

“98.8”清江典型致洪暴雨分析^①

熊传辉 关世雄 罗剑琴 饶传新

(湖北省宜昌市气象局, 443000)

提 要

针对1998年8月上、中旬清江流域的典型致洪暴雨过程,就雨洪关系、环流形势、中尺度系统等方面进行了剖析。结果表明,清江流域洪峰直接由致洪暴雨形成,而雨团总时次与暴雨过程累积面雨量紧密相关。致洪暴雨的产生与500hPa副热带高压位置,高、中、低各层中尺度环流系统及其配置和演变密切相关。

关键词: 致洪暴雨 面雨量 中尺度系统

引 言

1998年长江流域发生了继1954年之后的又一次全流域性特大洪水,长江干流先后发生8次大的洪峰。清江作为长江的重要支流,在1998年8月上、中旬也相继发生致洪暴雨,先后形成了 $9200\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $8200\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 的洪峰,前后遭遇了长江第四次和第六次洪峰,从而加重了长江荆江段抗洪的严峻形势。

清江位于鄂西南山区,是长江出三峡后的第一条大支流,全长423km,流域范围大致位于 $29\sim 31^\circ\text{N}$, $108\sim 112^\circ\text{E}$,流域面积约 17000km^2 ,其中隔河岩电站^②水库承雨面积为 14400km^2 。清江源短流急、汇水快、涨水猛,加之其注入长江的清江口离荆江起首仅20km,因此,清江洪水会加重荆江河段的洪水威胁,甚至危及荆江分洪区的安全。

清江流域是我国著名的暴雨中心之一,对清江暴雨过去已有一些研究^[1]。本文针对清江1998年8月上、中旬两次致洪暴雨过程进行剖析,以便进一步了解清江致洪暴雨的成因,加深对致洪暴雨的认识,提高防汛抗洪预报服务水平。

1 汛情、雨情概况

本文所用水文、降水资料,均取自清江隔河岩电站水库调度中心的水文自动测报系统^[2],其中流量一般指隔河岩电站水库的入

库流量,雨量一般指水库承雨范围内的面平均雨量。隔河岩水库控制了清江流域85%的承雨面积,且包含了整个清江中上游,因此,以隔河岩水库资料为代表分析清江流域雨洪情况是具有现实意义的。

8月上、中旬清江出现了两次明显的洪峰过程,且两次洪峰过程特征不尽相同(图1)。上旬的洪峰持续时间长,其日平均入库流量 $\geq 3000\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 长达7天,并继8月3日14时出现 $9200\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 主洪峰后,在8月7日又出现了 $5100\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 的次峰;而8月中旬的洪峰持续时间较短, $8200\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 的峰值出现于8月16日14时,日平均入库流量 $\geq 3000\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 的时间仅有2天。

为更直观地反映雨洪关系,将相应面雨量资料日期后延2天后点绘出逐日面平均雨量曲线(见图1),从对应的曲线可见,清江洪峰的形成和持续均与其流域内较明显的致洪降水紧密相关。我们曾对清江隔河岩电站水库雨洪关系作过专门的研究^[3],其结果表明:清江具有明显雨洪式河流特征,清江较大洪峰一般出现在较大降水过程之后1~2天,特别是6、7、8月,其入库流量与面平均降水量的相关系数高达0.8以上。1998年8月上旬的清江洪峰再次验证了这一结论。8月上旬,清江流域出现持续强降水,先后有2、3、5、7

① 中国气象局“1998年长江、嫩江流域特大暴雨的成因及预报应用研究”项目支持。

② 隔河岩电站位于长阳城关上游9km处。

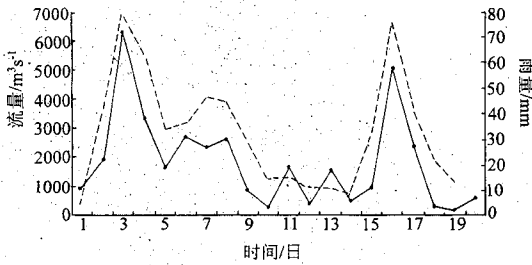


图1 清江流域1998年8月1~20日逐日面平均雨量(实线)和日平均入库流量(虚线)曲线

日的日面雨量超过30mm,其中2日面雨量最大,达70.9mm。由此,便形成了持续时间较长的洪峰。而中旬降水集中在15~16日,日面雨量分别为57.7mm和27.4mm,相应洪峰持续时间也较短。进一步分析发现,8月

表1 三次致洪暴雨过程雨团基本情况

时段	雨团个数	雨团总时次	过程累计雨量/mm	最强中心雨强/mm·h ⁻¹	对应洪峰流量/m ³ ·s ⁻¹
8.2 ⁰² ~8.3 ¹⁴	7	22	95.8	32.4	9200
8.6 ⁰² ~8.8 ¹⁴	6	17	53.1	49.8	5100
8.15 ⁰² ~8.16 ¹⁴	7	20	84.5	40.7	8200

从表1可以看到,致洪暴雨过程的雨团总时次、过程面平均雨量及对应洪峰流量成正比关系。深入分析发现,雨团主要活跃于流域北部和西南部山坡地带,而中间峡谷地带雨团活动相对较少。

3 致洪暴雨过程的天气形势

分析500hPa环流形势不难发现,8月上、中旬清江流域的致洪降水与西太平洋副热带高压的进退及所处位置紧密相关。7月31日,前期有所减退的副高再度明显加强西伸北抬,8月2日08时(见图2),588线跨过长江中下游,110°E副高脊线北抬至22°N附近,东南沿海出现592闭合高压,清江流域处于副高外围强盛的西南气流中。随着500hPa贝加尔湖低压槽转动南下,中低层在四川盆地产生西南低涡并东传,由此便产生了清江流域8月2~3日的致洪暴雨。随后几天,副高进一步加强西伸,110°E的副高稳定维持在27°N附近,强降水主要发生在四川盆地。其间,蒙古低压槽在7日南插东移,致使清江流域出现了7~8日的次峰致洪降水过程。

上、中旬的主要致洪暴雨集中发生在三个时段,即2日02时~3日14时,6日20时~8日08时和15日02时~16日14时,均为36个小时,其面雨量分别达95.8mm、53.1mm和84.5mm。由这三场致洪暴雨分别形成了8月3日与8月16日的主洪峰和8月7日的次洪峰。

2 雨团概况

雨团是构成暴雨的主要降水部分,它往往反映了暴雨的中尺度特征。我们按至少一站并持续两小时以上雨强≥10mm·h⁻¹的连片降水区为雨团。依据清江流域34个雨量自动测报站逐小时降水资料对上述三次主要致洪暴雨过程雨团进行分析,基本情况列入表1。

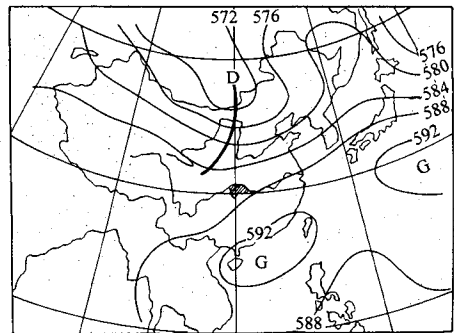


图2 1998年8月2日08时500hPa形势图
阴影区为清江流域

8月15日,副高开始减退,110°E副高脊线从27°N南退到23°N附近,四川盆地的强降水随着副高减退和河套低槽发展东移,相继影响到长江三峡区间和清江流域,从而形成了长江第六次洪峰的“盖帽雨”,也产生了清江流域15~16日的致洪暴雨。

综上所述,从500hPa天气形势分析结果来看,1998年8月上、中旬清江流域产生的两次典型致洪暴雨过程,分别产生于西太

平洋副高的增强过程和减退过程中,其间,在副高稳定维持时,由于蒙古低槽南插,出现了一场次峰致洪降水过程。三次过程的共同特点是,清江流域均处于副高外围强盛的西南气流中,西风带有低压槽发展南插东移。

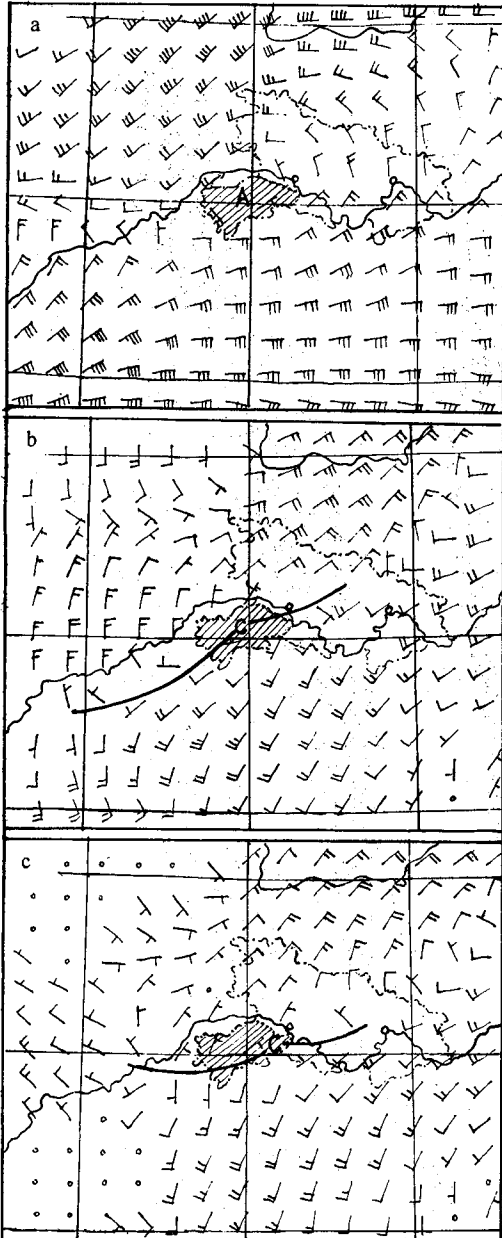


图3 1998年8月15日20时扰动风场
a. 200hPa b. 850hPa c. 925hPa
阴影区为清江流域

4 中尺度系统分析

4.1 高低空扰动风场

分析1998年8月上、中旬逐日各层08、20时扰动场,发现清江流域几次致洪暴雨发生时,高空200hPa有明显的中反气旋,低层850hPa有完整的中气旋,边界层925hPa有清楚的中尺度辐合线(见图3)。分析连续演变情况可知,影响清江的低层中尺度辐合系统基本都是本地生成的,700hPa也有相应辐合区,但中气旋不如850hPa清晰完整。

这些中尺度系统与致洪暴雨有较好的对应关系:一般在暴雨发生前一日就开始生成;中尺度系统整体发展加强时,暴雨也最明显;中尺度系统减弱消失或者东移南压时,清江致洪暴雨也随之减弱停止。

这种有利的垂直配合,形成高层辐散抽吸,从而加强低层的辐合上升,边界层辐合线则成为致洪暴雨的主要触发因素之一^[4]。

4.2 经向垂直剖面环流

沿清江流域所处的110°E作逐日经向剖面垂直环流可见(图4),清江流域致洪暴雨发生时,清江流域南侧上空为一支强盛的上升气流,北侧上空则为明显的下沉气流。两支气流的两侧分别出现垂直闭合环流。北侧下

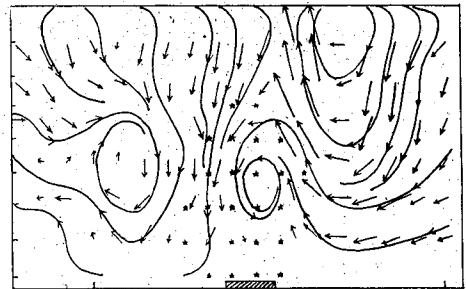


图4 1998年8月2日20时110°E垂直剖面环流
阴影区为清江流域

沉气流与南侧上升气流在清江流域上空中层低层交汇,形成垂直切变,从而形成了有利于致洪暴雨的中尺度对流系统。这种有利的垂直环流系统,往往在暴雨前一日就出现,暴雨当天加强,垂直环流系统减弱消失以及北推或者南移时,清江流域致洪暴雨随之减弱停止。

4.3 地面中尺度环流系统分析

分析清江流域致洪暴雨过程逐小时地面

实测风场环流发现,各次致洪暴雨过程均有中尺度系统活动,主要有辐合线、横切变和中尺度气旋,也有个别中反气旋。这些地面中尺度系统的出现有明显的地形影响特征。清江流域是典型的“高山峡谷”地形,它对该地成为中尺度系统的多发区有着决定性作用。暴雨过程所出现的雨团与这些中尺度系统的生成和加强有密切关系。

4.3.1 中尺度辐合线

3次致洪暴雨过程先后有7条中尺度辐合线形成,是暴雨过程出现频次最多的中尺度系统。这些辐合线多生成在清江流域的西部,呈西南-东北向,维持2~5小时,个别为7小时。在辐合线生成与维持时段,江汉平原西部有中反气旋环流系统存在,辐合线产生于其后部东南风与流域西部偏北风之间,并有雨团相对应。如2日01时在流域西部产生一条辐合线,随之在流域西南部形成了雨团。2日03~04时该辐合线在原地加强,出现了较强的雨团,其降水中心强度达 $32\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ (图5a)。此后,雨团沿辐合线移至流域北部,直至2日07时辐合线衰亡雨团亦随之消亡。

4.3.2 横切变

3次致洪暴雨过程先后产生了4条横贯清江流域的中尺度切变线,其生成与地形影响有关。流域西南部有向南开口的谷地,西南气流易从这一地带进入流域南部山坡,从而与进入流域北部山坡的偏东气流之间形成风向切变,成为产生雨团的重要因素。图5b表明7日23时流域生成一条近似东西向的中尺度切变线,并于8日00时出现了强降雨团,其中心强度为 $35\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。8日01时,该切变随西南风加强而推移到流域北部,强降雨团面积有所减小,但位于建始的中心雨强仍达 $38\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。横切变维持到8日03时,随后消失,降水也明显减弱。

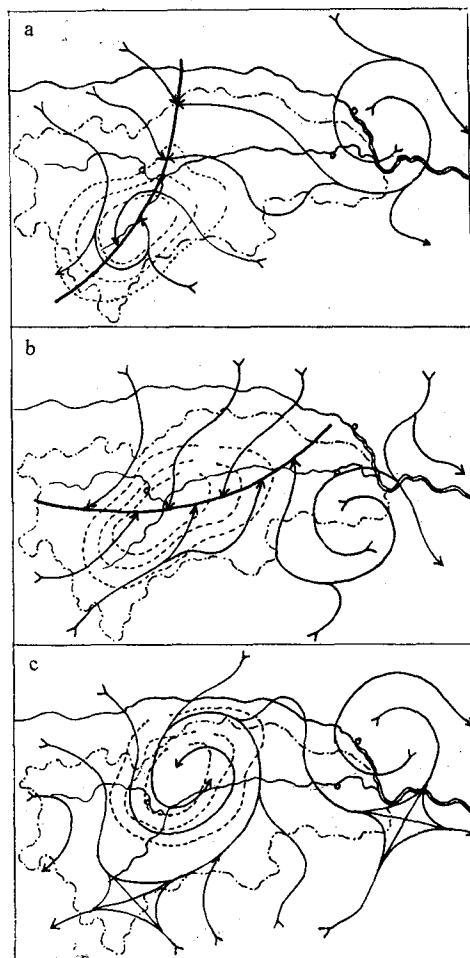


图5 1998年8月清江流域致洪暴雨地面中尺度系统

a. 2日03时辐合线 b. 7日23时横切变
c. 15日16时中气旋
虚线为与中尺度相对应的雨团

4.3.3 中气旋

这3次致洪暴雨过程先后有5个中气旋生成并停滞在流域中部,其水平尺度为 $100\sim 130\text{km}$,生命史为2~4小时。它们的生成可能与穿谷气流受地形影响产生中尺度扰动有关。最强的一个中气旋出现在15日15~17时。它在15日15时生成于流域中部,16时前后迅速发展增强(图5c),同时,在气旋北部的迎风坡上出现了较强的雨团,最大雨

强达 $41\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$, 18 时以后气旋减弱消失。可见, 中气旋对暴雨过程降水强度的影响比辐合线和横切变线更为明显。

5 结 语

(1)“98.8”清江洪峰的形成与流域内致洪暴雨有直接关系, 致洪暴雨主要由雨团组成, 过程雨团总时次与暴雨过程累积雨量紧密相关。流域日面雨量大小及持续日数与洪峰流量和持续时间相对应, 一般可取日面雨量 $\geq 30\text{mm}$ 作为致洪临界值。

(2)“98.8”清江致洪暴雨产生在副高外围强盛西南气流中, 110°E 副高脊线一般在 23°N 附近。

(3)“98.8”清江致洪暴雨是在高空反气旋、中低层中气旋和边界层中尺度辐合线

的共同作用下形成的。中尺度垂直剖面环流对暴雨的生消移动有较好指示意义。地面先后有 7 条中尺度辐合线、4 条横切变和 5 个中气旋生成影响。

参考文献

- 1 熊传辉. 三峡-荆江地区暴雨的中尺度天气气候特征. 《长江中上游暴雨科学业务试验研究》文集, 北京: 气象出版社, 1996.
- 2 熊华康等. 清江流域水文自动测报系统. 葛洲坝水电工程学院学报, 1995, (4): 115~120.
- 3 龙利民等. 清江隔河岩电站水库雨洪关系初探, 湖北气象, 1996, (3): 33~35.
- 4 关世雄等. 1998 年清江流域主汛期 4 次致洪暴雨天气分析. 湖北气象, 1999, (2): 7~9.

Analyses of the Typical Flood-causing Heavy Rain of "98. 8" in QingJiang Valley

Xiong Chuanhui Guan Shixiong Luo Jianqin Rao Chuanxin

(Yichang Meteorological Office, Hubei Province, 443000)

Abstract

Analyses of some aspects, such as the relation between heavy rain and flood, the atmospheric circulation and the meso-scale system about the typical flood-causing heavy rain process in QingJiang Valley in the first and the second dekad of august in 1998 are made. The results show that, flood peaks in QingJiang Valley are formed straight from flood-causing heavy rain and the total times and frequencies of rain clusters are closely related to the accumulating area-averaged rainfall of the heavy rain process. Generation of the flood-causing heavy rain is closely related to the situation of the subtropical high over the west Pacific at 500hPa, and the meso-scale systems and their dispositions and evolutions in upper, middle, and lower layers.

Key Words: flood-causing heavy rain area-averaged rainfall meso-scale system