

长江上游嘉陵江首末场强降水时间特征分析及预测

肖莺 陈晨 杜良敏

(武汉区域气候中心, 武汉 430074)

摘要: 为满足长江流域水文气象预报防汛和蓄水服务需要, 利用功率谱方法对1961—2017年共55年逐日雨量资料, 分析了嘉陵江首末场强降水时间周期特征, 并利用中国气象局130项气候系统监测指数和逐步回归方法, 开展了首末场强降水预测方法研究。结果表明, 嘉陵江首末场强降水时间的周期特征显著。基于监测指数建立的回归方程模拟效果好, 复相关系数均通过了0.001显著性水平检验。利用回归方程对2006—2017年开展了独立样本检验, 符号一致率均为66.7%, 表明该方法具有一定的参考价值。

关键词: 首末场强降水, 长江上游, 嘉陵江, 水文气象预报服务

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2018.04.012

Analysis on Characteristics and Forecast Method of the First and Last Heavy Rainfall in Jialing River of Upper Yangtze River

Xiao Ying, Chen Chen, Du Liangmin

(Wuhan Regional Climate Center, Wuhan 430074)

Abstract: In order to meet the needs of flood control and water storage service in hydrometeorological forecast, the periodic features of the first and last heavy rainfall in the Jialing River of upper Yangtze River are analyzed, by applying the power spectrum method to daily precipitation data at meteorological stations. A prediction method for the first and last heavy rainfall are studied by means of stepwise regression applied to climate system monitoring indexes provided by China Meteorological Administration. The results indicate that there exist obvious periodic features on the first and last heavy rainfall in Jialing River. The regression equations are set up with monitoring indexes. All multiple correlation coefficients of every equations have passed 0.01% significant test level. This means that the equations fit observations very well. The independent sample test results for 2006—2017 from the regression equations show that anomaly sign consistent rates are both 66.7%. Those results mean that this method has a certain reference value.

Keywords: The first and last heavy rainfall, upper Yangtze River, Jialing River, hydrometeorological forecast service

0 引言

长江上游五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、重庆到宜昌区间流域, 其分布在四川、贵州、湖北及重庆境内, 地形、地貌十分复杂。受上游复杂地形、地貌的影响, 流域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。此外, 该流域强降水具有明显的区域性特征, 且降水强度大、过程多。国内学者先后进行了一系列研究。有些着重于研究流域面雨量方法, 如毕宝贵等和方慈安等^[1-2]; 有些着重于面雨量时空分布特征, 如王仁乔等研究了上游六大流域强降水面雨量特征, 指出强降水面雨量出现频次具有明显的季节变化和年际变化特征; 于大峰提出了长江上游流域干湿季节转换指标和计算方法, 认为夏季风由东南向西北推进缓慢, 冬季风由北向南推进迅速; 高琦等研究结果表明, 不同流域强降水面雨量等级分布差异较大、极值分布差异明显, 重庆至万县、万县至宜昌两个流域月极大值明显大于其他流域^[3-5]。有些对长江流域出现的强降水过程

收稿日期: 2017年12月15日; 修改日期: 2018年6月5日
第一作者: 肖莺(1984—), Email: xiaoying15036@163.com
资助信息: 长江流域极端降水气候事件预测方法研究及软件开发(2417020001); 湖北省气象局2017年重点科技项目(2017Y04); 湖北省气象局2017年科技项目(2017Q05)

展开了分析，如施望芝等客观分析了116次强降水的500 hPa环流形势场和700 hPa天气系统，并归纳出六大流域不同季节强降水的天气模型及天气系统；张萍萍等对30次长江上游与洞庭湖洪水遭遇过程进行了分析，建立了5类天气学概念模型^[6-7]。这些研究都是基于气象基本观测事实展开“计算方法—时空分布—成因机理”的一系列研究，对不同空间、不同时间尺度降水开展分析，并建立了相关天气模型。本文将针对长江流域水文气象预报服务需求，着手于水库调度所关注的强降水发生时间，重点开展长江上游五大流域之一——嘉陵江首末场强降水时间特征分析及预测方法研究。

1 资料与方法

采用的资料有：1961—2017年共55年嘉陵江49个气象站点逐日（20时至次日20时）雨量实况资料，中国气象局130项气候系统监测指数集。所选站点基本均匀分布（图1）。

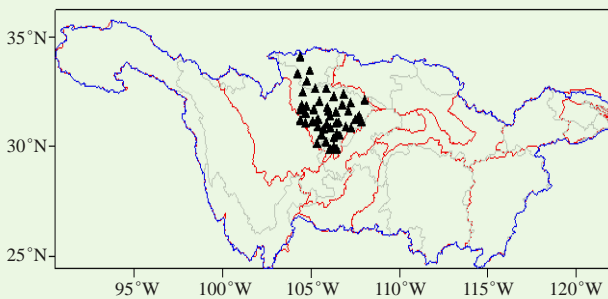


图1 长江上游嘉陵江49个代表气象站空间分布

Fig. 1 Locations of 49 meteorological stations in Jialing River

面雨量的计算方法：基于逐日雨量资料，采用算术平均法，分别计算出嘉陵江的面雨量。

采用百分位法定义长江上游嘉陵江强降水的阈值。具体做法为：基于连续两天平均面雨量，将面雨量按升序排列，取排序后降水序列的第95个百分位值定义为强降水阈值。计算得到嘉陵江强降水阈值为24.5 mm。当各流域面雨量超过各自对应的阈值时，记为一次强降水过程。根据强降水过程计算方法，统计历史上强降水过程。选取每年的第一场强降水过程发生首日为首场强降水时间，最后一场强降水过程发生首日为末场强降水时间。

采用逐步回归方法实现首末场强降水时间预测。具体做法：基于嘉陵江首末场强降水时间历史序列和相应时段的130项气候系统监测指数，利用逐步回归方法，建立首末场强降水时间的回归方程。将预报年份的气候系统监测指数代入回归方程，得到首末场强降水时间的预测结论。

2 嘉陵江首末场强降水时间特征分析

根据定义，计算得到长江上游嘉陵江首场强降水时间历史序列。从历史平均来看（表1），嘉陵江首场强降水开始日发生在5月6日，末场强降水开始日发生在9月26日。首场强降水最早发生在4月2日（1973年），最晚发生在6月19日（2009年），两者时间可相差78 d；末场强降水最早发生在7月1日（1997年），最晚发生在11月18日（1961年），两者时间可相差119 d。利用功率谱方法提取首末场强降水时间逐年序列的显著周期，结果显示：嘉陵江首场强降水同时具有年际和年代际尺度周期，表现为准2 a和11~18 a周期；末场强降水具有显著的年代际尺度周期，分别为7~11、7~12和8~14 a周期。

表1 长江上游嘉陵江首末场强降水时间统计表

Table 1 Climatic date of the first and last heavy rainfall in the Jialing River of upper Yangtze River

	历史平均	中位数	方差	最早年 (发生时间)	最晚年 (发生时间)	最早和最晚 时间差
首场强降水	5月6日	5月2日	369	1973 (4月2日)	2009 (6月19日)	78 d
末场强降水	9月26日	9月26日	549	1997 (7月1日)	1961 (11月18日)	119 d

3 五大流域首末场强降水时间预测方法研究

根据三峡水库服务需求，制作嘉陵江首场强降水时间预测产品的时间为同年的3月，制作嘉陵江末场强降水时间预测产品的时间为同年的8月。为了尽可能地囊括影响因子，采用提前一年的气候系统监测指数，即上一年9月至当年提前1个月的指数集，进行首末场强降水预测。利用1961—2005年首末场强降水时间序列与相应时段的气候系统监测指数建立逐步回归方程，2006—2017年做独立样本检验。

图2给出了首末场强降水时间的拟合和独立样本检验情况。从拟合情况看，首场、末场均是有42个指数进入了逐步回归方程。拟合结果显示，首场和末场强降水时间回归值与观测值之间几乎完全拟合，两者之间的相关系数高达1.0；统计检验表明回归方程是显著的，通过0.001的显著性水平检验。独立样本检验显示，首场强降水时间预测值与实况值的相关系数为0.56，通过0.05的显著性水平检验，从符号一致率看，正确率为66.7%，表明12年内有8年的趋势预报是正确的；末场强降水时间预测值与实况值的相关系数较首场有所下降，为0.4，未通过0.05显著性水平检验，从符号一致率看，正确率为66.7%，同样的也是12年内有8年的趋势预报正确。

4 结论

基于长江上游嘉陵江气象站点雨量资料和中国气

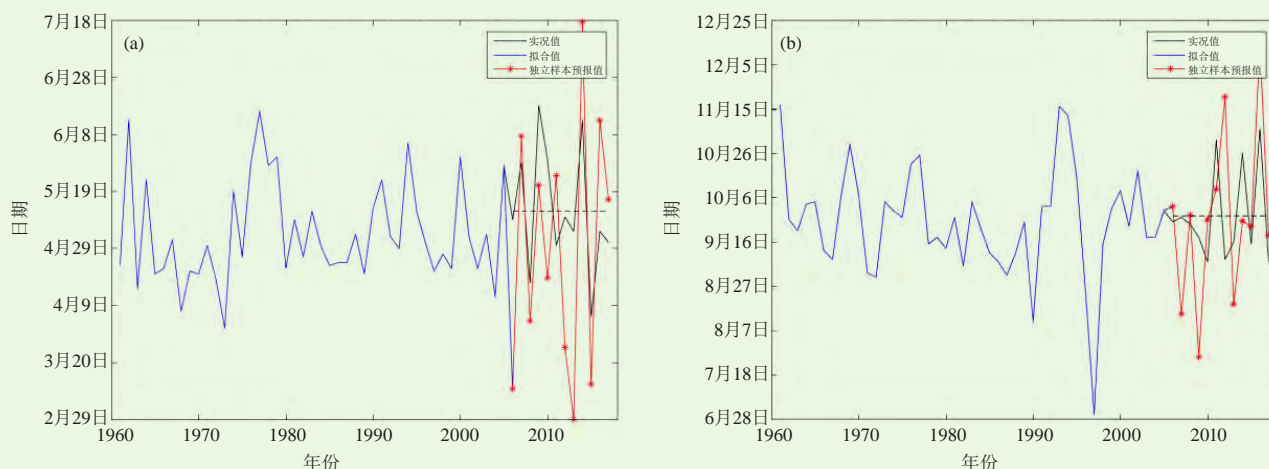


图2 嘉陵江首场(a)、末场(b)强降水时间的多元线性回归曲线(蓝线)、独立样本检验(红线:预测值,黑线:实况值)
Fig. 2 Variations of the first (a) and last (b) heavy rainfall date (blue line) and independent sample test results (red line: forecasting values, black line: observations)

象局130项气候系统监测指数集,利用功率谱和逐步回归方法,开展了嘉陵江首末场强降水时间特征分析及预测方法研究。得到以下结论:

1) 嘉陵江首末场强降水时间具有显著的年际差异。首场强降水时间最早和最晚可相差两个月以上(78 d),末场强降水时间最早和最晚甚至可相差3个月以上(119 d)。

2) 首末场强降水时间周期特征显著。嘉陵江首场强降水同时具有年际和年代际尺度周期,表现为准2 a和11~18 a周期;末场强降水具有显著的年代际尺度周期,分别为7~11、7~12和8~14 a周期。

3) 基于气候系统监测指数建立的首末场强降水时间逐步回归方程模拟效果好,复相关系数均通过了0.001显著性水平检验。2006—2017年独立样本检验结果显示:首场强降水开始时间预测值与实况值相关系数通过了0.05显著性水平检验;首场和末场预测距平符号一致率均为66.7%。

本文的预测方法研究仅初步利用中国气象局下发的指数集建立回归模型。从结果可以看出,本研究成果对于嘉陵江首场、末场强降水时间趋势预测,有一定的预报技巧。在实际业务中,还需结合延伸期预报来一并做出最终结论。

参考文献

- [1] 毕宝贵,徐晶,林建. 雨量计算方法及其在海河流域的应用. 气象, 2003, 29(8): 39-42.
- [2] 方慈安,潘志祥,叶成志,等. 几种流域面雨量计算方法的比较. 气象, 2003, 29(7): 42-45.
- [3] 王仁乔,李才媛,王丽,等. 六大流域强降水水面雨量气候特征分析. 气象, 2000, 29(7): 38-42.
- [4] 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. 干旱气象, 2012, 30(4): 563-569.
- [5] 高琦,徐明,李武阶,等. 长江上游六流域强降水水面雨量特征分析. 人民长江, 2013, 44(13): 14-17.
- [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. 湖北气象, 2003, 2: 14-17.
- [7] 张萍萍,张俊,田刚,等. 长江上游与洞庭湖洪水遭遇天气概念模型研究. 人民长江, 2015, 46(12): 28-32.