

阿拉伯海—南海海温距平纬向差异 对长江中下游降水的影响

陈烈庭

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文从分析阿拉伯海至南海海温距平场为东暖西冷和东冷西暖两种不同纬向分布型时热带大气环流不同的特征中讨论了该区海温异常对长江中下游梅雨影响的物理过程.指出不同类型的海温距平纬向分布,可能导致印度季风和东亚季风位置和强度不同的变异,并通过这两支季风的相互作用和调整,影响西太平洋热带辐合带、副热带高压和我国降水的分布.

关键词: 海温纬向异常; 长江中下游降水; 热带季风环流.

一、引 言

近十多年来,由于印度洋观测资料的不断增加和一些季风试验的进行,人们对该区海气相互作用的特征及其与季风环流的联系有了进一步的了解.发现印度洋海温的分布对季风气流是有影响的,同时这里海温分布的变异对季风环流也明显地存在反馈作用^[1].指出阿拉伯海的海气相互作用是影响印度西南季风和季风雨变化的一个重要因素^[2].

我国汛期降水与夏季风有密切联系^[3-6].由于各支季风气流(包括上述的印度西南季风)在到达我国之前广泛地受阿拉伯海、孟加拉湾、南海和西太平洋下垫面热力的影响,热带天气系统在这些海域活动频繁,同时又是我国降水的重要水汽源地.因此,有理由认为,这里的海气相互作用也是影响我国天气气候变化十分重要的因素和探索我国长期天气预报一个可能的根据.

几年来,我国气象和海洋工作者在这方面进行了一系列的研究.分析了印度洋和南海海温空间分布和时间变化(包括季节变化和年际变化)的特征^[7],及其与某些季风环流系统和我国汛期降水的关系^[8-11].这些工作揭露出大量它们之间联系的主要事实,说明印度洋和南海地区的海气相互作用对热带环流和我国长江流域汛期降水变化的重要性.然而,到目前为止的研究还很少涉及它们之间联系的物理过程.本文打算就这个问题进行初步

1988年12月19日收到,1989年4月26日收到修改稿.

* 国家自然科学基金资助项目

的探讨, 试图提出一个可能的影响模型.

二、阿拉伯海和南海海温与长江中下游 降水联系的若干事实

罗绍华等^[8]在分析印度洋和南海海温与我国东部地区汛期降水的关系中指出, 南海、孟加拉湾和阿拉伯海上某些海区前期冬半年的海温与长江中下游梅雨期的降水有很好的关系, 其中尤其以南海地区的相关最好. 当前冬这些海区的海温偏高时, 长江中下游梅雨期雨量偏多, 反之, 偏少. 这是有实际意义的统计事实, 说明阿拉伯海至南海的海温对我国汛期降水可能有重要影响.

另外, 金祖辉等^[9]分析了长江中下游梅雨期涝和旱时同期的(6—7月)印度洋至南海海区海温距平分布的特征. 指出涝年从孟加拉湾到南海及至西太平洋均为正海温距平区, 而索马里沿岸为负海温距平区. 旱年相反, 东部为负距平, 西部为正距平. 如果与上述罗绍华等的结果比较, 可以看出, 孟加拉湾和南海地区的海温存在明显的持续性. 涝(旱)梅年其前期偏暖(冷), 后期也偏暖(冷). 而索马里沿岸的海温则不然, 涝(旱)梅年其前期偏暖(冷), 而后期偏冷(暖). 这种差别可能是由于夏季在索马里和阿拉伯沿岸涝(旱)梅年比正常强(弱)的西南季风引起强烈(较弱)海水上翻的结果. 因此, 看来阿拉伯海至南海海温距平的纬向分布不仅对西南季风和印度季风雨, 而且对我国季风和长江中下游降水有重要意义.

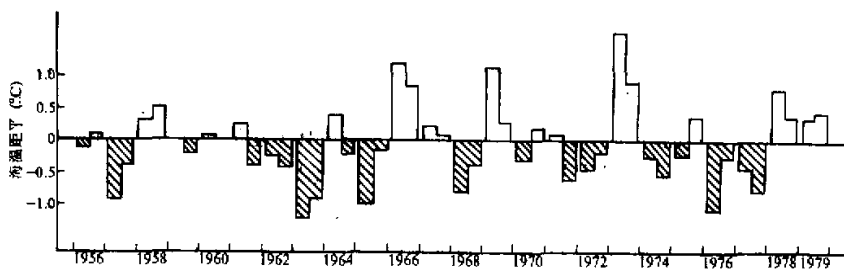


图 1. 南海冬春季海温距平的逐年变化

冬: 12—2 月; 春: 3—5 月.

图 1 是 1956—1979 年南海地区(以 11°N 、 110°E 为代表)冬、春季(从前一年 12 月到当年 5 月)海温距平的逐年变化*. 从中可以看出, 南海海温存在很强的年际变化. 其中冬春两季海温持续明显偏低的年份有 1957、1962、1963、1965、1968、1972、1974、1976 和 1977 年. 持续明显偏高的年份有 1958、1966、1969、1973、1978 和 1979 年. 另外还可看到一个有趣的现象, 即南海海温持续明显偏低的年份, 除 1962、1974 和 1977 年外, 都是赤道东太平洋 El Nino 开始出现的年份. 而南海海温持续明显偏高的年份, 多数是 El Nino 发生

* 海温资料取自美国“综合海洋大气资料集(COADS)”.

的第二年,因而看来南海海温异常与 ElNino 事件有一定联系。

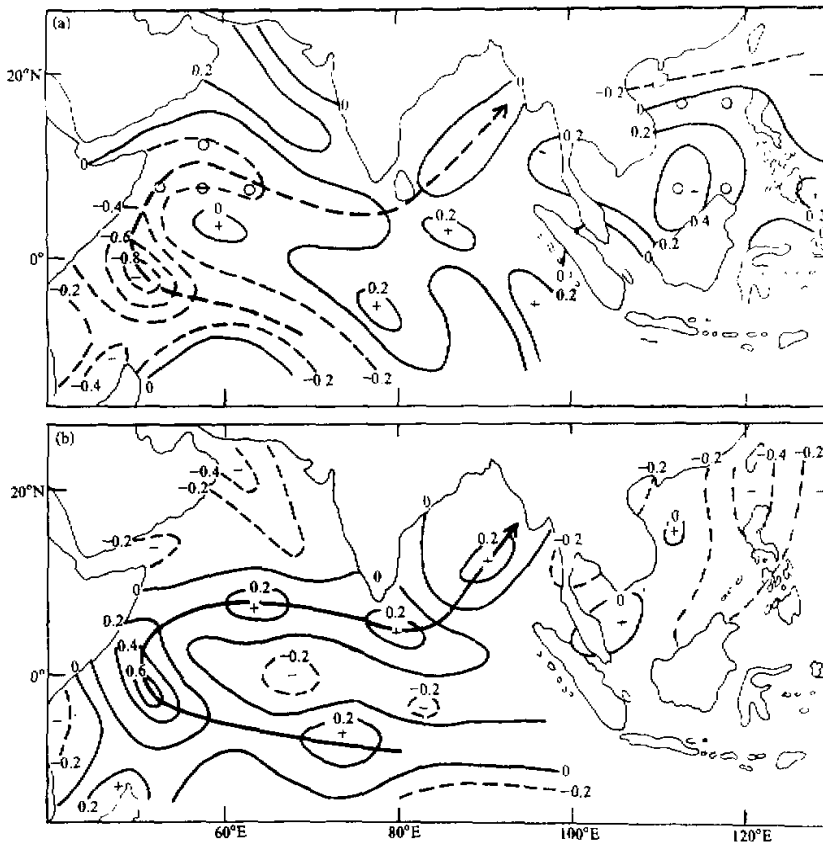


图 2 冬春季南海海温明显偏高(上)和偏低(下)年 6 月的海温距平合成图

图 2 是上述南海冬春季海温明显偏高(共 6 年,其中 1979 年因资料缺换取 1964 年)和偏低(共 9 年)年 6 月北印度洋至南海的海温距平合成图。可以看出,冬春季南海海温持续偏高时,初夏这里的海温一般仍偏高,而索马里沿岸至阿拉伯海的海温异常偏低。即北印度洋至南海海温分布东暖西冷的气候特征更为明显。冬春季南海海温偏低时,初夏这里的海温仍偏低,而索马里沿岸到阿拉伯海的海温异常偏高,其东暖西冷的东西向海温梯度趋于减弱。这与上述文献[9]分析的结果一致。

现在我们来考察初夏阿拉伯海至南海海温距平的纬向差与长江中下游梅雨期降水的关系。图 3 给出了 1957—78 年长江中下游(以武汉、九江、南昌、屯溪、安庆和合肥 6 个站为代表)6—7 月降水距平百分率和 6 月南海与阿拉伯海(各取 4 个格点的平均作为代表,格点位置见图 2a)之间海温距平差值的逐年变化。它们之间呈正相关的变化趋势。当初夏南海海温偏高而阿拉伯海海温偏低时,长江中下游梅雨期降水以偏多为主,反之以偏少的

可能性较大,其相关系数达 0.64,达到 0.001 的信度水平.南海海温和阿拉伯海海温各自与长江中下游降水的相关系数分别为 0.33 和 -0.61,都比它们之间差值的相关小.这表明我国长江中下游梅雨期降水在很大程度上是同阿拉伯海至南海海温的纬向差相联系.

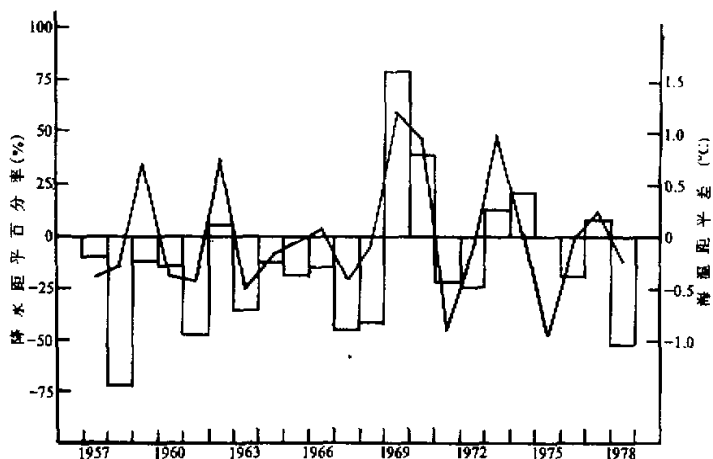


图3 长江中下游 6—7 月降水距平百分率和 6 月南海与阿拉伯海之间海温距平差值的逐年变化

为什么初夏阿拉伯海至南海海温纬向异常与长江中下游梅雨期降水之间存在如此密切的相关,它们是通过什么物理过程相互联系的?我们将做如下的讨论.

三、阿拉伯海至南海海温纬向异常年 6 月热带环流的特征

为了对比上述不同异常海温型下热带环流的特征,我们取 1964、1966、1969、1973 和 1978 年五年作为初夏南海海温偏高阿拉伯海海温偏低的例子,取 1963、1965、1968、1972 和 1976 年五年作为海温相反分布的个例,并对这两类个例分别作出它们 6 月的 200hPa 和 850hPa 的流场合成图和流场距平图*.

1. 流场合成图的分析

图 4a—d 是上述 200hPa 和 850hPa 流场合成图.其中 a、b 是南海暖水和阿拉伯海冷水时(下称阿拉伯海至南海东暖西冷时期)的情况,c、d 是南海冷水和阿拉伯海暖水时(下称阿拉伯海至南海东冷西暖时期)的情况.可以看出,850hPa 流场的主要特征为:

(1) 阿拉伯海至南海东暖西冷时期(见图 4b,并参见图 5b),印度季风槽向东扩展,其南侧的西南季风经孟加拉湾一直延伸到南海附近.澳洲冷高和西太平洋赤道缓冲带反气旋偏弱,在苏门答腊岛等地越过赤道的西风也较弱.西太平洋副高脊西伸到南海北部,脊

* 月平均高空风资料取自美国商务部出版的 Monthly Climatic Data for the World.

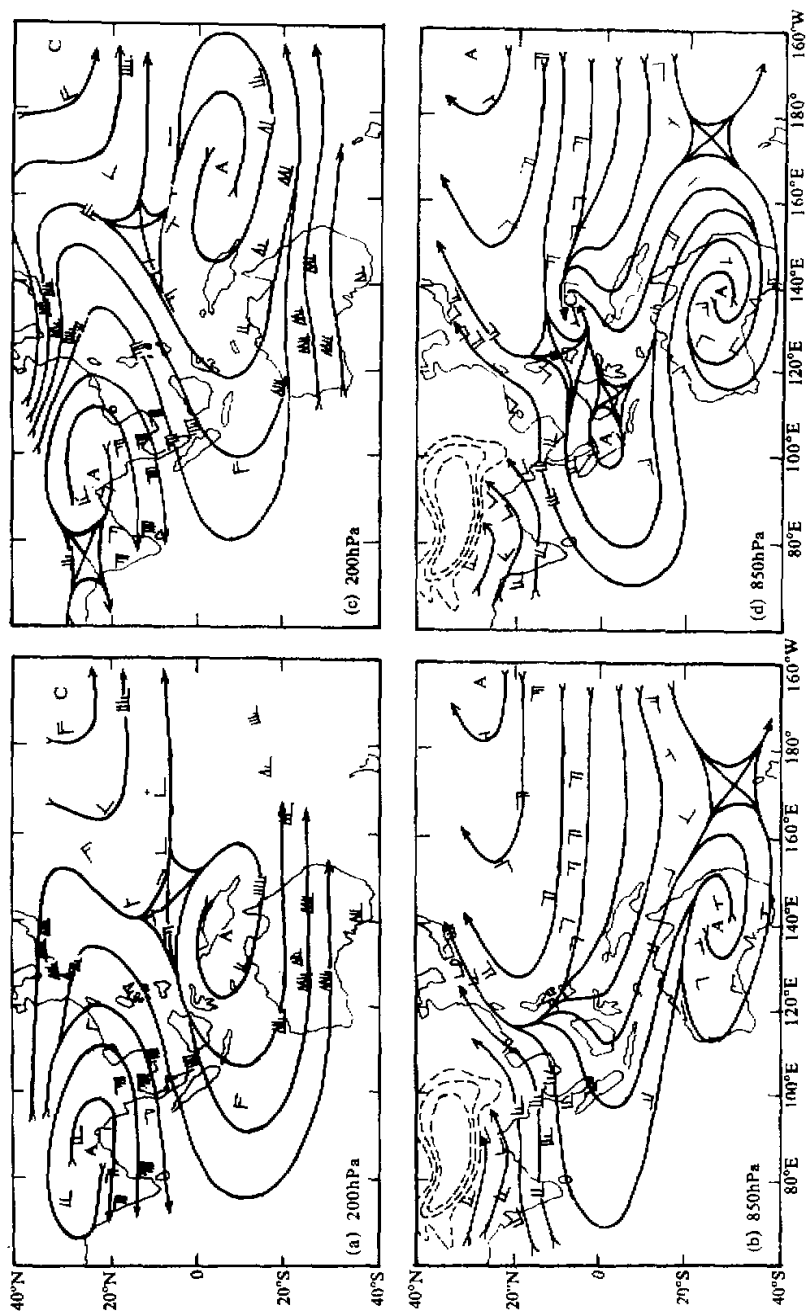


图4 前期冬季南海海温明显偏高(左)和偏低(右)时,6月200hPa(上)和850hPa(下)的流场合成图

线平均在 18°N 附近,副高南侧的东风一直伸展到菲律宾群岛附近,同西南季风与其相联的越赤道西风在南海辐合,形成很强的南海热带辐合带。

(2) 阿拉伯海至南海东冷西暖时期(见图 4d,并参见图 5d),印度季风槽偏弱,西南季风也偏弱,并受中南半岛西部脊阻挡主要流向我国西南地区,澳洲冷高和加里曼丹附近的赤道缓冲带反气旋非常发展,越赤道的西风气流也很强,它经菲律宾群岛南部向东一直伸展到西太平洋,西太平洋副高脊位置偏东和偏北(21°N),其南侧的东风气流在西太平洋同强劲的越赤道西风气流辐合,形成西太平洋热带辐合带。

200hPa 流场的主要特征为:

(1) 阿拉伯海至南海东暖西冷时期(见图 4a,并参见图 5a),南亚高压南侧的东风急流偏强,北太平洋中部槽的位置偏西,且向西南伸到赤道附近,赤道太平洋中部,高空盛行西风气流。

(2) 阿拉伯海至南海东冷西暖时期(见图 4c,并参见图 5c),南亚高压南侧的东风急流偏弱,北太平洋中部槽的位置偏北和偏东,赤道太平洋中部高空盛行东风气流。

2. 流场距平图的分析

图 5a—d 是 200hPa 和 850hPa 流场距平图,其中 a、b 和 c、d 分别为阿拉伯海至南海东暖西冷和东冷西暖时的情况,这些图更清楚地显示了不同异常海温型下,热带地区各环流系统及与其联系的季风气流强度的差异,对于 850hPa 而言,其主要差异为:

(1) 阿拉伯海至南海东暖西冷时期(见图 5b),孟加拉湾是气旋式的距平气流,印度西南季风偏强,南海和菲律宾群岛北部有一反气旋式的距平气流,西太平洋东南季风偏强,澳洲冷高和赤道缓冲带反气旋所在地区都是气旋式的距平气流,来自南半球的越赤道气流偏弱。

(2) 阿拉伯海至南海东冷西暖时期(见图 5d),印度为反气旋式的距平气流,西南季风偏弱或中断,西太平洋赤道以北是一气旋式的距平气流,东南季风偏弱,澳洲冷高和赤道缓冲带反气旋所在地区都是反气旋式的距平气流,南半球的越赤道气流偏强。

200hPa 流场距平的主要差异为:

(1) 阿拉伯海至南海东暖西冷时期(见图 5a),青藏高原附近为反气旋式的距平气流,印度上空的东风急流偏强,南海北部有一反气旋式的距平气流中心,它与南海热带辐合带的位置基本吻合,有利于该辐合带的维持和加强,赤道太平洋南北两侧各为气旋式的距平气流,沿赤道吹相对的西风。

(2) 阿拉伯海至南海东冷西暖时期(见图 5c),印度上空为气旋式的距平气流,东风急流偏弱,菲律宾群岛南部有一反气旋式的距平气流中心,它与西太平洋热带辐合带的位置基本一致,赤道太平洋吹相对的东风。

综上所述,阿拉伯海至南海海温距平场存在明显东暖西冷的分布时,有利于印度季风槽东扩和西太平洋副高脊偏南西伸,印度西南季风和西太平洋东南季风均偏强,它们与来自南半球较弱的越赤道西风在南海暖水区上辐合,使南海热带辐合带异常活跃,它们汇合成一支很强的西南气流带着大量热带海洋暖湿空气,沿着西太平洋副高西侧向北流向长江流域,提供了该区降水极有利的条件,而在南海海温偏冷,阿拉伯海海温偏暖的情况下,印度季风槽和西南季风都偏弱,主要影响我国西南地区,西太平洋副高脊偏东,东南季风

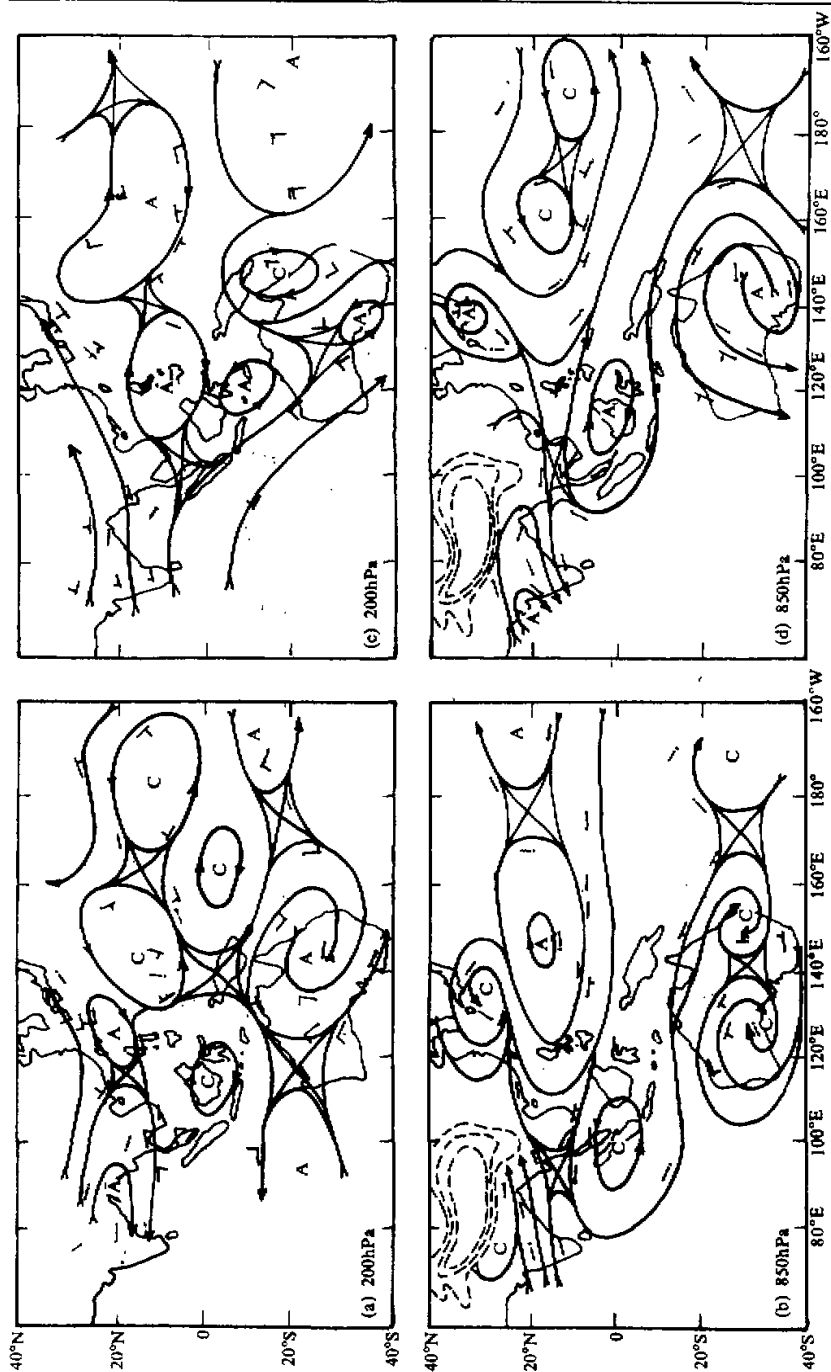


图 5 图 4 合成流场的距平图

不强,然而,此时来自南半球的越赤道西风非常强,它经菲律宾群岛南部一直伸展到西太平洋,使西太平洋热带辐合带异常活跃,这些情况对长江流域降水不利。

四、阿拉伯海至南海海温纬向异常影响 长江流域降水的天气过程

以上分析的事实表明,阿拉伯海至南海地区不同的海温距平纬向分布,整个热带高低空环流的特征是十分不同的,下面进一步讨论它们影响长江流域汛期降水的天气过程。

首先分析印度洋和太平洋上空平均纬圈环流,根据图 3、4 流场的分析和过去有关的研究^[2,12-13],我们不难推断,阿拉伯海至南海东暖西冷时期,印度洋上存在一个南海暖水区空气上升,索马里沿岸冷水区空气下沉,高空为南亚东风,低层为西南季风的“热成环流”,而赤道太平洋上,此时由于是东冷西暖的水温分布^[14],存在着另一个相反方向的“热成环流”,Bjerknes 曾把这两个东西向的平均垂直环流圈统称为“沃克环流”,在这一海温距平分布型下,印度洋和太平洋的沃克环流都偏强,与此相反,在阿拉伯海至南海东冷西暖时期,印度洋上的沃克环流强度减弱,而赤道太平洋上,由于此时东部为暖水,随着赤道冷水舌向东萎缩,沃克环流也减弱并东移,在西太平洋盛行赤道太平洋中部空气上升,赤道缓冲带反气旋区空气下沉,高层吹东风,低层吹西风的“沃克反环流”。

再看平均经圈环流的情况,在阿拉伯海至南海东暖西冷时期,由于印度洋和太平洋盛行沃克环流,加强了西太平洋上升气流,在南海暖水区附近形成强热带辐合带,辐合带上升的空气向北输送,在高空强东风急流的下方下沉,使辐合带北侧哈特莱环流发展,造成副高西部脊偏南西伸,在东冷西暖时期,由于印度洋和太平洋沃克环流都偏弱,整个赤道太平洋中西部为沃克反环流占据,西太平洋下沉气流加强,低层赤道缓冲带反气旋发展,越赤道西南风强,在菲律宾群岛东部热带辐合带活跃,使西太平洋热带盛行辐合带空气上升,赤道缓冲带反气旋区空气下沉,高空吹北风,低层吹南风的所谓季风经圈环流(方向与哈特莱环流相反),而辐合带北侧的哈特莱环流强度偏弱,位置偏北,造成西太平洋副高脊偏弱并偏北。

因此,印度洋和太平洋不同的海温距平纬向分布产生对大气不同的加热,将引起这里东西向平均环流圈和南北向平均环流圈不同的相互调整,从而决定了热带辐合带和副高脊的不同分布。

从以上分析,可以设想一个阿拉伯海至南海海温纬向异常影响长江中下游梅雨的模式:

南海海温偏高、索马里沿岸到阿拉伯海海温偏低(赤道东太平洋海温一般亦偏低)→印度洋和太平洋沃克环流发展→印度西南季风和西太平洋东南季风偏强,但越赤道东亚西南季风偏弱→南海热带辐合带活跃→ 140°E 以西哈特莱环流发展→西太平洋副高脊加强并西伸→南亚三支主要热带季风气流汇成一支强劲的西南气流沿副高脊西侧流向长江流域→长江中下游多梅雨。

南海海温偏低,索马里沿岸到阿拉伯海海温偏高(赤道东太平洋海温一般亦偏高)→印度洋沃克环流减弱;太平洋沃克环流东缩,其西侧反沃克环流发展→印度西南季风和西太平洋东南季风偏弱,但越赤道东亚西南季风偏强→西太平洋热带辐合带活跃→ 140°E

以西季风经圈环流发展→西太平洋副高脊减弱并东撤→流向长江流域的西南气流偏弱→长江中下游少梅雨。

五、结 论

根据以上分析, 我们可以得到以下几点结论:

(1) 阿拉伯海至南海海温距平的纬向差异与印度和东亚季风的的活动、沃克和哈特莱环流的变化、及长江中下游梅雨的丰欠均有明显关系。

(2) 阿拉伯海至南海海温距平的纬向分布主要有两种型式, 一是南海海温偏高、阿拉伯海海温偏低的正型; 另一是相反分布的负型。当初夏该区海温距平的纬向差为正型时, 有利于长江中下游梅雨期降水偏多, 反之, 则偏少的可能性较大。

(3) 阿拉伯海至南海海温异常影响长江中下游梅雨的物理过程, 本文强调了该海区东西方向对大气不均匀加热的强迫作用。不同类型的纬向不均匀加热将导致印度季风和东亚季风不同的变异, 并通过这两个季风系统的相互作用和调整, 进一步影响西太平洋热带辐合带、副高和我国降水的分布。

参 考 文 献

- [1] Colon, J.A., 1964, On interactions between the southwest monsoon current and sea surface temperature over the Arabian sea, *Indian J. Meteor. & Geoph.*, **15**, No. 2, 183—200.
- [2] Saha, K., 1970, Zonal anomaly of sea surface temperature in equatorial Indian Ocean and its possible effect upon monsoon circulation, *Tellus*, **22**, No. 4, 403—409.
- [3] 竺可桢, 1934, 东南季风与中国雨量, *地理学报*, **1**, No. 1, (创刊号).
- [4] 高由禧、徐淑英, 1962, 东亚季风进退与雨季的起迄, 东亚季风的若干问题, 科学出版社.
- [5] 沈如桂、罗绍华、陈隆勋, 1982, 盛夏季风环流与我国降水的关系, 1980年热带天气会议文集, 科学出版社, 102—111.
- [6] 陶诗言、朱文妹、赵卫, 1988, 论梅雨的年际变异, *大气科学(特刊)*, 科学出版社, 13—21.
- [7] 陈烈庭、金祖辉、罗绍华, 1985, 印度洋和南海海温变化的特征及其与大气环流的某些联系, *海洋学报*, **7**, No. 1, 103—110.
- [8] 罗绍华、金祖辉、陈烈庭, 1985, 印度洋和南海海温与长江中下游降水的相关分析, *大气科学*, **9**, No. 3, 336—342.
- [9] 金祖辉、沈如桂, 1987, 长江中下游涝梅和旱梅年海温场和热带环流系统的特征, *气象科学技术集刊(东亚夏季风)*, 气象出版社, 83—88.
- [10] 罗绍华、金祖辉, 1986, 南海海温变化与初夏西太平洋副高活动及长江中下游汛期降水关系的分析, *大气科学*, **10**, No. 4, 409—418.
- [11] 金祖辉、罗绍华, 1986, 长江中下游梅雨期旱涝与南海海温异常关系的初步分析, *气象学报*, **44**, No. 3, 368—372.
- [12] 陈烈庭, 1977, 东太平洋赤道地区海水温度异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响, *大气科学*, **1**, No 1, 1—12.
- [13] Bjerknes, J., 1969, Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific, *Mon. Wea. Rev.*, **97**, No. 3, 163—172.
- [14] Chen Lieting, 1987, Zonal anomaly of sea-surface temperature in the tropical Indo-Pacific ocean and its effect on summer Asian monsoon, *Proceedings of the International Conference on the General Circulation of East Asia*, April 10—15, 1987, Chengdu, China, 128—139.

**EFFECT OF ZONAL DIFFERENCE OF SEA SURFACE
TEMPERATURE ANOMALIES IN THE ARABIAN SEA AND
THE SOUTH CHINA SEA ON SUMMER RAINFALL
OVER THE YANGTZE RIVER**

Chen Lieting

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

In this paper, the difference of tropical circulations is analyzed for the two different types of zonal distributions of sea surface temperature (SST) anomaly in the Arabian Sea and the South China Sea. The physical processes for the effect of zonal difference of SST anomalies in that oceanic area on the summer rainfall over the lower and middle reaches of Yangtze River are discussed. It is suggested that different types of zonal SST anomaly distributions may result in different variations in position and intensity of main components of the Indian and the east Asian monsoon systems, and lead to different distributions of the ITCZ and subtropical high over the western North Pacific, the summer rainfall in East China, through the interaction and adjustment between the two monsoon systems.

Key words: Zonal difference of SST anomalies; Rainfall and monsoon flow.