第16卷第3期
1993年9月

南京气象学院学报
Journal of Nanjing Institute of Meteorology

Vol. 16 №3
Sep. 1993

热带对流活动、双元态结构及其在厄尔尼诺年的异常

潘益农　　陆菊中　　徐建军

（南京大学）　　（南京气象学院）

摘要　运用1979—1984年的向外长波辐射(OLR)资料分析了热带对流活动的周期变化特征、水平结构、30—50天振荡的活动特点，并详细讨论了冬季对流活动在厄尔尼诺年(1982年)的异常。研究指出：对流的季节平均活动能反映出气候系统的双元态特征；对流的扰动活动不具有双元态特征。在厄尔尼诺年的东太平洋地区，扰动活动相对增强，但在日界线以西同样具有扰动活动中心。对流的30—50天振荡在赤道上具有自西向东的纬向传播，厄尔尼诺年传播可以通过日界线到达东太平洋地区，而正常年传播一般在日界线以西的地区出现截陷。

关键词　对流活动，双元态，30—50天振荡，厄尔尼诺

近来研究发现[1,2]，大气海洋的耦合系统中存在着两种气候态(即双元态)，在非厄尔尼诺年时出现的状态为第一态，这时对流活跃区位于印度洋和西太平洋。中东太平洋对流很弱，具有强的沃克环流，强的东西海温梯度；在厄尔尼诺年时出现的状态为第二态，这时对流活跃在日界线以及东太平洋地区(180－150°W)，弱的沃克环流，东西温度梯度较小，刘家铭等[3]研究热带的 OLR 分布发现，热带对流活跃区的振荡分布具有偶极子型，偶极子两个中心，一个在60°E 左右，另一个在中东太平洋附近，这种结构的对流活动具有30－50天的周期振荡，并且这种振荡的对流系统所具有的空间尺度和海气耦合系统双元态的空间尺度具有很强的相似性，从而他得到一个启示[4]，30－50天振荡有可能和 ENSO 联系，也就是说，作30－50天振荡的对流必存在一个时期的强对流发生在赤道中太平洋地区，这就提供了 ENSO 发展的有利条件，极有可能在这个时期由于30－50天振荡振幅的加强导致 ENSO 事件的发生，即对流30－50天振荡活动和 ENSO 事件有密切的联系。但对 ENSO 事件的发生仅仅提出了一种可能性，是否成为事实还要作大量的工作。为此，本文运用1979－1984年的 OLR 逐日资料，对热带对流活动作了进一步的分析，并对强的厄尔尼诺事件发生年(1982年)冬季出现的异常作了详细的讨论，企图寻找对流活动的30－50天振荡和厄尔尼诺年发生之间的可能联系。

1　热带对流活动的周期性

对1979年1月—1984年12月的逐日 OLR 资料进行了候平均处理，运用最大熵谱方法计算了热带地区(25°N－25°S)所有格点的谱特征。每一格点的时间序列为432个样本，根据需要，选取最佳阶数 $R_0=150$，最大波数为80，图1分别给出了(25°E，15°S)、(70°E，10°N)、(90°E，5°S)，

收稿日期：1992－06－25

(140°E,0°),(50°W,15°S)等格点上的最大熵谱分布特征。

从图1可以看出,在南部非洲大陆、南亚季风区、赤道印度洋、赤道西太平洋以及南美洲大陆的 OLR 活动的熵谱分布中,30－60天之间都存在一个峰值,其中赤道印度洋和西太平洋还存在两个峰值,这说明,热带地区的对流活动30－50天振荡是十分明显的。也可以看到在不同地区,对流活动的振荡周期有差异,且强度不同,这在印度季风区表现得最为强烈。另外,还可以发现,除赤道西太平洋地区外,其他地区的对流活动还具有3－6个月的振荡周期,反映出显著的季节变化。

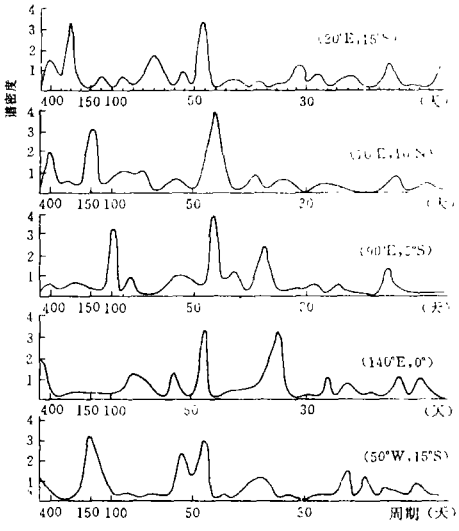

图1 OLR 最大熵谱分布

时段为1979年1月1候－1984年12月6候

2 冬季对流活动的水平分布及厄尔尼诺年的异常

2.1 冬季对流季节平均活动特征

图2分别表示了1980、1981、1982年三个冬季(11月一次年3月)OLR 的季节平均水平分布状况。从图中可以发现:在正常年份(1980和1981年)冬季对流活动的水平分布非常相似,在副热带地区为 OLR 的高值区,为大尺度的下沉气流区,晴空少云、射出长波辐射强。在热带南美大陆(60°W)、南部非洲大陆(25°E)以及印度尼西亚的海洋陆地分别存在较明显的 OLR 低值中心,其中以印尼地区的低值中心最为显著,在这里对流活动强烈,对流云顶高、温度低,射出长波辐射弱。同时,从副热带地区向极地 OLR 值逐渐减小,这意味着中、高纬度的地面温度较低,在北半球的(90°E,30°N)附近为一较低 OLR 槽区,反映出青藏高原表面温度低于周围地区。在东南太平洋和大西洋、印度洋西部各有一个 OLR 的高值区,它显示出这些地区有明显的下沉气流。将这些下沉气流区与对流活跃的上升气流联系起来,可以推测出赤道地区 Walker 环流系统分布概况。同样把副热带地区强下沉区联系起来可以表征出 Hadley 环流系统情况,这和气候平均状况是一致的[5],充分反映出气候双元态的第一态特征。

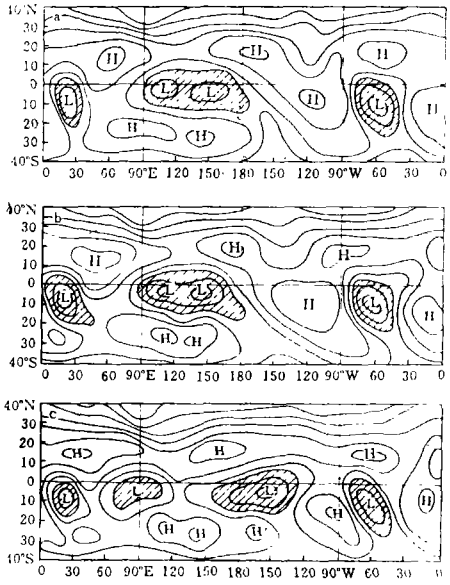

图2 冬季平均的 OLR 水平分布特征

a. 1980, b. 1981, c. 1982

由图2c,可以发现1982年比1980、1981年发生了很大的变化。在热带南美洲大陆、南部非洲大陆的对流活动区仍处于它的气候平均位置,强度上也没有明显的不同,但在印度尼西亚的海洋陆地,OLR 低值却分裂为两个中心,一个中心向西转移至东印度洋的90°E 附近,另一个向东转移跨过日界线出现在赤道中太平洋的150°W 附近,原来位于赤道东南太平洋附近的高值区范围减小,且移向东南方向,这种 OLR 位置明显偏

离正常年的事实，必将导致赤道太平洋 Walker 环流的上升支和下沉支发生明显的变化，出现了反 Walker 环流现象，很显然它反映出气候双元态的第二态特征。

2.2　冬季对流扰动活动特征

图3给出了1980、1981、1982年冬季 OLR 扰动总方差分布特征，从图可以看出，处于正常年(1980和1981年)的对流扰动活动分布也存在一定的差异，这和对流的季节平均活动中的相似性是不同的。1980年对流扰动活动中心主要位于赤道印度洋到中国南海地区、澳大利亚北部海域、150°W 附近的南太平洋地区、墨西哥西部沿海以及南美洲大陆，而1981年对流扰动活动区主要出现在南部非洲大陆、孟加拉湾、澳大利亚北侧海洋、170°E 附近的南太平洋、夏威夷群岛以及南美洲大陆。正常年的这种差异充分反映出非厄尔尼诺影响因子作用的重要性，但也可以发现一个共同特点，即在日界线以西的对流扰动活动要比日界线以东的强得多，这也说明在正常年份的对流季节平均活动强的地方，一般其扰动也较强。

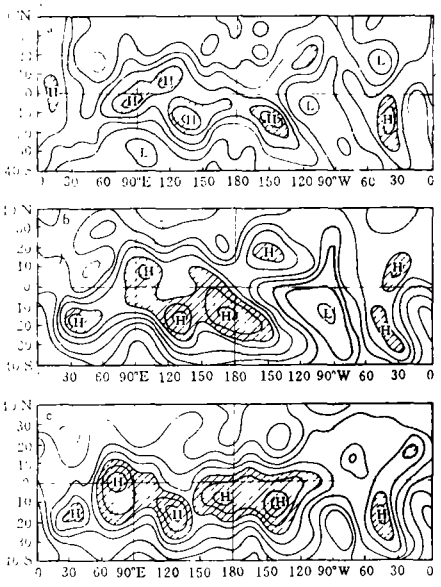

图3　冬季 OLR 扰动总方差水平分布
a. 1980，b. 1981，c. 1982

另外可以看到在受厄尔尼诺影响的1982年，其分布与1980、1981年的相比，差异是明显的，其对流活动中心主要出现于南部非洲大陆、阿拉伯海、澳大利亚北部海洋、赤道日界线附近、140°W 热带南太平洋以及南美洲大陆。很显然，在日界线以西的对流扰动活动比1980和1981年相对减弱，而日界线以东的对流扰动活动相对增强，这充分显示出厄尔尼诺事件所造成的影响，但必须肯定，即使在厄尔尼诺年，日界线以西的对流扰动活动还是存在较强的中心，仅比正常年份稍为弱一些。所以，在对流扰动活动中，很难发现对流活动的双元态结构变化。

3　对流活动的30－50天周期振荡特征

3.1　30－50天振荡的活动分布

从图4来看，在正常年份的1980和1981年对流活动的30－50天振荡活动很难找到共同的规律，在大于30%的等值线上，1980年活动区主要位于印度半岛、赤道印度洋(90°E)、日界线附近、东太平洋(150°－120°W)的南北半球副热带地区、赤道南美洲大陆，西太平洋对流振荡活动较弱。而1981年，对流活动主要位于日界线以西的热带南半球地区和南美洲大陆地区，东太平洋振荡活动较弱。1982年振荡活动主要位于东太平洋南北半球的热带地区，日界线以西的地区振荡活动很弱。

从以上的分布可以说明，在厄尔尼诺年对流的30－50天振荡活动主要位于日界线以东的东太平洋地区，日界线以西的地区较弱，这可能和东太平洋海温异常升高密切相关，但也必须说明，即使不受厄尔尼诺影响，同样日界线以东的太平洋地区也有可能出现较强的30－50天振荡，这就不是东太平洋海温异常所造成的，而是受其他因素的影响。由于1981年在东太平洋对流振荡活动很弱，这就可能说明，在厄尔尼诺发生前的一个冬季，对流30－50天振荡在日界线以西的地区异常增强。

3.2 赤道上对流振荡的纬向传播

在图5中可以发现赤道对流的30－50天振荡，在1980、1981年具有较为一致的现象，从印度洋到日界线存在较显著的自西向东的纬向传播，传播速度为3－4经度/天，且至日界线以西传播截陷，不能到达日界线以东的地区，在日界线以东的东太平洋地区几乎看不到振荡传播，赤道南美洲地区的振荡具有驻波特征。而在1982年，赤道上30－50天振荡具有显著的向东传播特征，这种传播可以穿过日界线到达南美洲大陆西侧90°W 附近。

从赤道上对流振荡传播可以发现，正常年的对流活动局限于日界线以西的地区，自西向东的振荡传播在日界线附近截陷，而厄尔尼诺年对流振荡传播可以通过日界线传播到赤道东太平洋地区，使这里的对流活动得到增强。

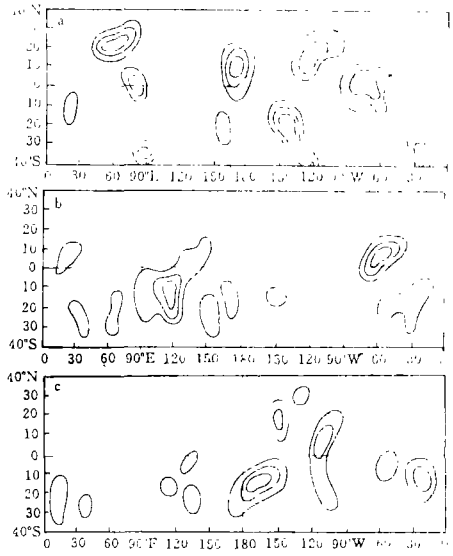

图4 冬季 OLR30－50天周期振荡的方差百分率

a. 1980，b. 1981，

c. 1982（等值线大于30%，间隔为10%）

4 结论与讨论

从以上分析可以看到：

（1）对流活动存在较显著的30－50天振荡和3－6个月的季节变化特征。

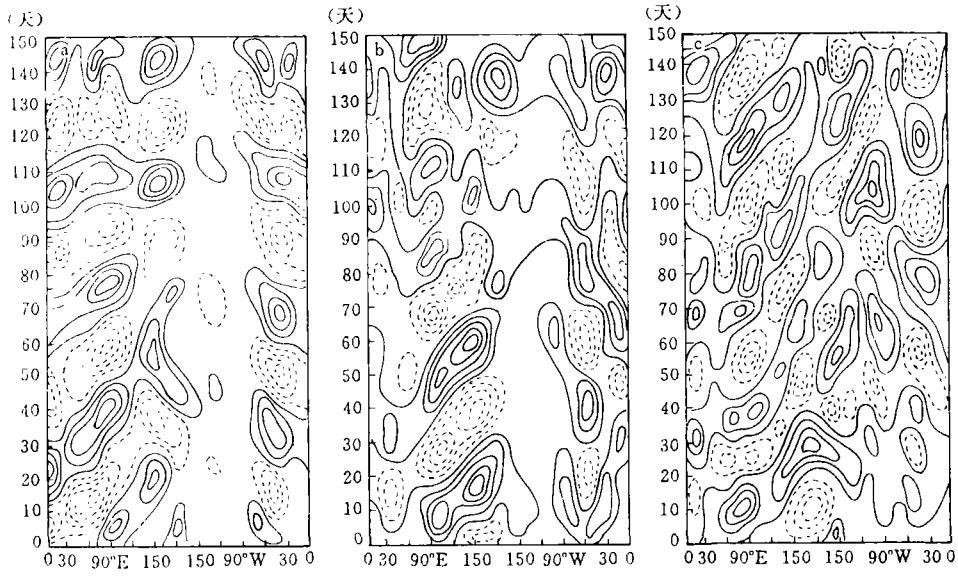

图5 冬季 OLR30－50天振荡沿赤道上的时间-经度剖面图

a. 1980，b. 1981，c. 1982

（2）对流季节平均活动能反映出热带地区 Walker 环流和 Hadley 环流的气候平均状况，在正常年对流季节平均活动主要位于印度尼西亚等地区，处于双元态的第一态，而厄尔尼诺年对流季节平均活动在日界线以东增强，表现出气候双元态的第二态特征。

(3)对流扰动活动不能反映出气候双元态特征。在正常年的对流扰动主要位于日界线以西地区,但其东部有时也出现较强的对流活动,在厄尔尼诺年的对流扰动活动在日界线以东的东太平洋相对增强,在西部也可发现扰动活动中心,对流的30－50天振荡活动,在厄尔尼诺年主要位于日界线以东的地区,反映出厄尔尼诺事件和对流30－50天振荡密切相关,而正常年的30－50天振荡也可能出现于日界线以东的非赤道热带、副热带地区,所以30－50天振荡出现在东太平洋不一定是厄尔尼诺事件产生的结果。在正常年份赤道上的对流30－50天振荡局限于日界线以西的地区,自西向东的传播在日界线附近截陷,在厄尔尼诺年的振荡传播可以穿过日界线到达90°W 附近,在东太平洋振荡增强。很显然对流的30－50天振荡和厄尔尼诺事件有密切的关系。但对以下几个问题,如:①海气耦合系统的双元态周期是3年左右,而偶极子型振荡周期仅仅是30－50天,它们在空间尺度上具有相似性,在时间尺度上又如何匹配?②30－50天振荡是全年存在的,根据它的传播性,可以推测发生在中东太平洋地区的强对流有很多次,而表征厄尔尼诺事件发生的 *SSTA* 变化一般在12－2月,又为什么在这个时期能触发厄尔尼诺的发生?③为什么日界线地区能表征对流活动的地区性差异,厄尔尼诺年振荡传播能通过日界线,而正常年却不能。④30－50天振荡对厄尔尼诺事件的维持是否起作用,如何起作用等等,都还有待进一步搞清。

参 考 文 献

1 Barnett. *Mon Wea Rev*, 1983; 111:756－773

2 刘家铭.大气科学,1985;9:1－10

3 Lau KM, Chan PH. *Mon Wea Rev*,1985;113:1889－1909

4 Lau KM,Chan PH.. *Bull Amer Meteor Soc*,1986;67:533－534

5 Weickmann KM et al. *Mon Wea Rev*,1985,113:941－961

TROPICAL CONVECTIVE ACTIVITY AND DUAL-ELEMENT STATE WITH ANOMALY IN THE EL-NINO YEAR

Pan Yinong　　Lu Juzhong　　Xu Jianjun

(Nanjing University)　　(Nanjing Institute of Meteorology)

Abstract The features of the periodical variation in the tropical convective activity, its horizontal structure and the 30－50 day oscillation were analyzed with the 1979－1984 outgoing longwave radiation(OLR) data,and the anomaly of winter convection in the El Niño year(1982) was discussed in detail. Results show that the feature of the dual－element state of climate system could be reflected by the seasonal mean activity of convection. The convective disturbance is not marked by a dual－element state but it becomes relatively strengthened in the eastern Pacific during thd El Niño year, yet with a center of action of the disturbance west of the dateling. The 30－50 day oscillation of the convection travels eastward along the equator, crossing the dateline into the eastern Pacific in the El Niño year and trapped to the west in normal years in general.

Key words convective activity, dual－element state, 30－50 day oscillation, El Niño