

赤道东太平洋海温与长江下游

地区降水异常的相关分析*

费 亮 王玉清 薛宗元 吴天泉

(上海台风研究所, 200030)

提 要

本文采用最大熵谱分析方法揭示了赤道东太平洋海温和长江下游地区降水均存在 3—4 年和准两年的周期性振荡特征。且通过时滞相关分析发现两者均存在显著的相关关系, 并以降水滞后海温约 4 个月的正相关最为明显。在此基础上利用一个多级数字滤波器对两者的逐月距平序列进行了高通、低通和带通滤波, 并对两者在不同时间尺度上的滤波分量进行时滞相关分析, 结果发现只是在 2—4 年的时间尺度上两者相关最为密切, 并以降水滞后海温 4—5 个月的正相关最为显著。

关键词: 赤道东太平洋海温, 长江下游地区降水, 相关分析。

1 引 言

大尺度海气相互作用对长期天气过程及气候变化有着十分重要的作用, 尤其是赤道东太平洋海温的异常对全球天气气候的影响特别显著, 从而引起人们的广泛关注。陈烈庭^[1,2]、徐群^[3]、李麦村等^[4]都曾揭示了赤道东太平洋海温异常对我国旱涝的重要影响。我们最近¹⁾采用 33 年逐月距平资料研究了赤道东太平洋海温与上海月平均降水距平的低频遥相关关系, 发现赤道东太平洋海温与上海降水均存在 3—4 年和准两年的周期振荡现象, 两者关系极为密切, 并认为长江下游地区也会有类似的特征。为此, 本文对赤道东太平洋海温与长江下游地区降水异常的关系作了进一步的研究, 希望获得一些有益的认识。

2 资料来源及处理

以上海、南通、杭州、南京、安庆和九江 6 站代表长江下游地区, 1951 年 1 月至 1983 年 12 月各站逐月逐年的降水量资料取自《中国降水量资料 1951—1983》和 1981, 1982 及 1983 年《中国地面气象记录月报》, 计有 396 个连续月降水量资料。为了消除季节变化和局地气候影响, 先求出各站的逐月气候平均值及气候距平值, 再求出 6 站平均的距平序列, 以此代表长江下游地区的月平均降水距平资料。赤道东太平洋海温距平取自 0—10°S, 180—85°W 范围内的 5°×5° 经纬网格点资料, 时间序列为 1951 年 1 月至 1983 年 12 月。

为了消除季节变化, 对上述月平均距平资料都分别进行 5 个月的滑动平均处理。

* 1991 年 3 月 11 日收到原稿, 1991 年 11 月 30 日收到修改稿。

¹⁾ 费亮、王玉清、薛宗元、吴天泉, 赤道东太平洋海温与上海月平均降水距平的低频遥相关分析。

3 最大熵谱分析

图 1 为长江下游地区降水与赤道东太平洋海温的最大熵谱分布, 谱值均经归一化处理。可以看出, 两者的最大谱峰分别出现在 41.2 个月和 41.6 个月, 这说明赤道东太平洋海温与长江下游地区的降水均存在显著的准三年半周期性振荡现象, 这不仅与文献^[4]

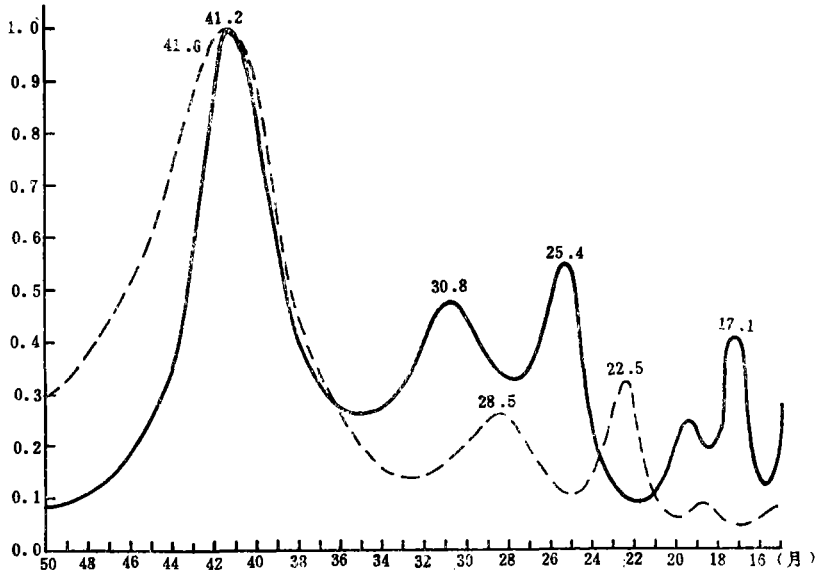


图 1 长江中下游地区降水(实线)和赤道东太平洋海温(虚线)的最大熵谱分布

的结果一致, 而且还表明两者可能存在显著的遥相关。此外, 长江下游地区的降水在 30.8 个月、25.4 个月和 17.1 个月各有三个次极大的谱峰, 这些与黄嘉佑^[5]和赵汉光^[6]所揭示的我国东部地区降水中所存在的准两年振荡相一致。同时还可看出, 赤道东太平洋海温在 28.5 个月和 22.5 个月各有两个极大的谱峰, 表明赤道东太平洋海温也同样存在准两年振荡现象。

4 相关分析

本文除采用通常的相关分析外, 还采用了一种单边多级数字滤波器^[7]对赤道东太平洋月平均海温距平序列和长江下游地区的月平均降水序列进行高通、低通和带通滤波, 以揭示不同域上两者的遥相关关系。

图 2 中实线给出了未经滤波的长江下游地区月平均降水序列与赤道东太平洋月平均海温距平序列的时滞相关系数曲线。可以看出, 以海温距平超前于降水距平约 4 个月的正相关最为显著, 相关系数最大值达到 0.28, 远大于 0.01 信度的临界值(0.13), 可见, 长江下游地区的降水距平具有滞后赤道东太平洋海温距平约 4 个月的显著正相关联系。赤道东太平洋海温的变化对长江下游地区的降水过程有很大影响, 并且海温升高(降低)时, 后期长江下游地区的降水将加强(减弱)。这种影响与对上海单站的情况是一致的。还

可以看出,长江下游地区的降水具有滞后赤道东太平洋海温约 20 个月的显著负相关,同时还具有超前海温距平约 9 个月的显著负相关,相关系数分别达到 -0.24 和 -0.18 ,前者说明了赤道东太平洋海温异常对长江下游地区降水的持续影响可能是由于两者在该时间尺度上(准 3.5 年)的准周期性振荡的位相关系所决定的,后者则可能说明东亚环流的异常对赤道东太平洋海温异常具有重要影响。

为了进一步探讨这种相关发生的时间尺度,我们还采用 Vondrak 滤波器对赤道东太平洋海温距平和长江下游地区的降水距平序列分别进行了高通、低通和带通滤波。由图 1 可以看出,在周期大于 20 个月左右的低频部分,长江下游地区的降水距平与赤道东太平洋海温距平具有相近的最大熵谱峰值。因此,我们将时间尺度小于 20 个月的距平分量称为高频分量或高频部分,这可从高通滤波(截断周期为 20 个月)得到。图 2 中点线为由此得到的时滞相关系数曲线。可以看出,在高频分量上长江下游地区的降水距平也具有滞后赤道东太平洋海温距平 4 个月的明显正相关,相关系数为 0.18,但仍远低于总体的统计相关水平,这说明尽管两者存在一定的相关联系,但对两者总体相关的贡献较小。同时,降水滞后海温 10 个月还存在一定的负相关,而在降水超前海温约 12 个月存在一定的正相关,相关系数极小和极大值分别为 -0.16 和 0.15。尽管有其统计上的显著性,然而,对于高频分量而言却没有实质性的天气学意义。

对长江下游地区的降水与赤道东太平洋海温的时间序列分别进行带通滤波。带宽取为 20—60 个月,在带宽的两端(即 20 个月和 60 个月处)设置了 95% 的频率响应值,从图 3 的带通滤波频率响应曲线上可以看出, Vondrak 滤波器具有很好的窄带滤波性能。

图 4 给出了带通滤波处理后的长江下游地区月平均降水距平和赤道东太平洋月平均海温距平的逐月演变曲线,两条曲线的演变趋势基本一致。对照图 2 中虚线可以看出,降水距平滞后海温距平 4—5 个月的正相关最为显著,相关系数达到 0.57。另外,还具有 20 个月的显著负相关,相关系数达到 -0.47 ,这显然由于两者在该时间尺度上准周期性振荡的位相关系所造成的。与此同时,降水还具有超前海温约 11 个月的显著负相关(相关系数

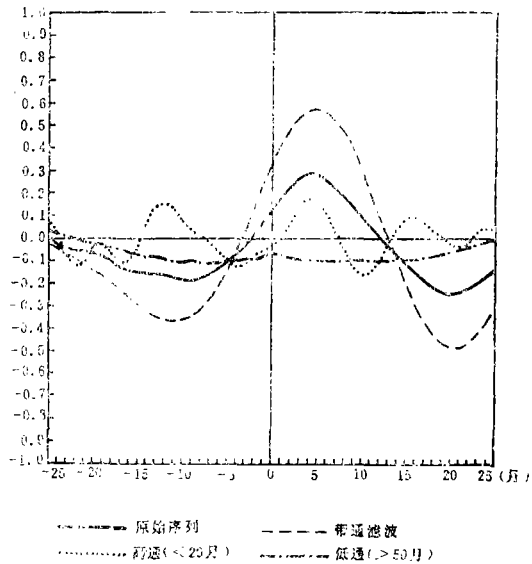


图 2 长江下游地区降水距平与赤道东太平洋海温距平的时滞相关系数曲线
(横坐标正值(月)表示降水距平落后于海温距平,负值(月)表示超前)

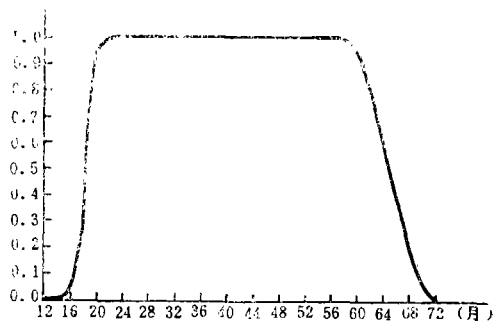


图 3 Vondrak 多级数字滤波器对于 20—60 个月周期带通滤波的频率响应曲线

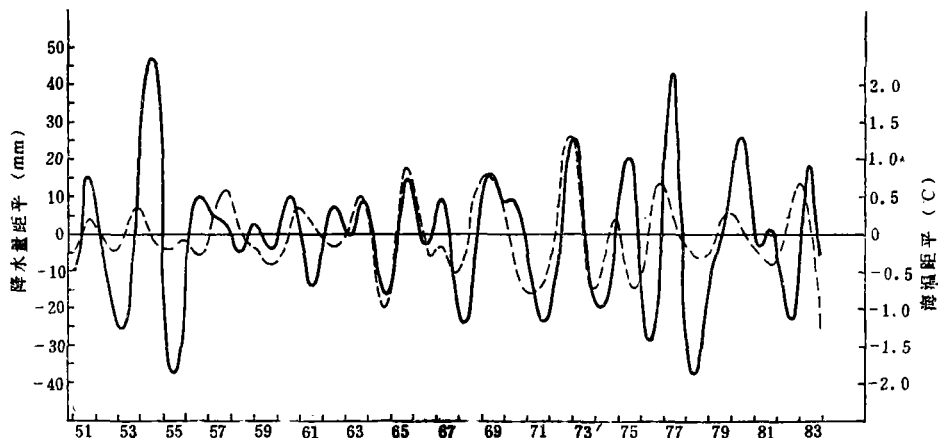


图 4 经 20—60 个月带通滤波后的长江下游地区月平均降水距平(实线)和赤道东太平洋月平均海温距平(虚线)的演变曲线(1951 年 1 月—1983 年 12 月)

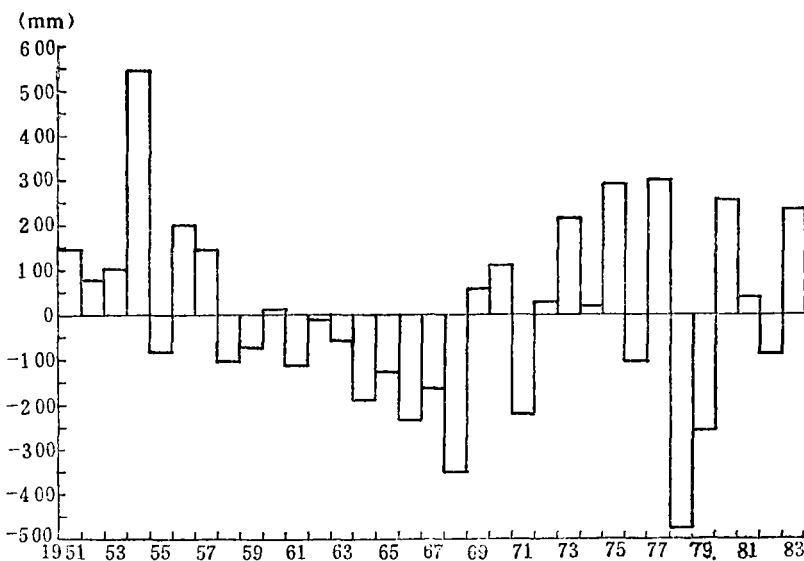


图 5 长江下游地区年平均降水距平直方图

达到 -0.39),如前所述,这种相关关系可能反映了在赤道东太平洋海温异常之前(一般约一年左右),长江下游地区降水对东亚及西北太平洋地区大气环流异常的响应。最后,还应指出降水过程是一种极为复杂的大气现象,它的演变除了受赤道东太平洋海温的强烈影响外,还与很多其它因子的相互作用有关。所以有些年份,如 1956—1962 年间,两者正相关并不明显。这种相关不明显的原因有待进一步探讨。

在进行降水和海温距平序列的低通滤波(周期大于 50 个月)后,可以看出两者在统计上不存在明显关联(见图 2 中点划线)。结合前面的分析结果,可以认为:长江下游地区降水异常与赤道东太平洋海温之间所存在的显著相关关系属于一种低频(准 2—4 年周期)遥相关。

图 5 为长江下游地区年平均降水距平直方图。与图 4 中的实线比较可见,带通滤波资料基本上可以反映实际降水极值年的分布。只是由于在带通滤波图上已经滤去了周年变化的影响,因此,它不能反映图 5 中所存在的约 11 年的长周期波动。而对于时间尺度在 2—4 年的海气相互作用而言,采用本文的滤波方法可能更能反映问题的本质。由图 4 可以看出,近 33 年中几次典型的涝年如 1954,1973,1975,1977 和 1980 年均能得到很好的体现,典型的旱年如 1968,1971,1978 和 1979 年等也有所反映。

5 小结

采用最大熵谱分析揭示了赤道东太平洋海温与长江下游地区降水所存在的 3—4 年和准两年的周期性振荡特征,并通过相关分析发现它们之间存在显著相关关系。这种相关只是在 2—4 年周期上表现最为突出。同时在该时间尺度上两者之间存在两种典型的相关型。其一是长江下游地区的降水距平滞后赤道东太平洋海温距平 4—5 个月的显著正相关,其二是赤道东太平洋海温距平滞后于长江下游地区降水距平约 11 个月的显著负相关。前者主要反映了赤道东太平洋海温异常对长江下游地区降水的显著影响,而后者则可能反映了东亚及西北太平洋地区大气环流的异常对赤道东太平洋海温异常的形成具有重要作用。

参考文献

- [1] 陈烈庭. 1972 年冬世界性天气异常的环流特征及其与海表水温的联系. 科学通报, 1974, (8):372—376.
- [2] 陈烈庭. 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, 1977(1):1—12.
- [3] 徐群. 冬春南方涛动对初夏东亚环流和长江中、下游入梅迟早的影响. 技术经验交流文集, 1975,142—153.
- [4] 李麦村, 吴仪芳, 黄嘉佑. 中国东部季风降水与赤道东太平洋海温的关系. 大气科学, 1987, 11:335—372.
- [5] 黄嘉佑. 准两年周期振荡在我国月降水量中的表现. 大气科学, 1988, 12:267—273.
- [6] 赵汉光. 我国降水振荡周期特征的初步分析. 大气科学, 1986, 10:426—430.
- [7] 罗时芳, 郑大伟, Robertson D S, Carter W E. 地球自转的高频变化. 科学通报, 33:605—608.

**THE CORRELATION ANALYSIS BETWEEN
THE SEA TEMPERATURE ON THE
EQUATORIAL EAST PACIFIC AND THE
ANOMALOUS RAINFALL IN THE
LOWER REACHES OF THE
YANGTZE RIVER**

Fei Liang Wang Yuqing Xue Zongyuan Wu Tianquan

(Shanghai Typhoon Institute, 200030)

Abstract

This paper reveals that the periodic oscillation performs in 3-4 years and quasi-two years between the sea temperature on the equatorial East Pacific and the rainfall in the lower reaches of the Yangtze River, using maximal entropy spectral analysis method. Moreover, it is found that both mentioned above have the obvious correlation passing the time delay correlation analysis. It is most obvious that the sea temperature has the positive correlation with the rainfall delaying four-month. Furthermore, a multiple-stage numerical filter is used for the both departure sequence month by month to conduct high-pass, low-pass and band-pass filter. And it has conducted the time delay correlation analysis for the both at the different time scales.

Key words: The sea temperature on the equatorial East Pacific, Rainfall in the lower reaches of the Yangtze River, Correlation analysis.