

晴雨逐日预报的一个客观方法*

刘幼唐

(山西省临汾地区气象科学研究所)

不少文献证明,大气变化是有一定周期性的。但过去研究较多的是几年到几十年的周期,如旱涝36年周期等就研究的不少。而短期晴雨逐日变化,由于受各种不同尺度天气过程综合影响,不易直观的被发现。因此,晴雨不像旱涝周期那样单纯,只存在着几个主要周期。即便如此,本文经过计算认为,晴雨周期也象旱涝周期一样存在于大气之中。它制约着每天的晴雨变化。日常业务中我们也有这样的体会。一次明显的降水过程发生之后,往往随后有一段时间几乎是等时性的连续若干次有降水现象发生。另外,降水周期与天气系统周期是相对应的。1980年夏季几乎每隔6—8天有一次高空槽影响,而降水也均是发生在此时。像365天这样长的周期也较明显。如临汾6月11日,26年中晴天日数占24年。晴天的气候概率92.3%。7月25日,26年中就有19年有降水。降水的气候概率73.1%。这种情况按365天周期预报,准确率就可能较高。后面还将谈到应用长周期的好处。

1. 资料处理

取临汾1954—1977年6—8月逐日降雨量序列(不降雨,雨量为零),进行谱函数计算寻找周期。其公式为

$$C_{(K)} = \frac{1}{L} \int_0^L \hat{R}_{(t)} \cos \omega t dt \quad (1)$$

(1)式取离散型估计,然后用加权平滑的办法计算谱平均、零谱、终谱。其中, $C_{(K)}$ 是第K个谱值; ω 是频率($\omega = \frac{K\pi}{L}$); t 是间隔日数; L 是波长。

用每年6—8月份的资料相连,凡用到跨年的地方就包含了一个年际周期。为了使序列连续,用 $365 - 92 + K$ 来换算。其中, K 是用6—8月份资料相接的序列周期数, $365 - 92 + K$ 是相应于1—12月份资料的序列周期数。见下表。

表1中的第一行的174, 92, 39...等是6—8月份资料的周期数,即原序列周期。第二行的720, 365, 312...等是相应于1—12月份资料的周期数,即实际周期。如6月1日,原序列为2天周期($K=2$)。对应的实际周期便是 $365 - 92 + 2 = 275$ 天周期。也就是与去年8月29日相对应。

表1中第一列为日期序列。当日期序列等于原序列周期数加一时($K+1$),原序列周期就是实际周期。如表中原序列周期为2天($K=2$),6月1日对应的实际周期便是275天。

* 本文于1980年4月22日收到,1981年4月1日收到修改稿。

表 1 6—8 月份日周期对应表

序列 日期	原序周期 (天)										
	实际周期 (天)	174	92	39	23	15	8	7	5	3	2
1	6月1日	720	365	312	296	288	281	280	278	276	275
2	2										2
3	3										
4	4										
5	5										
6	6										
7	7										
8	8										
9	9										
∴	∴										
16	16										
∴	∴										
24	24										
∴	∴										
40	7月10日										
∴	∴										
81	8月21日	174									
∴	∴										
92	31										

当日期序列等于 $K+1=3$ 时,实际周期与原序列周期一样,为 2 天周期。就是说,从 6 月 3 日以后所用的周期因子,对 2 天周期来说,均是当年的资料了。表中第一行的 174 天周期,因为多跨了一年,实际周期数用 $2(365-92)+K$ 来换算。6 月 1 日所对应的实际周期数为 720 天。

经过计算比较,取每年 6—8 月份资料连成序列,用找出的周期因子建立晴雨预报方程,在预报效果上要比用 1—12 月份资料相连要好。二者找出的周期,尽管有些是一样的。如 2,3,5,7,8,15,23,365 天周期等。但是,回归计算的实用效果后者不如前者。这可能是由于下述原因:

首先,临汾地区雨季一般在 6 月份开始。降水主要集中于 6—8 月份。6 月份以前的 5 月中下旬是干热风季节。在晴雨分布上,二者有明显的 discontinuity。用当年 5 月份的周期因子做 6 月份的晴雨预报,夏季的第一次重要降水过程,显然是不易报出来的。如:78,79,80 年,6 月 1 号均发生一次明显的降水过程。这三次过程均是用了跨年度的周期报出来的。从后面表 3 中还可看出,6 月份的预报质量均较高,这也说明了长周期所起的作用。

第二,雨季开始早晚与前几年同期雨季开始早晚是有关系的。存在着二年周期振荡现象。

第三,天气系统与天气现象是有季节性变化的。6—8 月份主要受副热带系统与中纬度系统共同作用的天气形势影响。它制约着与其它季节不同的天气现象分布状态。显然,以受同类系统影响的晴雨期进行相关统计,效果自然要好一些。

另外,用 1—12 月份的资料,24 年就有 8760 个数据,处理起来费时太多,所以我们还用了历年 6—8 月份的资料。

2. 挑 选 周 期

将 1954—1977 年 6—8 月份的降水量资料(没有降水的日期按降水量为零对待),利用 (1) 式进行离散型谱的计算。计算结果绘成谱窗图 1。从图可见,在频率等于 17 处($\omega_r=17$)

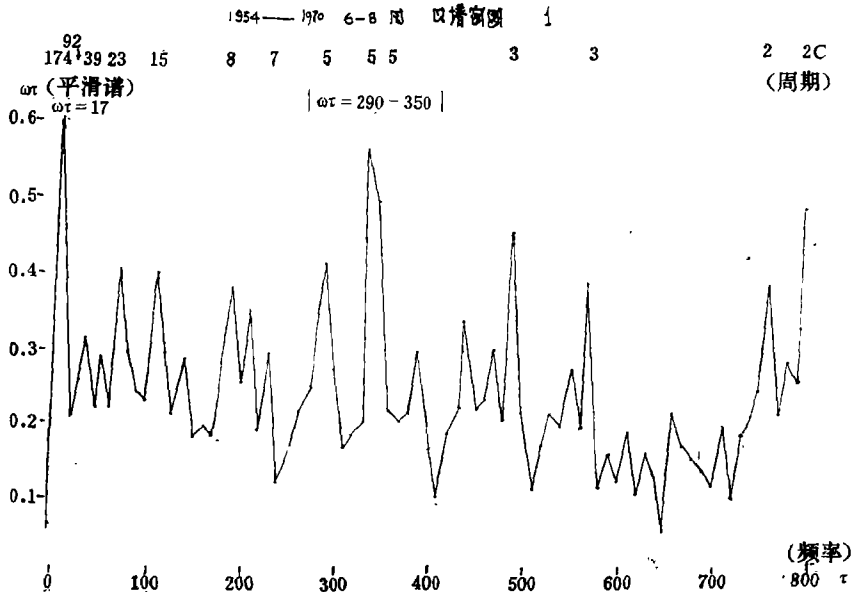


图 1 1954—1970 年 6—8 月日谱窗图

出现了一个尖峰。它属于纯正弦性的 92 天周期。在频率 291—350 处占了较宽的谱带,为 5 天周期。整个谱属于“白噪声”特征。这种特征的曲线宜用谱平均 \bar{C} , 乘 δ 值得 0.28。此值便是判断值。其中, $\delta = \frac{\chi^2}{\nu}$, $\nu = \frac{2N-l/2}{l}$ 。 χ^2 为检验值; N 为资料长度; l 为周期波长。 δ 值要求 95% 信度值。最后,用谱估计值与判断值比较,得出 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18, 21, 23, 28, 32, 39, 67, 70, 92, 174, 195 天的周期。各周期所对应的谱值见表 2。

表 2 各周期所对应的谱值

周 期	2	3	5	6	7	8	9	10	12	14	15
谱 值	<u>0.38</u>	<u>0.46</u>	<u>0.54</u>	<u>0.34</u>	<u>0.29</u>	<u>0.39</u>	<u>0.35</u>	<u>0.28</u>	0.24	<u>0.40</u>	<u>0.40</u>
周 期	18	21	23	28	32	39	67	70	92	174	195
谱 值	0.23	<u>0.28</u>	<u>0.40</u>	0.30	0.26	<u>0.31</u>	0.26	0.26	<u>0.86</u>	<u>0.42</u>	<u>0.35</u>

注: 谱值下划一横线者为 >95% 信度值, 其它为 >85% 信度值。

3. 逐步回归求晴雨判别方程的方法

(1) 求预报日雨量的回归方程

首先取 1954—1977 年 6—8 月份逐日降雨量资料，以所挑选出来的 22 个周期为因子，与预报因子降雨量进行逐日逐步回归计算，选出包括 7—9 个周期因子的 92 个逐日降雨量预报方程。计算时取相关矩阵

$$\begin{aligned}
 R_{11}b_1' + R_{12}b_2' + \dots + R_{1m}b_m' &= R_1Y_1 \\
 R_{21}b_1' + R_{22}b_2' + \dots + R_{2m}b_m' &= R_2Y_2 \\
 \dots &\dots \\
 R_m b_1' + R_{m2}b_2' + \dots + R_{mm}b_m' &= R_m Y_m
 \end{aligned} \tag{2}$$

其中

$$b_i' = \frac{\sqrt{S_{ii}}}{\sqrt{S_{yy}}} b_i$$

S_{ii}, S_{yy} 为自变量和因变量方差； R_{ij} 为相关系数； Y_i 为降雨量； b_i 为协方差矩阵系数； b_i' 为相关矩阵系数。方程的左端是周期因子的自相关系数和互相关系数阵，右端是因子与预报因子的相关阵。

为了节省计算时间，先用 6—8 月份逐日降雨量资料，以 22 个周期为因子，每旬末（6 月 10 日，20 日，30 日，7 月 10 日……）进行一次逐步回归计算。每次只限选出 12 个因子，以此分别作为概旬的逐日的公共周期因子。

再输入同样的资料，再将所在旬的逐日公共周期因子，进行逐日逐步回归计算，筛选出由 7—9 个因子组成的 92 个逐日降雨量预报方程。

利用所得的 6—8 月份逐日降雨量预报的 92 个方程，将 1966—1977 年 6—8 月份资料回代，得出 1104 个回代数据。

(2) 建立晴雨分辨方程

经实际计算发现，用上述方程做日雨量预报，效果是不理想的。因此，又将 1104 个回代数据进行了加工，即晴雨二级分辨。首先规定日雨量 ≤ 0.1 毫米为晴，反之为雨。将 1966—1977 年 6—8 月份降雨量资料，按上述规定变为晴雨资料，并与同期逐日的回代的日雨量预报数据进行二级分辨。得出分辨临界值为 0.0。当用回归方程计算出的日雨量预报值 ≤ 0.0 时，报晴反之报雨。这样一来，逐日雨量预报方程，便成为晴雨判别方程了。

由于分二步筛选，所以，每日的周期因子数不等。最少 7 个，最多 9 个。都在 174, 92, 39, 23, 15, 8, 7, 5, 3, 2 天周期，这 10 个周期之内。

若用 C_{174}, C_{92}, C_{39} ……分别表示 174, 92, 39……天的周期因子。 C_{y1}, C_{y2}, C_{y3} ……分别为预报量，具体方程如下：

$$\begin{aligned}
 \text{6 月 1 日: } &0.021 C_{720} + 0.001 C_{365} - 0.003 C_{296} + 0.002 C_{288} - 0.006 \\
 &\vdots \\
 &C_{281} - 0.001 C_{280} - 0.001 C_{278} - 0.002 C_{276} - 0.001 C_{275} = C_{y1} \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 \text{8 月 31 日: } &-0.051 C_{174} - 0.008 C_{92} - 0.004 C_{39} - 0.1 C_{23} - 0.016 C_{15}
 \end{aligned}$$

$$-0.016 C_8 - 0.041 C_7 - 0.016 C_3 + 0.026 C_2 = C_{,92}$$

根据上述方程试做了 1978, 1979 年预报。1980 年进行了业务服务预报。预报质量见表 3。

表 3 1978—1980 年晴雨预报效果

年	月	项 小 时	预 报 次 数		准 确 次 数		准 确 率 %	
			24	48	24	48	24	48
78	6		30	30	28	29	90.3	92.8
	7		31	31	23	23	74.2	74.2
	8		31	31	24	24	77.4	77.4
79	6		30	30	24	25	77.4	80.6
	7		31	31	23	26	74.2	83.9
	8		31	31	25	27	75.8	87.1
80	6		30	29	21	20	70	69
	7		12	12	8	8	66.7	66.7
	8		19	18	14	13	73.6	72.2

因为因子中最短是 2 天周期,所以也能做 48 小时的预报。从上表可见,预报效果一般稳定在 70% 以上。实际预报中体会到,特别是在夏季,使晴雨预报达 70% 以上也是不容易的。可见,此法对实现单站天气预报客观化来说,是有一定的实用价值的。

4. 讨 论

(1) 用能谱分析寻找周期,效果比较好。它不同于谐波分析。前者取样是相关系数,后者取样是原始资料。相关系数取样,本身就是对样本进行一次处理,然后,再进行谐波分析,效果就自然好一些。同时,在谱窗上,可以根据谱曲线特征进行分析各种周期的性质,来选择适合于需要的周期。

(2) 用周期做因子,进行相关函数的随机统计,本身就考虑了周期的随机变化以及随机变化中的规律性这一辩证分析内容。同时还具有一定的物理意义。在选物理因子方面,比找其它因子来得方便。

(3) 夏季晴雨日比例适当。但是,大暴雨在整个样本序列中占的比例不足 2%。用全样本作大暴雨统计预报,效果自然不好。不过,以高空、地面气象要素资料与降雨量进行正交函数计算及预报,也是可以试验的。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地理研究所,一种分析气候变化的方法——能谱分析(内部油印本).1-4.
- [2] Climate Change, WMO, Technical, Note, No. 79, 1966.
- [3] 王绍武等,近百年来我国旱涝演变的周期性,气象, No. 1, 1979.
- [4] 王式中等,江苏 6—7 月天气周期的划分及预报,气象, No. 1, 1980.
- [5] 中国科学院大气物理研究所,近代气象学若干问题的进展,科学出版社, 46—52, 1975.
- [6] 中国科学院大气物理研究所,单站统计天气预报方法的研究,科学出版社, 7—23, 1975.
- [7] 巢纪平,海洋在长期天气过程中的地位,气象科技,增刊,第一期, 1974.10.