

季风爆发与梅雨期雨量的关系及其预报

尹树新 梁汉明 刘美珍

陶崇萱 谭信珍 许建华

提 要

本文主要通过印度西南季风和我国东南季风的建立,讨论高层季风和低层季风与梅雨量的关系。并对东经120度逐日经圈环流进行分析,发现在我国东部夏季存在一个600—1000公里范围的季风垂直环流(方向和哈特莱[Hadley]环流相反),自南向北移动,它的升支恰好对应一条东西向雨带,初夏移至江淮地区就是梅雨。由于它的空间尺度较小,在较长时间的平均图上不易发现。

还通过1965年和1969年的个例分析指出:季风垂直环流强的年份当年梅雨也明显,反之,季风垂直环流弱的年份当年梅雨也不清楚。本文还指出青藏高原前期的热力状况对季风有很大影响,同时发现中纬度冬季西风强度与夏季环流、梅雨期雨量有密切关系。

我国是季风盛行的国家,季风对我国降水的影响极大。初夏江淮地区的梅雨就是一个突出的例子。但季风的年际变化很大,有的年份季风来的早,季风垂直环流强,梅雨期长,雨量大,产生洪涝现象。有的年份季风来的晚,季风垂直环流弱,梅雨期短,雨量少,出现严重的干旱。为了进一步弄清季风与梅雨期早、涝的关系,我们着重对1965年和1969年季风爆发时间,季风垂直环流强度以及冬季风和夏季风的关系进行了分析研究。

一、季风的爆发与旱涝关系

很早以前人们认为,季风是一种大气低层的现象。在季风区域里冬季为高压控制,在高压的南侧盛行东北气流;夏季为热低压控制,其南侧盛行西南气流。把这种冬季和夏季风向相反的盛行气流定义为季风。随着高空观测资料的增加,人们发现入夏以后,由于青藏高原的迅速增热,使得青藏高原上空100毫巴附近出现了一个强大的反气旋,其盛行气流由冬季的西风转为夏季的东风气流,这就是通常称的“高空季风”。这种高层和低层季风实际上是高低空互相协调的大气环流系统中的一个组成部份。在南亚高压的北侧是副热带西风急流,在高压的南侧为宽广的东风区,在东风加速区的下层,是我国东南沿海的夏季东南季风区,在东风减速区的下层是著名的印度西南季风区。

(一) 印度西南季风 在印度西南季风爆发前, 巴基斯坦到印度上空对流层上半部盛行西风, 对流层下半部为大陆反气旋控制, 盛行西北风, 季风表现为从大陆吹向海洋。入夏以后高原南侧高层西风消失, 转为东风气流控制, 印度上空出现一支强东风, 在对流层下半部反气旋环流很快消失, 为气旋性环流所代替, 季风表现为从海洋吹向大陆。根据对 700 毫巴逐日天气图的普查发现在东经 70—85 度, 北纬 20—30 度地区, 在印度西南季风爆发时, 有一个明显的突变。它的主要特征是: 由反气旋式环流突变为气旋式环流。若以后不再出现两天相反的情况, 我们把这种突变的时间定为印度西南季风爆发的时间。我们得到对 1954—1975 年普查的结果和印度气象局公布的孟买季风爆发的时间基本上是一致的。

(二) 东南季风 初夏季节冷空气仍很活跃, 南下机会较多, 特别是江淮地区常出现拉锯形势, 低层风的季节变化不像印度那么明显。但是在对流层上部, 风的季节变化却很清楚。表现在腾冲、汕头两个站 100 毫巴高度上东西风的季节变化: 在一般情况下, 5 月中旬以前为西风控制, 5 月下旬开始出现东风, 6 月上旬转为稳定东风。叶笃正、陶诗言^[1]指出: “在 6 月和 10 月北半球大气环流都有一非常剧烈的变化, 在 6 月大气环流变化的特点表现在东西风带突然向北推移, 在高空东西风带推移的时期, 高空的流型也发生很大的变化, 经过这次变动之后, 便建立典型的夏季环流形式”。在长江流域表现为东南季风开始盛行, 梅雨开始。我们统计了 1969—1978 年腾冲、汕头两站 100 毫巴高度上西风转稳定东风日前、后 10 天南京和福州两个站 14 时地面东—南风的出现频率, 发现在腾冲、汕头 100 毫巴高度上转东风的前 10 天, 南京 14 时地面出现东—南风的频率一般都小于 50%, 可是在腾冲、汕头 100 毫巴高度上转东风日后 10 天, 南京 14 时地面东—南风频率增加到 60% 以上。但是福州在前 10 天 14 时地面东—南风频率已经大于 50% (表 1)。这种现象说明高层腾冲、汕头转东风的时间, 正好是低层东南季风在长

表 1 腾冲、汕头转东风前后 10 天南京、福州地面东—南风频率

地名	转东风年份	年份									
		1969	70	71	72	73	74	75	76	77	78
南	前	33	40	38	40	50	30	40	40	30	50
	后	77	57	70	56	60	60	56	47	50	60
福	前	70	75	70	40	56	75	63	75	90	70
	后	75	87	100	60	100	70	78	60	80	75

注: 静风亦统计在内。

江中下游开始盛行的时间, 而在偏南的福州东南季风已经进入极盛时期。

从历史上看, 印度西南季风和我国东南季风发生的时间, 每年都有很大的差异, 有

的年份西南季风爆发得早，东南季风来得晚，有的年份则相反。这些变化都给长江中下游梅雨带来很大的影响，特别是早，涝比较严重的年份这种差异就得更清楚。下面比较1965(枯梅年)和1969(丰梅年)两年的情况来分析这个关系，

1965年的情况是西南季风比东南季风晚。西南季风爆发的时间是6月15日，而东南季风早在5月29日就在长江中下游开始盛行。即西南季风比东南季风晚17天，这一年长江中下游出现少有的旱象，仅南京、上海、汉口等8个站梅雨期总雨量为320.0毫米。

1969年的情况则相反，西南季风比东南季风早。印度西南季风爆发的时间是6月5日，我国东南季风开始在长江中下游盛行时间是6月22日，西南季风比东南季风早17天。南京、上海、汉口等沿长江8个站这年梅雨期总雨量达4668.0毫米。这一年梅雨期总雨量仅次于解放以来雨量最多的1954年(表2)

表2 季风开始与长江中下游梅雨比较表

年份	西南季风爆发日期	东风盛行开始日期	两风开始时间差	梅雨开始日期	梅雨结束日期	梅雨期长(天)	梅雨期总雨量
1965	6:15*	5:29	+17	6:30	7:8	9	320.0 mm
1969	6:5	6:22	-17	6:23	7:21	28	4668.0 mm

*6:15表示6月15日

二、季风垂直环流对梅雨期降水的影响

根据东经120度逐日经圈环流的分析，发现夏季在我国东部存在一个季风垂直环流。它的方向和哈特莱环流方向相反。这个亚洲季风垂直环流是由高层季风的北风分量和底层季风(西南、东南季风)的南风分量构成上下两支，在底层支由南向北推进与北方来的西北气流相遇形成的切变线附近上升，然后由高层北风分量返回南方，在太平洋副高地带下沉。这支季风垂直环流的存在对我国东部夏季降水有很大的影响。季风垂直环流的北界是近东西方向的一条雨带，春末在华南，产生华南春汛，初夏移至长江流域，就是人们熟悉的梅雨，盛夏移至华北。它的南界是碧空少云的天气，和北界形成鲜明的对比。这支环流在受到强的高空低槽或地面强冷空气影响时，也有“中断现象”。所以有的年份在江淮地区出现“多段梅雨”，可能和这种季风垂直环流“中断现象”有关。

下面通过资料比较完整的1965年6月20日，7月7日，7月19日和1969年6月22日，7月4日和7月23日东经120度经向剖面进一步说明季风垂直环流的存在和对梅雨的影响。

图1、2、3为1965年情况，6月20日衢县低层为北风分量，福州为南风分量，切变线在衢县与福州之间，根据连续方程垂直速度计算，切变线附近辐合上升区正好是季风垂直环流的上升支，邵武以南300毫巴以下为南风分量，300毫巴处以上为北风分量，说明在这一上升分支的高低空的确存在着南北方向的经向输送。7月4日季风推进到长江流域衢县由北风分量转为南风分量，辐合上升区出现在杭州与衢县之间，季风垂直环流

的收支从邵武推进到杭州附近，杭州以南400毫巴处以下为南风分量，400毫巴处以上为北风分量，下沉支出现在汕头附近，季风垂直环流强度变化不大。7月19日季风垂直环流推至华北，济南由北风分量转为南风分量，辐合上升区出现在青岛附近，季风垂直环流明显减弱，下沉支出现在上海附近地区。

图4、5、6为1969年情况，6月22日福州低层为北风分量，汕头为南风分量，切变线出现在福州与汕头之间，福州以南为上升区，在400毫巴以下为南风分量，300毫巴为北风分量。7月7日季风垂直环流移至长江流域，南京由北风分量转为南风分量，切变线移至徐州与南京之间。根据垂直速度计算，升支在南京至邵武一带，下沉支出现在福州以南，约在300毫巴处以下为南风分量，300毫巴处以上为北风分量，季风垂直环流有明显的加强。7月23日季风垂直环流移至华北，青岛由北风分量转为南风分量，徐州以南为下沉支，辐合上升区出现在徐州与济南附近地带，季风垂直环流有明显的减弱。

从以上季风垂直环流活动过程可以看出：

1. 季风垂直环流存在是一个事实，在季风垂直环流升支所在的经度上低空有南风分量，高空为北风分量，说明高低空的确存在南北之间的经向输送。在季风垂直环流的上升支中空气将不断从低层季风中取得能量带到高层

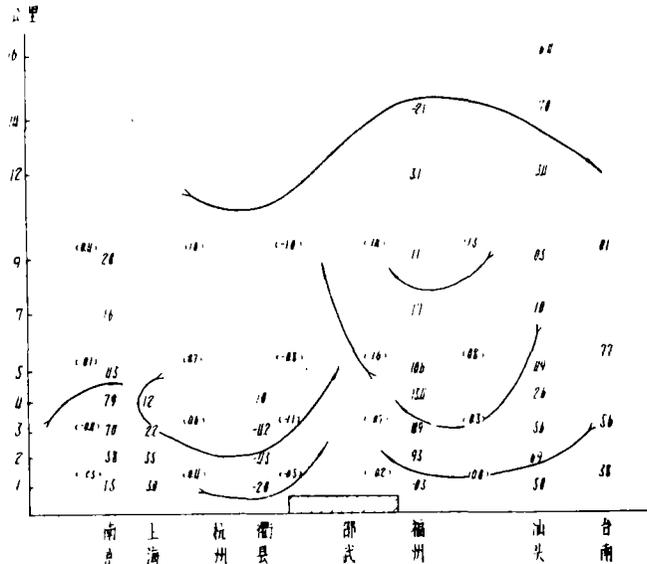


图1 1965年6月20日08时经向剖面图站名上的数字为风速(m/s).正为南风、负为北风,以下同括号内为垂直速度(10^{-3} mb/s).正为下沉运动,负为上升运动,以下同.斜线长形区为主要雨带位置,以下同

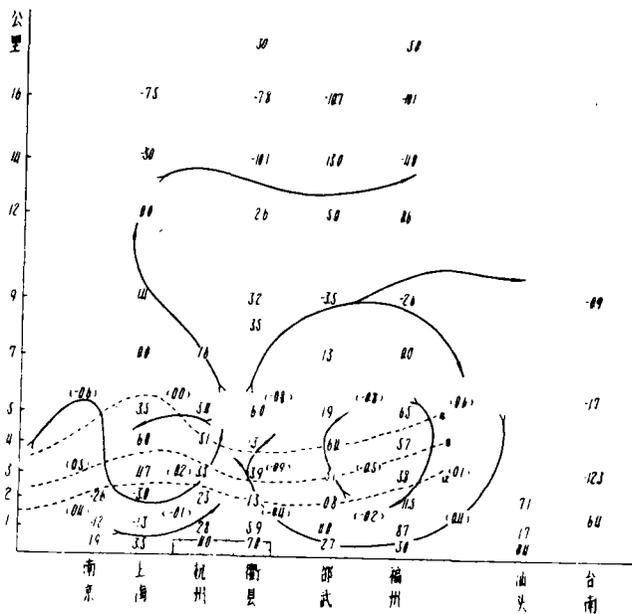


图2 1965年7月4日08时经向剖面图虚线为等比湿线(克/千克),以下同

以增强季风垂直环流使得高层季风得以加强，到南部下沉支中又增强地面的南风，这样就使得季风垂直环流得以维持。丰梅年上升支强，得到的能量多，季风垂直环流在江淮地区加强，枯梅年上升支弱，得到的能量少，季风垂直环流也弱。

2. 季风垂直环流是一个移动性系统，它的尺度南北宽 600—1000 公里，由于移动性大，范围狭，所以在时间尺度较大的平均图上是不易发现的。但它也有相对稳定的时期，如 1965 年在长江流域稳定 9 天（6 月 30 日—7 月 8 日），1969 年稳定 28 天（6 月 23 日—7 月 21 日），稳定的时间越长，梅雨期也越长；反之稳定的时间短，梅雨期也短。季风垂直环流在长江流域稳定的时期，正好也是南亚高压脊线在北纬 30 度附近停滞的时期，高层的辐散，低层的辐合，显然对季风环流持续稳定起了重要的作用。

3. 季风垂直环流的升支和梅雨区相吻合，因此可以认为梅雨期的降水主要是季风垂直环流升支所造成。丰梅年升支强，枯梅年升支弱。根据对上海站梅雨期间不同高度上南北风分量计算，发现枯梅年高层北风分量弱，低层南风分量也弱；

丰梅年高层北风分量强，低层南风分量也强（图略）。可以推断在整个梅雨期间丰梅年平均季风垂直环流比枯梅年平均季风垂直环流强。结果和逐日分析是一致的。

4. 季风垂直环流的升支是湿度较大地区，降支是湿度较小的地区。根据 1965 年 7 月 4 日和 1969 年 7 月 7 日梅雨期东经 120 度水汽垂直分布计算，如果以大于或等于 4 克/千克为湿层，丰梅年季风区湿度大，湿层厚超过 5000 公尺，湿度随高度递减率小，凝结高度低。枯梅年季风区湿度小，湿层薄 不到 5000 公尺，湿度随高递减率大，凝结高度高（图 2、4）。显然这种大范围的湿度差异，不仅直接影响梅雨量的大小，而且在上升气流

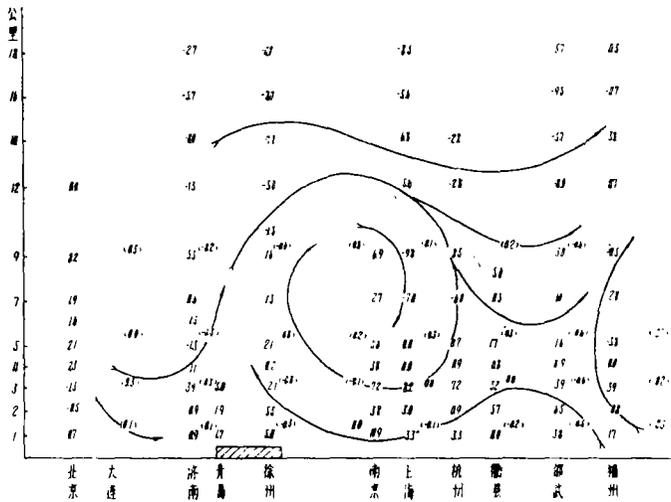


图 3 1965 年 7 月 19 日 08 时经向剖面图

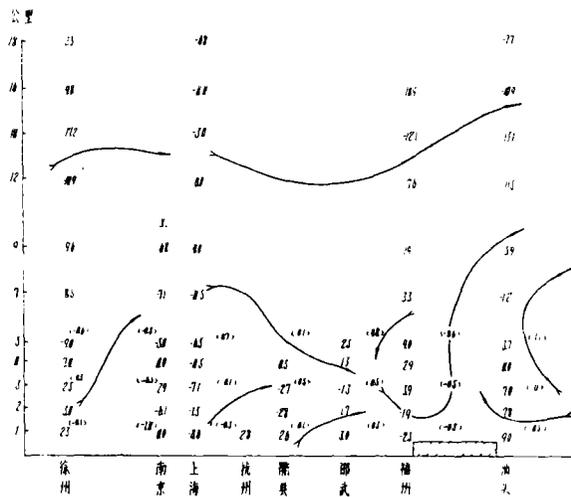


图 4 1969 年 6 月 22 日 08 时经向剖面图

的作用下，由于潜热的释放的差异，而反过来又影响季风垂直环流的强弱，这种相互作用直至季风垂直环流结束而告终。

很容易理解这种季风垂直环流的建立和夏季东亚大陆的增温有着密切关系，尤其是青藏高原的增热对它的影响很大。由于夏季强烈增热，使大陆的温度高于南面海洋温度，因此这一地区的经向环流与其它地区的恰得莱环流的方向正好相反。我们选择拉萨、昌都两个站3—6月平均气温代表高原的热力状况，发现高原春季和初夏气温为正距平时，西南季风爆发早，季风垂直环流强，反之高原春季和初夏温度为负距平，西南季风爆发晚，季风垂直环流弱。（表3）。

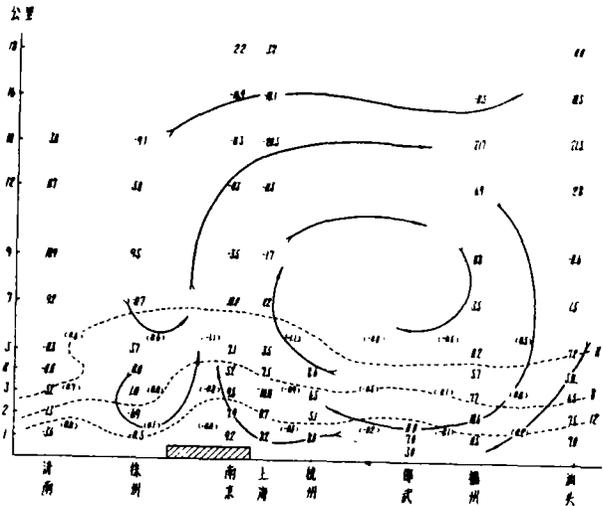


图5 1969年7月7日08时经向剖面图

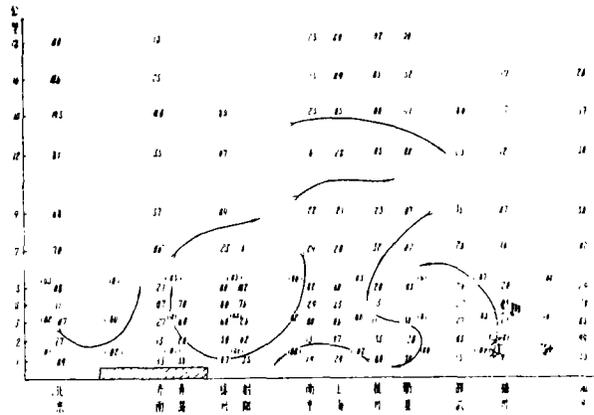


图6 1969年7月23日08时经向剖面图

表3 拉萨、昌都3—6月温度距平

年份	月份				
	三月	四月	五月	六月	
拉萨	65年距平	负	负	负	负
	69年距平	负	正	正	正
昌都	65年距平	负		正	负
	69年距平	正	正	正	

三、季风的爆发与东亚上空环流的调整

许多研究指出：季风的爆发是大气环流季节变化的一个反映。它不仅影响东亚大气

环流调整,而且直接影响我国天气气候,但每年表现都不一样,尤其是枯梅年和丰梅年差异就更明显。从1965和1969年6月东经120度500毫巴平均地转西风廓线。(图7)及相应的500毫巴月平均图。距平图(图略),可以看出丰梅年西南季风爆发早,东南季风来的晚,中纬度西风表现弱,相应的流型是波长短。故在亚州的中纬度地区表现有两个槽,一个在亚州,另一个在欧洲,从这两个槽的特点看,欧洲槽北部强南部弱,负变高中心位置偏北。亚州槽的特点是北段比较平浅,南段较深,槽区都为负变高,说明这个槽比多年平均槽强,冷空气活动也偏南。

枯梅年西南季风爆发晚,东南季风来得早,中纬度西风强,相应的流型是波长长,故在亚欧的中纬度地区表现只有一个槽,槽的位置在亚州,槽线在东经125度附近,这个槽的特点是北部强,南部偏弱,负变高中心在低槽北段,低槽南段大部份地区为正变高控制,说明这个槽比平均槽浅,冷空气较弱。

丰梅年的另一个特点是在中高纬度西风弱时,副热带西风强。枯梅年相反中高纬度西风强时,副热带西风弱。这显然和季风垂直环流有关,6月季风爆发,季风垂直环流推至长江流域,通过季风垂直环流的升支,除了把能量带到高空加强高层季风外,还将一部份能量输给中纬加强副热带西风。使丰梅年西风强,枯梅年西风弱,以北纬30度附近最为明显。这种情况表明丰梅年北纬30度的副热带锋区比枯梅年北纬30度附近副热带锋区强。这可能是1969年梅雨期总雨量比1965年梅雨期总雨量大的另一个重要原因。

其次丰梅年和枯梅年的环流差异还表现在西太平洋副高和孟加拉湾低槽的强度和位置。丰梅年西太平洋副高西伸比较显著,588线西部脊顶西伸至北纬15度,东经115度,比多年平均位置偏西5个经度左右,与此同时孟加拉湾低槽也比常年平均位置偏西,范围大,强度也强,孟加拉湾到印度大陆均为负变高区。

枯梅年西太平洋副高偏东,588线西部脊顶最西端在北纬20度,东经130度,比多年平均位置偏东10个经度,比1969年偏东15个经度,孟加拉湾低槽比早年平均位置偏东,强度偏弱,印度上空为弱高压脊控制,孟加拉湾到印度为弱正变高控制(图略)。

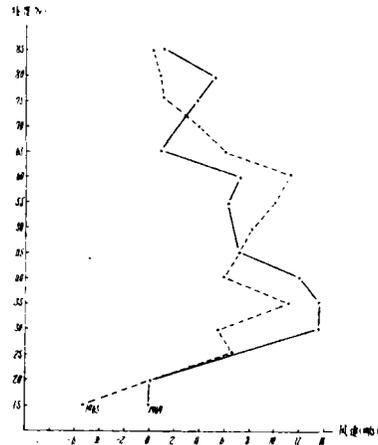


图7 1965,1969年6月份120°E平均地转东西风廓线

四、冬季风对夏季风的影响和旱涝关系

梅雨是冬季风迟迟不退,夏季风急剧北上的情况下产生的。因此冬季风的变动对夏季环流和降水都有很大影响。

冬季风在亚州高层表现为西风。1月达到极盛时期,它的南界一般可到北纬15度,2月开始后撤,夏季风开始北上,这是一个从冬转夏的重要时期。这个时期的西风和6月副热带西风有较好的相关关系。从1965年和1969年东经80度2月下旬和120度2月全

月500毫巴地转西风廓线(图8)上看,1965年中低纬2月西风弱,6月份副热带西风也弱(图7),季风垂直环流也不强,梅雨期总雨量特少;反之1969年中低纬2月西风强,6月副热带西风也强(图7),季风垂直环流强,梅雨期总雨量特多。为了查明历史上的情况,我们普查了1954—1978年25年冬季风强度与长江中下游梅雨期总雨量的相关关系,得到了较好效果。

1. 根据中央台划分的入出梅日期(空梅年参考文献〔4〕标准)统计了上海、南京、汉口等8个站梅雨期总雨量,划分为丰、枯、正常偏旱和正常偏涝。

丰梅年:总雨量>3000毫米

枯梅年:总雨量<1000毫米

梅雨正常偏旱年:总雨量1000—1999毫米

梅雨正常偏涝年:总雨量2000—3000毫米

2. 利用西风指数距平大小表示冬季风的强弱。我们计算了东经65—115度,北纬15—45度范围内历年500毫巴2月月平均西风指数距平和历年500毫巴2月下旬平均西风指数距平。

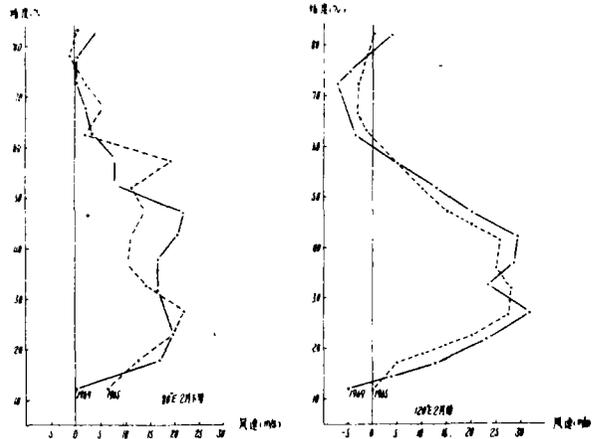


图8 1965和1969年80°E 2月下旬和120°E 2月份500mb平均西风廓线

根据历年的梅雨分级和2月月平均西风指数距平及2月下旬平均西风指数距平制成散布图(图9)

从图上看:

1. 点子分布规律性较好,总的趋势是2月月平均西风指数距平和2月下旬平均指数距平为正,即冬季风强梅雨期雨量偏多,反之2月平均西风指数距平和2月下旬平均西风指数为负即冬季风弱梅雨期雨量偏少。

2. 丰梅年与枯梅年分得比较清楚,如1954年和1969年点子都比较集中,枯梅年的点子也比较集中,各分布在第一象限和第三象限内。这对预报梅雨期大旱,大涝年是有意义的。在枯梅年中有两年关系较差,其中一年是1960年梅雨期总雨量为1600毫米,属于梅雨正常偏旱,但点子落在枯梅区中。经分析发现这一年有一次台

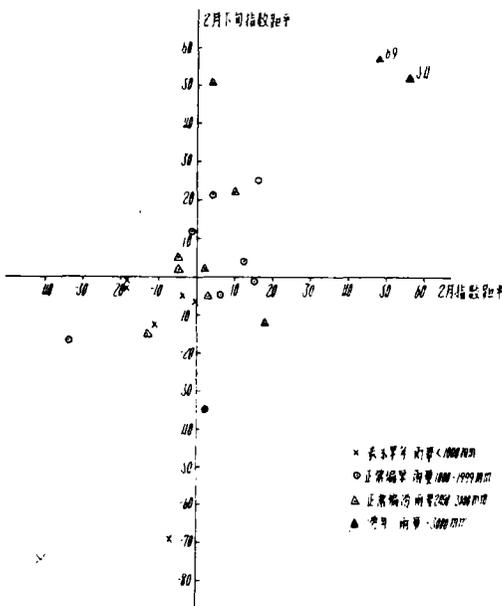


图9 历年500mb 2月和2月下旬西风面积指数距平与梅雨期早涝散布图

风北上，造成区域性暴雨，与梅雨期雨量相混在一起。如果把这次台风雨量去掉，总雨量也接近枯梅年。另一年是1962年关系稍差总雨量为2008毫米。

另外，梅雨正常偏早和梅雨正常偏涝的点子分布还不很理想。

为了检验冬季风强度与夏季梅雨期总雨量的关系，我们分别计算了500毫巴2月和2月下旬指数距平与梅雨期总雨量的相关系数，分别达到0.72和0.64。可见这种相关关系还是比较密切的。

小 结

1. 印度西南季风和我国夏季东南季风是直接影响我国夏季降水的两支季风，它与高层季风是互相协调又互相影响的。它们主要是通过季风垂直环流来协调高低层季风之间关系。当印度西南季风爆发的时间比长江中下游东南季风开始盛行的时间早时，长江中下游梅雨明显，梅雨期总雨量多，反之印度西南季风爆发的时间比长江中下游东南季风开始盛行的时间晚时，长江中下游梅雨不明显，梅雨期总雨量少。

2. 季风垂直环流的存在是一个事实，对长江中下游梅雨有很大影响，季风垂直环流强的年份，也是多雨的年份，季风垂直环流弱的年份，也是少雨的年份。

青藏高原春、夏两季的加热对季风垂直环流有很大的影响，加热明显的年份也是季风垂直环流强的年份，反之加热平缓的年份也是季风垂直环流较弱的年份。

3. 夏季季风爆发是大气环流季节变化的一个反映。伴随这个变化大气环流有一次大的调整。从1月到6月经历两次重要的变化，一次在冬末春初，另一次在初夏，而初夏这一次大调整要比冬末春初的调整剧烈得多，但是初夏的调整也受到冬末春初这次调整的影响，重视这种相关关系，对作好长期天气预报是有帮助的。

参 考 文 献

- [1] 叶笃正等，在六月和十月大气环流的突变现象，气象学报，1959，29(4)，249—263。
- [2] 中央气象局，中国高空气候，科学出版社，1975。
- [3] 陈隆勋等，夏季的季风环流，大气科学，1979，3(1)，78—79。
- [4] 南京气象学院实习台，100毫巴单站高空风转换与长江中下游入(出)梅关系，中长期水文气象预报文集，第一集，74—77。
- [5] 斯公望等，长江中下游梅雨季节雨量的气候振动与大气环流的关系，气象科技资料，1974，(5)，10—15。
- [6] 高由禧，季风问题，东亚季风的若干问题，科学出版社，1962。
- [7] 叶笃正等，青藏高原及其紧邻地区夏季环流的若干特征，大气科学，1977，289—299。
- [8] 徐淑英，东亚季风进退与西风环流的季节变化，东亚季风的若干问题，科学出版社，1962。