

大气中的季节内振荡

李 崇 银

(LASG, 中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文依据最新的分析研究结果,系统地讨论了大气中的季节内(30—60天)振荡.内容包括大气季节内振荡的全球分布特征;热带大气30—60天振荡的基本特征;中高纬度大气30—60天振荡;热带和中高纬度大气30—60天振荡的相互影响;以及大气季节内振荡的动力学机制.

本文不仅对热带大气30—60天振荡提出了一些新的研究结果,特别是关于中高纬度大气30—60天振荡的讨论,以及关于热带和中高纬度大气30—60天振荡主要通过低频波列相互联系和相互影响的研究,将使我们大气季节内振荡有比较全面的认识.

关键词: 大气季节内振荡;传播规律;结构特征.

一、前 言

大气中的季节内振荡(intraseasonal oscillation),即大气中的30—60天低频振荡,由于直接同长期天气变化和短期气候异常有着密切关系,近年来一直受到广大气象学家高度重视,成为大气科学重要前沿研究课题之一.

大气中的季节内振荡最先是在热带地区发现的,1971年Madden等发现热带太平洋地区的纬向风有40—50天周期性振荡现象^[1],其后他们又证明这种纬向风的40—50天准周期振荡在全球热带地区都存在^[2].1979年在分析北半球夏季季风区的云量变化时,Yasunari发现云量也存在着30—40天的周期变化特征^[3].

1979年在南亚地区进行的季风试验(MONEX),对于大气中季节内振荡的研究具有重要意义.因为通过MONEX资料的分析,Krishnamurti等以及Murakami等先后指出了南亚夏季风的活动存在着30—50天周期振荡,并得到了这种周期振荡的一些基本活动规律^[4,5].其后,有关热带大气中30—60天振荡的研究蓬勃开展,不仅把30—60天振荡作为热带大气运动的准周期变化现象,而且视其为大气运动的一种实体(系统),研究其传播规律和结构特征.例如,K.M.Lau等^[6,7]以及Murakami等^[8,9]利用卫星得到的射出长波辐射资料(OLR)进一步研究了热带大气30—60天振荡的传播特性;N.C.Lau和K.M.Lau还用GFDL谱模式的12年模式输出结果讨论了热带大气30—60天振荡的三维结构和时间演变特征^[10].

关于中高纬度地区 30—60 天大气低频振荡的存在, Anderson 在研究纬向平均西风角动量的向北输送时已经指出^[11], 张可苏^[12]和李崇银等^[13]进一步研究了它的存在及活动。

总之, 大气中的 30—60 天振荡, 特别是热带大气中的季节内振荡, 国内外已有一系列研究, 人们对其已有相当了解。但是, 关于大气中 30—60 天振荡的结构和传播特征, 特别是中高纬度大气的 30—60 天振荡; 关于 30—60 天振荡的动力学机制等问题, 尚未完全清楚。最近, 我们对大气中的 30—60 天振荡进行了系统的研究, 取得了许多有意义的新认识, 本文将对此作些介绍。同时, 为了全面和完整的了解, 文中也将涉及一部分有代表性的已有结果。

二、全球分布特征

大气中的季节内振荡最先在热带发现, 有关研究也以热带大气的 30—60 天振荡为最多。但是, 整个地球大气中都存在着 30—60 天振荡, 已成为普遍承认的事实。那么, 大气中 30—60 天振荡的活动有什么全球性特征呢? 或者说它们有什么分布特征呢?

扰动动能是描写扰动活动的重要物理量, 为了讨论各地大气 30—60 天振荡的情况, 利用 30—60 天带通滤波的 u 和 v 分量分别计算了 850、500 和 200hPa 上 30—60 天振荡的扰动动能分布。图 1 给出了 1981 年 1 月(上图)和 7 月(下图)平均的扰动动能纬向平均值的纬度分布情况。很显然, 以纬向平均而论, 在赤道附近地区、60°N 以北和南半球的 20—45°S 地区分别有 30—60 天振荡的较大扰动动能。在 20—40°N 纬度带, 30—60 天振荡的扰动动能最小。上述三个纬带有较大扰动动能, 说明那里有较强的 30—60 天大气振荡的活动。

后面我们将要指出, 积云对流加热的反馈作用是激发热带大气 30—60 天振荡的重要机制。热带地区有最强的积云对流活动, 这可能是导致平均来讲赤道附近地区有较大 30—60 天振荡动能的原因。为什么北半球高纬度地区和南半球 20—45°S 地区也有较大的 30—60 天振荡动能, 尚无人讨论过, 估计同大气运动的非线性过程有关, 有待深入探讨。

图 2 是 500hPa 上沿赤道和 15°N 纬圈的扰动动能经度分布情况。可以看到, 较大的

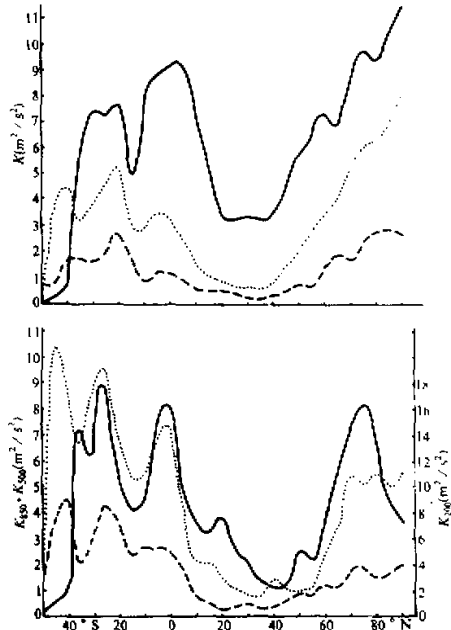


图 1 30—60 天大气振荡纬向平均扰动动能(K)的纬度分布

上图为 1981 年 1 月平均, 下图为 1981 年 7 月平均; 实线、点线和虚线分别表示 200、500 和 850hPa 的情况

扰动动能出现在 40°E — 110°E , 140°E — 170°E 和 170°W — 90°W 三个地区, 分别表明在印度洋、中—西太平洋和东太平洋的赤道附近地区有较强的 30—60 天大气振荡活动. 已有的研究针对南亚季风区和西太平洋地区比较多, 对赤道东太平洋地区 30—60 天振荡注意不够. 该地区有最强的振荡动能, 表明那里有强的 30—60 天大气振荡的活动. 这是否同该地区有最强的 SST 的变化有关, 尚待进一步研究.

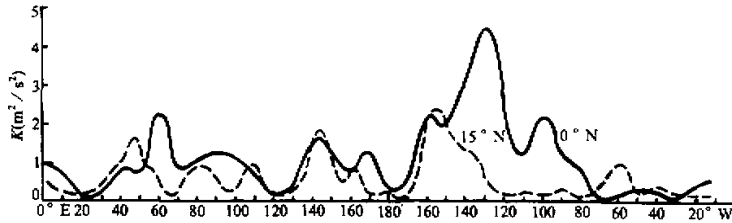


图 2. 1981 年 1 月平均的 500hPa 赤道附近地区 30—60 天振荡动能 (K) 的经度分布

实线和虚线分别表示赤道和 15°N 的情况

需要指出, 本节虽然给出的只是 1981 年的结果, 但因为其他年份也有相近的振荡动能的分布形势, 本节的结果基本上反映了大气中 30—60 天振荡的全球分布特征.

三、热带大气 30—60 天振荡的基本特征

关于热带大气中的 30—60 天振荡, 经过一系列的研究, 人们对它已有了相当的认识. 归纳起来, 已知的热带大气 30—60 天振荡的基本特征可以简述如下:

热带大气中的 30—60 天振荡其纬向尺度主要表现为纬向 1 波或 2 波的扰动;

热带大气中的 30—60 天振荡主要表现为沿赤道的缓慢向东传播;

30—60 天纬向风异常在对流层低层和对流层高层几乎是反相的, 表现出明显的“斜压”结构特征;

在南亚和东亚夏季季风期, 30—60 天振荡有明显向北传播的特征.

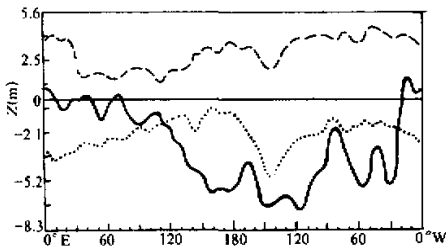


图 3 30—60 天带通滤波的 10°S — 0° 纬带位势高度扰动 (Z) 的经度分布

实线、点线和虚线分别为 200, 500 和 850hPa 的情况

有清楚的“斜压”垂直结构特征.

利用带通滤波的 u , v 分量, 分别计算得到 30—60 天振荡的涡度场和散度场可以进一

尽管已有上述了解, 但是对于热带大气 30—60 天振荡及其活动的认识并非都很清楚. 最近我们的分析研究又得到了一些新的有意义的结果.

图 3 是 10°S — 0° 纬带 30—60 天带通滤波的位势高度经度剖面, 表现的是某一个振荡位相时的情况, 但可说明 30—60 天振荡的一般特性. 很明显, 热带大气 30—60 天振荡在高度场上也主要表现为纬向 1 波; 同时 200hPa 脊(槽)基本上对应着 850hPa 的槽(脊),

步反映某些特性.图 4 给出的是在 2 个位相时刻 30—60 天振荡的散度经度剖面.非常清楚,无论是在哪个相位,也无论哪个等压面上,热带大气 30—60 天振荡的散度扰动空间尺度都比较小.不仅纬向波数 1 的扰动不清楚,就是纬向波数为 4—6 的扰动也难看到.散度场所反映的扰动其空间尺度似乎同热带超级云团相近,表明热带超级云团的活动对于热带大气 30—60 天振荡可能有极为重要的意义.

与散度有些不同,热带大气 30—60 天振荡的涡度剖面(图略)表明,虽然在涡度场上纬向 1 波有一定重要性,但并不占绝对优势,而与纬向 4—6 波有相当的振幅大小.另外,涡度场也没有表现出对流层上下层反相的所谓“斜压”特征,更清楚地表现为深厚涡旋系统的上下一致性.

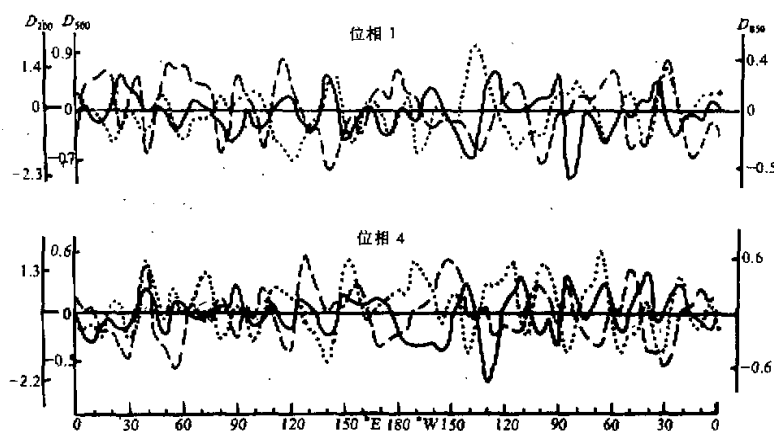


图 4. 1980—1981 年冬半年 10°S — 0° 纬带 30—60 天振荡散度场(D)的经度分布

实线、点线和虚线分别代表 200、500 和 850hPa

本文的分析揭露出热带大气 30—60 天振荡的散度场主要表现为较小的同超级云团相近的空间尺度,这与已有研究中用 OLR 资料所得结果以及文献[14]中图 1 给出的 850hPa 散度的时间—经度剖面所表示的特征相类似.但是,同一些用 EOF 方法研究速度势的结果有明显不同,速度势的 EOF 展开第 1 和第 2 分量往往表现为纬向 1 波或 2 波.热带大气 30—60 天振荡的涡度场也并不为纬向 1 波的扰动占控制地位.这样看来,不同的物理量,哪怕是有密切关系的两个物理量(例如散度和速度势),所反映的热带大气 30—60 天振荡在空间尺度上也有不一致,这可能从一个侧面说明了时间尺度为 30—60 天的热带大气振荡系统在空间尺度上并不相同,即既包括纬向 1 波的扰动,也包括热带超级云团.

关于热带大气 30—60 天振荡的纬向传播,我们的分析表明,它们并非都是完全向东的,也有向西的情况.图 5 给出了 1981 年夏半年 10°S — 0° 平均的带通滤波的位势高度经度剖面.从图中虚线反映的 850hPa 情况看,无论在哪个振荡位相,振荡确为纬向 1 波主要控制.但从各个位相的演变可以看到,纬向 1 波所代表的振荡是明显西移的,其 1 波的脊区在 1、3、5 和 7 位相时分别处于 120°W — 30°E , 60°E — 70°W , 40°E — 150°W

和 30°W — 120°E 地区.图中实线所反映的 200hPa 情况表明,其高度扰动的纬向 1 波(不占控制地位)是缓慢东移的;而且,200hPa 上还有明显的较小尺度的扰动,它们并不随纬向 1 波东移,相反却向西传播.

因此,把热带大气 30—60 天振荡的纬向传播仅简单地归纳为缓慢向东似乎欠妥.因

为对于纬向 1 波来讲,既有东移情况,也有西传的不少例子;热带大气 30—60 天振荡的纬向传播并非对流层上下层都一致,存在着彼此反向的情况;热带大气 30—60 天振荡还包含着一些空间尺度较小的扰动,而它们的传播也并不与纬向 1 波完全一致.有关热带大气 30—60 天振荡的纬向传播还是一个未完全弄清的复杂问题,控制纬向传播的物理机制更待进一步研究.

Krishnamurti 等分析 MONEX 资料指出,热带大气 30—60 天振荡有向北传播的现象.根据 ECMWF 资料的分析,我们发现在热带不同地区,30—60 天振荡可以有不同的经向传播特征.在南亚 30°N 以南 30—60 天大气振荡是向北传播的,同过去的结论一致,但在 130°E 的热带地区既有向北也有向南传播的情况,且以向南传播占主要.有关热带大气 30—60 天振

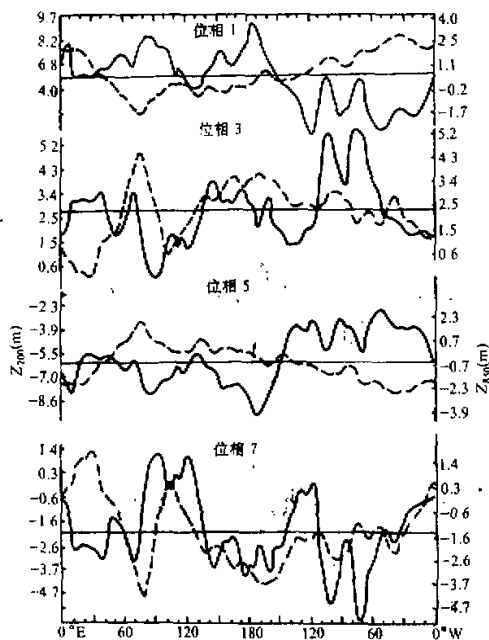


图 5 30—60 天带通滤波的 1981 年夏半年 10°S — 0° 纬带的 200hPa (实线) 和 850hPa (虚线) 位势高度扰动 (Z) 的经度分布

荡的经向传播问题,我们还将在下节结合中高纬度大气 30—60 天振荡的经向传播作进一步讨论.

四、中高纬度大气的 30—60 天振荡

Anderson 等曾指出中高纬度地区大气角动量的输送也存在 40—50 天振荡;张可苏计算 30hPa 上 80°N 与 40°N 纬度间的温度差和高度差的功率谱也清楚表明中高纬度大气准 45 天周期振荡的存在;作者等计算 40° — 60°N 纬带 500hPa 环流指数的功率谱也发现有 30—50 天振荡存在.研究热带大气 30—60 天振荡许多人用风场资料进行分析,是否中高纬度的风场演变也有 30—60 天振荡呢?图 6 是 120° — 140°E , 30° — 40°N 地区(相当于东亚急流区)200 和 850hPa 上 u 分量的功率谱.很清楚,无论 200hPa 还是 850hPa 都在 40 天左右有一明显谱峰,表明了中纬度地区 30—60 天振荡的存在.

中高纬度大气 30—60 天振荡在垂直结构上有什么特征呢?为研究这个问题,在 30

—60 天带通滤波的基础上,我们对冬半年(11月—4月)和夏半年(5—10月)的振荡高度场分别按不同振荡位相进行合成分析,图 7 给出的是某一位相时刻冬半年(右)和夏半年(左)位势高度扰动(Z)的经度分布情况。图中实线、点线和虚线分别表示 200, 500 和 850hPa, 三条曲线的比较可以清楚地看到,对流层上层和对流层低层的槽(脊)基本上有着一致的分布,表现了清楚的正压垂直结构特征。只是在夏半年的东亚地区(左下图)才可以看到对流层上层和下层反相的“斜压”结构出现,这正是那里夏季风活动具有热带大气性质的反映。

由图 7 我们还可以看到,中高纬度大气 30—60 天振荡的纬向尺度也同热带地区有些差异。在热带地区,30—60 天振荡的位势高度主要表现为纬向 1 波,而中高纬度地区的振荡位势高度扰动并不完全以纬向 1 级为主。中纬度地区 30—60 天振荡的高度扰动主要为 1—4 波,纬向 3 波甚至更为突出;高纬大气 30—60 天振荡的高度扰动在冬半年以纬向 1 波和 2 波为主,夏半年以纬向 2 波和 3 波为主。

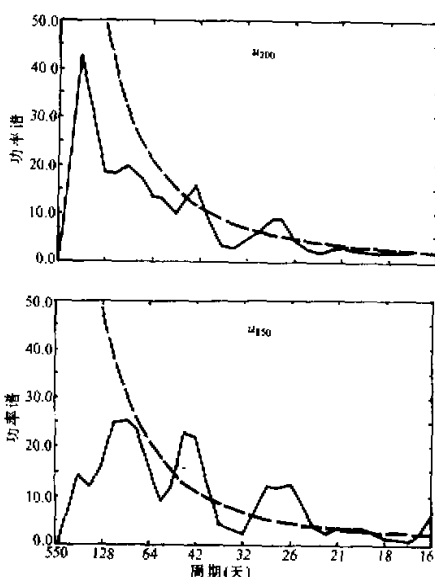


图 6 东亚(30—40°N, 120—140°E)地区纬向风演变的功率谱

虚线表示 95% 的置信度

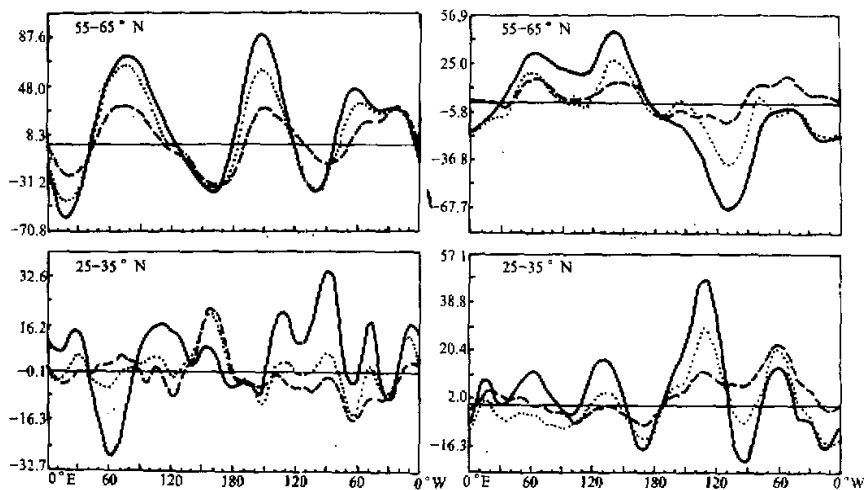


图 7 北半球中高纬度地区冬半年(右)和夏半年(左)30—60 天带通滤波的位势高度扰动(Z)在其某振荡位相时的经度分布

实线、点线和虚线分别表示 200, 500 和 850hPa

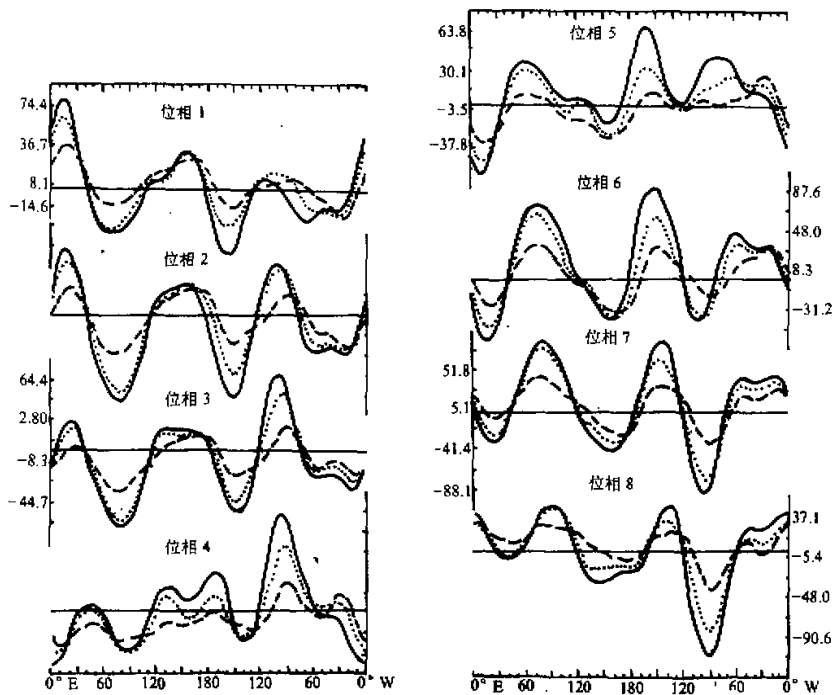


图 8 夏半年 $55-65^{\circ}\text{N}$ 纬带 30—60 天振荡的位势高度扰动经向分布的演变

同位势高度的扰动类似,中高纬度地区 30—60 天振荡的涡度场在垂直方向也有近乎

上下一致的分布,反映了振荡的正压扰动特征(图略).中高纬度地区 30—60 天大气振荡的涡度和散度的纬向尺度相对于位势高度扰动的尺度都要小一些.但是,同热带大气 30—60 天振荡的涡度和散度的纬向尺度相比要大,即大气 30—60 天振荡的涡度和散度的纬向尺度是随纬度而增大的.同时,中高纬度地区涡度和散度同位势高度扰动的配合比较好一些,主要槽区有主要正涡度区相对应.

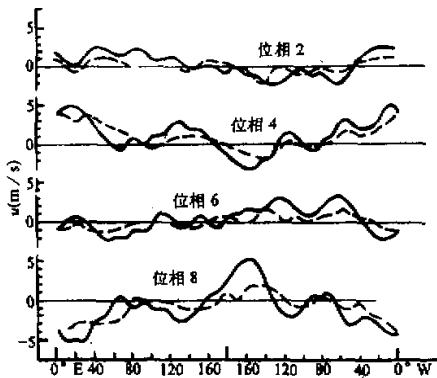


图 9 30—60 天振荡的 200(实线)和 850hPa(虚线)纬向风扰动沿 50°N 的经向剖面

35°N 纬带, 30—60 天大气振荡的位势高度扰动明显向西传播;并且在冬半年其西传速度比在夏半年要快.在 $55-65^{\circ}\text{N}$ 纬带, 30—60 天大气振荡的位势高度扰动在冬半年也明显西移,但在夏半年却明显向东传播(图 8).

中高纬度大气的 30—60 天振荡在纬向传播方面也有其自己的特点和规律.在文献[15]中我们已经指出,沿 $25-$

中高纬度大气 30—60 天振荡纬向风扰动的移动有着同位势高度扰动类似的特征. 图 9 给出沿 50°N 纬度的 200 和 850hPa 纬向风扰动在第 2, 4, 6 和 8 振荡位相时的经度分布情况. 由图可见, 在 4 个不同位相时刻, 纬向风的高值区分别依次位于 30°W — 130°E , 80°W — 60°E , 170°W — 40°W 和 60°E — 150°W 地区, 缓慢的西移是很清楚的. 30—60 天大气振荡的涡度和散度扰动同位势高度扰动的传播特征也大体一致. 只是在夏半年, 涡度和散度扰动的移动都不如位势高度扰动的移动那么显著(图略).

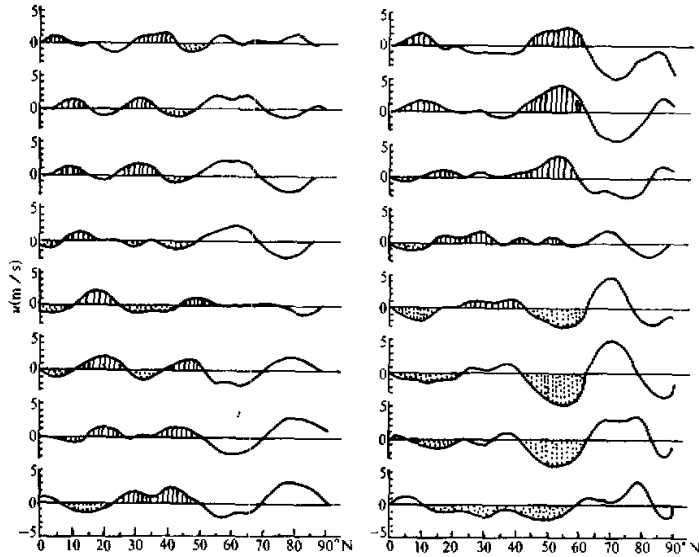


图 10 沿 80°E 500hPa 上 30—60 天振荡的纬向风(u)廓线的演变

正值表西风, 负值为东风

高纬度地区冬半年以及中纬度地区全年, 大气 30—60 天振荡的明显向西传播, 是否可以用大气超长波的西退理论给予解释尚不清楚. 而高纬度夏季 30—60 天大气振荡的东移, 有可能同夏季高纬度地区的东风较强和东风层较厚有关.

中高纬度地区 30—60 天大气振荡的经向传播问题尚无充分研究. 为了同已有的关于热带大气 30—60 天振荡经向传播的结果相比较, 图 10 给出了沿 80°E 经度的 30—60 天大气振荡在其 8 个不同振荡位相时的 500hPa 纬向风廓线. 从图中曲线的演变既可以看到南亚季风区 30—60 天振荡的经向传播, 也可以看到中高纬度 30—60 天振荡的经向传播. 很显然, 无论冬夏, 30—60 天大气振荡沿 80°E 在 30°N 以南是明显向北传播的, 同南亚季风区 30—60 天振荡缓慢北移的已有结果相符; 然而在 30°N 以北, 那里 30—60 天大气振荡却是明显向南传播的. 分析更多地区纬向风廓线的演变, 我们发现 30—60 天大气振荡在不同地区有着不同的经向传播特征. 例如沿 0° 经度, 无论冬半年或夏半年, 30—60 天大气振荡都明显向北传播(图略). 但是沿 130°E 经度又有不同, 30—60 天振荡既有向南也有向北传播的情况, 并以向南传播占主要(图 11).

不同地区 30—60 天大气振荡有不同的经向传播, 说明这个问题的复杂性. 我们已有的研究表明^[16], 纬向风的垂直切变对热带大气 30—60 天振荡的影响很重要. 至于还有

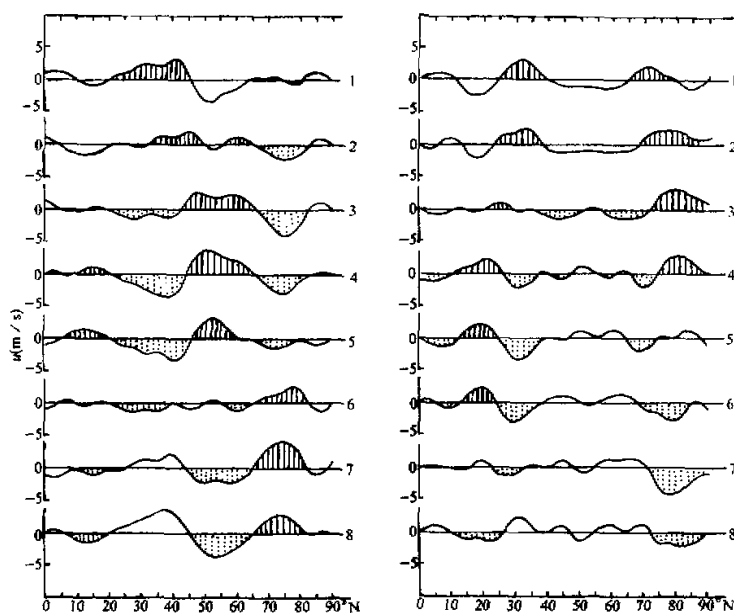


图 11 同图 10, 但为沿 0°E 的纬向风廓线

哪些重要影响因素, 以及中高纬度大气 30—60 天振荡经向传播的主要控制因子是什么, 都尚待进一步研究。

五、热带和中高纬度地区大气 30—60 天振荡的相互影响

热带和中高纬度地区都存在 30—60 天大气振荡。从前面的讨论已经看到, 热带大气的 30—60 天振荡同中高纬度大气 30—60 天振荡无论其结构还是活动规律, 都有着明显差异。它们的激发和驱动机制也必定各不相同。因此, 热带和中高纬度地区 30—60 天大气振荡的相互影响是一个很重要的问题。但目前尚未有很好的研究工作, 这里只能给出初步的讨论。

我们曾经指出, 大气遥相关分析表明, 北半球大气环流演变存在着 PNA 和 EUP 两个重要的遥相关流型; 而中高纬度地区的 30—60 天大气振荡主要沿着 EUP 波列由亚洲北部向东南传到热带中-西太平洋地区, 热带大气 30—60 天振荡则通过 PNA 波列更主要地由赤道中太平洋地区传到北美大陆^[13]。

用 ECMWF 资料进行 30—60 天带通滤波后, 对 500hPa 位势高度场所进行的点对点的相关系数计算表明, 北半球大气运动存在着两个主要低频遥相关型, 甚至比经典的遥相关型更显著。它们分别是 EAP 型(欧亚太平洋型, 类似 EUP)和 PNA 型, 而 EAP 和 PNA 波列也就自然是 30—60 天振荡活动的最重要“通道”。图 12 给出的是以 $(115^\circ \text{E}, 45^\circ \text{N})$ 为基点计算得到的全球格点相关系数分布。图中 0 天表示同时相关, -9 天和 -6 天分别表示超前 9 天和 6 天的相关系数, 3 天表示滞后 3 天的相关系数; 粗虚线表示出二维

波列的形式. 同样, 若用 ($150^{\circ}\text{W}, 40^{\circ}\text{N}$) 为基点也可得到同图 12 相类似的低频遥相关型.

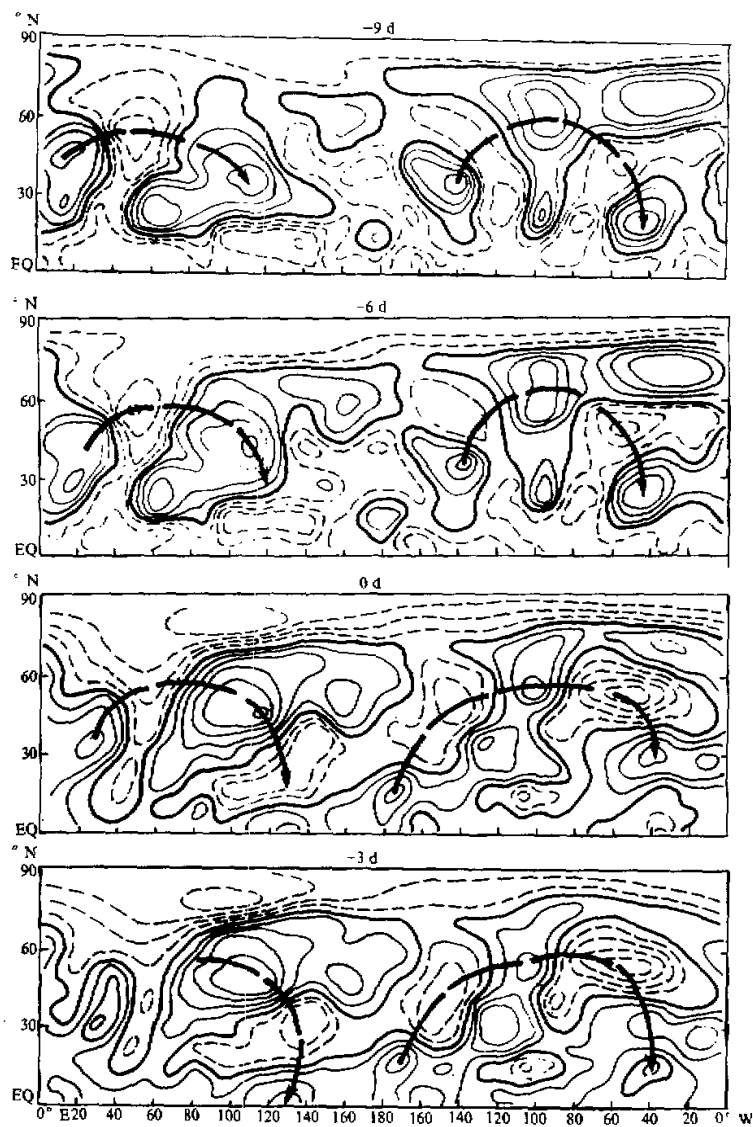


图 12 500hPa 位势高度的 30—60 天低频遥相关型

相关关系的计算基点在 ($115^{\circ}\text{E}, 45^{\circ}\text{N}$), 等值线间隔为 ± 0.2

本节给出的低频遥相关型, 并联系过去的研究结果, 不难得到这样的初步结论: 中高纬度大气 30—60 天振荡和热带大气 30—60 天振荡间有密切的关系, 并可以相互影响; 中高纬度大气 30—60 天振荡基本上通过 EAP 波列影响热带大气运动和热带大气 30—60 天振荡, 而热带大气 30—60 天振荡主要通过 PNA 波列影响中高纬度大气运动及其 30—

60 天振荡.

六、大气季节内振荡的动力学机制

关于大气低频振荡的形成原因,Wallace 等曾列出了 7 种^[17],而实际上他们所提出的原因只是外源强迫和大气非线性相互作用两种机制.根据近来的研究,认为大气季节内振荡的动力学机制归纳为如下四种比较合适.

1. 大气对外源强迫的响应

大气对外源(地形、热源)强迫的响应,特别是大气对大洋海水表面温度(SST)异常的响应,已有许多数值模拟结果表明其重要性.例如,赤道东太平洋的异常增暖不仅会在整个冬半球中高纬度大气中发生相当强的响应^[18],而且这种遥响应环流同大气季节内振荡的水平结构形势很一致,说明外源强迫对激发大气季节内振荡是极为重要的.当然,大气基本气候态(基本流型)本身也是重要的,因为研究还表明,大气的遥响应更主要地依赖于大气的基本气候态而不是外源强迫的地理位置^[19].

2. 大气中的非线性相互作用

大气运动极其复杂,其间的非线性相互作用,例如波与基本气流,波与波间的相互作用,大气多重平衡态及其转换,以及强非线性孤立的子,偶极子和 modons 等,都有可能激发大气季节内振荡.

大气中的 Modons 理论和孤立 Rossby 波理论,在解释阻塞环流的建立方面已取得了可喜结果.这些理论,以及多重平衡态转换也将会对大气 30—60 天振荡的形成有重要作用.特别是对于中高纬度大气的 30—60 天振荡,大气非线性相互作用有可能是极重要的机制之一.

3. 对流凝结加热的反馈

对流凝结加热是大气运动的重要能源之一,特别是对于热带大气运动更为重要.热带大气 30—60 天振荡的能量分析又表明,对流凝结加热的作用最为重要.

为了从动力学理论上解释南亚季风中 30—60 天振荡的活动,作者最先将 CISK 理论引入大气季节内振荡的研究,实际上为热带大气 30—60 天振荡的形成提出了一种新的机制——积云对流加热反馈.我们从理论上得到了一种移动性 CISK 波(moving CISK mode),其振荡周期为 40 天左右,其向北移速同观测相当一致,说明移动性 CISK 波是驱动季风 30—60 天振荡的重要机制^[16].

K.M.Lau 等 1987 年的研究进一步肯定了积云对流反馈对形成热带大气季节内振荡的重要作用.他们把活动性波动-CISK(mobile wave-CISK)作为 40—50 天热带振荡的产生机制^[20],比较好地说明了热带大气 30—60 天振荡沿赤道的缓慢东移.

正如前面已经指出的,实际资料的分析研究还表明,热带大气 30—60 天振荡除了向东传播外,还有向西传播的情况;同时,30—60 天大气振荡的活动具有明显的 Rossby 波列特征,其能量频散性比较清楚.热带大气 30—60 天振荡的这些特性却难于用 K.M.Lau

等强调的那种 Kelvin 波(可称为 CISK-Kelvin 波)来解释.最近我们的研究表明,在积云对流加热反馈作用下,热带大气还可以产生一种 CISK-Rossby 波.当对流加热较弱时,这种波同传统的热带 Rossby 波一样,向西传播;但当对流加热有一定强度时,这种波可以向东传播.另外,这种波是一种频散波,可以说明 30—60 天大气振荡的波列特征.因此可以认为,在赤道附近地区,30—60 天大气振荡主要由 CISK-Kelvin 波和 CISK-Rossby 波共同激发和驱动;而在赤道附近地区以外的热带,30—60 天大气振荡极可能主要受 CISK-Rossby 波的影响^[21].

还有一些学者在考虑积云对流反馈作用的同时,也还注意了蒸发和地面风之间的反馈作用.

4. 地球旋转的影响

大家知道地球和大气间的角动量交换在大气环流的维持中起着重要的作用,地球的旋转作用也必然影响大气环流的演变. Barnes 等的研究发现,地球和大气间的角动量交换存在着 7 个星期的准周期振荡,同大气中 30—60 天振荡的周期相当一致^[22].因此,大气 30—60 天振荡的产生有可能为固体地球转动的变化所激发.

七、结 语

通过上面的讨论,关于大气中的季节内振荡,我们可以初步得到如下一些基本认识:

(1)大气的季节内振荡是全球范围都存在的,但各地的活动并非都相同,纬向平均而论,在赤道附近地区、 60°N 以北和南半球 $20^{\circ}\text{--}45^{\circ}\text{S}$ 地区,30—60 天大气振荡有最大动能,表明这三个地区 30—60 天振荡比较强.在赤道附近地区,30—60 天大气振荡以赤道印度洋、赤道中-西太平洋和赤道东太平洋三处活动最强.

(2)热带大气的 30—60 天振荡在空间尺度上是多样的,虽然纬向 1 波的扰动较重要,但同时也包含热带超级云团一类系统.

热带大气 30—60 天振荡在垂直结构上主要表现为对流层上下层反相的“斜压”特征,显示了积云对流加热作用的重要性.

热带大气 30—60 天振荡的纬向传播似乎不能简单地归纳为缓慢向东,因为,即使对于纬向 1 波,也有向西移动的情况;除纬向 1 波外,30—60 天振荡还有其他空间尺度扰动,而它们并不与纬向 1 波一致传播;30—60 天振荡在对流层上层和下层可以有不同传播方向.

(3)中高纬度大气 30—60 天振荡同热带 30—60 天振荡很不一样,明显地表现出正压垂直结构.

对于中高纬度地区大气 30—60 天振荡,纬向 1—4 波的扰动都很重要,尤其是夏半年,2—3 波往往更重要.

中纬度大气 30—60 天振荡基本上向西传播,并以冬半年传播较快;高纬度大气 30—60 天振荡冬半年向西传播,而夏半年却明显向东传播.

(4)大气中 30—60 天振荡在不同地区有不同的经向传播方向,例如沿 80°E 经度,在 30°N 以北,大气 30—60 天振荡主要向南传播;而 30°N 以南,振荡却向北传播.沿

130° E 经度, 振荡既有南传也有北移, 但向南传播更清楚. 30—60 天大气振荡的经向传播, 可能同低频波列有一定关系.

(5) 30—60 天大气振荡的涡度和散度扰动其纬向尺度都比位势高度和纬向风扰动的纬向尺度为小, 特别是热带地区, 涡度和散度扰动的纬向尺度不仅比位势高度扰动尺度小, 而且还比中高纬度大气的涡度和散度扰动的纬向尺度小.

(6) 北半球大气 30—60 天振荡存在着两个主要低频遥相关型, 即 EAP 和 PNA. 而 EAP 和 PNA 两个波列是热带大气和中高纬度大气 30—60 天振荡相互联系和相互影响的主要“通道”.

(7) 大气季节内振荡可以有多种动力学机制, 热带大气 30—60 天振荡主要由积云对流反馈激发和驱动, 而中高纬度大气 30—60 天振荡的产生机制极可能主要是大气非线性相互作用.

参 考 文 献

- [1] Madden, R.D., and P.Julian, 1971, Detection of a 40—50 day oscillation in the general wind in the tropical Pacific, *J. Atmos. Sci.*, Vol.28, 702—708.
- [2] Madden, R.D., and P.Julian, 1972, Description of global scale circulation cells in the tropics with 40—50 day period, *J. Atmos. Sci.*, Vol.29, 1109—1123.
- [3] Yasunari, T., 1979, Cloudiness fluctuation associated with the northern hemisphere summer monsoon, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol.57, 227—242.
- [4] Krishnamurti, T.N., et al., 1982, The 30—50 day mode at 850 mb during MONEX, *J. Atmos. Sci.*, Vol.39, 2088—2095.
- [5] Munakami, T., et al., 1984, On the 40—50 day oscillations during the 1979 Northern Hemisphere summer. Part I: Phase propagation, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol.62, 440—468.
- [6] Lau, K.M., and P.H.Chan, 1985, Aspects of the 40—50 day oscillation during the northern winter as infrared from outgoing longwave radiation, *Mon. Wea. Rev.*, Vol.113, 1889—1909.
- [7] Lau, K.M., and P.H. Chan, 1986, Aspects of the 40—50 day oscillation during the northern winter as infrared from outgoing longwave radiation, *Mon. Wea. Rev.*, Vol.114, 1354—1367.
- [8] Murakami, T., et al., 1986, Relationship among seasonal cycles, lowfrequency oscillations, and transient disturbances as revealed from outgoing longwave radiation data, *Mon. Wea. Rev.*, Vol.114, 1456—1465.
- [9] Murakami, T., et al., 1986, Eastward propagation of 30—60 day perturbations as revealed from outgoing longwave radiation data, *J. Atmos. Sci.*, Vol.43, 961—971.
- [10] Lau, N.C., and K.M. Lau, 1986, The structure and propagation of intraseasonal oscillations appearing in a GFDL general circulation model, *J. Atmos. Sci.*, Vol.43, 2023—2047.
- [11] Anderson, J.R., and R.D. Rosen, 1983, The latitude—height structure of 40—50 day variations in atmospheric angular momentum, *J. Atmos. Sci.*, Vol.40, 1584—1591.
- [12] 张可苏, 1987, 40—50天的纬向基流低频振荡及其失稳效应, *大气科学*, Vol.11, 227—236.
- [13] 李崇银, 肖子牛, 从500hPa 环流变化看30—50天大气低频振荡的活动, *大气科学* (待发表).
- [14] Knutson, T.R., and K.M. Weickmann, 1987, 30—60 day atmospheric oscillations: composite life cycles of convection and circulation anomalies, *Mon. Wea. Rev.*, Vol.115, 1407—1436.
- [15] Li Chongyin, Wu Peili, 1989, An observational study of the 30—50 day atmospheric oscillations. Part I: Structure and propagation, *Adv. Atmos. Sci.* (待发表)
- [16] 李崇银, 1985, 南亚夏季风槽脊和热带气旋活动与移动性 CISK 波, *中国科学(B)*, Vol.28, 668—675.
- [17] Wallace, J.M., et al., 1983, Observations of low-frequency atmospheric variability, Large-Scale Dynamical Processes in the Atmosphere, Academic Press INC (London), 55—91.
- [18] Horel, J.D., and Wallace, J.M., 1981, Planetary scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation, *Mon. Wea. Rev.*, Vol.109, 813—829.
- [19] Simmons, A.J., et al., 1983, Barotropic wave propagation and instability and atmospheric teleconnection pat-

- terns, *J. Atmos. Sci.*, Vol.40, 1363—1392.
- [20] Lau, K.M., and L. Peng, 1987, Origin of low-frequency (intraseasonal) oscillations in the tropical atmosphere, Part I: Basic theory, *J. Atmos. Sci.*, Vol.44, 950—972.
- [21] 李崇银, 1990, 赤道以外热带大气中30—50天振荡的一个动力学研究, *大气科学*, Vol.14, No.1.
- [22] Barnes, R.T.H., et al., 1983, Atmospheric angular momentum fluctuations, length-of-day changes and polar motion, *Proc. R. Soc. Lond.*, A387, 31—73.

我国首次“持续性异常气象现象 动力学研讨会”情况简报

1989年12月1—3日在南京大学首次举行了“全国持续性异常气象现象动力学研讨会”,这次会议是由中国气象学会动力气象专业委员会发起,并与中国科学院大气物理研究所大气数值模拟开放实验室、南京大学大气科学系和南京气象学院研究所联合举办的。会议邀请国内知名的大尺度动力学专家以及在这领域中颇有成就的一些中青年气象学家参加了会议。

持续性气象异常现象动力学是和异常气候有着密切联系的气候动力学理论研讨中的前沿课题,它的研究对了解异常气候的变化规律和形成机制以及预测气候变化的中、短期趋势具有重要的理论意义和应用前景。因此,发展气候动力学研究,尤其是气候动力学中的一个重要分支——持续性气象异常现象动力学的研究不仅具有重大的科学意义,而且具有十分重要的社会意义,已成为我国迫切需要研究的重大课题。这次研讨会对推动和动员更多的理论工作者和实际业务人员投入这一领域的研究是非常及时和必要的。

会议学术报告和综合动态报告集中在四个方面:(1)异常天气和异常环流;(2)低频振荡;(3)副热带高压研究;(4)阻塞形势研究。这些报告集中反映了持续性异常气象动力学的这几个主要方面的国际动向和国内研究的最新进展。与会代表对阻塞形势和非线性动力学理论以及低频振荡研究中的理论问题和目前研究现状展开了热烈的讨论,充分反映了我国广大理论工作者和业务工作者对这些领域的重视。

与会代表一致认为这次研讨会和一般学术会议有许多不同之处:(1)会议对与会代表共同关心的问题组织了更深入的专题讨论,各抒己见,畅所欲言,真正体现了研讨会的“研究”和“讨论”精神;(2)研讨会的报告是以邀请为主,征稿为辅,从而保证了报告内容的先进性;(3)专题性强,内容集中,与会代表反映会议短小而紧凑,效率高而收效大;(4)会议的目的不仅仅是交流,而更重要的是动员和吸引更多的年青科技人员投身这一前沿领域;(5)这次会议的组织和经费资助都是三个单位横向联合,这就调动了多层次的学术交流积极性。

这次研讨会是一次新的尝试,与会代表一致认为这次会议是成功的,它必将对我国今后在这一领域的研究工作中产生一定影响。

(动力气象学专业委员会)