

黄河中下游地区夏季逐候降水量的 低频振荡特征

黄嘉佑

(北京大学地球物理系, 北京 100871)

符长锋

(河南省气象科学研究所)

提 要

本文使用主分量分析黄河中下游地区(河南省)68站1982—1987年夏季(6—8月)逐候降水量的主要时空特征,并用非整波技术分析所提取的第一主要分量频谱分布的低频振荡特点.分析结果表明该地区降水主要低频振荡周期为6—12候(30—60天)月际振荡及季间振荡15—24候(75—120天).它们年际变化有准两年振荡,其中月际低频振荡与赤道地区的纬向风准两年周期振荡有同相关系.

关键词: 降水量; 低频振荡; 准两年振荡; 旱涝.

一、前 言

存在于大气中的40—50天的低频振荡现象在热带地区纬向风的逐日变化中被发现后^[1],一直受到气象学者的极大关注和研究.目前已发现这种振荡现象是大尺度的大气振荡,它不仅表现在风的要素上,还表现在大气的其它要素中,如长波辐射^[2],对流云团也有表现^[3].这种现象在印度降水中被发现^[4],我国东部地区处在东亚季风带内,这种现象亦应有强烈表现^[5].

另方面准两年周期振荡(QBO)现象已被确认为大气振荡的主要周期.这种现象也被发现显著存在于我国降水量的月际变化中^[6].

然而上述两种振荡现象在降水量的变化中是否存在有某种联系,这些问题至今还很少被认识.

黄河流域的中下游地区是我国北方主要的产麦区之一,该区是历史上水旱灾害频发的黄泛区.因此,该地长期旱涝现象变化规律及短期降水与长期旱涝关系的研究是具有十分重要意义的.而且降水的低频振荡和旱涝的发生是否有一定的联系也是值得研究的.本文主要研究降水量中低频振荡现象的表现及其与QBO及旱涝等现象之间的关系.

二、资料与方法

本文选取黄河中下游地区(河南省)68站夏季(6—8月)逐候降水量为分析的对象.取1982—1987年的资料.使用主分量分析方法^[7]提取该地区68站降水量的大范围时空特征.

为寻找各年主分量振荡的主要周期,本文使用非整波功率谱方法^[8].因为在一般

的功率谱分析方法(直接谱和间接谱)中谱的高分辨率只能在序列长度范围内。如对 18 候的降水序列, 仅能分辨 18 候以内的振荡, 而且只有 2—9 候之间, 特别是 2—4 候的振荡有较高的分辨率。然而这种高分辨率的频段不是本文所着重研究的振荡, 而非整波求功率谱方法除了能在序列长度范围内有任意高的分辨率外, 还可以分析长于序列长度的谱, 即能分析出大于 18 候的季节间振荡频谱。设某年主分量 y 序列长度为 N , 则可把它看成由若干个非整正弦波和余弦波迭加而成, 即表示为

$$y = c_0 + \sum_k a_k \cos(2\pi k/N) + b_k \sin(2\pi k/N) + e, \quad (1)$$

其中 k 为非整正数, a_k 及 b_k 为系数, c_0 为常数, e 为误差。对第 k 波可写为

$$y_k = c_{0k} + a_k \cos(2\pi/T) + b_k \sin(2\pi/T_k) + e, \quad (2)$$

其中 $T = N/k$ 为对应于第 k 波的周期, e_k 为除第 k 波外其余部分。上式可看成为一回归方程, 系数可用最小二乘法定出。对应第 k 波的方差贡献可表示为

$$S_k = a_k SC_k + b_k SS_k, \quad (3)$$

其中 SC_k 及 SS_k 分别表示主分量序列与第 k 个余弦波和正弦波的协方差, 即为回归方程(3)的复相关系数平方。据(3)式可求出各试验周期振荡波的方差贡献, 用方差贡献为纵轴以试验周期为横轴构成功率谱图。

三、候降水量的主要变化特征

对黄河中下游地区(河南省)各年 68 站夏季(6—8 月)逐候降水量作主分量分析, 发现第一主分量有较大的解释方差, 达 25% 以上(见表 1), 且其量值与第二主分量差异较大, 是显著的主分量。因此可作为该地区降水量变化的主要代表。

表 1 第一主分量的各统计量

年份	EV	S*	S*/S	R*	R
1982	0.441	54	0.794	0.997	0.974
1983	0.341	51	0.750	0.986	0.940
1984	0.444	58	0.853	0.991	0.990
1985	0.254	35	0.515	0.994	0.892
1986	0.347	40	0.588	0.980	0.919
1987	0.426	52	0.765	0.997	0.938

(*)EV, S*, S*/S, R* 和 R 分别表示解释方差, 显著区的站数, 显著区占总站数百分比, 与显著区和与全区降水序列的相关系数

由于第一主分量的荷载场是反映它与该区各站的相关场。在样本容量为 18 时, 显著相关系数临界值为 0.468。取大于 0.47 范围内为显著正相关区。从表 1 可见, 各年该地与第一主分量显著相关站数一般能达 40—50 个, 占总数达 50% 以上。显著区分布在中下游河段的两侧, 其地理位置在北纬 32—36 度, 东经 110—115 度范围内。各年显著相关区位置变化不大, 大小略有不同。1982, 1984 和 1987 有较大的面积。

第一主分量对该区降水的代表性还可用它与显著区内所有站平均降水量以及全部区域 68 站平均降水量的相关系数来反映。从表 1 可见, 它们之间的相关系数均超过 0.90,

表明这一序列可以代表该地区降水量主要变化特征。

四、降水的低频振荡特征

对各年第一主分量序列用非整波技术作谱分析，为研究它在低频振荡上的表现，试验周期变化范围选取 3—30 候(15—150 天)。表 2 给出周期每隔 3 候非整波振荡的方差贡献值的比较。从表中可见除高频振荡(周期小于 3 候)外，各年降水量变化均表现有较强的低频振荡特点，但振荡频带分布较宽，大致有两种类型，一种是常见的 40—60 天振荡，即周期为 9—12 候，可称为月际振荡，如 1983、1985 和 1986 年。另一种变化周期在 15—24 候(90—120 天)的振荡，中心周期为 90 天，可称为季节振荡。其中以 1982、1984 和 1985 为主要表现季节振荡的年份，表现不太明显的 1987 年也属于这一类型。

表 2 各年第一主分量非整波功率谱

周期(候)	1982	1983	1984	1985	1986	1987
3.0	0.040	0.014	0.245	0.037	0.231	0.044
6.0	0.015	0.027	0.094	0.017	0.038	0.102
9.0	0.099	0.117	0.014	0.193	0.119	0.073
12.0	0.305	0.037	0.116	0.235	0.035	0.088
15.0	0.523	0.084	0.182	0.223	0.071	0.065
18.0	0.571	0.109	0.179	0.266	0.103	0.064
21.0	0.555	0.123	0.178	0.312	0.115	0.088
24.0	0.558	0.111	0.147	0.354	0.121	0.094
27.0	0.461	0.082	0.105	0.328	0.099	0.085
30.0	0.362	0.071	0.090	0.282	0.079	0.082

为寻找近几年降水序列频谱分布的共同特征，把 6 年非整波功率谱(表 2 中资料)构成一频谱矩阵，用(1)式作主分量分析。提取的前 3 个频谱主分量的解释方差分别为 44.8%，31.9%和 11.9%，它们的解释方差已占总方差的 88.6%，可用它们作为频谱分布的主要特征。由于各主分量相互是正交的，3 个主分量对应于 3 种不同类型的分布(见图 1)。各型显著表现的年份可用荷载(即主分量与各年频谱分布序列的相关系数)大小来确定，凡大于 0.47 为显著。表 3 列出各分量在各年中的荷载。从图 1 可见，频谱第一分量较大的正值分布在周期 18 候以上的振荡上，峰值在 24 候(120 天)。

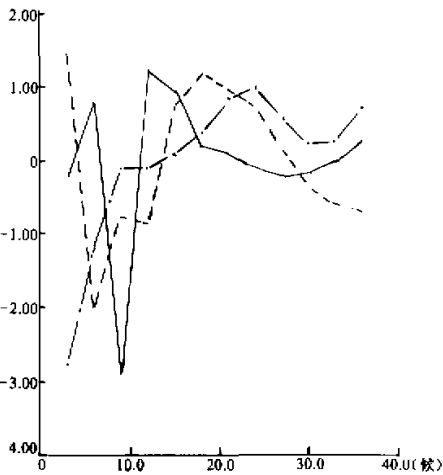


图 1 频谱主分量分布

这一降水振荡型的特征属于长周期季节间实点线为第一主分量，虚线为第二主分量，实线为第三主分量。的振荡。从表 3 发现，此型表现显著的年份为 1982、1983、1985 及 1987。由于第一分量具有最大的解释方差，所以这一型为该区降水的主要振荡型。第二种类型对应于第二

表 3 频谱前 3 个主分量的荷载

	1	2	3
1982	0.776	0.544	0.277
1983	0.814	0.256	-0.411
1984	-0.312	0.768	0.502
1985	0.904	0.297	-0.039
1986	-0.477	0.690	-0.416
1987	0.533	-0.629	0.211

分量, 此型表现突出的正峰值为 3 和 18 候 (5 天和 90 天), 可称为高频与低频季节振荡混合型, 此型显著表现在 1982、1984 及 1986 年, 第三种为低频振荡型, 频峰在 6 候和 12 候, 它对应于常见的 30—60 天振荡, 其显著表现的年份是 1982、1984 及 1987。

五、降水的低频振荡与 QBO

从上节分析可见低频振荡的两种类型在不同年份的表现是不同的, 交替变化时间为 2—3 年 (见表 3 荷载大小随年际分布)。如长周期季节间振荡型和高低频混合型, 显著表现的间隔年份约为 2 年, 季内低频振荡型表现的间隔年亦为 2—3 年, 它们均表现为准两年振荡, 值得指出的是与常见的低频振荡相应的振荡型的年变化与赤道地区纬向风变化的两年振荡有较好的对应关系, 据赤道地区 Canton 岛高空纬向风的资料^[9], 1982、1984 和 1987 年分别为东风相, 与表 3 频谱第三分量的正荷载值的年份相对应。

低频振荡表现的年变化还与黄河中下游地区的旱涝有较好的关系, 表 4 给出不同东风、西风相年份该区 68 站平均月及夏季降水量的值, 从中可见凡低频振荡表现较强的年份该区夏季降水偏多, 反之则偏少, 偏多年份夏季各月降水均偏多, 与常年降水量月变化相同, 但其中以 8 月份增加尤为明显。

该地区降水量与大气环流的准两年周期振荡的联系可能是由于西太平洋副热带高压 (副高) 的准两年振荡所引起的, 李崇银曾发现副高有 25 个月的谱峰^[10], 当赤道东风相时副高强度偏强, 有利于黄河地区降水, 反之副高偏弱, 不利于该地降水。

表 4 黄河中下游地区月平均降水量的年变化

年份	东风相				西风相			
	1982	1984	1987	平均	1983	1985	1986	平均
6 月	9.6	23.2	27.0	19.9	18.0	8.0	12.1	12.7
7 月	53.6	46.2	22.6	40.8	31.8	23.5	20.8	25.4
8 月	55.4	32.6	28.2	38.7	24.1	19.9	14.5	19.5
6—8 月	166.2	97.8	84.6	116.2	72.3	59.7	43.5	58.5

六、结 论

本文使用主分量非整波技术分析黄河中下游地区 (河南省) 68 站 1982—1987 年夏季 (6—8 月) 逐候降水量的主要时空特征和低频振荡特点, 得到结论如下:

(1) 黄河中下游地区逐候降水量变化存在有季节 (15—24 候) 振荡及低频 (6—12 候) 振荡, 它们在不同年份有不同的表现, 其显著表现年份有准两年周期振荡, 其中低频振荡的表现与赤道地区纬向风的准两年振荡有同位相的变化, 东风相的年份降水低频振荡表现较西风相年份显著。

(2) 降水低频振荡表现强烈的年份夏季各月的降水量较表现弱的年份偏多, 偏多表现突出的月份是 8 月。

参 考 文 献

- [1] Madden, R. A. and P. R. Julian, 1971, Detection of a 40—50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific, *J. Atmos. Sci.*, **28**, 702 — 708.
- [2] Nakazawa, T., 1986, Intraseasonal variations of OLR in the tropics during the FGGE year, *J. Met. Soc. Japan*, **64**, 17 — 34.
- [3] Murakami, M., 1984, Analysis of the deep convective activity over the western Pacific and Southeast Asia. Part II Seasonal and intraseasonal variations during northern summer, *J. Met. Soc. Japan*, **62**, 88 — 108.
- [4] Cadet, D. L. and P. Daniel, 1988, Long-rang forecast of the break and active summer monsoons, *Tellus*, **40 A**, 133 — 150.
- [5] 周静亚, 杨大升, 黄嘉佑, 1987, 夏季热带及副热带环流系统周期振荡与中国降水的功率谱, *热带气象*, **2**, 195 — 203.
- [6] 黄嘉佑, 1988, 准两年周期振荡在我国降水中的表现, *大气科学*, **12**, 267 — 273.
- [7] 黄嘉佑, 1990, 气象统计分析与预报方法, 气象出版社, 387pp.
- [8] 黄嘉佑, 1984, 气象中的谱分析, 气象出版社, 318 pp.
- [9] Maruyama, T. and Y. Tsunooka, 1988, Anomalously short duration of the easterly wind phase of the QBO at 50 hPa in 1987 and its relationship to an El Nino event, *J. Met. Soc. Japan*, **66**, 629 — 634.
- [10] 李崇银, 1992, QBO 及其对东亚大气环流和气候的影响, *大气科学*, **16**, No.2 167 — 176.

The Representations of the Low-frequency Fluctuation for the Pentad Precipitation in Summer in the Middle-lower Reaches of the Yellow River Valley

Huang Jiayou

(Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Fu Changfang

(Academy of Meteorological Science, Henan Province)

Abstract

The dominant pattern of the pentad precipitation in summer (June — August) during 1982 — 1987 over 68 stations in the middle-lower reaches of the Yellow River valley (Henan Province) is extracted by means of principal component analysis. The characteristics of low-frequency fluctuation are analyzed by non-integer technique of power spectrum. The results show that the predominant period bands represented in the low-frequency fluctuation field are interseasonal fluctuations of 6 — 12 pentads (30 — 60 days) and intraseasonal fluctuations of 15 — 24 pentads (75 — 120 days). The annual variation of the low-frequency fluctuations has a pattern of quasi-biannual oscillation of the intensities. Especially, the intensities of the interseasonal fluctuations are in-phase with the quasi-biannual oscillation of the zonal winds in the equatorial area.

Key words: Precipitation; Low frequency fluctuation; Quasi-biannual oscillation (QBO); Drought/flood.