

年变周期热源强迫下 大气运动准二至三周低频振荡

马 镜 翊

提 要

本文采用一个具有年变周期热源强迫的准地转两层低谱模式,数值地研究了大气运动的低频振荡问题。积分时间在5个模式年以上。结果表明,夏季高原南侧东风和副热带高压中心位置均具有准二至三周的振荡特征。

一、引 言

准二至三周的低频振荡,是大气环流瞬变过程的一个重要观测特征。无论是南亚地区的降水量^[1],还是中纬度大气能量参数^[2],都具有准二至三周振荡的现象。近来,李麦村和罗哲贤^[3]在洛伦茨(Lorenz)低谱湿模式中引进积云对流参数化,模拟的对流上层副热带高压位置及南亚区域降水量均显示出准二至三周低频振荡。同时,他们从平衡态向周期态分支的角度讨论了准二至三周低频振荡的形成^[4]。考虑到文献[3][4]引入的外部热力强迫均取定常值,这与实际大气所受到的年变周期强迫有不一致之处。本文对二层准地转模式高截谱,限定外部热力强迫随时间周期性地改变,其周期长度为一。低谱模式的五年积分结果将说明,在年变周期热源强迫下,模式大气各年均存在准二至三周的低频振荡现象。这里我们选取积分第三年为代表详细分析。文中低谱模式与文献[5]相同。参数值取为: $\theta_{A_0}^* = 0.05, \theta_{A_1}^* = 0.02, \theta_{K_0}^* = 0, \theta_{K_1}^* = -0.025, \theta_{C_0}^* = -0.015, \theta_{C_1}^* = 0.030$ 。

二、年变周期强迫下模式大气的准二至三周的低频振荡现象

1. 高原南侧东风的低频振荡

考虑到模式地形最大高度处的坐标为 $x = \pi, y = \pi/2$ (即 $\varphi = 40^\circ N$), 选取沿 $21^\circ N$

纬圈 $x=7\pi/8, \pi, 9\pi/8$ 三个格点的地转风的平均风速代表高原南侧的风速。第三个模式年 6 月 9 日至 9 月 27 日高原南侧东风随时间的演变(图 1a)表明: 东风风速的演变具有明显的二至三周的振荡。对这一时段的风速序列做周期分析, 结果准二周振荡的峰值超过 0.05 信度(图略)。

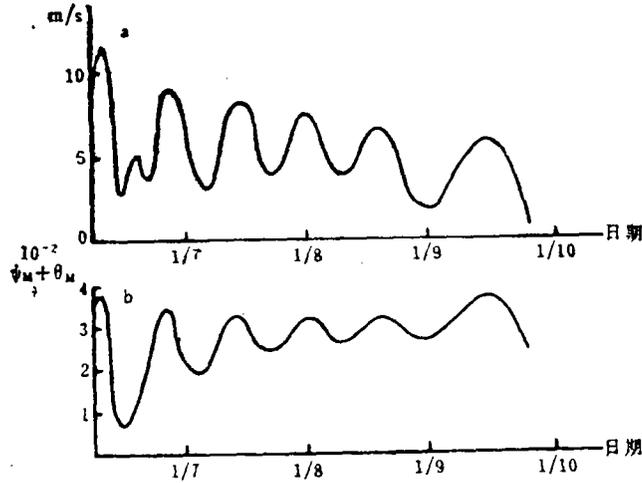


图 1 高原南侧东风(a)及谱系数 $\psi_M + \theta_M$ (b) 随时间的演变。
图 b 纵坐标为 $\psi_M + \theta_M (10^{-2})$

2. 谱系数 $\psi_M + \theta_M$ 的低频振荡

本文计引入 12 个谱系数。其中, $\psi_M, \psi_N, \theta_M, \theta_N$ 的取值对于对流上层副热带高压的位置有很大影响。 $\psi_M + \theta_M$ 随时间的演变亦具有清楚的低频振荡特征(图 1 b)。相应准二周振荡的周期也通过了 0.05 信度的检验。

3. 对流上层副热带高压中心位置的低频振荡

与高原南侧东风的周期振荡相对应, 副热带高压中心位置也存在明显的东西振荡(图 2)。6 月上旬至 7 月中, 副热带高压中心位置随时间演变的振幅较大, 可以越过高原脊线由西部型转换为东部型, 然后又转为西部型。从 7 月下旬起, 副热带高压中心则变为脊线以西到高原脊线位置的振荡, 即在西部型的平均位置附近振荡。将副热带高压脊线位置进行编码, 取 $x=\pi$, 即高原脊线所在经度为“0”, $x=7\pi/8$ 编为“-1”, $x=9\pi/8$ 编为“+1”, ……以此类推。然后将位置编码序列作周期图分析, 结果准二周的周期也通过了 0.05 信度的检验。

三、低频振荡周期长度的变化性

如上所述, 准二至三周的低频振荡是大气瞬变过程的一个重要特征。实际大气中, 这种低频振荡的周期长度是随时间而变化的, 从而造成了中长期天气过程的复杂性。在本文数值积分的过程中, 这种低频振荡周期的变化性同样清楚地显示出来。

在第三个模式年6月7日至9月1日期间,谱系数 $\psi_M + \theta_M$ 随时间的演变具有准二周的周期性(图3a)。但是,在第三个模式年11月3日至次年5月2日期间,这个准二周的周期性消失了,新的低频振荡周期的长度在一个月左右(图3b)。似乎说明:夏季低频振荡的周期长度与冬季的可以不同。

即使都在夏半年,低频振荡的周期长度也是随时间变化的。我们分别选用第三个模式年6月7日至9月1日,以及7月3日至9月27日两个时段的模式输出结果,构成这两个时段高原南侧东风风速和对流上层副热带高压脊线位置的时间序列。这四个时间序列周期图分析的结果表明,在6月7日至9月1日时段,准二周低频振荡成份是显著的(图4a、b);但在7月3日至9月27日时段,显著的准二周低频振荡成份已不明显,代之以准三周的低频振荡(图4c、d)。说明:低频振荡的周期性特征,在6月7日至9月27日期间是不断变化的。

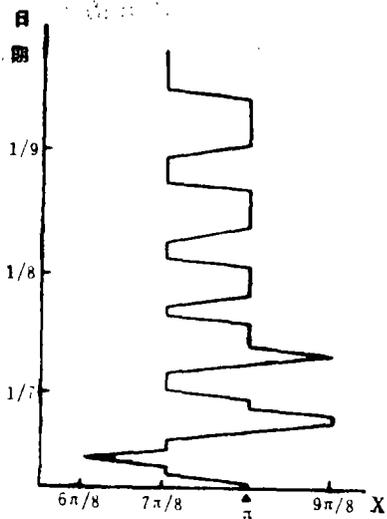


图2 对流上层副热带高压中心位置低频振荡图
图上▲表示高原脊线经度

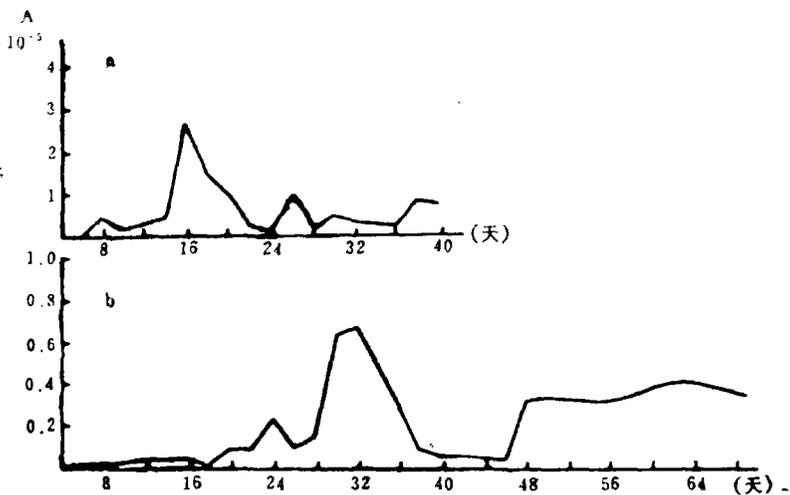


图3 谱系数 $\psi_M + \theta_M$ 的周期图 纵坐标为周期振幅平方A单位(10^{-5})。
(a)夏季 (b)冬季

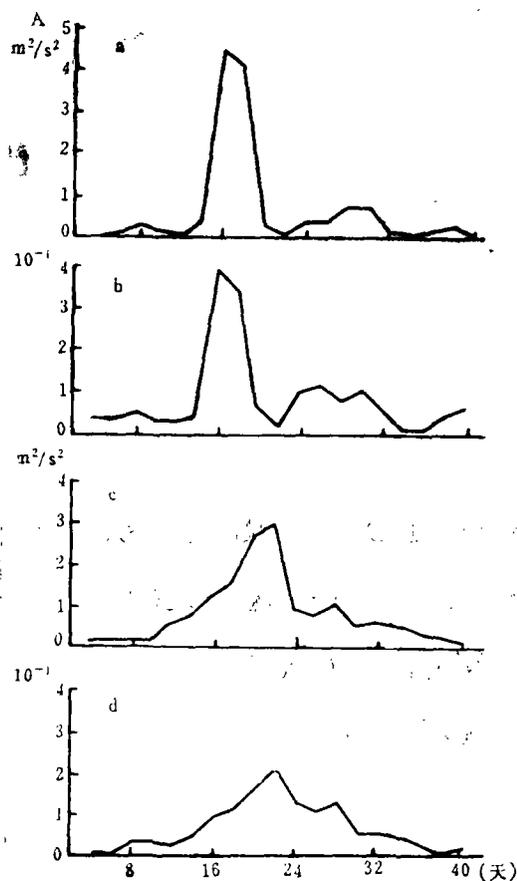


图4 周期图, 纵坐标为周期振幅平方A
(a.c)高原南侧东风, A单位(m^2/s^2),
(b.d)对流上层副热带高压脊线位置,
A单位(10^{-1})

四、讨 论

大气运动的准二至三周低频振荡是一个重要的观测事实。与中期天气过程有紧密的联系。分析这类低频振荡的形成机理, 有助于对中期天气演变过程认识的深化。本文在年变周期热力强迫的条件下, 用低谱模式同样复制出模式大气的准二至三周的低频振荡现象。

文献[3][4]在定常热力强迫的条件下得到了大气运动的准二至三周振荡。低频振荡的周期长度维持准定常(见[3]图2, 图4)。实际大气中, 这种振荡并不是严格的周期振荡, 其周期长度往往是不断改变的。与定常外部强迫的情况相比, 年变周期强迫的引入, 使低频振荡的周期长度在时间演变的过程中发生变化。这样, 本文所得到的低频振荡现象更加接近于实际大气的观测事实。另一方面, 由于只考虑定常热力强迫, 所以文献[3]、[4]不可能分析准二至三周低频振荡特征的年变化。根据本文计算结果可见, 这种低频振荡的特征, 有其明显的年变化, 即盛夏最明显, 冬季减弱, 这与文献[1]的情况也是类

似的。由于本文模式比较简单, 上述结论是初步的, 有待于进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] Murakmi, M., Spectrum analysis velevant to Indian monsoon, *Pure Appl. Geophysics*, 115 (1977), 1149—1166.
- [2] McGuirk, J.P. and Reiter, E.R., A vacillation in atmospheric parameters, *J. Atmos. Sci.*, 33 (1976), 2079—2093.
- [3] 李麦村、罗哲贤, 湿过程对北半球夏季大气环流低频振荡的影响, *中国科学, B辑*, 1986, 3, 321—327.
- [4] 李麦村、罗哲贤, 平衡态向周期态的分支和副热带型类的两类低频振荡, *中国科学, B辑*, 1986, 5, 551—560.
- [5] 马镜娴, 地形对大气环流瞬变过程的影响, *高原气象*, 7卷, 1期, 59—63, 1988.

THE TWO-THREE WEEK LOW FREQUENCY OSCILLATIONS CREATED BY ANNUAL PERIODIC THERMAL FORCING IN THE ATMOSPHERE

Ma Jingxian

ABSTRACT

The low-frequency oscillations in the atmosphere are numerically studied by use of a two-layer quasi-geostrophic, low-order spectral model having annual periodic thermal forcing. The time of integration is more than five model years. Studies show that the east wind south of the model plateau and the subtropical high center are both characterized by two-three week oscillations.