

气候特征分析

王仁乔 李才媛 王 丽 黄志勇 金 琪 黄华丽

(武汉中心气象台, 430074)

提 要

对长江上游六大流域 1971~2000 年强降水面雨量进行了统计,通过分析强降水面雨量出现频次、极值分布、滑动极值和流域之间强降水的关系,初步得出强降水面雨量的时空分布特点,即强降水面雨量具有明显的季节分布特征,年变化清楚,不同流域强降水面雨量频次分布、量级分布、极值分布、集中降水强度差异明显,相邻流域强降水面雨量关系密切。

关键词: 强降水 面雨量 气候特征

引 言

长江上游六大流域分别为岷沱江流域、嘉陵江流域、乌江流域、宜宾到重庆区间流域、重庆到万县区间流域、万县到宜昌区间流域(见图 1),总控制面积约为 $51.9 \times 10^4 \text{ km}^2$,区域范围大致为 $26 \sim 35^\circ \text{ N}$ 、 $99 \sim 111.2^\circ \text{ E}$,分布在四川、贵州、湖北省及重庆市境内,地形、地貌十分复杂,汛期天气变化剧烈,暴雨频繁。长江以北河流多由西北向东南流入长江,长江以南河流多由南向北汇入长江,因

此,六流域大面积的强降水常造成长江干流水位猛涨、流量加大,在长江高水位的情况下,还可能形成致洪暴雨^[1,2]。

日面雨量 $\geq 20 \text{ mm}$,对应大面积流域为区域性暴雨日,对于小面积流域也有区域性大到暴雨量级;如果日面雨量 $> 30 \text{ mm}$,则降水量已为多站暴雨以上强降水了^[3];因而,称日面雨量 $\geq 20 \text{ mm}$ 为强降水面雨量。分析强降水面雨量气候特征,为制作六大流域面雨量预报、为长江防汛、三峡建设提供气候背景资料。

选取六大流域内 189 个气象测站,利用气象测站 1971~2000 年共 30 年逐日雨量历史资料,采用算术平均法^[4],分别计算出各流域的面雨量。计算面雨量的时段为 08~08 时(即日面雨量)。将强降水面雨量划分为 $20 \sim 29.9 \text{ mm}$ 、 $30 \sim 49.9 \text{ mm}$ 、 $50 \sim 69.9 \text{ mm}$ 、 $\geq 70 \text{ mm}$ 四个等级。

通过分析六大流域强降水面雨量频次分布、极值分布和流域之间强降水的关系,初步得出强降水面雨量的时空分布特点。经对各

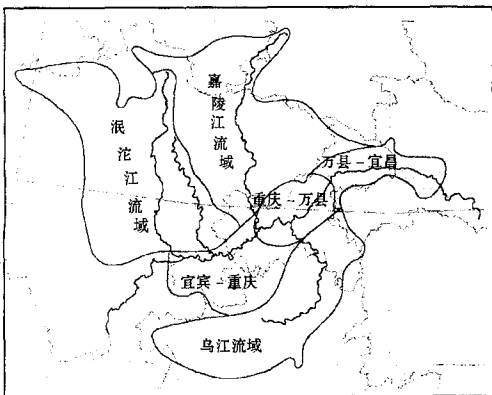


图 1 长江上游六大流域示意图

流域时空分布特点分析比较,发现各个流域强降水面雨量具有明显的季节分布特征,既有相似之处,又有各自特点。不同流域面雨量频次分布、极值情况存在着明显差异,相邻流域强降水面雨量关系密切。

1 六大流域强降水面雨量频次分布特征

1.1 岷沱江流域

岷沱江流域位于四川省境内,流域面积约为 $16.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,大致在 $28^\circ \sim 34^\circ \text{ N}$ 、 $99^\circ \sim 106^\circ \text{ E}$,流域内有 68 个气象观测站参加面雨量计算。

表 1 为 1971~2000 年岷沱江流域 08~08 时逐月强降水面雨量频次分布情况。从表 1 可看出:(1)11 月到次年 3 月岷沱江流域无面雨量 20mm 以上强降水。10 月份仅出现一次;(2)1971~2000 年岷沱江流域无面雨量 $\geq 70 \text{ mm}$ 的特强降水;(3) $\geq 50 \text{ mm}$ 的日面雨量 30 年共出现 4 次,全部集中在 6~8 月;(4) $\geq 20 \text{ mm}$ 以上的强降水 94.5% 出现在 6~9 月。

表 1 岷沱江流域 1971~2000 年强降水面雨量频次

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
20~29.9mm	4	5	22	50	42	21	1	145
30~49.9mm	1	1	11	27	24	8	0	72
50~69.9mm	0	0	1	2	1	0	0	4
$\geq 70 \text{ mm}$	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	5	6	34	79	67	29	1	221
频率/%	2.3	2.7	15.4	35.7	30.3	13.1	0.5	-

1.2 嘉陵江流域

嘉陵江流域位于四川省境内,流域面积约为 $16.0 \times 10^4 \text{ km}^2$,大致在 $29^\circ \sim 35^\circ \text{ N}$ 、 $103^\circ \sim 109^\circ \text{ E}$,流域内有 42 个气象观测站参加面雨量计算。统计 1971~2000 年嘉陵江流域 08~08 时强降水面雨量频次分布情况(表略)可以看出:(1)12 月到次年 3 月无面雨量 20mm 以上的强降水,11 月仅出现 1 次;(2)70mm 以上的特强降水 30 年中只有 1 次;(3)50~69.9mm 之间强降水共出现了 14 次,有 12 次集中在 6~8 月,5 月、9 月各出现

1 次;(4)20mm 以上的强降水 92.5% 出现在 5~9 月。

1.3 乌江流域

乌江流域位于贵州省和重庆市境内,流域面积约为 $8.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,区间范围大致在 $26^\circ \sim 30^\circ \text{ N}$ 、 $104^\circ \sim 109^\circ \text{ E}$,流域内有 38 个气象站参加面雨量计算。从 1971~2000 年乌江流域 08~08 时强降水面雨量频次分布(表略)可看出:(1)12 月到次年 2 月乌江流域无面雨量 20mm 以上强降水,3 月仅出现一次;(2)30 年中乌江流域无面雨量 $\geq 70 \text{ mm}$ 的特强降水;(3)50~69.9mm 之间的日面雨量 30 年中共出现 3 次,集中在 6~7 月。(4)大于 20mm 以上的强降水 90.6% 出现在 5~9 月。

1.4 宜宾到重庆区间流域

宜宾到重庆区间流域位于四川、贵州省和重庆市境内,流域面积约为 $6.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,区间范围大致在 $27^\circ \sim 30^\circ \text{ N}$ 、 $104.5^\circ \sim 107.5^\circ \text{ E}$ 。流域内有 21 个气象站参加面雨量计算。从 1971~2000 年宜宾到重庆区间流域 08~08 时强降水面雨量频次分布(表略)可以看出:(1)12 月到次年 3 月无面雨量 20mm 以上强降水;(2) $\geq 50 \text{ mm}$ 强降水共出现了 11 次,其中 70mm 以上特强降水出现 3 次,集中在 7 月;(3)20mm 以上强降水 69.7% 出现在 6~8 月。

1.5 重庆到万县区间流域

重庆到万县位于四川省和重庆市境内,流域面积约为 $1.9 \times 10^4 \text{ km}^2$,大致在 $29^\circ \sim 31^\circ \text{ N}$ 、 $107^\circ \sim 108^\circ \text{ E}$ 。重庆市 9 个气象站参加了面雨量计算。统计 1971~2000 年重庆到万县区间流域 08~08 时强降水面雨量频次(表略)可看出:(1)1、2 月无面雨量 20mm 以上的强降水,12 月仅有一次;(2) $\geq 50 \text{ mm}$ 以上强降水共出现 23 次,其中 70mm 以上的特强降水有 8 次;(3)20mm 以上的强降水 83.9% 出现在 5~9 月。

1.6 万县到宜昌区间流域

万县到宜昌区间流域位于湖北省和重庆市境内,流域面积约为 $3.1 \times 10^4 \text{ km}^2$,大致在 $30 \sim 32^\circ \text{N}$ 、 $108 \sim 111.2^\circ \text{E}$,流域内有 10 个气象站参加面雨量计算。统计 1971~2000 年万县到宜昌区间流域 08~08 时强降水面雨量日数(表略)可看出:(1) 12 月至次年 2 月无面雨量 20mm 以上强降水;(2) 该区域 50mm 以上强降水明显增多,其中 50~69.9mm 有 36 次,70mm 以上的特强降水有 8 次;(3)20mm 以上的强降水 85.9% 出现在 5~9 月。

1.7 综合分析

比较 1971~2000 年各流域 08~08 时强降水的时空分布,不难发现如下特征:

(1)六大流域强降水面雨量主要出现在 5~9 月,频次最大值出现在 6、7 月,12 月至次年 2 月基本无 $\geq 20\text{mm}$ 强降水,3 月、11 月较少出现强降水(见表 2)。

表 2 六大流域 1971~2000 年各月强降水日面雨量频次分布

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
岷沱江	0	5	6	34	79	67	29	1	0	0	221
嘉陵江	0	9	29	47	71	50	40	9	1	0	256
乌江	1	7	47	99	54	44	36	17	4	0	309
宜宾到重庆	0	13	36	67	73	58	27	7	3	0	284
重庆到万县	3	37	79	92	80	62	48	21	7	1	430
万县到宜昌	4	27	60	79	93	57	72	33	5	0	430
合计	8	98	257	418	450	338	252	88	20	1	1930

(2)六大流域强降水面雨量 94.8% 的强降水集中在 50mm 以下,其中 20~29.9mm 占

表 4 1971~2000 年六大流域日面雨量月极大值分布/mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
岷沱江	4.4	6.7	10.7	36.3	30.3	56.5	51.0	53.4	41.5	25.2	12.1	4.9
嘉陵江	6.4	8.2	12.6	33.5	58.5	68.1	72.0	53.0	66.2	38.2	24.0	7.2
乌江	16.2	15.4	28.5	39.9	43.5	51.9	65.9	41.7	37.9	36.9	31.7	8.4
宜宾—重庆	6.9	12.4	13.1	32.3	39.3	63.3	92.0	51.3	54.6	27.2	23.3	9.9
重庆—万县	13.3	11.6	22.0	43.3	84.7	74.0	83.7	71.0	63.3	49.9	31.4	20.2
万县—宜昌	16.2	18.5	25.9	53.3	58.8	107.5	98.9	79.3	70.2	68.8	37.8	14.5

3 相邻流域、不同流域强降水面雨量比较分析

在资料分析过程中发现,地理位置相邻的流域,强降水面雨量同时出现和相继出现

61.4%,30~49.9mm 为 33.4%; $\geq 70\text{mm}$ 强降水只出现了 20 次,平均每年仅出现 0.67 次;50~69.9mm 强降水共有 80 次,平均每年 2.7 次(见表 3)。

(3)降水出现的频次与流域面积和气象站点个数基本上成反比关系。岷沱江流域面积最大、气象站点最多,强降水频次最少,后两个流域面积小、测站点少,但强降水频次最多,而且 30 年中面雨量 $\geq 50\text{mm}$ 的强降水 67.7% 发生在这两个区间流域(见表 3)。

表 3 1971~2000 年各级强降水日面雨量流域分布

	岷沱江	嘉陵江	乌江	宜宾到重庆	重庆到万县	万县到宜昌	合计
20~29.9mm	145	162	215	195	246	222	1185
30~49.9mm	72	79	91	78	161	164	645
50~69.9mm	4	14	3	8	15	36	80
$\geq 70\text{mm}$	0	1	0	3	8	8	20
合计	221	256	309	284	430	430	1930

2 六大流域面雨量极值分布特征

表 4 为 30 年六流域 08~08 时各月日面雨量极值分布。从表 4 中可看到,六流域的最大值为 107.5mm,出现在万县到宜昌区间(1998 年 6 月 28 日);六流域月极值的最小值为 4.4mm,出现在岷沱江流域的 1 月份;岷沱江、万县到宜昌年最大值出现在 6 月,重庆到万县出现在 5 月,其它三个流域出现在 7 月,即最强的降水主要出现在 6~7 月;岷沱江、嘉陵江流域整个冬季面雨量月极值均在 10mm 以下。

的概率很大,而地理位置相隔较远的流域情况则相反。为了证实,特分析比较了 1980~2000 年 6 月强降水面雨量在有关流域出现的情况。

3.1 岷沱江与嘉陵江流域

岷沱江与嘉陵江流域相邻,位于长江以北(见图1),西连西藏高原,两流域的控制面积和气象测站数明显多于其它流域。造成强降水的主要影响系统为高原东部的低涡和西风槽。

当岷沱江流域有 $\geq 20\text{mm}$ 强降水面雨量时,嘉陵江流域同时也出现 $\geq 20\text{mm}$ 面雨量的概率为26%、出现 $\geq 10\text{mm}$ 面雨量的概率为69%。

当嘉陵江流域有 $\geq 20\text{mm}$ 强降水面雨量时,岷沱江流域同时也出现 $\geq 20\text{mm}$ 面雨量的概率为22%、出现 $\geq 10\text{mm}$ 面雨量的概率为54%。

可见,当岷沱江流域有强降水时,嘉陵江流域多数情况下也会有明显降水。由于岷沱江流域位于上游,受天气系统东移的影响,嘉陵江流域有强降水时,岷沱江流域也出现明显降水,其概率略小些。

3.2 宜宾到重庆与乌江流域

宜宾到重庆区间流域的东南缘与地处云贵高原的乌江流域相连,位于长江以南(见图1),两流域的控制面积和气象测站数在六流域里居中。造成强降水的主要影响系统为南支槽、副高西缘的西南气流和宜宾附近的低涡、切变线。

当宜宾到重庆有 $\geq 20\text{mm}$ 强降水面雨量时,乌江流域同时出现 $\geq 20\text{mm}$ 面雨量的概率为33%,次日出现的概率为31%;同时出现 $\geq 10\text{mm}$ 面雨量的概率为62%,次日出现的概率为59%。

当乌江流域有 $\geq 20\text{mm}$ 强降水面雨量时,宜宾到重庆同时出现 $\geq 20\text{mm}$ 面雨量的概率为22%,次日出现的概率为3%;同时出现 $\geq 10\text{mm}$ 面雨量的概率为43%,次日出现的概率为14%。

可看出,当宜宾到重庆有强降水发生时,乌江流域当日和次日也很有可能发生明显降

水。由于乌江流域位于下游,次日对应宜宾到重庆强降水的概率明显下降,这正好表明了天气系统的南压过程。

3.3 重庆到万县与万县到宜昌区间流域

从图1中可看到,两流域就在长江沿岸,具有控制面积小和气象测站少的特点。影响强降水的天气系统也要复杂些,既受西风带系统影响,也受东风带系统和南支槽影响,西南涡和切变线的作用更是不可忽视。因此,这两流域的强降水面雨量出现频次、强度都明显多于和大于其它流域。

当这两流域一方出现 $\geq 20\text{mm}$ 强降水面雨量时,另一方同时出现 $\geq 20\text{mm}$ 面雨量的概率分别为47%和46%;同时出现 $\geq 10\text{mm}$ 面雨量的概率为71%和72%。可见,该两流域关系密切。

3.4 岷沱江流域与重庆到万县和乌江流域

岷沱江流域、重庆到万县、乌江流域位于六大流域的上、中、下不同地理位置,影响强降水的天气系统也各有异,当岷沱江流域有强降水面雨量时,重庆到万县仅出现了一次12mm的面雨量,乌江流域也只出现了两次11mm的面雨量。说明不同地理位置、不同天气影响系统的流域强降水关系松散。

4 总结

通过对长江上游六大流域30年强降水面雨量历史资料分析,较全面地了解了强降水面雨量时空分布特征,对其相似点和明显差异有了一定的认识。下面是几点认识和体会。

(1)六大流域强降水面雨量出现频次具有明显的季节变化特征和年变化特征。冬季频次几乎为零,夏季频次最多,春季猛增,秋季陡降。六流域30年共出现 $\geq 20\text{mm}$ 面雨量1930次,平均每年64.3次; $\geq 50\text{mm}$ 仅出现100次,平均每年3.3次。5~9月为强降水集中期,占总次数的88.9%。

(2)六大流域强降水面雨量等级分布差

异较大。50mm 以上的强降水主要集中在嘉陵江流域、重庆到万县和万县到宜昌区间。

(3)六大流域面雨量极值分布差异明显。重庆到万县、万县到宜昌两个流域月极大值明显大于其它流域(个别月份除外),岷沱江流域月极大值明显小于其它流域,与前述两个流域差值更大。

(4)地理位置、天气影响系统接近的相邻流域同时出现或相继出现强降水的概率较

大,不相邻的流域,情况反之。

参考文献

- 1 郁淑华等. 长江上游致洪暴雨标准初探. 空军气象学院学报, 1995, 16(2): 147~150.
- 2 彭春华等. 荆江致洪与三峡区间暴雨预报. 空军气象学院学报, 1995, 16(2): 152~159.
- 3 王仁乔等. 长江三峡区间致洪暴雨气候特征分析. 空军气象学院学报, 1996, 17(1): 50~56.
- 4 秦承平, 居志刚. 清江和长江上游干支流域面雨量计算方法及其应用. 湖北气象, 1999, (4): 16~18.

Analysis of Climate Characteristics of Strong Area Rainfall in the Six Drainage Areas of Changjiang River

Wang Renqiao Li Caiyuan Wang Li Huang Zhiyong Jin Qi Huang Huali

(Wuhan Central Meteorological Observatory, 430074)

Abstract

The strong area rainfall in the six drainage areas of the upper reaches of Changjiang River from 1971 to 2000 is statistically analyzed. Through the relationships of the frequency, extremum distribution, running extremum with the strong precipitation among the six drainage areas, the spatial temporal distribution characteristics are given. It is shown that there is the obvious seasonality, distinct annual variation, obvious differences in heavy area rainfall frequency distribution, ordering distribution, extremum distribution, precipitation intensity among six drainage areas, and close relationships between border drainage areas.

Key Words: severe precipitation area rainfall climate characteristic