

夏半年青藏高原及附近地区30—60天振荡的分布特征

孙照渤 李云康 章基嘉
(南京气象学院) (四川省气象局) (国家气象局)

摘要 本文用1980—1982年3个夏半年(5—9月)的ECMWF客观分析资料,对青藏高原及其附近500hPa位势高度场进行了最大熵谱分析和滤波分析。结果表明:青藏高原及其附近地区夏半年存在着30—60天振荡,高原东部为一相对的30—60天振荡中心。本文还讨论了振荡的年际变化特征。

关键词 青藏高原, 气象要素, 位势场, 振荡

自从Madden和Julian^{[1][2]}在热带大气的观测研究中发现一系列气象要素时间序列中均存在优势周期为30—60天的振荡以来, Krishnamurti等^[3]又指出30—60天振荡现象具有全球性, 在亚洲季风区尤为显著。

对于青藏高原, 章基嘉等^[4]利用1979年5月—8月资料分析表明, 狮子河500hPa气温具有53天周期振荡, 谢安等^[5]根据OLR资料分析, 发现青藏高原及其附近地区存在着30—60天的振荡。

以往的研究主要针对着低纬地区, 本文主要研究青藏高原及其附近地区大气中30—60天振荡所占的比重、地理分布特征及其年际变化特点。

1 资料及计算方法

本文采用1980—1982年3个夏半年(5月到9月共153天)的ECMWF客观分析资料, 每天1次(12:00GMT), 分辨率为 2.5×2.5 经纬度, 取500hPa的位势高度。分析中选取的范围是 10°N — 50°N 、 60°E — 110°E , 网格距取 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 。

计算时先将季节性变化剔除, 设 $H = \bar{H} + H^*$, 其中 \bar{H} 为时间平均值, H^* 为偏差, 取为

$$H^* = a + b(t - t_0) + c(t - t_0)^2 + H'$$

上式中, t_0 为5个月的中间日期, 系数 a 、 b 、 c 由最小二乘法确定。上式右边前3项之和表示 H^* 的季节变化, 而 H' 为相对于季节变化的偏差, 也就是我们主要关心和研究的变量。

本文采用数字滤波方法, 为此, 设计了1个低通对称滤波器和1个带通滤波器, 下面分别简单介绍这两个滤波器。

设 $x(t)$ 为包含各种频率成分的输入序列, $y(t)$ 为滤波后得到的新序列, 它仅包含我们所需要的频率域。对低通对称滤波器有

$$y(t) = \sum_{k=-N}^N h(k)x(t-k)$$

而对带通滤波器有

$$y(t) = \sum_{k=0}^{N_1} h(k)x(t-k) + \sum_{l=1}^{N_2} g(l)y(t-l)$$

该带通滤波器为递归滤波器。

Blackmon^[6]针对1天两次观测资料设计了低通滤波器, 而我们这里是1天1次的

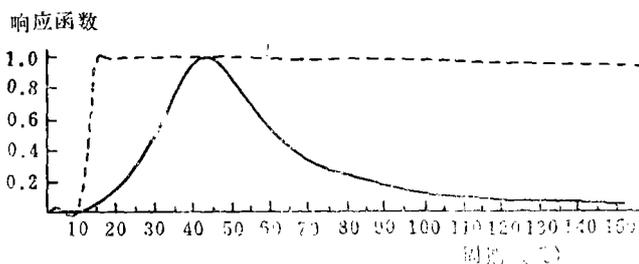


图1 数字滤波器频率响应函数曲线
虚线为低通滤波器, 实线为带通滤波器

资料, 因此专门设计了1个31点低通对称数字滤波器, 通过带主要是10天周期以上的低频部分, 滤波器的设计方案与文献[7]相同, 从图1可以看出, 该滤波器的效果比较理想。

为了滤出30—60天振荡分量, 还设计了1个30—60天 Butterworth带通滤波器, 取

如下形式

$$y(t) = a(x(t) - x(t-2)) - b_1y(t-1) - b_2y(t-2) \quad t=1, 2, \dots, N$$

$$\text{其中 } a = 2\Delta\Omega / (4 + 2\Delta\Omega + \Omega_0^2) \quad b_1 = 2(\Omega_0^2 - 4) / (4 + 2\Delta\Omega + \Omega_0^2)$$

$$b_2 = (1 - 2\Delta\Omega + \Omega_0^2) / (4 + 2\Delta\Omega + \Omega_0^2)$$

$$\Delta\Omega = 2 \left| \frac{\sin\omega_1\Delta t}{1 + \cos\omega_1\Delta t} - \frac{\sin\omega_2\Delta t}{1 + \cos\omega_2\Delta t} \right| \quad \Omega_0^2 = \frac{4\sin\omega_1\Delta t \cdot \sin\omega_2\Delta t}{(1 + \cos\omega_1\Delta t)(1 + \cos\omega_2\Delta t)}$$

N 为序列长度(153天), Δt 为样本间隔(1天), ω_1 、 ω_2 为通过带的两个半增益点圆频率, 而通过带的中心圆频率为 $\omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2}$ 。取 $\omega_1 = 2\pi/30(\text{天})^{-1}$ 、 $\omega_2 = 2\pi/60(\text{天})^{-1}$, 则通过带为30—60天周期的频率段, 中心为 $2\pi/\omega_0 \approx 42.4(\text{天})$ 。

图1中实线即为30—60天的Butterworth滤波器的频率响应函数曲线。

2 谱分析结果

为了探求青藏高原上空不同时间尺度大气变化的权重, 我们针对高原及其附近地区5—9月500hPa高度场进行了最大熵谱^[8]分析。分析结果表明高原上空大气振荡现象主要可分成3个频带: 一个是10天以下的振荡, 明显的周期是8天左右; 一个是准双周振荡; 另一个是30天到60天振荡。由图2可以看出3个明显的峰值。51天周期处谱值最大, 对应着大约30—60天时间尺度的变化。图2b上51天周期附近的峰值也非常明显。同

样, 1981年和1982年夏季, 高原及其附近地区, 30—60天时间尺度的振荡现象也比较明显。

根据计算区域内各格点的最大熵谱计算结果, 我们计算了所取各计算格点在34—51天周期范围内的谱密度值之和与所有谱密度值总和的百分比, 由此可以看出34—51天时间尺度变化所占比重的水平

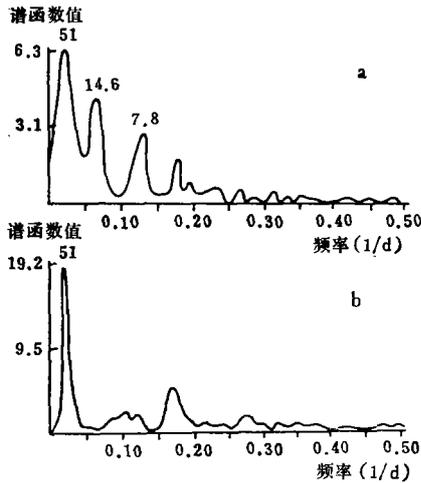


图2 500hPa高度场的最大熵谱曲线
a 1982年35°N, 100°E处
b 1980年30°N, 100°E处

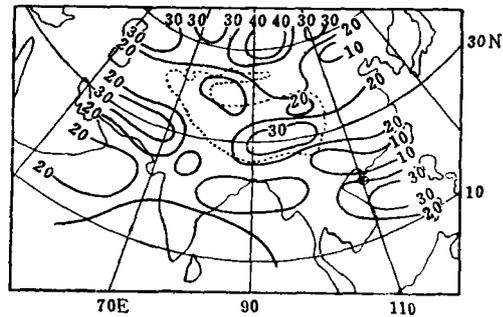


图3 1980年夏季500hPa高度场34—51天谱密度值的和与总谱密度值的百分比(%)

分布。从图3可以看出, 青藏高原东部地区沿30°N、从87°E到103°E为一百分比高值区, 最大值为39%, 可见, 1980年夏半年30—60天振荡在高原东部地区是非常突出的, 从谱值百分比来看, 整个高值区的值均在30%以上。

3 30—60天振荡的滤波分析

为了更直观地说明1980年青藏高原东部地区30—60天振荡现象, 采用滤波分析方法进行讨论。结果表明, 5—9月内, 共有3个30天到60天振荡的完整周期。比较原始序列曲线和滤波曲线, 也可见30—60天的振荡比较明显(图略)。

为了进一步讨论青藏高原上空及其附近地区500hPa高度场30—60天振荡的地理分布特点, 我们计算了30—60天振荡的均方差分别与总的均方差和低通分量均方差的比(图4)。

由图4a可见, 在青藏高原东部地区有1个均方差百分比高值区, 中心位于30°N、100°E处, 其值可达43%; 高原上空的其余地区则为相对的百分比低值区。可见, 1980年夏半年高原及其附近地区上空30—60天振

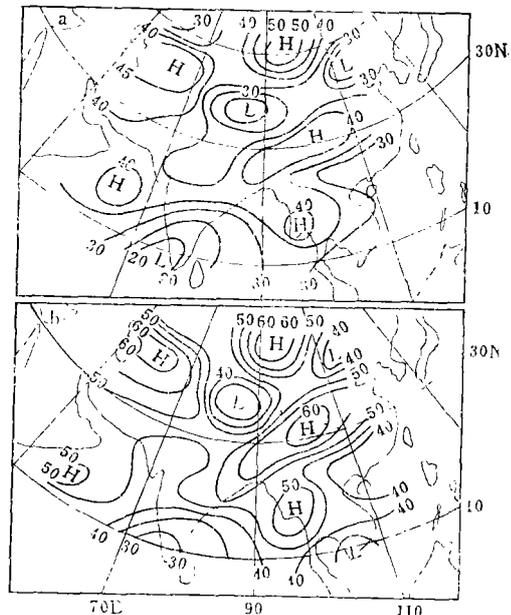


图4 a 1980年5月16日—9月15日500hPa高度场30—60天振荡的均方差与未滤波均方差的百分比
b 同a, 30—60天振荡均方差与低通滤波均方差的百分比

荡很明显,在总的均方差中占有很大比重。

图4b表明,在青藏高原东部地区,30—60振荡分量在10天以上的低频变化中所占比例很高,中心的最大值为64%;而在高原西部地区,则为相对低值区,30—60天振荡分量仅占低频变化方差的30—40%。高原东部地区的高值区东北—西南走向非常明显,其南端一直延伸到印度东岸和孟加拉湾一带。由此可见,青藏高原及其附近地区30—60天振荡现象在10天以上的低频变化中占有极其重要的地位。

由以上分析可见,夏半年青藏高原及其附近地区上空,500hPa高度场30—60天振荡现象无论是在周期大于10天的低频变化中,还是在整个实际大气变化中均占有重要地位,是高原大气变化中非常重要的成员。

4 30—60天振荡地理分布的年际变化

我们利用1980—1982年共3年夏半年500hPa高度场滤波分析和谱分析结果讨论青藏高原及其附近地区上空30—60天振荡的年际变化特征。从图5可以看出,无论是在高原上还是在其附近地区,滤波前后的均方差比率高值区出现的地理位置、范围和中心值的大小都有明显变化,说明30—60天振荡现象存在着年际变化。

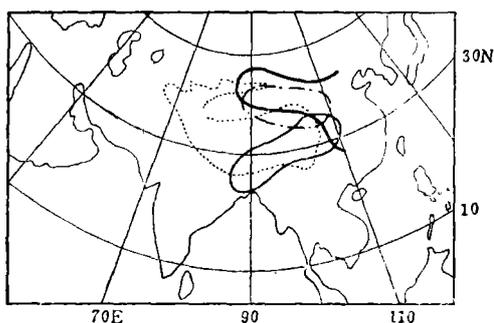


图5 5月13日—9月5日500hPa高度场30—60天滤波前后均方差百分比综合图
——1980年(40%) 1981年(45%)
- - -1982年(45%)

前面已经讨论过1980年的情况(图4a)。1981年高值区位置较1980年偏北,中心位于 35°N 、 105°E 的高原东部边缘,中心值为51%,比1980年强,高原南部及西部地区为低值带。1982年的情况则表现为除青藏高原 35°N 以南、 $82^{\circ}\text{—}105^{\circ}\text{E}$ 以内地区为低值外,其余大部分地区均为高值区控制,高值区走向基本沿着 40°N 东西伸长,在高原东西两侧向南扩宽,最大高值中心位于高原东北边缘的 40°N 、 100°E 处,其值为51%,与1981年相似,低值中心位于 30°N 、 90°E 处。

很清楚,3年的均方差比率最大值区域均出现在青藏高原东部地区,1980年位置最南,1981年居中,1982年最北。从高值中心的位置来看,1980年出现在东部,1981年和1982年则分别出现在东部和东北部边缘地区。

3年的图上,在阿拉伯海地区均有一高值区,说明该地区30—60天振荡现象也比较明显。

另外,从1980—1982年3个夏半年的谱密度值之和与总谱密度值的百分比图(图略)也可以看出,青藏高原上空及其附近地区,30—60天振荡的地理分布也表现出明显的年际变化特征,其结果与图5基本一致。

5 结论和讨论

从前面的分析中可以得出：

(1) 夏半年青藏高原上空及其附近地区存在着明显的30—60天振荡现象，它在高原及其附近的大气变化中占有较大的比重。

(2) 夏半年青藏高原及其附近地区上空，30—60天振荡均方差与总的均方差比值的高值区出现的地理位置、范围及中心强度都存在明显的年际变化特征。均方差比率的高值区均出现在高原东部地区。

(3) 夏半年青藏高原及其附近地区30—60天振荡与更大范围的30—60天振荡现象有关，高原及其附近地区是其中的一部分。

大气中30—60天振荡现象在大气变化中占有重要地位，无疑，会对我国夏季的天气变化有影响。因此，高原及其附近地区上空的30—60天振荡现象还需要进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Madden R A and Julian P R. JAS, 1971; 28, 702—708
- 2 Madden R A and Julian P R. JAS, 1972; 29, 1109—1123
- 3 Krishnamurti T N and Gadgil S. Tellus, 1965; 37A(4); 336—360
- 4 章基嘉, 彭永清, 王鼎良. 青藏高原气象科学试验文集(一), 北京: 科学出版社, 1984, 182—192
- 5 谢安, 叶谦, 陈隆勋. 气象学报, 1989; 47(3); 272—278
- 6 Blackmon M L. JAS, 1976; 33, 1607—1623
- 7 Sun Zhaobo, Folland C K, Newman M. Branch Memorandum 117, Met. 013, Met. Office, U K., 1984; 1—15
- 8 缪锦海. 气象学报, 1979; 37(4); 1—8

DETECTION OF THE 30-60 DAY OSCILLATION
OVER THE QINGHAI-XIZANG PLATEAU AND
ITS SURROUNDING AREAS DURING SUMMER TIME

Sun Zhaobo

(Nanjing Institute of Meteorology)

Li Yunkang

(Sichuan Provincial Meteorological Bureau)

Zhang Jijia

(State Meteorological Administration)

Abstract Results of the Maximum Entropy Spectrum analysis and the filtering analysis are given by using the ECMWF analysis data of the 500 hPa geopotential height over the Qinghai-Xizang Plateau and its surrounding areas during the summer half year. It is shown that the 30-60 day oscillations are significant over the Plateau and its vicinity. The center of the 30-60 oscillations is found in the eastern part of the Plateau. The annual variations are also discussed.

Key words the Qinghai-Xizang Plateau, meteorological element, geopotential field, oscillation