

1998年汛期长江流域洪灾中期天气过程分析

万玉明 梅修宁 周雨华

(湖南省气象台,长沙 410007)

提 要

对影响长江流域强降水的夏季风、中高纬阻塞形势、西太平洋副热带高压活动(以下称副高)及南半球越赤道气流进行统计分析。结果表明:1998年长江流域夏季风环流建立是东亚夏季风环流在弱ITCZ位相时向北扩张的结果,它与中高纬偶极子双阻形势,构成长江流域暴雨洪灾发生、持续的大尺度环流形势。它们分别向长江流域暴雨区提供南方暖湿气流和北方冷空气,并在长江流域交绥;暴雨的落区是由副高脊线、西脊点的位置确定的;南半球越赤道气流对长江流域洪灾有重大影响,它一方面加强低空西南急流,另一方面它具有4~7天低频振荡特点,可为中期暴雨预报提供有用信息。

关键词: 洪灾 中期过程 夏季风

引 言

1998年6~8月长江流域出现历史上继1954年第二次罕见的洪灾,长江干流石首以下河段及洞庭湖、鄱阳湖全线超过历史最高水位或警戒水位,其时间长达50多天之久,部分堤坝全靠抗洪军民垒子堤挡洪水。持续的高危水位长时间浸泡着江、河、库堤坝,致使堤坝土质松散、渗漏、管涌、滑坡等险情不断出现,以致出现垮坝溃垸等严重险情。长江流域因洪灾死亡1320人^[1],湖北、湖南、江西等省受灾最严重。仅湖南省有142个堤垸溃决, $2.6 \times 10^5 \text{hm}^2$ 农田严重内渍,全省受灾人口2100多万,倒塌房屋123.5万间,农作物受灾面积 $1.7 \times 10^6 \text{hm}^2$, 直接经济损失329亿元^[2]。

长江出现全流域性的洪灾,最主要的原因还是总降水量太多。早在1997年冬季,江南就出现了冬汛。江南中北部总降水量达500~800mm,比常年同期偏多1~4倍,是1949年以来同期的最大值,部分江、河、库达警戒水位。入春后,春汛继续偏多。正是在这

冬汛连春汛的气候背景下,主汛期又接连出现几次大范围持续性强降水过程,最终导致全流域性的洪灾。

1 夏季风活动与长江流域洪灾

我国位于亚洲季风气候区内,夏季风的强弱与雨带的位置关系密切。长江流域地理位置基本是在30°N附近,其夏季风活动受印度季风低压西南气流、副热带东南季风和澳洲冷空气爆发经105°E越赤道后进入南海或中南半岛的偏南气流影响。

由于纬向风具有稳定性,而且高层纬向风的季节转换与低层季风活动可能存在某种遥相对应关系^[3]。为此,我们在21~35°N, 103°~117°E范围内,用200hPa u 分量场偏东风北界和850hPa偏西风北界(每隔3经纬距,共5个格点值的平均纬度作为北界)来讨论长江流域夏季风活动情况。

1.1 200hPa 纬向风

我们分析了6~8逐候200hPa东西风分量。发现:200hPa东风北界在6月1~2候还在20°N以南,此时西风最大风速轴强度

51m·s⁻¹位于32°N,说明西风带系统还是很强的,6月第3候突然北缩到35°N以北,强度也减弱。与此同时偏东风的北界由20°N以南,北跃到25°N左右,这种状况一直维持到6月6候。表明行星风带在6月3候完成季节性北移。它将导致长江中下游低层西南季风开始稳定。文献[3]指出:长江流域夏季低层西南季风稳定期也就是长江流域进入梅雨期。也就是说1998年6月3候长江流域进入梅雨期。7月1候夏季风开始北上,2候东风北界达32°N。但好景不长,第3候东风北界又退回到28°N左右,且持续到8月5候,前后共维持5个候,8月6候又退回到26°N以南。以上分析表明:1998年主汛期200hPa偏东风北界异常稳定在25~28°N之间,导致低层夏季风的活跃。

1.2 850hPa 纬向风

850hPa 因受中小尺度天气系统影响,不像200hPa风场那样简单。规定:850hPa 西风北界纬度取法同200hPa。此外若西风北界至少有一个或以上格点值读不出数据时,称之为西风飘移。图1是850hPa 西风北界纬度与长江流域降水相关图。图中直方块表示长江流域19^①站平均降水。若把长江流域平均降水大于50mm 作为成片暴雨,从图中我们可看到850hPa 西风北界到达26°~28°N时,长江流域夏季风爆发,对应长江流域出现成片、持续性强降水。如6月3、4、5、6候,7月5、6候、8月1候;当西风北界在28°N以北或26°N以南以及处于西风飘移区时,长江流域季风中断,即没有成片持续性降水(不排除局部小范围暴雨)或雨带在黄淮、华南。

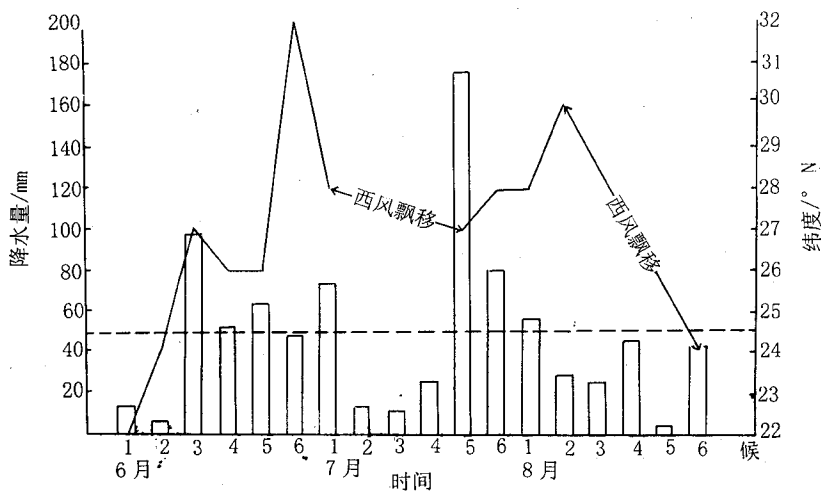


图1 1998年6月~8月逐候850hPa 西风北界与长江流域降水相关图

曲线表示850hPa 西风北界所达纬度;直方块表示长江流域19站雨量平均

1.3 长江流域夏季风爆发与经向环流

从上面分析中,发现200hPa与低层似乎存在某种联系。为此,我们作了7月5候通过低空西南急流中心的115°E经向剖面(图2)。图中显示:长江流域夏季风爆发时,在切

变线暖空气一侧,来自低纬的偏南气流在31°N上升,到300hPa高空向低纬流去,在17°N附近下沉,从而形成了一个长江流域夏季风经向环流圈(500hPa脊线位置在17°N)。这与柯史钊^[4]分析弱ITCZ位相时,在

①重庆、成都、南充、涪陵、酉阳、贵阳、遵义、万县等八站为上流代表站;长沙、恩施、宜昌、桑植、汉口、黄石、南昌、岳阳、常德、沅陵、安化为中下游代表站

20°N 西太平洋下沉支与江淮上升支组成季风环流圈,使得江南季风活跃的结论是一致的。也可以说长江流域夏季风环流圈是东亚

季风环流圈在弱 ITCZ 位相时,向北扩张的结果。它的上方是强大的南亚高压辐散区,高层的辐散对低层的辐合上升起了促进作用。

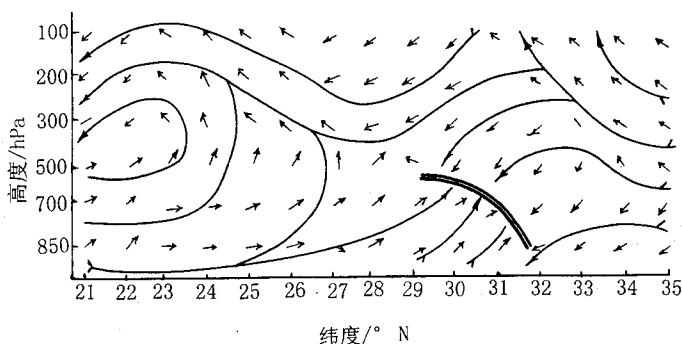


图2 1998年7月21~25日沿115°E经圈环流剖面图

1.4 低空急流

低空急流是夏季风爆发的具体表现,也是低层热量、水汽和各种能量的集中输送带,它对暴雨过程的产生、维持和加强有着重大作用。若以 850hPa 两站以上风速 $\geq 12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,水平范围在 500~1000km 以上的强西南风带作为急流区,则 1998 年 6~8 月共有急流日 72 天,占 78%。急流轴位于南宁、桂林、郴州一线。在急流轴的左方,配有 θ_{se} 高值区(见图 3)。这说明急流附近的水汽比其它地区的温度更高、湿度更大、层结更不稳定。我们以 7 月第 5 候成片暴雨、特大暴雨过程来讨论低空急流作用。7 月 19 日,重庆是一低涡中心,在重庆至汉口一线有暖式切变,从 17~25 日自始至终都有西南急流存在,南宁、桂林、郴州西南风风速每天都在 $12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,风速普遍为 $16\sim 18\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,最大达 $22\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,平均风速为 $18.7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这种高温、高湿伴有风向、风速辐合的西南急流,由南向北推进,当急流到达切变线并配合低涡向东移出时,在湘西北、鄂东南和赣北分别形成 300mm 以上特大暴雨中心。湖南永顺 23 日降水量 259.2mm,南昌市 12 小时降水量 206mm,武汉市 7 月 21 日 1 小时降水量 88.4mm。

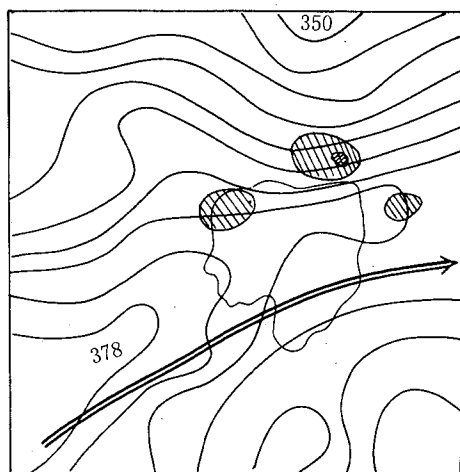


图3 1998年7月21~25日850hPa急流、 θ_{se} 与特大暴雨综合图

阴影区表示特大暴雨区,曲线条表示 θ_{se} 等值线,箭头表示 850hPa 急流

以上分析表明:当急流前部与切变及气旋接近时,产生强烈的风速风向辐合,在急流中心左侧有 $48.1 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 正涡度高值区和 $-9.4 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 强辐合区上升区。这种急流的动力作用,使来自南部海上的大片不稳定空气,受到猛烈抬升形成暴雨、大暴雨强降水区。强降水区在 θ_{se} 梯度最大、急流轴左侧与 700hPa 切变线之间。

2 西太平洋副高与长江洪灾

副高强度及位置异常,导致我国气候异常,早已引起人们的重视和给以充分的研究,并得出一些规律性的结论。笔者曾提到副高与降水的关系^[5]。本文以1998年副高脊线、西脊点5日滑动平均的位置,进一步讨论与

长江洪涝的关系。

图4是1998年5~8月副高脊线(110~120°E)、西脊点与长江上游(重庆等8站逐候平均雨量)、中下游(长沙等11站逐候平均雨量,以候平均雨量 $\geq 50\text{mm}$ 为成片暴雨)汛期降水相关图。

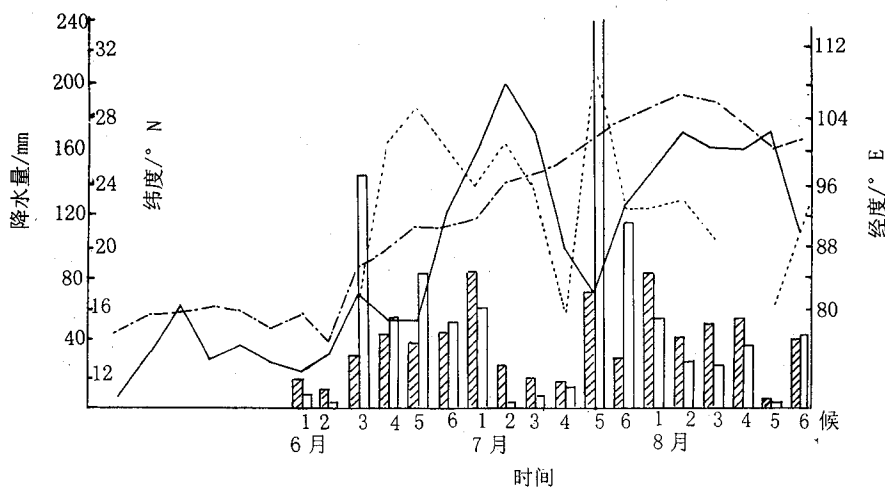


图4 1998年6~8月500hPa副高脊线、西脊点五日滑动平均与长江流域降水相关图
实线表示脊线、虚线表示多年平均,点线表示西脊点,斜杆直方块表示上游重庆等8站降水平均,
空心直方块表示中、下游长沙等11站降水平均

从图中我们看到:5月1、2候副高脊线还在 15°N 以南,此时雨带在华南,长江流域降水不多。5月3候副高突然加强,脊线北抬到 16.3°N ,对应湘南、赣南出现暴雨过程。由于西风带系统还有一定势力,加之副高本身不稳定,5月4候到6月2候副高脊线又退回到 15°N 以南。6月3候副高脊线迅速北抬到 $16\sim 17^{\circ}\text{N}$,西脊点在 101°E ,与常年相比脊线偏南 $1\sim 5$ 纬距且稳定2~3候。与此同时,6月12~26日江西、湖南、贵州、浙江等地出现成片持续性暴雨或大暴雨过程。以上分析表明:雨带是随副高脊线北抬而向北推进的。从图中可看到6月3候,中下游候雨量是144mm,湘、赣北部出现严重洪涝灾害。如江

西弋阳6月12~19日连降暴雨,过程雨量是551mm;湖南的安化、浏阳6月中下旬雨量分别为694mm和687mm,成为历史上极值。6月6候~7月3候,副高第二次季节性北跳西伸,脊线在 22°N 以北,较常年略偏北;西脊点位于 101°E 以西,较常年偏西。此时湖南、江西、湖北东南部等地受副高控制,出现晴热高温天气,雨带随副高活动移到长江上游、汉水流域、黄淮和华北。7月4候,副高突然南退,脊线退回到 20°N 以南,成片强降雨带本应在江南诸省,但由于西脊点在 96°E 以西,孟加拉湾为高压环流,长江流域降水不多。7月5候,脊线在 17.2°N ,仍在 20°N 以南,但西脊点位于 108°E 。由于位置适中且异

常稳定,有利于水汽向长江中下游输送产生暴雨。如图,中下游候雨量高达238mm,远远高出上游平均雨量52mm,当脊线大于 25°N 时,西脊点在 96°E 以西,都毫无例外上游雨量大于下游雨量。

因此我们可以初步得出:1998年长江洪灾是由于副高脊线、西脊点和冷空气相互配合造成的。6月3~5候和7月5候,脊线稳定在 $15\sim 23^{\circ}\text{N}$,西脊点在 $96\sim 110^{\circ}\text{E}$ 之间,有利于暖湿气流在长江中下游辐合产生成片暴雨。8月份长江流域本该夏旱,但由于脊线异常偏南在 $25\sim 30^{\circ}\text{N}$ 之间,西脊点在 96°E 以西,有利于暖湿气流向长江上游、汉水流域输送产生成片暴雨,导致长江流域形成上泄、中满、下堵的严重洪涝。

3 中高纬双阻形势与长江洪灾

中高纬稳定的阻塞高压是造成长江流域洪灾的大尺度环流形势。这种大尺度形势是形成暴雨次天气尺度系统(低涡、切变线和能量锋区)的背景。6月上旬欧亚中高纬为两槽两脊形势:东欧及西西伯利亚为长波脊区,里海和我国东北为长波槽区。6月11日副高加强,脊线第一次季节性北跳到 20°N 附近,东欧脊东移到乌拉尔山并稳定下来,形成乌拉尔偶极子阻高,西西伯利亚脊减弱东移与阿留申西伸过来的脊合并形成鄂霍次克海偶极子阻塞高压。在两高之间的贝加尔湖地区成为宽广的低槽区。6月26日以后随着副高第二次季节性北跳,环流形势发生变化。但到7月4候副高突然减弱南退,脊线又退到 20°N 附近,中高纬环流形势又调整为带有偶极子的双阻型。这种带有偶极子的双阻形势是一种相当稳定大尺度环流,它使极锋急流分支,冷空气沿切断低压底部,从东西两侧分股南下到长江流域与南方暖湿气流交绥,使得暴雨区上空不稳定层结不断地得以重建。其结

果是6月12~27日强降雨带在湘、赣两省形成,并随副高脊线的变化而南北摆动。7月18~31日又形成稳定的、停留在长江流域强降雨带,鄂、湘、赣及长江沿岸出现连续性暴雨、特大暴雨。据初步统计:在6月中、下旬、7月下旬22个暴雨日中,北纬 32°N 以南,南岭以北有冷锋活动8天,有静止锋或气旋活动10天。

4 越赤道气流与长江洪灾

理论研究和数值模拟表明^[3~5]:长江流域汛期暴雨期间偏南气流都是由南半球的两支越赤道气流^[5]在江南汇合而成的。一是源自马斯克林高压东南信风从 45°E 越赤道的索马里急流,经阿拉伯海、孟加拉湾转为西南气流影响长江流域;另一个是源自澳大利亚高压北侧东南信风经加里曼丹、苏拉威西在 105°E 越赤道进入中国南海或中南半岛的偏南气流影响长江流域。它们的主要作用是促使长江流域夏季风爆发、加强、从而促使长江流域暴雨发生、发展、持续的。

由于资料匮乏,我们仅统计了澳大利亚冷空气爆发与1998年长江汛期降水的关系(见表1)。从表中可看出:当澳大利亚冷空气向北爆发时,对应未来4~7天、10~14天都会有有一次大到暴雨或暴雨过程。从而也验证了:夏季东亚季风活动中,南北半球相互作用具有4~5天,准双周的低空低频振荡。它们从南半球通过一定的通道向北半球传播。这为中期暴雨预报提供了有用信息。

5 小结

(1) 可以用850hPa、200hPa纬向风表示1998年长江流域夏季风,当200hPa偏东风北界异常稳定在 $20\sim 28^{\circ}\text{N}$ 时长江流域夏季风活跃,此时850hPa偏西风北界在 $26\sim 28^{\circ}\text{N}$ 时,将导致低层夏季风爆发,对应长江流域产生成片持续强降水区。

(2) 长江流域夏季风经向环流在 30°N 上升,在 300hPa 分成两支,向南一支在 17°N 附近下沉,从而形成完整经向环流圈,它是东亚季风环流圈在弱 ITCZ 位相时向北扩张的结果。

(3) 低空急流是夏季风爆发的具体表现。

(4) 1998 年长江流域洪灾是由副高脊线、西脊点、冷空气相互配合造成的。6 月 3~5 候、7 月 5 候,脊线异常稳定在 15~23°N,西脊点在 96~110°E 之间有利于暖湿气流在长江中下游辐合产生成片暴雨;8 月西脊点

异常偏南,在 25~30°N 之间,西脊点在 90°E 以西,有利于暖湿气流向长江上游、汉水流域输送产生成片暴雨。从而造成 1998 年长江流域上泄、中满、下堵的严重洪涝形势。

(5) 中高纬偶极子双阻形势是 1998 年长江流域洪灾大尺度环流背景,冷空气沿切断低压南部,从东西两侧分股南下,在长江流域与暖湿气流交汇。

(6) 南半球越赤道气流对长江流域洪灾有重大影响,它一方面加强低空西南急流,另一方面它具有 4~7 天,准双周低频振荡特点,为中期暴雨预报提供有用信息。

表 1 澳大利亚冷空气爆发与长江流域汛期降水

爆发日期	持续日数	间隔日数	落 区
5. 1	3	7	5 月 8 日湖北南部、湖南、江西自北向南有大到暴雨,局部大暴雨
5. 18	3	4	22~25 日川东、重庆、贵州东部、湖南有中到大雨,部分地区暴雨
5. 26	2	7	6 月 2~3 日湖南、江西南部大到暴雨,局部大暴雨
5. 30	2	9	6 月 8~10 日江南中~大雨,局部暴雨
6. 7	3	4	12~19 日江南持续性暴雨过程,局部特大暴雨
6. 16	5	5	21~27 日暴雨带在江南摆动
6. 22	3	14	7 月 6 日长江上游、澧水流域、四川、重庆普降暴雨,局部大暴雨
7. 3	3	5	8 日四川、重庆、三峡有中到大雨,局部暴雨
7. 7	6	10	17~25 日长江流域二度梅雨,江西、湖南北部、湖北东部普降暴雨,局部特大暴雨
7. 23	13	6	29~31 日湘北、湘中、江西北部暴雨过程,局部大暴雨
7. 30	3	4	8 月 3~7 日长江上游、四川东部、贵州北部、重庆、三峡、湖北西部有大到暴雨,局部大暴雨
8. 3	3	7	10~12 日川东、重庆、贵州西北、湖南西北、湖北西南有大到暴雨
8. 9	2	5	14~18 日澧水、酉水流域、川东、三峡、重庆暴雨
8. 14	3		21~22 日长江上游、汉北流域中到大雨,局部暴雨
8. 21	3	6	27~30 日汉水流域、三峡、湘西北有大到暴雨
8. 26	5	9	9 月 4 日西南东部江南有中到大雨,局部暴雨

参考文献

- 温家宝. 关于当前全国抗洪抢险情况的通报, 湖南日报, 1998. 8. 26.
- 庞道沐. 关于灾后重建的几个问题. 长沙晚报, 1998. 9. 25.
- 陆菊中. 高层盛行风向的季节转换与长江中下游夏季风进退的联系. 全国热带夏季风学术会议, 1982.
- 柯史钊. 季风环流准 40 天振荡. 全国热带夏季风学术会议, 1982.
- 万玉明等. 1996 年湖南省暴雨、持续性暴雨的中期天气过程分析和预报. 湖南气象科技, 1998. 1.

The Medium-range Process Analysis of the Flood Disasters in the Yangtze River Basin in 1998 Flood Season

Wan Yuming Mei Xiuning Zhou Yuhua

(Hunan Meteorological Observatory, Changsha 410007)

Abstract

The statistical analysis of influence of summer monsoon, the blocking patterns at high and middle latitudes, the west Pacific subtropical high and cross-equatorial flow on the heavy precipitation in the Yangtze river area was done. The results show that summer monsoon circulation is the result of northward progression of the summer monsoon and the Eastern Asia summer monsoon circulation in weak phase of ITCZ. Summer monsoon circulation and double-blocking high with low-cyclone in high-middle latitude made the large circulation of the continuous heavy rain gush. They provide south warm-moist current and north cold current separately. The current meets in the Yangtze Area. Rainfall areas were decided by the line of subtropical ridge and western points of the subtropical ridge. The cross-equatorial flow influences the Yangtze basin Area flood disaster mainly. On the one hand, it reinforces the low-level southwest jet, on the other hand, it has a low frequency vibration feature with 4—7 days. Undoubtedly, it provides a useful information for the medium-range forecast.

Key Words: flood disaster process of medium-range summer monsoon