

热带西太平洋和印度洋海表温度的时空分布特征*

陈敬阳 孙照渤

(南京气象学院)

摘要 利用 COADS 资料对热带西太平洋和印度洋海表温度(SST)的变化分布进行了研究。首先给出该区域冬、夏季平均分布状况,讨论了该区域中 SST 变化较活跃的几个海区同印度洋、太平洋其他区域的基本关系。然后对此范围内 SST 距平的时空分布特征进行分析,得出其分布型及随时间的演变。

关键词 SST 距平,热带西太平洋和印度洋,时空分布

海表温度(SST)异常对大气环流月、季时间尺度变化的影响已经受到科学家的重视。自从 Bjerknes^[1]发现了南方涛动与东太平洋 SST 距平之间的基本关系以后,大量的经验研究和数值试验集中在热带东太平洋上,可以说对 ENSO 在热带太平洋东部和中部的的事实揭露是较为详尽的,方法是成功的。但是精确描述海—气相互作用机制问题还远未解决,把海洋作为一个整体来讨论它与大气的相互作用这方面工作尚不充分,尤其对热带西太平洋和印度洋的专门研究仍不多,而该区域 SST 异常对我国天气的影响是非常重要的,因此本文对热带西太平洋和印度洋 SST 变化分布的基本特征进行了研究,并分析了该区域同太平洋、印度洋其他区域 SST 变化的关系,得出了一些有意义的结果。

1 资料和方法

月平均 SST 资料取自 COADS 资料集,经整理,分辨率为 4 纬度×10 经度。对 SST 资料求 1950—1987 年间的各月多年平均值,并求得逐月 SST 的距平值。

用自然正交分解法^[2],对热带西太平洋和印度洋 SST 距平场进行分解,利用这种方法的以下优点:自然正交函数不是事先给定的固定函数形式,而是由历史资料本身决定,因此它能反应 SST 距平场的主要分布特点。

2 热带西太平洋和印度洋 SST 冬、夏季平均分布状况

据 1950—1987 年资料,算得 1 月份、7 月份热带西太平洋和印度洋 SST 的多年平均值,分别表示冬、夏季该区域 SST 的分布状况(图略)。

* 国家自然科学基金资助项目
收稿日期:1991-11-21

多年平均 SST 场的分析表明,20°S 以南、24°N 以北等温线大体与纬圈平行,呈带状分布。冬季 SST 平均分布可以见到中心区域大致在 4—12°S,135°E—175°W,有 29°C 等温线。这部分也是全球 SST 最高的区域。而在 20°N—赤道,100—120°E 范围则相对为 SST 较低的区域。夏季 SST 平均分布反应出 29°C 闭合等温线中心区域已向西北移至 20°N—赤道,125—155°E,仍为全球 SST 高温区域最广阔之海区,且在 4°N—赤道,105—115°E 以及 4°N 上下,日期变更线西侧海区亦有 29°C 高中心。

全球 SST 最高的区域在热带西太平洋上(可称之“暖水池”)这已为大家共知,而 SST 最高区域的位置、范围随季节的变动则是个值得注意的现象。

3 几个 SST 变化较活跃的海区同印度洋和太平洋 SST 变化的关系

某海区 SST 方差大表示该区域 SST 变化活跃。我们在热带西太平洋和印度洋中选 3 个方差较大的海区(方差图略):索马里东部海区,印度尼西亚东部海区及南中国海,分析它们与印度洋和太平洋(46°N—42°S,30°E—180—70°W)SST 距平的同期相关。

3.1 索马里东部海区

在印度洋上,选取索马里东部海区,范围是 40—70°E,6—18°N。此区域夏季受索马里急流的直接影响,而冬季亦有较强的自北向南的越赤道气流经过^[3],存在较明显的海—气相互作用。

冬季(1 月份)印度洋上基本均为正相关(图 1a),南海、印度尼西亚中西部也为正相关区,26°S,95°E 附近有正相关中心(相关系数 > 0.6),赤道太平洋 165°E 以东为正相关区,145—165°W 赤道南侧有正相关中心(> 0.6);北太平洋中部为负相关区,负相关中心在 32°N,165—175°W (< -0.6)。冬季索马里东部海区 SST 同印度洋,热带太平洋中部、东部同相变化,而与北太平洋中部反相变化。

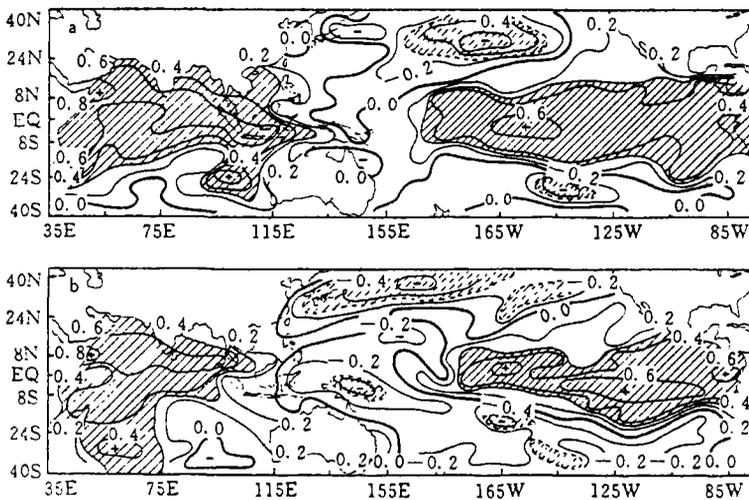


图 1 索马里东部海区与太平洋和印度洋 SST 距平同期相关。
阴影表示达 5% 信度标准之区域(负相关为虚线)。等值线间隔为 0.2。a. 冬季; b. 夏季

夏季(7月份)相关分布基本状况同冬季类似, 印度洋和赤道东太平洋为正相关区, 赤道东太平洋上有正相关中心(相关系数 >0.6); 中纬度北太平洋为负相关区, 负相关中心较冬季西移至 $165^{\circ}\text{E}, 40^{\circ}\text{N}$ 附近(<-0.6), 如图 1b, 印尼中部、东部负相关区比冬季范围扩大且增强了, 负相关中心在印尼东部(<-0.4), 南太平洋中部亦为负相关区, $20^{\circ}\text{S}, 165^{\circ}\text{W}$ 附近有负相关中心(<-0.4)。

3.2 印度尼西亚东部海区

在热带西太平洋, 选取了印度尼西亚东部岛屿附近的海区, 即 $2^{\circ}\text{N}-6^{\circ}\text{S}, 130-160^{\circ}\text{E}$, 该区域处于全球 SST 最高的范围内, 海-气相互作用明显⁽⁴⁾。

冬季北太平洋中部、南太平洋中部均为正相关区(图 2a); 南海及 105°E 赤道附近均有负相关中心(相关系数 <-0.4), 日期变更线以东的赤道太平洋为负相关区, 相关系数达 -0.4 。冬季南、北太平洋中部与印尼东部 SST 变化是同相的, 而南海、印度洋中部、赤道东太平洋均与之反相变化。

夏季西太平洋、中纬度的南太平洋大致为正相关区, 印尼中部有正相关中心(相关系数 >0.8), 而南太平洋中部也有正相关中心(可达 0.4); 印度洋中部及 170°E 以东热带太平洋为负相关区, 后者有相关系数 <-0.4 的负相关中心。与冬季相比, 所选区域附近的正相关区向西

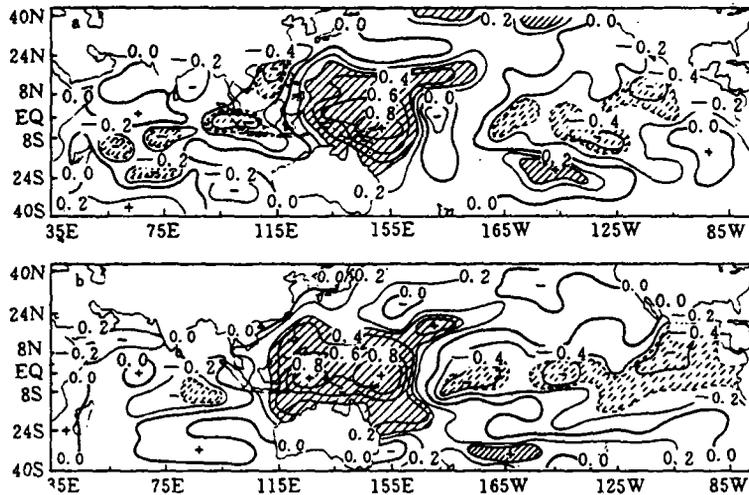


图 2 同图 1, 但为印尼东部海区

扩展, 而日期变更线以东热带太平洋负相关有所增强, 如图 2b。

3.3 南中国海

定义南海为 $10-22^{\circ}\text{N}, 100-120^{\circ}\text{E}$ 。近来该区域引起了广泛的兴趣, 大气环流模式数值试验⁽⁵⁾证实了该区域 SST 变化对我国夏季风和降水的影响, 相关分析⁽⁶⁾表明此海区 SST 与长江中下游夏季降水有关。

冬季印度洋北部为正相关区(图 3a), 我国东部海区、日期变更线以东的赤道太平洋也为正相关区, 后者相关系数达 0.6 以上; 印尼东北侧海区为负相关, $135^{\circ}\text{E}, 4^{\circ}\text{N}$ 附近有负相关中心(相关系数 <-0.4)。冬季印度洋北部、日期变更线以东赤道太平洋与南海 SST 变化是同相的, 而印尼东北海区则是与之反相的。

如图 3b, 夏季印度洋中部、澳大利亚东部均为正相关区(后者相关系数可达 0.4 以上);

28°N 以北的太平洋上均为负相关, 150°W—180, 34—42°N 内有负相关中心(相关系数 < -0.4), 日期变更线附近赤道以南为负相关区, 145°W 以东赤道太平洋为负相关区, 皆有负相

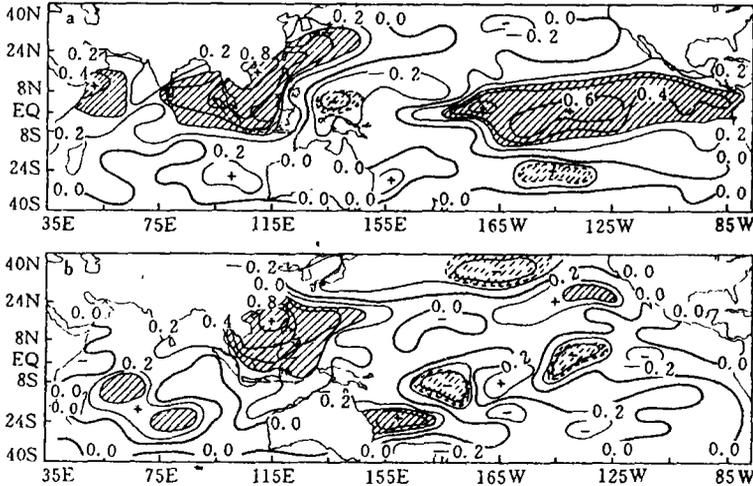


图 3 同图 1, 但为南海

关中心 (< -0.4)。

3.4 赤道东太平洋

为能了解赤道东太平洋 SST 变化与印度洋和赤道西太平洋等海域的关系, 选取赤道东太平洋, 即 6°N—6°S, 180—70°W, 大致相当于 El Niño 区域⁽⁷⁾。求得它与太平洋、印度洋其他区

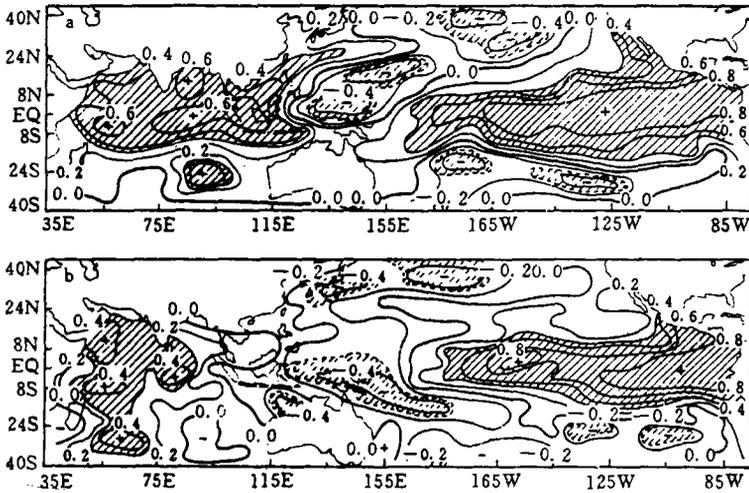


图 4 同图 1, 但为赤道东太平洋

域 SST 距平的同期相关(图 4), 以便同上面所讨论的进行比较、对照。

4 热带西太平洋和印度洋 SST 距平场的时空分布特征

为了进一步揭示热带西太平洋及印度洋 SST 距平的时空分布特征,利用 EOF 方法,对上述区域($30^{\circ}\text{E}-180, 22^{\circ}\text{S}-26^{\circ}\text{N}$)1950—1987 年共 38 年冬、夏季 SST 距平场分别进行分解。用时间系数同 $30^{\circ}\text{E}-180-70^{\circ}\text{W}, 42^{\circ}\text{S}-46^{\circ}\text{N}$ 范围内的 SST 距平求同期相关,这样既可看出特征向量场的分布特点,还反应出相应的其他区域的分布状况。本文取前两个特征向量场进行分析。

4.1 冬、夏季 SST 距平的第一特征向量分布型

4.1.1 冬季第一特征向量分布型

该分布型(图 5a)占总方差的 20.52%,可见: 160°E 以东赤道太平洋与南海及印度洋大部均为正值区, $120-165^{\circ}\text{W}$ 赤道附近有正值中心(>0.8),索马里东部海区、南海南端亦有正中心(>0.8); 22°N 以北的太平洋中部至印尼中部、东部, 22°S 以南的太平洋中部均为负值区。 $150^{\circ}\text{W}-180, 26-40^{\circ}\text{N}$ 有负值中心(达 -0.53), $130-160^{\circ}\text{W}, 28^{\circ}\text{S}$ 附近亦有负中心(达 -0.48),印尼东北区域也存在负中心(达 -0.43)。

此特征向量代表了 El Niño 事件中 SST 距平的分布,其对应的时间系数(图略)的峰值年与中等以上强度的 El Niño(或反 El Niño)事件延伸至冬季的时间^[8]吻合很好,这对于探讨 El Niño 现象在热带西太平洋上的表现以及将印度洋、整个热带太平洋作为一个整体研究 El Niño 的机制问题很有益处。

4.1.2 夏季第一特征向量分布型

该分布型(图 5b)占总方差的 15.93%,可看出: 170°W 以西的北太平洋上大致为正值,日期变更线附近, 32°N 有正值中心(>0.4),印尼群岛附近海区也是正值区,印尼中部近赤道海区有正中心(>0.8),南太平洋中部也为正值区;除东南小片区域外,印度洋上均为负值, $50-80^{\circ}\text{E}, 16^{\circ}\text{N}$ 附近及印度洋中部均有负中心(<-0.4),日期变更线以东赤道太平洋亦为负值区, $130-170^{\circ}\text{W}$ 赤道附近有负中心(达 -0.58)。此特征向量与反 El Niño 事件中 SST 距平分布很类似。

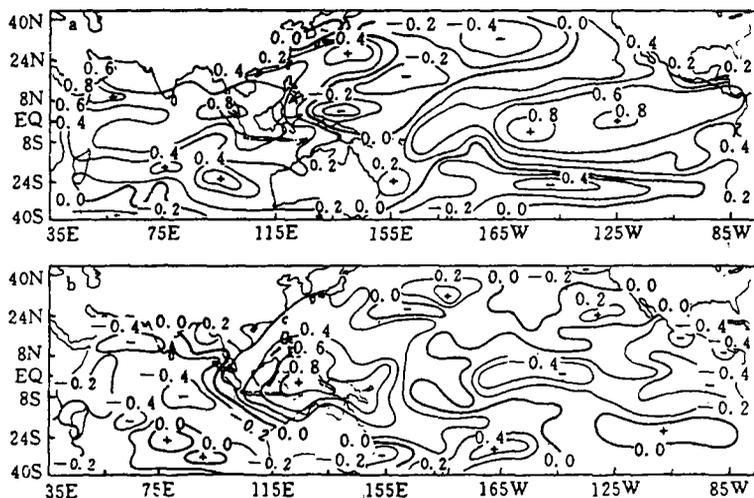


图 5 冬、夏季 SST 距平的第一特征向量分布
a. 冬季(1 月份); b. 夏季(7 月份)

4.2 冬、夏季 SST 距平的第二特征向量分布型

4.2.1 冬季第二特征向量分布型(图略)

该分布型占总方差的 9.83%，反应了：南海及北太平洋中部为正值区，前者有正值中心(达 0.57)，墨西哥向西南至 175°E 附近亦为正值区；从印尼向东北至北美西岸、向西至非洲东岸均为负值区，印尼南侧、印度洋中部各有负中心(分别达 -0.69, -0.45)。

4.2.2 夏季第二特征向量分布型(图略)

该分布型占总方差的 14.52%，反应出：北太平洋中西部为正值区，正值中心在 160°E—140°W, 34—38°N 内(达 0.51)，南太平洋中部亦有正值区(正中心达 0.44)；印度洋、热带太平洋基本均为负值区，负中心位于 65°E 赤道附近(< -0.8)，澳大利亚东侧(达 -0.76)，100—130°W, 8°S 附近(< -0.4)。

5 讨论和结论

a. 全球海表温度最高的区域在热带西太平洋上，其位置、范围随着季节的变化也有所变化，夏季较冬季向西北移动、扩张。

b. 热带西太平洋和印度洋中有几处 SST 变化相对活跃的海区，它们是索马里东部海区、印尼东部海区及南海等。在热带西太平洋和印度洋与大气相互作用的研究中这些区域值得注意。

c. 热带西太平洋和印度洋 SST 距平最引人注目的是如下的分布型，印尼东部海区与北太平洋中部、南太平洋中部 SST 变化同相；印度洋与热带东太平洋 SST 变化同相，而与前面的几个区域变化反相。此分布型随着季节的迁移也有所改变，主要体现在热带西太平洋与印度洋交界之处，如印尼西部岛屿附近海区，冬季这些海域大致与印度洋 SST 变化同相，而夏季则趋于同印尼东部热带西太平洋 SST 变化同相。

d. 冬季 EOF 分析第一特征向量时间系数的峰值年与中等以上强度 El Niño (或反 El Niño) 事件延伸至冬季的时间吻合良好；夏季第一特征向量则与反 El Niño 期间 SST 距平分布型很类似，表明需将印度洋、热带西太平洋、热带东太平洋作为一个有机整体，着力探索彼此间的基本关系，才有可能全面地、本质性地揭示 El Niño 现象的机制。

参 考 文 献

- 1 Bjerknes J. *Mon Wea Rev*, 1969; 97(3): 163—172
- 2 章基嘉等. 南京气象学院学报, 1979; 1(1): 33—41
- 3 汤明敏等. 热带气象, 1985; 1(4): 287—295
- 4 黄荣辉. 大气科学, 1990; 14(2): 234—241
- 5 孙照渤等. *ACTA METEOROLOGICA SINICA*, 1988; 2(4): 426—435
- 6 罗绍华等. 大气科学, 1985; 9(3): 314—320
- 7 Wright PB. *Mon Wea Rev*, 1984; 112(9): 1913—1919
- 8 ENSO 监测小组. 气象, 1989; 15(3): 37—38

FEATURES OF THE SST TIME—SPACE DISTRIBUTION IN THE TROPICAL WESTERN PACIFIC AND THE INDIAN OCEAN

Chen Jingyang Sun Zhaobo

(Nanjing Institute of Meteorology)

Abstract Variation of SST and its time—space distribution in the tropical western Pacific and the Indian Ocean are studied by using the comprehensive ocean—atmosphere data set (COADS). The average distributions of SST in the winter and summer seasons over the ocean domain are given and the relationships between the few areas in which SST anomalies are relatively active and the other areas in the domain are discussed. Based on the analysis of the time—space distribution features of SST anomaly, some space distribution patterns and their evolution with time are obtained.

Key words SST anomaly, the tropical western Pacific and the Indian Ocean, time—space distribution