

大气环流的变化与南海夏季风活动的关系

陈双溪 何财福

(江西省气象局, 南昌 330046)

提 要

通过对近 20 年观测资料的计算分析表明,在南海夏季风活跃与中断期,南北半球副热带西风急流和热带东风急流以及青藏高原和墨西哥高压有明显的差异。从南半球向北传播的散度场低频振荡以及从北半球高纬向南传播的西风场低频振荡等的有利位相同时传入南海并共同作用可引起南海夏季风的活跃或中断。各种低频振荡的有利位相传播到南海并发生锁相的时间决定着南海夏季风明显的活跃或中断发生的时间。

关键词: 南海夏季风 西风急流 低频振荡

引 言

亚洲季风是全球最强的季风系统,它由两个既有联系又有区别的印度季风和东亚季风组成^[1,2],而南海夏季风是东亚季风的重要组成部分,每年亚洲夏季风首先在南海地区爆发,然后分别向西北和向北扩展,使印度夏季风和东亚夏季风逐渐建立。因此南海夏季风在亚洲季风的建立和活动中起着重要作用。南海及东亚夏季风的进退与我国东部特别是江淮流域夏季降水密切相关。例如 1998 年 6、7 月,长江流域发生的连续大暴雨过程,就是在 1998 年 6 月 11 日和 7 月 15 日前后南海夏季风北推、东亚季风突然加强并稳定维持,导致了这两次连续大暴雨过程(图略)。

许多研究表明^[3,4],大气低频振荡对南海及东亚季风有重要影响,而季风活动对大气的季节内振荡也有影响,但它们之间的相互作用仍很不清楚,需要进一步研究。为此,本文利用近 20 年(1978~1997 年)逐日的 NCEP/NCAR 再分析资料及 1998 年 T106 实况场分析资料,首先分析了南海夏季风活跃与中断时的副热带西风急流、青藏高原等大气环流的特征,然后分析了大气低频振荡与南海夏季风活跃与中断的关系,得到了一些有意义的结果。

1 南海季风活跃与中断期西风急流的变化

与印度夏季风比较,突发性和经向风分量的重要性是南海夏季风活动的两个基本特征。据此李崇银等^[5]提出了用对流层高低层散度差构成季风指数,它可以更好地描写南海夏季风的活动。本文就利用李崇银等定义的这种对流层高低层散度差构成的季风指数

$$I_d = \Delta D / \sqrt{\sum (\Delta D_j)^2 / n}$$

来研究南海夏季风的活动与大气环流的关系,其中 $\Delta D = (D_{850} - D_{200})_i$,这里的“-”表示空间平均, D_i 是某格点的散度, j 是时间序列。我们利用 NCEP/NCAR 资料计算分析了 1978~1997 年南海海域(7.5~20°N、105~125°E)的夏季风指数变化情况,并选择季风指数负值极小值点所在候为南海夏季风活跃期(以 1992 年为例,如图 1 的 A、C、E 点),季风指数为正值或负值绝对值减小的极大值点所在候为南海夏季风中断期(如图 1 的 B、D 点),在 6~8 月共选取了活跃期 113 天,中断期 91 天,并分别计算了它们的平均场,得出南海夏季风活跃期(以下简称季风活跃期)和南海夏季风中断期(以下简称季风中断期)的平均环流场。200hPa 的西风环流平均场如图 2 所示。由图 2 可见,在南海夏季风活跃期与中断期,200hPa 西风环流有较大

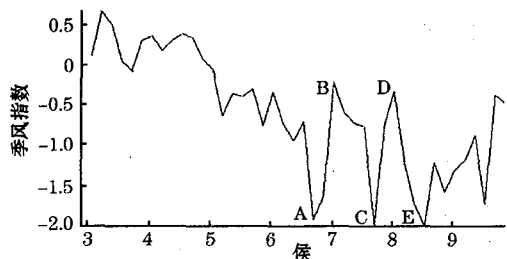


图1 1992年南海夏季风指数候平均时间变化的差异。在季风活跃期,北半球副热带西风急流最强中心在我国新疆附近(40°N 、 95°E)上空,而在季风中断期,最强中心在威海附近(45°N 、 55°E)上空,强度均为 $36\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。从赤道东风来看,在东半球,季风活跃期,东风急流最强中心在印度洋,强度为 $24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,我国南海南部有一次大中心,大小为 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在季风中断期,东风急流明显减弱,在南海的次大中心已不明显。东半球的这种东、西风急流强度的变化表明,200hPa 青藏高原在季风活跃时比季风中断时要强。从西半球来看,两个时期的大气环流也有明显差异。如图2所示,在季风活跃期,美国东北部(42°N 、 $60\sim 100^{\circ}\text{W}$)附近上空的西风急流强度为 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,而在季风中断期却为 $24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,即在季风活跃期西半球西风急流强度比季风中断期为弱。同样,在季风活跃期,西半球的赤道东风急流比季风中断期亦为弱,说明200hPa 墨西哥高压在季风活跃时其强度比季风中断时要弱。这一特征从高度场也可看出(图略)。因此,在南海夏季风的活动中,200hPa 东半球与西半球赤道东风急流强度、青藏高原与墨西哥高压等存在反位相关系,即在季风活跃期,东半球赤道东风急流强度较强,而在季风中断期强度较弱,西半球赤道东风则相反,在季风活跃期强度较弱,而在中断期强度则较强;青藏高原在季风活跃时强度较强,而在季风中断时强度相对较弱,墨西哥高压正好相反,在季风活跃时强度相对较弱,而在季风中断时则相对较强。李崇银等^[5]研究表明,南海夏季风可通过EPA波列影响美国的天气气候,本文得到的南海夏季风活动的不同时期西半球东、西风急流和墨西哥高压的强度变化进一步说明了这点。

分析100hPa的平均图(图略),我们看到,在季风活跃和中断期东半球的这种西风急流强度差异和青藏高原的差异仍然存在,但在西半球的这种差异却不明显。这可能与墨西哥高压伸展高度不如青藏高原高有关。不仅如此,我们通过分析70~10hPa的南海季风活跃与中断期平均图发现,在东半球,南海夏季风活跃与中断期西风急流仍有明显差异,在季风活跃期这些层次的西风急流强度比中断期要强。

2 南海夏季风活动的大气环流遥相关

为了进一步了解季风活动与大气环流的关系,我们计算了南海夏季风指数与全球500hPa以上各层西风场的相关系数,以1979年为例,其200hPa的计算结果如图3所示。由图3我们看到,从南美洲大陆附近向北到北美到北极再到俄罗斯、中国大陆到南海、澳大利亚,有环绕全球的波列。从西风急流区与南海季风指数的相关来看,在北半球副热带西风急流区,相关系数为正,而南半球副热带西风急流区,相关系数为负,最大相关区在印度洋到我国青藏高原及西南地区一带,西风急流的这种相关型和前述分析的西风急流强度变化与南海季风活跃与中断期的对应关系是一致的。从其它层次的情况来看(图略),在100hPa,西风场相关的这种波列仍很明显,到70hPa,这种波列已不太清晰,但仍可看到从南美洲到 55°N 、 170°E ,到南亚到澳大利亚及以东海面的波列。在50hPa以上,这种波列已不存在,代之的是北半球的正相关和南半球的负相关。南海夏季风指数与西风场的相关波列的大范围存在,说明南海夏季风的活动与全球大范围的大气活动有关,这与我们在前面分析的结果是一致的。

3 大气低频活动与南海季风的活跃与中断

如前所述,季风活跃期与中断期大气环流存在明显差异,其原因可能与大气环流的季节内振荡即低频振荡有关。为此我们分析了200hPa温度场的逐日演变,发现在4~8月, 50°N 以南温度场的暖中心和冷中心分别存在周期约15~25天、30~50天的向东传播的低频振荡。通过分析其经度-时间演变还可以看到,这种温度场低频振荡的暖位相

与冷位相的东传分别与南海季风的活跃与中断期相一致。通过对散度场的分析,我们发现其存在类似的南北传播现象,周期约 30~

50 天。

为进一步分析大气季节内振动与南海季风活动的关系,我们分析南海区域四周低频

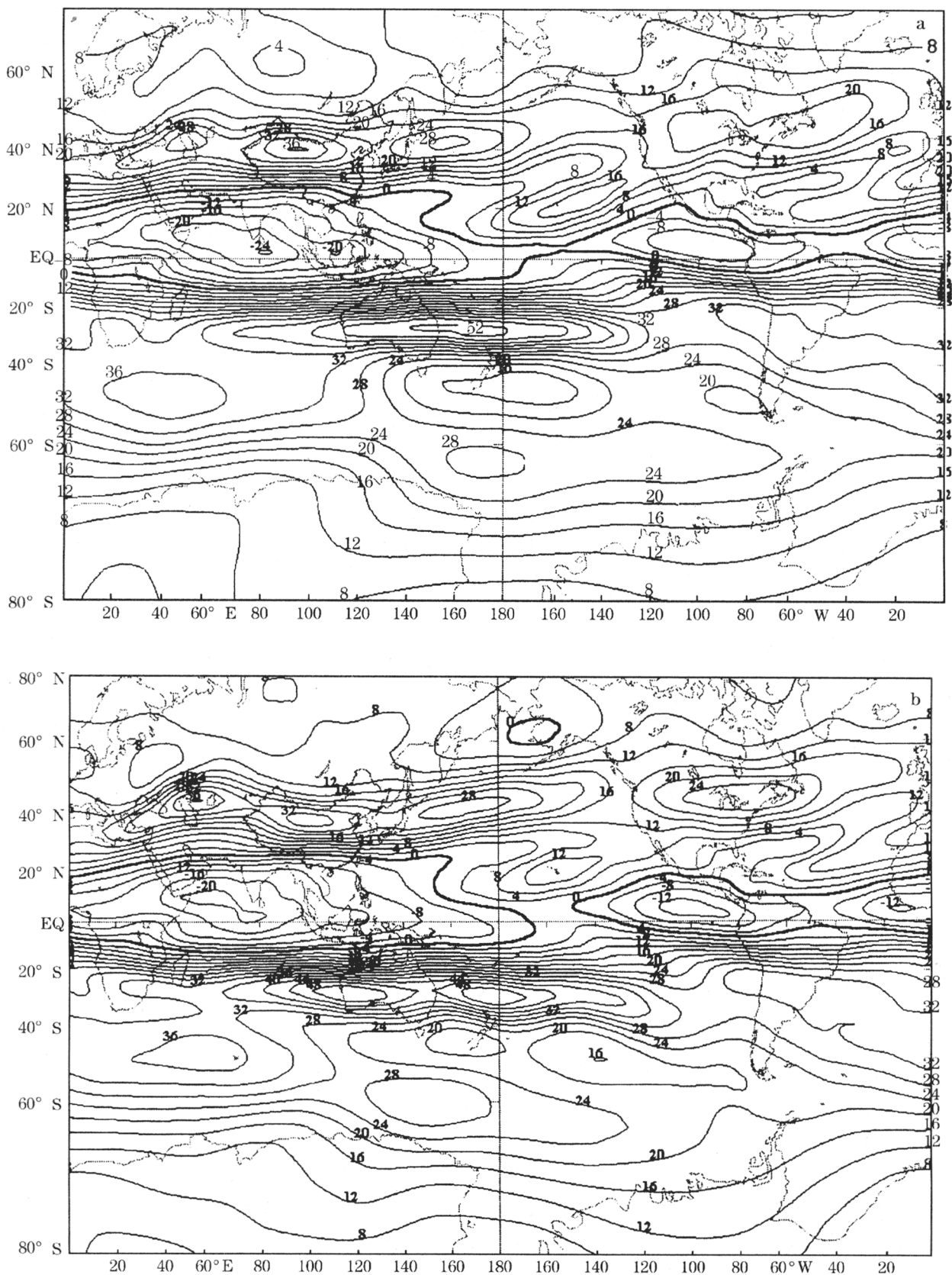


图2 200hPa平均西风场
a. 南海季风活跃期, b. 南海季风中断期

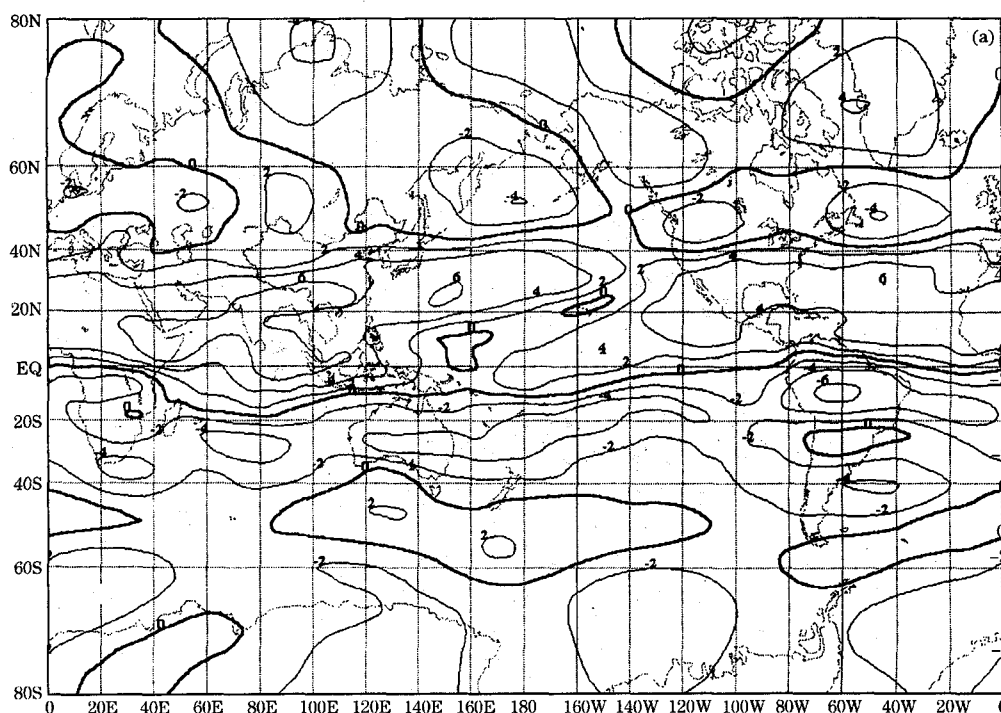


图3 1979年南海季风指数与200hPa西风场相关

通过0.01信度的临界相关系数为0.2,图中相关系数为扩大10倍后的数值

振荡的情况。图4为1992年各种低频振荡的传播图(其中纬度-时间剖面图为 $105^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 经度带的平均,经度-时间剖面图为 $7.5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 纬度带的平均)。图4a为经 $30\sim 50$ 天带通滤波的200hPa散度场的纬度-时间剖面图及经 $15\sim 25$ 天带通滤波的200hPa西风场的纬度-时间剖面图的Hovemuller图。由图可以看到,6~8月,南半球依次有低频振荡的正、负散度中心向北传播,时间上表现为30天左右的周期。5月25日,南半球 15°S 有一辐散中心向北传播,6月17日传到 5°N 左右,到6月25日传到南海季风区。同时,6月10日 48°N 附近有一西风场低频振荡负值中心向南传播,6月15日传到 35°N 附近,到6月24日传到南海季风区,对应6月第5候,南海季风处于活跃期(如图1所示A点)。7月5日南半球 15°S 附近有辐散中心向北传播,20日传到 0° 附近,7月25日传到南海季风区,同时,7月5日北半球 55°N 附近有一西风场低频振荡负值中心向南传播,25日传到南海季风区,对应7月第5

候,南海季风处于活跃期(如图1C点)。由此可见,由南半球向北传播的200hPa散度中心与北半球从高纬向低纬传播的西风场低频振荡负值中心(东风位相)在南海叠加,对应南海季风加强活跃。

我们再来看季风中断期的情况。如图4a所示,6月12日,南半球 15°S 附近有一散度场低频振荡辐合中心(辐合位相),它向北传播,到7月4日北传到南海季风区,同时6月18日 55°N 附近有低频振荡西风位相向南传播,26日传到 35°N 附近,7月3日左右传到南海季风区,对应7月第1候南海季风处于中断期(图1的B点)。7月25日, 15°S 附近有一散度场LFO辐合位相向北传播,到8月2日传到南海季风区,同时7月18日, 60°N 附近有一低频振荡西风位相向南传播,到8月3日传到南海区域,对应8月第1候南海季风处于中断期(图1中D点)。因此,南半球200hPa向北传播的散度场低频振荡辐合中心(辐合位相)与北半球高纬区向南传播的西风低频振荡大值中心(西风高值位相)

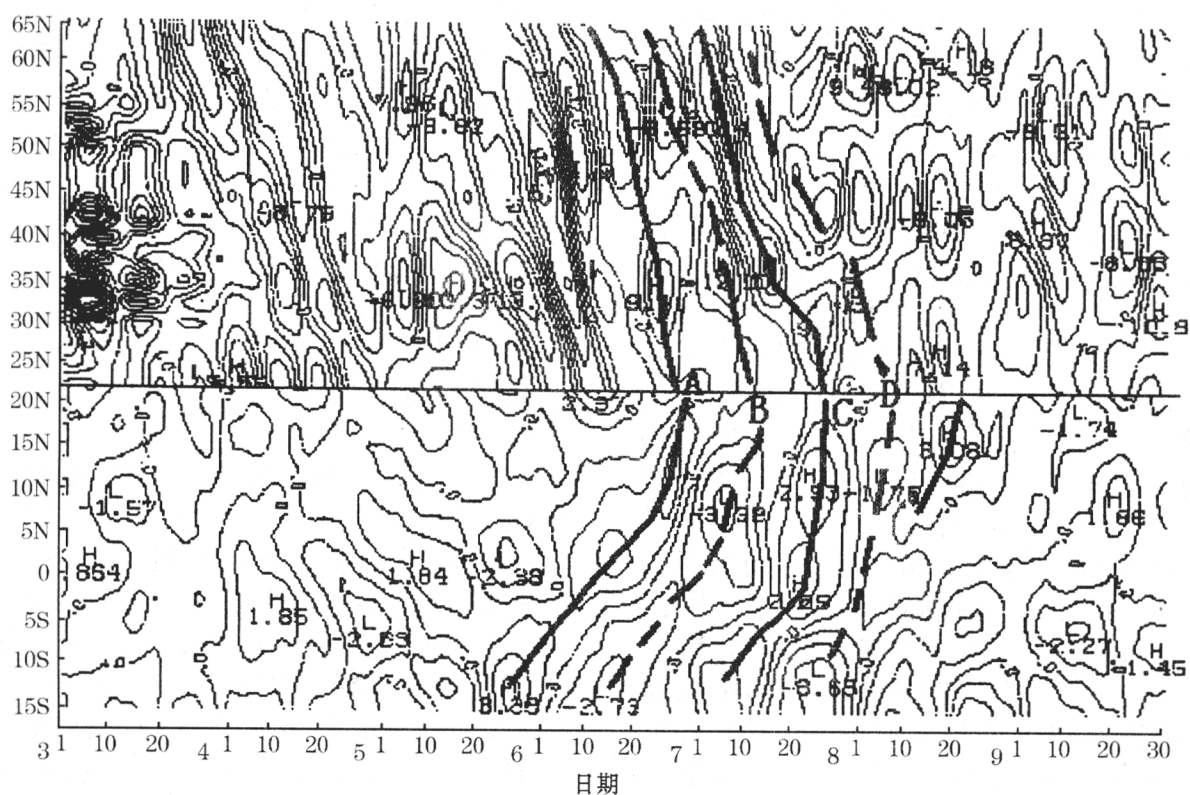


图 4a 上半部分为经 15~25 天滤波的 200hPa 西风场的纬度-时间剖面图
下半部分为经 30~50 天滤波的 200hPa 散度场的纬度-时间剖面图

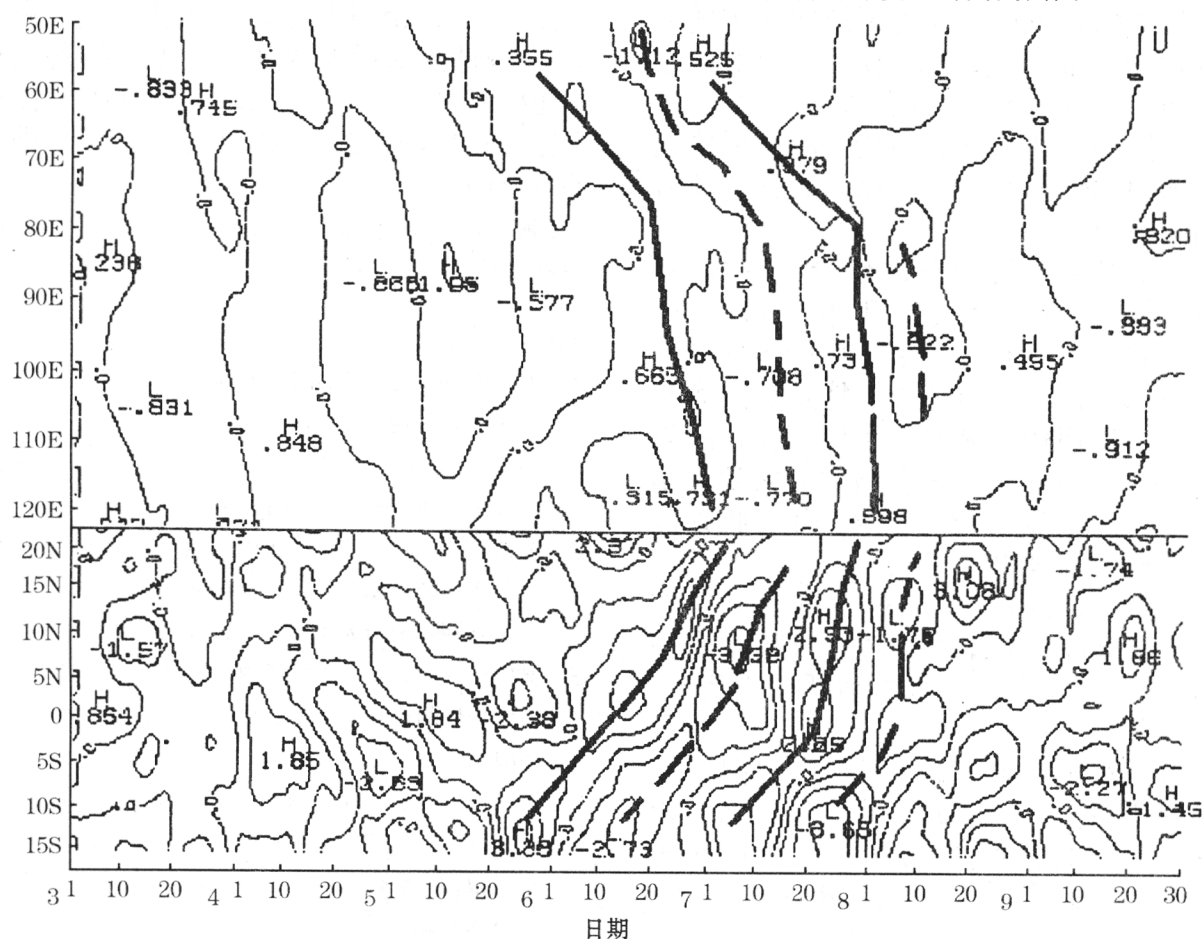


图 4b 上半部分为经 30~50 天滤波的 500hPa 温度的经度-时间剖面图
下半部分为经 30~50 天滤波的 200hPa 散度场的纬度-时间剖面图

在南海季风区叠加,对应南海季风中断减弱。

除 200hPa 外,850hPa 南半球 30~50 天带通滤波的散度场的向北传播与南海季风的活跃与中断也有很好的对应关系,只不过其位相与 200hPa 的相反(图略)。此外,从图 4a 还可看到,在 6 月 20 日以前,尽管有明显的西风低频振荡正值或负值中心从高纬向南传播,但上述低频振荡的有利位相在南海叠加的现象并不明显,因此,南海季风指数一直处于小振幅振荡状态,季风强度变化不大。

除西风场外,其它一些物理量的低频振荡传播与季风活动也有很好的对应关系。图 4b 为经 30~50 天滤波的 200hPa 散度场的纬度-时间剖面图及 500hPa 温度场的经度-时间剖面图。从图我们可以看到,5 月 20 日,55°E 温度暖位相向东传播,到 6 月 24 日传到 115°E,与南半球向北传播的辐散位相及北半球高纬度向南传播的西风大值位相同时传到南海并发生锁相,对应 6 月第 5 候为南海夏季风活跃期。7 月 10 日 65°E 的暖位相向东传播,7 月 25 日到达南海,并与北半球向南传播的西风位相和南半球向北传播的辐散位相相叠加,对应 7 月第 5 候为南海季风活跃期。同样,南海夏季风中断与冷位相的向东传播并和北半球向南传播的东风位相及南半球向北传播的辐合位相同时到达南海并叠加相对应。

通过对其它年份资料进行分析,我们发现,这种低频振荡的有利位相同时传入南海季风区并共同发生作用,引起南海季风的活跃或中断,具有一定的普遍性,特别是南海季风活动本身呈现较明显的低频周期变化的年份更明显。但是各年份发生锁相的低频振荡有利位相所在高度可能不一样,而且低频振荡有利位相的物理量也可能不一样。

由此可见,当各种低频振荡的有利位相同时传入南海季风区,并在该区域共同作用(锁相),可引起南海夏季风的活跃或中断。

4 结 语

通过对观测资料的计算分析,我们研究了副热带西风急流、青藏高原等的变化与南海夏季风活动的关系,并分析了大气低频振荡的锁相与南海夏季风活跃与中断的关系,结果表明:

(1)在南海季风活跃与中断期,南、北半

球副热带高空西风急流和赤道东风急流强度、急流中心位置有显著差异。在南海季风活跃期,东半球热带东风急流和南北两半球的副热带西风急流均比南海季风中断期为强,而西半球则相反,其热带东风急流和南北半球副热带西风急流均比南海季风中断期为弱。南海季风活动的两个时期 200hPa 青藏高原与墨西哥高压也有差异。在南海季风活跃期,青藏高原强度比南海季风中断期为强,而墨西哥高压则相反,其强度比南海季风中断期为弱。

(2)在全球西风场与南海季风指数的相关图上,反映为从南美到北美,再到北极,到欧亚大陆到南海,到澳洲再到南美,有一个大圆遥相关型,这种遥相关从 300~70hPa 均存在,以 200~150hPa 最明显。这表明南海夏季风活动与全球大气环流变化密切相关。

(3)各种低频振荡的有利位相同时传入南海并共同起作用(锁相)可引起南海夏季风的活跃或中断。但不同年份低频振荡有利位相所在高度不尽相同。然而这种低频振荡有利位相的锁相与南海季风活动的关系有一定的普遍性。对南海季风活动低频振荡明显的年份,南海季风明显的活跃或中断与各种低频振荡的有利位相传播到南海并发生锁相的时间有关。

致谢:本文计算所用的 NCEP/NCAR 资料由南京气象学院大气资料服务中心提供。

参考文献

- 1 Tao Shiyan and Chen Longxun. A review of recent research of the East Asian summer monsoon in China. Monsoon Meteorology, C. P. Chang and T. N. Krishnamurti, Eds.: Oxford University Press, 1987. 60-92.
- 2 金祖辉,陈隆勋. 夏季东亚季风系统的中期变化及与印度季风系统的相互关系. 全国热带夏季风学术会议论文集. 昆明:云南人民出版社,1983:204-217.
- 3 吴国雄,张永生. 青藏高原的热力和机械强迫作用以及亚洲季风的爆发-II. 爆发时间. 大气科学,1999,23: 51-61.
- 4 黄荣辉,黄岗. 东亚夏季风的研究进展及其需进一步研究的问题. 大气科学,1999,23: 129-141.
- 5 李崇银,张利平. 南海夏季风活动及其影响. 大气科学,1999,23:257-266.

(下转第 26 页)

Relationship between Westerly Jet and Summer Monsoon Activities in the South China Sea

Chen Shuangxi He Caifu

(Jiangxi Meteorological Bureau, Nanchang, 330046)

Abstract

In the view of data analyses, it is indicated that the variation of general circulation systems such as the subtropical westerly jet in both Hemispheres, the easterly jet, the Tibetan Plateau high and the Mexican high is greatly different between the period that the summer monsoon is in activity in the South China Sea (SCS) and the period that the SCS monsoon is in inactivity. The results are also shown that the activity or inactivity of the summer monsoon in the SCS is determined by the different phase of the northward propagating low frequency oscillation (LFO) of wind divergence field from the Southern Hemisphere and the phase of southward propagating LFO of westerly wind field from the Northern Hemisphere. And the phase locked of different type LFO in the SCS is the determinant factor in controlling the timing of activity of the SCS monsoon.

Key Words: summer monsoon westerly jet low frequency oscillation