

北半球平流层低层大气季节内振荡特征*

智协飞 朱乾根 陈旭红 何卓玛**

(南京气象学院, 南京 210044)

提 要

利用奇异谱分析方法(SSA)分析了1975年1月1日至12月31日北半球30 hPa高度场变化特征,结果发现:平流层低层大气除了年变化及季节变化趋势外,还存在明显的季节内振荡,最显著的周期为20~60天;在持续性异常多发地区,30 hPa高度场变化中20~40天周期振荡占优势,而在其它一些地区则盛行40~60天周期振荡;对流层持续性异常主要同对流层高度场的20~40天振荡有关,并可能通过这种周期振荡同平流层低层相同周期的振荡的相互作用影响平流层低层大气季节内变化。

关键词:平流层低层;大气季节内振荡;持续性异常。

引 言

近年来,有关平流层低层大气的季节内振荡现象正受到人们越来越多的重视^[1]。

Vaufard等^[2]利用奇异谱分析方法(SSA)研究了古气候时间序列中的波动周期特征。Rasmusson等^[3]和Elsner^[4]则分别以此方法研究ENSO变化中的QBO分量和大气季节内变化特征。该方法利用从时间序列中提取的基函数对资料进行展开,通过比较每一个特征向量所解释的方差贡献,还可确定和区分气象记录中的信号和噪音。本文利用SSA方法揭示北半球30 hPa高度场的季节内振荡及其地理分布特征,并讨论其同对流层大气中持续性异常的可能联系。上述研究有助于进一步认识平流层低层大气季节内振荡特征,并为揭示平流层低层大气季节内振荡的可能机制提供线索。

1 SSA方法与资料

SSA方法在气象界中被称为奇异谱分析方法^[2]。

对一维时间序列 $X(t)$ 作相空间拓展,即将序列 $X(t)$ 按给定时间滞后 τ 作漂移,得到

* 本文受国家自然科学基金和南京气象学院科研基金联合资助。

** 南京气象学院93届毕业生。

1994-03-07收到,1994-04-09收到修改稿。

一组新的序列, 并构造一个 WXN 阶矩阵

$$X = [X(t), X(t + \tau), X(t + 2\tau), \dots, X[t + (W - 1)\tau]]^T \quad (1)$$

由此建立一个 WXW 阶的 Toeplitz 阵

$$C = XX^T \quad (2)$$

用 Jacobi 方法求得 C 的特征值 λ , 和特征向量 $\vec{e}_y, y = 1, 2, \dots, W$. 文中我们主要讨论特征值 λ , 和特征向量 \vec{e}_y . 几个较大特征值所对应的特征向量用来揭示时间序列的主要周期.

本文使用 NMC 整理的 1975 年 1 月 1 日至 12 月 31 日每日一次的北半球 30 hPa 高度场格点资料. 经过处理, 纬度和经度上资料分辨率取为 $10^\circ \times 20^\circ$. 利用 SSA 方法计算了 $10^\circ \sim 90^\circ\text{N}$ 所有格点上高度场时间序列(除去年平均值)的特征值及特征向量(T -EOF). 必须指出的是 Toeplitz 阵 C 的阶数反映了重要信号和统计学信度之间的调和关系. 本文选取 $W = 60$. 经试验, W 在 $40 \sim 80$ 之间不改变计算结果. W 的选取应考虑到能分辨出所感兴趣的周期, 同时还要考虑到能有效地将信号和噪音分开.

2 结果分析

对北半球每一格点上的高度场时间序列作 SSA 展开, 通过比较特征向量的方差贡献, 可确定时间序列的优势振荡周期. 分析表明几乎所有格点上高度场时间序列的前二个特征向量都分别对应年变化和季节趋势(图略). 前二个特征向量占总能量的 85% 以上.

为了清楚地显示 30 hPa 高度场变化的显著周期, 我们给出了位于低纬度, ($10^\circ\text{N}, 180^\circ$) 中纬度 ($30^\circ\text{N}, 180^\circ$) 和高纬度 ($80^\circ\text{N}, 180^\circ$) 3 点的第 3、4、5 特征向量(图 1). 如图 1 所示, 低纬、中纬和高纬 3 个格点上高度场序列的第 3 特征向量描述 50 ~ 60 天振荡周期. 该周期振荡在上述地区占优. 第 4 特征向量在上述地区描述的振荡周期有较大差异. 在低纬和高纬地区都对应 40 天左右的周期, 在中纬地区则对应 24 天周期. 第 5 特征向量描述的周期都较短, 在低纬和中纬地区对应 20 天周期, 在高纬地区对应 24 天周期. 对所有格点上的第 3、4 和 5 特征向量的分析表明 20 ~ 60 天振荡是平流层低层大气季节内变化的优势振荡.

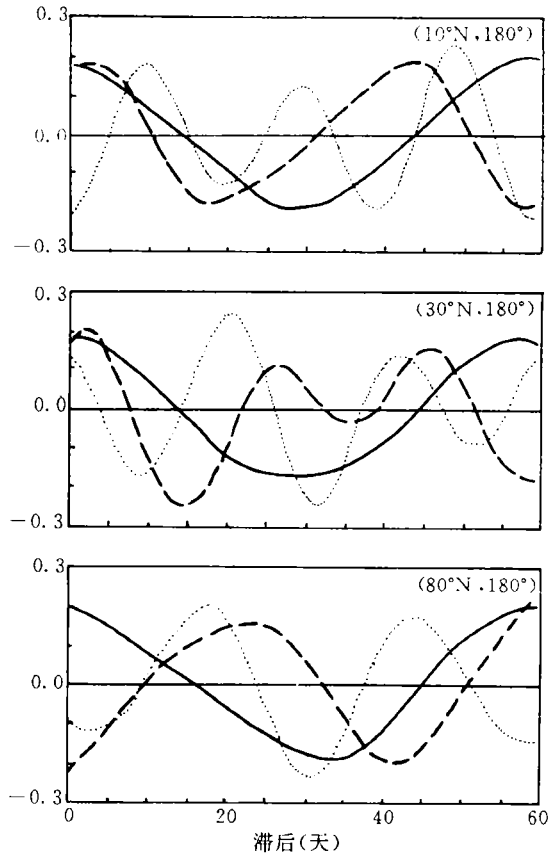


图 1 北半球 30 hPa 高度场时间序列的 T -EOF₃(实线)、 T -EOF₄(虚线) 和 T -EOF₅(点线)

经分析,发现北半球各个格点上第3特征向量并不都描述50~60天周期.事实上在大多数格点(约占全部格点数的80%)上,第3特征向量描述40~60天周期.在其余的格点上,第3特征向量描述20~40天周期.有趣的是,这部分格点主要分布在对流层持续性异常频数较高的地方(图2).这一现象表明对流层大气中的持续性异常可能同平流层低层大气季节内振荡(主要指20~40天周期振荡)有某种联系.从图2中可以看出高度场显著周期为20~40天的格点主要位于持续性异常多发带附近,即北太平洋、北大西洋和前苏联北部地区.在北太平洋和北大西洋地区,这些格点主要处在持续性异常多发带北部;在前苏联北部地区,周期为20~40天的格点则处在持续性异常多发带南部.在前苏联东部地区的一些格点上,虽有明显的20~40天周期变化却不常发生持续性异常.

持续时间在20天以上的持续性异常事件比持续时间在10~20天的持续性异常事件少得多.持续时间为10~20天的持续性异常从正异常向负异常转换过程正好构成20~40天周期的振荡.近来,Elsner^[4]发现对流层高度场的10~40天周期振荡同持续性异常活动中心有密切联系.持续性异常同平流层低层大气20~40天振荡的联系可能正是通过对流层大气季节内振荡同平流层大气的季节内振荡的相互作用得以实现的.这种相互作用机制有待用更多层的资料作进一步研究.

3 小 结

(1) 平流层低层高度场变化除了年变化和季节趋势外,还盛行20~60天周期的大气季节内振荡.

(2) 30 hPa 高度场的第3特征向量在持续性异常活动中心附近主要描述20~40天周期振荡;在其余格点上则描述40~60天周期振荡.

(3) 对流层持续性异常主要同对流层高度场20~40天周期变化有关,并且可能通过这种周期振荡在对流层和平流层之间的相互作用影响平流层低层大气季节内变化.

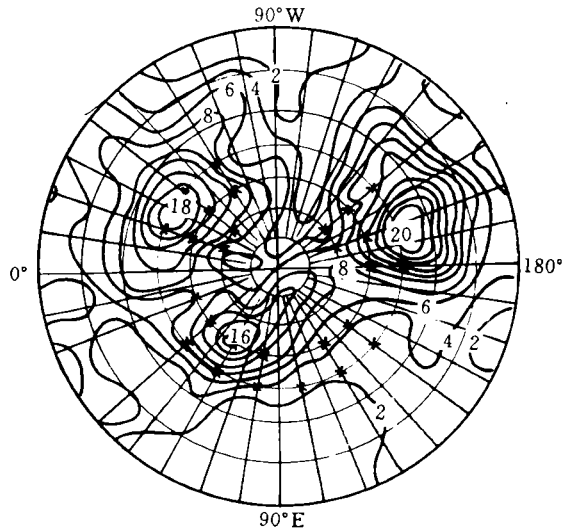


图2 北半球30 hPa高度场(T -EOF3)描述的周期分布(图中标有x号格点表示20~40天周期,其余则对应40~60天周期)(持续性异常频数取自文献[5])

参 考 文 献

- 1 Ziemke J R and Stanford J L. One-to-two month oscillations in the stratosphere during southern winter. *J. Atmos. Sci.*, 1990, **47**: 1778~1793.
- 2 Vautard R and Ghil M. Singular spectrum analysis in nonlinear dynamics, with applications to paleoclimatic time series. *Physica D*, 1989, **35**: 295~424.
- 3 Rasmusson E M, Wang X-L and Ropelewski C F. The biennial component of ENSO variability, *J. Mar. Syst.*, 1990, **1**: 71~96.
- 4 Elsner J B. A description of low-frequency atmospheric oscillations over the extratropical northern hemisphere using singular spectrum analysis. *Geophys. Res. Lett.*, 1992, **19**: 1775~1778.
- 5 Dole R M. Persistent anomalies of the extratropical northern hemisphere winter time circulation: Structure. *Mon. Wea. Rev.*, 1986, **114**: 178~208.

CHARACTERISTICS OF INTRASEASONAL OSCILLATION IN LOWER STRATOSPHERE OF NORTHERN HEMISPHERE

Zhi Xiefei Zhu Qiangen Chen Xuhong He Zhuoma

(Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044)

Abstract

The intraseasonal oscillation features of 30 hPa height field in the Northern Hemisphere from 1 Jan. to 31 Dec. 1975 are investigated by using Singular Spectrum Analysis (SSA). The results show that there is remarkable intraseasonal oscillation in which the period of 20 to 60 days is predominant in addition to annual variation and seasonal cycle in lower stratosphere. The 20 to 40-day periodic oscillation of the height variations at 30 hPa prevails in the frequent occurrence area of persistent anomalies, while 40 to 60 day periodic oscillation in other areas. The persistent anomalies are mainly related to the 20~40 days oscillation in troposphere and likely to affect the intraseasonal variation in lower stratosphere via the interaction between the oscillations in both troposphere and stratosphere.

Key words: Lower stratosphere; Intraseasonal oscillation; Persistent anomaly.