

东亚大气环流的低频振荡及 与韵律的关系

张庆云 陈烈庭

(中国科学院大气物理研究所, 北京, 100080)

提 要

本文根据北半球 500 hPa 高度场 30 年 (1951—1980) 平均的逐候格点资料, 对气候平均的东亚各主要大气环流系统的年内变化进行了谐波分析和天气学分析. 结果表明, 东亚大气环流系统存在着三种主要的大气低频波: 年波、半年波和 30—50 天的季内波; 中、高纬度的大气环流以年波振荡为主, 低纬度的大气环流以半年波振荡为主; 30—50 天的季内波是北半球各纬度上都存在的一种波, 但它对总方差的贡献在低纬比中、高纬度大. 此外, 还讨论了年波和半年波这两种大气低频波与我国长期预报中常用的各种韵律指标特别是隔季相关现象的关系.

关键词: 大气低频波; 韵律; 隔季相关.

一、引 言

目前, 有关大气环流低频波的研究, 国内外主要集中在 3—4 年的年际振荡、准两年的周期振荡和 30—50 天的季内振荡. 我国许多工作证明^[1-5], 冬夏之间隔季相关是长期天气过程的一个重要规律, 很多天气谚语也反映了它的存在. 这一规律在我国实际预报中使用非常普遍. 然而, 由于人们对它的物理背景研究还很不够, 预报效果时好时差, 因此研究大气环流中的低频波特别是半年波有其特殊的意义. 为了研究和提高我国的季度预报, 本文就年内时间尺度的低频波进行了初步探讨, 主要讨论两个问题: (1) 亚洲—太平洋地区大气环流低频波的气候特征及天气学表征; (2) 东亚大气环流年内尺度的低频波与隔季相关现象.

二、亚洲—太平洋地区 500 hPa 高度场低频波的气候特征及其天气学表征

陈烈庭等^[1]利用多年 (1946—1979) 逐日平均的北半球 (20—80°N, 0—355°E) 500 hPa 高度场资料, 对各网格点的时间序列逐个进行谐波分析, 得到北半球 500 hPa

1989年6月1日收到, 1990年11月8日收到修改稿.

1) Chen Lieting and E. R. Reiter, A climatological study of some quasi-periodic variations in the 500 hPa height field of the Northern Hemisphere. (尚未发表)

高度场的年波和半年波振幅及位相的地理分布. 图 1 给出的是用 F 检验法进行显著性检验, 置信度超过 90% 和 95% 的半年波振幅的空间分布.

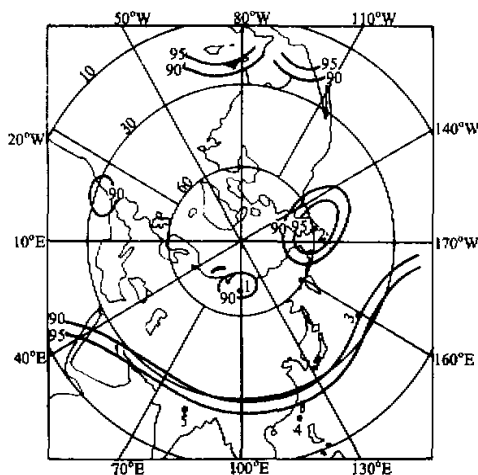


图 1 用 F 检验置信度超过 90% 和 95% 的半年波振幅的空间分布

1: 70°N, 100°E; 2: 60°N, 160°W; 3: 40°N, 160°E; 4: 20°N, 120°E; 5: 20°N, 80°E.

根据图 1 中所显示的半年波振荡的地理位置, 我们取 70°N, 100°E 和 60°N, 160°W 两点分别代表亚洲大陆北部太梅尔半岛和东北太平洋地区的状态, 取 40°N, 160°E 代表西风带的状态, 取 20°N, 120°E 和 20°N, 80°E 分别代表低纬西太平洋和印度洋地区的情况, 然后用这五个指标点累年 (1951—1980) 候平均的 500hPa 高度值计算了各指标点从年波到月波的各波振幅、方差百分比数.

振幅: $|c_k| = (a_k^2 + b_k^2)^{1/2}$, k : 波数,

方差百分比数: $I_k = (c_k^2 / 2\sigma^2) 100\%$

图 2 给出了这五个指标点各波的振幅值.

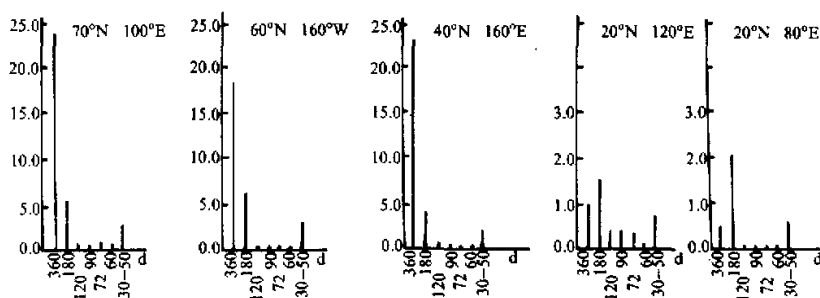


图 2 累年 (1951—1980) 平均的各指标点的各波振幅

从图中可见, 各指标点的振幅值都是年波、半年波和 30—50 天的季内波的值较大, 其它波的振幅值却相对小得多. 这表明在东亚大气环流中, 这三种大气低频波占有重要

的地位。同时我们还看到，30—50天的季内波不仅在低纬大气环流中存在，而且在中、高纬大气环流中表现得也十分清楚。30—50天的波振幅在中、高纬是主要波（年波）的1/10左右，而在低纬则是主要波（半年波）的1/3—1/2。故30—50天的季内波，可能是北半球各纬度都存在的一种振荡波，但它在低纬对总方差的贡献比在中、高纬大。

图3给出这五个指标点的年波和半年波的方差百分比数。从图中清楚可见，在中、高纬，大气低频波其年波的方差百分比数分别达87%以上，而半年波的方差百分比数却在11%以下；在低纬，大气低频波其年波的方差百分比数在20%以下，而半年波的方差百分比数达60%以上。不难看出，东亚大气环流最显著的年内振荡：中高纬度是年波振荡，低纬是半年波振荡。

因此我们进一步分析这二种低频波振荡在天气

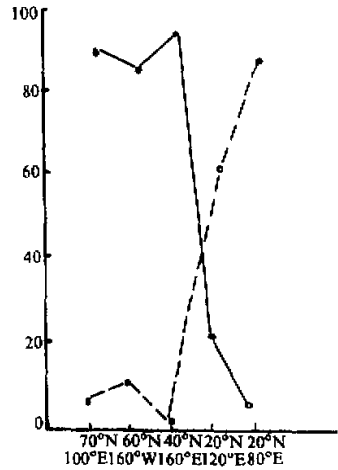


图3 各指标点年波、半年波方差百分比数
实线：年波，虚线：半年波

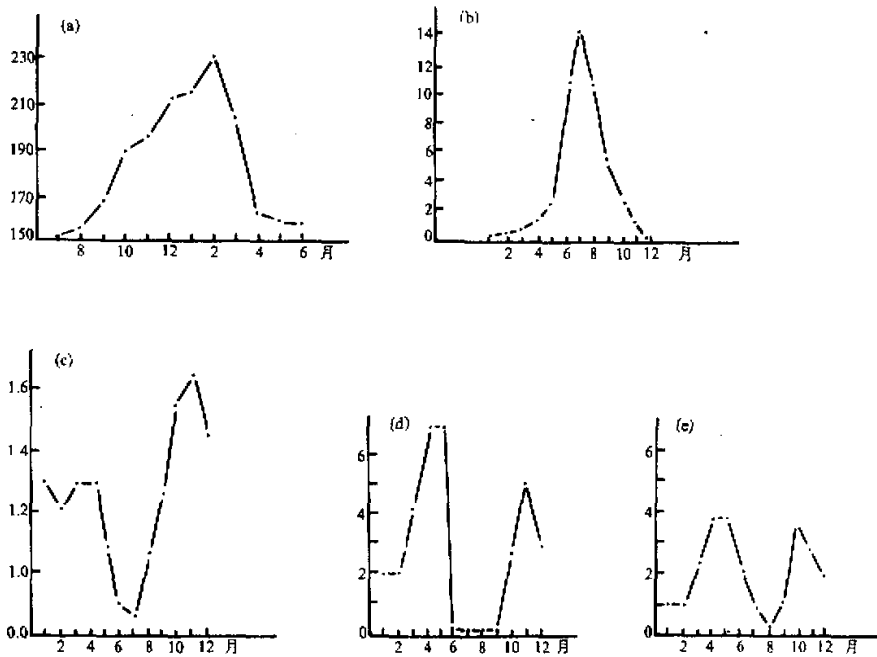


图4 多年(1951—1980)平均的各天气系统的年内变化

- a: 北半球500 hPa(60—150°E)东亚区域极涡面积指数逐月变化, b: 东北太平洋副热带高压面积指数,
c: 欧亚中纬度纬向环流指数, d: 500 hPa 65—95°E印度副热带高压强度指数,
e: 100—120°E, 20°N以南副热带高压强度指数。

学上的反映. 为了互相引证, 我们分别给出这五个指标点所对应的天气系统在相同气候状态下的年内变化. 图 4 给出了这五个指标点分别对应的天气系统的变化.

图 4a 是北半球 500 hPa (60° — 150° E) 东亚区域极涡面积指数累年平均的逐月变化(取自《吉林气象》极涡专辑〈二〉, 1986), 它与 70° N, 100° E 指标点对应. 从图 4a 可见, 极涡面积指数的变化明显呈现年波振荡, 4、5、6、7、8 和 9 月面积指数值较小, 为半年收缩期, 10、11、12、1、2 和 3 月面积指数值较大, 为六个月的扩张期, 极涡面积指数的这种半年收缩、半年扩张现象与 70° N, 100° E 这个指标点年波是主要波的结论一致.

图 4b 是东北太平洋 (175° — 115° W) 副热带高压面积指数多年平均的(1951—1980 年)年内变化(取自中央气象台长期预报科, 1982, 下同). 从图中可见, 东北太平洋副热带高压面积指数冬半年(10—4 月)较小, 夏半年(5—9 月)较大. 东北太平洋副热带高压面积指数这种准半年强、半年弱的波动现象与指标点 60° N, 160° W 所计算的年波是主要波的结果一致.

图 4c 是欧亚中纬度范围 40° — 60° N, 0° — 170° E 500 hPa 纬向环流指数的逐月变化. 它与 40° N, 160° E 指标点对应. 从图中可见, 5—8 月纬向环流指数呈现为低指数阶段, 9—4 月为高指数阶段. 除了这种年变化外, 纬向环流指数的变化还明显存在半年振荡, 两个高值分别出现在 4 月和 11 月, 低值出现在 2 月和 7 月, 这表明中纬度大气环流的振动, 不仅年波明显, 半年波也十分清楚.

图 4d 是 500 hPa 65° — 95° E 印度洋上印度副热带高压强度指数的逐月变化. 它与 20° N, 80° E 指标点对应. 从图中清楚可见, 该系统两个高值出现在 4—5 月和 11 月, 两个低值一个出现在 2 月, 另一个在夏季, 这说明该系统有显著的半年振荡现象.

图 4e 是 500 hPa 100° — 120° E, 20° N 以南副热带高压强度指数的逐月变化. 它与 20° N, 120° E 指标点对应. 从图中可见, 该系统的半年振荡是十分清楚的. 两个高值期分别出现在 5 月和 11 月, 两个低值期分别出现在 2 月和 8 月.

综合上述各指标点的计算结果及各相应天气系统天气学特征的分析结果都表明: 多年平均状态下东亚大气环流年内尺度的大气低频波动主要有三类: 年波、半年波和 30—50 天的季内波; 高纬大气低频波以年波振荡为主, 中纬大气环流主要是年波、半年波振动, 低纬大气低频波以半年波和 30—50 天的季内波振动为主. 同时我们还看到, 这几类低频波振动的时间尺度与我国长期天气预报中常用的各种韵律现象的时间间隔有相似之处, 由此看来, 大气低频波与韵律现象之间可能有一定的联系.

三、大气低频波与韵律现象

目前, 在我国的长期预报中, 应用与韵律有关的各种指标是较普遍的, 但是预报的效果时好时差, 这可能是对产生韵律现象的原因目前还不十分清楚之故. 章基嘉^[6]、王绍武^[7]、赵宗慈等^[8]对韵律形成的过程都有过阐述. 本节我们将主要从大气环流年内尺度低频波——年波, 半年波的位相变化来讨论韵律现象.

在图 1 中我们已经看到, 半年振荡显著的地区主要出现在低纬季风明显的区域, 即东半球的亚洲南部到西太平洋地区, 其中以南亚地区范围最大. 中、高纬度半年振荡

显著的地区主要出现在太平洋东北部和亚洲大陆北部太梅尔半岛附近。因此我们看到亚洲—太平洋地区一个很重要的大气环流振荡现象是半年振荡。赵宗慈等^[8]根据广大台站在相关普查中发现的相关现象，把其中六个月左右的韵律指标按照其区域位置点绘成图(见图5)。

从图5可见，东半球六个月左右韵律指标集中的地区，与图1中半年振荡显著的区域几乎完全吻合，这可能不是偶然的巧合，而可能说明，大气中的隔季相关现象与大气环流的半年振荡之间有某些内在的联系。故隔季相关现象可能是大气环流中存在年波和半年波振动的较好的佐证。

为了说明隔季相关现象与大气低频波年波和半年波两者之间的联系，我们给出年波(1波)和半年波(2波)位相演变示意图(见图6)。

如图6所示，如果某种环流或某种天气现象在初始位相A时刻发生了，那么根据1波位相的演变发展，过了六个月左右，即在C时刻就会重现，这种重现现象，就是我们常说的正相关现象。又如某种环流或天气现象在初始位相B时刻发生了，根据1波位相的变化，过了六个月左右与B时刻有关联的现象在D时刻出现，这种现象就是

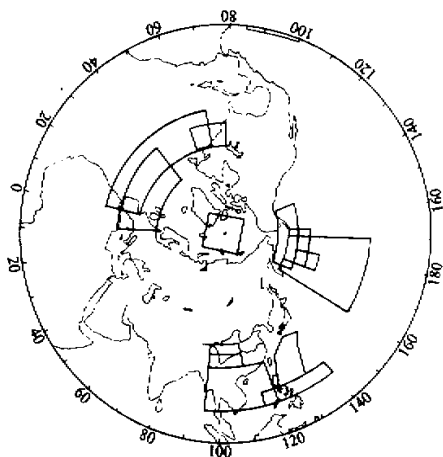


图5 六个月左右韵律指标的地理分布

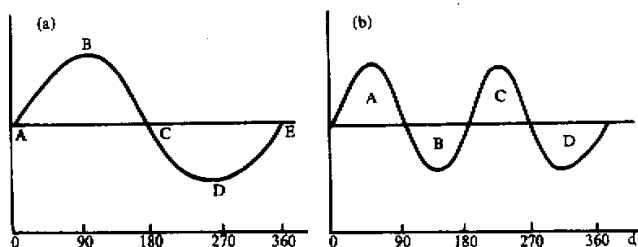


图6 年波(a)和半年波(b)位相振荡演变示意图

人们常说的负相关。同时，我们还看到，从各波初始位相出现的时刻起，到相关现象的发生，两者之间虽有准稳定的时间间隔，但却不可能从某种现象本身的演变过程去推算另一个现象的出现，因此这种重现现象仅与一定时间间隔密切相关。另外我们还注意到，六个月左右的韵律区，即半年振荡区有其固定的地理位置——季风显著区，这表明大气环流中的半年振荡现象与海陆热力差异有关，所以我们常常见到冬夏之间的隔季相关现象。由此看来，下垫面冷热源状况对大气低频波的形成、变化有一定的影响，半年左右的韵律现象可能是海气耦合振荡，海温影响大气环流后，大气环流自振动过程中的年波和半年波振荡的反映。

四、结 束 语

本文讨论了对流层中层 500 hPa 高度场气候状况下年内时间尺度的东亚大气环流低频波特征, 以及这些基本特征与东亚大气环流中六个月左右的韵律现象之间的关系, 这就从大气环流系统自身演变的规律中揭示了产生韵律现象的一种可能机制——东亚大气环流在其自身演变过程中, 由于存在年波和半年波振荡, 因此该区域就可能会出现间隔数月特别是六个月左右的韵律现象。

目前, 我们还不十分清楚地认识大气环流演变规律, 所以我们常常看到的就是各种各样的韵律现象。要彻底弄清各种韵律现象的物理机制, 还有待于进一步研究影响大气低频波形成、变化的物理因子及物理过程。

参 考 文 献

- [1] 杨锺初等, 1959, 季节长期预报的一个方法, 气象学报, 30 卷, 第 1 期, 53—63.
- [2] 大气物理所长期天气预报组, 1978, 冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响, 中国科学院大气物理研究所集刊, 第 6 号, 科学出版社, 1—12.
- [3] 徐群等, 1981, 100 毫巴中低纬大气环流和长江中下游梅雨—伏旱的长期联系, 中长期水文气象预报文集, 第 2 集, 长江流域规划办公室编, 230—239.
- [4] 王绍武等, 1983, 月平均环流异常的持续性与韵律性和海气相互作用, 气象学报, 第 41 卷, 第 1 期, 33—41.
- [5] 李麦村, 1985, 大气环流的准半年重现现象与长期天气过程, 中国科学院大气物理研究所集刊, 第 13 号, 科学出版社, 1—14.
- [6] 章基嘉等, 1983, 中长期天气预报基础, 气象出版社, 213—215.
- [7] 王绍武, 1981, 长期天气过程的尺度、结构及形成原因, 中长期水文气象预报文集, 第 2 集, 长江流域规划办公室编, 401—410.
- [8] 赵宗慈等, 1982, 韵律与长期天气过程, 气象学报, 第 40 卷, 第 4 期, 464—473.

Low-frequency Fluctuation of Atmospheric Circulation over East Asia and Its Association with the Rhythmic Phenomena

Zhang Qingyun Chen Lieting

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

Abstract

In this paper, We will study the two-frequency fluctuation on time scale of and less than one year to improve the annual long-range forecast in China.

Based on the long-term mean 500 hPa geopotential height, we calculated amplitudes from annual wave to monthly wave and their contributions to the total variance.

The results indicate that the annual wave, six-month wave and 30—50 day wave contribute most to the total variance, while other waves are much smaller in amplitude. We also pointed out that the rhythmic phenomena are related to the annual and semiannual fluctuations of the atmospheric circulation over East Asia.

Key words: Low-frequency fluctuation; Rhythm; Relation of every two seasons.