

## 黄河中下游旱涝年的低频波振荡特征

何素兰 宋连春

(国家气象中心,北京 100081)

黄荣辉

(中国科学院大气物理研究所,北京 100080)

### 提 要

采用低通滤波和功率谱分析的方法,分析了黄河中下游地区旱、涝年 500hPa 高度场的 30—60 天周期的低频振荡. 从 1986 年和 1988 年的分析结果看出:在早年的夏季,乌拉尔山地区的低频振荡周期短、谱值高;贝加尔湖地区的低频振荡周期长、谱值高;副热带地区的低频振荡周期短、谱值低. 相反,在涝年的夏季,乌拉尔山地区、贝加尔湖地区和副热带地区的低频振荡具有与早年相反的特征.

**关键词:** 低频振荡; 功率谱; 干旱; 洪涝.

### 1 引 言

自从 Madden and Julian<sup>[1,2]</sup>发现了大气运动存在着低频振荡现象以后,对热带大气 30—60 天周期振荡的研究已有不少. 如 Murakami and Nakazawa<sup>[3]</sup>提出热带大气 40—60 天低频振荡与 Walker 环流、印度季风降水的活跃和中断有关. Yasunari<sup>[4]</sup>在分析亚洲夏季季风的云量变化时,发现季风区的云量存在着 30—40 天的周期变化. Nakazawa<sup>[5]</sup>指出印度洋、热带西太平洋和澳大利亚上空的对流活动有明显的 40—60 天的周期振荡.

关于中高纬度地区的低频振荡,Blackman<sup>[6]</sup>有较系统的研究. Webster and Keller<sup>[7]</sup>、McGuirk and Reiter<sup>[8]</sup>也指出中高纬度大气环流功率谱的 30—60 天周期振荡有一谱峰值. 最近李崇银<sup>[9]</sup>也较系统地研究了中高纬度低频振荡的特征与结构.

但是,上述研究对于不同环流状态的低频振荡特征有何差异还没有进一步地揭示. 本文采用功率谱分析的方法在环流的关键区分析 500hPa 高度场上较为显著的 30—60 天周期振荡. 选择 1986 年和 1988 年的夏季分别代表黄河中下游的早年和涝年,通过对旱、涝年的环流低频振荡特征的对比分析,对影响黄河中下游地区汛期旱、涝年的基本大气环流系统的低频波在时间和空间上的变化特征进行了一些探讨.

## 2 资料和方法

使用 1986、1988 年夏季(6—8 月)北半球 500hPa 等压面上位势高度场  $5^{\circ} \times 10^{\circ}$  经纬度网格点上的逐日高度资料来分析黄河中下游旱、涝年的低频振荡特征。

参照文献[10]所引用的 Batterworth 带通滤波器,首先滤出低频波段(30—60 天)的振荡,然后用文献[11][12]的方法对序列进行整数波和若干非整数波的谐波分析,并进行显著性检验,以确定显著周期。

## 3 1986 年(旱)、1988 年(涝)的环流特征

1986 年 7—8 月黄河中下游地区严重缺雨,汛期的雨量是建国以来最少的一年,从夏季全国降水百分位数的分布(图略)来看,黄河中下游地区干旱程度是较重的,特别是中游地区更为严重。

黄河中下游这次严重干旱与大范围大气环流形势的异常有关。从该年夏季 500hPa 平均环流图(图略)中看出欧亚地区中高纬度呈现出两槽一脊的环流形势,两个长波槽分别位于乌拉尔山和库页岛附近,而贝加尔湖为一强高压脊控制,在巴尔喀什湖附近锋区明显分成南北两支,北支较强,南支较弱。这种环流形势在该年夏季较为稳定地维持较长时间,且在此期间内西太平洋副高的强度比常年偏弱,位置偏东、偏南,是造成该地区少雨干旱的主要环流因素。

相反,1988 年 7—8 月黄河以北的大部分地区降水明显偏多,局地暴雨也较为频繁,特别是黄河中游及其附近地区出现了洪涝现象。

这种现象的产生也是与大气环流的异常密切相关的。该年夏季的平均环流与 1986 年相反,在相应位置上表现出两脊一槽的形势。同时这一年西太平洋副高一直持续偏强,从而导致该年夏季在四川北部、黄土高原到大兴安岭一带出现多雨天气。

## 4 黄河中下游地区旱年与涝年的低频振荡特征

由上述环流形势分析看出:导致黄河中下游 1986 年夏旱与 1988 年夏涝的三个关键地区是乌拉尔山、贝加尔湖及西太平洋副高活动区。在黄河中下游地区旱、涝年份,这三个地区的低频振荡有何异同又是研究该地区旱涝成因的关键。

### (1) 旱年(1986 年)

为了分析黄河中下游地区夏旱时中高纬度地区的低频振荡特征,我们制作了各纬圈的低频滤波后扰动高度场距平值  $\tilde{H}'$  的时间-经度剖面图(图略),以及贝加尔湖、乌拉尔山地区的  $\tilde{H}'$  变化曲线图(图 1)。从图 1 较清楚地看到在 6—8 月期间贝加尔湖地区大体上经历了三次振荡过程,每个过程的振荡周期差异较大,以 7 月初至 8 月下旬的一次振荡为主。在剖面图中也反映出贝加尔湖所在的区域内( $110^{\circ}\text{E}$  附近),7 月份  $\tilde{H}'$  为正距平,表明

在此时段内贝加尔湖的高压是加强的,直至8月5日以后才进入减弱阶段,到8月下旬又再次加强.此外,通过对贝加尔湖地区的 $\bar{H}'$ 进行功率谱分析(图2b),也能看出1986年夏季贝加尔湖所属区域在30—60天的波段中,均以50天左右的周期振荡较为明显,谱值为8.

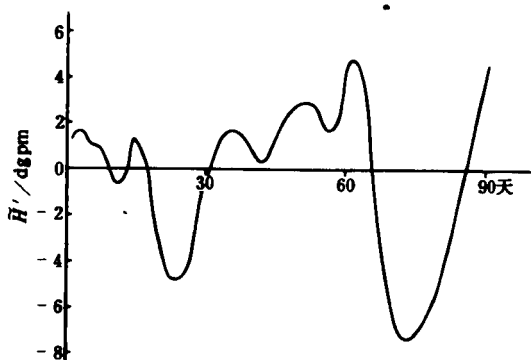


图1 1986年贝加尔湖地区 $\bar{H}'$ 变化曲线

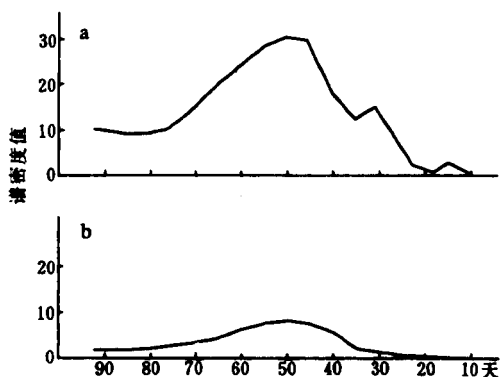


图2 1986年乌拉尔山(a)与贝加尔湖(b) $\bar{H}'$ 的功率谱分析

从剖面图中还可以发现,1986年夏季在乌拉尔山地区(70°E附近)虽然是正、负距相间出现,但负距平在该地区维持的时间比正距平相对要长,表明在8月中旬以前乌拉尔山地区形成的槽主要是在加强,以致能发展成为长波槽的形势.从该处的变化曲线(图略)看出,在6—8月期间乌拉尔山低槽中心位置曾出现三次主要振荡过程,振荡周期均以40—50天为主.在功率谱的分析中(图2a)也很清楚地看到,1986年夏季乌拉尔山地区以50天左右的振荡周期较为突出,谱值可达30.5.

在副高经常活动的地区(20°—40°N, 120°E—180°),我们将滤波后的 $\bar{H}'$ 资料进行平均,作出平均高度随时间的变化曲线(图3的实线).由图看出1986年6—8月期间大致出现两次振荡过程,其振荡周期以40天左右较明显.但中心处的谱值仅为2.9,且强度也多数比常年偏弱,只有在6月上旬及7月下旬至8月上旬出现正距平,其余时间均以负距平为主,这表明副高在该年的活动是偏弱的.从而促使1986年夏季黄河中下游出现少雨干旱的现象.

## (2) 涝年(1988年)

用同样的方法分析也能看出,乌拉尔山地区的60°—70°E处从6月至8月的 $\bar{H}'$ 大约经过两次振荡过程,尤其是整个7月几乎都表现为正距平状态.而且自西向东延伸,强度也比较大,尽管8月初转为负距平,但不久又出现正距平.表明乌拉尔山地区高压脊的活动虽处于不断地加强或减弱之中,可每一次振荡均以加强占优势.由图4较为清楚地看出两次振荡的周期均在50天以上,在其功率谱分析中(图5a)也可明显看出,1988年夏季

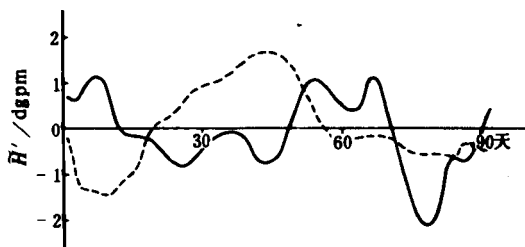


图3 (20°—40°N, 120°E—180°) $\bar{H}'$ 变化曲线  
(实线:1986年,虚线:1988年)

乌拉尔山高压中心处的振荡周期仍以 55—60 天最明显,谱值为 7.7.

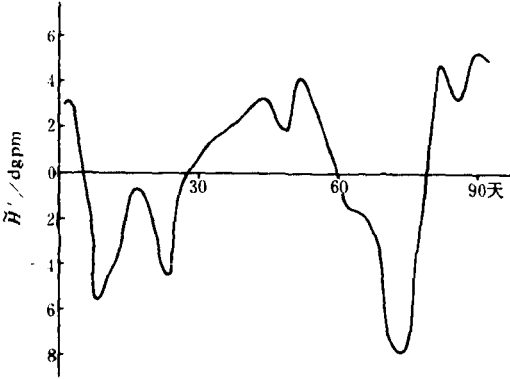


图 4 1988 年乌拉尔山地区  $H'$  变化曲线

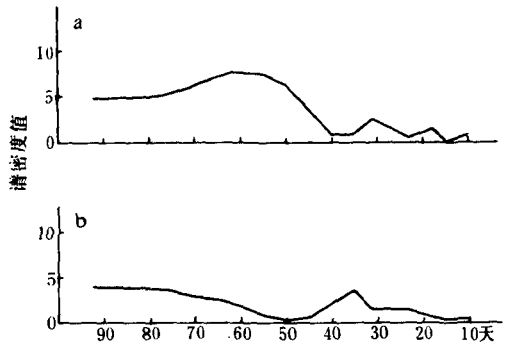


图 5 1988 年乌拉尔山地区 (a) 贝加尔湖地区 (b)  $H'$  的功率谱

贝加尔湖地区 ( $100^{\circ}$ — $110^{\circ}$ E) 天气系统的活动比乌拉尔山地区更为活跃,多种尺度的振荡过程出现了三次.从总体看,该地区在 6 月下旬至 8 月上旬期间负距平是占主体的,而且西边的系统不断向东传播,使贝加尔湖地区的槽逐步加深,槽区内的冷空气对黄河以北地区的降水起着重要作用.如 7 月上旬前后贝加尔湖地区是以负距平为主,而这期间又正好对应着黄河以北的大部地区降水普遍增多,这一现象说明黄河以北大部地区的降水与贝加尔湖大槽中的冷空气能不断地输送到该地区是密切相关的.贝加尔湖地区高度场的变化曲线(图略)具有 35 天左右的周期振荡,由谱分布图(图 5b)也反映出在低频波段 (30—60 天) 中,仍以 35 天的振荡周期为最显著,谱值为 3.6.

从副高活动地区 ( $20^{\circ}$ — $40^{\circ}$ N,  $120^{\circ}$ E— $180^{\circ}$ ) 的  $\tilde{H}'$  变化曲线(图 3 的虚线)看出,在 1988 年 6—8 月期间,西太平洋副高只出现 1—2 次振荡过程,其振荡周期为 50 天左右.尤其是在第一次振荡过程中,自 6 月中、下旬开始直到 7 月下旬均处于正距平状态,其谱值可达 5.3,这正是副高加强的重要标志.

以上分析的环流形势,可能与 1988 年盛夏是反厄尔尼诺年有关.由于西太平洋海面温度偏高,从菲律宾到孟加拉湾一带的对流活动加强,使西太平洋副高的位置偏北.有利于西南暖湿气流沿着副高的北缘输送到黄河以北地区,造成降水偏多.孙国武<sup>[13,14]</sup>也曾分析了黄河上游地区旱涝年份大气低频振荡特征的异同,经我们分析比较后认为,导致黄河上游旱涝与黄河中下游旱涝的环流特征是不同的,且低频振荡特征也各有所异.

## 5 结束语

通过上述分析,可以得到以下初步结果:

(1) 黄河中、下游地区的旱、涝现象与高、中、低纬大气环流形势的异常有关,造成夏旱的环流主要是贝加尔湖高压控制以及副高的南退东移;而造成夏涝的环流则是贝加尔湖低压槽控制及副高的北上西进.

(2) 从乌拉尔山与贝加尔湖地区的高度变化曲线及功率谱分布来看,它们的低频波都存在 30—60 天的振荡周期,但早年与涝年有着明显的差异.乌拉尔山地区的振荡周期是

早年偏短(50天以下),涝年偏长(50天以上),而贝加尔湖地区是早年长(50天左右),涝年短(35—40天)。

(3)从谱值的分析可看出:在中高纬度,乌拉尔山地区和贝加尔湖地区均表现为黄河中下游早年的谱值高(乌拉尔山为30.5,贝加尔湖为8),而涝年的谱值低(乌拉尔山为7.7,贝加尔湖为3.6)。

(4)副高活动区域的大气低频波在旱、涝年也有着不同的振荡周期,早年短些(40天左右),涝年长些(50天以上),而且活动的时段、区域、强度都有不同之处。从谱值上也反映出副高中心处早年偏低(为2.9),而涝年偏高(为5.3)。但不论早年还是涝年,西太平洋副高的低频波都具有明显的向西传播的特征。

以上的分析仅依据1986和1988两个年份,一般的旱涝年份是否具有相同特征还需进一步分析,但其结果对进一步研究我国黄河流域旱涝规律与成因是有参考作用的。

### 参 考 文 献

- 1 Madden R. A. and P. R. Julian. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Soc.*, 1971, **28**: 702—708.
- 2 Madden R. A. and P. R. Julian. Description of global scale circulation cells in the tropics with a 40—50 day period. *J. Atmos. Soc.*, 1972, **29**: 1109—1123.
- 3 Murakami T. and T. Nakazawa. Tropical 45 day oscillations during the 1979 Northern Hemisphere summer, Part 1; Phase propagation. *J. Meteor. Soc. Japan*, 1985, **62**: 440—468.
- 4 Yasunari T. Cloudness fluctuations associated with the Northern Hemisphere summer monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, 1979, **57**: 227—242.
- 5 Nakazawa T. Intraseasonal variations of OLR in the tropics during the FGGE year. *J. Meteor. Soc. Japan*, 1986, **64**: 17—34.
- 6 Blackman M. L. An observational study of the Northern Hemisphere wintertime circulation. *J. Atmos. Sci.*, 1977, **34**: 1040—1053.
- 7 Webster P. J. and J. L. Keller. Atmospheric variations; Vacillations and index cycles. *J. Atmos. Sci.*, 1975, **32**: 1283—1300.
- 8 McGuirk J. P. and E. R. Reiter. A vacillation in atmospheric energy parameters. *J. Atmos. Sci.*, 1976, **33**: 2079—2093.
- 9 李崇银. 30—60天大气振荡的全球特征. *大气科学*, 1991, **15**: 66—76.
- 10 Krishnamurti T. N. and D. Subrahmgam. The 30—50 day mode at 850mb during MONEX. *J. Atmos. Sci.*, 1982, **39**: 2088—2095.
- 11 Krishnamurti T. N. and S. Gadgil. FGGE期间全球30—50天振荡的结构. *气象科技*, 1987年,第2期,33—34.
- 12 黄嘉佑,李黄. *气象中的谱分析*. 北京:气象出版社,1984.
- 13 孙国武,陈葆德. 黄河上游丰水年及枯水年大气低频波的振荡特征. *气象*, 1986, **12**(3): 15—19.
- 14 孙国武,陈葆德. 青藏高原上空大气低频的振荡及其经向传播. *大气科学*, 1988, **12**(3): 250—256.

# THE LOW FREQUENCY OSCILLATION CHARACTERISTICS OF TYPICAL DROUGHT/FLOOD IN THE LOW AND MIDDLE REACHES OF HUANGHE RIVER

He Sulan Song Lianchun

*(National Meteorological Centre, Beijing 100081)*

Huang Ronghui

*(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica, Beijing 100080)*

## Abstract

The methods of band-pass filter and power spectrum are used to analyse atmospheric low frequency oscillation (LFO) (30—60 days) characteristics of 500hPa geopotential height field over the Northern Hemisphere in typical drought/flood year in the low and middle reaches of Huanghe River. The facts can be drawn as follows: The characteristics of LFO in summer drought appear that longer period and higher spectrum value occurred in Bejkal Lake region and shorter period and lower spectrum value in Ural, while the characteristics of LFO in flood year in Ural, Bajkal lake and subtropical regions are contrary to those in drought year.

**Key words:** LFO; Power spectrum; Drought; Flood.