

文章编号:1001-4179(2015)17-0024-04

# 乌江彭水水库分期汛限水位探究

管 益 平

(长江勘测规划设计研究有限责任公司,湖北 武汉 430010)

**摘要:**在保证防洪安全的前提下,根据不同的洪水分期,设定水库不同的汛限水位,可使水资源得到充分的利用。根据影响乌江流域整个汛期降水的天气环境条件及彭水水文站实测洪水峰量大小和出现时间等规律的统计,将8月20日确定为彭水水库主汛期和后汛期的分界点,并推求了彭水水库的分期设计洪水。分析结果表明,在不增加库区淹没损失、满足水库下游防洪要求及不影响枢纽防洪安全的前提下,将彭水水库后汛期8月21~31日的水库防洪限制水位提高到292 m,可增加电站的年平均发电量约0.23亿kW·h。

**关 键 词:**洪水分期;分期洪水;分期汛限水位;彭水水库

中图法分类号:TV697

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.17.006

## 1 基本情况

水库汛限水位的设置本质上是用来协调水库运行管理过程中兴利与防洪之间的矛盾关系,一方面,它是水库汛期允许兴利蓄水的上限水位;另一方面,它也是汛期水库防洪调度时的起调水位。在一次洪水过程中,汛限水位的高低关系到水库调洪过程中坝前最高洪水位的高低和水库库区洪水淹没损失的大小;同时也关系到水库所承担的兴利任务是否能够完成。在水资源日益匮乏的今天,协调兴利与防洪之间的矛盾,合理调整水库汛限水位,在保证防洪安全的前提下充分发挥蓄水效益,对水资源可持续利用具有现实而又深远的意义。

彭水水库是一座以发电为主,其次为航运,兼顾防洪及其他综合利用效益的水库。水库正常蓄水位293 m,死水位278 m,设计阶段确定的防洪限制水位287 m,防洪高水位293 m;水库总库容14.65亿m<sup>3</sup>,其中调节库容5.17亿m<sup>3</sup>,防洪库容2.32亿m<sup>3</sup>。

彭水电站于2008年下闸蓄水,2009年汛后获准蓄水至293 m。运行期间,工程在配合下游县城防洪度汛、为重庆电网调峰调频运行均起到了重要的作用,但在运行过程中也存在汛期电站出力受阻严重和弃水量大等问题,制约了电站效益的充分发挥。在确

保枢纽及中下游防洪安全和防洪效益发挥的前提下,开展分期洪水研究,进一步细化汛期,设置汛期分期防洪限制水位,在汛期前、后抬高运行水位,提高电站运行水头,增加电站预想出力,更合理地利用汛期水量获取汛期电量,是十分必要的。

## 2 洪水分期及后汛期设计洪水

### 2.1 洪水分期时界划分

乌江位于中亚热带季风气候区,为降水补给河流,洪水主要由暴雨形成。形成乌江暴雨的天气系统主要有冷峰低槽和长江横切变等,暴雨集中在5~10月,年最大洪峰流量亦出现在5~10月,集中于6、7两月,尤以6月发生的机率最大。8月间副高脊线位置偏北,乌江流域出现年最大洪峰的次数骤减(见表1)。

从彭水水文站年最大洪水量级分析可知,8月20日后洪峰流量大于10 000 m<sup>3</sup>/s量级的有2次,最大的一场洪峰排序为第22位;次大洪峰排序为27位,其他发生于8月20日之后的洪水量级均小于10 000 m<sup>3</sup>/s,排序均在38位以上,这说明8月20日之后洪水发生的成因与7、8月份有明显的差异。

综合上述天气形势变化、峰现时间和量级等情况,彭水水文站主汛期洪水与汛末洪水存在差别,且主汛期结束时间在8月中旬左右。综合分析,可确定主汛

收稿日期:2015-07-11

作者简介:管益平,女,高级工程师,主要从事水利水电工程规划方面的工作。E-mail:guangyiping@cjwsjy.com.cn

期与后汛期的分界时间为 8 月 20 日。

表 1 彭水站年最大洪峰出现次数统计

月份	旬	次数/ 次	频率/ %	最大洪峰/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )
5 月	上旬	1	1.47	9740
	中旬	2	2.94	
	下旬	1	1.47	
6 月	上旬	5	7.35	22900
	中旬	5	7.35	
	下旬	18	26.50	
7 月	上旬	14	20.60	18900
	中旬	7	10.30	
	下旬	6	8.82	
8 月	上旬			11400
	中旬			
	下旬	3	4.41	
9 月	上旬	2	2.94	12800
	中旬	2	2.94	
	下旬			
10 月	上旬	1	1.47	9020
	中旬			
	下旬	1	1.47	

2.2 后汛期设计洪水

选取峰高量大、洪量集中、洪峰形态及其时程分配对库尾沿河县县城防洪较恶劣的后汛期典型洪水,按坝址设计洪水的峰、量同频率放大倍比控制放大各典型年彭水水库入库洪水过程,得到彭水水库后汛期入库设计洪峰成果,如表 2 所示。分析比较彭水水文站全年最大及后汛期入库洪水可知,后汛期入库洪水各个频率的设计成果较全年最大洪水小 45% 左右。

表 2 彭水水库后汛期入库设计洪峰  $\text{m}^3/\text{s}$

项目	年份	坝址洪水	入库洪水			
			2%	5%	10%	20%
后汛期入库洪水	1993	12300	14400	12300	10600	8780
	1999	10900	14000	12000	10300	8560
	2002	11800	14000	11900	10300	8510
全年入库洪水	1999	22900	25500	21700	18800	15700

3 分期汛限水位研究

3.1 研究方案

根据分期洪水设计成果,将原可行性研究报告中主汛期(5 月下旬至 8 月底)进一步细分为:主汛期,5 月 20 日至 8 月 19 日;后汛期,8 月 20 ~ 31 日,其中,5 月 20 日至 8 月 19 日按全年设计洪水成果分析防洪限制水位,维持原可行性研究阶段的 287 m 水位。对于 8 月 20 ~ 31 日后汛期防洪限制水位,考虑到:① 原可行性研究阶段汛后水库最高运行水位为正常蓄水位 293 m,为不增加库区淹没影响范围,水位应不高于

293 m;② 当水库水位高于 290 m 时,机组出力基本不受阻,因此,拟定 291,291.5,292 m 和 292.5 m 4 个方案进行分析。

3.2 水库防洪需求分析

3.2.1 枢纽本身防洪要求

彭水电站为 I 等工程,大坝按 500 a 一遇洪水标准设计,5 000 a 一遇洪水标准校核。遭遇设计、校核标准洪水时,水库最高调洪水位应不超过原设计标准,即分别不超过设计洪水位(  $P = 0.2\%$  )294.91 m,校核洪水位(  $P = 0.02\%$  )298.85 m。

彭水水库防洪限制水位 287 m,预留 2.32 亿  $\text{m}^3$  库容承担乌江下游和长江中下游防洪任务。乌江防洪对象主要为库区的贵州省沿河县县城,坝下的彭水县县城,两县城的防洪标准均为 20 a 一遇洪水,其中沿河县县城主要街道高程 312 ~ 315 m。一方面,根据水库淹没处理规划要求:彭水水库建库后,遭遇 20 a 一遇标准洪水,以沿河县县城水位不超过 312 m 控制,经回水水面线反推,坝前最高水位不超过 288.85 m;另一方面,为不增加下游彭水县县城的防洪负担,利用 287 ~ 288.85 m 之间的 0.62 亿  $\text{m}^3$  库容,将彭水水库建库后 20 a 一遇的入库洪水削减到天然状况。因此在彭水水电站洪水调节计算中,20 a 一遇以下洪水起调水位为 287 m,而为保障枢纽安全,在遭遇 20 a 一遇以上洪水时,起调水位为防洪高水位 293 m。

根据彭水水库设计阶段设计洪水和校核洪水计算原则,其调洪计算中的起调水位均高于拟定的后汛期防洪限制水位,因此,虽然后汛期防洪限制水位较设计阶段水位有所抬高,但不会降低工程的抗洪能力,从而危及大坝和其他建筑物的防洪安全。

3.2.2 对下游彭水县县城防洪的影响

彭水县县城位于彭水水库下游约 11 km,县城临乌江、郁江两岸修建,岸线总长 10 多千米,而已建和在建堤防仅 2.82 km,并且已建堤防防洪标准较低,现有防洪能力约为 5 a 一遇。

根据《防洪标准》的相关规定,2009 年 3 月完成的《重庆市彭水县城防洪体系建设方案》拟定彭水县县城防洪标准为 20 a 一遇,防洪达标方案为:通过采取防洪工程措施和非工程措施相结合的方式实现彭水县县城的 20 a 一遇防洪标准。

在满足沿河县县城防护要求的前提下,彭水水库主汛期防洪调度以不增加下游县城防护负担为原则。考虑到彭水县城实施完防洪达标工程后,抗洪能力达 20 a 一遇,彭水水库预留 0.62 亿  $\text{m}^3$  库容,承担彭水县县城的防洪任务在遭遇 20 a 一遇洪水时,水库按最大下

泄流量不超过 19 900 m<sup>3</sup>/s、库水位不超过 288.85 m 控制运行。由于后汛期 20 a 一遇洪峰流量为 12 300 m<sup>3</sup>/s,远小于需要控制下泄的流量 19 900 m<sup>3</sup>/s,不需要再预留专门的防洪库容削减下泄的洪峰,即可满足彭水县县城的防洪要求,不会增加县城的防洪负担。

### 3.2.3 配合三峡水库防洪运用要求分析

乌江是长江上游重要支流,乌江洪水是长江洪水的来源之一。长江中下游历来是长江流域的防洪重点,现有抗洪能力约 10~20 a 一遇。三峡水库建成后,通过对下游河段洪水补偿调节运用,可将荆江河段抗洪能力提高到 100 a 一遇,但城陵矶以下河段遭遇 1954 年大洪水时仍需分洪 336 亿~398 亿 m<sup>3</sup>,特别是遭遇 1860 年或 1870 年特大洪水时,运用三峡水库削峰后,枝城的行洪流量仍达 80 000 m<sup>3</sup>/s,长江中下游的防洪问题特别是城陵矶以下河段的防洪问题仍然突出,必须采取综合措施进一步提高抗洪能力,其中的重要措施就是持续结合兴利建设上游干支流大型防洪水库,配合三峡水库运用,以减免中下游地区的分洪量。

2012 年国务院批复的《长江流域综合利用规划报告(2012-2030)》,针对长江整体防洪体系建设提出:长江上游干支流建库除满足所在河流(河段)的防洪要求外,还要配合三峡水库对长江中下游发挥防洪作用。三峡工程投入运行后,在长江中下游汛情紧张时,上游干支流水库承担拦蓄洪水基流任务,减少三峡水库的入库洪量,腾出三峡水库的防洪库容用于调节更大的洪水,进一步减少中下游的分洪量。经研究,7 月份长江上游干支流水库共预留防洪库容约 340 亿~360 亿 m<sup>3</sup>,其中分配给乌江梯级的预留防洪库容为 11.66 亿 m<sup>3</sup>,从 8 月初开始逐步有限制地蓄水。这一安排既可使长江中下游成灾洪水多发期长江上游有较大的防洪库容拦洪,又实现了防洪和发电较好的结合。

随着长江流域一批综合利用水利枢纽建成或逐步建成并发挥效益,尤其是治理开发长江的关键性控制工程三峡水库进入 175 m 水位运行,对三峡上游干支流梯级水库群综合调度运用提出了现实而紧迫的要求。《以三峡水库为核心的长江干支流控制性水库群综合调度研究》报告提出:“本身没有承担本河流的防洪任务,主要任务是配合下游大型防洪控制性水库对流域进行防洪的水库,按防洪规划和长江流域规划,为协调蓄水与防洪,规划安排这些水库按拦蓄洪水基流的方式配合对中下游防洪,即一般在 8 月份就可开始兴利蓄水。也就是在 7 月份按中下游防洪要求拦洪蓄水进行防洪调度,8 月按兴利蓄水,减少三峡水库入库径流。由于这些水库是以蓄水方式拦洪,一般 8 月份都可蓄满,蓄水可与防洪有效结合”。

根据上述研究成果,结合彭水水电站的防洪任务可以看出,彭水水库在满足承担下游彭水县城防洪任务的情况下,8 月份可以开始以拦蓄基流的方式配合三峡水库对长江中下游防洪,并均匀抬高水库水位。这种蓄水方式符合长江防洪总体规划蓄水安排。

由上述分析可见,彭水水库在主汛期 5 月 20 日至 8 月 19 日防洪限制水位 287 m,后汛期 8 月 20~31 日防洪限制水位 291.0~292.5 m 不同设置方案,均能发挥彭水水库设计阶段提出的防洪作用,能满足不同防洪对象的防洪需求。

### 3.3 库区淹没分析

根据《重庆乌江彭水水电站可行性研究报告》<sup>[2]</sup>,彭水水电站建设征地范围按《水电工程水库淹没处理规划设计规范》(DL/T5064-1996)有关规定,居民及房屋按 20 a 一遇洪水水面线迁移,林地、园地按 5 a 一遇洪水回水线计算淹没损失,耕地、柴草山按正常蓄水位划定淹没范围,专项设施按有关行业规范确定。目前,彭水水电站水库移民搬迁工作已结束,因此,库区各断面后汛期不同洪水标准的水库回水水面线应不超过各相应洪水标准的可研设计回水水位。

在彭水水库可研阶段,根据水库淹没处理标准,采用试算法,推求了 20% 和 5% 频率洪水的库区水面线。本文按与可研相同的条件推算彭水水库后汛期库区各断面 20% 和 5% 频率设计洪水的水面线,后汛期各汛限水位方案的各断面回水位均不超过可研阶段库区回水位,见图 1、2。

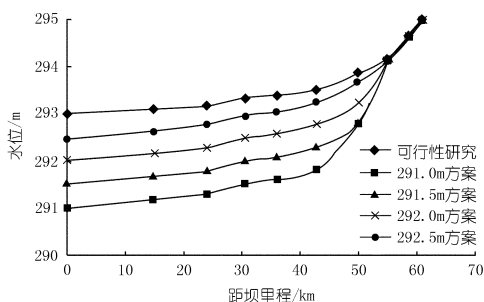


图 1 彭水水库 20 a 一遇库区回水示意

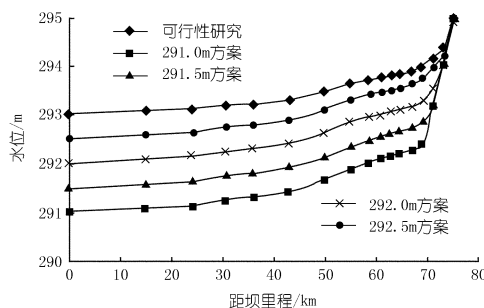


图 2 彭水水库 5 a 一遇库区回水示意

3.4 分期汛限水位确定

上述拟定的后汛期不同防洪限制水位方案均能满足原设计阶段的防洪任务要求,也不增加库区的淹没损失,但考虑到彭水水电站还要承担配合三峡水库防洪运用的任务,且后汛期防洪限制水位 292.5m 方案推求的水库回水成果和原设计成果差异较小,为水库调度留有一定的余度,建议后汛期防洪限制水位采用 292 m。

3.5 效益分析

经径流调节计算,彭水水电站后汛期防洪限制水位 292 m 方案年发电量较原设计方案增加 0.23 亿 kW·h。

彭水水电站水库运行水位抬高,电站机组受阻情况将得到改善,机组预想出力增加。经计算,彭水水电站后汛期防洪限制水位抬高较原设计情况可增加后汛期调峰容量 150 MW。

4 结语

(1) 对于水库防洪安全和兴利效益而言,汛限水

位的确定具有极其重要的作用。在保证水库防洪安全的前提下,应尽可能提高水库的汛限水位,从而增加水库发电等效益。这是缓解目前日益增加的水资源供给压力,增加洪水资源利用的主要非工程措施。彭水水库在不增加库区淹没损失,满足水库下游防洪要求及不影响枢纽防洪安全的前提下,提高后汛期水库汛限水位,增加发电效益是可行的。通过初步测算,彭水水库后汛期水位提高到 292 m 后年平均增加发电量 0.23 亿 kW·h,增加后汛期调峰容量 150 MW。

(2) 由于水文事件是随机事件,影响因素复杂多变,洪水分界点并非每年都完全一致,在不同年份可能提前或滞后,在汛期洪水调度时应结合当年的天气预报和前期来水情况分析运用,规避风险。

参考文献:

[1] 长江勘测规划设计研究有限公司. 彭水水库分期汛限水位专题研究[R]. 武汉:长江勘测规划设计研究有限公司,2013.  
[2] 长江勘测规划设计研究有限公司. 乌江彭水水电站可行性研究报告[R]. 武汉:长江勘测规划设计研究有限公司,2003.  
[3] DL/T 5015-1996 水利水电工程动能设计规范[S].  
[4] SL104-95 水利工程水利计算规范[S].

(编辑:常汉生)

Research on staged flood control level of Pengshui Reservoir in Chongqing City

GUAN Yaping

(Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** On the premise of the flood control safety, the water resources can be fully used by setting up different flood control levels of the reservoir according to different flood season stages. Aiming at the climate environment influencing the Wujiang River Basin and the analysis results of the measured flood peak at Pengshui Hydrological station such as the discharge and occurrence time in the whole flood season, August 20 is determined as the division date of main flood season and post flood season, and the staged design flood of Pengshui Reservoir is calculated. The analysis results show that the flood control level of Pengshui Reservoir was raised to 292 m in post-flood season from August 21 to 31, which can increase the annual power generation of Pengshui Hydropower plant by 23 million kW·h, on the premise that the inundation loss in the reservoir area won't be increased, that the flood control demand in the downstream would be fulfilled and that the flood control safety of Pengshui Reservoir won't be affected.

**Key words:** flood stage division; staged flood; staged flood control level; Pengshui reservoir