

1998 年长江流域特大洪水的降水分析*

周自江 宋连春 李小泉

(国家气象中心, 北京 100081)

提 要

利用长江流域(102°E 以东)125 个站的实测降水资料, 分析了 1998 年夏季长江流域降水的时空分布和气候统计特征, 并与历史同期进行了比较, 特别是和 1931、1954 年等特大洪水年份进行了较全面的对比. 结果表明, 1998 年夏季长江流域的强降水主要分为 4 个时段; 总降水量的分布成不对称的鞍型场; 上、中、下游地区异常频繁的、特别集中的强降水是造成长江持续高水位和特大洪涝灾害的最主要原因.

关键词: 1998 年夏季 长江流域特大洪涝灾害 流域平均降水量

引 言

由于独特的地理位置和受大气环流异常变化的影响, 长江自古便是一条雨洪河流. 据历史记载, 自汉朝(公元前 185 年)至清末(1911 年)的 2096 年中, 长江曾发生较大水灾 214 次, 平均 10 年一次^[1]. 20 世纪以来, 1931 年、1954 年长江发生了全流域特大洪水, 洪灾造成的损失非常严重. 1998 年夏季, 长江发生的又一次全流域性的特大洪水已成为全球瞩目的重大事件^[2], 连续五十多天居高不下的水位, 一次又一次冲击大江堤坝的洪峰, 给沿江各省市的工农业生产及人民群众生命、财产带来巨大威胁和损失.

洪水的发生往往与众多因素有关, 其中异常降水是最直接的因子^[3]. 那么, 1998 年夏季长江流域的降水情况究竟怎样? 降水的时空分布特征、降水强度与大洪水的关系如何? 为什么 1998 年夏季长江干流的洪峰不断, 水位比 1954 年更高、高水位持续的时间更长? 这些问题都是人们极为关心的, 本文旨在利用国家气象中心归档并经过严格质量检查的详细资料对此作一些分析和讨论.

1 研究区域及资料

鉴于长江流域幅员辽阔以及 1998 年特大洪水的实际情况, 本文将讨论的地理范围集中在 102°~ 122°E, 27°~ 33°N 之间, 主要包括四川中东部、重庆、贵州北部、湖北大部、湖南大部、江西大部、安徽和江苏的淮河以南地区、浙江西部、以及陕西、河南、福建等相邻的部分地区. 文中所提及的长江流域, 如果未另作说明均特指这一区域范围.

本文使用的资料为国家气象中心整理存档的长江流域 125 个站的 12 h 和 24 h(北京

* 1999-03-31 收到, 1999-06-31 收到修改稿.

时间 20:00~20:00) 实测降水资料. 全部资料通过了严格的质量检查, 准确可靠.

2 降水的时空分布特征

1998 年 6~8 月, 副热带高压(简称副高)西北侧的暖湿气流与南下的冷空气频繁在我国长江流域交汇, 长江流域大部频降大雨、暴雨和大暴雨, 局部降特大暴雨. 3 个月内, 长江上游、中游和下游大部分地区的总降水量一般有 600~900 mm, 沿江及江南部分地区超过 1000 mm, 降水量较常年同期偏多 6 成以上(图 1). 从整个区域来看, 江南的降水明显多于江北, 降水量的分布成不对称的鞍型场. 在 113°E 经线的东西两侧分别存在一明显的高值中心. 其一位于湖北西南部与湖南西北部的交界处, 并向南延伸至湖南沅江、资水一带, 向西延伸至重庆东部地区; 其二位于江西北部、湖南东北部、湖北东南部、安徽南部、浙江西部及福建西北部地区. 两个中心的降水量均高达 1000~1400 mm 以上, 比这些地区的常年降水量偏多 1~1.5 倍.

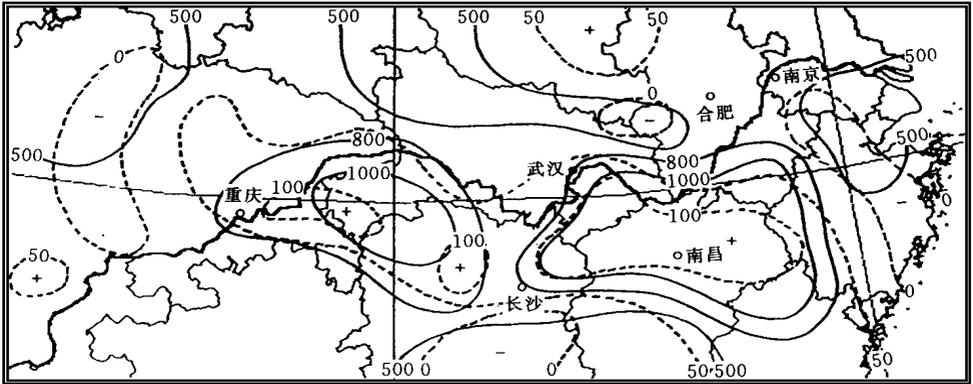


图 1 1998 年 6~8 月长江流域降水量(实线, 单位: mm)和降水距平百分率(虚线, 单位: %)分布图

分析表明, 1998 年夏季, 长江流域强降水大致可分为 4 个时段:

(1) 6 月 12~27 日, 强降水主要集中在江南. 在此期间, 湖南、江西、安徽、浙江、福建等地出现连续性暴雨或大暴雨天气过程, 特别是江西北部地区暴雨日数多、雨量大、持续时间长, 降水总量一般都有 250~600 mm, 其中江西东北部、浙江西南部、福建西北部以及湖南局部的降水量在 600 mm 以上, 部分地区达 800~1000 mm(图 2a), 较常年同期偏多 1~3 倍. 在此时段中, 江西省的降水大而集中最为突出, 雨量中心主要位于临川—鹰潭—上饶一带, 3 地(市)的平均降水量分别为 735 mm、923 mm 和 743 mm. 和历史同期相比, 不仅上述雨量中心地区的总降水量超过了历史最高纪录, 而且自湖南吉首、芷江至浙江温州和福建福鼎的大部地区的实测雨量均为建国以来的最高值. 异常的强降水使沿江江南的主要江河湖库的水位急剧上升并超警戒水位, 甚至超历史最高水位. 长江干流武汉站出现超警戒水位, 九江站出现超过 1954 年的最高水位. 湘、赣、闽、浙等地洪涝灾害严重.

(2) 6 月 27 日~7 月 21 日, 强降水北抬到淮河流域、汉水及长江上游. 6 月 27 日起,

由于副高加强西伸、北抬, 前期位于江南北部的强降雨带也随之向西和向北移动. 这期间, 汉水中上游、重庆、四川盆地以及川江的沿江地区相继出现大到暴雨, 部分地区大暴雨, 总降水量普遍有 150~ 300 mm, 四川盆地、川东、重庆和湖北部分地区的雨量超过 300 mm, 局部地区达 500 mm 以上(图 2b), 较常年同期偏多 5 成至 1 倍半. 其中 7 月 4~ 7 日, 四川盆

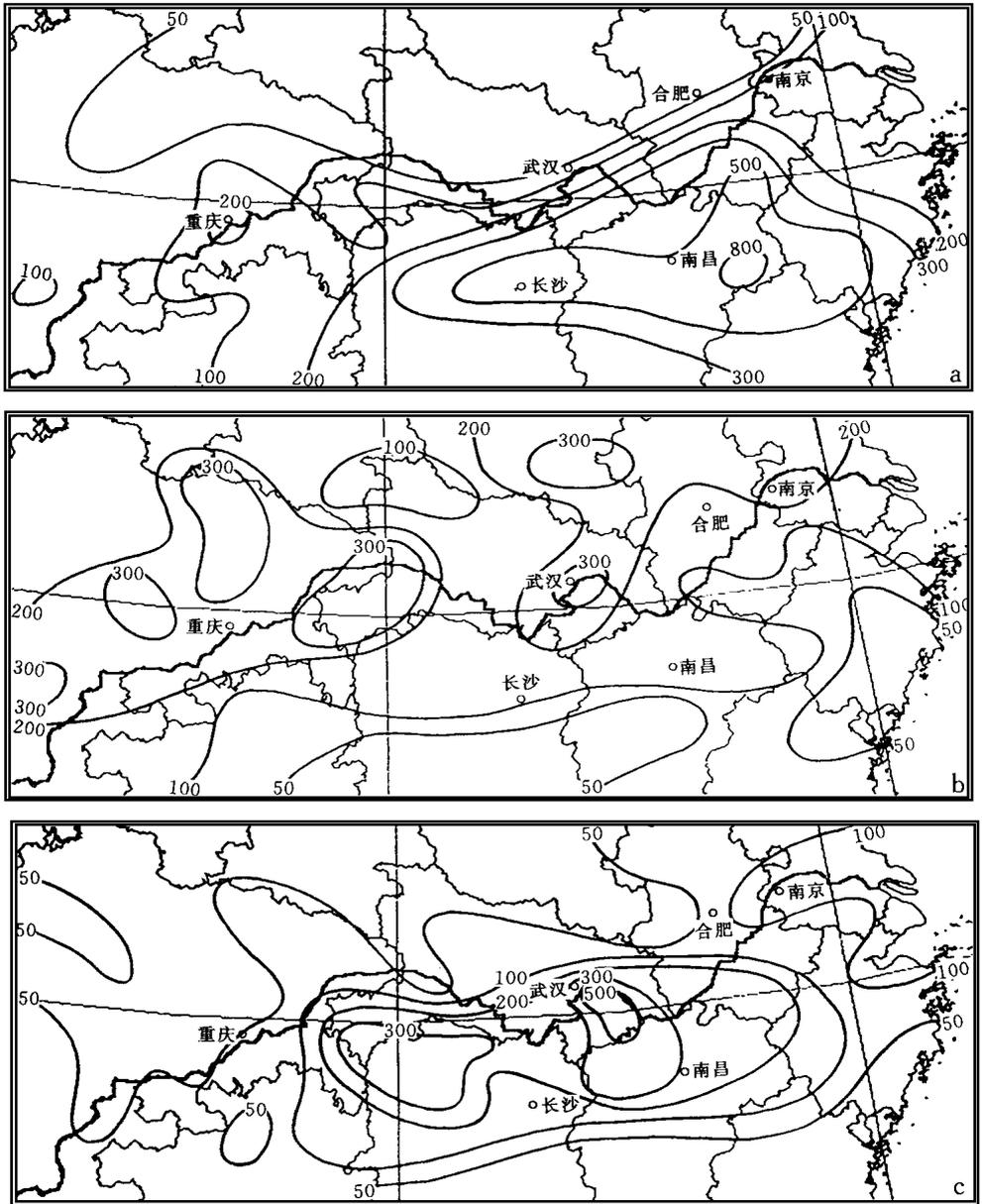
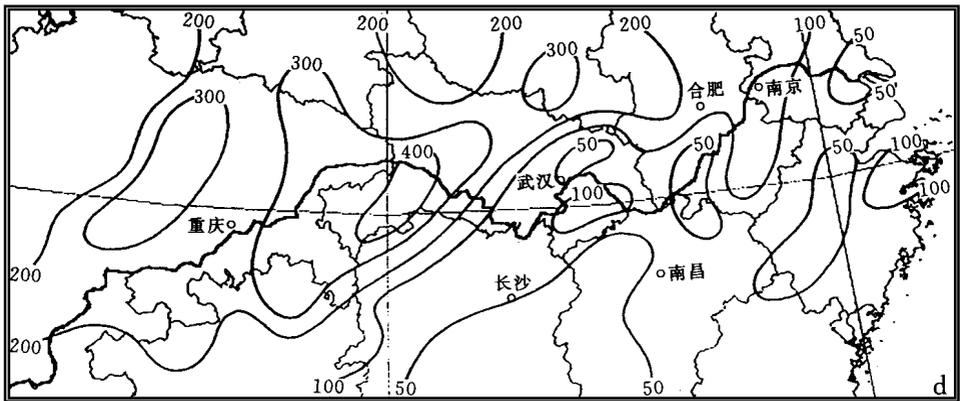


图 2 1998 年 6~ 8 月长江流域 4 个主要时段的降水量分布图(单位: mm)
 (a) 第一时段(6 月 12~ 27 日) (b) 第二时段(6 月 27~ 7 月 21 日)
 (c) 第三时段(7 月 21~ 31 日) (d) 第四时段(8 月 1~ 27 日)



续图 2

地出现区域性暴雨天气过程,内涝成灾。这时段内,长江干流接连出现了 3 次洪峰,上游的洪水下泄,使长江中下游持续保持高水位。

(3) 7 月 21~31 日,长江中下游再次出现持续性强降水。由于副高突然减弱南退,7 月 21 日开始,长江中下游地区再度出现大范围的暴雨到大暴雨天气过程。这次过程不仅降水强度大,而且更具突发性,例如湖北武汉 7 月 21 日 06:00~07:00 的一小时雨量达 88.4 mm、21 日的 24 h 降水量 285.7 mm、21~22 日的 48 h 降水量 457.4 mm,黄石 7 月 22 日的 24 h 降水量 360.4 mm、21~22 日的 48 h 降水量 499.6 mm,接近或超过历史最高记录,实属罕见。从整个流域来看,强降雨带的位置与 6 月份江南北部的暴雨带位置基本一致,但降水中心主要在长江中游地区。鄂南、湘北、赣北、皖南等地的过程降水量普遍有 200~300 mm (图 2c),较常年同期偏多 2~5 倍,其中鄂西南、鄂东南、湘北、赣北的部分地区的雨量有 300~450 mm,局部地区 700 mm 以上,较常年同期偏多 5~10 倍。这次强降水过程致使长江中下游干流水位暴涨,宜昌以下全线超警戒水位或超历史最高水位。

(4) 8 月 1~27 日,降水带主要位于长江上游及其支流和汉水上游。8 月 1 日起,副高又增强北抬,长江中下游地区再次受副高控制,降水明显减弱,但四川、重庆、湖北西南部、湖南西北部则多次出现大范围的大到暴雨或大暴雨。降水主要在长江上游干流、岷江、沱江、嘉陵江、汉水中上游等地。8 月 1~27 日,四川盆地东部、陕南、鄂西和鄂北降水量有 200~300 mm,局地达 400 mm 以上(图 2d),较常年同期偏多 1~2 倍。频繁的强降水使长江上游接连出现了 5 次洪峰,洪水下泄,致使长江中下游干流水位持续居高不下,造成中游大部分江段超警戒水位近 2 个月,超历史最高水位长达 1 个多月之久。

3 降水的气候统计特征

3.1 流域平均降水量

长江的洪水主要是由流域内广大地区的降水汇集而成的,因此,从某种意义上讲,流域内每一单元区域的降水对长江来说都有一个潜在的致洪效应。本文暂且用单元区域降

水量的常年值(即 1961~1990 年的平均值)与整个流域的平均常年值的比率来反映这一效应。同时,鉴于长江流域的地形特点,我们以 $2.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ 的经纬度为单元网格,将整个流域网格化,用每个单元网格内所有站点降水量的平均常年值与整个流域平均常年值的比率作为权重系数,将全部有效单元网格的降水量加权平均获得流域平均降水量。图 3 显示了 1951~1998 年及 1931 年 6~8 月的长江流域平均降水量,可见 1998 年夏季长江流域的降水比常年明显偏多(偏多 220 mm),是仅次于 1954 年的第二个多雨年份。但是长江流域的各区域情况并不完全一致(表略),上游的降水量是建国以来最大的,中游的湖北、湖南和江西比常年分别偏多 45%、54% 和 83%。下游的安徽和江苏比常年偏多 21%。

异常偏多的降水是引起 1998 年长江大洪水的最根本原因,特别是上游超历史记录而降水导致数次洪峰下泄,并和中下游的降水层层相叠,致使长江干流长时间保持异常高水位。

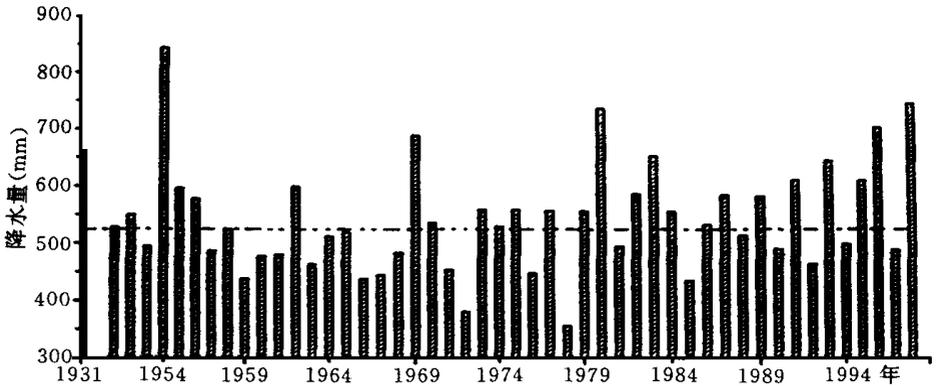


图 3 长江流域 1931 及 1951~1998 年 6~8 月降水量(单位: mm)(虚线为常年值)

3.2 降水日数及暴雨日数

对某一地区而言,雨涝灾害的轻重程度不仅取决于降水量,而且还要看降水持续时间的长短^[3,4]。1998 年夏季,由于雨带的长期徘徊,长江两岸降水不断,除下游的江淮地区外,流域内的总降水日数普遍大于 40 天,上游大部分地区超过 50 天,局部多达 60 天以上,中上游大部以及江西东部地区普遍比常年偏多 1~2 周(表略),其中重庆偏多 19 天,桑植和恩施偏多 16 天,都是历史上较为少见的。此外,川江一带很多地区的降水日数是建国以来最多的。

1998 年夏季,长江流域的暴雨日数(含大暴雨)一般 3~8 天,局部地区超过 10 天(表略),流域内几乎所有站点的暴雨日数多于常年值,一般是常年的 2~4 倍,中上游及江西部分地区的暴雨日数超历史极值。再者,流域内大部分地区下了大暴雨,其中部分地区下了两次以上,例如湖北武汉、黄石和来凤 7 月 21~22 日,江西九江和修水 6 月 25~26 日,湖南安化 6 月 12~13 日、常德 6 月 23~24 日,江西贵溪 6 月 13~15 日降了连续大暴雨。此外部分地区还下了特大暴雨。从累计的大暴雨雨量来看,湖北武汉(457 mm)、黄石(659 mm),湖南沅陵(446 mm)、安化(621 mm),江西修水(400 mm)、景德镇(409 mm)、贵溪(614 mm),几乎是这些地区汛期总雨量的 $1/3 \sim 1/2$,降水强度之高可想而知。

3.3 最大日降水量

最大日降水量是某一段时期的降水峰值,是降水强度和暴雨灾害的一项重要指标.图4显示了1998年6~8月长江流域各地区的最大日降水量,可见,长江流域1998年夏季的最大日降水普遍在暴雨等级值以上,沿江及江南大部、重庆及四川盆地的部分地区均超过100 mm,为大暴雨水平,其中湖北黄石7月22日360.4 mm、武汉7月21日285.7 mm,湖南桑植7月22日291.7 mm的特大暴雨量,以及湖北来凤7月21日218 mm,湖南沅陵7月23日238.8 mm、平江6月16日223.9 mm,四川遂宁8月14日181.9 mm,安徽滁县7月29日172.4 mm的大暴雨超过或接近历史最高纪录.此外,还有奉节、巴东等数十个站点的最大日降水量为有记录以来的次高值.

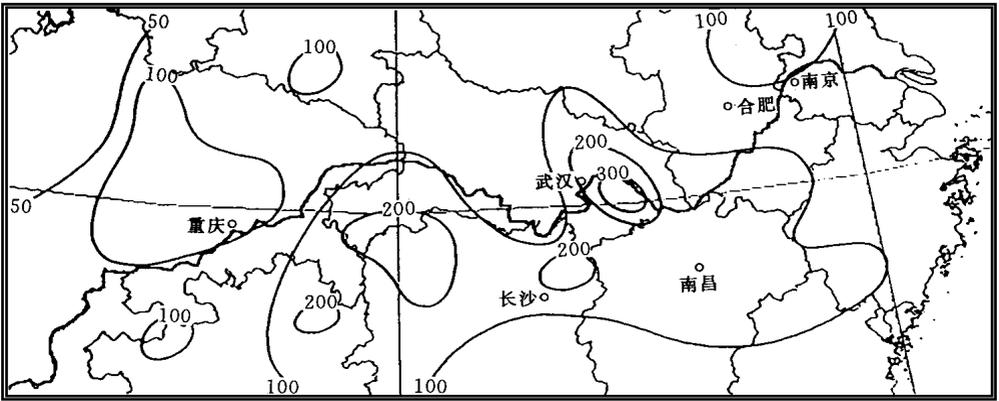


图4 长江流域1998年6~8月的最大日降水量(单位: mm)

4 1998和1931、1954年长江特大洪水的降水比较

4.1 1931年特大洪水

1931年6~8月,长江流域的降水日数有35~50天,其中暴雨日数有3~5天.总降水量大多在500~700 mm,局部达900 mm以上(表1).3个月中,7月份降水较为突出,大部分地区的月降水日数在20天以上.整个汛期的降水分为3个阶段^[1]:其一为6月28日~7月12日,雨区位于中下游,沅江、澧水及江淮地区的雨量超过400 mm,此期间出现大暴雨,如7月3日江苏泰县雨量205.4 mm.其二为7月18~28日,降水仍然在中下游地区,位置略比第一阶段偏南,200 mm以上雨区在洞庭湖及长江干流两侧呈东西向带状分布,这一阶段也出现了大暴雨,例如安徽六安24日雨量240 mm,江苏泰县23日雨量207.5 mm,南京24日雨量198.5 mm.其三为7月31日~8月15日,雨区移至四川盆地和汉水流域,雨量一般为100~200 mm.

总的来说,1931年汛期长江流域的降水量、持续时间和强度都不及1998年,但根据史料的记载及有关文献的描述,1931年长江流域汛期降水的时空分布特征与1998年比较相似.

表 1 长江流域部分站点 1931、1954、1998 年 6~8 月降水量对比(单位: mm)

站 点	1931 年	1954 年	1998 年	站 点	1931 年	1954 年	1998 年
成 都	615	598	610	安 化	—	1181	1236
乐 山	—	840	762	常 德	—	1058	924
宜 宾	682	1053	606	岳 阳	554	1277	766
南 充	—	388	790	长 沙	721	738	786
重 庆	293	515	819	修 水	—	1299	1139
奉 节	—	540	874	吉 安	333	593	473
来 凤	935	863	1267	南 昌	395	1030	1037
巴 东	486	853	945	九 江	532	1007	837
宜 昌	921	904	726	宜 春	430	927	619
荆 州	631	999	582	贵 溪	—	1367	1459
钟 祥	737	901	606	景 德 镇	—	1213	1262
枣 阳	471	707	490	安 庆	—	1190	683
天 门	562	908	611	芜 湖	550	1028	523
武 汉	697	1086	868	南 京	764	844	617
黄 石	626	878	1410	漂 阳	690	769	378
沅 陵	—	1127	911	常 州	686	694	505

4.2 1954 年特大洪水

1954 年,是本世纪长江流域的最大洪水年^[1,5]。该年长江流域的梅雨期比常年延长了 1 个多月,流域内降水时间持续很长,但各月的降水量比较均匀(7 月份略多)。整个汛期,大面积暴雨一次紧接一次,共达 12 次,其中 6、7 月大范围暴雨有 9 次。1954 年夏季降水也可分为 3 个阶段^[1]:其一为 5 月份,主要含 3 次暴雨过程,每次持续 3~4 天,为了便于和 1998 年相比较,这一阶段作为汛前降水;其二为 6 月 1 日~7 月 13 日,共有 9 次暴雨过程,每次暴雨过程的强度都很大,因此降水总量也很大,是汛期降水鼎盛时期;其三为 7 月 14 日以后,暴雨强度和笼罩面有所减小,降水更多集中于中上游。图 5 给出了 1954 年 6~8 月长江流域的降水量分布,可见,800 mm 雨区覆盖了长江中下游的大部及四川、重庆部分地区,1000 mm 以上的雨区覆盖了沿江及江南北部。

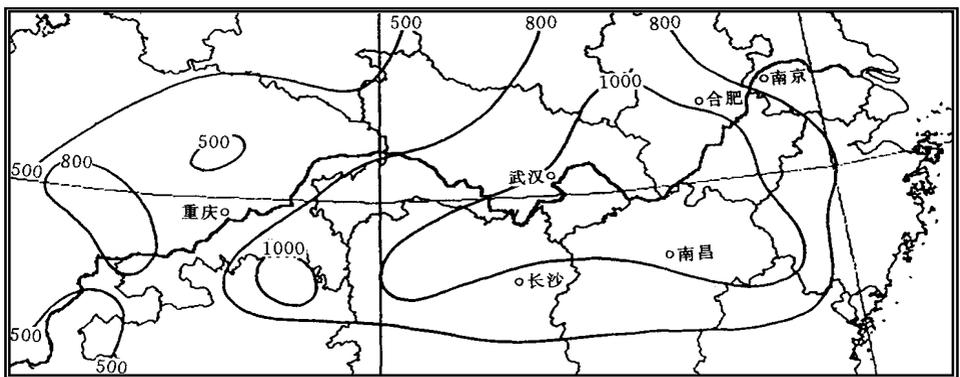


图 5 长江流域 1954 年 6~8 月总降水量分布图(单位: mm)

如果将 1998 年 6~8 月长江流域的降水量和 1954 年同期作差值比较,发现 1998 年除四川东部、重庆大部和湖北西部山区明显多于 1954 年,以及江西东部、湖南中部、湖北东部的局部略多于 1954 年外,长江流域大部分地区的降水量 1954 年较 1998 年多 100~300 mm,部分地区多 500 mm 以上(表 1,图 6).如果不考虑汛前(6 月份以前)降水,两个大水年份长江流域汛期的降水日数基本持平.

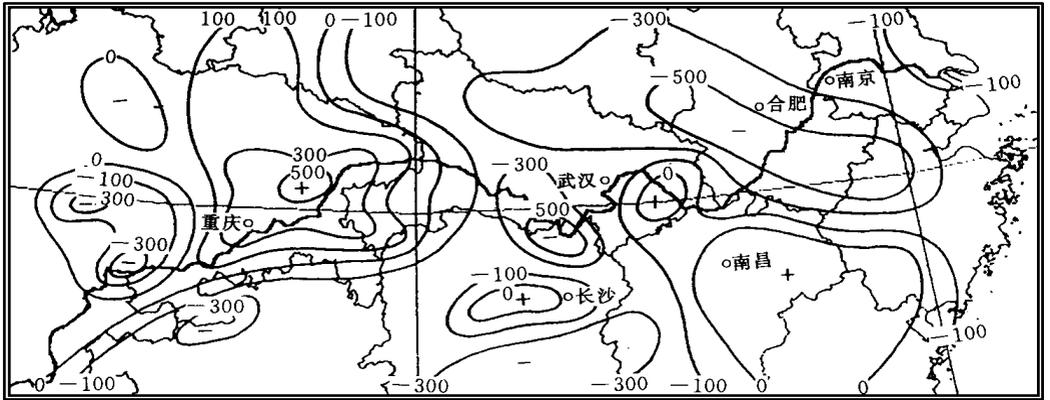


图 6 长江流域 1998 年和 1954 年 6~8 月总降水量的差值分布图(单位: mm)

总之,3 次特大洪水长江流域的降水都异常偏多,降水持续时间长,暴雨、大暴雨频繁,降水强度高,累积降水量大,其中 1954 年降水最多,1998 年次之;3 次特大洪水长江流域的降水时空分布特征都很鲜明,都有明显的阶段性,其中 1998 年和 1931 年更为相似.

5 1998 年长江水位比 1954 年更高、高水位持续时间更长的降水因素

尽管 1998 年夏季长江流域的总降水量不及 1954 年,但不少地段长江干流的最高水位超过了 1954 年,而且高水位持续时间更长,危害更大.除了人为分洪等非气象因素外,1998 年长江流域降水的下述特点是导致长江异常高水位的因素.

(1)1997 年冬至 1998 年春长江中下游地区降水异常偏多,导致江河湖库普遍高水位,给主汛期留下了很高底水,这一点较 1954 年更为突出.1997 年 11 月~1998 年 3 月,长江中下游地区持续出现阴雨(雪)天气,部分地区降了大到暴雨(雪),湖南中北部、江西中北部、安徽西南部地区降水异常偏多,连续 5 个月出现降水正距平,部分地区的降水距平百分率大于 100%,局部高达 400% 以上(表略).冬春两季的累积降水普遍有 700 mm,部分地区超过 1000 mm.罕见的冬春降水导致这些地区的江河湖库水位高涨,甚至超警戒水位,形成冬汛和春汛,这不仅给 1998 年主汛期留下了很高底水,大大降低了江河湖库的再蓄水能力,而且还影响了冬春水利建设,对主汛期的防洪抗汛极其不利.1998 年 4~5 月,尽管江南大部分地区的降水只是接近常年,但江淮地区的降水却偏多.1954 年 4~5 月江南的降水也比较多,但较为异常的降水主要集中在鄱阳湖水系,其整体影响不及 1998 年.

(2)1998 年夏季长江中下游地区的暴雨和大暴雨较 1954 年更为集中,降水强度更

大。1954 年虽然长江流域的降水总量大, 但雨势分布相对比较均衡, 长江中下游的梅雨期从 6 月 12 日一直延续到 7 月 31 日。而 1998 年长江流域多突发性暴雨, 降水主要集中于 6 月 12~27 日、7 月 21~31 日和 8 月份 3 个时段。1998 年夏季在长江中游, 包括洞庭湖和鄱阳湖地区, 暴雨、大暴雨十分频繁, 一般都有 5~6 次, 局部地区 10 天以上(表 2)。集中的突发性强降水极易造成大的径流, 导致长江干流水位迅速抬升和形成洪峰。

(3) 1998 年夏季强降水带长期基本维持在长江一线, 长江上、中、下游轮流反复降水, 上游或支流来的洪水受到中下游干流高水位的顶托或又与强降水遭遇, 导致水位一再升高, 出现特大洪水, 这种情况也比 1954 年更突出。1998 年 6 月中、下旬长江中下游普降暴雨到特大暴雨, 降水强度明显偏强, 长江中下游干流已处于较高水位的状态。6 月 27 日以后, 雨带西移、北抬, 长江上游出现强降水, 由此形成的洪水遭遇中下游高水位的顶托而进一步抬升。7 月下旬, 强降水雨带的轴线几乎与长江干流重合(图 2c), 各条支流和上游来的洪水汇集在一起, 加上本地区强降水的径流作用, 使长江中下游的水位全面猛涨。在此期间, 长江干流第三次洪峰与洞庭湖、鄱阳湖区强降水形成的洪水相遇, 使之难以下泄, 水位进一步抬升。

(4) 1998 年 8 月份长江上游地区暴雨频繁, 是造成长江干流洪峰不断, 高危水位期持续的重要原因。1998 年进入 8 月份以后, 虽然长江下游的降水强度有所减弱, 但长江上游, 汉水、清江等支流以及洞庭湖的沅水、澧水流域又多次轮番再降大雨、暴雨甚至大暴雨, 这些地区 8 月份的降水量达 250~400 mm, 较 1954 年同期多 50~100 mm, 部分地区多 150 mm 以上, 从而导致 8 月上旬中、中旬初、中旬末、下旬中和下旬末接连出现第四、五、六、七、八次洪峰。由于强降水过程间隔时间短, 又多集中在上游干流和支流附近, 从而使得各次洪峰接连出现, 水位长时间居高不下, 甚至一次比一次更高。

6 小 结

(1) 1998 年夏季强降雨带在长江流域的活动大致分为 4 个时段: 6 月 12~27 日、6 月 27 日~7 月 21 日、7 月 21 日~31 日和 8 月 1~27 日。其中, 第一、第三和第四时段的降水更为集中。

(2) 1998 年夏季长江流域总降水量的分布成不对称的鞍型场, 两个高值中心非常明显, 其一位于湖北西南部与湖南西北部的交界处, 其二位于江西北部、湖南东北部、湖北东南部及安徽南部地区。两个中心的降水量均高达 1000~1400 mm 以上。

(3) 1998 年夏季长江流域的降水强度特别强, 尤其是突发性暴雨的强度大而少见。整个流域平均降水量仅次于 1954 年, 列第二位, 比常年偏多 220 mm。很多地区, 特别是长江中上游的降水日数、暴雨日数都是建国以来最多的。

(4) 1998 年和 1931 年两次大洪水的降水时空分布特征比较相似, 但 1998 年长江流域的降水量、持续时间和强度都较 1931 年强。

(5) 1998 年夏季的总降水量不及 1954 年, 但不少地段长江干流的最高水位超过了 1954 年, 而且高水位持续时间更长, 危害更大。除了人为分洪等非气象因素外, 1998 年汛前和汛期的降水是重要因素。

参考文献

- 1 胡名思, 骆承政, 马游, 等. 中国历史大洪水(下卷). 北京: 中国书店, 1989. 147~ 347.
- 2 国家气候中心. 1998 中国大洪水与气候异常. 北京: 气象出版社, 1998. 1~ 44.
- 3 冯佩芝, 李翠金, 李小泉, 等. 中国主要气象灾害分析 1951~ 1980. 北京: 气象出版社, 1985. 29~ 42.
- 4 陶诗言, 等. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980.
- 5 马宗晋, 方蔚青, 高庆华, 等. 中国重大自然灾害及减灾对策(分论). 北京: 科学出版社, 1993. 120~ 134.

ANALYSIS OF PRECIPITATION DURING THE 1998 CATASTROPHIC DELUGE IN THE CHANGJIANG RIVER BASIN

Zhou Zijiang Song Lianchun Li Xiaoquan

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

By using the precipitation data of 125 stations in the Changjiang River basin, the temporal and spatial distribution characteristics and climatological statistic characteristics of precipitation in the summer of 1998 are analyzed. Comparison is conducted with the previous data for the same period, especially with the data of deluge years such as 1931 and 1954. The results show that the precipitation process in the summer of 1998 includes four stages. The distribution pattern of total precipitation appeared to be an asymmetry saddle. The abnormally frequent and concentrated severe precipitation in the upper, middle and lower reaches is the most important cause of the continued high water level and catastrophic deluge of the Changjiang River.

Key words: The summer of 1998 Catastrophic deluge in the Changjiang River basin
Mean basin precipitation