

文章编号: 1000-2022(2002) 03-0405-08

1998 年长江流域致洪暴雨的天气特点分析

程小慷

(中国民航飞行学院 空中交通管理系, 四川 广汉 618307)

摘 要: 通过 1998 年夏季(6—8 月) 天气图及部分资料的分析, 对引起 1998 年夏季长江流域特大洪水的大到暴雨作了初步分析。结果表明: 1998 年夏季长江流域致洪暴雨的发生、发展是在一定环流形势下中低层中尺度系统活动频繁而造成的。还提出了 1998 年夏洪峰降水的两种环流模型, 即副高西进低槽东移型和副高稳定且切变线上有西南涡活动型。并指出: 当这两类暴雨环流型出现越频繁, 暴雨出现次数越多时, 长江流域易涝; 反之, 则长江流域易旱。

关键词: 长江流域; 洪峰降水; 暴雨环流型; 比较分析

中图分类号: P458. 121. 1 文献标识码: A

1998 年夏季, 长江流域出现了 1954 年以来又一次全流域性的洪水, 嫩江、松花江流域出现超历史的特大洪水, 许多省区重复受灾, 造成严重损失。其中 29 个省市区, 2.3 亿人(次) 不同程度受到灾害影响, 水灾造成直接经济损失达 2 550. 9 亿元。

造成洪涝的原因一方面是由于降雨集中, 强度大, 大到暴雨甚至特大暴雨出现频繁, 全流域性降水使水位持续上升, 不断出现洪峰^[1]; 另一方面是因为现代工业程度加大, 环境遭到破坏, 水土流失较严重, 长江积沙增大, 减少了长江的蓄洪量, 有的地方甚至围湖造田, 或不爱护防洪设施, 使得洪水来时水位不易下降, 增大抗洪的难度。

综合分析 1998 年夏季长江流域降水特点(表 1), 主要有 4 个强降水阶段, 并有东西振荡的现象。

表 1 夏季长江流域降水情况

Table 1 Precipitation along the Yangtze River Valley in summer 1998		
阶段	日 期	雨区分布
第一阶段	6 月 12—27 日	长江中下游的湘、赣、浙、鄂等地
第二阶段	6 月 28 日—7 月 16 日	长江上游的川东、渝、鄂西南等地
第三阶段	7 月 20 日—31 日	长江中下游的鄂南、湘北、赣西等地
第四阶段	8 月	长江上游的川西南、滇西北、黔西等地

1 对流层中层环流分析

1.1 中、高纬度阻塞高压活动频繁

500 hPa 中纬度阻塞形势特别是东亚阻塞高压是影响我国夏季降水、旱涝的主要环流系统之一^[2]。从 1998 年 6—8 月 500 hPa 环流形势看,中高纬地区主要特点是阻塞高压持续时间长,位置稳定少动,主要形势有以下三种:

(1) 双阻型

乌拉尔山为一脊,雅库茨克—鄂霍茨克海为另一脊,整个中伯利亚、贝湖地区为一个槽(图 1)。乌山脊前,贝湖槽后强大的偏北风不断从北方给我国带来冷空气。冷空气绕过青藏高原自西北向东南移动,与南支槽前西南暖湿气流交汇,为降水提供有利条件。1998 年经向环流异常发展,副高偏强,并且脊线位置偏南,因此南北锋区的冷暖两支气流容易在长江流域汇合,为长江流域的暴雨过程提供有利的条件。若这种形势较稳定少动,则易引起连续性全流域降水。1998 年汛期双阻型为主要形势。6 月中旬到 8 月上旬的每一次阻塞高压的活动都伴随着一次连续性强降水的出现。

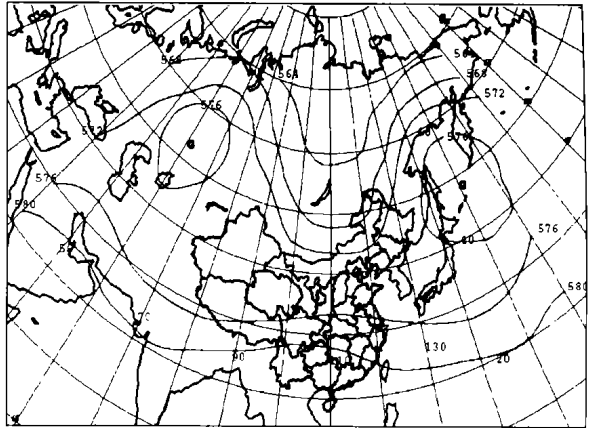


图 1 500 hPa 双阻型环流形势

Fig. 1 Double-blocking circulation pattern at 500 hPa

(2) 中阻型

整个中亚中高纬地区为一片连续的高脊区。而在乌拉尔山和鄂霍茨克海为槽区(图 2)。中西伯利亚的高脊前常常分裂出小的阻塞高压,这些小高压移到河套地区时速度减慢或在原地稳定 2~3 d。这些小高压与西太平洋副高之间的江淮地区很容易形成切变线,若此高压活动较稳定,那么切变线位置也较稳定;当小高压东移时,切变线也随之作相应移动。配合此切变线西部的西南低涡频繁生成和东移,在切变线周围有持续性的强降水过程。6 月底至 7 月初及 8 月中旬都是这种形势。

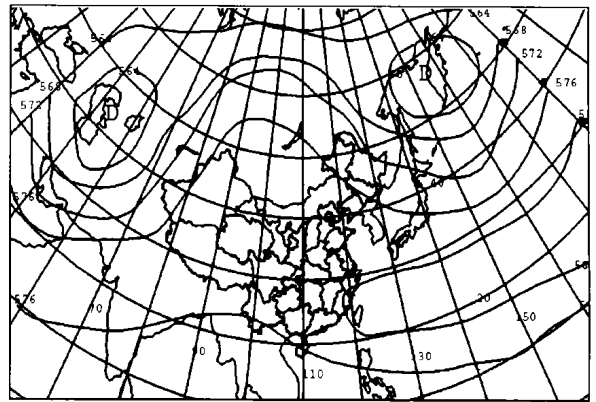


图 2 500 hPa 中阻型环流形势

Fig. 2 Middle-blocking circulation pattern at 500 hPa

(3) 长波调整型

由双阻型调整为中阻型。最为明显的一次过程是 6 月 27 日至 7 月 3 日。6 月 27 日以前为双阻型;6 月 28 日,乌拉尔山高脊开始崩溃,6 月 29 日中高纬表现为一个大的纬向低压带,6 月 30 日开始形成“两槽一脊型”。伴随着乌拉尔山高脊的崩溃,北部冷空气一次又一次地南下,由于冷暖空气交汇使四川、重庆、三峡区间及清江流域下游连续降大到暴雨,诱发了长江第一次洪峰。

1.2 两种长江流域暴雨环流模型

在上述中高纬形势背景下, 在中低纬度地区结合副热带高压和中低空天气系统归纳以下两种长江流域暴雨环流模型。

(1) 西太平洋副热带高压西伸低槽东移型

这类暴雨在 500 hPa 上主要环流特征是: 副热带高压强盛, 其脊线的平均位置为 25°N, 副高明显西进, 同时西风槽东移, 暴雨发生在低槽与副热带高压之间的梅雨锋强锋区附近(图 3)。

例如 8 月中旬发生在川西南的暴雨过程, 副高西伸与西风槽东移在时间上几乎一致。在 8 次洪峰降水中此型共出现 3 次, 占 38 %。

(2) 副高稳定且切变线上有西南涡活动型

这类暴雨的主要环流特征是: 副高位置相对偏南, 其脊线平均位置为 20°N, 副高强度较大, 但位置稳定少动。由于副高与河套地区的小高压或东亚阻塞高压之间的江淮地区容易出现东北—西南向的切变线, 切变线西部的四川盆地或九龙地区容易出现西南涡, 并且西南涡沿切变线发展东移或稳定少动, 对暴雨的强度和持续时间起着重要作用。暴雨多发生在西南涡的东北方或东南方, 暴雨中心及暴雨区在切变线周围, 且随切变线的移动而移动(图 4)。

研究结果表明, 7 月下旬发生在鄂西南、湘西北的特大暴雨便是此型。在 8 次洪峰降水中共有 4 次为此型, 占 50 %, 且降水的最大范围和最强过程均出现在本型中。

1998 年夏季, 这两种暴雨模型频繁出现, 带来一次又一次的暴雨, 造成了长江流域发生洪涝灾害。比较 1980 年和 1988 年一些特点发现: 1980 年出现这两类暴雨型较频繁, 长江流域偏涝; 而 1988 年没有出现这两类模型, 长江流域偏旱。

2 主要影响降水的中低层系统

由分析得出, 1998 年 6—8 月长江流域八次洪峰降水中, 起主要作用的中低层中间尺度天气系统有: 西南低涡、江淮切变线、西南风低空急流等。

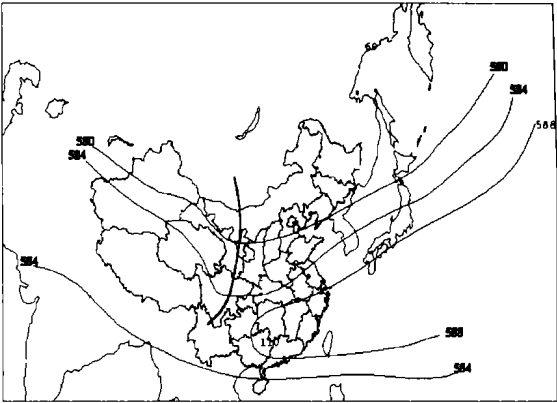


图 3 500 hPa 副高西伸低槽东移形势
Fig. 3 Circulation pattern with strengthening subtropical high and eastward-moving trough at 500 hPa

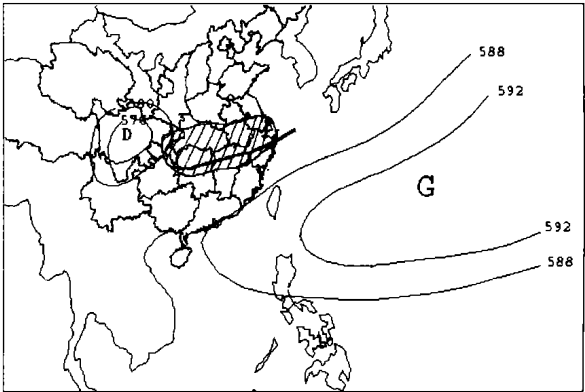


图 4 500 hPa 副高稳定且切变线上有西南涡活动形势
Fig. 4 Circulation pattern with stable subtropical high and southwest eddy activities on shear line at 500 hPa

2.1 西南低涡

分析 6 月 28 日—8 月 31 日 700 hPa 天气图, 把在 99~102 E, 28~32 N 以及四川盆地产生的低涡系统(有闭合的等高线, 如 304、308、312 dagpm) 称为西南低涡, 把它从生成到减弱消亡或移出的过程称为一次低涡过程^[3]。称位于槽的底部或槽前离锋区较近, 小股冷空气 1~2 d 内侵入的为冷涡; 称离低涡较远的为暖涡。其间共出现了 26 次低涡过程, 其中冷涡 13 个, 暖涡 13 个(其中有 4 个变性涡)。

当西南低涡维持不动时, 一般降雨在低涡周围, 范围不广, 强度也不大; 当低涡发展或沿切变线东移时, 往往雨区增大, 雨量增加。西南涡常常沿江淮切变线移动, 为长江流域的持续性降水带来暖湿空气, 并且其周围上升运动加强, 涡度加大, 易造成大到暴雨等天气过程。

表 2 是洪峰降水期间的西南涡过程以及降雨与切变线的关系。从表 2 可以看出, 西南涡与长江流域的降水有很大关系, 8 次洪峰降水有 7 次有西南涡参与活动并且在不断新生的西南低涡作用下, 雨期增长, 降雨区扩大。

表 2 洪峰降水雨区与西南涡、切变线的关系

Table 2 Correlation between southwest eddy, shear line and precipitation area during flood peak				
日 期	雨区	暴雨中心	西南低涡过程	江淮切变线
06-28—07-03	四川, 重庆, 清江流域及三峡区间	重庆, 鹤峰	06-30T08(105 E, 30.5 N)~06-30T20(106 E, 31 N)~07-01T08(106.5 E, 21.5 N)~07-01T20(106.5 E, 31.5 N)	有
07-13—07-16	重庆, 清江流域, 三峡区间及宜宾	重庆	07-14T08(101 E, 28.5 N)~07-14T20(100.5 E, 28.5 N)~07-15T08(105.5 E, 30 N), 07-15T20(105.5 E, 29.5 N), 07-16T20(102 E, 28.5 N) 07-20T08(102 E, 28.5 N),	有
07-20—07-31	四川, 湖南, 湖北, 重庆及长江中下游	武汉, 永顺, 贵溪	07-21T08(105 E, 30 N)~07-21T20(106.5 E, 30.5 N)~07-22T08(107 E, 28 N)~07-22T20(107.5 E, 28 N)~07-23T08(108.5 E, 29 N)~07-23T20(110 E, 28 N), 07-27T20(102.5 E, 28.5 N)	有
08-01—08-07	四川西南, 云南北部, 贵州西部	西昌	08-01T20(102 E, 28.5 N)~08-02T08(104 E, 28.5 N)~08-02T20(107 E, 28 N)~08-03T08(107 E, 28 N), 08-05T08(106 E, 30.5 N), 08-08T08(105.5 E, 28.5 N)	无
08-08—08-12	川西南, 湘西, 鄂西北, 三峡区间	西昌	08-08T08(105.5 E, 28.5 N), 08-10T20(101.5 E, 28.5 N), 08-11T20(101.5 E, 28 N)~08-12T08(104 E, 27 N)	有
08-13—08-16	四川, 重庆, 云南, 湘西	宜宾, 西昌	无	有
08-17—08-25	鄂西南, 三峡区间, 四川, 湘西北	恩施, 西昌	08-17T08(101 E, 29 N)~08-19T08(101 E, 30 N), 08-19T20(101 E, 29 N), 08-20T20(105 E, 32 N), 08-21T08(100 E, 28 N), 08-25T08(101 E, 29.5 N)	有
08-26—08-31	长江全流域	鹤峰	08-26T20(105 E, 31 N)~08-27T08(107 E, 30.5 N)~08-27T20(100.6 E, 27.5 N)~08-28T08(106 E, 26 N), 08-28T08(106 E, 31 N)~08-28T20(106 E, 29.5 N)~08-29T08(109 E, 30 N)~08-30T08(111 E, 28.5 N)	有

2.2 江淮切变线

江淮切变线在梅雨锋上的降雨中起着重要作用, 大多数江淮切变线过程都带来持续性暴雨。一次切变过程有时会带来连续5~7 d 的暴雨日。1998 年 6 月 28 日至 8 月 31 日, 8 次洪峰降水过程有 7 次都有切变线活动(表 2)。特别是 7 月下旬长江中下游普降大到暴雨与江淮切变线密切相关, 雨区都分布在切变线周围并随切变线移动而移动。

2.3 西南风低空急流

把 700 hPa 图上风速 $\geq 12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的区域之中用一根平均轴线来表示西南风低空急流中心轴的位置。研究表明, 1998 年 6—8 月几乎每次暴雨都与西南风低空急流有联系。

西南风低空急流是夏季长江流域降水的重要系统, 它从孟加拉湾或南海带来大量的水汽, 并且沿西太平洋副高西北侧向东北方向输送, 形成一条宽广的水汽输送通道, 为暴雨降水提供丰富的水汽。由图 5 可见, 大雨大多位于低空急流左侧, 且暴雨中心位于急流中心附近。

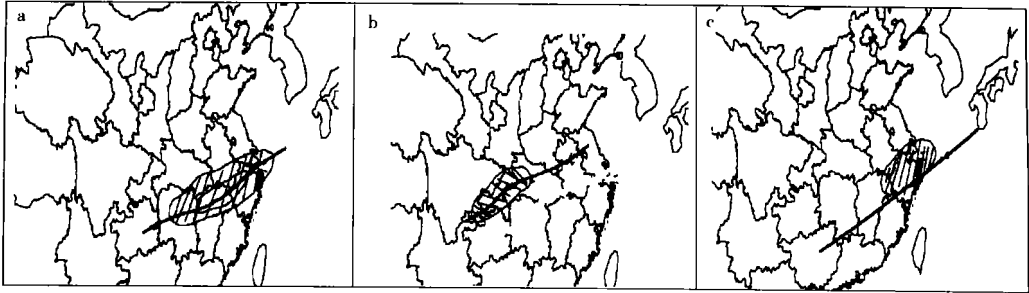


图 5 700 hPa 上的西南急流(阴影部分为雨区)
a. 中部型; b. 西部型; c. 东部型

Fig. 5 Southwest jet at 700 hPa(shaded areas denote rainfall region)
a. central pattern; b. western pattern; c. eastern pattern

把急流轴通过长沙—九江—南京—上海的西南急流称为中部型西南急流(图 5a); 而急流轴偏向长沙以西而位于川东、贵州西北部的称为西部型西南急流(图 5b); 急流轴位于华东且在大陆上的称为东部型西南急流(图 5c)。由图 5 可知, 西部型西南急流常常造成四川盆地大范围降水, 而中部型多致长江全流域多雨, 东部型常引起长江中下游地区降雨。结合前面的雨情介绍可知, 正是由于西南风低空急流的位置变化并与其他系统配合, 造成了长江流域‘跷跷板’型降水, 即长江流域降水有着东西振荡的现象。

3 1980, 1988, 1998 年夏季长江流域旱涝形势比较分析

3.1 1998 年与 1980 年两个偏涝年的对比分析

3.1.1 雨情比较

1980 年也是长江流域重涝年, 该年 6 月至 8 月我国主要雨带长期徘徊于江淮流域, 致使雨季特长, 降雨集中, 暴雨频繁, 造成了这一带地区的严重雨涝。6—8 月, 一共出现了 14 次暴雨过程, 暴雨多数集中于长江中下游, 特别是干流附近。降雨量和降雨强度从 6 月到 8 月逐月增长, 尤其是在 8 月发生了持续性全流域性降水, 雨量之大历史罕见。8 月, 长江干流由于上下游连续性暴雨, 致使雨洪相遇, 洪峰叠加而使长江中游出现少有的高水位。

1980 与 1998 年相比, 8 月份降水略有差异, 1998 年 8 月由于副高北移, 雨带也移到华北、

东北地区, 长江流域只有上游的四川、重庆又发生了 5 次大范围降水而长江中下游地区降水较少。

3. 1. 2 西风带环流的主要特征对比

1980 年汛期西风环流的重要特征是东西伯利亚地区维持强大而稳定的阻塞形势, 亚欧地区夏季中高纬表现为双阻型(两槽两脊), 使得东亚地区西风带锋区产生分支, 北支锋区绕过高压脊在亚洲极区附近, 南面一支则从乌拉尔山槽底经青藏高原北侧到达江淮流域一带, 引导冷空气源源不断侵入江淮地区。另外, 副高南侧东亚沿岸出现明显的切断低压或冷槽, 涡后有冷空气从东部南下。这两支冷空气侵入江淮流域一带与南来的暖湿气流交汇, 产生了连续的暴雨。它同时阻碍了南方暖湿气流的北上, 造成北方广大地区缺少降水条件, 少雨干旱。1998 年与 1980 年不同的是, 1998 年 8 月份亚洲中高纬地区表现为中阻型(两槽一脊), 这样副高北跃, 雨带也随之东北移动。

3. 1. 3 西太平洋副高主要特征对比

1980 年 6—8 月副高脊线异常偏南, 尤其是 8 月份, 副高一直维持在 25°N 以南而没有北跃, 到 9 月份副高逐渐减弱南退。表 4 是 1980、1998 和 1988 年副高的主要特征量。从表中可以看出, 正是由于 1980 年 8 月份副高更偏南, 才引起了我国北方干旱。而 1980 和 1998 年副高强度都较大, 有利于其西侧的西南暖湿气流的加强并向江淮流域一带输送。

表 4 1980、1998、1988 年副高的主要特征量

Table 4 Characteristic values of subtropical high in 1980, 1998 and 1988

年份	月份	面积指数	强度指数	西伸脊点/°E	平均脊线/°N	北界位置/°N	南北跨度/纬距
1980	6	33	88	104	23	29	12
	7	26	60	115	24	31	12
	8	26	42	110	21	28	10
1998	6	35	96	100	20	28	20
	7	41	70	100	22	29	19
	8	44	94	95	27	32	22
1988	6	29	57	110	20	25	15
	7	30	70	110	24	29	14
	8	26	43	120	21	25	13

注: 资料来自《气象》1980, 1988, 1998 年第 8, 9, 10 期 64 页附表

3. 1. 4 主要影响系统比较分析

表 5 是 1980、1998、1988 年夏季主要影响降水的天气系统。从表中可以看出, 西南涡以及西南急流对夏季江淮降水起重要作用。1980 年与 1998 年主要不同点是 1980 年出现的热带气旋较多, 登陆台风对江淮流域降水有较大影响, 而 1998 年登陆台风少, 强度弱, 对江淮降水无影响。

表 5 1980、1998、1988 年夏季中尺度系统比较

Table 5 Mesoscale systems in summer of 1980, 1998 and 1988

中尺度系统	1980 年	1998 年	1988 年
西南低涡	活动频繁, 影响较大	活动频繁, 直接引起大到暴雨	活动少, 强度弱
西南急流	多为东部型, 降水在长江中下游地区	左右摆动, 影响长江全流域降水	位于海上, 对长江流域江水无影响
江淮切变线	持续时间长, 位置稳定	出现时间不长, 且容易移动	很少出现
台 风	至少有两个台风 直接影响江淮降水	仅两个登陆台风且强度弱, 不影响江淮降水	台风出现少

3. 2 1988 年偏旱与 1998 年偏涝的对比分析

3. 2. 1 1988 年旱情

1988 年, 我国降水量时空分布不均。干旱范围广, 发展速度快, 黄淮、长江中下游地区旱情严重。6 月开始夏旱急剧发展, 长江以南广大地区持续连晴少雨天气, 7 月上旬北方进入雨季而江淮地区降雨少, 旱情发展、持续。而且受持续高温、强日照天气影响, 旱区又向南迅速发展, 波及长江中下游地区。到 7 月下旬淮河及其以南部分地区普降大到暴雨, 大范围旱情才基本解除^[4]。

3. 2. 2 西风带环流主要特征

1988 年, 东亚槽偏东, 亚洲地区经向环流略占优势。据统计, 除 4、9、10 月纬向环流发展外, 其余大多数月份经向环流占优势, 其中 2、3 月份经向环流发展显著。经向环流占优势的有 39 候, 占 54 %。

3. 2. 3 西太平洋副高偏西、偏南

1988 年副高偏西; 副高脊线偏南, 特别是 8 月份, 副高异常偏南(21 N)。6 月第 1 候, 副高开始北跃跳过 20 N, 到达 24 N, 比常年偏早半个月左右。此后又南退, 维持在 20 N 左右。由于逐日脊线摆动较大, 梅雨锋区不稳定, 长江中下游地区仅在 6 月中旬中期至下旬初出现短暂的弱梅雨。7 月第 1 候副高第二次北跃(越过 25 N), 比常年提早 1 周左右, 4—5 候副高出现短暂的南退过程。7 月第 6 候副高北跃过 30 N, 一直稳定至 8 月上旬。7 月至 8 月上旬我国黄河以南大部分地区一直处于副高控制下, 出现了建国以来少有的伏旱天气。

3. 2. 4 1988 年中低空系统不活跃

造成 1988 年干旱的主要原因是西南急流位于海上, 西南涡出现较少, 少有江淮切变线活动, 中低空中尺度系统不活跃, 缺少降水条件, 缺少暖湿空气输送到江淮流域(表 5)。

4 结 论

(1) 1998 年 6—8 月长江流域普降暴雨, 造成长江八次洪峰, 我国出现了自 1959 年以来的最大洪涝灾害。8 次洪峰降水的特点是: 全流域降水量偏多而非局部或部分地区偏多; 降水时段集中, 强度大; 暴雨, 特大暴雨落区于洪涝敏感区, 前期落区在长江中下游沿江及两湖水系区域, 后期在长江上游; 洪峰频繁, 间隔时期短, 峰叠峰, 上下洪水易遭遇。

(2) 1998 年夏季经向环流异常发展, 结合中低空系统得出: 两种暴雨环流型(即西太平洋副高西进、低槽东移和副高稳定且切变线上有西南涡活动型) 出现越频繁, 越容易降大到暴雨,

引起长江流域发生洪涝;反之则长江流域易旱。亚洲经向环流越发展,长江流域越容易出现洪涝。

(3)对比分析 1980, 1988 及 1998 年旱涝形势,得出以下结论:夏季西太平洋副高的强弱及其位置演变与长江流域旱涝有直接关系。西太平洋副高越强,长江流域降水越多,易发生洪涝;反之,长江流域易旱。副高脊线位置偏南(20~25 N),则长江流域易涝;副高脊线位置偏北(27~30 N),则长江流域易旱。副高西伸脊点偏西(110 E 以西),长江流域易涝;副高西伸脊点偏东(120 E 以东),长江流域易旱。

参考文献:

[1] 杨义文,魏则安,艾 秀. 1998 年与 1954 年洪水的对比与思考[J]. 气象科技, 1999(2): 18-22.
 [2] 李维京. 1998 年天气气候特点、成因及预报服务简况[A]. 中国气象学会第二十四届全国会员代表大会学术报告汇编 [C]. 北京: 气象出版社, 1998: 15-18.
 [3] 卢敬华. 西南低涡概况 [M]. 北京: 气象出版社, 1994: 25-26.
 [4] 马巧英,赵振国. 1988 年我国天气气候特点和北半球主要环流特征[J]. 气象, 1989(4): 36-38.

Analysis of Rainstorm-Triggering Circulation Patterns in the Yangtze River Valley in Summer 1998

CHENG Xiao-kang

(Air Traffic Control Department, China Civil Aviation Flying College, Guanghan 618307, China)

Abstract: A rainstorm that caused a severe flood along the Yangtze River Valley in summer 1998 is investigated on the basis of weather maps and other data. The result shows that the occurrence and development of the flood-causing rainstorm is triggered by frequent activities of mesoscale systems in the middle- and low-atmosphere under certain circulation pattern. Two circulation patterns which cause the rainstorm and lead to the flood peak in the valley are put forward, namely: pattern of strengthening subtropical high and eastward-moving trough; pattern of stable subtropical high and frequent southwest eddy activities on shear line. It is concluded that the more(less) frequent of the appearance of the two patterns and rainstorm, the more likely the formation of flood(draught) in the valley.

Key words: the Yangtze River Valley; flood-causing rainstorm; rainstorm-triggering circulation pattern; comparative analysis