所产生的影响, 尤其是讨论对副高的影响, 很难反映某一海区的 SST 变异所产生的影响。在讨论海洋与大气的相互作用中, 这一问题应引起重视。

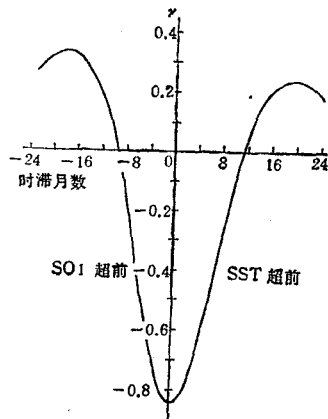


图 8 SST 平均值与 SO1 时滞相关图

Fig. 8 The time-lag correlation between the average value of Equatorial SST and SO1

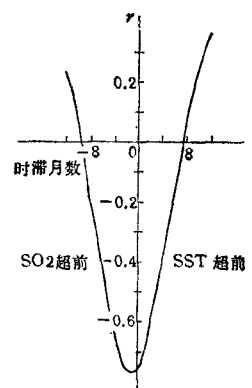


图 9 SST 平均值与 SO2 时滞相关图

Fig. 9 The time-lag correlation between the average value of Equatorial SST and SO2

2. SST 与副高的相关特性

本文分析表明, SST 与副高面积、强度和西伸脊点指数的时滞相关关系均为正相关。这一结果说明, 当赤道 SST 距平值 > 0 时, Walker 环流减弱, Hadley 环流发展, 西太平洋副高面积, 强度指数加强, 脊点西伸位置偏西; 当赤道 SST 距平值 < 0 时, Walker 环流发展, Hadley 环流减弱, 西太平洋副高面积、强度指数减弱, 脊点西伸位置东撤。副高面积指数受 SST 的影响迟于副高强度和西伸脊点 1—2 个月左右。副高强度和西伸脊点受 SST 的影响基本是同期变化。这一结果与文献[3]的分析不一致。为进一步解释这一问题, 采用整个赤道海区的 SST 平均值与副高面积、强度和西伸脊点指数进行分析(见图 10)。SST 平均值与副高强度和西伸脊点指数的最大相关出现在 SST 超前 4 个月。

上述分析结果表明: ① 用整个场的 SST 平均值与副高特征指数的相关时滞与沿赤道各经度上的 SST 是不同的。② 副高强度和西伸脊点受 SST 的影响为同期, 比副高面

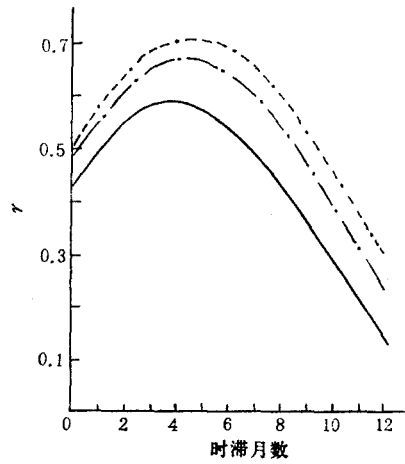


图 10 SST 平均值与副高特征指数时滞相关图

Fig. 10 The time-lag correlation between the average value of Equatorial SST and the indices of the subtropical high

-----面积; - · - 强度; ——脊点西伸距离。

积指数提前一个月。这一现象除与 SST 对其产生影响外可能还与副高本身的变化有一定关系^[2]。

五、结 论

1. 在 SST 与 SO1 的相互作用过程中, SST 起主导作用, 自 85—180°W 的赤道范围内, SST 超前 SO1 的 2—3 个月到同期, 赤道 SST 与 SO1 的最大相关区是在日界线附近。虽然其相关系数 ($r = -0.83$) 较东太平洋高, 但由于 SST 与 SO1 是处于同期相关, 因此, 可以利用赤道东部 SST 来讨论和预报 SO1 的异常变化; 虽然其相关程度 ($r = -0.59$) 较中太平洋差一些, 但在预测未来南方涛动及副高变异方面具有重要意义和实用价值。

2. 在 SST 与 SO2 的相互作用过程中, SO2 起主导作用, 其最大时滞相关系数出现在 SO2 超前 SST 的 1—2 个月。

3. SST 与 SO1 和 SO2 所产生不同结果的主要因素是由于 SO2 中的 Easter 气压变化较 SO1 中的 Tahiti 气压变化早一个月左右所致。因此, 在讨论 SST 与南方涛动 (尤其是讨论 EN 现象与南方涛动) 时, 关键看选择的海区及表示南方涛动的气压选站。

4. SST 与副高的关系存在明显的时滞关系, 最佳相关的时滞月数是随经度的增加相应减少。其最佳相关区出现在东太平洋和中太平洋。副高面积指数受 SST 的影响迟于副高强度指数和西伸脊点一个月左右, 副高强度指数和西伸脊点受 SST 的影响基本是同期的。

5. 用 SST 平均值来讨论南方涛动或副高变化过程与采用每个经度上的 SST 所得出的结果是不同的。其明显差异是前者比后者的时滞时间缩短。

参 考 文 献

- [1] 陈烈庭, 1985. 南方涛动与我国夏季降水. 中国科学院大气物理研究所集刊 **13**: 102—110.
- [2] 杨义文, 1989. 西太平洋副高的位置和强度间的关系. 气象 **15**(1): 28—32.
- [3] 藏恒范, 王绍武, 1984. 赤道东太平洋水温对低纬大气环流的影响. 海洋学报 **6**(1): 16—23.
- [4] 浅井富雄, 1984. 大气与海洋相互作用的探讨(陆家机译, 1985). 海洋译丛 **5**: 13—21.
- [5] Fu Zongbin, 1983. Low-frequency coupled air-sea Oscillation in the tropical Pacific. *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter* **15**: 5—6.
- [6] Rasmusson, E. and T. Carpenter, 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation El Niño, *Mon. Wea. Rev.* **110**(5): 354—384.

THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN THE SEA SURFACE TEMPERATURE WITH THE SOUTHERN OSCILLATION AND THE SUBTROPICAL HIGH IN THE TROPICAL PACIFIC

Chen Jinnian

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

and

Gao Zhenhui

(*The Qingdao Regional Centre For Marine Forecasting, SOA, 266003*)

ABSTRACT

The interrelationship among the sea surface temperature (SST), the Southern Oscillation and the indices of Subtropical High from 1951—1986 are analysed. The influence of the ocean over the atmosphere and vice versa are also discussed. The intensity and the time-lag of the ocean's influence upon the Southern Oscillation and the Subtropical High are closely related with Equatorial current. SST plays a major role in its interaction with SOI, by one month ahead of the latter. The cause for the difference is the variation of the Easter's air pressure in SO2 preceded that of the Tahiti's air pressure about 1—2 months. For this reason, when discussing Ocean-Atmosphere interaction, the factor playing the leading role depends on the area of SST and the station pressure of the Southern Oscillation.

The anomaly variation of Eastern Pacific Ocean SST preceded that of the area of the Subtropical High about 6—7 months. The anomaly variation of Eastern Pacific Ocean SST preceded that of the ridge point of the Subtropical High about 5—6 months.