

1982/1983年季风准双周振荡的位相传播及地理特征*

彭 茹 武炳义

(北京气象学院, 北京 100081)

提 要

选取 1982/1983 年夏季(6~8月)欧洲中期预报中心 850hPa、300hPa 两层纬向风场的网格点资料,采用复经验正交函数(CEOF)讨论了准双周振荡的位相传播及振荡的地理特征。

结果表明:①20°N 以南对流层高层(300hPa)1982年振荡显著区域是印度半岛至菲律宾东部一个西北—东东南走向的带状区域;低层(850hPa)1982年 5°~15°N 之间以及中国东南部及其沿海地区都是振荡的显著区域;而 1983年 30°N 以南振荡明显比 1982年弱,只有中国东南沿海部分地区及孟加拉湾东南、马来西亚北部是振荡的显著区域。②对流层高层(300hPa)1982年 85°~90°E, 30°~40°N 的青藏高原是振荡的源区,其南传支波列可传到孟加拉湾北部的 20°N 附近;而 1983年青藏高原上 80°~90°E, 35°~40°N 区域是振荡的汇区。

关键词:复经验正交函数;振荡的地理特征;位相传播。

1 引 言

准双周振荡首先由 Murakami^[1]在印度季风的谱分析中发现, Krishnamuriti 与 Bhalme^[2]在研究季风系统时,发现诸多气象要素也都存在这种振荡周期。此后又有许多气象工作者对这一周期性变化进行了深入而广泛的研究^[3],已有的研究指出准双周振荡与印度季风的活跃/间歇有关,该观点现已普遍为人们所接受。

本文选用 1982、1983 年夏季纬向风场资料,采用复经验正交函数研究这种低频振荡的位相传播及地理特征。

2 资料和计算方法

采用欧洲中期天气预报中心(ECMWF)850hPa、300hPa 纬向风场资料,区域为 75°~132.5°E, 0°~70°N, 网格距是 2.5°×2.5°。采用 Butterworth 带通滤波器,具体方法参照文

* 1993-06-10 收到,1994-01-03 收到修改稿。

献[4],对滤波后的风场资料进行复经验正交分析.复经验正交分析是 Barnett 提出的一种针对气象要素的分析方法,它能从要素场的时间变化中识别出空间尺度行波和驻波.任一气象要素场中,第 J 空间点变量的时间序列为 $A_J(t)$,用 Hilbert 变换作用于该时间序列使之成为:

$$\hat{A}_J(t) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} A_J(t-l)h(l)$$

$$h(l) = \begin{cases} \frac{2}{\pi l} \sin\left(\frac{\pi l}{2}\right) & l \neq 0 \\ 0 & l = 0 \end{cases}$$

在计算中取 $l = 7$ 即可有足够大的响应振荡^[5].实际上这是一个滤波过程,过滤后序列 $\hat{A}_J(t)$ 频率响应振幅大小为 1,相差为 $\pi/2$,因此这一变换能够揭示出同一频率中相差为 $\pi/2$ 的振荡情况.由 $A_J(t)$ 及 $\hat{A}_J(t)$ 构成一个新的复时间序列:

$$B_J(t) = A_J(t) + i\hat{A}_J(t)$$

不同空间点复时间序列的协方差组成矩阵 C ,其元素 $C_{JK} = \langle B_J^*(t)B_K(t) \rangle$,其中 * 表示复共轭, $\langle \rangle$ 表示时间平均.矩阵 C 的特征值 λ_n 所对应的复特征向量为 \vec{V}_n .第 k 个复特征向量定义的空间点 J 的位相函数、振幅函数分别为:

$$\theta_k(J) = \arctan \left[\frac{\text{Im}\vec{V}_k(J)}{\text{Re}\vec{V}_k(J)} \right]$$

$$S_k(J) = [\vec{V}_k(J)\vec{V}_k^*(J)]^{1/2}$$

解释方差为: $EV_k = \lambda_k / \sum_{j=1}^m \lambda_j$, m 为空间点数.

3 准双周振荡的位相传播及地理特征

3.1 第 1 特征向量场的位相传播

取 850hPa、300hPa 两层,解释方差见表 1.第一特征向量场所对应的复主分量的解释方差远大于 27%^[5],因而是具有代表性的显著模式.在 1982 年 300hPa 等压面上(图 1a),位于马来西亚北部、菲律宾南部地区的振荡向北传播到中国东南沿海,向西传播到孟加拉湾;印度半岛及孟加拉湾地区的振荡向东北方向传至中国东南沿海,向南传播到印度洋.在 90°E 附近,30°~40°N 之间的青藏高原上发出向南北两个方向传播的波列,南传支波列可传播到孟加拉湾北部 20°N 附近.

1983 年(图 1b)20°N 以南低纬度地区振荡位相有一小值区:位于中南半岛东部、印尼以北的南中国海地区.姚兰昌等人^[6]的工作指出,1983 年 7 月大气最大加热中心出现在 140°E 以东的西太平洋和北太平洋中部赤道和热带之间的 5°N 一带,南海至印尼一带都是热源

表 1 复经验正交函数的解释方差

Table 1 Interpretation variance of CEOF

年	850hPa		300hPa	
	EV ₁	EV ₂	EV ₁	EV ₂
1982	0.38	0.22	0.38	0.22
1983	0.36	0.27	0.34	0.27

(实际上6月整个南海已转变为热源),另一个热源在30°N以北日本西部地区.罗四维指

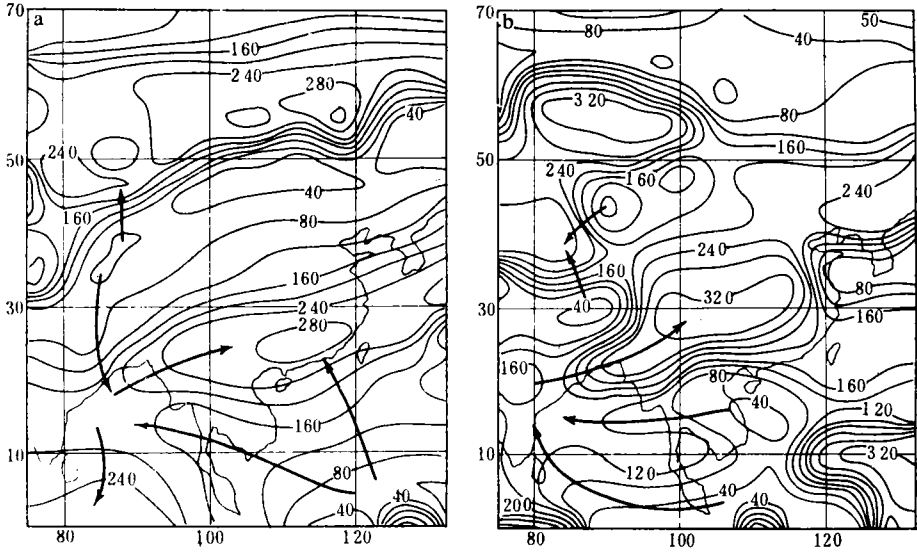


图1 300hPa第1特征向量场所对应的位相函数值
(a)1982年 (b)1983年(箭头表示传播方向,单位:度)

Fig. 1 Phase function value corresponding to the first characteristic vector for 300hPa (a)1982 (b)1983(propagational directions were expressed by arrow,unit:degree)

出^[7]亚洲大陆加热中心一个在50°~10°N的300hPa上,一个在30°N的300~200hPa之间,即大气加热中心主要出现在大气的高层.在研究区域内,两个大气热源与振荡位相的小值区惊人的一致,这说明在海面上空振源与大气热源是对应的,但反过来并非成立,因为孟加拉湾地区也是一个热源,但它不是振源(至少第一特征向量所对应的位相函数值不是小值).与1982年相比,菲律宾南部地区已变成了振荡位相的大值区.来自南中国海地区的振荡在孟加拉湾、印度半岛相遇,印度半岛中部地区的振荡向东北方向传播到长江流域,80°~90°E,35°~40°E区域是一个波动传播的汇区,这一点与陈隆勋先生的结论一致.

从振荡的振幅来看,1982年有三片相对大值区(图2a中阴影区),其振幅数值≥40,20°N以南阴影区域是一个西西北-东东南走向的带状区域,在这个区域,向西传播的波动振幅逐渐增大(中心数值没有标出).1983年(图2b)20°N以南低纬度地区的振荡明显偏弱,这一点与印度气象工作者的结论是一致的^[8]

低层850hPa 1982年(图3a)菲律宾东南部、印尼东北部地区的振荡向北传播到中国东南沿海,向西传播到孟加拉湾南部、印度半岛,与来自印度东北部地区的振荡相遇,另一支在100°E附近折向南传.1983年(图3b)与1982年的显著区别是振源位置西移.在研究区域内,赤道附近地区振荡的经向传播都是在25°N以南进行的,这一点与作者前一篇文章的结论一致^[9].源于赤道附近地区的振荡经过传播,部分波列又在另一区域重新回到赤道附近,即能量只能在赤道附近一定范围内传播.

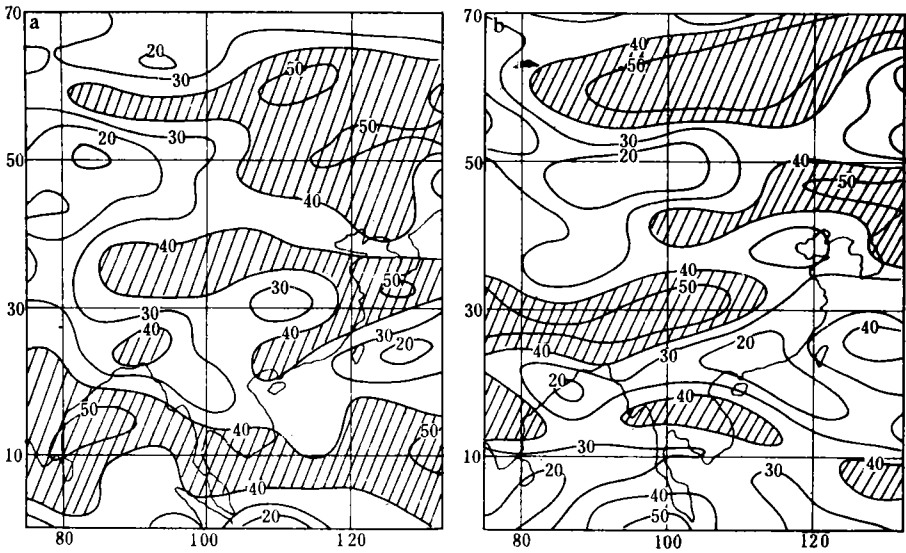


图 2 300hPa 第 1 特征向量场所对应的振幅函数值 (a)1982 年 (b)1983 年

Fig. 2 The amplitude function value corresponding to the first characteristic vector for 300hPa (a)1982 (b)1983(the shaded parts:the value above 40)

3.2 第 1 特征向量场振荡的地理特征

关于振荡的地理特征,1982 年(图 4a,阴影区域的振幅数值 ≥ 50)在 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ 之间的大部分地区以及中国东南部及其沿海地区都是振幅的大值区,而 1983 年(图 4b) 30°N 以南只有中国东南沿海部分地区及孟加拉湾东南部、马来西亚北部是大值区,中心最大值

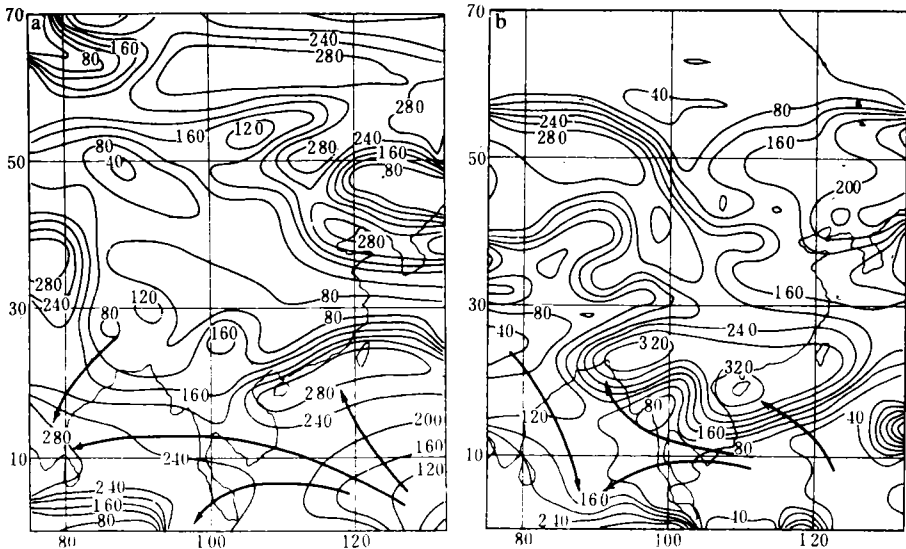


图 3 850hPa 第 1 特征向量场所对应的位相函数值(单位:度) (a)1982 年 (b)1983 年

Fig. 3 As in Fig. 1, but for 850hPa

1982年也远比1983年大(最大值没有标出),并且最大值不是在孟加拉湾北部,这一点与Murakami的工作不同^[1],Murakami在研究中对资料只进行低通滤波处理,周期小于10天的变化都被抑制掉了,因此资料时间序列中也包含有30~60天低频振荡的影响,印度气象学者最近指出^[8],1982年20°N以南准双周振荡的方差贡献比30~60天振荡大,而1983年30~60天振荡的方差贡献比准双周振荡大,所以我们的结论是合理的。

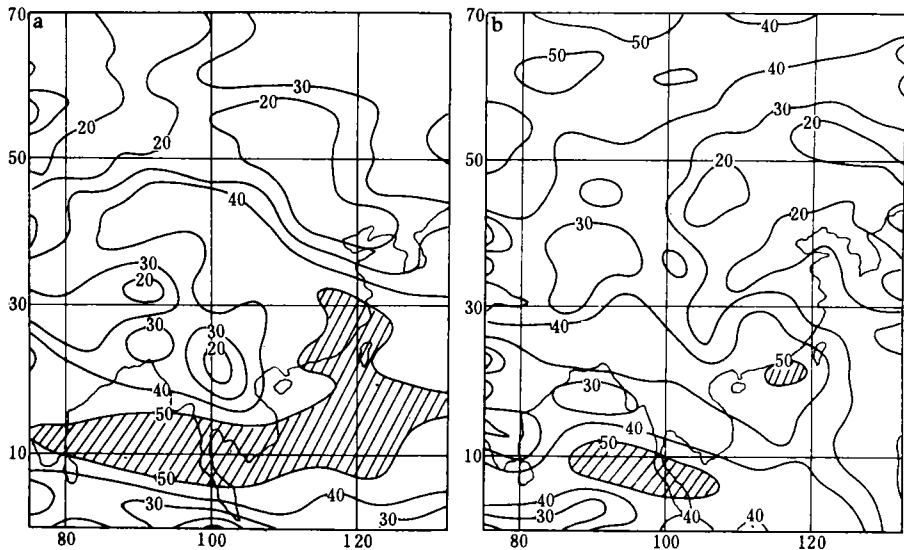


图4 850hPa第1特征向量场所对应的振幅值 (a)1982年 (b)1983年

Fig. 4 As in Fig. 2, but for 850hPa

3.3 第2特征向量场的位相传播

由于第1特征向量场似乎过分强调了所研究区域相当的空间尺度现象,因此某些有意义的更局地性的特征,在第1特征向量场中表现得未必充分,又分析了第2特征向量所对应的位相函数. 1982年850hPa(图5a)孟加拉湾所在地区被一个位相的小值所控制,该地区的振荡向北传播到喜马拉雅山以南,向西传至印度半岛,向东传播到南中国海地区. 300hPa(图5b)又是一种情况,印度半岛中南部是一位相的小值区,孟加拉湾北部是一位相的大值区,来自110°E以东菲律宾北部地区的振荡向西传至孟加拉湾北部,位于80°~90°E,35°~40°E之间的青藏高原是位相的小值区,源于该区域的南传波列终止于孟加拉湾北部地区,第1特征向量场所对应的位相函数也表现出这一特征。

1983年低层850hPa(图6a)波传播状况如图所示. 1982年孟加拉湾地区的振荡向东可传播到南中国海,从而影响东亚季风,而1983年则相反,中南半岛南部、菲律宾西部地区的振荡可以一直传播到印度半岛北部,影响印度季风的活跃/中断. 在图6b上也清楚地表现出这一特征,因此该低频振荡在1982年属异常状态. 印度气象学者指出^[11]在ENSO事件的前一个夏季印度洋地区30~60天振荡强,并且当30~60天振荡与10~20天振荡都较强时,印度季风活跃异常,以上这些结果与我们的结论并不矛盾。

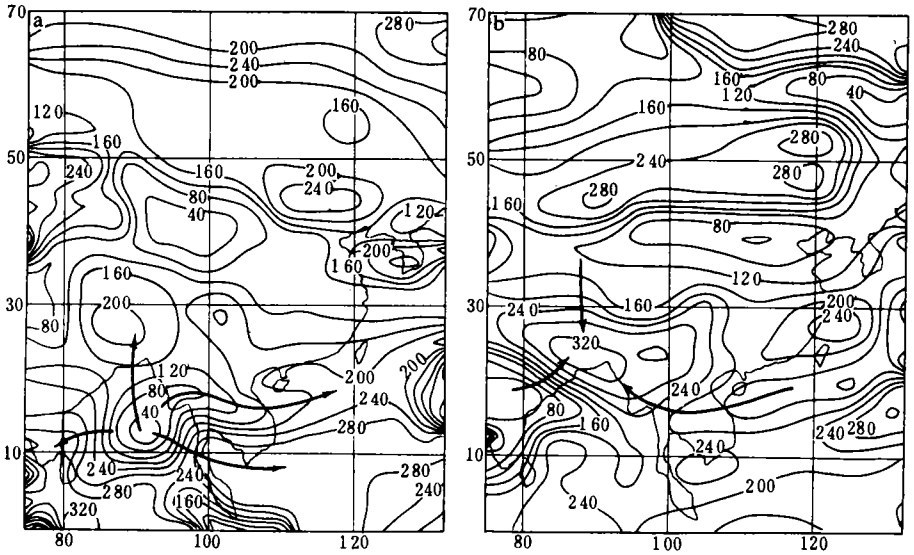


图 5 1982 年第 2 特征向量场所对应的位相函数值(单位:度) (a)850hPa (b)300hPa
 Fig. 5 The phase function value corresponding to the second characteristic for 1982 (unit: degree) (a)850hPa (b)300hPa

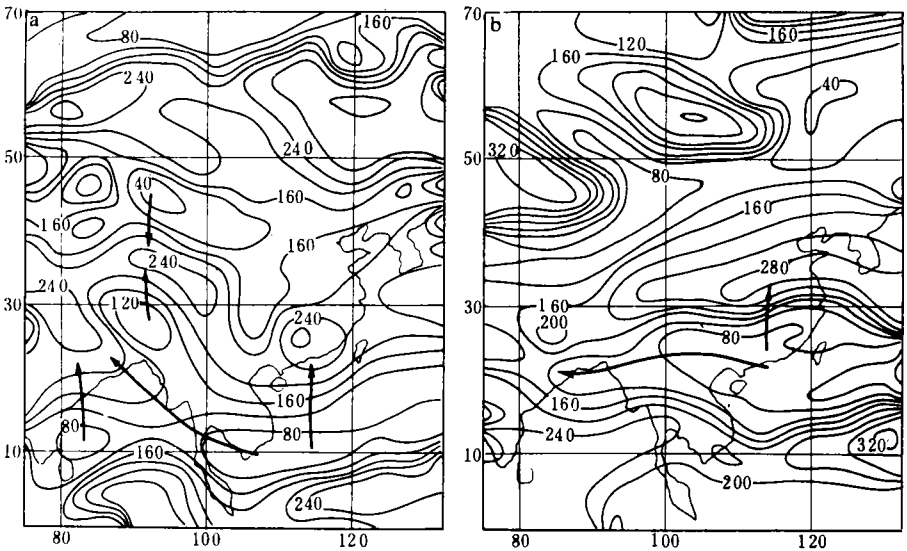


图 6 1983 年第 2 特征向量场所对应的位相函数值(单位:度) (a)850hPa (b)300hPa
 Fig. 6 As in Fig. 5, but for 1983

致谢:作者感谢陈隆勋先生为本文提出的诸多意见.

参 考 文 献

- 1 Murakami M. Analysis of summer monsoon fluctuations over India. *J. Meteor. Soc. Japan*, 1976, **54**:15~31.
- 2 Krishnamurti T N and Bhalme H N. Oscillations a Monsoon System. Part I: Observational aspects. *J. Atmos. Sci.*, 1976, **33**:1937~1954.
- 3 喻世华. 南亚季风期间 OLR 的准 40 天振荡和准双周振荡. 热带气象, 1990, **6**:149~157.
- 4 何金海, Murakami T, Nakazawa T. 1979 年夏季亚洲季风区域 40~50 天周期振荡的环流及其水汽输送场的变化. 南京气象学院学报, 1984, (2):163~175.
- 5 Barnett T P. Interaction of the monsoon and Pacific trade wind system at interannual time scales. Part I: the equatorial zone. *Mon. Wea. Rev.*, 1983, **111**:756~773.
- 6 姚兰昌. 海陆分布与高原对低纬 7 月平均经圈环流的影响. 高原气象, 1982, **1**, 3.
- 7 罗四维, 姚兰昌, 吕世华. 海陆分布与高原对低纬 7 月平均经圈环流的影响. 高原气象, 1982, **1**(3):12~21.
- 8 Chowdhury A, Mukhopadhyay R K and Sinha ray K C. Low frequency oscillations in wind and circulation fields over India during northern summer monsoon. *Mausam*, 1990, **41**(4):603~610.
- 9 武炳义, 章淹, 宋英杰等. 10~20 天准双周振荡的经向传播及地理特征. 大气科学, 1994, **5**:561~568.
- 10 Chandrasekhara R Kondragunta. On the intraseasonal variations of the Asia summer monsoon. *Mausam*, 1990, **41**(1):11~20.

THE PHASE PROPAGATIONS AND GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE 10~20 DAY OSCILLATION IN SUMMER 1982/1983

Peng Ru Wu Bingyi

(Beijing Institute of Meteorology, Beijing 100081)

Abstract

By using CEOF, the phase propagations and geographical features of the 10~20 day low-frequency oscillations have been discussed using the data of the daily 850 hPa and 300 hPa ECMWF zonal wind data from June to August, 1982/1983. The results show that (1) On 300 hPa, the oscillations have a obvious region, it was to the south of 20°N from India to the east of the Philippines in 1982. On 850 hPa, the obvious regions of oscillation were in 5~15°N, 75~132.5°E, and the southeast coast of China in 1982. However, only the obvious regions of oscillation were in the southeast coast areas of China, in the southeast of the Bay of Bengal, and to the north of Malaysia in 1983. (2) On 300 hPa, a source of the oscillation was in 30°~40°N, 85°~90°E in 1982, and the branch oscillation can propagate south ward to the north of the Bay of Bengal around 28°N. However, oscillations converged in 35°~40°N, 80°~90°E in 1983.

Key words: CEOF; Geographical features; Phase propagations.