

1998年和1999年长江流域汛期降水及其季风流管特征

吴有训 王周青 李敬义 刘勇 胡文运

(安徽省宣城地区气象局, 242000)

提 要

1998年6、7月长江中游雨量集中, 两月总雨量734.7mm; 1999年6月长江中、下游雨量分别为325.5、636.2mm, 安庆、上海月雨量均为1949年以来同期最高值。南亚高压东北侧存在一高空急流, 中低层西太平洋副热带高压西北侧为一低空急流, 两急流轴线间为宽广的近东西向垂直上升运动区, 并伴有湿舌和涡旋存在, 构成季风流管。长江流域受季风流管影响, 产生大到暴雨。

关键词: 长江流域 汛期降水 季风流管

引 言

1998年和1999年汛期长江流域受连续性大到暴雨影响, 江湖水位猛涨, 泛滥成灾。1998年长江流域因水灾死亡人数1320人; 仅1999年6月皖、浙、赣、鄂和重庆因洪涝造成的直接经济损失就达264.41亿元^[1]。因此, 进一步分析长江流域的降水特点和大到暴雨成因, 对提高预报能力和决策服务水平具有重要意义。

1 资料与方法

本文所用的基本资料分为三部分, 美国NCEP/NCAR的全球日平均分析场资料(2.5×2.5经、纬度, 垂直高度1000、925、850、700、600、500、400、300、250、200、150、100、70、50、30、20、10hPa共17层格点资料), 国内GTS(Global Telecommunication System)降水资料和国家气象中心出版发行的历史天气图。取宜宾、成都、重庆、

遵义和万县5站平均雨量作为长江上游降水量, 常德、宜昌、岳阳、武汉和南昌5站平均雨量作为长江中游降水量, 安庆、芜湖、宣城、南京和上海5站平均雨量作为长江下游降水量。

2 1998年和1999年长江流域汛期降水特点

表1中, 1998年6、7月长江中游降水集中, 持续时间长, 两月合计雨量为734.7mm。1999年6月长江中、下游雨量分别达325.5、636.2mm, 上海、安庆月雨量均为1949年以来同期最高值, 上海龙华站月降水量726mm, 为上海自1873年有气象记录以来的最高值; 8月长江下游地区雨量又达332.1mm。1998年雨量主要集中在长江中游, 1999年雨量集中在长江下游的苏、皖南部、浙江北部。

表1 1998年和1999年长江流域汛期各月降水量/mm

	1998年					1999年				
	5月	6月	7月	8月	合计	5月	6月	7月	8月	合计
上游	107.3	199.9	182.7	195.8	685.7	135.9	162.3	225.8	180.1	704.1
中游	180.7	329.4	405.3	121.2	1036.6	234.9	325.5	172.6	196.3	929.3
下游	106.2	268.5	186.6	78.4	639.7	118.8	636.2	192.9	332.1	1280.0

1998年汛期长江中、下游出现4天较大范围暴雨, 其中6月占3天, 7月只有1天。

1999 年汛期长江下游出现 8 天较大范围暴雨 (6 月 28 日为大暴雨), 长江中游出现一天暴雨 (见表 2)。

表 2 1998 年和 1999 年长江流域汛期逐日暴雨和大暴雨落区

1998 年			1999 年		
日期 /月·日	雨量 /mm	落区	日期 /月·日	雨量 /mm	落区
6.12	54.6	长江下游	5.16	52.5	长江中游
6.13	55.5	长江中游	6.16	94.2	长江下游
6.26	52.5	长江下游	6.24	63.1	长江下游
7.21	61.8	长江中游	6.27	61.7	长江下游
			6.28	117.5	长江下游
			6.30	75.1	长江下游
			7.1	62.6	长江下游
			8.23	50.7	长江下游
			8.30	59.2	长江下游

3 季风流管特征

1998 年和 1999 年汛期南亚高压持续稳定影响长江流域上空, 对流层上部从青藏高原以北伸至长江流域为一西北东南向的高空急流。对流层中下层西太平洋为一环副热带高压, 120°E 脊线在 20~25°N 之间南北摆动, 西太平洋副热带高压的西北边缘存在一西南东北向的低空急流。两支急流在长江中下游地区交汇, 构成长江流域汛期季风流管系统^[1]。高空急流与低空急流的两轴线之间为一宽广的上升运动区, 中低层沿长江往往有一东西向切变线存在, 伴有涡旋沿切变线东移。如 1999 年 5 月 15 日 20 时, 850hPa 图上长江流域为一切变线, 其西端四川盆地为 -1400gpm 低涡, 其南侧西南风速为 10~12m·s⁻¹, 16 日迅速增至 16~20m·s⁻¹, 并持续到 17 日; 从 15 日晚切变线完整建立开始到 16 日白天, 长江中游出现暴雨。分析 1999 年 6 月长江下游暴雨的影响系统, 在 850hPa 图上均存在低槽、西南涡、江淮气旋、低空急流和切变线; 西太平洋副热带高压位置偏东、脊线偏北, 使得暴雨发生在长江下游地区。

受季风流管系统影响, 长江流域产生大

范围强降水。本文取 1998 年 6 月 12 日、13 日、26 日和 7 月 21 日 4 个暴雨日为样本, 分别在 15~45°N, 105°E、110°E、115°E 分析季风流管的风 (u, v 分量)、比湿 (q)、垂直速度 (ω) 的空间分布和时间演变特征。

3.1 急流的分布特征

高空急流轴线一般在 200hPa 高度上。越往东急流逐渐南压; u 分量稍有减小, v 分量明显增大 (代数值减小)。115°E 高空急流南侧 (24°N 以南) 为一支较强的东北气流, 15°N200hPa 高度以上 u 分量可达 -20m·s⁻¹, 这种流场与南亚高压活动有关。平均急流轴线分别过 37.5°N (105°E)、36.8°N (110°E)、35.0°N (115°E) 附近 (见表 3), 长江流域处于高空急流轴右侧, 风速具有反气旋性切变^[2], 构成辐散流场, 有利于中低层气流的辐合上升运动。

表 3 200hPa 高空急流 (u, v 分量) 强度及纬向分布

经度 /°E	日期 /月·日	u 分量		v 分量	
		纬度 /°N	风速 /m·s ⁻¹	纬度 /°N	风速 /m·s ⁻¹
105	6.12	37~39	45	34~38	-21
105	6.13	39~44	45	39~42	-21
105	6.26	29~35	20	36~43	-10
105	7.21	36~44	30	33~38	-6
110	6.12	35~38	35	32~37	-25
110	6.13	37~41	40	37~41	-25
110	6.26	32~33	25	30~33	+6
110	7.21	35~43	30	37~41	-18
115	6.12	32~35	30	30~35	-18
115	6.13	35~36	40	35~38	-25
115	6.26	32~36	25	32~35	+12
115	7.21	34~39	35	36~39	-25

105°E, 500hPa 高度以下最大 u 分量小于 10m·s⁻¹; 在 25.9~38°N 之间, 垂直高度可达 500hPa 为 u 分量零值区, 这主要是高原阻挡作用, 使得这一地区 u 分量很小; v 分量均为正值, 最大也不过只有几 m·s⁻¹, 表明 105°E 无低空急流存在。850hPa 高度上, 110°E 低空急流轴线在 24°N 附近; 到 115°E 轴线北伸至 26°N 附近, 其风速 u 分量稍有增大, v 分量明显减小 (见表 4)。长江流域处低空

急流轴线左侧，风速具有气旋性切变，使低层气流产生辐合上升运动；这支急流产生于西太平洋副高西北侧的西南气流中。

表4 850hPa 低空急流(u, v 分量)强度及纬向分布

经度 /°E	日期 /月·日	u分量		v分量	
		纬度 /°N	风速 /m·s ⁻¹	纬度 /°N	风速 /m·s ⁻¹
110	6.12	22~26	10	21~25	7
110	6.13	22~27	10	15~28	7
110	6.26	15~30	5	21~23	6
110	7.21	24~26	10	22~26	8
115	6.12	25~26	15	22~25	9
115	6.13	25~28	15	20~27	5
115	6.26	25~32	5	16~28	9
115	7.12	24~25	10	24~28	4

图1、2给出了1998年7月21日110°E和115°E的 u, v 分量空间分布，从图中可以见到高空和低空存在两个最大风速中心。

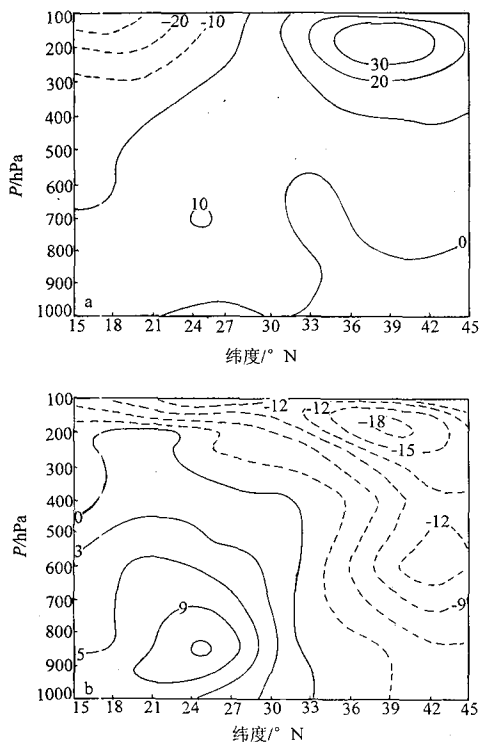


图1 1998年7月21日110°E风 u 分量(a)、 v 分量(b)空间剖面图

3.2 比湿(q)的分布特征

靠近1000hPa平均比湿中心位置在28~30°N之间，平均最大等比湿线数值为0.022kg/kg(见表5)，从比湿中心有一湿舌向上伸展，到400hPa高度附近仍可见到0.002kg/kg的等比湿线，这主要是较强的垂直上升运动造成。

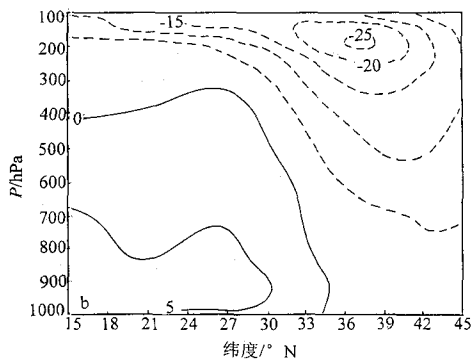
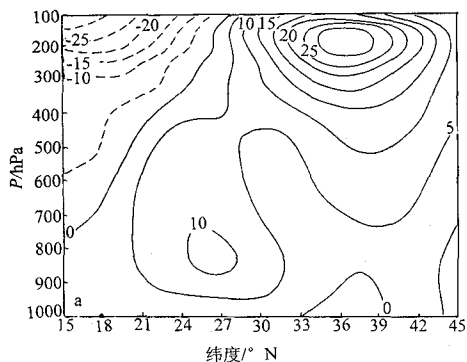


图2 1998年7月21日115°E风 u 分量(a)、 v 分量(b)空间剖面图

表5 1000hPa最大比湿(q)及纬向分布

日期 /月·日	105°E		110°E		115°E	
	纬度 /°N	q /kg·kg ⁻¹	纬度 /°N	q /kg·kg ⁻¹	纬度 /°N	q /kg·kg ⁻¹
6.12	20~33	0.024	18~31	0.02	19~30	0.02
6.12	20~33	0.024	27~28	0.022	20~28	0.02
6.12	21~26	0.024	15~30	0.02	21~31	0.02
6.12	25~31	0.027	28~33	0.024	29~36	0.022

3.3 垂直速度(ω)特征

在低空急流轴线以北与高空急流轴线以南为一较宽的垂直上升运动区($\omega < 0$)，平均中心位置在29°N附近，高度从1000hPa到100hPa，强度中心有一个或2~3个，最大

上升速度在 $-0.2 \sim -0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间(见表6)。垂直速度的纬度分布与夏季北半球平均经向环流^[3]有明显偏差。有时在 30°N 附近低层也出现下沉运动($\omega < 0$)，这主要是降水物的拖曳作用，造成气流下沉。

表6 30°N 附近垂直速度(ω)强度及高度

日期 /月·日	105°E		110°E		115°E	
	ω / $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$	高度 /hPa	ω / $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$	高度 /hPa	ω / $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$	高度 /hPa
6.12	-0.12	900	-0.12	600	-0.14	400
6.13	-0.1	900	-0.18	600	-0.21	500
6.26	-0.15	700	-0.12	500	-0.25	400
7.21	-0.1	300	-0.12	500	-0.16	300

4 垂直速度的演变特征

1998年7月21~24日，长江中游连续出现大到暴雨，图3是这次大到暴雨出现前

后 $110^\circ\text{E}500\text{hPa}$ 、 700hPa 垂直速度纬度-时间剖面图。图3中，21~24日在 28°N 附近气压垂直速度为负值中心，强烈的上升气流维持，是长江中游连续暴雨的重要因素。垂直速度的时空分布与天气图上的环流系统有很好的对应关系，气旋式环流范围内， $\omega < 0$ ，最大上升速度出现在低压环流中心附近；图3a中 27°N 以南的垂直速度 $\omega > 0$ 区位于副热带高压内。

5 结语

1998年汛期降水特点是长江中游6、7月份降水集中；1999年6月长江中、下游降水特多，江南东北部达 $570 \sim 870\text{mm}$ ，较常年同期多2~3倍，8月长江下游雨量又达 332.1mm ，较大范围的大到暴雨出现在宜昌以东。产生大到暴雨的环流特点是高空南亚高压影响长江流域，南亚高压的东北侧存在一高空急流；同时西太平洋副热带高压西伸北抬，副高的西北侧存在一低空急流；两急流轴之间气流垂直上升运动剧烈，湿舌向上伸至 400hPa 高度附近，中低层常伴有涡旋存在，这就是长江流域汛期产生较大范围大到暴雨的季风流管主要特征。

致谢：特别感谢朱乾根教授、徐国强博士对本文的指导和关心。

参考文献

- 1 马巧英. 长江中下游暴雨洪涝, 华北持续高温天气. 气象, 1999, 25(9): 62~63.
- 2 吴望一. 流体力学. 北京: 北京大学出版社, 1982: 145~151.
- 3 朱乾根等. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1981: 161~163.
- 4 [芬]E·帕尔门等著, 程纯枢等译. 大气环流系统. 北京: 科学出版社, 1978: 1~5.

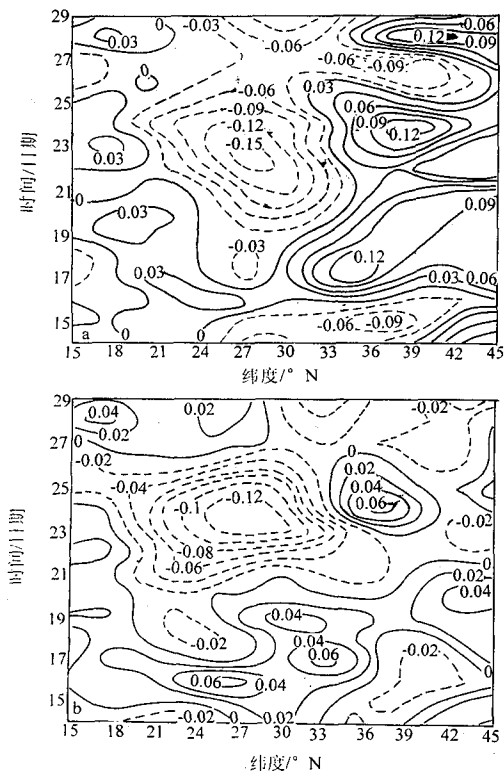


图3 110°E 500hPa (a)、 700hPa (b) 垂直速度纬度-时间剖面图 (单位: Pa/s)

The Precipitation and Monsoon Stream Tube Features in the Changjiang River Basin in Flood Season of 1998 and 1999

Wu Youxun Wang Zhouqing Li Jingyi Liu Yong Hu Wenyun

(Xuancheng Meteorological Office, Anhui Province, 242000)

Abstract

The characteristics of the precipitation over the middle reaches of the Changjiang river are concentrated rainfall and the total rainfall amount is 734.7mm from June to July in 1998. In June, 1999, the rainfall amount over the middle reaches of the Changjiang river is 325.5mm, the rainfall amount over the lower reaches of the Changjiang river is 636.2mm. The monthly rainfall amount is maximum in Anqing and Shanghai since 1949. The upper-level jet lays in the northeast of South Asia high, the low-level jet lays in the northwest of subtropical Pacific high in middle and lower atmosphere. There is a upward current and a wet tongue associated with vortex and hard rain between the upper-level jet and the low-level jet. This is of the characteristics of monsoon stream tube.

Key Words: the Changjiang river basin precipitation monsoon stream tube