

文章编号: 1006-4354 (2013) 02-0016-04

2011 年汉江流域秋汛气象水文特征分析

卢 珊, 贺 皓, 高红燕

(陕西省气象服务中心, 西安 710014)

摘 要: 利用常规气象观测、NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料及安康、石泉两地水情观测资料, 对 2011 年汉江流域秋汛进行了气象水文特征分析。结果表明: 2011 年汉江流域秋汛属于典型的华西秋雨形势。西部低槽槽底冷空气不断分裂南下, 与副高外围的暖湿气流交汇于关中陕南地区, 是汉江流域秋汛产生的有利天气背景; 2011 年汉江流域秋汛期间, 台风外围的偏东气流与副高外围的偏东气流汇合, 并在西进中在四川东部形成偏南气流, 为雨区提供了充足的水汽; 汉江流域面雨量同安康、石泉两地的入库流量有着相同的升降趋势, 在汉江流域面雨量出现明显的雨强之后的 48 h 到 72 h 内, 对应着入库流量的峰值出现。面雨量预报在汉江流域防汛工作、生产调蓄调度中, 可以成为重要的参考指标投入业务使用。

关键词: 汉江流域秋汛; 入库流量; 面雨量

中图分类号: P333.2

文献标识码: A

“华西秋雨”是我国西部地区秋季多雨的特殊天气现象, 因其雨日多、雨量小的特点, 又被老百姓称之为“雨淋”。然而 2011 年 9 月, 陕西秋雨异常明显, 降水量达到常年同期的 3 倍以上, 为 1951 年以来同期最多, 并且全省共有 165 站次出现暴雨, 实属历史罕见。

1 降雨和洪水概况

2011 年 9 月, 陕西秋汛包括 4 次降水过程, 分别为 3 至 7 日、9 至 14 日、16 至 19 日及 26 至 29 日。陕西大部 9 月降水总量超过 100 mm, 关中及陕南地区为 200~400 mm, 其中镇巴以 648.6 mm 位居全省最高 (图 1)。此次强秋淋呈现出阴雨过程多、间隔时间短、降水范围广、局地强度大、致灾性强等特点。接连出现的大范围降水过程, 使得黄河、渭河、汉江干支流相继涨水, 渭河、汉江出现 2011 年入汛以来最大洪水过程, 河流超警戒次数之多为历史少见。

9 月 20 日以前连续发生 3 次连阴雨天气过程, 这 3 次过程的降水量占全月总和的 9 成以

上。第一次降水过程中, 强降水主要集中在 5 至 7 日, 关中陕南地区过程降水总量均超过 50 mm, 关中大部及陕南南部超过 100 mm, 3 d 内关中和陕南地区出现暴雨共计 53 站次, 大暴雨

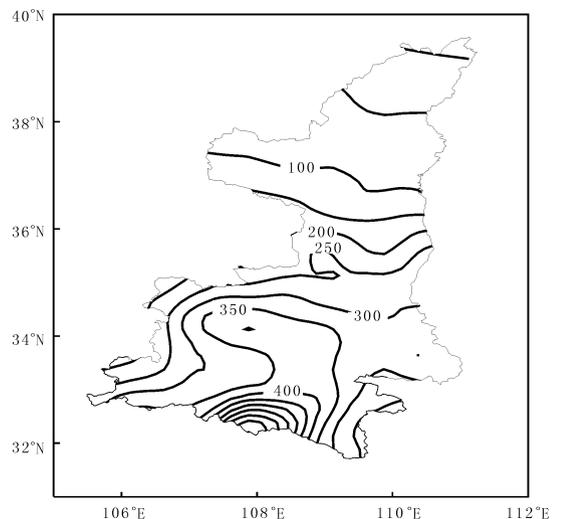


图 1 2011 年 9 月陕西降水分布图 (单位: mm)

收稿日期: 2012-08-17

作者简介: 卢珊 (1985—), 女, 陕西石泉人, 硕士, 助工, 从事公众气象服务。

基金项目: 陕西省气象局 2013 年度气象科技创新基金项目 (2013M-36)

1 站次。9 月 9 至 14 日, 即第二次过程主要降水时段, 关中陕南过程降水总量超过 50 mm, 陕南大部都在 100 mm 以上, 出现暴雨 45 站次, 大暴雨 3 站次。在第三次连阴雨过程中, 9 月 16 日 20 时到 18 日 20 时, 关中及陕南地区出现过程雨量超过 100 mm 的站点 26 个, 其中汉中的镇巴以 247.1 mm 位居全省首位。这次降水过程给汉江流域造成严重的汛情, 19 日 13 时, 安康水电站坝前水位达 329.57 m, 超警戒水位 4.57 m; 汉江安康城区段水位达 246.97 m, 流量达 13 800 m³/s, 使得参与防洪调度的大中型水库水位都处于高位, 基本没有防洪错峰潜力。关中陕南部分地区发生山洪、泥石流, 滑坡等灾害。前三次洪水过程, 全省有 78 个县, 925 个乡镇, 305.9 万人受灾。因灾死亡 58 人, 失踪 4 人。据不完全统计, 洪涝灾害造成的直接经济损失为 45.18 亿元。

2 气象特征

2.1 大尺度背景特征

2011 年 9 月上中旬, 500 hPa 中高纬度环流稳定, 西西伯利亚阻高强盛, 冷空气不断在巴尔喀什湖附近低槽中堆积, 中纬度东亚盛行纬向气流, 引导冷空气不断东移南下, 同时西太平洋副热带高压十分强盛, 其外围的偏南暖湿气流与东移南下的冷空气在秦岭山脉附近持续交汇, 形成了陕西强秋淋天气。

秋汛前期, 西太平洋副热带高压呈带状长时间控制我国南部(图略)。9 月 16 日 20 时, 500 hPa 高空图(图 2)上, 西西伯利亚阻高强度强盛, 有闭合的 572 dagpm 高压中心, 从鄂霍次克海至我国新疆北部为宽广的东北西南向横槽, 东亚 40°N 为平直西风气流, 引导冷空气偏北东移, 相应地面冷空气不断从华北南下, 冷空气在南下中不断回流到河套地区, 588 dagpm 中心虽在东南部海域低值系统的影响下东退至 130°E 以东, 但 584 dagpm 线仍控制着长江以南地区, 其外围暖湿气流与东移南下冷空气交汇于关中陕南地区, 为这次陕西中南部出现的持续区域性暴雨天气提供了有利的环流背景。

2.2 与 2005 年汉江流域秋汛天气背景的比较

2005 年, 方建刚等人^[1]就对华西秋雨的大气

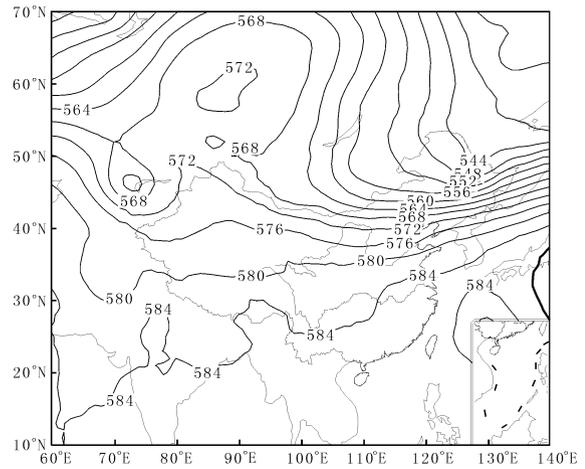


图 2 2011-09-16T20 500 hPa
高度场(单位:dagpm)

环流特征做过相关研究, 指出其典型的环流形势为: 孟加拉湾存在深厚的低槽, 副高异常强盛, 乌拉尔山阻高处于准静止或缓慢移动状态, 巴尔喀什湖为稳定的长波槽或低压, 中纬度西风带扰动同副高外围西南暖湿气流相结合, 低层偏北风与偏南风长时间交汇于华西及汉江上游地区。崔讲学等人^[2]在研究 2005 年 9 月 20 日到 10 月 6 日发生在汉江中上游地区的持续性强降水天气时发现, 此次秋汛也包括有三次明显的降水天气过程, 分别为 24 到 26 日、27 到 29 日以及 9 月 30 日到 10 月 2 日, 相比于 2011 年在发生时间上稍晚。2005 年 9 月 30 日 08 时 500 hPa 形势场(图 3),

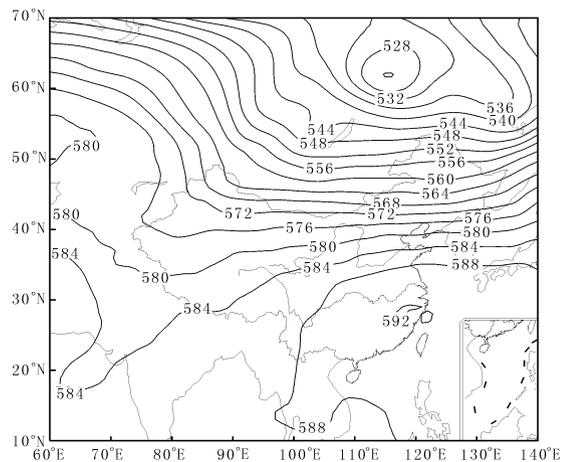


图 3 2005-09-30T08 500 hPa
高度场(单位:dagpm)

同样是典型的东高西低形势,乌拉尔山阻塞高压缓慢移动,巴尔喀什湖为稳定的长波槽,从长波槽中不断分裂出短波槽影响陕西地区。不同的是此长波槽比起 2011 年来更加偏西,另一方面,2005 年的西太平洋副热带高压同样位置更加偏北强度更强,其高压脊线维持在 $27^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 附近,588 dagpm 线西脊点到达 100°E 左右。副高南侧的东南气流与南下冷空气在陕西相遇,为 2005 年汉江流域秋汛的产生提供了有利的背景场。

分析 2011 年及 2005 年秋汛的环流背景发现,这两年均为西部低槽、东部副高的东高西低形势,槽底冷空气不断南下侵入陕西。副高外围的暖湿气流同南下的冷空气交汇于关中陕南地区,是汉江流域秋汛产生的有利天气背景。也就是说,2005 年及 2011 年汉江流域秋汛均属于典型的华西秋雨环流形势。

2.3 水汽来源

2011 年强秋汛期间,陕西地区具有稳定的水汽输送。分析 2011 年 9 月 18 日 02 时 850 hPa 水汽通量(图 4)可发现,在第三次强降水过程

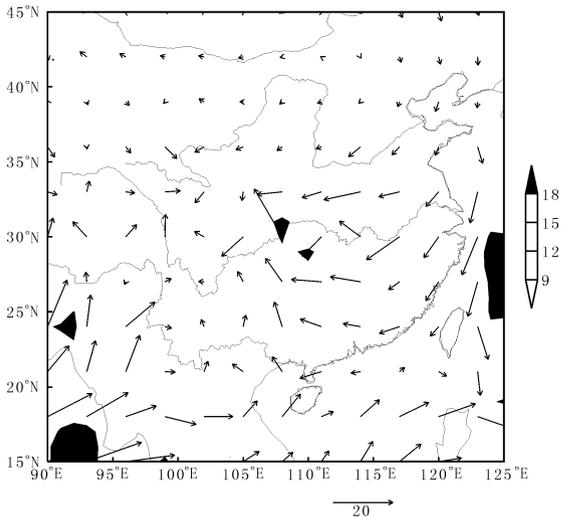


图 4 2011-09-18T02 850 hPa 水汽通量
(单位为 $\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$, 阴影区
水汽通量 $\geq 9 \text{ g}/(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$)

中,对流层低层有一股热带气旋或台风外围的偏东气流与副高外围的偏东气流汇合,并在西进中在四川东部形成偏南气流,为雨区提供充足的水汽。

而 2005 年强降水发生前有两股暖湿气流汇集于汉江上游:一股是副高南侧的东南气流,另一股是西南气流(图略),为持续降水提供充足的水汽。

3 水文特征

3.1 洪水特征

由安康及石泉 1 h 最大入库流量时间曲线图(图 5)可见,2011 年 9 月汉江流域共出现三次明显的秋汛,分别为 9 月 6 至 9 日、11 至 15 日、16 至 21 日,且这三次秋汛呈阶梯上升趋势。在第三次秋汛中的 9 月 18 日,石泉和安康 1 h 的最大入库流量分别达到 $10\ 788 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $18\ 419 \text{ m}^3/\text{s}$,19 日安康 1 h 最大入库流量更是达到 $19\ 139 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

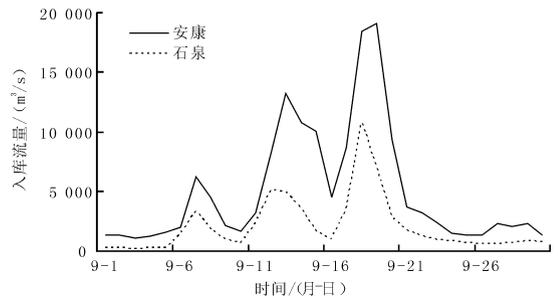


图 5 2011 年 9 月安康、石泉最大入库
流量时间曲线图

3.2 面雨量与入库流量的关系

水文部门在制作径流预报和洪水预报时,常常要考虑到面雨量的问题,面雨量作为特定区域的降水强度,对水文部门和水库调度具有重要的参考意义^[3-12]。

面雨量的计算方法很多,借鉴贺皓等^[13]提出的雨强面积加权算法。选取汉中、安康两地区的 21 个站点,共构成了汉江流域的 24 个三角形网,面雨量 R 计算公式为:

$$R = \alpha \left(\sum_{i=1}^{24} R_i^2 / \sum_{i=1}^{24} R_i \right) + \beta \left(\sum_{i=1}^{24} (R_i \cdot S_i / \sum_{i=1}^{24} S_i) \right),$$

S_i 为第 i 个三角形面积, R_i 为组成第 i 个三角形的三个测站的降水平均值, α 、 β 分别为雨强权重和面积权重,两者是互补函数 ($\alpha + \beta = 1$)。这是充分考虑到每次降水过程性质的不同,根据天气形势、温湿条件和层结稳定度,确定出降水性

质, 由预报员确定出 α 和 β 的值。若是对流性降水, 分布不均, 雨强占主导地位, α 取值 0.6~0.75; 若是稳定性降水, α 、 β 数值大小几乎一致。考虑到 2011 年 9 月强秋汛的对流性降水性质, 最终选取 α 为 0.65, β 为 0.35。

将 2011 年 9 月逐日安康和石泉入库流量相加后, 同上述方法所得到的面雨量进行比较可见(图 6), 面雨量、最大入库流量之和以及平均入库流量之和均存在 3 次波峰, 且趋势基本一致, 这对应着前三次汉江流域汛期时段。观察面雨量及入库流量的出现时间后可以发现, 在汉江流域面雨量出现明显的雨强之后的 48~72 h 内, 对应着入库流量的峰值出现。这说明当明显的降水出现后, 洪峰才会相继出现, 这按照常理不难理解。因此, 面雨量预报在汉江流域防汛工作、生产调蓄调度中可以成为一个很好的参考指标。

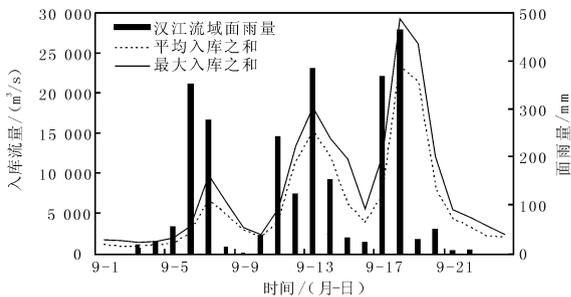


图 6 2011 年 9 月安康、石泉入库流量之和及面雨量时间曲线图

4 结论

4.1 2011 年 9 月汉江流域秋汛期间 500 hPa 高度场上, 西部低槽, 东部副高, 属于典型的华西秋雨形势。西部低槽槽底冷空气不断分裂南下, 与副高外围的暖湿气流交汇于关中陕南地区, 是汉江流域秋汛产生的有利天气背景。

4.2 2011 年 9 月汉江流域秋汛期间, 热带气旋或台风外围的偏东气流与副高外围的偏东气流汇合, 并在西进中在四川东部形成偏南气流, 为雨区提供了充足的水汽。

4.3 汉江流域雨量同安康、石泉两地的入库流量有着相同的升降趋势, 在汉江流域面雨量出现

明显雨强后的 48~72 h 内, 对应着入库流量的峰值出现。面雨量预报在汉江流域防汛工作、生产调蓄调度中, 可成为重要的参考指标投入业务使用。

参考文献:

- [1] 方建刚, 白爱娟, 陶建玲, 等. 2003 年陕西秋季连阴雨降水特点及环流条件分析 [J]. 应用气象学报, 2005, 16 (4): 509-517.
- [2] 崔讲学, 徐双柱, 王仁乔, 等. 2005 年汉江流域气象水文特征分析 [J]. 暴雨灾害, 2007, 26 (4): 289-294.
- [3] 毕宝贵, 矫梅燕, 李泽椿. 2003 年淮河流域洪涝暴雨的气象水文特征分析 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27 (5): 577-586.
- [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, 2000, 27 (11): 13-16.
- [5] 丁太盛, 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.
- [6] 董官臣. 面雨量在天气预报中应用 [J]. 气象, 2000, 26 (1): 9-13.
- [7] 课题研究组. 面雨量分析和预报技术改进 [J]. 黑龙江气象, 2000 (增刊): 44-47.
- [8] 周全瑞, 贺皓, 秦惠丽, 等. 陕西暴雨概率预报方法 [J]. 陕西气象, 1993 (8): 13-33.
- [9] 朱理国, 徐森林, 徐元顺, 等. 汉江中上游致洪降水过程的预报方法研究 [J]. 湖北气象, 2002 (1): 15-17.
- [10] 李才媛, 谌伟, 金琪. 近 30 多年汉江流域雨量时空变化特征分析 [J]. 湖北气象, 2004, (4): 6-9.
- [11] 望胜玲, 马安国, 潘汉标. 清江水布垭水库气象水文预报模型研究 [J]. 暴雨灾害, 2011, 30 (4): 365-369.
- [12] 黄力坚, 贺春江. 区间降水对电站入库径流的影响 [J]. 云南地理环境研究, 2008, 20 (增刊): 46-49.
- [13] 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.