

太阳活动与珠江洪水 丰枯变化趋势^{〔注1〕} (上)

李 国 琛

(广州地理研究所)

引 言

珠江由西江、北江和东江所组成,属暴雨洪水河流。江中洪水由流域降水汇流而成,流域降水状况与天气过程密切相联。

长期天气过程的维持和变化需要大量能量,以10米/秒平均风速计算,则全球大气动能约为 2.55×10^{27} 尔格,摩擦对大气动能消耗率为 3.7×10^{26} 尔格/日,那么,如果没有外界能量补充,不到10天就把它全部消耗;如果要保持平衡,使大气运动得以维持,就必须每日有同样能量转化成大气动能。大气运动能量源泉来自太阳,如果太阳活动有较长时期变化,就会引起大气运动有较长时期变化,因而也会引起珠江洪水有较长时期变化。本文即就太阳活动与珠江洪水关系作初步分析研究。

一、珠江年最大洪水等级初步划分

(一) 划分标准

为了结合防洪抗旱生产实际和预报的需要,现把珠江年最大洪水分为五个等级:

1级—特大水 $\Delta Q_i \geq 0.4 \bar{Q}$

2级—大水 $0.1 \bar{Q} \leq \Delta Q_i < 0.4 \bar{Q}$

3级—中水 $-0.1 \bar{Q} \leq \Delta Q_i < 0.1 \bar{Q}$

4级—小水 $-0.4 \bar{Q} \leq \Delta Q_i < -0.1 \bar{Q}$

5级—特小水 $\Delta Q_i < -0.4 \bar{Q}$

式中, ΔQ_i 代表某年年最大洪峰流量距平; $\bar{Q}$ 代表历年年最大洪峰流量均值, 西江高

要站1900~1981年 $\bar{Q} = 32,500$ 秒立米, 北江石角站1951~1961年 $\bar{Q} = 9,500$ 秒立米, 东江博罗站1951~1981年 $\bar{Q} = 5,380$ 秒立米〔注2〕。

(二) 年最大洪水具体划分标准

西江:

1级—特大水 $\Delta Q_i \geq +13,000$ 秒立米

2级—大水 $+3,250 \leq \Delta Q_i < +13,000$ 秒立米

3级—中水 $-3,250 \leq \Delta Q_i < +3,250$ 秒立米

4级—小水 $-13,000 \leq \Delta Q_i < -3,250$ 秒立米

5级—特小水 $\Delta Q_i < -13,000$ 秒立米

北江:

1级—特大水 $\Delta Q_i \geq +3,800$ 秒立米

2级—大水 $+950 \leq \Delta Q_i < +3,800$ 秒立米

3级—中水 $-950 \leq \Delta Q_i < +950$ 秒立米

4级—小水 $-3,800 \leq \Delta Q_i < -950$ 秒立米

5级—特小水 $\Delta Q_i < -3,800$ 秒立米

东江:

〔注1〕本文得到中山大学地理系沈灿荣教授审阅,在此表示感谢。

〔注2〕1900~1980年西江(高要站)年最大洪峰流量资料由珠委水文计算科提供。

- 1 级—特大水 $\Delta Qi \geq +$
3,340秒立米
- 2 级—大 水 $+ 835 \leq \Delta Qi < +$
3,340秒立米
- 3 级—中 水 $- 835 \leq \Delta Qi < +$
835秒立米
- 4 级—小 水 $-3,340 \leq \Delta Qi < -$
835秒立米
- 5 级—特小水 $\Delta Qi < -$
3,340秒立米

二、太阳活动与珠江年最大洪水

反映太阳活动指标很多，目前采用最多的是太阳黑子相对数。太阳黑子的多少基本上代表了太阳表面辐射能量的变化，反映了太阳活动的强弱。下面就太阳黑子活动与珠江年最大洪水关系作初步分析。

(一) 周期性分析

1. 距平累积变化曲线(又称“差积曲线”)首先计算太阳黑子年平均相对数距平

(1900~1981年)，并点绘其距平累积曲线，同时计算西江高要站(1900~1981年)、北江石角站(1951~1981年)、东江博罗站(1951~1981年)年最大洪峰流量距平值，并分别点绘其距平累积曲线(图1、图2)进行对比分析。

从图1可看出：(1)太阳黑子相对数有近百年(80~90年)世纪周期，1935年出现最低值；1935年以前为减弱期，以后为增强期。在世纪周期波动中又有小周期波动，其平均长度为11年。11年周期奇数周极大值年黑子数比偶数周极大值年的要多，因而太阳黑子活动实际上存在22年周期。由于同黑子磁场磁性一正一负交替变化周期相一致，所以22年周期又称为“磁周期”，而11年周期称为“磁半周”。(2)西江高要站年最大洪水大体上与太阳黑子平均相对数相近，同样存在近百年世纪周期，但峰谷分布正好相反，太阳黑子低峰期正好是西江水量高峰期，这段时间大致自本世纪一十年代中到五十年代初。五十年代以后，西

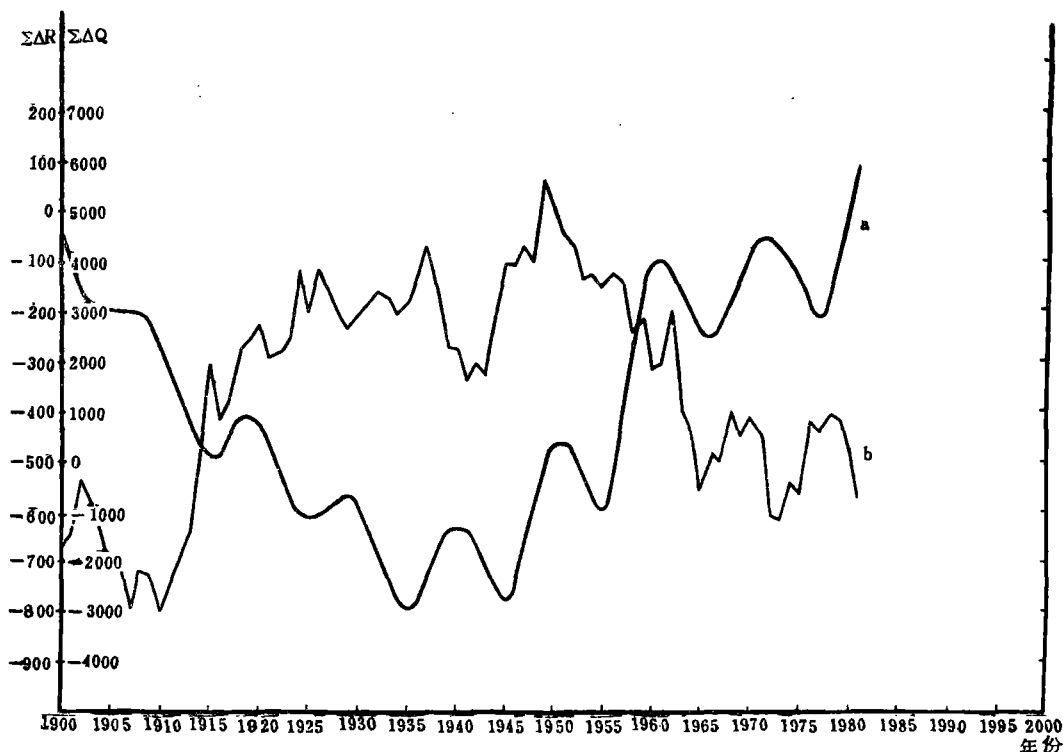


图1 太阳黑子年平均相对数距平累积($\Sigma\Delta R$)曲线a与西江年最大洪峰流量距平累积($\Sigma\Delta Q$)曲线b对照图

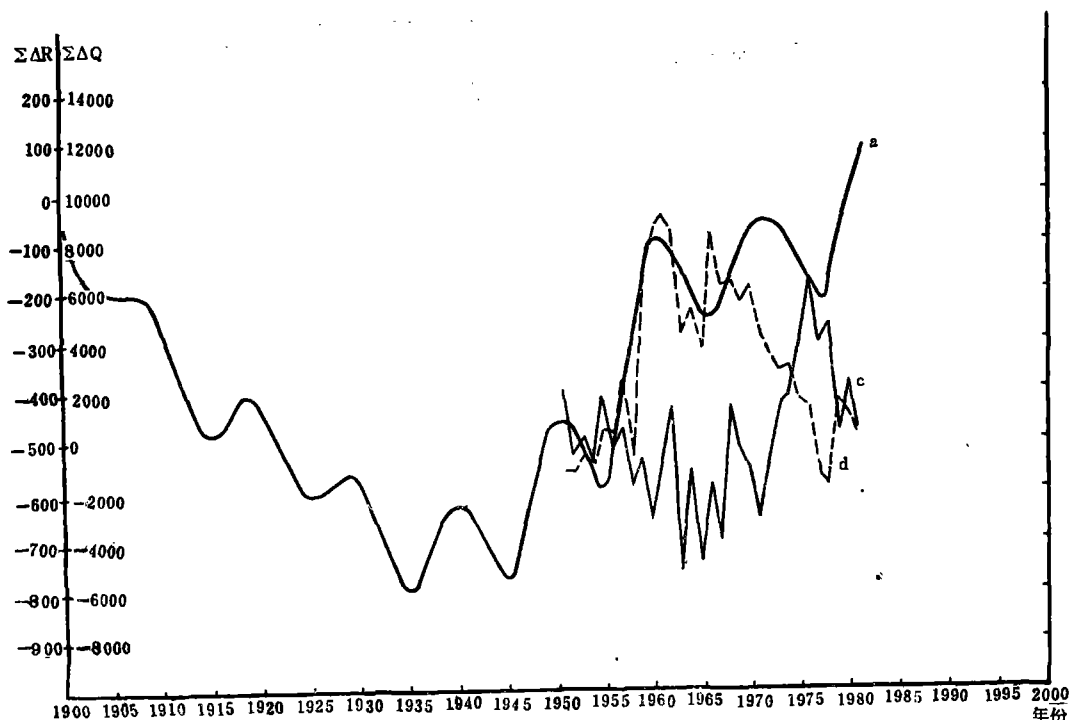


图2 太阳黑子年平均相对数距平累积 ($\Sigma\Delta R$) 曲线a与北江、东江年最大洪峰流量距平累积 ($\Sigma\Delta Q$) 曲线c、d对照图

江水量随太阳活动的增强而逐渐趋于减小。直至八十年代初,太阳活动到达了世纪周期最高峰,西江水量相应趋近于世纪周期最低点。

从图2可看出,北江和东江年最大洪水变化趋势正好相反(年最大流量距平累积变化曲线峰谷分布正好相反),北江水量低谷期和东江水量高峰期出现在太阳黑子活动增强期中间阶段(六十年代)。七十年代基本上北江水量上升,东江水量下降;八十年代初,北江水量到达高峰期,而东江水量接近最低点。

2. 方差周期分析

方差分析计算结果,珠江年最大洪水的主周期:西江(珠江主流)为22年($F^*=1.68 > F\alpha_{0.10}^{**}=1.54$),北江为7年($F^*=2.64 > F\alpha_{0.05}^{**}=2.04$),东江为13年($F^*=2.52 > F\alpha_{0.05}^{**}=2.34$);次周期:西江为18年($F^*=1.47 > F\alpha_{0.20}^{**}=1.40$),北江为11年($F^*=$

$1.51 > F\alpha_{0.20}^{**}=1.50$),东江为12年($F^*=2.11 > F\alpha_{0.10}^{**}=1.94$)。通过方差计算可见,太阳活动对珠江流域三条江的效应,在程度上是不同的。主流西江太阳活动的效应最显著,22年周期表现也最显著,成为西江年最大洪水变化的主周期,置信度 α 超过0.10;其次是北江,主周期中22年或11年周期都不显著,只有次周期才出现与太阳黑子活动相应的11年周期,置信度仅超过0.20;最后是东江,虽然太阳活动(黑子位相)影响有所反应,但无论是主周期或是次周期,都没有出现与太阳黑子活动周期(如11年周期等)相应的周期。由此可见,太阳活动效应:西江>北江>东江。

(二) 太阳活动与珠江洪水峰现特征分析

把西江、北江和东江三江年最大洪水所对应的年份按太阳黑子活动11年周期上升段和下降段平均长度排表(表1和表2),然后进行统计分析,并找出其峰现特征。

$F^* \sim$ 方差比 $\alpha^{**} \sim$ 置信度

一、

表 1 黑子位相排年最大洪峰流量分級按二年期太阳周期

出 站 大 水 峰 流		黑子位相																	
太阳活动周		m	+1	+2	-2	-1	M	+1	+2	+3	±4	-3	-2	-1	m				
13		1901	02 +	03 —		04 —	05 —	06 +	07 —	08 +	09 —	10 —	11 +	12 +	13 +				
14		+3,100	+9,700	-4,200		-4,600	-8,600	+3,200	-11,400	+8,600	-900	-7,800	+5,600	+5,500	+5,000				
15		1913	14 ++	15 ++		16 —	17 +	18 +	19			20	21 —	22	23				
		+5,000	13,600	+22,000		-12,100	+43,00	+10,100	+1,800			+33,00	-6,800	+900	+2,900				
16		1923	24 ++	25 —	26 +	27 —	28 —	29	30				31	32	33				
		+2,900	+15,100	-9,300	+9,000	-4,100	-5,100	-2,500	+1,800				+3,100	+2,700	-1,100				
17		1933	34 —	35		36 +	37 +	38 —	39 —	40		41 —	42 +	43	44 +				
		-1,100	-3,300	+2,200		+4,800	+7,700	-8,800	-12,200	+100		-6,600	+3,700	-2,200	+12,400				
18		1944	45 +			46	47 +	48	49 ++	50 —		51 —	52	53 —	54				
		+12,400(+10,000)				-300	+4,400	-3,100	+16,700	-4,200		-7,200	-1,700	-7,100	+1,400				
19		1954	55			56	57	58 —	59	60 —		61	62 +	63 —	64 —				
		+1,400	-2,500			+3,000	-1,800	-10,000	+2,800	-10,100		+1,500	+10,700	-19,700	-3,500				
20		1964	65 —	66 +		67	68 +	69 —	70 +	71 —	72 —	73	74 +	75	76 ++				
		-3,500	-11,900	+7,200		-1,600	+10,100	-5,300	+4,200	-3,700	-15,900	-600	+8,200	-3,000	+14,700				
21		1976	77	78 +	79	80 —	81 —	82											
		+14,700	-2,100	+3,900	-800	-6,600	-8,900	-3,200											

(1) m为太阳黑子相对数低值年，M为高值年；+1，+2……为低值年或高值年后第一年、第二年……；-1，-2，……为低值年前或高值年第一年、第二年……。

(2) 表中数字格子下边为年份，下边为年最大洪峰流量距平(单位：秒立米)。

(3) 符号“++”为特大水，“+”为大水，“--”为特小水，“-”为小水，无符号者为中水。

(4) “ ”者为插补值。

表2 北江（石角站）、东江（博罗站）历年年最大洪峰流量分級按11年周期太阳黑子位相排表

年 河	黑子位相											m
	年最大洪水	太阳活动	周	1	2	3	4	5	6	7	8	
北江	18											54
	19	1954 — -1,000	55 +	56 — -2,020	57 +600	58 — -2,210	59 +1,200	60 — -2,580	61 + +2,500	62 + +2,100	63 — -3,760	64 + +4,200
	20	1964 ++ +4,200	65 — -3,700	66 + +3,300	67 + +5,400	68 + -1,860	69 — -880	70 — -1,880	71 + +2,800	72 + +500	73 + +2,300	74 + +2,500
	21	1976 + +2,500	77 — -2,920	78 + +800	79 — -4,160	80 + +2,300	81 — -2,200	82 + +6,300				
东江	18								1951 — (-1,220)	52 — (-10)	53 — (+530)	54 — -260
	19	1954 — -260	55 + +1,400	56 — -180	57 + +2,040	58 — -3,030	59 + +7,420	60 + +1,640	61 + +670	62 — -480	63 — -4,300	64 + +1,250
	20	1964 + +1,250	65 — -1,860	66 + +4,820	67 — -2,270	68 + +210	69 — -940	70 + +720	71 — -2,000	72 — -830	73 — -600	74 — -1,150
	21	1976 — -470	77 — -2,530	78 + +650	79 + +3,580	80 — -660	81 — -1,000	82 — -790				
备 注		(同表1)										

接着，把表 1 和表 2 分别统计各时段丰枯频数和百分数得表 3 和表 4。

表 3 太阳黑子活动各时段西江丰枯年频数及其百分数统计表（1900~1982年）

太阳黑子活动时段	洪水类型统计数	丰水年						枯水年						正常年（中水）		合 计	
		特大水		大 水		小 计		特小水		小 水		小 计					
		频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	总频数	%
m		1	12.5	2	25.0	3	37.5	0	0	1	12.5	1	12.5	4	50.0	8	100
m+1~M-1		3	12.5	6	25.0	9	37.5	0	0	8	33.3	8	33.3	7	29.2	24	100
M		0	0	4	50.0	4	50.0	0	0	3	37.5	3	37.5	1	12.5	8	100
M+1~m-1		1	2.3	8	18.6	9	20.9	3	7.0	12	27.9	15	34.9	19	44.2	43	100

表 4 太阳黑子活动各时段北江和东江丰枯年频数及其百分数统计表（1951~1982年）

河流	太阳黑子活动时段	洪水类型统计数	丰水年						枯水年						正常年（中水）		合 计	
			特大水		大 水		小 计		特小水		小 水		小 计					
			频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	频数	%	总频数	%
北江	m		1	33.3	1	33.3	2	66.7	0	0	1	33.3	1	33.3	0	0	3	100
	m+1~M-1		0	0	3	33.3	3	33.3	1	11.1	4	44.4	5	55.6	1	11.1	9	100
	M		1	33.3	0	0	1	33.3	0	0	1	33.3	1	33.3	1	33.3	3	100
	M+1~m-1		1	5.9	7	41.2	8	47.1	1	5.9	5	29.4	6	35.3	3	17.6	17	100
东江	m		0	0	1	33.3	1	33.3	0	0	0	0	0	0	2	66.7	3	100
	m+1~M-1		2	22.2	1	11.1	3	33.3	2	22.2	4	44.4	6	66.7	0	0	9	100
	M		0	0	1	33.3	1	33.3	0	0	1	33.3	1	33.3	1	33.3	3	100
	M+1~m-1		1	5.9	3	17.6	4	23.5	2	11.8	7	41.2	9	53.0	4	23.5	17	100

为了进一步分析珠江主流西江特点，在表 1 基础上又对太阳黑子世纪周期增强期和减弱期，分别统计了黑子极值年和上升段（m~M）

与下降段（M+1~m-1）丰枯年频数及其百分数（表 5）。

表 5 太阳黑子活动世纪周期减弱期与增强期西江丰枯年频数及其百分数统计表（1900~1982年）

太阳11年周期活动 时 段 太阳世纪周期活动期 统计数 洪 水 类 型			m~M（极值年和上升段）		M+ 1~m- 1（下降段）	
			1935年前 （减弱期）	1935年后 （增强期）	1935年前 （减弱期）	1935年后 （增强期）
丰 水 年	特大水	频 数	3	1	0	1
		%	16.7	4.5	0	3.8
	大 水	频 数	4	8	4	4
		%	22.2	36.4	23.5	15.4
枯 水 年	特小水	频 数	0	0	0	2
		%	0	0	5.9	7.7
	小 水	频 数	8	4	3	10
		%	44.4	18.2	17.7	38.5
中水（正常）年		频 数	3	9	9	9
		%	16.7	40.9	52.9	34.6
合 计		频 数	18	22	17	26
		%	100	100	100	100

（上接38页）

所、上海航道局设计研究所、广州航道局、交通部四航局设计院、黄埔港务局、广东省科委、广东省水电厅、广东省水利科所、广东省航运规划设计院、广州市科委、广州港监、珠海、斗门、中山、新会水电局以及珠委有关处、所共30多个单位的62名代表。会上珠委规划处及科研所的代表，就磨刀门河口的治理规划以及河口模型的简况，设计，验证等技术问题作了全面介绍。代表们参观了模型试验场，还到磨刀门河口地区进行了实地查勘。代表们在分组

讨论后，北京水科院的林秉南、长科院的唐日长、黄科所的李保如、清华大学的侯晖昌、南科所的罗肇森等专家在大会上作了发言，对规划以及模型试验等问题提出了很好的意见。珠委主任刘兆伦同志到会作了总结讲话，感谢来自全国各地的专家、工程师对珠委工作的支持和协作。

经过这次会议，磨刀门河口模型的试验工作进程必将加快，早出成果。

（黄钟炜）