

1163—1977年(815年)长江下游地区 梅雨活动期间旱涝规律初步分析

吴 达 铭

(上海中心气象台)

提 要

利用1163—1977年的史料和雨量资料对长江下游地区梅雨期(5—7月)的旱涝情况进行分析,得到如下结论。

(1) 各级旱涝的气候频率近于正态分布;1—5级的气候频率分别为8%、22%、40%、22%、8%。各时期的旱涝分布不均,呈交替现象。全期分为多旱期(1200—1285),多涝期(1286—1522)和转旱期(1523—1977),在这三个时期内都存在旱涝的“群发倾向”。利用自回归功率谱(AR模式)方法得显著周期为157、91、61、47、38、30.9、27、21.8、19.2、14.9、11、9.7、7.7、6和5年等。

(2) 统计结果证实太阳活动最大年和最小年附近的旱涝次数为最多,而在最大年附近($M-1$ 、 M)涝的次数比旱的多,在最小年附近($m-1$ 、 m 、 $m+1$)旱的次数比涝的多。用同调谱分析,太阳黑子对梅雨旱涝有着一定影响,但关系不十分显著。

一、引 言

梅雨是东亚特有的天气现象,为长江下游地区一年之中的主要雨季。本文由于作超长期预报的需要,利用了史料和雨量纪录,分析1163—1977年梅雨活动期内的旱涝分布规律。

二、资 料 整 理

旱涝资料从1163年(南宋隆兴元年)到1977年共815年。1163—1884年用史料资料,史料主要取自明实录,清史稿和各地方县志*,计有70个县(图1)。同时参考了江苏省地理研究所整编的史料、湖南省、湖北省、日本西部的史料[1]和其它文献[4][5]。1885年以后用雨量纪录,主要是九江、安庆、芜湖、南京、镇江、上海、杭州等七个地方。

1979年8月7日收到。

* 资料由参加1977年五百年旱涝整编(南京)的湖北省、湖南省、安徽省、浙江省和江苏省等气象局的同志提供。

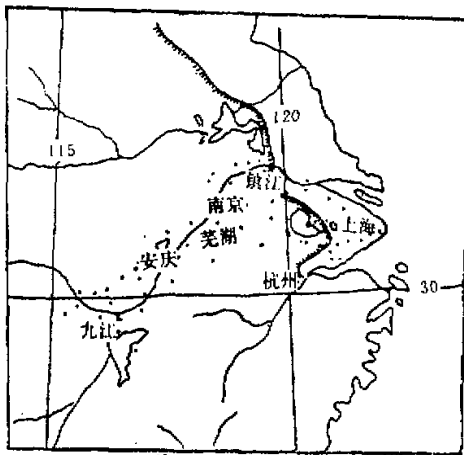


图1 长江下游地区70个县的分布

(一) 旱涝标准的确定

旱涝标准采用五级制: 1级——大涝; 2级——涝; 3级——正常; 4级——旱; 5级——大旱。

史料上级别的判据。主要参考1977年五百年旱涝史料整编(南京)的规定,并略作改动。

雨量上级别的判据。利用史料中1—5级的频数分布,得,1级和5级各占1/10左右,2级和4级各占2/10左右,3级占4/10左右。使用概率积分:

$$P = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-u^2} du$$

此处 $u = \frac{X - \bar{X}}{\sqrt{2}\sigma}$, X : 样本值, $\bar{X}$: 为 X 的平均值, σ : 均方差。求得,

- 1级: $+\infty - +1.29\sigma$, 占 9.853%.
- 2级: $+1.29\sigma - +0.53\sigma$, 占 19.977%.
- 3级: $+0.53\sigma - -0.53\sigma$, 占 40.34%.
- 4级: $-0.53\sigma - -1.29\sigma$, 占 19.977%.
- 5级: $-1.29\sigma - -\infty$, 占 9.853%.

从1163年至1885年把长江下游地区70个县分成上海、杭州、南京、芜湖、安庆、九江等六个地区,1885年后也同样分为六个地区,常州、黄山作为参考。每区分别定级,再由每区的级别在长江下游地区的分布确定总的旱涝级别。

(二) 梅雨活动期的确定和旱涝级别的检验

农历夏季(公历5—7月)是长江下游地区的主要农事活动季节,历代史料中此时旱涝

表 1 长江下游地区降水级别

年	1160	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1170	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1180	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	3	3	3	2	2	2	3	3	4	1	3	4	2	3	3	2	4	4	4	4	5	3	4	2	3	3	5	2	2
B	18	18	18	14	10	18	18	18	18	24	6	18	24	12	18	18	10	24	26	26	28	18	24	8	18	18	30	10	10	
年	1190	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1200	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1210	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	3	4	1	5	3	3	18	18	6	4	5	5	2	3	3	4	4	4	4	5	2	3	2	4	5	2	4	2	
B	18	24	14	6	28	18	18	28	18	6	24	28	28	26	30	24	24	24	26	30	14	18	10	24	30	8	22	14		
年	1220	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1230	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1240	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	3	3	4	2	3	3	3	3	3	1	2	2	3	3	3	3	4	3	4	5	3	2	3	4	4	5	3	3	
B	18	18	22	8	18	18	18	18	18	6	12	12	18	18	18	18	22	18	22	18	24	28	18	22	22	22	28	18		
年	1250	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1260	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1270	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	2	2	4	4	2	3	4	3	3	4	2	3	4	4	2	2	3	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	
B	14	14	22	26	10	10	18	24	18	22	14	18	22	24	14	12	12	12	18	18	24	12	18	18	12	18	18	18		
年	1280	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1290	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1300	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	2	3	4	4	4	
B	18	18	10	18	18	18	12	8	14	14	8	14	10	8	18	10	14	18	18	18	18	18	26	12	18	22	10	18		
年	1310	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1320	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1330	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	4	3	3	3	2	2	3	1	1	4	4	4	3	2	1	3	4	3	2	3	3	3	4	5	4	5	3	1	
B	24	18	18	18	8	14	18	8	18	6	22	22	18	14	6	18	24	18	14	18	14	18	18	28	30	28	30	18		
年	1340	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1350	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1360	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	2	3	1	2	3	4	3	1	1	3	1	2	3	2	2	1	4	3	4	3	3	4	4	2	4	4	2	2	
B	12	18	8	12	18	24	18	1	18	18	6	14	18	14	18	14	8	22	18	22	18	18	22	18	14	22	24	28		
年	1370	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1380	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1390	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	4	4	3	2	4	3	2	2	3	3	3	3	2	1	1	4	3	3	3	3	4	4	2	3	5	4	2	3	
B	24	22	18	12	22	18	14	12	12	18	18	18	18	14	8	8	22	18	18	18	18	22	24	26	12	18	30	26	12	
年	1400	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1410	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1420	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	3	2	2	3	1	1	2	3	2	2	2	3	3	2	2	1	4	3	3	3	3	3	2	2	3	5	4	2	3
B	18	14	14	18	8	12	18	12	18	12	10	12	18	18	12	22	18	14	18	18	18	18	12	10	8	12	22	26	12	
年	1430	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1440	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1450	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	2	2	3	4	5	3	2	3	4	3	1	5	3	4	2	3	2	4	4	1	1	3	3	2	5	4	2	4	5
B	12	8	18	24	30	18	12	18	26	18	8	28	18	24	12	18	14	26	22	8	8	18	18	12	28	22	14	24	30	

续表 1

年	1460	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1470	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1480	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	1 6	2 14	3 18	1 8	2 12	4 24	4 24	5 30	3 18	2 8	3 18	3 18	1 8	1 6	3 18	3 18	3 18	3 30	5 22	4 22	8	28	12	18	14	18	22	26	24	10
年	1490	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1500	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1510	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	3 18	1 8	1 6	3 12	2 18	1 6	3 18	3 12	2 18	3 18	2 18	3 30	5 22	4 24	2 14	3 18	3 18	3 28	5 24	4 24	6	10	26	18	26	12	13	1	2	14
年	1520	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1530	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1540	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	2 12	3 18	3 18	5 30	2 12	4 22	4 28	3 18	4 26	4 28	5 18	3 24	4 18	4 24	2 26	1 12	2 8	1 10	2 22	4 22	4 28	4 28	3 18	5 30	4 30	5 26	4 24	4 18	3 18	18
年	1550	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1560	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1570	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	3 18	3 18	4 26	4 24	5 28	3 18	3 12	2 14	4 8	3 28	1 8	2 12	3 18	3 18	3 18	3 18	3 18	3 28	5 24	2 12	2 12	3 18	3 18	3 18	3 18	3 12	2 8	1 18	3 18	8
年	1580	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1590	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1600	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	1 8	2 12	3 18	4 24	3 18	3 14	2 14	2 14	4 28	5 30	4 24	1 8	4 24	4 12	2 18	3 24	4 10	2 12	2 12	3 18	6	18	3 18	3 18	5 30	5 28	4 22	6 18	3 18	1
年	1610	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1620	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1630	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	3 18	2 14	2 12	2 14	2 10	3 18	4 24	3 18	3 18	3 18	3 18	3 18	3 18	1 6	4 26	4 24	3 18	3 18	3 18	3 18	3 18	3 18	4 24	4 18	3 22	4 28	5 18	4 24	4 18	4 22
年	1640	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1650	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1660	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	2 14	5 30	5 18	5 30	4 24	3 18	4 24	3 18	4 24	3 18	2 12	1 8	5 30	4 22	4 24	2 12	2 12	4 28	3 18	4 22	3 18	5 28	4 24	3 18	2 12	3 18	3 12	2 18	2 12	2
年	1670	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1680	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1690	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	1 8	5 30	3 18	3 18	2 14	2 12	1 6	5 28	4 24	5 28	1 6	3 18	3 18	3 12	2 18	3 12	3 18	3 18	4 26	3 18	4 18	4 22	5 30	3 18	2 12	4 24	3 18	22	24	24
年	1700	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1710	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1720	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	3 18	3 12	3 18	2 18	3 12	3 18	3 18	5 30	1 8	3 18	3 18	3 18	3 18	3 30	5 6	1 8	1 18	3 24	4 18	3 24	4 18	4 24	5 28	4 24	3 18	2 12	3 18	3 12	3 18	3 18
年	1730	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1740	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1750	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	A B	2 12	3 18	3 18	4 22	4 12	4 24	1 6	3 18	4 24	4 24	3 18	3 18	3 14	2 18	4 18	5 14	6 18	7 28	8 24	9 24	10 18	11 30	12 18	13 18	14 8	15 22	16 18	17 8	18 2	19 8

綫表 1

年	1760	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1770	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1780	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	2	3	3	2	5	2	2	5	1	3	3	3	3	4	5	3	3	4	4	3	4	5	3	3	5	3	2	4	
	18	12	18	12	28	12	14	28	8	18	18	18	18	18	24	28	18	18	26	24	18	24	28	18	30	18	12	12	24	
年	1790	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1800	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1810	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	1	3	2	3	4	3	3	4	3	2	3	4	2	1	3	3	4	2	4	3	4	3	3	5	4	2	3	4	
	18	8	18	10	18	12	18	18	24	18	12	18	28	8	8	18	18	24	14	18	24	18	18	30	24	10	18	24	24	
年	1820	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1830	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1840	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	4	3	4	1	4	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	5	3	3	2	2	2	2	3	3	2	5	3	3	1	
	26	18	24	6	24	18	18	18	18	18	18	12	18	12	18	28	18	18	12	12	8	18	18	18	12	30	18	18	6	
年	1850	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1860	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1870	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	3	5	4	3	3	3	3	3	3	4	2	2	2	3	2	3	3	4	5	3	2	4	4	3	4	
	18	18	18	18	18	30	24	18	18	18	18	18	18	18	24	6	12	18	18	12	18	24	28	24	10	22	22	18	22	
年	1880	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1890	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1900	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	2	3	3	2	2	1	4	3	3	3	4	4	3	4	4	2	3	5	3	4	1	4	2	5	3	2	3	2	
	18	12	18	18	12	10	6	24	18	18	24	28	18	24	24	24	12	18	30	18	28	6	22	12	30	18	14	18	8	
年	1910	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1920	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1930	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	2	3	3	4	2	2	2	3	2	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	3	1	3	4	5	4	4	2	4	
	18	12	18	18	24	12	12	12	18	10	24	18	24	12	18	22	22	18	24	24	18	8	18	28	30	24	24	10	24	
年	1940	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1950	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1960	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	3	4	4	4	3	2	2	2	4	3	4	3	1	3	2	2	5	3	3	4	4	3	4	4	3	4	2	
	26	22	18	18	26	22	18	12	12	12	24	18	22	18	6	18														
年	1970	1	2	3	4	5	6	7																						
	3	4	4	2	2	2	4	2																						
	18	22	14	12	14	24	12	12																						

注：1. 1885年以前降水级别用史料订出，以后用实测雨量订出。

2. A 栏为五级制降水等级,全区分 6 片,以多数等级为全区等级,当南京以东和以西相矛盾时,而且其数字相等情况下以东部为主,旱涝分布交错时以“3”级处理。

B. 栏为 3 谱分析的方便,把全区 5 级制折换为 6—30 的数值,具体如下: 30:全部 5 级或中夹有少量 4 级;28:早中有少量 5 级;26:全部 4 级;24:早中有少量 3 级;22:涝早共存但东部为早;18:全部 3 级或早涝相间;14:涝早共存但东部为涝;12:涝,夹有 3 级;10:全部 2 级;8:涝有少量 1 级;6:全部 1 级或中夹有少量 2 级。用雨量计算级别时,除用正态分布订出标准外,若 6 片中有 2 级、有 3 级、6—7 月雨量 ≥ 300 毫米,其中 6 月 > 200 毫米订 2 级;若 6 片中均为 2 级,6—7 月雨量 ≥ 500 毫米时订 1 级。

的记载较多。根据长江下游地区的梅雨期^[6-7]和该地区纬度相近的日本的史料^[8-9]分析,特别是徐群^[7]对 5 月份早梅雨的详细分析,得梅雨活动期的范围在 5 月到 7 月,我们把这三个月称为梅雨活动期。因 5 月常夹有春雨活动,考查活动期 (5—7 月) 与梅雨期降水关系。1875 年以来,两期距平符号相同的约 78% (80/102), 用近一百多年的大旱、大涝和 1949 年以来梅雨明显与不明显年份的统计,距平符号相同的约 95% (19/20)。这表明梅雨的盛衰基本上决定了 5—7 月的雨量多寡,特别是大旱或大涝。因此,5—7 月的总雨量亦即史料中夏季的旱涝基本上反映了梅雨的盛衰。

根据上述的五级制标准订出 1163—1977 年长江下游地区逐年降水级别 (详见表 1)。

为了检验史料订出的旱涝级别的真实性,以上海的近代雨量纪录和史料上有记载的进行比较。计有 38 年,完全符合的 17 年,雨量纪录订 3 级史料订 2 级或 4 级的有 12 年,在旱范围内差 1 级的有 6 年,在涝范围内差 1 级的有 3 年。这说明史料与雨量订出的级别有 1 级之差,但不会把旱涝订反。

用雨量按气候频率分布订出的级别和我台日常用的旱涝标准^[11]比较。1951—1977 年共 27 年,完全符合的有 15 年,旱范围内差 1 级的有 6 年,涝范围内差 1 级的有 3 年,正常范围差 1 级的有 3 年。旱涝性质没有订反,而且相同年份占多数,符合分析要求。

三、1163—1977 年梅雨活动期的旱涝气候分析

(一) 旱涝频率分布

815 年中旱涝次数共 494 次: 大旱 62 次; 旱 184 次; 正常 321 次; 涝 185 次; 大涝 63 次。用 χ^2 检验 $P = 0.76 \gg 0.05$ (显著水准), 故实际频率与理论频率没有显著差别, 旱涝频率接近正态分布。长江下游地区 1—5 级的频率分布为 8%、22%、40%、22% 和 8% 左右。

(二) 旱涝分布的三个时期

用累积距平值点绘 815 年的旱涝曲线, 并用逐步回归方法计算趋势曲线 (图 2)。这两条曲线都可反映出大的旱涝期变化。曲线在 1200 年急速上升, 后转平缓变化, 1286 年

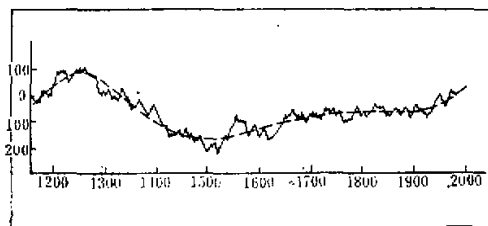


图 2 815 年旱涝距平累积曲线虚线为趋势曲线

起急速下降, 以后又转平缓变化, 1523 年起再逐渐上升。根据这样的曲线情况, 815 年内大致分为多旱期, 多涝期和转旱期。各期间的旱涝次数见表 2。

表 2

次 数 年 代 类 别	大旱大涝总次数	大旱次数	大涝次数	平均两次大旱相距年数	平均两次大涝相距年数
多 旱 期 (1200—1285)	9	8	1 (1230年)	10.8	—
多 涝 期 (1286—1522)	43	12	31	19.8	7.6
转 旱 期 (1523—1977)	66	38	28	12.0	16.3

(1) 多旱期(1200—1285年)

这期间干旱最多时段是1200—1264年,65年中,旱和大旱27次,平均2.4年一次,大旱8次,平均相距8年一次。在1200—1209年连续十年为干旱,其中有5次大旱。这时段内的旱情记载较多,特别严重的如1202年金坛自春不雨至秋。杭州春旱至夏秋。尤其是1215年江、浙、淮、闽皆旱,春不雨至于八月,使我国东南部长期大旱。

(2) 多涝期(1286—1522年)

这期间受涝最多时段是1398—1465年,68年中,涝和大涝33次,平均2.1年一次,大涝9次,平均相距8年一次。1286年到1293年连续8年涝,其中两次大涝。受涝的范围也较大,例1460年的大水,根据史料有如下记载:

日本西部灾异志: 清国霖雨,全国性四,五月霖雨。

我国方志(见前): 吴兴四月五月久雨。安庆五月六月大水。武昌、黄州、武阳、荆州四月至六月阴雨连绵,江水溢,没夏禾。

(3) 转旱期(1523—1977年)

这期间有三个阶段: 1523—1644年间曲线上升快,振幅大; 1645—1919年间曲线平稳地上下振动; 1920—1977年曲线再度上升快,振幅也较大。这期间的特点: 1. 大旱次数略多于大涝,大旱相距12.0年一次,大涝相距16.3年一次,介于多旱期与多涝期之间。

2. 大旱大涝的强度大,太湖涸或部分涸的年份是1545、1589、1768、1785等四年,其中1589年(明万历十七年)最严重,吴县志上作这样记载:“夏大旱赤地天青。太湖不湖、皆涸。行人竞趋,是相尘”。旱、涝的范围大,如1641年大旱和1608年大涝,情况如下。

情 况 年 份 史 料	日本西部灾异志	我国方志(见前)
1641	干旱,全国性饥馑。筑后自初夏至中秋干旱,池中鱼死。	嘉定四月至七月不雨,河底掘井不得水。杭州六月大旱,湖底作龟裂。高淳四月至十月不雨。彭泽四月至六月不雨。湖广旱,民食草根,殍死。
1608	全国梅雨盛行	吴江三月至五月淫雨,水浮岸。广济三月至五月淫雨。通城四月初三至五月山崩川溢。灌圻夏江豚入山河,巨浸。

这种大范围干旱使湖底龟裂和雨涝巨浸时使江豚入湖北西南的山河是历史上少见的。

这期间干旱最多时段是 1523—1590 年, 68 年中, 旱和大旱次数 26 次, 平均 2.6 年一次, 其中大旱 7 次。涝和大涝 12 次, 其中大涝 6 次。

(三) 旱涝的“群发倾向”

上面三个期间都存在着旱或涝次数的相对集中时段——旱或涝成群出现的现象。这种成群现象有相互交替变换的倾向, 如前一时段内多涝, 则后一时段内多旱的交替变化, 我们作为“群发倾向”。这种现象在图 2 的累积距平曲线上表现为上下波动, 上升段是早年占多数, 下降段转为涝年占多数。以近一百多年的较为可靠的雨量纪录订出的旱涝级别进行说明, 其交替变化如下:

现 象	旱或涝的群发期	旱 涝 次 数
涝 ↓ 多	1878—1887	10 年间, 涝 5 次, 旱 1 次。
旱 ↓ 多	1888—1900	13 年间, 涝 1 次, 旱 7 次。
涝 ↓ 多	1901—1919	19 年间, 涝 10 次, 旱 3 次。
旱 ↓ 多	1920—1946	27 年间, 涝 3 次, 旱 10 次。
涝 ↓ 多	1947—1957	11 年间, 涝 6 次, 旱 2 次。
旱 ↓ 多	1958—1972	15 年间, 涝 1 次, 旱 9 次。
预 测		
涝 ↓ 多	1973—	

这里可以看到: (1) 群发期年数不定, 但在 10 年或以上; (2) 对每期进行检查, 发现旱群发期内, 大涝之后不会连涝, 涝群发期内, 大旱之后不会连旱。

(四) 显著周期分析

在郑大伟^[9-10]的协助下, 采用分辨本领较高的自回归功率谱 (AR 模式) 分析。其表达式:

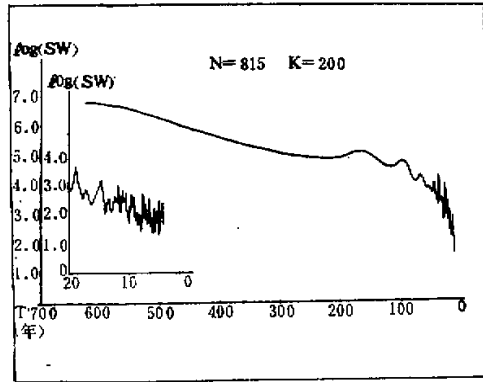


图 3 自回归功率谱

$$S(\omega) = \frac{2\Delta\delta_K^2}{\left| 1 + \sum_{j=1}^K b_j^* \exp(-i\omega j\Delta) \right|^2}$$

$S(\omega)$: 对应于频率为 ω 的自回归谱密度; b_j^* : 为 K 阶自回归系数; Δ : 采样间隔; δ_K^2 : 为 K 阶自回归预报误差方差。

当 $N = 815$ 年, $K = 200$ 时计算出的结果如图 3, 其显著周期为: 157、91、61、47、38、30.9、27、21.8、19.2、14.9、11、9.7、7.7、6、5 年等。由于此方法对高频部分比较敏感, 5 年以下, 每年都有几个显著周期, 而旱涝的间隔为一年, 因此没有继续做下去。

四、旱、涝次数与太阳活动周期的关系

表 3 A 用 815、460、299 年的旱涝次数分别与太阳周期的相段对照, 都表明太阳活动最大年和最小年附近的旱、涝次数最多。在太阳黑子数最大值时, 涝的次数比旱的多, 主要在 M_{-1} 、 M 的相段上。在最小值时, 旱的次数比涝的多, 主要在 $m-1$ 、 m 、 $m+1$ 的相段上。用 Parker^[6] 的方法得表 3 B, 这方法在太阳活动最大年和最小年附近旱涝次数占多数的情况不明显, 但是太阳活动最小值时 ($m-1$ 、 m 、 $m+1$) 不论 1 月或 7 月, 旱的次数比涝的多。最大值时 (M_{-1} 、 M 、 M_{+1}) 的 1 月统计资料中涝的次数比旱的多, 但 7 月不清楚。

表 3 A

旱涝次数 年数	相段		-1	M	+1	+2	+3	-3	-2	-1	m	+1	+2	-2
815 年 (1163—1977)	旱	20	14	20	18	10	18	21	24	25	31	22	19	
	涝	28	31	17	19	10	14	25	20	18	18	20	18	
	合计	48	45	37	37	20	32	46	44	43	49	42	37	
466 年 (1512—1977)	旱	12	9	13	14	4	13	12	15	17	19	14	8	
	涝	17	17	8	7	6	6	12	9	10	10	10	11	
	合计	29	26	21	21	10	19	24	24	27	29	24	19	
299 年 (1679—1977)	旱	7	5	7	8	4	8	6	9	12	12	8	6	
	涝	10	10	4	6	4	6	9	4	7	5	5	6	
	合计	17	15	11	14	8	14	15	13	19	17	13	12	

从相段 M 变化到 m 来对照旱或涝次数的变化, 表 3 中, 旱或涝次数的变化不随相段作相应的变化, 仅在极值时才有较为明显的反应。为察看整个太阳黑子数的年变化与梅雨期旱涝的关系, 应用同调 (Coherence) 谱 $C_{H(k)}: C_{H(k)} = \frac{Q^2(k) + C_0^2(k)}{\alpha_x(k)\alpha_y(k)}$, $Q(k)$: 正交谱, $C_0(k)$: 协谱, $\alpha_x(k)$ 、 $\alpha_y(k)$ 分别为 x 、 y 在频率 k 的谱估计值, $k = 1, 2, \dots, 50$ 。以同

表 3 B

旱涝次数 年 数		相 段														
			-2	-1	M	+1	+2	+3	+4	-2	-1	m	+1	+2	+3	
一 月 (1750—1977)		旱	9	2	5	5	5	5	9	6	4	8	10	5	1	
		涝	5	6	5	7	5	8	1	3	4	5	2	6	5	
		合计	14	8	10	12	10	13	10	9	8	13	12	11	6	
七 月 (1750—1977)		旱	9	5	3	5	7	7	6	3	7	5	9	6	5	
		涝	5	3	8	3	6	6	3	8	1	7	1	6	4	
		合计	14	8	11	8	13	13	9	11	8	12	10	12	9	

调谱检查 1749—1977 年梅雨期旱涝与太阳黑子相对数的相同频率分量之间的关系, 得图 4. 讨论此图, 在图中除 2~3 年周期超过 0.05 的置信水平外, 其它周期不明显. 注意到太阳活动 11 年周期和 22 年周期, 曲线在这两个周期附近清楚地表现了两个峰值, 但在

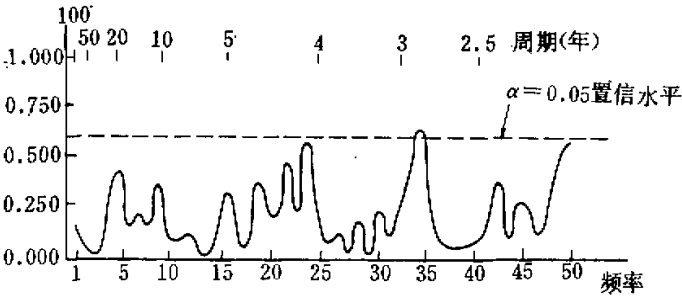


图 4 梅雨期旱涝与太阳黑子相对数的同调谱。

$\alpha = 0.05$ 显著水平线之下, 说明两者有着一定的关系, 但不显著, 这与表 3 的反映较为一致. 另外, 我们从它们之间的位相谱 $\varphi_{xy}(k) = \tan^{-1} \frac{Q(k)}{C_{\alpha}(k)}$ 发现: 在 22 年和 11 年周期附近的位相谱分别为 -89.1538 和 -74.2983 , 即梅雨期的旱涝变化位相落后于太阳黑子相对数, 也就是太阳黑子数变化先于梅雨旱涝. 综合这种关系, 太阳黑子活动的年变化对梅雨期旱涝有一定影响, 但从直接关系上讲不是唯一的因素, 还受着其它因素的影响. 同时指出由于用的太阳黑子的年记录, 使梅雨期旱涝的相关关系上会带来一定削弱.

五、今后 22 年 (1978—2000) 梅雨活动期间旱涝趋势的估计

旱涝距平累积曲线在 1860 年后明显上升, 为考虑曲线变化的连续, 采用 1868 年后的 110 年来作周期图预报. 这样去掉 61 年以上的显著周期, 在高频部分增加 2 年周期, 求取 1978—1800 年的预报. 先用逐步回归求 815 年每年的趋势值 $f(z)$. 用距平累积值 $x(z)$

减趋势值 $f(t)$ 得 $x'(t)$ 值作周期图, 得图 10. 图上的趋势, 最近三年旱涝交替, 以后旱年多于涝年, 1987—1997 年旱涝交替, 以后趋向于旱.

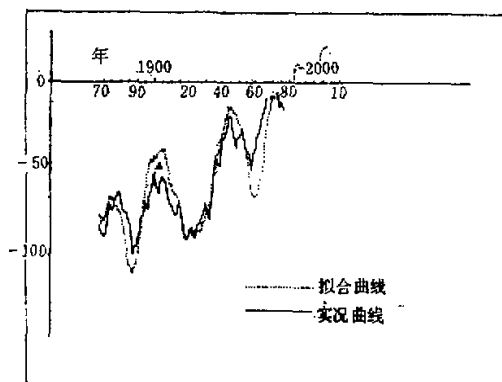


图 5 周期图拟合曲线

综合分析, 1981 年太阳活动最大值, 是气候统计上容易涝的年份, 长江下游地区近期的大涝为 23—30 年一遇, 以 27 年计, 自 1954 年以来, 则在 1981 年, 故此年前后大涝可能较大. 又大旱也在 24—30 年一遇, 以 27 年计, 自 1958 年以来, 则在 1985 年, 故此年前后容易发生大旱. 现将今后 22 年的趋势估计如下:

- (1) 最近三年内旱涝交替, 1980 年前后可能大涝;
- (2) 1982 年到 1986 年旱年多于涝年, 1985 年前后可能有大旱;
- (3) 1987 年到 1997 年旱涝交替;
- (4) 1998 年以后趋向于旱.

六、存在问题

(一) 资料应用上, 只选用较近的版本, 没有用多种版本校对. 较早年代的史料缺少记载, 如 1100—1200 年间有 6 次无记录. 这样定出的旱涝级别, 还带一定的偏见性.

(二) 周期分析中的明显周期和旱涝“群发倾向”还有待深入探讨.

致谢: 作者对束家欣、蒋德隆等同志的审阅和宝贵意见, 表示衷心感谢.

参 考 文 献

- [1] 日下部正雄, 西日本灾害誌, 研究时报 11 卷第 5 号, 1959.
- [2] 日下部正雄, 史料からみた西日本の気象災害——第 3 輯梅雨部分, 農業気象, 16 卷第 1 号, 1960.
- [3] 日下部正雄, 史料からみた西日本の気象災害——第 4 輯干ばつ, 農業気象, 16 卷第 3 号, 1960.
- [4] 张先森等, 本世纪近六十年我国大范围降水异常的初步分析, 气象学报, 33 卷第 1 期, 1963.
- [5] 蒋德隆、严济远, 长江下游地区夏季旱涝演变规律研究, 地理学报, 第 3 期, 1963.
- [6] 束家欣, 上海地区一个世纪的梅雨期, (未发表).
- [7] 徐群, 近八十年长江中、下游的梅雨, 气象学报, 35 卷第 4 期, 1965.
- [8] B. N. Parker, Global pressure variation and the 11-year solar cycle, *The meteorological magazine*,

Vol. 105, No. 1243, 1970.

[9] 郑大伟,世界时中的短周期分析,天文学报,第 19 卷第 1 期,103, 1978.

[10] 郑大伟、赵铭,自回归谱技术用于天文地球动力学,天文学报,第 20 卷第 3 期, 1979.

[11] 上海中心气象台,上海地区的旱涝标准.

AN ANALYSIS OF ABNORMAL PRECIPITATION DURING PLUM RAINS SEASON IN THE LOWER REACHES OF THE YANTZE REGION IN 815 YEARS (1163—1977)

Wu Da-ming

(*Shanghai Meteorological Observatory*)

Abstract

Based on a chronicle of droughts and floods (1163—1884) as well as the rainfall records (1885—1977) in plum rains season (May—July), an investigation on the fluctuation of droughts and floods has been carried out. The main conclusions are as follows:

The climatic frequency of droughts and floods of various grades, which are 8%, 22%, 40%, 22%, 8%, roughly follows the normal distribution. The droughts and floods appeared clusterly and alternately. The prominent cycles are 157, 91, 61, 47, 38, 30.9, 27, 21.8, 19.2, 14.9, 11, 9.7, 2.7, 6 and 5-year etc.

Besides, the droughts and floods are compared with the solar activity cycle.

Finally, the trend for the coming 22-years is discussed.