

猫跳河上游流域汛期降水特征及变化趋势

娄必友¹, 陈俊²

(1. 国电贵州电力有限公司红枫水力发电厂, 贵州清镇 551417; 2. 四川省能源投资集团有限责任公司, 四川成都 610063)

摘要:根据对猫跳河上游流域8个雨量站1995~2013年汛期实测月降水量资料进行的统计,采用线性倾向估计和5年滑动平均分析方法,分析了猫跳河上游流域19年的汛期降水特征及变化趋势。分析结果表明:猫跳河上游流域汛期降水量各月分布不均匀,降水主要集中在6~7月,汛期各月降水整体呈下降趋势,但趋势不显著。

关键词:猫跳河上游流域;汛期降水量;降水特征;变化趋势

中图分类号:TV125; TV7; [TV123]; [TV124] 文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)03-0084-05

1 概述

1.1 流域概况

猫跳河是贵州中部乌江南岸的一条支流,位于东经 $105^{\circ}59' \sim 106^{\circ}43'$,北纬 $29^{\circ}09' \sim 26^{\circ}59'$ 之间,发源于安顺市境内,流经安顺、平坝、清镇、贵阳、修文等县(市),于沙坡附近注入乌江,河流全长181 km,流域集水面积为 $3\,195\text{ km}^2$ 。

猫跳河流域呈南北向狭长地形,介于三岔河与南明河之间,属长江水系,南面与苗岭珠江水系相隔。地势自西向东渐减,左岸高于右岸,全河分上、中、下游三段:红枫以上为上游,左源有狗桥河,右源有羊昌河汇入红枫水库,上游属浅山丘陵区,两岸多台地、耕地广布,流域平均高程为1 327 m,主河道长99.5 km,河网较发育,较大的支流有麻线河、后六小河等(图1)。

红枫电站系猫跳河梯级电站的龙头水库,位于贵州省清镇市境内,距贵阳市约30 km。水库主坝为堆石坝,最大坝高54.28 m,主坝长290 m、副坝长120 m,坝顶宽8.55 m,坝顶高程1 243.08 m,控制流域面积 $1\,596\text{ km}^2$,总库容7.528 8亿 m^3 ,为不完全多年调节水库,装机容量24 MW($2 \times 12\text{ MW}$)。

1.2 水文气象特性

猫跳河流域属亚热带季风气候区,全年温和湿润多雨。猫跳河上游流域多年平均降水量为1 155 mm,降雨多集中在5~9月,占全年雨量的70%,且以6、7月更为集中。暴雨以6、7月最多,持续时间多在1~2日内,且以一日最多,主雨峰

时段常发生在夜间,白天降雨强度骤减,因此,一日降水量主要集中在9~12 h,短历时暴雨强度很大。



图1 猫跳河上游流域站网布置图

2 资料来源及分析方法

2.1 资料来源

猫跳河上游流域于1994年10月建成水情自动测报系统,上游共建有8个雨量站,收集有1995~2013年共计19年的降水量资料。笔者选取了猫跳河上游流域七眼桥、平寨、乐平、广顺、清鱼塘、黄猫村、麦翁及红枫共计8个雨量站1995~2013年汛期5~9月降水量系列资料作为分析对象。

2.2 分析方法

笔者采用线性倾向估计法和5年滑动平均法对猫跳河上游流域8个雨量站的汛期降水量特征及变化趋势进行了初步分析,阐述于后。

2.2.1 线性倾向估计法

线性倾向估计法是气候变化趋势分析中的一

收稿日期:2013-12-11

种统计方法,其主要原理是用一条合理的直线表示变量与时间之间的关系,即用 x_i 表示样本容量为 n 的某一气候变量;用 t_i 表示 x_i 所对应的时间,建立 x_i 与 t_i 之间的一元线性回归方程:

$$\hat{x}_i = a + bt_i \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (1)$$

此式可以看作一种特殊的、最简单的线性回归形式。方程中的回归系数和回归常数可以用最小二乘法进行估计。

2.2.2 滑动平均法

滑动平均法是趋势拟合技术的基础方法,相当于低通滤波器。即用确定时间序列的平滑值来显示变化趋势,对于样本容量为 n 的时间序列用时间序列 x ,其滑动平均序列为:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_{i+j-1} \quad (j=1,2,\dots) \quad (2)$$

式中 k 为滑动长度。经过滑动平均后,序列中短于滑动长度的周期将大大削弱,显现出变化趋势。分析时主要从滑动平均序列曲线图来判断其变化趋势,如看其演变趋势有几次明显的波动,是呈增加,还是呈减小趋势。

3 汛期降水量特征分析

3.1 降水量特征

从对猫跳河上游流域8个雨量站1995~2013年汛期各月降水量的统计情况看(表1~8),汛期平均降水量最大站为七眼桥站,降水量为869.1 mm,最小站为广顺站,其降水量为699.5 mm。汛期降水量主要集中在6、7月,8个雨量站中乐平、麦翁2站出现在7月,其余6个站出现在6月,月均降水量在188.5~245.5 mm之间,6、7月降水量约占汛期降水量的53.3%;5月次之,月均降水量在141.2~177.5 mm之间,约占汛期降水量的20%;整个汛期降水量最小的月份是9月,月平均降水量在66.1~84.4 mm之间,约占汛期降水量的9.9%。同时,各站月实测降水量年际间变化比较大,如清鱼塘站7月份的降水量最大值为469 mm,最小值为0 mm,差值达到469 mm。从各月降水量变差系数看,5~7月为降水较多的月份, Cv 值较小,降水较为稳定;8~9月降水较少, Cv 值较大,降水稳定性较差。由分析可见,猫跳河上游流域汛期降水量各月分布不均匀,以6、7月降水量最为集中,是流域易形成局部暴雨洪水的高发期,也是红枫水库蓄水的最佳时期。

表1 七眼桥站汛期各月降水量统计表

项目	月 份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	75	63	25	44	18
最大/mm	340	408	370	283	239
月均降水量/mm	161.5	245.5	227.4	150.9	83.8
占汛期降水量比例/%	18.6	28.2	26.2	17.4	9.6
Cv	0.4	0.37	0.44	0.46	0.74

表2 平寨站汛期各月降水量统计表

项目	月 份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	64	86	22	17	13
最大/mm	334	441	335	330	185
月均降水量/mm	154.7	225.5	205.5	139.9	79
占汛期降水量比例/%	19.2	28	25.5	17.4	9.8
Cv	0.39	0.39	0.43	0.54	0.57

表3 乐平站汛期各月降水量统计表

项目	月 份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	94	49	42	15	23
最大/mm	317	374	434	278	208
月均降水量/mm	177.5	225.3	227.6	129.1	84.4
占汛期降水量比例/%	21	26.7	27	15.3	10
Cv	0.34	0.39	0.5	0.49	0.6

表4 广顺站汛期各月降水量统计表

项目	月 份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	41	46	10	23	10
最大/mm	274	402	363	267	178
月均降水量/mm	141.2	188.5	180	123.7	66.1
占汛期降水量比例/%	20.2	26.9	25.7	17.7	9.4
Cv	0.46	0.46	0.52	0.57	0.64

表5 清鱼塘站汛期各月降水量统计表

项目	月 份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	60	41	0	19	12
最大/mm	265	488	469	327	177
月均降水量/mm	151.7	200.7	177.5	127.2	78.3
占汛期降水量比例/%	20.6	27.3	24.1	17.3	10.6
Cv	0.35	0.48	0.59	0.65	0.61

表6 黄猫村站汛期各月降水量统计表

项目	月 份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	90	58	54	24	15
最大/mm	266	504	350	331	203
月均降水量/mm	165.4	226.6	206	127.6	83
占汛期降水量比例/%	20.5	28	25.5	15.8	10.3
Cv	0.32	0.42	0.49	0.63	0.63

表7 麦翁站汛期各月降水量统计表

项目	月份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	74	64	26	43	16
最大/mm	302	317	385	295	199
月均降水量/mm	158.1	214.6	223.1	129.3	77.3
占汛期降水量比例/%	19.7	26.7	27.8	16.1	9.6
C_v	0.37	0.36	0.46	0.54	0.66

表8 红枫站汛期各月降水量统计表

项目	月份				
	5	6	7	8	9
最小/mm	79	76	10	12	12
最大/mm	285	390	439	321	188
月均降水量/mm	174.4	206.1	203.2	117.6	80.4
占汛期降水量比例/%	22.3	26.4	26	15	10.3
C_v	0.39	0.4	0.53	0.69	0.62

3.2 降水总量特征

笔者采用5年滑动平均曲线分析方法进行分析,由图2~9可知,猫跳河上游流域汛期各站降水量具有以下特征:

(1)七眼桥站汛期降水最大年份为2000年,降水量为1172 mm,最小年份为2013年,降水量为496 mm。通过5年滑动平均曲线可以看出,1995~2001年汛期降水量呈上升趋势,2002~2006年汛期降水量呈下降趋势,2006~2012年曲线比较平稳,2013年汛期降水量下降趋势明显;

(2)平寨站汛期降水最大年份为2000年,降水量为1126 mm,最小年份为2003年,降水量仅为399 mm。其5年滑动平均曲线表明:1995~2000年汛期降水量呈上升趋势,2001~2006年汛期降水量呈下降趋势,2006年后曲线波动幅度不大,降水量比较稳定;

(3)乐平站汛期降水最大年份为2000年,降水量为1187 mm,最小年份为2013年,降水量仅为516 mm。其5年滑动平均曲线表明:1995~2000年汛期降水量呈上升趋势,2001~2006年汛期降水量呈下降趋势,2007年后曲线波动幅度不大,降水量比较稳定;

(4)广顺站汛期降水最大年份为2008年,降水量为963 mm,最小年份为2011年,降水量仅为308 mm。其5年滑动平均曲线表明:1995~2000年汛期降水量呈上升趋势,2001年后降水量呈下降趋势;

(5)清鱼塘站汛期降水最大年份为2008年,降水量为1125 mm,最小年份为2013年,降水量

仅为447 mm。其5年滑动平均曲线表明:1995~2000年汛期降水量呈上升趋势,2001~2006年汛期降水量呈下降趋势,2007~2010年汛期降水量呈上升趋势,2010年后汛期降水量呈下降趋势;

(6)黄猫村站汛期降水最大年份为2008年,降水量为1133 mm,最小年份为2013年,降水量仅为464 mm。其5年滑动平均曲线表明:1995~2000年汛期降水量呈上升趋势,2001~2006年汛期降水量呈下降趋势,2007~2012年曲线汛期降水量波幅不大,比较稳定,2013年汛期降水量呈下降趋势;

(7)麦翁站汛期降水最大年份为1999年,降水量为1051 mm,最小年份为2011年,降水量仅为481 mm。其5年滑动平均曲线表明:曲线整体波幅不大;1995~2013年曲线呈平稳下降趋势,虽有波动,但波动不大;

(8)红枫站汛期降水最大年份为1999年,降水量为1159 mm,最小年份为2006年,降水量仅为430 mm。其5年滑动平均曲线表明:曲线整体波幅不大;1995~2013年曲线呈平稳下降趋势,虽有波动,但波动不大。

综上所述,猫跳河以上流域七眼桥、平寨、乐平、广顺、清鱼塘、黄猫村6站汛期降水总量前期呈上升趋势,后期呈下降趋势;麦翁、红枫2站汛期降水量整体波幅不大,呈下降趋势。但由于受资料年限的限制,汛期降水量的变化趋势尚不明朗。

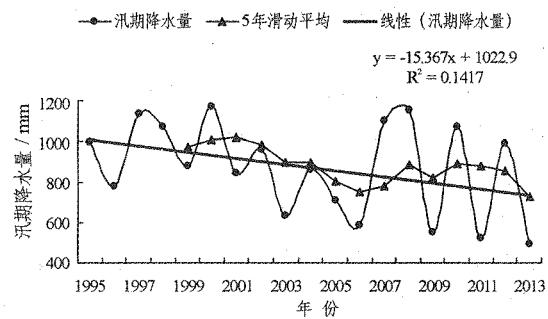


图2 七眼桥站1995~2013年汛期降水量变化示意图

4 汛期降水变化趋势分析

运用线性倾向估计法对猫跳河上游流域8个雨量站1995~2013年5~9月各月的降水量进行分析,得出8个雨量站5~9月各月降水量的一元线性倾斜率(表9)。8个雨量站5、9月的降水

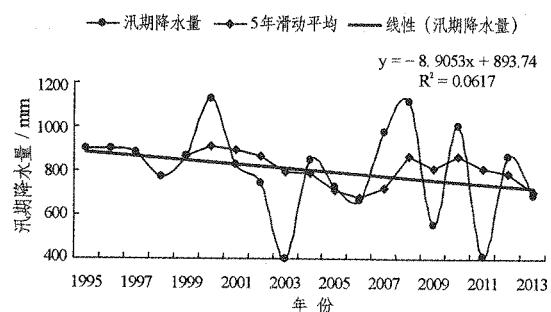


图3 平寨站1995~2013年汛期降水量变化示意图

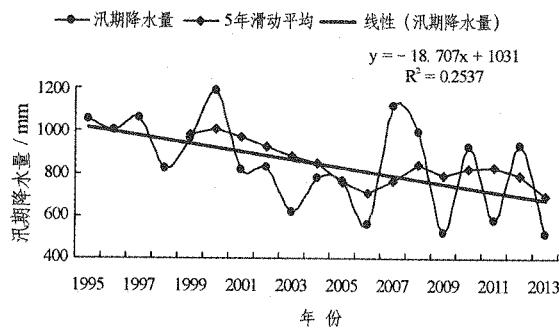


图4 乐平站1995~2013年汛期降水量变化示意图

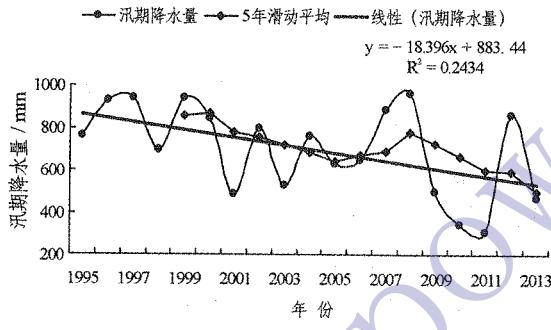


图5 广顺站1995~2013年汛期降水量变化示意图

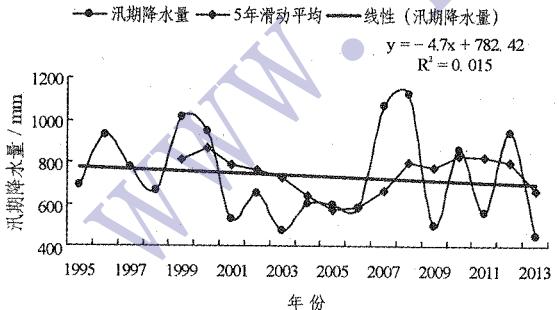


图6 清鱼塘站1995~2013年汛期降水量变化示意图
倾斜率有正有负,降水量或增或减,趋势不明显。
6、7、8月的降水量倾斜率均为负,说明各月的降
水呈下降趋势,尤其是7月的降水量下降最为明
显,线性倾斜率在 $-3.677 \sim -9.607$ 之间变

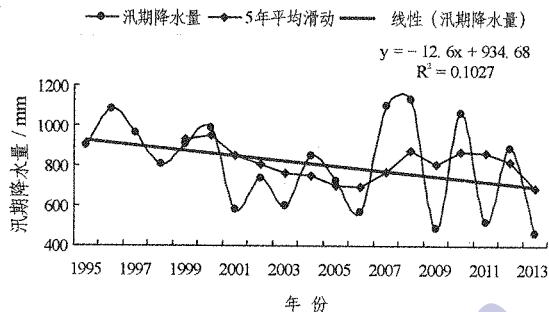


图7 黄猫村站1995~2013年汛期降水量变化示意图

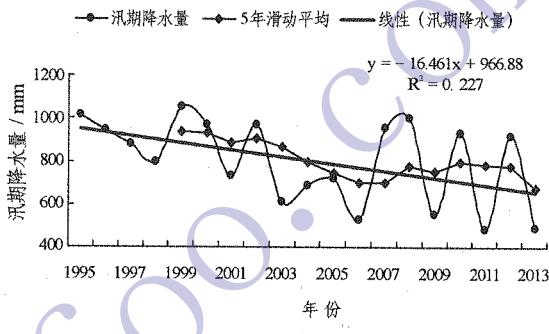


图8 麦翁站1995~2013年汛期降水量变化示意图

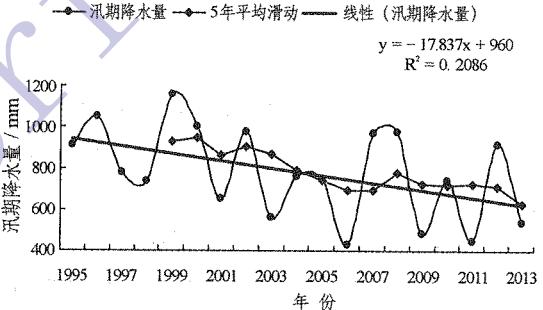


图9 红枫站1995~2013年汛期降水量变化示意图

化。总体上6、7、8月的降水量下降趋势较为明显,5、9月降水量或增或减趋势不明,故在汛期猫跳河上游流域总的降水呈现为下降趋势。

5 结语

笔者采用线性倾向估计法和5年滑动平均法对猫跳河上游流域8个雨量站1995~2013年汛期降水量的特征及变化趋势进行了分析,其结论如下:

(1) 猫跳河上游流域汛期平均降水量最大站为干流上的七眼桥站,测值为869.1 mm,干流及左源狗桥河区域测站平寨、乐平、黄猫村和麦翁站降水量差别不大,其值分别为804.6 mm、843.9 mm、808.6 mm和802 mm,5站汛期降水量年际间变化不大;最小站为右源支流羊昌河上的广顺站,

表9 各站1995~2013年汛期降水量线性趋势成果表

水位站名称	月 份					
	5	6	7	8	9	汛期
七眼桥	0.404	-2.016	-9.4	-4.625	0.27	-15.367
平寨	-0.586	-4.612	-3.677	-1.779	1.749	-8.905
乐平	-2.065	-3.621	-9.044	-3.851	-0.126	-18.707
广顺	-0.977	-2.779	-9.337	-4.388	-0.916	-18.397
清鱼塘	1.604	0.393	-5.561	-2.765	1.63	-4.699
黄猫村	0.09	-2.677	-5.463	-4.872	0.323	-12.599
麦翁	1.253	-6.502	-9.607	-2.605	1	-16.461
红枫	0.291	-7.446	-9.263	-2.083	0.663	-17.838

测值为699.5 mm, 清鱼塘站为735.4 mm, 2站汛期降水量年际间变化不大, 但流域内月降水量年际间变化较大。

(2) 猫跳河上游流域汛期降水量各月分布不均, 9月降水量最小, 仅占汛期降水量的10%, 6月降水量最大, 占汛期降水量的27.3%, 7月次之, 占25.9%。

6、7月份降水量集中程度高, 是流域形成局部暴雨洪水的高发期, 也是红枫水库蓄水的最佳时期。

(3) 猫跳河上游流域内1995~2013年各站汛期降水量整体呈下降趋势, 但趋势不显著。

笔者通过对猫跳河上游流域的降水量进行分

(上接第52页)

(1) 转盘安装调试完成后, 将制作完成的压力钢管运至施工支洞口, 使用汽车吊或龙门架吊, 将钢管吊放到运输台车上, 通过施工支洞轨道台车, 利用卷扬机将其牵引至施工支洞与主洞“T”型口的转盘附近;

(2) 转动转盘使转盘轨道与施工支洞轨道对正接合, 再用卷扬机将运输台车牵引至转盘轨道上停好, 然后在转盘上适当固定运输台车, 以避免转盘旋转时运输台车发生移动;

(3) 两人对称施力推动转盘转动, 使转盘轨道与主洞轨道对正接合, 再利用主洞的卷扬机牵引运输台车离开转盘轨道并将其移动到主洞轨道。由于转盘与基础轨道板通过滚轮支撑上部重量, 转动阻力很小, 因此只需两人即可以推动转盘、钢管及钢管运输车转向;

(4) 利用主洞的卷扬机牵引运输台车至安装部位, 卸下钢管, 再将运输台车逆向返回即完成一

析, 基本了解了该流域汛期降水量的特征及变化趋势, 对于猫跳河上游流域防洪减灾、生态保护、饮用水源工程以及红枫湖水库的兴利调度均具有一定的实际参考价值。

参考文献:

- [1] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [2] 叶守泽. 水文水利计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [3] 黄锡荃. 水文学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

作者简介:

娄必友(1981-), 男, 贵州遵义人, 工程师, 硕士, 从事水电厂水库调度和水情自动测报系统维护工作;

陈俊(1984-), 男, 贵州清镇人, 助理工程师, 学士, 从事能源项目工程建设管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

次钢管运输。

4 结语

本工程为施工洞内压力钢管安装而设计的安装转盘, 结构简单, 操作灵活, 而且因不使用悬空钢管而不需担心高空坠落的危险, 使操作人员放心, 项目经理安心。该施工方法在瓦屋山水电站压力钢管安装工程中的应用, 大大缩短了钢管转运过程的时间, 为工程提前完工提供了可靠的保障, 也为项目创造了很好的经济效益, 并得到了业主、监理单位的好评。

该转盘装置结构简单, 制作容易, 成本低, 施工过程安全、经济性好, 值得推广。另外, 本项目设计的压力钢管安装转盘装置还可经适当改动后用于其他项目, 从而进一步节约了资源, 降低了成本。

作者简介:

周伟(1976-), 男, 四川大英人, 项目副经理, 工程师, 从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)