

东亚夏季环流的中期变动特征和可能机制*

喻世华 钱贞成

(空军气象学院)

提 要

本文通过对1981年6—9月东亚夏季风系统中各成员功率谱和交叉谱分析,表明它们各自存在显著的准双周振荡,并且彼此相互联系,构成一种“自我调整”机制。

近年来对南亚季风地区的谱分析有过许多研究。Murakami^[1]对印度季风的谱分析作过总结。此后孙淑清^[2]、周静亚等人^[3]指出在南亚季风区存在5天左右、准双周和准40天的显著周期振荡。Krishnamurti等人^[4]认为印度季风区准双周振荡是印度季风系统各成员之间通过云-辐射机制造成的。金祖辉、陈隆勋等^[5]则强调东亚季风系统中期振荡过程中南北半球的相互作用。

至于ITCZ以北的东亚夏季风地区,准双周振荡的机制是什么,尚不清楚。本文通过功率谱和交叉谱分析,试图对东亚季风区季风环流的准双周振荡机制得到一个合乎实际的解释。

1. 资料来源及处理方法

本文所用的资料取自1981年6月1日—9月13日ECMWF的 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 网格点资料、中国高空风资料和中国降水资料等。所考查的时间序列要素有:(1)取500hPa西太平洋副高和200hPa南亚高压逐日东西轴线在 100° — 120°E 上的平均纬度表征它们的南北振荡。(2)依据历史连续性,取500hPa上588位势什米特征线的逐日西脊点所在的经度表征西太平洋副高的东西振荡,取200hPa上的1256位势什米特征线的逐日东脊点所在的经度表征南亚高压的东西振荡。(3)取 10° — 20°N , 100° — 120°E 内850hPa上的格点 u, v 资料计算得到的逐日格点涡度平均值,表征南海ITCZ活跃与中断的强弱变化。(4)取上海、南京、九江、安庆、汉口5站逐日平均降水量表征长江中下游季风雨量的变化。(5)取逐日南宁、百色站850hPa上的平均SW风分量表征东亚大陆、热带西南季风的强弱变化。

在时间序列的功率谱计算中,先是消除序列中的趋势项,然后采用FFT方法(快速傅里叶变换法)求功率谱。由于Bartlett滞后窗是自动引入的,因而避免了谱泄漏等不合理的

本文1989年4月24日收到,8月9日收到修改稿。

* 国家自然科学基金和国家气象局基金资助项目。

结果出现。并对谱密度估计值作了无量纲化处理,即最后的谱值是其功率谱密度与积分方差的比值。

2. 季风系统各成员的振荡周期及相互联系

我们用 1981 年 6 月 1 日—9 月 13 日的时间序列计算了上节所述各参数的功率谱。在计算中最大落后时间长度取 $m=20$ 天。

图 1 给出了西太平洋副高南北振荡和东西振荡的功率谱图。由图可见,副高的南北摆

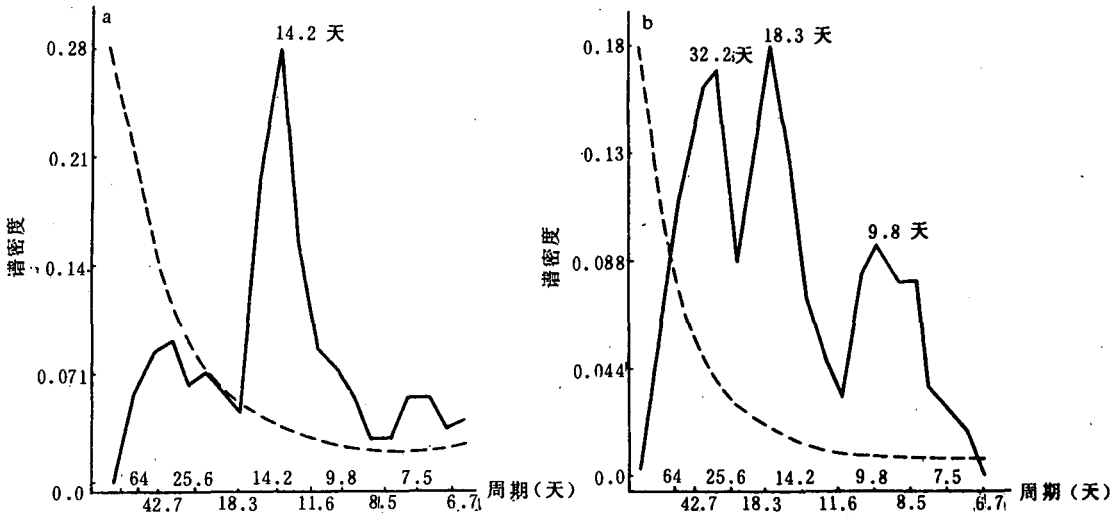


图 1 西太平洋副高的南北振荡(a)和东西振荡(b)的功率谱曲线(虚线为红噪音检验曲线)

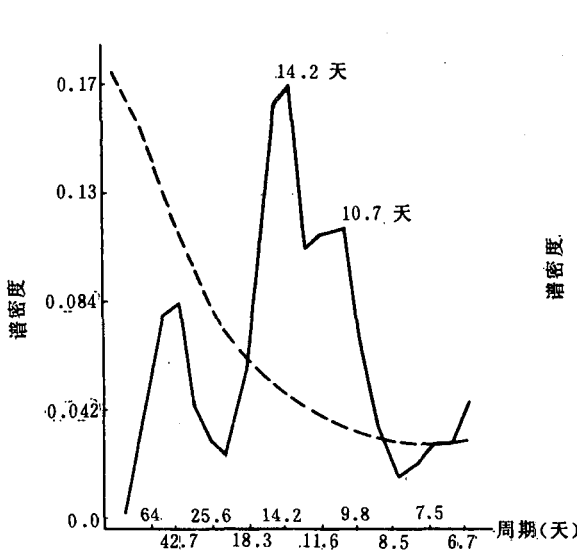


图 2 长江中下游 5 站平均降水功率谱图 (说明同图 1)

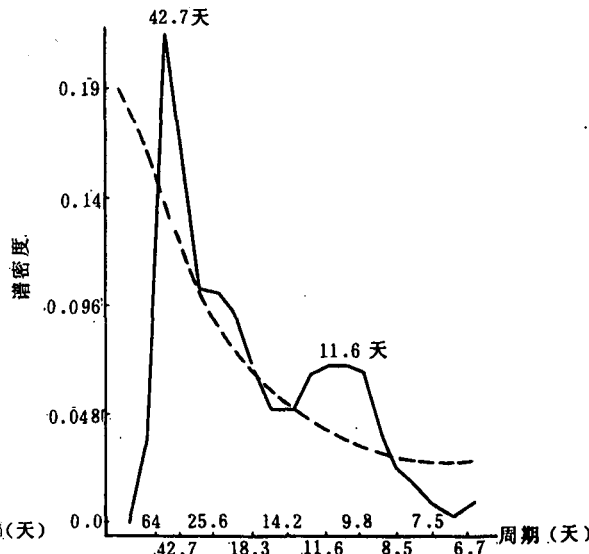


图 3 南海 ITCZ 强弱变化的功率谱图 (说明同图 1)

动以 14.2 天为主周期,其功率值通过显著性为 95% 的红噪音检验,还有 7.5 天的次周期。西太平洋副高的东西振荡具有 32.2 天、18.3 天和 9.8 天的显著周期,以 18.3 天为主周期。200hPa 南亚高压的南北振荡和东西振荡(图略)具有 30—60 天的低频振荡,14 天左右的准双周振荡和 9 天左右的振荡,它们都通过红噪音的检验。

图 2 给出了长江中下游 5 站平均降水的功率谱曲线。从图看出,降水以准双周振荡为主要周期,还存在 10 天左右的次周期。图 3 给出了用南海地区 850hPa 平均涡度值表征的南海 ITCZ 强弱变化的功率谱曲线,其主周期为 42.7 天,还有 11.6 天的显著周期。由南宁、百色站逐日 850hPa 上的平均 SW 风分量表征的东亚大陆热带季风的强弱变化也存在显著的准双周变化(图略),此外,还存在 42 天和 9 天的次周期。

综上所述,组成东亚夏季风系统的主要成员的活动及长江中下游降水强弱的变化都具有准双周振荡的特征。

为了探讨季风系统各成员准双周振荡之间的相互联系及其与时间序列关系,我们以长江中下游 5 站逐日平均降水量为基准与季风系统各成员作交叉谱分析,所得结果如表 1。由表可见:长江中下游降水与季风系统各成员之间的关系极为密切,其凝聚值在 0.66~0.93 之间,都超过 0.99 的置信水平;降水强弱的变化与副高的南北摆动几乎是反位相的,即降水量达最大以后 6.4 天副高到达最北纬度;随着副高的东退长江中下游降水不断增大,当降水出现最大以后 1.4 天,副高又开始西进;副高西进 5.6 天后到达最西位置,降水出现最小,1.4 天后副高开始东退;当南亚高压达最北、最东位置后 6—7 天,长江中下游降水达最大。由以上的分析可得出当西太平洋副高偏东偏南,南亚高压偏西偏南时,长江中下游降水达最大;反之,长江中下游降水最小。

表 1 长江中下游 5 站平均降水量与季风系统各成员之间的准双周相关关系

季风系统成员	凝聚值	滞后时间(天)	位相差(度)
西太平洋副高南北振荡	0.87	-6.4	-160.9
西太平洋副高东西振荡	0.66	-1.4	-35.6
南亚高压南北振荡	0.93	6.9	174.5
南亚高压东西振荡	0.87	6.3	160.2
南海 ITCZ 强弱变化	0.79	-5.4	-137.3
南宁、百色站平均 SW 风分量	0.90	-1.3	-31.7

长江中下游降水和南海 ITCZ 强弱变化几乎呈反位相关系,它们的位相差 5.4 天。而和南宁、百色站 SW 风的变化几乎同位相,仅相差 1.3 天。

3. 东亚夏季环流准双周振荡的可能机制

我们以长江中下游 5 站逐日平均降水量参数为准,对 0° — 45° N, 80° — 160° E 范围内 200、850hPa 上每个格点的 \tilde{u}, \tilde{v} (“ \sim ”表示经准双周带通滤波后的时间序列)分别按降水强弱位相进行时间合成,然后将合成后的 \tilde{u}, \tilde{v} 绘制成水平流场图。图 4 给出了 850hPa 代表位相日的合成流场。由图可见,当 850hPa 西太平洋副高位置偏东(图 4a)和 200hPa 南亚高压位置偏西(图略)时,南海 ITCZ 最弱(断裂),热带西南季风进入我国大陆,大陆季风降

水处于最活跃时期(图中表现为我国大陆有一东西向合成风场辐合线),随后西太平洋副高伸入我国大陆。南亚高压东伸,南海 ITCZ 开始活跃,我国大陆热带西南季风活动范围

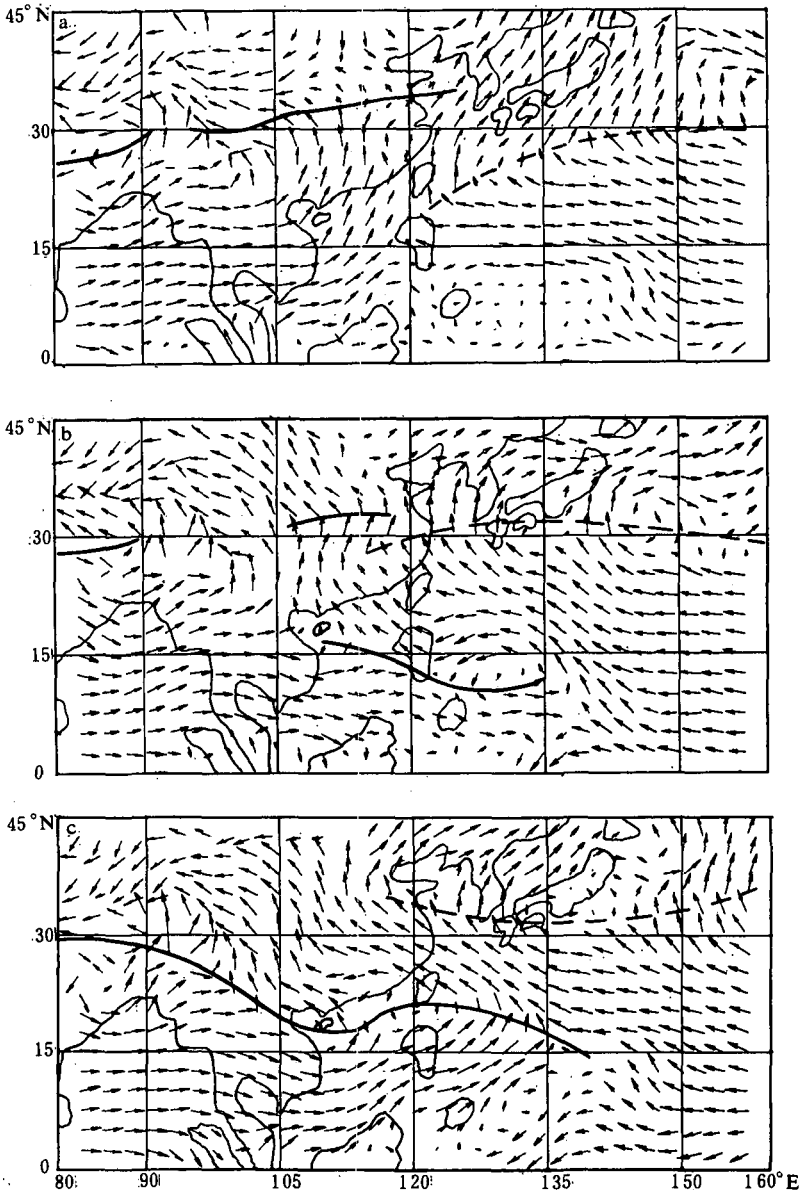


图 4 长江中下游降水由强到弱不同位相时 850hPa 合成流场图

(DAY=1 为最强位相, DAY=7 为最弱位相, 图 a、b、c 分别为 DAY=1, 3, 5 合成日)

缩小,大陆季风雨减弱(图 4b)。到第 5 合成日(图 4c),西太平洋副高已控制我国大陆, 200hPa 南亚高压伸向最东位置,南海 ITCZ 处于活跃时期,切断了热带西南季风进入我国大陆,大陆季风雨消失。到第 9 合成日以后,西太平洋副高又开始东退,南亚高压开始西缩,南海 ITCZ 减弱,热带西南季风又将进入我国大陆,大陆季风雨活跃起来(如图 5a、b、

c)。到第13合成日又基本回到第1合成日(最强位相)的情况。这样一次中期振荡过程约14天左右。这种按位相制作的合成流场表现出的东亚季风系统振荡过程和上述季风系统成员变动的时间序列关系相吻合。

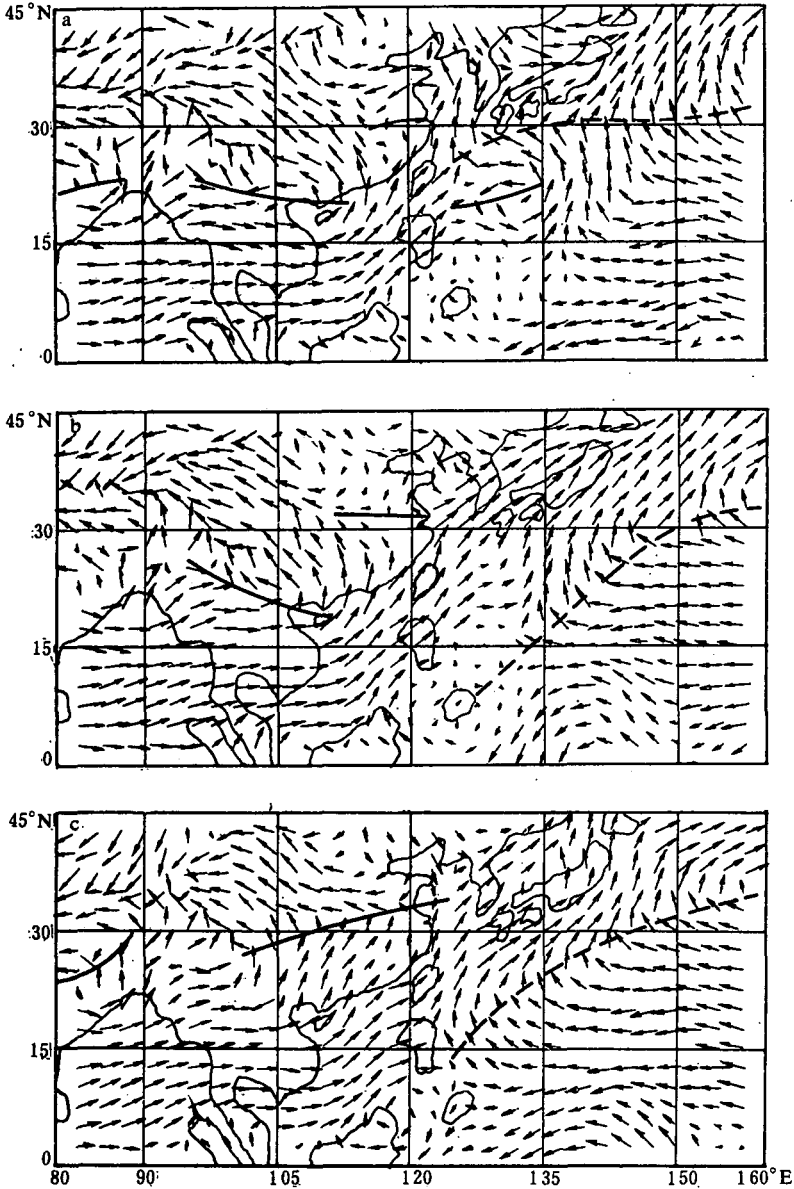


图5 长江中下游降水由弱到强不同位相时850hPa合成流场图

(图中a、b、c分别为DAY=9、11、13合成日)

由上可以得出东亚夏季环流系统的准双周振荡机制如下:当南亚高压位置偏西,西太平洋副高位置偏东时,南海ITCZ断裂,热带西南季风将海上丰沛的水汽带入东亚大陆和高纬西风气流汇合,造成大一暴雨天气,作为降水非绝热加热的背景的副热带季风环流圈

在大陆的副热带地区下沉^[6],引导西太平洋副高伸入大陆,副高的西伸促使南海 ITCZ 活跃,切断了热带西南季风进入大陆,使得大陆季风雨减弱,其结果致使副热带季风环流圈难以维持,副高退出大陆。后者促使南海 ITCZ 断裂,热带西南季风又将进入大陆,开始一次新的变动过程。因此,东亚季风雨带与季风系统之间的相互反馈与制约构成了东亚环流准双周振荡的一种自我调整机制。

参 考 文 献

- [1] Murakami, M., Spectrum analysis relevant to Indian monsoon, Monsoon Dynamics, Editor: Krishnamurti, T. N., Birkhäuser Verlag, Basel and Stuttgart, 1145—1166, 1978.
- [2] 孙淑清,盛夏亚洲上空副热带高压活动的波谱分析,青藏高原气象论文集(1975—1976), 262, 1978年。
- [3] 周静亚等,夏季热带及副热带环流系统周期振荡与中国降水的功率谱分析,热带气象, 2, 195—203, 1986。
- [4] Krishnamurti, T. N. et al., Tibetan high and upper tropospheric tropical circulation during northern summer, *Bull. AMS*, 54, 1234—1239, 1973.
- [5] 金祖辉、陈隆勋,夏季东亚季风环流系统的中期变化及其与印度季风环流系统的相互关系,全国热带夏季风学术会议文集,云南出版社, 204—215, 1982年。
- [6] 喻世华、王绍龙,东亚季风环流的变动及其与西太平洋副高进退的关系,海洋学报, 11, 372—377, 1989。

FEATURES AND PROBABLE MECHANISM OF THE MEDIUM—RANGE VARIATION OF EAST—ASIA SUMMER MONSOON CIRCULATION SYSTEM

Yu Shihua Qian Zhencheng
(Air Force Institute of Meteorology)

Abstract

The spectral analysis has shown that every member of the East-Asia summer monsoon system has a feature of quasi-biweekly period oscillation. They are closely correlated with each other and constitute a self-adjusting mechanism, consequently the East-Asia summer monsoon circulation system presents a medium-range variation process.