

# 热带大气 10~20 天振荡的 大气环流模式数值模拟

李崇银

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

*Ian Smith*

(CSIRO, Division of Atmospheric Research, PBN 1, Mordialloc, VIC 3195, Australia)

**摘 要** 利用大气环流模式对热带大气 10~20 天振荡进行了数值模拟研究, 其结果同观测资料分析基本一致。模式资料的功率谱及动能的分析表明, 10~20 天振荡确实比 30~60 天振荡更突出地存在于热带大气中。同热带大气 30~60 天振荡的结构有些不同, 对于在热带 10~20 天振荡, 除纬向 1 波外, 纬向 2 波也很明显; 流动的斜压结构特征欠佳; 系统以较快速度沿赤道西移。暖 SST 事件对热带大气 10~20 天振荡的影响也进行了模拟, 对结果的比较分析表明, 暖 SST 将使 10~20 天大气振荡减弱, 使其结构更趋正压性。

**关键词** 10~20 天振荡 大气环流模式 数值模拟

## 1 引言

80 年代以来人们都极为重视大气季节内振荡, 尤其是热带大气 30~60 天振荡, 许多研究已经揭示了热带大气 30~60 天振荡的各种特性。事实上, 热带大气中还存在着另一类低频振荡, 人们称其为准双周振荡或 10~20 天振荡。印度季风区 10~20 天振荡的存在已为 Krishnamurt 等<sup>[1]</sup>所指出, 陈于湘<sup>[2]</sup>、陈世训和柯史剑<sup>[3]</sup>又先后指出了西太平洋及东南亚地区 10~20 天振荡的存在。但是, 有关热带大气 10~20 天振荡的结构和活动并未深入研究。最近, 基于 ECMWF 资料 (1980~1988 年) 所作的分析研究表明, 热带大气中 10~20 天振荡的动能比 30~60 天振荡的动能还要大<sup>[4]</sup>, 这说明热带大气 10~20 天振荡对于热带中长期天气过程及预报是极为重要的。

大气环流模式(GCM)已被证明是研究大气运动现象, 包括大气环流及其变化的有效工具。近年来, 热带大气 30~60 天振荡的一些特征已在 GCM 中得到了成功的模拟<sup>[5~7]</sup>。利用 CSIRO 的 GCM(CSIRO-4), 李崇银和 Smith<sup>[8]</sup>模拟研究了热带大气 30~60 天振荡的特征以及暖 SST 事件对它们的影响。本文将用数值模拟方法研究热带大气 10~20 天振荡的各种性质。

CSIRO-4 GCM 是一个 4 层初始方程谱模式 (波数为 21), 它是从 2 层 UCLA / RAND 模式<sup>[9]</sup>改进演变而成的, 垂直分层为  $\sigma=0.9$ 、0.65 以及 0.1, 这里  $\sigma=p/p^*$ ,  $p$  是各层之气压,  $p^*$  是地面气压。在本研究中, 我们主要分析海平面气压场, 以及

对流层低层( $\sigma=0.9$ )和对流层高层( $\sigma=0.1$ )的情况。有关 CSIRO-4 GCM 的更详细情况, 可以参考文献[10]以及[11]的文章。

本研究进行了两个数值模拟试验。其一是用月平均 SST 气候值由 GCM 所作的 1 年时间的数值积分, 我们称其为 CR; 另一个试验是用观测的 1983 年的 SST 所作的 1 年时间积分, 我们称其为 AE。每天的模式输出结果就是我们研究的基本资料。为了消除季节变化的影响, 本文的分析只针对每天的“距平”值进行。每天的“距平”值是每天模式输出值与由 Vondrak 方法<sup>[12,13]</sup>得到的平滑值(平滑参数  $\varepsilon=10^{-14}$ )之差。为了突出 10~20 天大气振荡, 除了功率谱的计算之外, 在研究其结构及活动特征时, 类似研究 30~60 天大气振荡的办法, 也使用了 10~20 天带通滤波技术。本文使用的 10~20 天滤波器的中心频率为 14.5 天, 有 0.5 响应值所对应的频率分别在 10 天和 21 天之处。

## 2 功率谱和动能

前面已经指出, 观测值的分析表明, 热带大气 10~20 天振荡的动能要比热带 30~60 天振荡的动能大得多。用 GCM 所作的数值试验是否也有同样的结果呢? 本节分析在控制试验(CR)中, 模拟资料的功率谱特征, 以及 10~20 天振荡的动能情况。

为了充分揭示热带大气 10~20 天振荡的存在, 根据模式输出的每天“距平”值(未

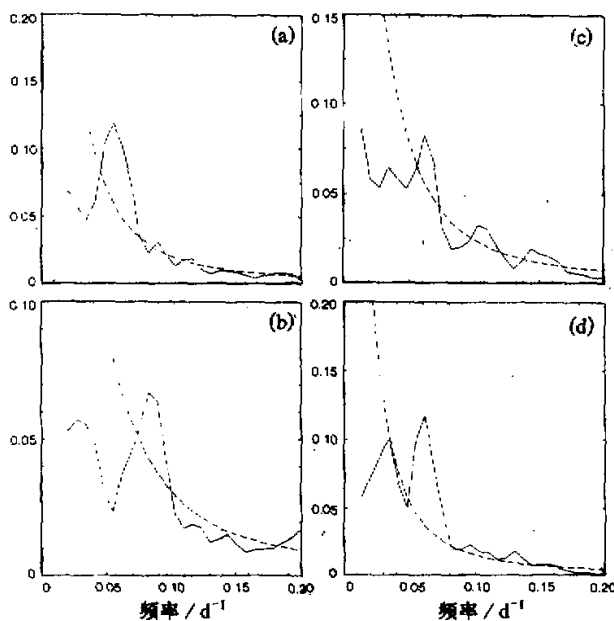


图 1 不同地区各种要素的功率谱

- (a) 南亚地区对流层低层纬向风, (b) 西太平洋热带地区海平面气压,  
(c) 东太平洋热带地区纬向风, (d) 澳大利亚北部对流层高层纬向风  
虚线表示 97.5% 的显著性

采用带通滤波), 分别计算了热带不同地区各种气象要素(如地面气压、风、温度和雨量等)的功率谱。图 1a 给出了南亚地区( $8.0^{\circ}\sim 17.5^{\circ}\text{N}$ ,  $78.75^{\circ}\sim 101.25^{\circ}\text{E}$ ) 对流层低层纬向风分量的功率谱分布, 其虚线表示 97.5% 的显著性。很显然, 在 10~20 天频谱(周期)范围, 功率谱的峰值极其清楚。这表明南亚季风区的大气运动的模式结果也存在着明显的 10~20 天振荡, 同观测资料的分析结果相一致。类似地, 图 1b~1d 分别给出了西太平洋地区( $8.0^{\circ}\sim$

17.5°N, 129.375~151.875°E) 的平均海平面气压、东太平洋热带地区 (8.0~17.5°N, 146.25~123.75°W) 的对流层低层纬向风以及澳大利亚北部地区 (11.1~17.5°S, 123.75~146.25°E) 的对流层高层纬向风的功率谱。由于篇幅限制, 这里不能给出全部的功率谱的计算结果, 但无论何种情况, 在 10~20 天周期范围都有功率谱的主要谱峰存在。这表明在热带大气中 10~20 天振荡普遍存在, 而且比 30~60 天振荡更显著。

根据模式输出的纬向风( $u$ )和经向风( $v$ )的 10~20 天带通滤波结果, 可以方便地计算出 10~20 天振荡的动能, 从而讨论热带大气中 10~20 天振荡的活动特征。为简便起见, 我们分别计算了热带 (11.1°S~11.1°N) 地区平均的模拟第 175 天、180 天和 185 天 10~20 天振荡的动能分布, 以及模拟第 340 天、345 天和 350 天 10~20 天振荡的动能分布。前面三天及后面三天各有着大致相近的分布特征, 它们在一定意义上可以分别表示夏季和冬季的情况。图 2 和图 3 中分别给出的是模拟第 185 天 (相当于 7 月 5 日) 和模式第 345 天 (相当于 12 月 15 日) 热带 10~20 天振荡动能的经度分布。从这两个图不难发现这样一些特征: 对流层高层比低层的动能更大, 但对流层高低层动能的大值区并不一致; 10~20 天振荡动能在北半球夏季比冬季更强, 尤其是在对流层高层; 热带 10~20 天振荡的动能最大值区在赤道东大西洋地区 (尤其是对流层高层) 和赤道西

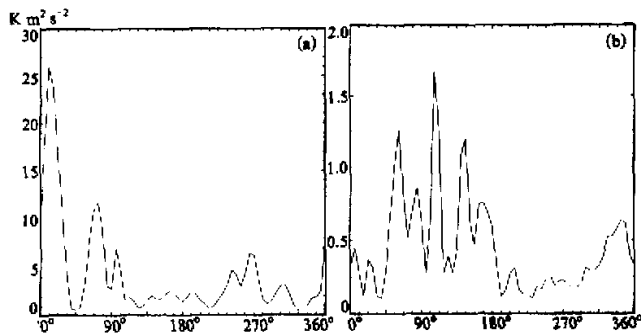


图 2 在控制试验中, 模拟第 185 天 (相当于 7 月 5 日) 热带 (11.1°S~11.1°N) 10~20 天振荡动能( $K$ ) 的经度分布

(a) 对流层高层, (b) 对流层低层

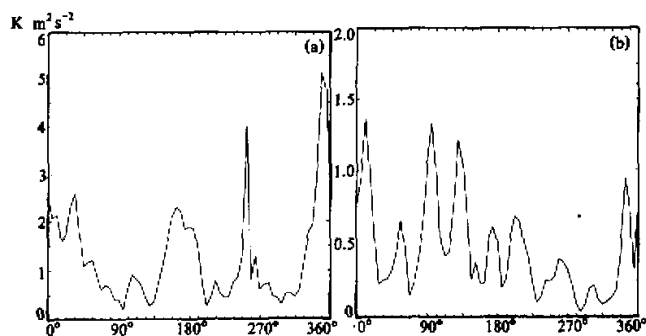


图 3 同图 2, 但为模拟第 345 天 (相当于 12 月 15 日) 的情况

太平洋及南亚地区 (尤其是对流层低层)。

与在同一控制试验中热带大气 30~60 天振荡的动能相比较, 模拟的 10~20 天振荡的动能大于模拟的 30~60 天振荡的动能, 尤其是在北半球夏季。表 1 给出了模拟的热带地区 10~20 天振荡与 30~60 天振荡的纬向平均动能值的比较。很显然, 热带 10~20 天振荡的动能更大, 尤其是在北半球夏季, 这表明在热带大气中, 10~20 天振荡更为重要。GCM 的模拟结果同观测资料的分析结果完全一致。

表 1 热带 (11.1°S~11.1°N) 地区模拟的对流层高层 10~20 天振荡  
和 30~60 天振荡的纬向平均动能值比较

|           | 北半球夏季<br>(第 175 天、180 天和 185 天平均) | 北半球冬季<br>(第 340 天、345 天和 350 天平均) |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 10~20 天振荡 | 5.69 $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$   | 1.85 $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$   |
| 30~60 天振荡 | 1.32 $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$   | 1.74 $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$   |

由上述分析讨论可以初步认为, GCM 的数值模拟得到了热带大气中的 10~20 天振荡, 且同观测资料结果有类似特征。进一步还可以得到如下几点结论:

(1) 10~20 天振荡是热带大气环流的一个显著特征, 它比 30~60 天振荡显得更为重要, 尤其是在北半球夏季。

(2) 同热带大气 30~60 天振荡在北半球冬季略强于夏季不同, 热带 10~20 天振荡在夏季明显强于冬季。

(3) 在赤道附近地区, 最强的 10~20 天大气振荡位于赤道东大西洋 (尤其在对流层高层), 以及赤道西太平洋和南亚 (尤其在对流层低层)。

### 3 结构和纬向传播

观测资料的分析 and 数值模拟都表明, 热带 30~60 天振荡在风场以及气压 (位势高度) 场上都主要表现为纬向 1 波特征; 垂直结构为斜压特性, 对流层高层和低层反相很清楚。本节我们先讨论模拟得到的热带大气 10~20 天振荡的结构特征。尽管在振幅及位相上彼此并不都一样, 然而模拟第 175 天、180 天和 185 天的 10~20 天振荡在结构上主要表现出大体相近的特征, 而模拟第 340 天、345 天和 350 天的 10~20 天振荡在其结构上也表现出大体相近的特征。因此, 这里仍用第 185 天和第 345 天的模拟结果来分析 10~20 天振荡的结构特征。图 4 是模拟的 10~20 天振荡的海平面气压和对流层高层温度 (位势高度) 的经向分布。虽未作谱谱分析, 但在图 4a 中可清楚地看到, 地面气压 (实线) 和高层温度 (虚线) 都表现为以纬向 1 波的扰动为主, 而且这种 1 波扰动具有相当的斜压结构特征。在图 4b 中, 实线亦表现为纬向 1 波扰动为主, 但虚线既有纬向 1 波也有纬向 2 波扰动; 对纬向 1 波扰动来讲, 也表现出斜压结构特征。因此, 热带大气 10~20 天振荡在气压场 (位势高度场) 上虽主要表现为纬向 1 波扰动为主, 同热带大气 30~60 天振荡在一定程度上有类似性, 但是对流层高层和低层也存在着结构的不一致性。

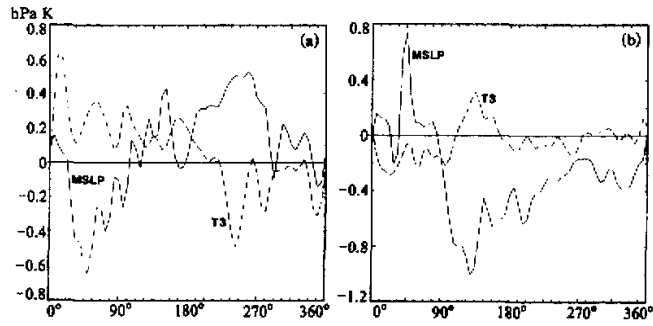


图 4 控制试验得到的热带 ( $11.1^{\circ}\text{S}\sim 11.1^{\circ}\text{N}$ ) 10~20 天带通滤波的海平面气压 (实线) 和对流层高层温度 (虚线) 的经度分布

(a) 模拟第 185 天 (相当于 7 月 5 日) 的结果, (b) 模拟第 345 天 (相当于 12 月 15 日) 的结果

对于 10~20 天振荡的风场, 其情况更与热带大气 30~60 天振荡不同。无论是纬向风还是经向风分量都没有明显的斜压结构特征, 也并不以纬向 1 波扰动为主。图 5 给出了对流层高层和低层纬向风的经度分布, 可以看到, 除了纬向 1 波外, 纬向 2 波也很突出; 在垂直方向也并不完全表现为斜压结构, 而是斜压结构和正压结构同时存在于不同地区。

根据上述模拟的 10~20 天振荡在气压场和风场上所表征的结构特征, 热带 10~20 天振荡既有同热带 30~60 天振荡相似的地方, 更有着明显不同之处。同观测资料的分析结果大体一致, 模拟结果也清楚地表明, 10~20 天振荡是热带大气中的另一类低频振荡。

许多有关热带大气 30~60 天振荡的研究都已指出, 这种振荡在风场上主要表现为纬向风的变化。但是, 本文的模拟试验表明 (图 6), 对热带大气 10~20 天振荡来讲,

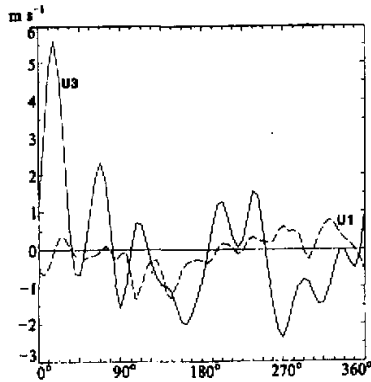


图 5 控制试验中得到的第 185 天 (相当于 7 月 5 日) 热带 ( $11.1^{\circ}\text{S}\sim 11.1^{\circ}\text{N}$ ) 地区 10~20 天带通滤波的对流层高层 (实线) 和低层 (虚线) 的纬向风经度分布

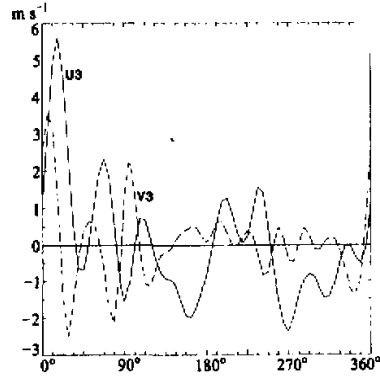


图 6 控制试验中得到的模拟第 185 天时热带地区 ( $11.1^{\circ}\text{S}\sim 11.1^{\circ}\text{N}$ ) 10~20 天带通滤波的对流层高层纬向风 (实线) 和经向风 (虚线) 的经度分布

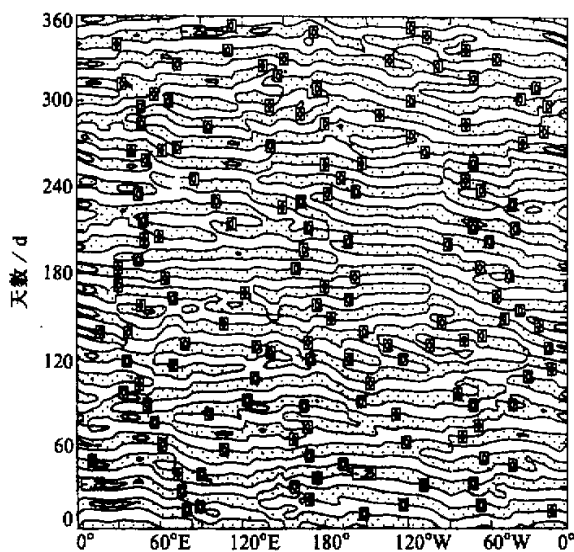


图7 控制试验得到的热带(11.1°S~11.1°N)大气10~20天带通滤波对流层低层纬向风的时间-经度剖面

图中阴影区表东风,等值线间隔为 $1\text{ m s}^{-1}$

向西移动是比较清楚的。图8所示的对流层高层的情况则更清楚地表明了10~20天振荡主要向西传播的特征。因此,数值模拟得到的热带大气10~20天振荡同观测到的10~20天振荡有基本相同的传播特性。同热带大气30~60天振荡主要表现为缓慢东移不一样,热带10~20天振荡主要表现为较快地向西传播。在分析动能的时间演变时,同样可以看到热带大气10~20天振荡的这种西移特征。

基于上述有关热带大气10~20天振荡的模拟结构和传播特征的分析,可以初步认为,热带大气10~20天振荡的动力学机制可能同30~60

经向风一样有着极为明显的反映,其振幅近于相同。这可能是热带大气10~20天振荡同30~60天振荡的又一重要差异。

对热带大气10~20天振荡的纬向传播的资料分析表明,虽然也存在着向东传播的情况,但10~20天振荡主要表现为向西的传播特征。数值模拟的热带10~20天振荡如何传播呢?图7和图8分别给出了10~20天振荡的对流层低层纬向风和对流层高层温度的时间-经度剖面。在图7所示的对流层低层,除了夏季在西半球其振荡的传播不明显,有时还向东传播之外,热带大气10~20天振荡主要表现为

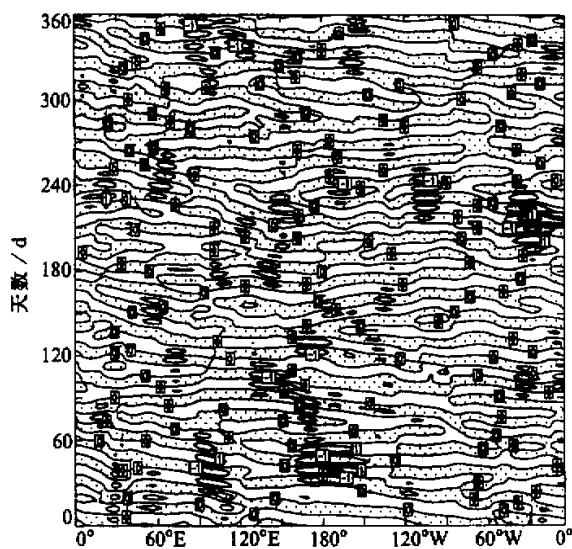


图8 控制试验得到的热带(11.1°S~11.1°N)大气10~20天带通滤波的对流层高层温度的时间-经度剖面

图中阴影区表低温,等值线间隔为 $0.25^{\circ}\text{C}$

天振荡有些不同。对于热带大气的 30~60 天振荡来讲, CISK-Kelvin 和 CISK-Rossby 波已被认为是重要驱动机制。但对于热带大气 10~20 天振荡而论, 因其经向风分量同等重要, CISK-Kelvin 波可认为是不重要的。为了解释印度季风活动中的 10~20 天振荡, Krishnamurti 强调了云和辐射相互作用的重要性; 而 Webster<sup>[14]</sup>却认为同地面水文因素的影响有关。关于全球热带大气中 10~20 天振荡的一般动力学理论, 显然还是一个尚待研究的课题。

4 暖海表水温的影响

一系列的研究已经指出, ENSO 对大气环流尤其是对热带大气系统有重要的影响。例如, El Nino 事件对热带风场<sup>[15,16]</sup>、降水<sup>[17,18]</sup>和西太平洋台风活动<sup>[19]</sup>都有明显影响。暖 SST 异常对热带大气 30~60 天振荡的影响, 我们已在另一文章中进行了讨论。这里将通过对一个异常试验结果的分析来讨论暖 SST 对热带大气 10~20 天振荡的影响。在这个异常试验中, 控制试验所用的气候平均 SST 用 1983 年观测的 SST 代替。大家知道, 1982 年夏季开始发生了本世纪最强的 El Nino 事件, 直到 1983 年 6~8 月, 赤道东太平洋的 SST 异常还有 4°C 以上。因此, 这个异常试验在一定程度上可以反映 El Nino 期间的大气环流状况。这个异常试验与控制试验的比较将表明暖 SST 异常对热带大气环流以及对 10~20 天振荡的影响。

为了便于与控制试验结果比较, 下面都用与控制试验同时时间的异常试验结果进行分析。图 9 给出了异常试验中(AE)模拟的热带 10~20 天振荡的动能在对流层高层和低层的经度分布情况。与图 2 所示的结果进行比较可以清楚地看到, 在异常试验中热带大气 10~20 天振荡的动能明显地减少了, 尤其是在对流层高层。表 2 给出了异常试验第 175 天、180 天和 185 天平均的纬向平均动能, 以及试验第 340 天、345 天和 350 天平均的纬向平均动能, 它们分别可表示夏季和冬季的情况。为了对比, 表 2 中再次列出了控制试验中的相应动能值。很显然, 在异常试验中热带大气 10~20 天振荡动能的减少也是很明显的。因此, 同影响热带大气 30~60 天振荡的情况类似。暖 SST 异常可以明显减弱热带大气的 10~20 天振荡。

表 2 控制试验和异常试验中模拟的热带 (11.1°S~11.1°N) 大气 10~20 天振荡动能的纬向平均值 (对流层高层)

|      | 北半球夏季<br>(第 175 天、180 天和 185 天平均)   | 北半球冬季<br>(第 340 天、345 天和 350 天平均)   |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 控制试验 | 5.69 m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> | 1.85 m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> |
| 异常试验 | 2.71 m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> | 0.92 m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> |

暖 SST 异常不仅减弱热带大气 10~20 天振荡的强度, 还明显影响其结构, 使得 10~20 天振荡在垂直结构上更趋正压。图 10 是异常试验中得到的 10~20 天振荡的海平面气压、对流层高层温度以及对流层高层和低层纬向风的经度分布。同相应的控制试验的结果 (图 4 和图 5) 进行比较, 可以清楚地看到, 在异常试验中热带大气 10~20 天振荡在垂直结构上正压性表现得更为明显。

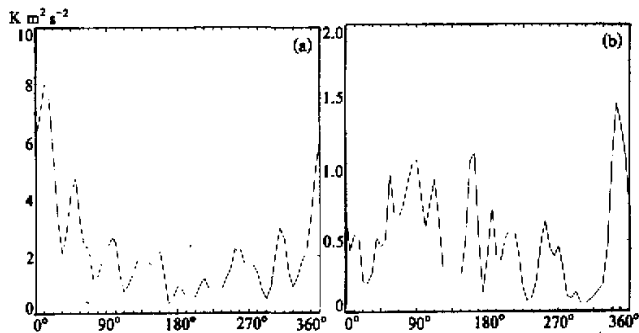


图9 同图2, 但为异常试验之结果

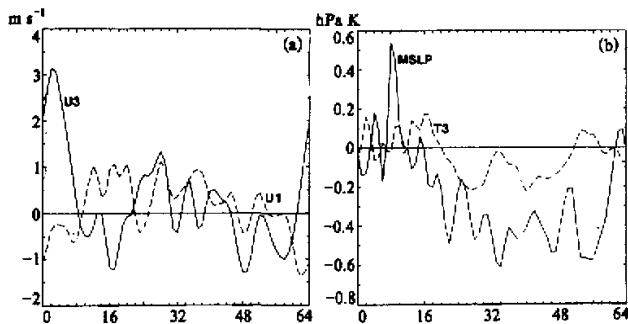


图10 异常试验得到的第185天热带10~20天振荡的结构特征

(a) 地面气压(实线)和对流层高层温度(虚线)的经度分布,

(b) 对流层高层(实线)和低层(虚线)纬向风分量原经度分布

关于对纬向传播的影响, 异常试验结果表明, 暖 SST 异常将得到热带大气 10~20 天振荡的西移速度略为减慢(图略)。

## 5 结语

在本研究中, 我们用 GCM 比较成功地模拟了热带大气中的 10~20 天振荡, 它们的结构和活动都同观测结果有基本类似的特征。无疑用 GCM 进行数值模拟试验也是研究这类系统的有效途径之一。

对模拟结果进行的功率谱和扰动动能的分析表明, 10~20 天振荡是热带大气中的另一类显著的低频系统, 而且它比热带大气 30~60 天振荡更为突出和重要。

虽然热带大气 10~20 天振荡在气压场(位势高度场)的结构同 30~60 天振荡有一定类似的特征, 但也有明显差异, 尤其是风场的结构。归纳起来, 热带 10~20 天振荡同 30~60 天振荡间的差异表现为: 热带大气 10~20 天振荡的斜压性不是很明显, 兼有正压特征, 纬向 2 波的扰动也相当突出; 同纬向风分量一样, 10~20 天振荡的经向风分量也很重要; 热带 10~20 天振荡在北半球夏季比在北半球冬季明显强, 热带 10~20

天振荡主要表现为向西传播。

已有的研究指出, 对流凝结的反馈对于激发热带大气 30~60 天振荡是很重要的。对于热带大气 10~20 天的振荡来讲, 对流凝结加热也可能有一定的重要性, 但 CISK-Kelvin 波显然对于驱动 10~20 天振荡并不重要, 因为热带大气 10~20 天振荡在经向风上表现也很显著, 而且主要为向西传播。有关热带大气 10~20 天振荡的动力学问题包括其与热带 30~60 天振荡的关系和相互作用, 有待进一步研究。

在 El Nino 条件下 (赤道东太平洋有暖 SST 异常), 热带大气的 10~20 天振荡会被明显削弱, 其结构也更趋于正压性。一些理论研究表明, 外源强迫比较有利于在大气中激发正压不稳定模, 将暖 SST 异常视为大气的一种外源强迫, 也将有利于在大气中激发产生正压不稳定模, 这可能是 El Nino 条件下热带 10~20 天振荡的结构更趋于正压的原因。然而, 为什么在 El Nino 条件下热带 10~20 天振荡的强度会被削弱, 还是一个尚难回答的理论问题。

本文是首次用 GCM 对热带大气 10~20 天振荡进行数值模拟研究, 其结果虽然同观测分析相当一致, 但一些结论还是初步的, 有待用另外的 GCM 作进一步模拟验证。

**致 谢:** 本研究是李崇银根据中国科学院和澳大利亚科学院的交流计划, 短期访问澳大利亚 CSIRO 大气研究部(DAR)期间完成的研究工作之一。作者感谢中、澳两国科学院为这次访问及所的安排; 同时感谢 CSIRO-DAR 为这次访问及研究工作所提供的一切方便。DAR 的 Suppiah 博士提供了谱分析程序, 方便了研究的进行, 作者亦表示感谢。

#### 参 考 文 献

- 1 Krishnamurti, T.N. et al., 1976, Oscillation of a monsoon system, Part I: Observational aspects, *J. Atmos. Sci.*, **33**, 1937~1954.
- 2 陈于湘, 1980, 夏季西太平洋越赤道气流的谱分析, *大气科学*, **4** 卷, 4 期, 363~368.
- 3 陈世训, 柯史钊, 1983, 季风区热带环流的振荡与季风辐合带, *全国热带季风学术会议论文集*, 218~231, 云南人民出版社.
- 4 李崇银、周亚萍, 1995, 热带大气中的准双周(10~20 天)振荡, *大气科学*, **19**(4), 435~444.
- 5 Hayashi Y. and D.G. Golder, 1986, Tropical intraseasonal oscillations appearing in a GFDL general circulation model and FGGE data, Part I: Phase propagation, *J. Atmos. Sci.*, **43**, 3058~3067.
- 6 Hayashi Y. and D.G. Golder, 1988, Tropical intraseasonal oscillations appearing in a GFDL general circulation model and FGGE data, Part II: Structure, *J. Atmos. Sci.*, **45**, 3017~3033.
- 7 Slingo, J.M. and R.A. Madden, 1991, Characteristics of the tropical intraseasonal oscillation in the NCAR community climate model, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **117**, 1129~1170.
- 8 Li Chongyin and I.N. Smith, 1995, Numerical Simulation of the tropical intraseasonal oscillation and the effect of warm SSTs, *Acta Meteorologica Sinica*, **9**, 1~13.
- 9 Gates, W.L., E.S. Batten, A.B. Kahle and A.B. Nelson, 1971, A documentation of the Mintz Arakawa two-level atmospheric general circulation model, The Rand Corporation, Santa Monica, California, (R-877-ARPA).
- 10 Hunt, B.G. and H.B. Gordon, 1989, Diurnally varying regional climatic simulations, *Inter. Journal of Climatology*, **9**, 331~356.
- 11 Gordon, H.B. and B.G. Hunt, 1991, Droughts, floods sea-surface temperature anomalies, *Inter. Journal of Climatology*, **11**, 347~365.
- 12 Vondrak, J., 1969, Problem of amoothing observational data, *Bull. Astron. Inst. Czech.*, **20**(6), 349.
- 13 Vondrak, J., 1977, Problem of amoothing observational data II, *Bull. Astron. Inst. Czech.*, **28**(2), 84.

- 14 Webster, P.J., 1983, Mechanics of monsoon low-frequency variability: Surface hydrological effects, *J. Atmos. Sci.*, **40**, 211~2124.
- 15 Arkin, P.A., 1982, The relationship between interannual variability the 200 mb tropical wind field and the Southern Oscillation, *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 1393~1406.
- 16 Rasmusson, E.M. et al., 1982, Variations of tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation / El Nino, *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 354~384.
- 17 Shukla, J. and D.A. Paolino, 1983, The Southern Oscillation, and long range forecasting of the summer monsoon rainfall over India, *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 1830~1837.
- 18 Ropelewski C.F. and M.S. Halpert, 1987, Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino / Southern Oscillation, *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1606~1626.
- 19 Li Chongyin, 1988, Actions of typhoons over the western Pacific (including the South China Sea) and El Nino, *Advances in Atmospheric Sciences*, **5**, 107~115.

## Numerical Simulation of the Tropical Atmospheric 10~20 Day Oscillation with a General Circulation Model

Li Chongyin

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Ian Smith

(Centre for Drought Research, CSIRO Division of Atmospheric Research

PBN 1, Mordialloc, Victoria, 3195, Australia)

**Abstract** An atmospheric general circulation model is used to simulate the tropical 10~20 day atmospheric oscillation. The results are consistent with observations in several respects indicating that numerical experimentation may be a productive way to study this type of low frequency oscillation.

Analyses of the power spectra and kinetic energy show that in the tropical atmosphere, the simulated 10~20 day oscillation is markedly distinct from the simulated 30~60 day oscillation. There are, however, differences in the structure between both oscillations in the tropical atmosphere. The 10~20 day oscillation exhibits zonal wavenumber 2 features in addition to wavenumber 1. The flow field is less baroclinic and it tends to propagate westward at a faster rate along the equator.

The influence of warm sea surface temperatures on the tropical 10~20 day oscillation is also simulated by prescribing global SSTs as observed during 1983 and comparing the results with those from an integration using observed, climatological SSTs. The simulated oscillation is found to be weaker, with a more barotropic vertical structure.

**Key words** 10~20 day oscillation    general circulation model    numerical simulation