

# 初夏丰枯梅年季风环流特征与 500hPa能量变化波谱的对比分析

席林华

(江苏省苏州市气象局)

## 提 要

本文通过对6年夏季风特征以及1971—1984年初夏梅雨期波能密度谱、扰动动能谱与动能总值分布特征的对比分析指出,初夏丰、枯梅年之间的差异是明显的,并初步揭示了造成初夏梅雨丰、枯的能量学原因。

### 一、引言

我国地处东亚季风区,受季风气流季节变化及年际变化的影响,旱、涝的年际变化很大。江淮流域梅雨的丰、枯差异也极其明显。例如江淮流域及长江中下游1978年为明显的枯梅年份,出现了历史上罕见的大旱;而1980年为显著的丰梅年份,出现了建国以来少有的洪涝。在30年代竺可桢先生就指出,惟有季风才是我国夏季多雨泽的根本原因<sup>[1]</sup>。50年代,叶笃正、陶诗言<sup>[2]</sup>、高由禧<sup>[3]</sup>指出,我国夏季江淮梅雨的始末与西南季风的出没、东亚上空大气环流的季节性振动有密切的关系。

近年来,随着卫星和高空观测资料的增多,章淹等<sup>[4]</sup>指出单纯用西南季风始末判断中国梅雨似乎会遇到一些难以解释的现象,建议从不同角度来研究中国梅雨的丰、枯问题。本文试从夏季风环流特征及北半球中(低)纬地区500hPa能量谱和超长波、长波波谱特征的角度,来研究初夏丰、枯梅年的差异性。

### 二、初夏丰、枯梅年夏季风特征的差异性

文献<sup>[5]</sup>指出,亚洲中低纬地区的降水与夏季风关系密切,特别是次大陆的印度、巴基斯坦等地,夏季风的强弱和旱涝趋势几乎是完全一致的。中国的情况虽然不完全是这样,但不少研究<sup>[3][6]</sup>指出,夏季风对于大范围降水的影响极为重要。

季风的基本概念是盛行风向随季节发生显著变化<sup>[7]</sup>。本文考察6年(丰梅年1974、1975、1980年和枯梅年1965、1972、1978年)丰、枯梅期间盛行风风向频率及风速的变化,来揭示丰、枯梅期夏季风特征的差异性。

表1—3给出苏州站的统计结果,从中可以看到:

1. 典型丰梅年偏南风频率和及其平均,从3月到6月均大于枯梅年,这表明丰梅年从3月份起偏南气流就开始活跃,一直维持到梅期结束。而枯梅年偏南气流活跃时间推迟,枯梅年7—8月的偏南风频率和及其平

表1 丰、枯梅年偏南风频率及风向对比表

月 份	偏 南 风 频 率 和										最大频率风向范围	
	丰 梅 年					枯 梅 年					丰梅年	枯梅年
	1974	1975	1980	合计	平均	1965	1972	1978	合计	平均		
2	30	39	15	84	28	34	7	27	68	23	N—E	N—NW
3	46	47	27	120	40	37	37	44	118	39	SSE—E	N—E
4	57	68	57	182	61	48	47	54	149	49	SSE	SSE—SE
5	65	55	58	178	59	56	55	61	172	57	SSE	SE
6	69	74	56	199	66	60	61	68	189	63	SSE—SSW	SE—ENE
7	62	71	44	177	59	81	63	63	207	69	SE—S	S—SE
8	47	67	36	150	50	63	69	72	204	68	SSE—ESE	SE—SSE

均大于丰梅年。表明枯梅年出梅后偏南气流一直非常活跃，致使北方冷空气迟迟不能南侵，不利于大范围降水的形成（表1）。

2. 丰梅年2月已经转为偏东气流，而枯梅年2月维持N—NW气流，3月才开始转偏东气流。丰梅年从3月起一直为偏南气流，枯梅年偏南气流到4月才开始活跃。这表明丰、枯梅年差异在于偏南气流在丰梅年

表2 丰、枯梅年最大频率风向对比表

年 项目 月	枯梅年 (1965, 1972, 1978年)		丰梅年 (1974, 1975, 1980年)	
	最大频率	风向	最大频率	风向
2	17	NW, NNW	21	E
3	20	E	15	E, SE
4	24	SSE, S	23	SSE
5	31	SE	22	SSE
6	33	SE	28	SSE
7	22	S, SE	20	SSE
8	35	SSE	25	ESE, E

表3 最大风速的风向变化表

月份	枯梅年		丰梅年	
	风速	风向	风速	风向
1	12	NNW	10	E, SSE
2	12	NNW, N	14	NNE, SE
3	12	NNE, NE	13	E, N
4	10	NNE, ESE	10	SSW, SE
5	10	SSE	10	SE
6	10	SSE	8	SE, SSE
7	11	N	8	SSW
8	14	E	12	E
9	10	N, NNW	9	NNW

活跃时间较早，2、3月份开始偏东南气流已出现（表2）。

3. 从表3苏州最大风速的风向逐月变化来看，丰、枯梅年有明显差异，丰梅年1月份偏南气流已经活跃，4—7月偏南气流持续活跃。而枯梅年1—2月盛行偏北气流，3—4月继续为偏北气流，一直到5—6月才转为东南气流，7月份很快又转偏北气流，偏南风持续时间较丰梅年短。

### 三、丰、枯梅年波能密度谱特征 的对比分析

波谱分析可以对大气波动特征进行物理形象的描述，并阐明各种波参数的函数关系。人们可以根据不同需要，采用波谱分析方法对大气运动进行分波处理及分析，研究某一波数域的波谱特征，以揭露大气运动超长波和长波演变规律以及与中长期天气过程的关系。

本节利用1971—1984年共14年波能密度谱 $E_k$ 总值及分波 $E_k$ 值进行分析<sup>[8]</sup>，波能密度值计算公式为：

$$E_k(\varphi) = \frac{1}{2} \rho \cdot C_k(\varphi) \cdot k^2$$

其中 $\rho$ 为介质密度，系根据国际民航组织(ICA0)规定，取值为 $0.69711 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ， $C_k(\varphi)$ 为 $k$ 波振幅， $k$ 为波数<sup>[9]</sup>。

分别绘制了1—7波波能密度 $E_k$ 的纬度-时间演变图进行对比分析，结果发现初夏5、6波特征较其他波更为明显。为此取代表性的1980年(丰梅年)和1978年(枯梅年)的5、6波图为例进行说明(图1)。

从图1的分析及比较中可以看出：

1. 丰梅年5、6波 $E_k$ 大值区呈带状排列分

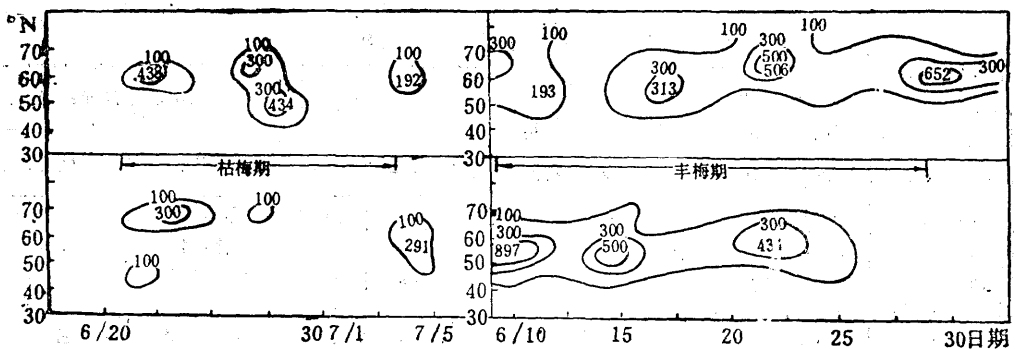


图1  $E_k(k=5, 6)$  纬度-时间演变图

左为枯梅年(1978年)，右为丰梅年(1980年) 上为5波，下为6波，单位为 $\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$  (下同)

布, 数值大大超过枯梅年。丰梅年 1980 年  $E_{kmax}$  达  $897J \cdot m^{-3}$ , 入梅日附近几天均有  $E_{5max}$  和  $E_{0max}$  峰值出现; 而枯梅年梅期内大值区  $E_k$  分布无带状排列的特点, 数值远小于丰梅年, 入出梅时没有明显的波转换特征,  $E_k$  的峰值远不及丰梅年那样显著和突出。

2. 丰梅年波能密度  $E_0$  的峰值附近均对应有明显降水和大降水过程, 反之枯梅年却不那样明显。

#### 四、丰、枯梅年扰动动能谱特征的差异

##### 1. 扰动动能的计算方法和统计处理

将高度场展开为

$$H(\lambda, \varphi) = H_0 + \sum_{k=1}^{\infty} [a_k(\varphi) \cos k\lambda + b_k(\varphi) \sin k\lambda] \quad (1)$$

地转假定下地转风  $u$ 、 $v$  分量为:

$$u = -\frac{g}{fR} \frac{\partial H}{\partial \varphi} \quad v = \frac{g}{fR \cos \varphi} \frac{\partial H}{\partial \lambda} \quad (2)$$

地转风偏差谱展  $u'$  为:

$$u' = \frac{g}{fR \Delta \varphi} \sum_{k=1}^{\infty} \{ [a_k(\varphi_1) - a_k(\varphi_2)] \cos k\lambda + [b_k(\varphi_1) - b_k(\varphi_2)] \sin k\lambda \} \quad (3)$$

$$v' = \frac{g \cdot k}{fR \cos \varphi} \sum_{k=1}^{\infty} [b_k(\varphi) \cos k\lambda - a_k(\varphi) \sin k\lambda] \quad (4)$$

式中  $\varphi_1$ 、 $\varphi_2$  是纬度  $\varphi$  南北的邻近纬度,  $\varphi_2 > \varphi_1$ ,  $\varphi$  为  $\varphi_1$  和  $\varphi_2$  的平均,  $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ 。

单位质量空气的扰动动能  $E'$  为  $E' = \frac{1}{2}(\bar{u}'^2 + \bar{v}'^2)$

$$E'_u = \frac{1}{2} \bar{u}'^2 \quad E'_v = \frac{1}{2} \bar{v}'^2$$

$E'_u$  和  $E'_v$  分别表示纬向和经向扰动动能,  $(\bar{\quad})$  表示沿纬圈平均。

于是

$$E'_u = \frac{g^2}{4(fR \Delta \varphi)^2} \sum_{k=1}^{\infty} \{ [a_k(\varphi_1) - a_k(\varphi_2)]^2 + [b_k(\varphi_1) - b_k(\varphi_2)]^2 \} \quad (5)$$

$$E'_v = \frac{g^2}{4(fR \cos \varphi)^2} \sum_{k=1}^{\infty} k^2 [a_k^2(\varphi) + b_k^2(\varphi)] \quad (6)$$

为便于统计分析, 将扰动动能值按表 4 分为 5 级进行处理。

表 4 扰动动能分级标准 (单位  $m^2 \cdot s^{-2}$ )

扰动动能	分级	0	1	2	3	4
$E'_u(65, 55, 45, 35^\circ N)$		[0, 0.5]	[0.5, 2]	[2, 5]	[5, 10]	>10
$E'_v(65, 55, 45^\circ N)$ (35°N)		[0, 1]	[1, 5]	[5, 15]	[15, 30]	>30
		[0, 1]	[1, 5]	[5, 10]	[10, 15]	>15

##### 2. 丰、枯梅年扰动动能谱特征的差异

图 2、3 给出 1972—1982 年 5 月初—7 月底的扰动动能谱, 为便于说明仍以 1980 年代表丰梅年, 以 1978 年代表枯梅年。从中可以看出, 丰梅年梅雨期内纬向扰动动能  $E'_u$  集中在超长波 1—3 波, 而枯梅年的分布较分散, 1—7 波均有, 经向扰动动能  $E'_v$  丰梅年的分布也比较集中, 数值也比枯梅年的值大。

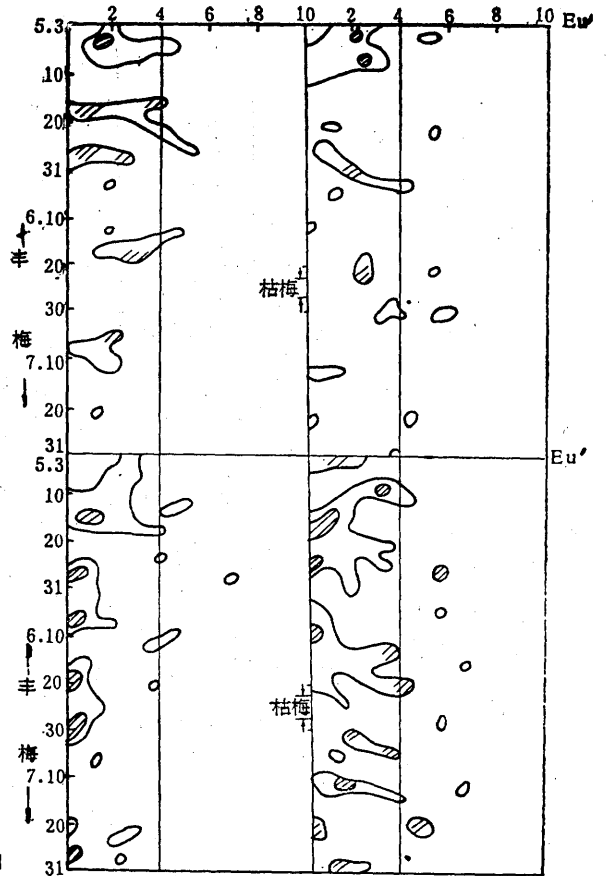


图 2 纬向扰动动能  $E'_u$  谱 (等值线  $5m^2 \cdot s^{-2}$ , 斜线区为 4 级, 横坐标为波数) 左为丰梅 (1980) 年, 右为枯梅 (1978) 年, 上为  $35^\circ N$ , 下为  $55^\circ N$

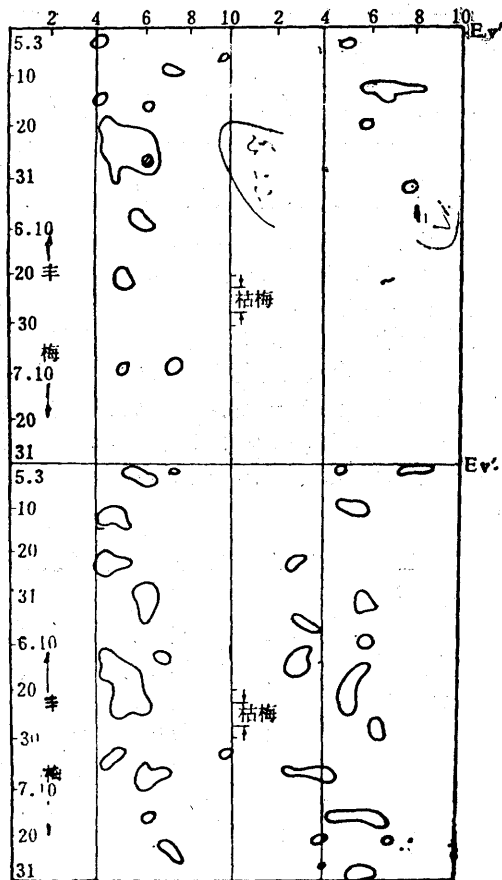


图3 经向扰动动能  $E_v'$  谱 (等值线  $1\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ , 斜线区为2级, 横坐标为波数) 左为丰梅(1980)年, 右为枯梅(1978)年, 上为 $35^\circ\text{N}$ , 下为 $55^\circ\text{N}$

### 3. 丰、枯梅年扰动动能总值分布的差异性

纬向扰动动能总和与经向扰动动能总和, 在丰、枯梅年也有不同。丰梅年中低纬

度 $35^\circ\text{N}$ 上 $E_v'$ 值比枯梅年明显增大, 丰梅年出现2级的大值, 而在枯梅年多为0级。

### 五、讨论

通过对梅雨期季风特征、500hPa扰动动能谱及波能密度谱的对比分析, 可以得到以下几点结果:

1. 丰、枯梅年梅雨期夏季风环流特征有明显差异, 偏南气流活跃时间、偏南风频率及盛行风向变化均有不同;

2. 波能密度谱 $E_k$ 在丰梅年呈带状分布, 数值较大, 而枯梅年分布零散且数值小; 丰梅年 $E_k$ 峰值与降水过程的对应关系清楚, 而枯梅年则较差;

3. 梅雨期扰动动能的分布上, 丰梅年 $E_u'$ 集中在超长波段, 而枯梅年比较分散; 丰梅年 $E_v'$ 的值比枯梅年大。

### 参考文献

- [1] 竺可桢, 中国之雨量及风暴说, 竺可桢文集, 科学出版社, 1979.
- [2] 叶笃正、陶诗言等, 在6月和10月大气环流的突变现象, 气象学报, 29, 249—263, 1958.
- [3] 高由禧, 东亚季风的若干基本问题, 科学出版社, 1962.
- [4] 章淹等, 初夏西太平洋副热带高压活动的气候特征及其与梅雨关系的研究, 1975年长江流域长期预报会议文集, 长江规划办公室, 1977.
- [5] Hug. M. S. The Southwest monsoon over the subcontinent of India, Pakistan and Bangladesh—A survey, Indian J. Meteor. Hydro & Geophs, 29(1/2), 109—117, 1978.
- [6] 何家骅等, 西南季风和长江中下游梅雨的关系, 1980年热带天气会议论文集, 科学出版社, 1982.
- [7] 张家诚, 大气环流的季节变化和季风的科学概念, 同[6].
- [8] 席林华, 梅汛期北半球500hPa扰动能量谱变化与中期天气过程的分析, 谱谱分析中期预报文集, 气象出版社(即将出版).
- [9] 陈新强, 北半球500百帕波谱资料, 气象出版社, 1985.

## A comparative analysis of monsoon circulation in rainy and dry mei-yu period and 500hPa energy wave spectrum during early summer

Xi Linhua

(Suzhou Meteorological Bureau, Jiangsu Province)

In this paper, the monsoon circulation characteristic and 500hPa energy wave spectrum of rainy and dry mei-yu period are analysed using observational data. The results indicate that the contrast between rainy and dry mei-yu period is evident.