

我国降水振荡周期特征的初步分析

赵汉光

(国家气象局北京气象中心)

提 要

本文采用詹金斯的谱分析方法,计算了我国160个代表站月降水量资料的自谱值,揭示出我国近30年来降水振荡主要周期及其分布特征。结果表明:我国西部地区(110°E 以西),主要周期相对地集中在31.4—39.0个月之间,表现出以准三年振动为主;而我国东部地区(110°E 以东),主要周期集中在21.2—29.2个月之间,表现出以准两年振动为主。特别是通过对青藏高原以东地区降水振荡主周期及其分布特征的分析,为我国雨带类型的区域划分范围提供了比较充分的依据,并为长期预报提供重要的气候背景。

一、前 言

应用谱分析的方法,达到了了解我国降水振荡过程中,哪些频率(或周期)的波动起着主要的作用,这对气象预报有着重要的意义。

早在六十年代,李小泉等人^[1]采用谱分析揭示出亚洲大气环流指数具有5个月周期变化特征。近年来,朱福康等人^[2]在研究南亚高压强弱和500hPa西太平洋副热带高压脊线位置的长期变动过程中,指出存在准三年振动。罗树森等人^[3]对各种天气系统、物理量、海温等揭示出新的准三年振荡事实。上述研究无疑为我国长期预报提供了有意义的依据。

在降水和气温等气象要素方面的谱分析,虽然以往曾有人进行过这方面的工作,并取得不少成果^[4-6]。但是这些工作,一方面仅局限于某个区域内,另一方面使用的分析资料样本序列较短,因此对我国降水振荡特征的全貌,还缺乏比较全面的了解。为此本文使用全国160个站的月降水量资料,按横向时间序列(即自然序列)排列,经滑动滤掉季节变化后,用来研究我国降水年以上的振动。本文通过对它的分析研究,揭示我国降水振荡是否存在显著的主要周期,以及主要周期在时域、区域分布上的特征。

二、资料及计算方法

本文以中央气象台长期科在日常预报业务工作中所使用的160个站的月降水量资料,取自1951年1月至1980年12月共30年资料,按横向序列排成160个长序列,为消

除季节变化,作 12 个月的滑动平均。

自谱是研究时间序列自身振荡的特性,本文所采用的分析方法基本上与文献 [7-8] 相同。

设经过预处理的月降水量资料样本为 $R_{ij}(i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, P)$ 其中 N 为样本的长度, P 为站数。

对于某一后延的样本序列 R_{ij} 有自协方差

$$\text{cov}(k, j) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-k} (R_{ij}, R_{i+k,j}) \quad (1)$$

文献[7]中指出: 以 N 为除数的估计量比用 $N-k$ 为除数的估计量往往有较小的均方差,当 $k=0$ 时,两种估计量的方差一致,但当 k 趋近于 N 时有偏估计量的方差趋近于零,而无偏估计量的方差趋于无穷。不仅如此,以 N 为除数的估计量是正定的,而依据 $N-k$ 的则否。正是由于这种特性,本文在 (1) 式中采用 N 为除数,而不是用 $N-k$ 为除数。

自相关函数

$$\text{COR}(k, j) = \text{cov}(k, j) / \text{cov}(0, j) \quad (2)$$

自谱公式

$$G(i, j) = 2 \left\{ \text{COR}(0, j) + 2 \sum_{k=1}^{M-1} \text{COR}(k, j) \omega(k) \cos \frac{\pi k i}{L} \right\} \quad (3)$$

在上述各式中 $k = 0, 1, \dots, M; i = 0, 1, \dots, L$, M 为最大后延,文中 M 取序列长度的 $1/3$, L 为计算谱估值的频率点总数,为使谱估计在低频部份相应有良好的分辨率,文中取 $L = 2M$ 。

本文采用红噪声检验,主要周期的谱值均超过 0.01 的信度。

三、主要周期在时域和区域分布上的特征

通过分析我国 160 个站降水自谱图的类型,可大体上归成二种谱型,一种为单峰谱型,另一种为双峰谱型(或称多峰谱型)见图 1 a, b。

所谓单峰谱型即降水的能谱密度变化曲线在某个周期附近,通过一定的信度检验能谱具有明显的峰值。同理,双峰谱型(或多峰谱型)即降水的能谱密度变化曲线在某二个或多个周期附近其能谱达到或超过一定信度所具有明显主要峰值或次要峰值,主峰值所对应的周期称之为主周期,次峰值所对应的周期称之为次周期。图 1 中的横坐标采用的是自然对数坐标 $\ln T$,纵坐标为功率与频率的乘积即 $G \times f \times 10^{-2}$,用此种表示法,能较合理地确定振荡的主周期,并且物理意义也明确。即自谱曲线所包围的面积为总方差^[9],由此也可求得某一周期范围内的振荡占总方差的百分比。

综上两类谱型而言,单峰谱型对预报所提供的信息较之双峰谱型更有实用意义。

所算出的全国 160 个站降水的能谱曲线中,通过显著性检验,信度在 0.01 以上的,约有 96% 的台站降水都具有较为明显的主周期,仅 4% 的台站降水振荡主周期不甚显著。

从以上两类谱型的区域分布情况分析来看,存在着明显的纬向性分布,就单峰谱型来

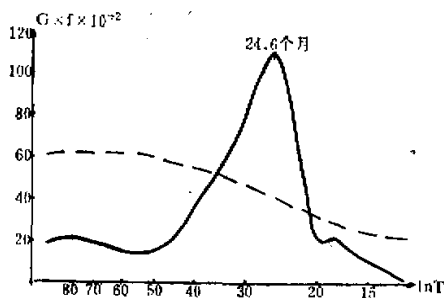


图 1a 单峰谱图型

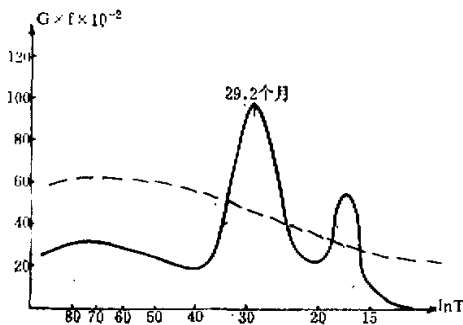


图 1b 双峰谱图型

说,其分布主要集中在 23°N — 28°N 和 40°N — 45°N 两个纬度带内,而双峰谱型的分布主要集中在 28°N — 40°N 、 45°N — 50°N 以及 23°N 以南的纬度带内(图略),由此可见,我国降水振荡的两类谱型分布特点不仅具有纬向性,并且相互之间又具有交叉性。

1. 主周期在时域分布上的特征

图 2 为全国各站降水振荡主周期在时域上的分布,其曲线大致呈正态分布,图中的横坐标为 $\ln T$,纵坐标为主周期出现的概率。

由图 2 可见,我国降水振荡主周期中,其中占优势的主要周期为 29.2 个月,约占全国降水总站数的 21.4%,而全国降水主

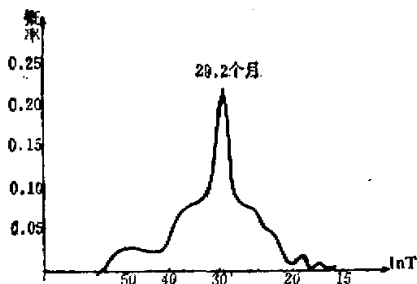


图 2 我国降水主周期概率分布

要周期在时域分布上,比较明显的集中在 21.2—39.0 个月之间,约占全国降水总站数的 88.5%,由上述统计结果表明:我国降水主要周期的变化特征,主要集中在高频振荡时域内——即准两年和准三年振动的范围内。

2. 主周期在区域分布上的特征

为了分析出我国降水主周期在区域分布上的某些特征,首先我们把全国各站降水的

主要周期数值,分别填在各站的地理位置上,在图上分析出主要周期的等值线图,然后根据主周期等值线的梯度大小,在全国范围内大致划分为 15 个区域(见图 3),图 3 中的黑圆点为计算的降水台站分布,在 1 至 15 个区域内,我们分别统计了它们的平均主周期长度及其均方差值。

由表 1 可知,我国东部地区降水主周期主要集中在 21.2—29.2 个月之间,约占东部地区降水总站数的 72%,尤其是在东北的中部及南部(3 区)、淮河区(5 区)、江南区(7 区),它们的平均主周期长度分别为 24.2 个月、22.6 个月、26.0 个月,而均方差值分别是 2.80、2.75、2.25 个月,上述这些区域内降水振荡集中地表现出以准两年振动为主,另外,华北区(4 区)和长江中下游区(6 区),统计发现该两个区域内的各站降水主周期几乎都是在 29.2 个月,并且算出的均方差亦是最小,分别为 0.86 和 0.66 个月,这充分表明在该两个区域内,各站降水主周期具有显著的一致性。

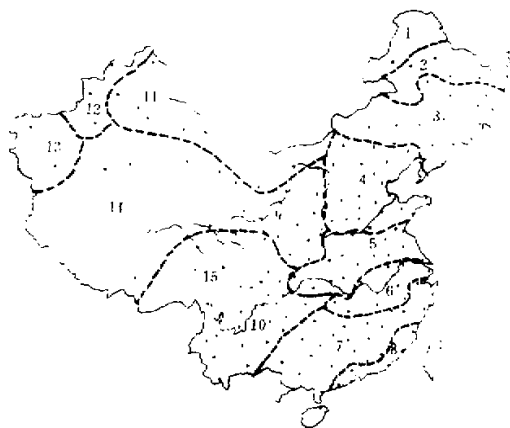


图 3 全国降水台站分布及降水振荡主要属期分区示意图
黑圆点为选取的代表站

表 1 全国一至十五个区域内平均主周期长度及其均方差值(单位: 月)

区	号	区域平均主周期长度(月)	均方差(月)	统计站数
东部地区	1	23.1	4.40	2
	2	31.6	1.45	7
	3	24.2	2.80	14
	4	29.7	0.86	21
	5	22.6	2.75	16
	6	29.4	0.66	11
	7	26.0	2.25	24
	8	35.0	3.60	6
西部地区	9	32.7	3.28	17
	10	34.0	3.12	21
	11	23.5	2.93	7
	12	32.0	1.97	3
	13	22.0	0	2
	14	52.0	0	3
	15	24.2	3.33	6

对于我国西部地区来说,它们的降水主周期相对地集中在 31.2—39.0 个月之间,约占我国西部地区降水总站数的 64%,其中尤以青藏高原东部的南北两侧地区(即九区和十区),它们的主要周期长度分别为 32.7 个月和 34.0 个月,相应的均方差值为 3.28 和 3.12 个月,在该两个区域内的降水,其主周期表期出以准三年振动为主。对高原主体来说,由于纪录稀少的缘故,对其主周期的分布特征,还缺乏比较全面的认识,尚有待于今后进一

步分析研究。

综上所述可以看出：我国东、西部地区的降水振动特征存在着较为显著的差异，前者表现出以准两年振动为主，后者则表现出以准三年振动为主。

最后特别需要指出的是：对青藏高原以东地区降水主要周期的分布特征进行分区时，分析发现与中央气象台长期科日常分区预报所划定的区域范围以及中央气象台长期组¹⁾对我国东部地区 1—3 类雨带位置划分的区域范围有着相同之处。所谓 1 类雨带指多雨区在黄河流域及其以北地区；2 类雨带指主要多雨区位于黄河以南至长江以北地区；3 类雨带指主要多雨区在长江沿岸及其以南地区。换句话说，华北区（4 区）多雨为 1 类雨带，淮河区（5 区）多雨为 2 类雨带，长江中下游区（6 区）及以南地区（7 区）多雨为 3 类雨带。由此可见，分析研究我国降水振荡主周期及其分布特征，不仅为划分我国雨带位置的区域范围提供比较充分的依据，而且亦为长期预报提供较重要的气候背景。

致谢：本文曾得到陆龙骅同志的热情帮助，承李小泉同志审阅并提出了宝贵意见，谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 李小泉、瞿栋根，1963，亚洲 500 毫巴月平均环流指数（1939—1962）谱分析，气象学报，34 卷 2 期，p. 117.
- [2] 朱福康等，1980，南亚高压，科学出版社，p. 20—23.
- [3] 罗树森、赵汉光，1984，三年振荡与厄尼诺现象，新疆气象，6 期.
- [4] 徐国昌、董安祥，1982，我国西部降水量的准三年周期，高原气象，Vol. 1, No. 2, p. 11—17.
- [5] 陈晓光、王英素，1984，宁夏候降水量的谱分析，宁夏气象，5 期.
- [6] 章基嘉等，1981，我国候降水量与亚洲 500 mb 候平均环流相互关系的时空结构，南京气象学院学报，1 期.
- [7] Jenkins, G. M., Watts, D. G., 1968, Spectral Analysis and Its Applications, San Francisco Holden Day, p. 525.
- [8] 陆龙骅等，1984，1979 年夏季青藏高原地区的中期振荡特征，青藏高原气象科学实验文集(二)，科学出版社，p. 140—151.
- [9] Zangvil, A., 1977, Mon. Wea. Rev. Vol. 105, p. 1469—1472.

A PRELIMINARY STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF THE PRECIPITATION OSCILLATION IN CHINA

Zhao Hanguang

(National Meteorological Center, State Meteorological Administration)

Abstract

By utilizing the spectral method proposed by G. M. Jenkins, the selfspectrographic analysis was made of monthly rainfall amounts of 160 main rainfall stations. The results indicate the main period and distribution of precipitation oscillation during the past 30 years. To be specific, in the west of China (west of 110°E), the periods of precipitation oscillation are usually between 31.4—39.0 months, representing a quasi-three year period, distributed mainly over the southeast and northeast of the Qinghai-Xizang Plateau; in the east of China, the periods are usually between 21.2—29.2 months, representing a quasi-two year period, distributed mainly over the centre and south of Northeast China, the Huaihe River Valley and south of the Changjiang River.

1) 中央气象台长期组：西太平洋副热带高压和我国东部地区夏季降水，1976 年全国长期天气预报经验交流技术材料选编