

长江上游流域面雨量时空分布特征

于大峰¹, 陈良华², 孙士型¹, 饶传新¹, 陈晨¹

(1. 湖北宜昌市气象局, 湖北 宜昌 443000; 2. 三峡梯调通信中心, 湖北 宜昌 443000)

摘要:利用1993~2009年长江上游气象站和三峡梯调自动雨量站逐日降水资料,对长江上游流域降水量的时空分布进行分析,提出了干湿季节转换指标和计算方法。结果表明:长江上游流域平均年降水量为850~1150 mm,由东南向西北减小;三峡区间降水年际变化最大,四川盆地其次,乌江和长上干降水的年际变化相对稳定;三峡区间东段与川西北相比,雨季开始时间早56 d,结束时间晚17 d,雨季持续时间相差72 d;夏季风由东南向西北推进缓慢,冬季风由北向南推进迅速;统计各水文分区强降水发生相互关联度,其结果有助于对数值预报降水落区预报进行订正。

关键词:长江上游;干湿季节转换;雨季临界值;降水分区关联度

中图分类号:P426.61⁺4

文献标识码:A

引言

长江三峡坝址以上流域面积约100万km²,多年平均径流量4510亿m³,除西部高原属高寒气候外,流域大部分地区属东亚或南亚季风气候。有研究表明,近百年来全球气候变暖主要是由人类活动造成的^[1-4],长江上游又是气候变化的敏感区和脆弱区,冰川退缩、水土流失、地质灾害和旱涝等极端天气事件频繁发生,影响和制约着长江上游水资源的开发利用。随着上游大型水电枢纽的相继建成,三峡水库面临着全球变暖背景下自然降水的异常波动、上游水库群人为调控、下游生活生产用水激增和通航保证水位限制等诸多新问题。因此研究长江上游流域面雨量的时空分布,对于开发其水电能源、实现上游水电枢纽的联合调度,具有重要的现实意义和社会经济效益。

目前国内外为特大型水电枢纽运行调度服务的流域气候研究很少。王仁乔等分析了长江上游强降水的环流特征^[5-6],许继军等研究了长江流域降水和径流特征^[7-12],1992年曾庆存等提出大气环流季节划分和季节突变的方法,并对大气环流季节划分进行了研究^[13-15];随后薛峰等利用NCEP和NCAR再分析资料,计算了全球各地和各等压面上大气环流季节变率,并对大气风场季节变化进行了研

究^[16],但上述工作多限于风场和行星尺度的大气环流。本文分析了长江上游流域面雨量时空分布,提出了干湿季节划分标准,统计了各水文分区强降水相互关联,其结果有助于提高三峡水库运行调度效益。

1 数据与方法

长江上游流域按水文分区可划分为金沙江、岷沱江、嘉陵江、乌江、长上干、重庆—万州、万州—宜昌共7大区域,其中宜宾至宜昌统称为长江上游干流。利用1993~2009年长江上游流域内201个气象站逐日降水资料,其中岷沱江67站、嘉陵江54站、乌江39站、宜宾—重庆21站、重庆—万州10站、万州—宜昌10站。气象站资料缺测时采用三峡梯调通信中心自动雨量站资料进行补充订正。定义流域日面雨量 ≥ 20.0 mm/d为流域性强降水^[4]。金沙江流域面雨量的气候特征已有另文研究^[17]不列入本研究范围。

面雨量计算方法使用较多的是算术平均法和泰森多边形法。秦承平等应用算术平均和泰森多边形2种算法进行比较后认为,长江上游流域气象站分布较均匀,建议在长江上游流域采用算术平均法计算面雨量^[18]。本文流域面雨量由各站降水量的算术平均得出。

收稿日期:2012-08-29;改回日期:2012-10-25

作者简介:于大峰(1972-),男,汉族,吉林东丰人,工程师,主要从事天气预报和研究工作。E-mail: yudafeng5080@163.com

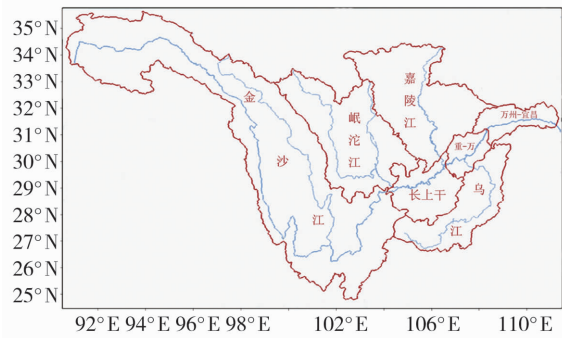


图1 长江三峡工程坝址以上水系分布示意图

Fig.1 The distribution of the Yangtze River's basin above the Three Gorges Dam

2 长江上游流域面雨量的气候特征

2.1 各流域分区降水量的年际变化

多年统计计算表明,宜昌径流量,以金沙江所占比重最大,为32%,其次为岷沱江20%,屏山—宜昌区间和嘉陵江各占17.2%和16.2%,乌江为11.6%。长江上游来水量约占汉口年径流量的61.4%,占通年径流量的48.9%。

表1 1993~2009年长江上游流域年平均面雨量、极值和相对变率

Tab.1 The annual average, the extremum and the relative variability of area rainfall in the upper reaches of the Yangtze River from 1993 to 2009

	岷沱江	嘉陵江	乌江	宜宾—重庆	重庆—万州	万州—宜昌
全年平均/mm	864.3	945.7	1 120.8	987.5	1 130.0	1 112.2
最大/mm	1 044.6	1 176.6	1 288.1	1 230.7	1 483.5	1 345.3
最小/mm	676.7	709.7	908.5	806.3	728.2	811.9
相对变率/%	10.8%	10.7%	9.4%	8.7%	11.9%	12.3%
极差/mm	367.9	466.9	379.6	424.4	755.3	533.4

统计中还用极差反映同一组数据的离散程度,统计长江上游各流域分区年降水量的极差表明:三峡区间降水年际变化最不稳定,丰水年降水量可达1 400 mm左右,而枯水年仅为700 mm左右,二者相差近一倍;四川盆地降水年际变化较不稳定,丰水年可达1 100 mm左右,枯水年为700 mm左右,二者相差近60%;地处流域西南部的乌江和长上干极差较小,降水年际变化相对平缓,丰水年降水量可达1 250 mm左右,枯水年为850 mm左右,二者相差近50%。根据相对变率和极差评估各流域年降水量的稳定性,所得到的结果相同。

2.2 降水月分布和季节变化

长江上游各分区流域均以6~8月降水最多,月

1993~2009年长江上游流域平均年降水量为850~1 150 mm(表1),由东南向西北逐渐减小。其中三峡区间和乌江流域雨量较多且分布均匀,为1 100~1 150 mm;其次宜宾—重庆和嘉陵江流域雨量在950 mm左右,较三峡区间和乌江流域偏少15%,较岷沱江流域偏多15%;岷沱江流域雨量在850 mm左右,较三峡区间和乌江流域偏少24%,较嘉陵江流域偏少9%。

流域年降水量的相对变率由下列公式计算:

$$\text{相对变率} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|R_i - R^-|}{R^-} \quad (1)$$

相对变率反映统计样本偏离平均状况的程度。公式中 R_i 为年降水量, R^- 为年平均降水量, N 为样本数。相对变率越大,说明降水量年际变化越大,旱涝程度越重。统计结果表明,三峡区间年降水量变率较大,达12%左右;岷沱江和嘉陵江流域年降水变率为11%左右;而地处长江流域西南部的乌江流域和宜宾至重庆段年降水变率较小,为9%左右。说明长上干和乌江流域降水是三峡入库流量较稳定的来源。

平均为170~200 mm;12月至翌年元月降水最少,月平均为10~20 mm。各流域降水峰值并不同步,乌江流域和三峡区间西段年降水高峰出现在6月,分别为207 mm和183 mm;嘉陵江流域、长上干和三峡区间东段年降水峰值出现在7月,分别为170~190 mm;岷沱江流域年降水峰值出现在8月,为190 mm。流域内年降水峰值出现时间由东南向西北延迟,乌江和岷沱江流域年降水峰值出现时间相差近2个月。

分析长江上游流域月降水量的水平分布,可分为3种类型:其一,10月至翌年5月降水量由东南向西北递减,乌江流域和三峡区间降水量比四川盆地和长上干明显偏多;其二,7月各流域降水分布较

均匀,都在 180 mm 左右;其三,8 月流域东南部降水量减小,岷沱江流域降水最多,达 190 mm 左右,流域内降水分布呈西多东少。9 月降水量分布较均匀,嘉陵江流域和三峡区间降水比岷沱江、长上干和乌江流域偏多 20% 左右。

分析长江上游流域降水量的季节分布,汛期(5~9 月)降水量由东南向西北递减。乌江流域汛期降水量为 800 mm 左右,长上干和岷沱江流域为 680~700 mm。但汛期降水量占年降水比例由西北向东南递减,岷沱江流域汛期降水占年降水量的比例高达 79%,而三峡区间仅为 67%。该特征说明川西雨季降水更集中,暴雨灾害程度更烈。

根据 1993~2009 年长江上游各流域逐日面雨量资料,统计其 10 d 滑动平均,可以看出降水量随时间变化特征(图 2)。分析结果表明:各流域分区降水量变化趋势基本相似,11 月中旬至次年 4 月中

旬,降水量少且变化平缓;4 月下旬至 5 月中旬,西南季风第一次爆发,降水量明显增加;5 月下旬西南季风有所减弱,降水量回落;6 月初西南季风第二次爆发,降水量激增,于 7 月中下旬达到全年高峰。7 月下旬至 10 月底,降水缓慢减弱。

以 7 月中旬降水高峰为轴线,比较其前后变化斜率可以发现,5~7 月三峡区间和乌江流域降水增加很快,上升斜率较大;而 7~11 月降水减小较慢,下降斜率较缓。这一变化特征说明西南夏季风很快影响到长江上游流域东南部地区;但西南夏季风撤退较慢。从分布积分曲线来看,7~11 月降水量较 4~7 月偏多 20%,同样说明秋雨不仅持续时间长,而且降水量也较多。比较岷沱江流域和三峡区间逐日面雨量 10 d 滑动平均分布曲线,三峡区间夏季风推进迅速而撤退缓慢,岷沱江流域夏季风推进缓慢而撤退迅速,三峡区间春雨多于秋雨;岷沱江流域秋雨多于春雨。

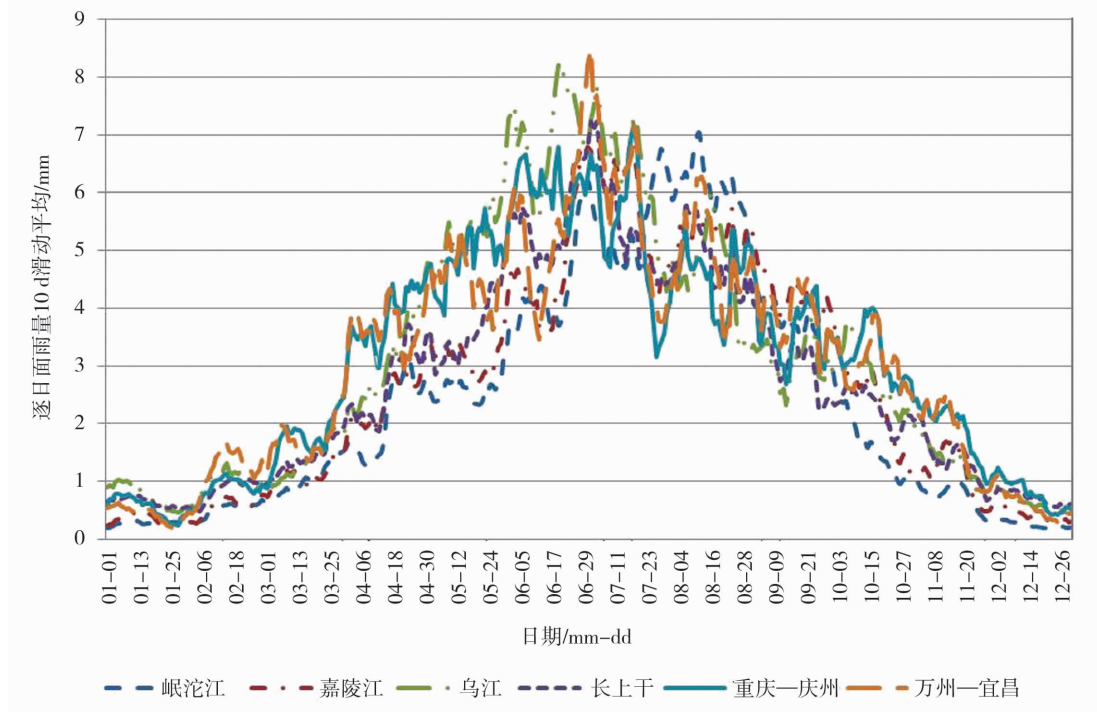


图 2 长江上游流域 1993~2009 年逐日面雨量 10 d 滑动平均

Fig. 2 The 10-day moving average of daily area rainfall in the upper reaches of the Yangtze River from 1993 to 2009

3 长江上游流域干湿季节转换指标和计算方法

3.1 长江上游流域干湿季节转换指标

受大气环流影响,长江上游流域季节差异主要表现为干湿季节分明。一般而言,5~10 月为湿季,

受西南季风影响,降水多而集中,暴雨等灾害性天气具有多发性和突发性,降水量占全年的 70% 以上。11 月至翌年 4 月为旱季,受西风环流影响,降水量占全年的 20% 以下。受季风变化影响,干湿季节转换时间年际变化很大且难以提前预报,加之受高原地形影响,对流层中低层天气系统用常规方法难以

做出准确分析和预报,上述气候特征是长江上游流域降水气候预测预报的技术难点。

上游流域雨季开始和结束的时间,是三峡水库运行调度的重要指标。受大气环流影响,每年雨季开始和结束时间有很大变化;受地形和地理位置影响,各水文分区雨季初终期也不尽相同。为了方便研究,雨季开始和结束的临界值按公式(2)计算:

$$\text{雨季开始和结束的临界值} = \frac{10K \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{365} R_{ij}}{365 N} \quad (2)$$

上式中, K 为系数,取值范围为1.0~1.5,随所研究地域和研究对象不同,系数 K 取值不尽相同,需要与实际情况进行比较后确定。经反复调试,这里统一取值 $K=1.2$ 。在同一年份中,凡连续10d滑动面雨量合计大于该临界值的初始日,则统计为该流域当年雨季开始日;凡小于该临界值的终止日,则统计为该流域当年雨季结束日。初日和终日间小于其临界值的,则视为雨季中断。由此计算出各分区流域的雨季临界值、1993~2009年雨季初终期及持续天数见表2。

表2 1993~2009年长江上游雨季的初终期统计

Tab.2 The beginning and ending periods statistics of rainy season of the Yangtze River from 1993 to 2009

水文分区	岷沱江	嘉陵江	乌江	长上干	重庆至万州	万州至宜昌
历年平均雨量/mm	864.8	944.6	1 120.0	979.2	1 120.3	1 109.9
临界值/mm	28.5	31.2	37.2	32.4	37.2	36.6
平均雨季开始/日期	5月31日	5月2日	4月25日	4月24日	4月18日	4月5日
平均雨季结束/日期	9月29日	10月2日	10月6日	9月21日	10月16日	10月16日
初终日数/d	123	154	165	151	182	195

由表2可见,1993~2009年三峡区间东段于4月上旬开始进入雨季,至10月中旬结束,持续195d;三峡区间西段于4月中旬开始进入雨季,至10月中旬结束,持续182d;三峡区间东段和西段相比,东段雨季开始时间比西段早13d左右,而结束时间相同,雨季持续时间东段较西段长13d。长江上游的雨季由东南向西北缓慢推进,川西的岷沱江流域迟至6月初才进入雨季,9月底雨季结束,持续时间仅为123d。同处四川盆地的嘉陵江流域于5月初进入雨季,至10月初结束,持续154d,比岷沱江流域长31d。位于流域东南部的三峡区间东段与川西北的岷沱江流域相比,雨季的开始时间早了56d,结束时间晚17d,两者比较雨季持续时间相差72d。该结果与西太平洋副热带高压随季节缓慢北抬的事实一致,也符合大巴山、巫山对暖湿气流阻隔作用的地形特征。

地处长江上游流域西南部的乌江和长上干,1993~2009年多年平均雨季开始时间在4月25日前后,雨季开始时间比三峡区间晚15d左右,而较川西地区早36d左右;雨季结束时间出现在9月下旬至10月初,比三峡区间早20d左右,与岷沱江和嘉陵江流域相差不大。影响长江上游流域春秋降

水的主要系统是冷暖空气交汇的切变线,乌江流域由于冷空气势力较弱,而岷沱江流域由于暖空气势力较弱,雨季持续时间都没有三峡区间长。三峡区间最早进入雨季,最晚进入旱季。

3.2 长江上游流域强降水的初终期

热带地区干湿季节分明,季节转换时常表现为降水量的突变,因而也被称为季风爆发。相比而言,长江上游流域横断山脉以东地区干湿季节不甚分明,受冷空气影响,春秋季节也会出现连绵阴雨,但干湿季节转换时,大气环流系统会进行调整,所以流域性强降水过程的开始和结束,可视其为干湿季节转换的重要标志。

定义流域面雨量 >20 mm/d为强降水过程。统计1993~2009年长江上游各水文分区面雨量 >20 mm的初终日期(表3)表明:流域内日面雨量 >20 mm降水初终期年际变化大,东部和西部相差悬殊,可以划分为四川盆地、乌江和赤水地区、三峡区间3个气候区域。其中岷沱江流域多年平均初日出现在6月11日,终日出现在8月30日,初终日数为81d,在各流域分区中为最短;嘉陵江流域与岷沱江流域相差不大,多年平均初日出现在6月11日,终日出现在9月1日,初终日数为83d,说明同处四川

盆地的岷沱江和嘉陵江强降水基本同步变化;地处流域西南部的乌江和长上干强降水初终日期相差不大,初期出现在5月10日,比四川盆地早一个月,比三峡区间晚20 d左右;但长上干的终日出现在9月8日左右,乌江流域终日出现在9月27日左右,比

长上干偏晚20 d。三峡区间强降水初日出现在4月20日左右,终日出现在10月中旬,初终间持续日数为170~180 d。虽然三峡区间东段较西段强降水初日早5 d,终日晚6 d,各年的差别更大一些,但从气候稳定性方面分析,仍属同一气候区。

表3 1993~2009年长江上游日面雨量>20 mm降水初终日期
Tab.3 The beginning and ending periods with area rainfall more than 20 mm in the upper reaches of the Yangtze River from 1993 to 2009

流域分区	岷沱江		嘉陵江		乌江		长上干		重庆至万州		万州至宜昌	
	开始	结束	开始	结束	开始	结束	开始	结束	开始	结束	开始	结束
最早	4月24日	7月31日	4月24日	7月31日	4月1日	8月20日	4月2日	7月19日	3月14日	8月7日	2月27日	9月3日
最晚	8月7日	9月25日	8月7日	9月25日	6月12日	11月5日	6月24日	11月4日	6月7日	11月14日	6月5日	11月15日
平均	6月11日	8月30日	6月11日	9月1日	5月11日	9月27日	5月10日	9月8日	4月23日	10月9日	4月18日	10月15日
日数/d	81		83		140		122		170		181	

综上所述,长江上游流域强降水在4月20日前后最早开始于三峡区间,5月上旬出现于乌江和长上干,6月10日前后出现于四川盆地,强降水开始日期由东南向西北缓慢推进。而长江上游流域强降水结束日期8月底出现在四川盆地,9月中下旬出现在乌江和长上干,10月中旬出现在三峡区间。雨季开始日期由东南向西北推进,雨季结束日期由西北向东南撤退,开始和结束过程都相当缓慢。

由图3可见,依据干湿季节转换指标所计算出的雨季初终期和强降水的初终期,其变化趋势基本相同,三峡区间雨季持续时间均为180 d左右,乌江赤水地区在150 d左右,但四川盆地由干湿季节转换指标所计算出的雨季持续时间为120~150 d,依

据强降水确定的雨季持续时间仅为80 d,两者相差了50 d左右。由此说明依据干湿季节转换指标所计算出的雨季初终期比依据强降水所确定的雨季更稳定,公式(2)所提出的干湿季节转换指标有一定适用价值。

3.3 长江上游流域各分区强降水的相互关联

有研究表明:地理位置相邻流域,同时出现和相继出现强降水概率很大,而地理位置相隔较远流域情况则相反,因此分析长江上游流域各分区强降水相互关联性对降水预报有很大帮助^[15-20]。为了证实该分布特征、进而比较1993~2009年强降水在有关流域同日出现的情况,引入长江上游各水文分区面雨量>20 mm/d相互之间的关联度,用下列公式计算:

$$A \text{ 和 } B \text{ 区的关联度} = \frac{A \cap B}{A} \quad (3)$$

上式中 $A \cap B$ 表示 A 区和 B 区同日出现面雨量 >20 mm/d 的天数, A 表示 A 区出现面雨量 >20 mm/d 的天数。统计1993~2007年各水文分区相互关联度(表4)发现:岷沱江流域与嘉陵江流域关联度达24%,与长上干关联度为24%,与其它流域关联度较小,乌江流域和岷沱江流域几乎不会同日出现强降水;嘉陵江流域与三峡区间西段关联度达23%,与其它流域关联度较小;长上干与乌江流域、三峡区间关联度较高;乌江流域与长上干和三峡区间关联度为24%~31%;三峡区间西段与周边流域关联度在30%左右,但与岷沱江流域关联度较低;

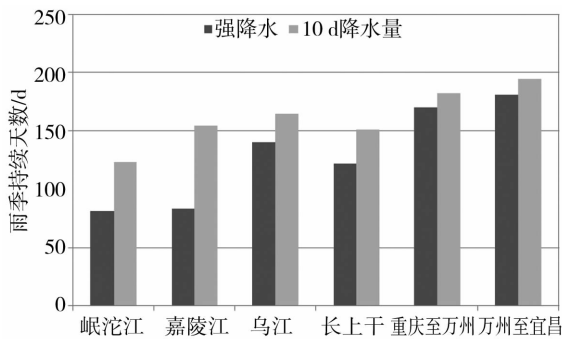


图3 依据干湿季节转换指标和强降水初终期划定雨季持续天数的比较

Fig.3 The comparison of rainy season days defined by the conversion index of dry and wet season and the beginning and ending periods of heavy precipitation

三峡区间东段与乌江流域关联度为 17%，与区间西段关联度高达 41%。以上统计结果，可供制作分区流域降水预报时参考，还可用于对数值预报降水落区预报进行人工订正，避免不区分重点，降低流域降水预报的使用价值。

表 4 长江上游各水文分区面雨量
> 20 mm/d 的相互关联度(单位:%)

Tab. 4 The correlation among the different hydrological zones with daily area rainfall more than 20 mm in the upper reaches of the Yangtze River(Unit:%)

水文分区	岷沱江	嘉陵江	长上干	乌江	重万	万宜
岷沱江	—	20	17	1	4	3
嘉陵江	24	—	15	4	13	8
长上干	24	18	—	24	30	14
乌江	1	5	28	—	26	17
重万	9	23	44	31	—	41
万宜	5	16	23	24	44	—

面雨量 ≥ 20 mm/d 降水日数由东南向西北递减。其中三峡区间东段平均每年出现 14 d，嘉陵江和岷沱江流域平均每年出现 6~7 d。该地域分布特征除反映了强降水实际状况外，也与面雨量计算方法有关。强降水日数年际变化大，说明长江上游季风降水特征明显，降水量不稳定，旱涝灾害程度重，三峡水库来水量的年际变化也很大。例如：三峡区间西段年平均出现面雨量 ≥ 20 mm/d 的强降水 12.8 d，而洪涝灾害严重的 1998 年多达 27 d，旱情较重的 2001 年仅为 3 d。嘉陵江流域年平均出现面雨量 ≥ 20 mm/d 的强降水 7.4 d，而洪涝灾害严重的 1998 年多达 14 d，旱情较重的 1997 年为 0 d，洪涝和干旱年份相差十分悬殊。长江上游日面雨量极值由东向西减小，最大的三峡区间东段高达 107.5 mm；三峡区间西段为 76.8 mm；嘉陵江、乌江和长上干日面雨量的极大值均在 60 mm 左右，出现时间在 6~7 月。岷沱江流域日面雨量极值为 53.4 mm，但暴雨极值出现时间在 8 月，有别于长江上游流域其它地区。8 月份西太平洋副高控制长江中下游地区，季风雨带北移到黄淮，长江上游的暴雨中心也出现在岷沱江流域，8 月份三峡洪峰多与岷沱江和嘉陵江中西部暴雨有关。

4 结 论

(1) 1993~2009 年长江上游流域年平均面雨量

为 850~1 150 mm，由东南向西北逐渐减小。地处流域西南部的乌江、长上干其极差和相对变率小于其它流域。三峡区间夏季风推进迅速而撤退缓慢，岷沱江流域夏季风推进缓慢而撤退迅速；三峡区间春雨多于秋雨；岷沱江流域秋雨多于春雨。

(2) 研究中首先定义出雨季初终期临界值，连续 10 d 滑动面雨量合计大于该临界值的初日，统计为雨季开始日；小于该临界值的终日，统计为雨季结束日。三峡区间东段与川西北比较，雨季开始早 56 d，雨季结束晚 17 d，雨季持续时间相差 72 d；说明长江上游夏季风由东南向西北推进缓慢，冬季风由北向南推进迅速。

(3) 依据干湿季节转换指标和强降水过程分别计算雨季的初终期，其变化趋势基本相同，但前者较后者更稳定，说明本研究所提出的干湿季节转换指标有其适用价值。

(4) 统计各水文分区强降水相互关联度表明：岷沱江流域与嘉陵江流域，嘉陵江流域与三峡区间西段，长上干与乌江和三峡区间西段，三峡区间东段与乌江和区间西段的关联度较高。

参考文献:

- [1] 周月华, 王海军, 高贤来. 近 531 年长江上中游与汉江流域水资源变化的初步研究[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 744-749.
- [2] 张增信, 张金池, 盛日峰. 长江流域降水的季节变化对流域水资源的影响研究[J]. 青岛理工大学学报, 2010, 31(1): 67-72.
- [3] 水利部长江水利委员会. 长江流域水旱灾害[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [4] 刘丽, 陶云. 云南省汛期极端强降水事件的气候特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(1): 15-20.
- [5] 王仁乔, 李才媛, 王丽, 等. 六大流域强降水面雨量气候特征分析[J]. 气象, 2003, 29(6): 38-42.
- [6] 施望芝, 王仁乔, 王宏记, 等. 长江上游六大流域强降水的环流特征分析[J]. 暴雨灾害, 2003(2): 14-17.
- [7] 许继军, 杨大文, 雷志栋, 等. 长江流域降水量和径流量长期变化趋势检验[J]. 人民长江, 2006, 37(9): 63-67.
- [8] 曾小凡, 瞿建青, 姜彤, 等. 长江流域年降水量的空间特征和演变规律分析[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2008, 36(6): 727-732.
- [9] 张永领, 高全洲, 丁裕国, 等. 长江流域夏季降水的时空特征及演变趋势分析[J]. 热带气象学报, 2006, 22(2): 161-168.
- [10] 艾秀, 何敏. 南北半球高低层环流切变与长江流域夏季降水异常的关系[J]. 应用气象学报, 2005, 16: 48-55.
- [11] 王政祥. 长江流域年降水量多年变化及系列代表性分析[J]. 人民长江, 2008, 39(9): 90-92.
- [12] 陈春根, 史军. 长江三角洲地区人类活动与气候环境变化[J]. 干旱气象, 2008, 26(1): 28-34.
- [13] 王政祥, 张有芷. 长江中上游雨季特性初步分析[J]. 人民长

- 江,1994,25(4):18-21.
- [14] 曾庆存,张邦林.论大气环流的季节划分和季节突变[J].大气科学,1992,16(6):641-648.
- [15] 曾庆存,张邦林.大气环流的季节变化和季风[J].大气科学,1998,22(6):805-813.
- [16] Xue Feng, Zeng Qingcun. Diagnostic study on seasonality and interannual variability of wind field[J]. Adv Atmos Sci, 1999, 16(4):537-543.
- [17] 孙士型,陈良华,向永龙,等.金沙江流域面雨量的气候特征[J].高原山地气象研究,2009,9:7-10.
- [18] 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[J].湖北气象,1999(4):16-18.
- [19] 琚建华,吕俊梅,谢国清,等. MJO 和 AO 持续异常对云南干旱的影响研究[J].干旱气象,2011,29(4):401-406.
- [20] 吕俊梅,任菊章,琚建华.东亚夏季风的年代际变化对中国降水的影响[J].热带气象学报,2004,20(1):73-78.

Temporal and Spatial Feature of Area Rainfall in the Upper Reaches of the Yangtze River

YU Dafeng¹, CHEN Lianghua², SUN Shixing¹, RAO Chuanxin¹, CHEN Chen¹

(1. Yichang Meteorological Bureau of Hubei Province, Yichang 443000, China;

2. Three Gorges Cascade Dispatching and Communication Center, Yichang 443000, China)

Abstract: In order to improve the operation efficiency of the Three Gorges Reservoir, we used the daily rainfall data during 1993-2009 from weather stations in the upper reaches of the Yangtze River and automatic rainfall stations in the Three Gorges area to analyze the spatio-temporal distribution of the precipitation in the upper reaches of the Yangtze, and put forward the index of wet-dry season transition and a calculation method. The result showed that the annual mean rainfall of the upper reaches of the Yangtze River was about 850-1150 mm, and decreased from southeast to northwest. The inter-annual variation of the precipitation changed most in the Three Gorges area and secondly in Szechwan Basin, but relatively stable in the Wujiang River and the upper reaches of the Yangtze River. The start time of rainy season in the east part of Three Gorges area was 56 days earlier than that in the northwest part of Sichuan, and the end time of rainy season of the Three Gorges was 17 days later than that in Sichuan. As to wind in different seasons, in summer wind blew from southeast to northwest slowly, but in winter wind blew from north to south rapidly. The correlation degree of heavy rainfall occurring in each hydrology zoning was analyzed, which can be used to revise NWP forecasts in the areas mentioned above.

Key words: the upper reaches of the Yangtze River; wet-dry season transition; critical value of rainy season; correlation degree of precipitation in hydrology zoning