

卢珊,王百朋,贺皓,等. 汉江上游汛期面雨量气候特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(2): 201-206, [LU Shan, WANG Baipeng, HE Hao, et al. Climate Characteristics of Area Precipitation in Flood Season in Upper Reaches of the Hanjiang River[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(2): 201-206], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-02-0201

汉江上游汛期面雨量气候特征

卢珊¹, 王百朋², 贺皓¹, 李建科¹, 高红燕¹

(1. 陕西省气象服务中心, 陕西 西安 710015; 2. 陕西省防雷中心, 陕西 西安 710015)

摘要:利用汉江上游流域 21 个测站 1971~2011 年汛期(5~10 月)逐日降水资料及安康和石泉 2000~2011 年逐日库流量资料,采用距平分析、Morlet 小波分析、Mann-Kendall 检验、相关分析及重标极差 R/S 分形等方法,系统地分析了汉江上游流域汛期面雨量的气候变化特征和未来趋势。结果表明:汉江上游流域汛期降水主要集中在 7~9 月,月、日面雨量极大值均发生在 7 月;20 世纪 80 年代为汉江上游流域丰水期,90 年代为明显少雨期,进入 21 世纪以来降水逐渐增长,突变点为 2005 年,面雨量总体呈不显著增长趋势;强降水主要集中在 7 月和 9 月,且日面雨量在 50.0 mm 及以上的强降水,仅 7 月就占了一半以上;7 月和 9 月发生 3 d 以上集中强降水过程的频次显著偏高,20 世纪 80 年代为集中强降水过程的频发期,90 年代频次明显下降,21 世纪以来频次明显增多,这与汉江流域汛期面雨量的年代际变化趋势相一致。另外,Hurst 分形指数为 0.690,表明未来汉江上游流域汛期面雨量具有持久性和长效记忆效应,未来雨量虽仍存在着增加趋势,但其变化具有较大的不确定性。

关键词:面雨量;汉江上游;气候特征

文章编号:1006-7639(2014)-02-0201-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-02-0201

中图分类号:P426.61+4

文献标识码:A

引言

汉江又称汉水,是长江最长的一条支流,发源于陕西西南部宁强县,继而向东南穿越秦巴山区的汉中、安康入湖北境内,再经襄阳、荆门于武汉汇入长江。汉江上游流域属于秦巴山地,地势起伏不平,其河槽泄洪能力与汛期洪水来量严重不平衡,一直以来都是防汛抗洪重点保护区。目前汉江流域内大中小型水库众多,而防汛抗洪决策的一个重要依据是水库水位和流量的变化,如何做好汛期汉江流域降水预报,是水文部门估计水库水位及流量变化、解决防汛抗洪及水库调度重要的基础性工作,同时也是流域安全和可持续发展的重要保证。

面雨量是指一定区域内的实际平均降水量,能客观地描述该区域实际降水资源状况,其大小对该区域的河水径流影响很大,同时也是水分循环、气候-水文模式等研究重要的基础数据^[1]。为寻求优良的面雨量估算方案,我国专家深入开展了致洪暴雨推算方法的研究,并在各大流域进行了广泛应

用^[2-10]。目前估算面雨量的方法主要有实况插值法、要素回归法、遥感相关法、神经网络法和物理模型法等,它们均有各自的适用条件^[11-22]。近年来汉江上游面雨量的研究仍处于探索阶段,随着观测资料的累积,如何寻求一种适合汉江上游流域面雨量的计算方法,掌握汉江上游流域多年面雨量时空变化规律,是提高汉江流域面雨量预报水平,规划长远防灾减灾战略的一项重要工作。

1 资料及方法

1.1 资料来源

采用汉江上游流域汉中和安康地区内 21 站近 41 a(1971~2011 年)的逐日降水资料以及水文气象部门提供的安康、石泉水库近 12 a(2000~2011 年)的逐日库流量资料。

1.2 3 种面雨量计算方法

面雨量是指某一特定区域的平均降水状况,定义为单位面积上的降水量。根据面雨量的定义,常

收稿日期:2013-09-10;改回日期:2013-11-08

基金项目:陕西省气象局 2014 年度气象科技创新基金项目(2014M-39)资助

作者简介:卢珊(1985-),女,汉族,陕西石泉人,硕士,工程师,从事天气预报研究及服务。E-mail:lushan660@163.com

用的计算方法有算术平均法、泰森多边形法、逐步订正格点法、等雨量线法、三角法等。为寻求一种适合汉江上游面雨量的计算方法,本文采用算术平均法、泰森多边形法、雨强面积加权算法进行对比分析。

算术平均法最为简便易行,一般适用于流域面积小、测站数多且分布较为均匀、雨量资料较为齐全的流域^[23]。其计算公式为:

$$\bar{R}_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (1)$$

式(1)中, \bar{R}_m 为流域面雨量, n 为测站总数, R_i 为第 i 站的降水量。

泰森多边形法也叫加权平均法或垂直平分法,该方法需要先求得各雨量站的面积权重系数,然后再将各站点雨量同对应的面积权重相乘后累加得到。此方法考虑了测站的权重,精度较高,对测站分布不均匀的流域尤为适合。其公式如下:

$$\bar{R}_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \cdot S_i}{S} \quad (2)$$

式(2)中, S_i 为第 i 个站点的泰森多边形面积, S 为全流域面积。

雨强面积加权法是充分考虑了每次降水过程的性质,引入了雨强权重 α 及面积权重 β 2 个系数,两者为互补函数($\alpha + \beta = 1$)。该方法需要在流域内利用相邻的雨量站构建 Delaunay 三角形网。其计算公式为:

$$\bar{R}_m = \alpha \left[\sum_{i=1}^n (R_i^2 / \sum_{i=1}^n R_i) \right] + \beta \left[\sum_{i=1}^n (R_i \cdot S_i / \sum_{i=1}^n R_i) \right] \quad (3)$$

式(3)中, S_i 为第 i 个三角形的面积, R_i 为组成第 i 个三角形的 3 个测站的雨量平均值。需要说明的是,本文主要关注降水的气候特性,因此平均考虑雨强和面积权重,取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

采用上述 3 种方法分别计算 2000 ~ 2011 年汛期的逐月面雨量,并与同期安康、石泉水库的平均库流量之和做相关性分析。结果表明,泰森多边形法、雨强面积加权法、算术平均法计算的汉江上游流域汛期面雨量均与同期总库流量有较好的正相关,其中算术平均法与总库流量相关系数最高达 0.818。从总库流量与算术平均法面雨量的线性相关图(图 1)可见,对应散点在线性拟合直线两侧均匀分布,其线性方程为: $y = 389.8x - 11347$ (y 为安康、石泉的逐月库流量之和; x 为算术平均法逐月面雨量),表明安康、石泉的逐月库流量之和随着逐月面雨量的增加而增加。因此,最终选取算术平均法进行汉江上游汛期面雨量的气候特征分析。

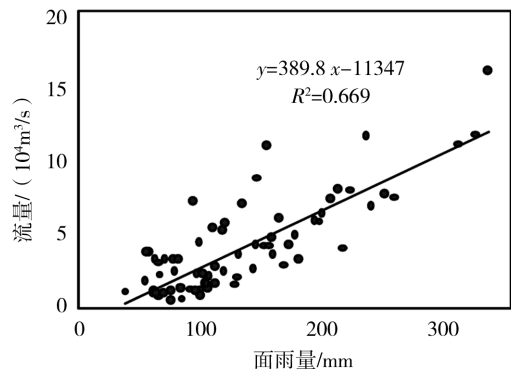


图 1 逐月库流量与算术平均法面雨量的线性相关图

Fig. 1 The linear correlation between monthly inflow and area precipitation calculated by arithmetic average method

2 汉江上游汛期面雨量特征

由汉江上游流域 41 a 汛期平均降水量的空间分布(图 2)可见,该区域大部汛期平均降水量在 600 ~ 800 mm 左右,同时降水大致呈现南多北少、西多东少的分布特征。另外还发现,降水量的大小与地形有着十分密切的关系,汉江上游汛期降水量高值区均位于大巴山山区海拔较高的镇巴、紫阳、宁强、镇坪等地,平均降水量基本都在 800 mm 以上,其中镇巴汛期降水量超过 1 100 mm,说明高山山区降水是汉江上游河流重要的补给来源之一。

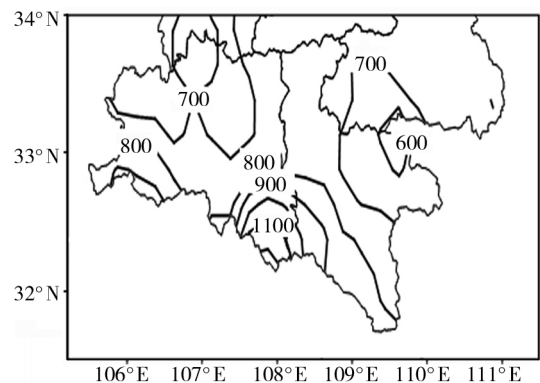


图 2 汉江上游流域汛期降水空间分布(单位:mm)

Fig. 2 Spatial distribution of precipitation in flood season in upper reaches of the Hanjiang River (Unit:mm)

2.1 汛期面雨量逐月变化及极值分布特征

2.1.1 汛期面雨量逐月变化特征

根据陕西气候特征,汛期一般开始于每年的 5 月,一直持续到当年的 10 月,其中划分 5、6 月为初汛期,7、8 月为主汛期,9、10 月为秋汛期。由汉江上游流域近 41 a(1971 ~ 2011 年)汛期各月平均面雨

量统计结果(图 3)可知,汛期面雨量呈现出明显的单峰特征,波峰位于主汛期的 7 月,雨量高达 181.6 mm。自 5 月入汛后面雨量呈逐月增加趋势,6~7 月出现了面雨量的陡增,增幅达 69.9 mm,此后,8 月明显下降,9 月出现了小幅度增加,这反映出该流域在初秋时节仍有较强的降水,这与秋季副热带高压及大陆高压对峙所导致的华西秋雨有密切关系。进入 10 月以后,降水显著减小,面雨量迅速跌至 80.9 mm,汛期随之趋于结束。

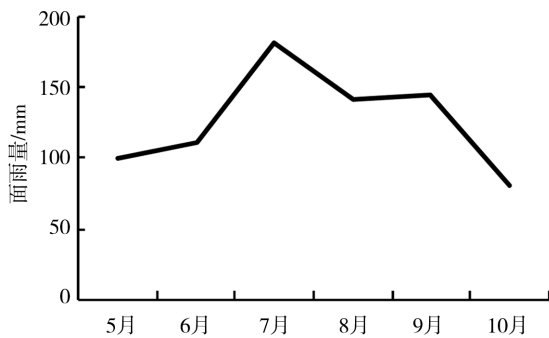


图 3 汉江上游流域汛期各月平均面雨量

Fig. 3 Monthly variation of average area precipitation in flood season in upper reaches of the Hanjiang River

2.1.2 汛期各月日面雨量极值分布特征

进一步分析汉江上游流域日面雨量极值的月分布情况可知,汛期的 5~10 月均可出现 50.0 mm 以上的强降水面雨量,而强度超过 60.0 mm 的日面雨量仅出现于主汛期的 7、8 月(图 4),其中最大日面雨量出现在 1979 年 7 月 15 日,这一天面雨量达到 88.2 mm,汉江上游流域 21 站中共计出现大暴雨 7 站,暴雨 9 站。

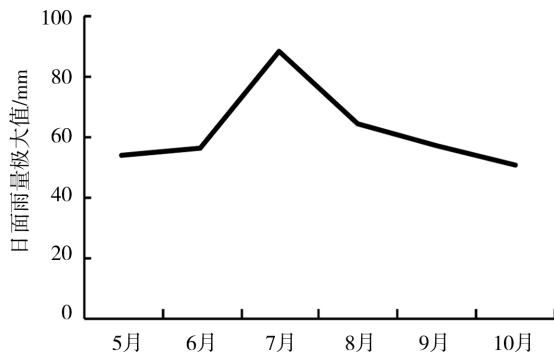


图 4 汉江上游流域汛期各月日面雨量极大值

Fig. 4 Monthly variation of daily maximum area precipitation in upper reaches of the Hanjiang River

可见,无论是汉江上游流域月最大降水,还是日面雨量极大值,均出现在主汛期的 7 月,8 月和 9 月

为仅次于 7 月的降水偏多时段。另外,对于 50.0 mm 以上的强降水面雨量,汛期各月均有出现。

2.2 汛期面雨量年代际变化特征

2.2.1 汛期累积面雨量及距平年变化

以 1971~2011 年为基准期,得到近 41 a 汉江上游流域汛期面雨量及距平的逐年变化曲线(图 5)。统计可知,汛期汉江上游面雨量多年平均值为 759.5 mm,41 a 中汛期最高面雨量出现在 1983 年,高达 1 180.3 mm,较平均值偏多 420.8 mm,最低面雨量 429.8 mm 出现在 1997 年,较平均值偏少 329.7 mm。从距平变化曲线可见,1980 年代汉江上游流域属于降水偏多期,10 a 间共有 6 a 出现正距平,汛期平均面雨量为 843.2 mm,其中 1983、1981、1984 年面雨量距平值位列第 1、3、4 位;1990 年代共有 8 a 距平出现负值,汛期平均降水量较 1980 年代减少了 20.9%,说明此期间汉江上游处于一个较长的少雨时期;进入 21 世纪以来,降水正距平出现次数增多,2011 年距平值为 251.1 mm,位列正距平中的第 2 高值,表明该流域近年来降水有增多趋势。

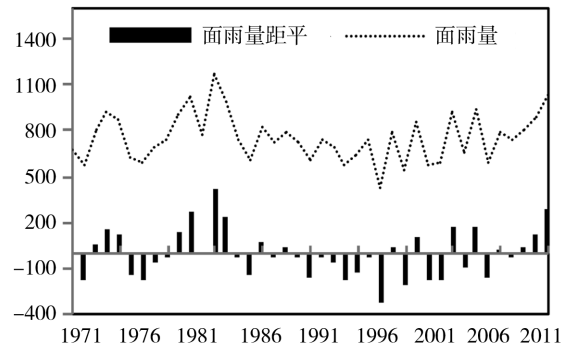


图 5 汉江上游流域汛期面雨量及距平逐年变化(单位:mm)

Fig. 5 Annual variations of area precipitation and anomaly in flood season in upper reaches of the Hanjiang River (Unit:mm)

利用 Morlet 小波分析近 41 a 汉江上游汛期面雨量的小波功率谱(图 6),并去除边界效应,可得到 14 a 及 2 a 这 2 个可信的显著振荡周期。其中,1970 年代末到 1980 年代中期,存在较明显的 14 a 左右的振荡周期,1990 年代后期到 2006 年,存在明显的 2 a 左右的振荡周期,且此阶段的 2 a 振荡周期能量最强,最为显著。而 1980 年代中期至 1990 年代中期,汉江上游面雨量的振荡周期不明显。

2.2.2 各时段面雨量年代际变化

从汉江上游汛期面雨量的年代际变化可见,1980 年代和 21 世纪以来为降水偏多期,而 1970 年

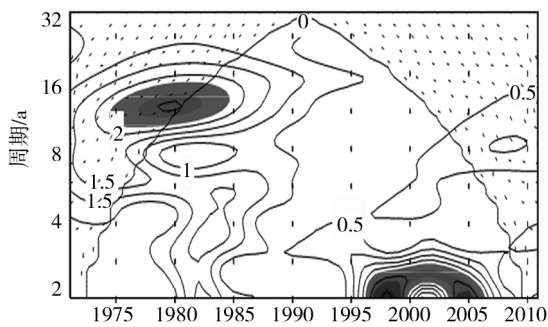


图6 汉江上游流域汛期面雨量 Morlet 小波分析
Fig. 6 Morlet wavelet analysis of area precipitation in flood season in upper reaches of the Hanjiang River

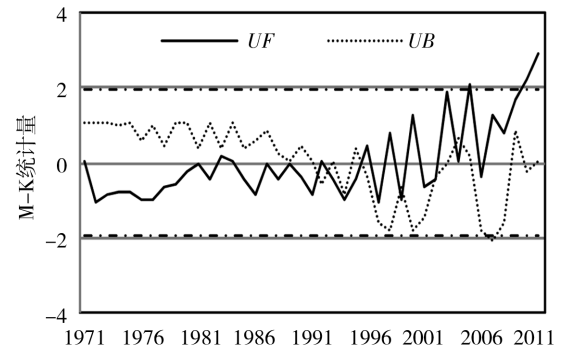


图7 汉江上游流域汛期面雨量 Mann-Kendall 统计
Fig. 7 Mann-Kendall statistic of area precipitation in flood season in upper reaches of the Hanjiang River

代和1990年代为相对少雨期,其中1980年代降水最盛,汛期面雨量达到843.2 mm(表1)。从变化趋势看,1990年代呈现为明显的降水低谷期,且为4个年代中最低,汛期面雨量仅为667.0 mm,初汛期、主汛期、秋汛期的面雨量较1980年代分别减少了7.8%、25.1%、26.6%。进入21世纪以来,汛期降水出现显著增长趋势,汛期累积面雨量较1990年代增加了113.5 mm,同时主汛期和秋汛期面雨量较1990年代分别增加了23%、30.6%,秋汛期的面雨量变化幅度最大。

表1 汉江上游汛期面雨量年代际变化(单位:mm)
Tab. 1 Decadal variations of area precipitation in flood season in upper reaches of the Hanjiang River (Unit:mm)

时段	初汛期	主汛期	秋汛期	汛期
1971~1980	206.8	297.5	241.0	745.3
1981~1990	226.5	371.8	244.9	843.2
1991~2000	208.8	278.5	179.7	667.0
2001~2011	203.3	342.5	234.7	780.5

2.2.3 汛期面雨量突变分析

图7为1971~2011年汉江上游流域汛期面雨量 Mann-Kendall 统计,由UF曲线可见,汉江上游流域汛期面雨量存在缓慢增长趋势,近10 a增长趋势逐渐超过0.05临界线,表明进入21世纪以来,汉江上游流域汛期面雨量增长趋势加快。UF和UB曲线第一次相交于1991年,之后直至21世纪初,2条曲线连续出现了若干次相交,且都位于信度线以内,说明在此期间面雨量变化趋势并不显著。但在2005年出现最后一次相交后,UF统计值明显上升,且超过0.05临界线,表明近几年来降水呈较明显的增长趋势,因此可确定21世纪以来的面雨量增长为一突变现象,突变时间为2005年。

2.3 汛期面雨量趋势预测

为了了解汉江上游汛期面雨量未来的可能性变化,采用重标极差R/S分形方法,应用双对数方法求得Hurst指数(简称H值)以预测降水未来变化趋势,这对流域长期风险防范策略的制定具有重要意义^[24-25]。

时间序列的Hurst指数介于0与1之间,以0.5为间隔,其在不同区间表现出不同的特性:当 $0 < H < 0.5$ 时,表现为反持久性分形布朗运动,此时时间序列的未来数据倾向于返回历史点,意味着如果序列此时的方向是向上的,那么它在下一时刻很可能逆转;当 $H = 0.5$ 时,表现为标准布朗运动,时间序列可以用随机变化来描述;当 $0.5 < H < 1.0$ 时,表现为持久性分形布朗运动,时间序列具有长期相关的特征,也就是增量的变化具有持久性效应。另外H值越接近1,相关性越强,表明这种持久性效应更加明显,若H值越接近0.5,出现随机增长的态势越大。

经计算,得到1971~2011年汉江上游汛期面雨量时间序列的H值为0.690,表明汛期面雨量未来变化趋势与过去雨量变化存在相关性,并具有持久性和长期记忆效应。Mann-Kendall趋势检验显示,汉江上游汛期面雨量自1971年以来呈现不显著的增长趋势,因此由H值判断,未来汉江上游汛期面雨量仍然存在增加趋势,然而由于0.690更加接近0.5,所以未来汛期面雨量随机增长的态势较为明显,说明在目前气候变暖的影响下,汉江上游汛期面雨量的变化仍具有较大的不确定性。

3 不同等级日面雨量频次分布特征

将汉江上游流域汛期日面雨量划分为0.1~4.9、5.0~9.9、10.0~19.9、20.0~29.9、30.0~49.9、50.0~69.9、 ≥ 70.0 mm 7个等级。一般来说,当日

面雨量 ≥ 20.0 mm时,就对应着大面积流域的区域性暴雨日,而当日面雨量 ≥ 30.0 mm时,则流域内多站已为暴雨以上的强降水,因而,将日面雨量 ≥ 20.0 mm称为强降水面雨量。

对1971~2011年汛期各月不同等级逐日面雨量出现频次进行统计(表2),发现汉江上游流域汛期日面雨量为0.1~9.9 mm的概率为80.1%,降水量为10.0~19.9 mm的概率为11.8%,出现20.0 mm及以上的强降水面雨量仅占8.1%。强降水主要出现在主汛期的7月及秋汛期的9月,频次达到108次和87次,分别占强降水总数的26.8%和21.6%。日面雨量为50.0 mm的强降水在41 a中共计出现18次,且在汛期各月均有出现,但仅7月就达10次之多,达到汛期的一半以上。另外,41 a中汛期日面雨量超过70.0 mm的强降水仅在7月出现过一次。

表2 汉江上游流域汛期不同等级

日面雨量频次分布(单位:次)

Tab.2 Distribution of frequency for different levels daily area precipitation in flood season in upper reaches of the Hanjiang River

等级/mm	5月	6月	7月	8月	9月	10月
0.1~4.9	504	543	635	617	483	477
5.0~9.9	107	111	146	135	112	118
10.0~19.9	96	89	122	103	121	56
20.0~29.9	31	41	63	45	54	15
30.0~49.9	9	16	35	30	31	15
50.0~69.9	1	2	9	2	2	1
≥ 70.0	0	0	1	0	0	0

4 3 d以上集中强降水特征

统计连续3 d以上日面雨量 ≥ 20.0 mm的集中强降水过程发现,41 a中此类强降水过程共发生14次。除5月和10月外,汛期的6~9月均有出现,不过6、8月仅分别出现了1、2次,而主汛期的7月和秋汛期的9月发生频次显著偏高,分别为5次和6次,占到集中强降水过程总数的35.7%和42.9%。

1971~2011年汉江上游流域3 d面雨量之最发生在1973年9月5~7日,3 d累计面雨量达到121.5 mm,其中5日和6日的日面雨量分别为44.0 mm和49.0 mm,2 d内汉江上游流域出现暴雨日共18站次。另外还发现,41 a间汉江上游流域共计发生了连续4 d的集中强降水过程4次,分别发生在1975年9月29日至10月2日、1981年8月21~24日、

2003年8月29日至9月1日以及2007年7月3~6日,其中2003年8月29日至9月1日累计面雨量最大,达到147.5 mm,期间汉江上游流域共出现暴雨日19站次。

分析1971~2011年集中强降水过程的年代际变化发现,1980年代为集中强降水过程的频繁期,发生连续3 d以上强降水过程共7次,占到集中强降水过程总数的一半。相较1980年代,1990年代集中强降水过程频次急剧下降,10 a间仅发生1次,然而进入21世纪以来,集中强降水过程出现增多趋势,期间还出现了2次连续4 d的集中强降水,这与前面研究得出的汉江上游流域汛期面雨量1980年代偏多、1990年代偏少、21世纪以来增多的年代际变化趋势相一致。

5 结论

(1)泰森多边形法、算术平均法、雨强面积加权法3种面雨量计算方法中最适合汉江上游流域汛期的是算术平均法,其面雨量与总库流量的相关系数最高,达0.818。逐月总库流量随逐月面雨量的增加而增加,逐月面雨量1 mm的增加,对应着库流量389.8 m³的增加。

(2)汉江上游流域面雨量在汛期呈现出单峰特征,波峰位于主汛期的7月。汛期降水主要集中在7、8、9月,其中7月降水量最大,8月和9月次之,而初秋9月的多雨与著名的华西秋雨有密切关系。汛期各月均有出现50.0 mm的强降水面雨量,但日面雨量极大值仍发生在7月,高达88.2 mm。

(3)汉江上游流域面雨量存在着14 a及2 a显著的周期振荡,分别存在于1970年代末到1980年代中期以及1990年代后期到2006年。1980年代为汉江上游流域盛水期,1990年代为明显的少雨期,共8 a出现负距平,进入21世纪以来降水呈现出增长趋势,突变点位于2005年。另外,未来汉江上游流域面雨量仍存在增加趋势,但其变化具有较大的不确定性。

(4)日面雨量在20.0 mm及以上的强降水主要出现在7月和9月,分别占强降水总数的26.8%和21.6%。日面雨量达到50.0 mm的强降水汛期各月均有出现,但仅7月就占了一半以上。

(5)41 a中3 d以上集中强降水过程共发生14次,主要集中在7月和9月,分别占集中强降水过程总数的35.7%和42.9%。1980年代为集中强降水过程的频繁期,1990年代频次明显下降,10 a间仅发生1次,进入21世纪以来,集中强降水过程明显

增多,期间还出现了2次连续4d的集中强降水,这与汛期汉江上游流域面雨量的年代际变化趋势相一致。

参考文献:

- [1] 史玉光,孙照渤,杨青. 新疆区域面雨量分布特征及其变化规律[J]. 应用气象学报,2008,19(3):326-332.
- [2] 董官臣,冶林茂. 面雨量在气象预报中的应用[J]. 气象,2000,26(1):9-13.
- [3] 毕宝贵,徐晶,林建. 面雨量计算方法及其在海河流域的应用[J]. 气象,2003,29(8):39-42.
- [4] 徐晶,林建,姚学祥,等. 七大江河流域面雨量计算方法及应用[J]. 气象,2001,27(11):13-16.
- [5] 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.
- [6] 于大峰,陈良华,孙士型,等. 长江上游流域面雨量时空分布特征[J]. 干旱气象,2012,30(4):563-569.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 曹玲,窦永祥. 黑河流域降水的时空特征及预报方法[J]. 干旱气象,2005,23(2):35-38.
- [10] 杨秋明,沈树勤. 苏南地区夏季面雨量与北半球500hPa环流遥相关的年代际变化[J]. 气象科学,2003,23(1):39-40.
- [11] 周筱兰,张礼平,王仁乔. 应用最优化订正法制作长江上游面雨量预报[J]. 气象,2003,29(3):31-33.
- [12] 方慈安,潘志祥,叶成志,等. 几种面雨量计算方法的比较[J]. 气象,2003,29(7):23-26.
- [13] 丁太胜,刘惠敏. 汛期强降水面雨量分析和预报[J]. 气象科学,2003,23(3):346-351.
- [14] 陈海波,严华生,陈文,等. 宁夏六盘山区多年降水的时空变化分析[J]. 干旱气象,2009,27(2):103-110.
- [15] 李才媛,王仁乔. 长江上游流域短期强降水面雨量预报系统[J]. 气象,2003,29(3):34-37.
- [16] 叶正伟,李宗花. 1951年来洪泽湖流域面雨量变化特征与趋势分析[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(12):1392-1396.
- [17] 李巧媛. 1962~2011年湖南各量级降水的年变化特征[J]. 干旱气象,2012,30(3):353-359.
- [18] 何健,王春林,毛夏,等. 利用雷达回波与GIS技术反演面雨量研究[J]. 气象科技,2006,34(3):336-340.
- [19] 张楠楠,桑建人,杨侃,等. 宁夏中雨及以上降水过程气候特征统计分析[J]. 干旱气象,2010,28(2):173-178.
- [20] 贺皓,蔡新玲. 汉江中上游流域面雨量预报方法[J]. 陕西气象,2005(1):11-13.
- [21] 李玲萍,李岩璞,奚立宗. 河西走廊东部降水资源变化特征比较[J]. 干旱气象,2010,28(2):152-159.
- [22] 王传辉,唐晓萍,吴萍. 青藏高原汛期不同等级降水变化特征分析[J]. 干旱气象,2010,28(4):384-390.
- [23] 秦承平,居志刚. 清江和长江上游干支流流域面雨量计算方法及其应用[J]. 湖北气象,1999(4):16-18.
- [24] Hurst H E. Long-term storage capacity of reservoirs[J]. Transaction of the American Society of Civil,1951:770-779.
- [25] Mandelbr B B, Wallis J R. Robustness of rescaled range R/S in measurement of noncyclic long run statistical dependence[J]. Water Resources Research,1969,5(5):967-988.

Climate Characteristics of Area Precipitation in Flood Season in Upper Reaches of the Hanjiang River

LU Shan¹, WANG Baipeng², HE Hao¹, LI Jianke¹, GAO Hongyan¹

(1. Shaanxi Meteorological Service Center, Xi'an 710015, China;
2. Shaanxi Lighting Protect Center, Xi'an 710015, China)

Abstract: Based on daily precipitation data of 21 meteorological stations in flood season (from May to October) during 1971-2011 in the upper reaches of the Hanjiang River and daily inflow in Ankang and Shiquan during 2000-2011, the climate change characteristics and future trend of area precipitation during the flood season in the upper reaches of the Hanjiang River were analyzed systematically by using anomaly analysis, Morlet wavelet analysis, Mann-Kendall test, correlation analysis and rescaled range analysis methods. The results showed that the precipitation in the upper reaches of the Hanjiang River mainly happened from July to September, the monthly and daily maximum area precipitation appeared in July. The area rainfall had an insignificant increase trend in the whole in the upper reaches of Hanjiang River in the past 41 years. Therein, the area rainfall was more in the 1980s, that significantly decreased in the 1990s and obviously increased since the 2000s, and the mutation of area precipitation occurred in 2005. The heavy rain mainly concentrated in July and September, which with 50 mm and above of the daily area precipitation accounted for more than half in July. The occurrence frequency of heavy rainfall with 3 or more days was obviously higher in July and September. The continuous heavy rainfall was frequently appearing in the 1980s, decreased in the 1990s, and gradually increased since the 2000s, which was consistent with the decadal change of area precipitation in the upper reaches of the Hanjiang River. Furthermore, Hurst index was 0.690, and that was closer to 0.5. This means that the future area precipitation will maintain current upward trend, but it is biggish uncertainty.

Key words: area precipitation; upper reaches of the Hanjiang River; climate characteristics