

江坪河水电站可能最大暴雨研究

华家鹏¹ 杨 惠¹ 王达雨² 李望安²

(1. 河海大学水资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 国家电力公司中南勘测设计研究院, 湖南 长沙 410014)

摘要 对 1935 年 7 月发生在长江中游的特大暴雨(其水汽入流路径距江坪河 水流域中心经、纬度相差不到 1°) 移置的可能性和移置位置进行分析, 并对其进行水汽放大和移置改正, 最终推求出江坪河流域可能最大暴雨. 同时考虑水汽因子和动力因子, 采用当地暴雨法推求出可能最大暴雨, 通过效率、水汽和风速放大推求可能最大暴雨, 作为移置放大方法的佐证成果.

关键词 可能最大暴雨 移置放大 动力因子

中图分类号 P333 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2004)05-0523-03

利用水文气象学的原理和方法, 推求可能最大降雨, 然后通过产、汇流计算推求可能最大洪水, 这是推求重要水利水电工程设计洪水的主要途径之一. 美国早在 20 世纪 30 年代就以该方法来推求重要工程的设计洪水. 目前, 这一方法已在许多国家广泛应用, 我国于 1958 年开始试用, 1978 年、1994 年和 2000 年先后列入水利电力行业标准和国家标准^[1]. 随着人类活动影响的日益增大, 该方法比传统的统计学方法愈加显示其生命力. 目前我国将暴雨放大、暴雨移置、暴雨组合、暴雨时面深外包概化法视为估算 PMP 的独立方法. 暴雨放大包括水汽放大、水汽风速联合放大、水汽效率放大、水汽净输送放大^[2](文献[3]用一种数值试验对其做了评价), 暴雨移置包括移置可行性分析、移置改正、移置放大, 暴雨组合包括组合的合理性分析、组合模式的放大, 暴雨时面深外包概化法包括暴雨放大、移置、外包. 暴雨时面深外包概化法是美国估算 PMP 的一整套方法^[4].

1 基本情况

江坪河坝址位于湖北省鹤峰县走马镇阳河乡 水上游, 坝址控制流域面积 $1\,848\text{ km}^2$. 江坪河 水流域位于副热带北缘, 为南北冷暖气流交换的要道, 在夏季既受西风带天气系统的控制, 也受副热带系统的影响, 有时受两类系统的共同作用, 锋面活动显著, 气旋经过频繁, 使得上游五峰、鹤峰一带成为长江流域的暴雨区之一. 本流域形成暴雨的天气系统主要是梅雨锋系, 加上流域地形对偏东气流的抬高作用, 易造成强度大、历时长、范围广的暴雨.

2 暴雨移置放大

2.1 1935 年 7 月五峰暴雨

1935 年 7 月上旬, 长江中游发生了一次历史上罕见的特大暴雨(简称“357”暴雨). 它是我国有雨量资料以来著名的大暴雨之一.“357”暴雨的成因条件主要有 (a) 华北小高压稳定少动, 其南面维持一支低层偏东流 (b) 孟加拉湾支槽发展, 槽前持续强劲的偏南暖湿急流与上述偏东气流交汇于暴雨区, 造成了强烈的气旋式辐合 (c) 乌拉尔山大槽内不断有小槽分裂东移, 造成一次次弱冷空气扩散南下 (d) 两个低涡相继出现, 并在湘鄂西一带“停滞”^[5]. 上述条件在 水江坪河流域基本具备, 同时“357”暴雨南岸中心五峰离江坪河流域南部暴雨中心不到 1 个纬距. 江坪河流域平均高程为 938.5 m ; “357”雨区相应于设计流域面积的平均高程约为 702 m , 相差甚微, 可以认为“357”暴雨发生在 水江坪河流域是非常可能的.

2.2 移置改正

2.2.1 流域形状和地理改正

本设计流域面积较小,“357”暴雨等值线图移置后,暴雨轴向转动对成果影响不大.因此,在推算设计流域的可能最大降雨时,不进行流域形状的改正.

地理改正又称位移动改正或位移水汽改正,不考虑高程差异,仅考虑位移距离,即因地理位置(经纬度)差异而造成水汽条件不同所进行的改正.江坪河流域距移置对象的暴雨中心五峰相差不到1°,而且两者高差差别较小,因此,可不进行地理改正.

2.2.2 高程或入流障碍高程水汽改正

高程或入流障碍高程水汽改正又称地形对水汽影响的改正,是指移置前后两地区地面平均高程不同或水汽入流方向障碍高程差异使入流水汽增减而进行的改正.计算公式为

$$K_2 = \frac{(W_{Bm})_{ZB}}{(W_{Bm})_{ZA}} \tag{1}$$

式中: K_2 ——高程或入流障碍高程水汽改正系数; W_{Bm} ——设计流域的最大可降水,mm; ZA , ZB ——移置区、设计区地面高程.

2.3 暴雨移置和放大

根据全国历年最大24h暴雨等值线图和“357”雨区多年平均6+7月雨量等值线图,本流域东南方向即“357”暴雨水汽入流路径上有一暴雨中心在五道水凉水口附近,本文将“357”五峰暴雨中心移至五道水附近.

“357”暴雨的水汽来自东南方向的太平洋和西南方向的孟加拉湾,故选用水汽入流方向的怀化、常德、长沙3站持续12h最大露点平均值24.7℃作为代表性露点.历史最大露点的统计,同样按3站持续12h历史最大露点,取平均值为27.2℃^[5].放大采用水汽放大法,计算公式为

$$R_m = \left(\frac{W_m}{W}\right)R \tag{2}$$

式中: R_m , R ——可能最大暴雨量及典型暴雨量,mm; W_m , W ——最大可降水及典型暴雨可降水,mm.

3 当地暴雨放大

3.1 水汽效率放大

本流域发生的实测暴雨均无高效特大暴雨,因此,本次采用水汽效率放大推求可能最大暴雨,既考虑水汽放大又考虑动力因子放大.放大公式为

$$R_m = (\eta_m W_m)(\eta W)R = (\eta_m/\eta)(W_m/W)R = K_1 K_2 R \tag{3}$$

$$\eta = \frac{I}{W}$$

式中: η_m , η ——最大暴雨效率及典型暴雨效率; I ——降雨强度,mm/h.

3.2 水汽风速放大

由于风速在时间上和空间上的变化较大,尤其是近地层受下垫面因素的影响,变化更大,因此,所取的风速指标必须对暴雨水汽入流具有代表性.代表站选择水汽入流方向的长沙、怀化和郴州.因本设计流域高程低于1500m,故采用850hPa高度上的风速为宜.放大公式为

$$R_m = \left(\frac{V_m/V}{W_m/W}\right)R \tag{4}$$

式中: V , V_m 为最大风速及典型暴雨的风速,m/s.

4 可能最大暴雨成果比较及成果推荐

“357”暴雨是发生在长江中游历史上罕见的特大高效暴雨,是我国著名的大暴雨之一.而江坪河流域位于水汽入流方向,流域中心距“357”暴雨中心经、纬度相差不到1°,且“357”暴雨有完整的1357d暴雨等值线图,移置放大在本流域有非常优越的条件.移置放大成果与全国大中型水利工程24h和3d可能最大降雨与面积关系图相比较,成果合理.可能最大降雨PMP建议采用“357”移置放大的成果.

本次可能最大暴雨计算还采用了水汽效率放大和水汽风速放大推求可能最大暴雨.水汽效率放大推求的可能最大暴雨值仅与可能最大效率和可能最大可降水有关,此值由实测暴雨计算得出.而实测暴雨一般极少有高效的特大暴雨,由实测暴雨资料推求的可能最大效率,再采用水汽效率放大方法推求可能最大暴雨值往往偏小.而水汽风速放大,因风速因子稳定性较差,计算成果任意性较大,因此,本次研究水汽效率放大和水汽风速放大方法推求的可能最大暴雨值仅供参考.可能最大暴雨成果比较见表 1.

表 1 可能最大暴雨成果比较

Table 1 Comparison of result of probable maximum storm						mm
放大模式	“ 357 ”暴雨移置放大		当地暴雨放大			
			水汽效率放大		水汽风速放大	
	1 d	3 d	1 d	3 d	1 d	3 d
可能最大降雨	448.7	903.1	336.8	596.5	494.8	876.3

参考文献：

[1] SL 252—2000 水利水电工程等级划分区洪水标准[S].
[2] 张有芷.用水汽净输送计算可能最大降水[J].水文 ,1982 (2) 38—40.
[3] 王作述.可能最大暴雨的一个数值试验研究[J].河海大学学报(自然科学版),1988 ,16(3) 80—87.
[4] 王国安.可能最大暴雨和洪水计算原理和方法[M].北京、郑州:中国水利水电出版社、黄河水利出版社 ,1999.58—63.
[5] 詹道江 ,邹进上.可能最大暴雨与洪水[M].北京:水利电力出版社 ,1983.208—214.

Study on probable maximum storm at Jiangping River hydropower station

HUA Jia-peng¹ , YANG Hui¹ , WANG Da-yu² , LI Wang-an²

(1. Key Laboratory of Water Resources Development of Ministry of Education , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China ;
2. Mid-South Design & Research Institute for Hydroelectric Projects , State Power Corporation of China ,
Changsha 410014 , China)

Abstract :The “ 357 ” storm is an extraordinary storm occurring in Loushui River Basin along the Jiangping River of China , the center of the storm being less than 1° in longitude and latitude away from the center of the Jiangping River Basin. In this paper , a thorough analysis was performed of the probability and position of the storm transposition. By enlargement of the moisture and adjustment of the transposition of the “ 357 ” storm , the probable maximum storm was deduced for the Jiangping River Basin. The analysis of 34 heavy storms showed that if the local storm method was adopted to derive the probable maximum storm , both the moisture factor and dynamic factor should be taken into account. Furthermore , the probable maximum storm was also derived by enlargement of efficiency , moisture , and wind velocity , which could be used to verify the result by the method of storm transposition.

Key words :probable maximum storm ; transposition and enlargement ; dynamic factor