

金沙江流域强降水天气特征分析

李 进, 陈良华, 李 波, 徐卫立, 张 俊

(中国长江电力股份有限公司, 湖北 宜昌 443001)

摘要:为了研究金沙江流域的强降水天气特征,找出各种气象条件下降水的时空分布特征和量级规律,定义了金沙江流域强降水标准,并对2005~2011年金沙江流域强降水天气资料进行了普查与特征分析。结果表明,约50%的金沙江流域强降水具有其独立性。应用气象学原理,归纳总结出影响金沙江流域强降水的天气系统主要有:川滇切变线、两高间辐合、西南涡和孟加拉湾风暴。详细分析了这4种天气系统对金沙江流域强降水的影响,4种天气系统的强降水分别占强降水总数的60%,19%,10%和11%。

关键词:强降水; 天气系统; 特征分析; 金沙江
中图分类号: TV125 **文献标志码:** A

1 研究背景

金沙江流域可开发电站757座,其中干流电站14座,装机总容量超过1亿kW,水能丰富。金沙江下游在建和待建梯级水电枢纽的发电能力相当于两个三峡工程,电站全部建成并投入运行后,对区域降水预报有极高的要求。因此,有必要分析研究金沙江流域的强降水天气特征,找出各种天气条件下降水的时空分布特征和量级规律。本文首先定义了金沙江流域强降水标准,然后通过对2005~2011年金沙江流域强降水天气资料进行普查与特征分析,得到了流域强降水的一般气候特征及其与长江上游流域强降水的异同和关联。最后通过气象学分析归纳总结影响金沙江流域强降水的天气系统。

降水资料采用的是MICAPS系统提供的金沙江流域内69个国家气象站2005~2011年逐日(08:00至次日08:00)历史降水资料,流域逐日面雨量由各站日降水量经算术平均计算得出。文中所分析的雨量均为流域面雨量。

2 强降水定义、普查和分析

2.1 强降水标准

云南省气象部门有关业务标准规定,全省日降雨

中有22站以上出现大雨(日雨量不小于25mm)为区域性大雨过程。根据此标准,初夏首场大雨过程最早发生在5月4日(1976年),最晚发生在7月14日(1983年),前后相差2个多月。发生在5月的强降雨占52.4%;发生在6月的占45.2%;发生在7月仅有1次,占2.4%^[1]。

考虑到金沙江流域面积较大(为岷沱江流域面积的2.8倍),地形地势复杂,不同于学术界对长江上游流域强降水(面雨量不小于20mm)的定义,本文定义金沙江流域日面雨量大于10.0mm即为流域性强降水,不小于15.0mm和20.0mm分别为流域性暴雨和大暴雨过程。因此,2005~2011年金沙江流域首场强降水开始日期见表1。由表可见,2005~2011年雨季首场强降水最早发生在5月11日,最晚发生在6月26日,平均发生在6月5日。普查结果和云南省气象部门的标准分析结果及雨季气候学特征基本相同^[2],这说明本文所定义强降水标准适用。

表1 2005~2011年金沙江流域雨季首场强降水开始日期

年份	日期/(月-日)	年份	日期/(月-日)
2005	06-13	2009	05-22
2006	05-29	2010	06-26
2007	05-11	2011	06-10
2008	06-16	平均	06-05

2.2 强降水普查分析

2005~2011 年金沙江流域年平均降水总量为 775 mm,其中最多为 2005 年 896 mm,最少为 2011 年 591 mm。年降水量较岷沱江、嘉陵江和长上干流域偏少 20%左右,较三峡区间和乌江偏少 30%左右。图 1 为金沙江流域年平均面雨量的月分布,由图可见,金沙江流域 7 月降水最多,平均为 171.4 mm;12 月降水最少,平均为 5.5 mm。其次是 6 月和 8 月,平均降水量 130~140 mm。雨季出现在每年 5~10 月,雨季降水量为 692 mm,占全年的 89%;旱季出现在每年 11 月至次年 4 月,旱季降水量为 83 mm,占全年的 11%。6~8 月为主汛期,降水量多达 448 mm,约占全年的 58%。

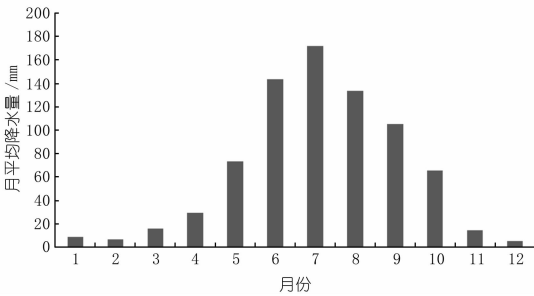


图 1 金沙江流域年平均降水的月分布

2005~2011 年间金沙江流域强降水过程见图 2。统计结果表明:2005~2011 年金沙江流域共发生强降水过程 99 次,平均每年 14.1 次;最早发生在 5 月 11 日,最晚发生在 11 月 1 日;11 月中旬至 5 月上旬共 6 个月时间无强降水发生;6~8 月为强降水的集中发生时段,平均每年发生 10.1 次,占全年的 71%;5 月和 11 月发生强降水的机率较小,9~10 月平均每年发生强降水 3 次左右,秋季降水明显多于春季。

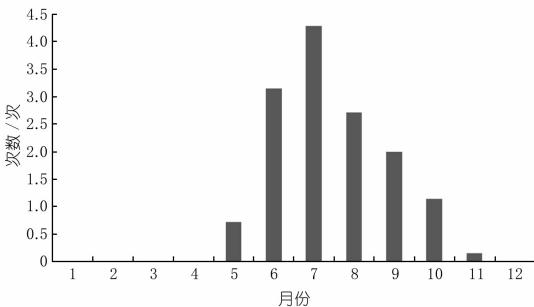


图 2 金沙江流域强降水过程的月分布

表 2 为金沙江流域强降水过程与长江上游流域各子流域强降水的关联度,由表可见,金沙江流域强降水过程相对长江上游流域而言具有其独立性。在 99 次过程中有 50 次仅局限于金沙江流域,长江上游流域其他地区无面雨量大于 20 mm 的强降水,这表明 50% 的金沙江流域降水与上游流域大范围降水影响系统的关

联性不大。在另外 49 次降水过程中,与金沙江相邻的宜宾-重庆段同时发生强降水的有 20 次;万州-宜昌段同时发生强降水的有 18 次;乌江流域同时发生强降水的有 15 次;岷沱江、嘉陵江和重庆-万州段同时发生强降水的均为 11 次。说明在大范围季风降水过程中,金沙江流域降水与长上干、乌江和万州-宜昌降水的关联性较大,与岷沱江、嘉陵江和重庆-万州段的降水也具有一定的关联,但半数情况下,金沙江流域强降水具有其独立性,在预报实践中需要注意该流域降水的地方性特征。

表 2 金沙江流域强降水过程与长江上游其他流域强降水的关联度 %

区域	关联度	项目	关联度
长江上游流域	49.5	宜宾-重庆	20.2
岷沱江流域	11.1	重庆-万州	11.1
嘉陵江流域	11.1	万州-宜昌	18.2
乌江流域	15.5		

随着金沙江流域降水强度的加大,该流域降水与长江上游流域其他地区的关联度也增加,在金沙江日面雨量不小于 15 mm 的暴雨过程中,其他地区同时发生强降水的占 70%;在金沙江日面雨量不小于 20 mm 的大暴雨过程中,其他地区同时发生强降水的占 88%。这说明,金沙江流域多数暴雨和大暴雨是在有利于季风降水的大尺度环流背景下发生。

普查分析还表明,金沙江各子流域分区的月分布情况与金沙江流域基本一致,但流域南部的石鼓-龙街、龙街-华弹和横江流域的全年峰值出现在 7 月 20 日前后,而流域北部的华弹-屏山和雅砻江流域的全年峰值则出现在 7 月上旬;龙街-华弹和横江在 6 月末和 7 月下旬出现了较为明显的双峰值;华弹-屏山和横江在 8 月上旬末出现了较为明显的回落。

3 强降水天气系统分析

3.1 川滇切变线

川滇切变线是对流层中低层出现在青藏高原东部川西滇北一带呈东西向的风向不连续线,实际上是西风带东亚低槽东移过程中受青藏高原影响,北端比南端快,低槽顺时针偏转,在高原东部形成的东西向切变。川滇切变线是金沙江流域强降水的最主要影响系统,统计金沙江流域 2005~2011 年 99 次强降水过程中,该类型强降水过程占 59 次,占有强降水的 60%。川滇切变线天气形势全年都会出现,降水强度最强的是盛夏,主要表现为低槽切变线型^[3-4]。

低槽切变线型降水系统是金沙江流域最主要降水

形势(见图3)。当该类型降水过程出现时,中高层(500 hPa附近)西太平洋副热带高压稳定,其西极点在 105°E 附近,高压外围的西南暖湿气流成为强降水过程发生和持续的重要水汽来源;当中低层(700 hPa)从中南半岛一带有强劲的西南或偏南气流向北延伸到流域附近,而北方出现冷空气不断补充时,冷暖空气长期在流域交汇,强降水过程持续的时间较长,降水性质稳定。多数情况下,低槽切变系统具有降水强度大、过程发生与结束快的特点。初夏或秋季,当川滇切变线不能快速过境,高空又有弱冷空气不断补充南下,使地面锋维持或加强时,流域内会出现连续性的大到暴雨或阴雨^[5]。

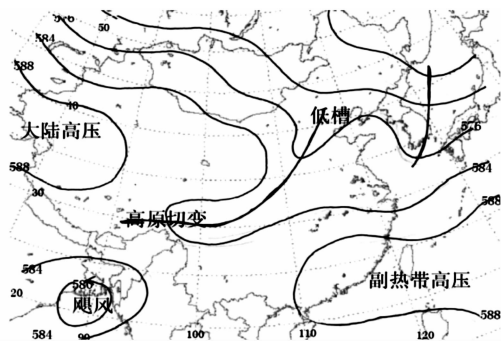


图3 500 hPa低槽冷锋切变环流型

3.2 两高压间辐合

两高压辐合型是盛夏期(7~8月)影响金沙江流域产生大范围强降水过程的主要天气形势之一。该类型降水形势出现时,高空500 hPa等压面上表现为西太平洋副热带高压加强西伸北抬,其脊线稳定在 30°N 附近,同时伊朗高压加强东伸,两高压在金沙江流域形成强烈辐合区,从而引起流域强降水过程,该形势下强降水区域随辐合区移动而变化。产生的强降水天气过程一般从青藏高原东南部开始自西北向东南发展,过程降水面积大,强降水持续时间可达1~2 d。统计金沙江流域2005~2011年99次强降水过程中,该类型强降水过程占19次,占统计强降水总次数的19.1%。

两高压辐合型系统的组成见图4:①流域东南部地区维持西太平洋副热带高压环流;②西北部从高原到新疆为青藏大陆高压环流;③金沙江流域处于两个高压之间南北向切变辐合;④两高压间南北向切变北侧有西风带低槽加入,南侧有孟加拉湾热带倒槽存在^[6]。对流层在500 hPa高空表现为显著辐合切变特征,西太平洋副热带高压环流与青藏大陆高压环流势力相当,强度不小于588 dagpm;青藏大陆高压发展最强盛时,高压中心可不小于592 dagpm,相应的西太平洋副高也发展强盛时,辐合区最强,产生强降水条件就

最有利。

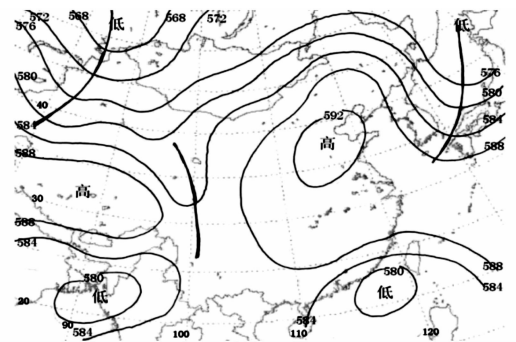


图4 500 hPa两高压间辐合切变环流型

3.3 西南涡

西南涡与川西高原夏季暴雨活动关系最密切,它有东北、东和东南3条移动路径,其中经金沙江流域向东南移动进入低纬高原地区(包括云南和四川南部、贵州西部地区)的西南低涡是造成金沙江流域暴雨的重要天气系统。统计的金沙江流域2005~2011年99次强降水过程中,该类型强降水过程占9次,占流域所有强降水的10%。

分析西南涡影响强降水发生日的500,600,700 hPa和850 hPa平均合成流场(所分析个例的西南涡均位于川滇之间,位置较接近,故合成是可行的。需要说明的是,虽然在某些地区,流域海拔高度已在850 hPa以上,但850 hPa环流仍可在一定程度上代表底层的环流状况)可发现:在川滇之间,500,600,700 hPa和850 hPa均存在闭合气旋环流^[7]。在500,600 hPa和700 hPa上,金沙江流域主要为偏西或西北气流控制;850 hPa上为偏南风,说明导致暴雨的水汽主要是由对流层低层偏南风输送。在西南涡影响下,金沙江流域暴雨区主要有两个落区,一个在西南涡左下部西北气流中,另一个位于西太平洋副热带高压与滇缅高压之间的变形场中。

3.4 孟加拉湾风暴(南支低槽)

统计的金沙江流域2005~2011年99次强降水过程中,受孟加拉湾风暴影响的强降水有11次,占流域所有强降水的11%,影响季节以初夏和秋季为主。金沙江流域初夏和秋季为干湿季节转换期,此期间有45%的过程与孟加拉湾风暴有关。普查1975~2004年间云南强降水和孟加拉湾风暴影响强降水的情况发现^[8]:只有初夏和秋季的孟加拉湾风暴才可能造成大范围强降水天气过程。统计表明:初夏5月56%的强降水和71%的暴雨与孟加拉湾风暴活动有关;秋季10,11月受孟加拉湾风暴影响的强降水日分别占33%和68%,暴雨日分别为56%和57%,说明孟加拉湾风

暴是初夏 5 月和秋季 10, 11 月造成流域性强降水过程的重要天气系统。

孟加拉湾风暴影响下金沙江流域降水呈南多北少、西多东少的分布特征^[9-11]。低纬高原平均海拔高度大多在 1 500 m 以上,地形呈北高南低、西高东低,滇西有著名的横断山脉,滇南有西北-东南走向的哀牢山,当风暴移近低纬高原时,其东部的西南或偏南气流遇到横断山或哀牢山脉时,受山脉的迎风坡(滇西、滇南)地形的强迫抬升作用,上升运动加剧,产生强降水天气^[12]。

4 结 论

(1) 以日面雨量大于等于 10 mm 作为金沙江流域强降水的标准是适宜的。

(2) 金沙江流域平均每年发生强降水过程 14.1 次,强降水最早发生在 5 月 11 日,最晚发生在 11 月 1 日,在 11 月中旬至 5 月上旬共 6 个月时间内无强降水发生;6~8 月为强降水的集中发生时段,平均每年发生 10.1 次,占全年的 71%;9~10 月平均每年发生强降水 3 次左右,秋季降水明显多于春季。

(3) 50% 的金沙江流域强降水具有其独立性,但大暴雨和特大暴雨多在有利于季风降水的大尺度环流背景下发生。

(4) 影响金沙江流域强降水的天气系统主要有川滇切变线、两高间辐合、西南涡和孟加拉湾风暴,依次占强降水总数的 60%, 19%, 10% 和 11%。

参考文献:

- [1] 解明恩,陶云. 云南雨季开始的大雨过程研究[J]. 热带气象学报, 2004, 20(6): 662-663.
- [2] 王遵娅,丁一汇. 中国雨季的气候学特征[J]. 大气科学, 2008, (1): 1-13.
- [3] 杨明,陶云. 亚洲夏季风对云南暴雨空间分布特征的影响[J]. 云南大学学报, 2004, (3): 227-232.
- [4] 张秀年,段旭. 云南冷锋切变型暴雨的中尺度特征分析[J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(1): 114-121.
- [5] 张腾飞,鲁亚斌,普贵明. 低涡切变影响下云南强降水的中尺度特征分析[J]. 气象, 2003, 29(12): 30-34.
- [6] 江吉喜,项续康,范梅珠. 青藏高原夏季中尺度强对流系统的时空分布[J]. 应用气象学报, 1996, 7(4): 473-478.
- [7] 杨扬,周国良,戚建国,等. 长江中游地区暴雨过程的气候背景分析[J]. 水科学进展, 2005, (4): 546-551.
- [8] 张秀年,段旭. 低纬高原西南涡暴雨分析[J]. 高原气象, 2005, (12): 941-947.
- [9] 晏红明,肖子牛,王灵. 孟加拉湾季风活动与云南 5 月降雨量[J]. 高原气象, 2003, (12): 624-630.
- [10] 许美玲,张秀年,杨素雨. 孟加拉湾风暴影响低纬高原的环流和云图特征分析[J]. 热带气象学报, 2007, (8): 395-400.
- [11] 张艳焕,郭品文,周慧. 孟加拉湾热源对亚洲夏季风环流系统的影响[J]. 南京气象学院学报, 2005, 28(1): 1-8.
- [12] 晏红明,肖子牛,张小玲,等. 低纬高原地区南支槽强降水尺度 MCS 系统的模拟与分析[J]. 高原气象, 2005, 24(5): 672-683.

(编辑:李慧)

Analysis of strong precipitation characteristics in Jinsha River Basin

LI Jin, CHEN Lianghua, LI Bo, XU Weili, ZHANG Jun

(China Yangtze Power Co., Ltd., Yichang 443001, China)

Abstract: For studying strong precipitation characteristics in Jinsha River Basin, especially the temporal and spatial distribution law and quantity of precipitation, on the basis of defining strong precipitation standard, we carry out investigation and characteristics analysis on the strong precipitation weather in the basin from 2005~2011. Independence is found for approximately 50% strong precipitation events. Based on synoptic meteorology, the weather systems influencing the precipitation in Jinsha River Basin can be summarized as follow: Sichuan-Yunnan shear line, convergence between two high-pressure, southwest vortex and Bengal Bay storm, respectively accounting for 60%, 19%, 10% and 11% of the total number of the strong precipitation events, further the influences on the strong precipitation of Jinsha River Basin induced by the four weather systems are analyzed.

Key words: strong precipitation; weather system; characteristics analysis; Jinsha River