

# 紫坪铺水库后汛期限制水位分析

张 棚, 田延平

(四川省紫坪铺开发有限责任公司, 四川 成都 610091)

**摘 要:**紫坪铺水库由于其特殊的地理位置以及承担的供水任务,运行以来蓄水期一直存在着上下游水库与紫坪铺水库争蓄的矛盾,水库蓄水难度较大。根据流域暴雨洪水特性以及对历史洪水的调查分析,确定以9月1日作为主、后汛期分界日期。经过调洪演算得知紫坪铺水库后汛期限制水位提升至875 m是可行的,为了不增加库尾河段的淹没,推荐后汛期限制水位提升至870 m。同时,通过近6年的实际运行情况说明,提高水库后汛期限制水位对于提高水库蓄满率成效显著。

**关键词:**紫坪铺;洪水分期;后汛期洪水;限制水位

**中图分类号:**P343.3;TV697.1+3;TV551.4+12

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-2184(2018)04-0042-04

## 0 引言

根据多数水库实际运行经验,由于汛期固守单一汛限水位运行,往往造成前期弃水过多而汛期后半程无水可蓄或水少蓄不到理想水位等情况,从而导致了后汛期比较被动的局面。位于岷江上游的紫坪铺水库自运行以来,存在着上下游水库与紫坪铺水库争蓄的矛盾,特别是上游有调节能力的水库电站(毛尔盖、狮子坪等)汛后开始蓄水,紫坪铺水库的来水将会进一步减少。进行分期设计洪水研究,提高水库后汛期限制水位可有效避免汛后无水可蓄的被动局面,合理利用汛末洪水资源,提高水库蓄满率。

## 1 主、后汛期洪水的分界日期

### 1.1 暴雨洪水特性

岷江上游的洪水主要由暴雨形成。根据实测资料分析,汶川至都江堰区间是岷江上游暴雨多发区,属著名的川西鹿头山暴雨区南端。暴雨发生于5~10月,集中在6~9月。主要暴雨中心一般出现在岷江右岸的渔子溪、寿溪等。紫坪铺、都江堰一带的大洪水均为这一地区大暴雨所形成。汶川以上上游地区年降雨量不大,故上游各支流洪水的洪峰流量不大,对于以下干流的影响也较小,而且汶川以上和以下的大洪水发生时间多不相应。

根据紫坪铺和上游各站实测资料分析,紫坪铺洪水大致可分为两种类型,上游来水型和区间(汶川~紫坪铺)来水型。上游来水型:6月和9月洪水,一般是汶川以上来水为主,此时紫坪铺站洪水过程多为矮胖的单峰或峰距较大的复峰,涨落平缓,历时较长。汶川以上24小时和3日洪量一般可占紫坪铺站的60~85%和70~90%,同时紫坪铺站洪峰流量量级一般较小;区间来水型:7、8月大洪水大多是汶川~紫坪铺区间来水为主,紫坪铺站的洪水过程历史短,涨落迅速,多呈尖瘦的双峰或多峰型,汶川—紫坪铺区间24小时和3日洪量一般可占紫坪铺站的65~85%和60~70%,常常形成紫坪铺站的大(特大)洪水。

### 1.2 洪水发生时间分布规律

根据紫坪铺水文站1937~2003年共67年的实测资料统计,9月出现的年最大洪水次数较少,仅为7次,占比为10.4%,具体统计情况见表1。由表1可知,9月最大洪水发生在1958年9月4日(流量3320 m<sup>3</sup>/s),接近10年一遇设计洪水,仅相当于1964年实测最大洪水(洪峰流量5840,为100年一遇洪水)的0.57倍,次大洪水发生在1945年9月1日,第三大洪水发生在1990年9月8日,这三场洪水均发生在9月上旬,且量级不大。

表1 紫坪铺水文站9月最大流量统计表

发生时间	1940.9.9	1945.9.1	1948.9.14	1958.9.4	1981.9.14	1990.9.8	2001.9.24
流量 / m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup>	1 680	3 280	2 330	3 320	2 090	2 950	1 840

### 1.3 前后汛期洪水分界日期

收稿日期:2018-05-22

由岷江上游流域暴雨洪水特性及紫坪铺站1937~2003年共67年洪水资料分析可知,岷江9月份发生年最大流量次数少,量级相对较小,且多为岷江汶川以上来水,洪水传播至坝址时间长。因此,确定紫坪铺水库主、后汛期的分界日为9月1日,9月份开始可以逐渐提高汛限水位运行。

## 2 后汛期设计洪水分析计算

### 2.1 频率洪水

按跨期选样、不跨期使用的原则,选样开始时

表2 紫坪铺水库后汛期设计洪水成果表

项目	统计参数			不同频率设计值					
	均值	Cv	Cs/Cv	0.01%	0.1%	1%	2%	5%	10%
洪峰/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1 410	0.50	4.00	7 200	5 570	3 950	3 460	2 820	2 330
24 h 洪量/亿 $\text{m}^3$	1.14	0.38	3.50	4.05	3.30	2.54	2.30	1.98	1.72
三日洪量/亿 $\text{m}^3$	2.78	0.35	3.50	9.07	7.50	5.86	5.35	4.64	4.08

### 2.2 可能最大洪水

出于安全考虑,后汛期校核洪水标准和主汛期一致,采用可能最大洪水(PMF)。后汛期可能最大洪水(PMF)采用主汛期可能最大洪水与万年一遇洪水的洪峰、洪量比值,分别乘以后汛期万年一遇洪水的洪峰和洪量而得,经计算,后汛期PMF的洪峰流量为 $8\,630\text{ m}^3/\text{s}$ ,24 h 洪量为 $5.17\text{ 亿 m}^3$ ,三日洪量为 $11.09\text{ 亿 m}^3$ 。

## 3 后汛期限制水位的确定

### 3.1 防洪调度任务

紫坪铺水利枢纽工程的防洪任务有两个:

(1)确保紫坪铺水利枢纽大坝的安全;(2)将金马河的防洪标准由10年一遇提高到100年一遇。

紫坪铺枢纽坝址下游3 km处有一支流白沙河汇入岷江干流,白沙河属于典型的季节性河流,枯水期流量较小甚至断流,但是汛期出现洪水时流量可达 $1\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 以上。同时由于白沙河洪水与紫坪铺洪水同属于著名的川西鹿头山暴雨区南端一个暴雨区,因此,岷江干流的洪水与支流白沙河洪水相遇的可能性较大。为此,紫坪铺水库防洪调度需考虑白沙河洪水流量,按凑泄的方式控制下泄流量运行更能符合上游洪水与下游区间洪水互相遭遇的不利情况。

以二王庙断面作为金马河防洪控制断面,该断面主汛期10年一遇洪峰流量为 $4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ ,即上游发生100年一遇标准洪水时通过紫坪铺水库的调度该断面流量不应超过 $4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 。通过对

间为前后汛期划分界限以前10 d,即从8月22日开始。根据紫坪铺水文站1937年以来的实测资料统计,定时段独立选取,分别计算选取各年后汛期内最大流量、最大24 h、最大三日洪量,分别组成后汛期最大流量、最大24 h、最大三日洪量系列。分别用数学期望公式计算各洪水系列各项的经验频率,以矩法计算统计参数的初值,采用P-III型理论频率曲线适线,确定出统计参数及设计值,成果见表2。

后汛期洪水的统计分析,后汛期白沙河100年一遇洪峰流量为 $1\,410\text{ m}^3/\text{s}$ ,因此紫坪铺水库发生后汛期100年一遇洪水时允许最大下泄流量为 $3\,090\text{ m}^3/\text{s}$ 。

### 3.2 调洪计算原则

根据水库防洪运用原则,确定后汛期洪水调节计算原则如下:

(1)来水流量小于 $1\,100\text{ m}^3/\text{s}$ 时4台机组参与泄流;

(2)来水流量大于 $1\,100\text{ m}^3/\text{s}$ 或洪水频率不超过百年一遇时,冲砂洞全开,并根据洪水情况开启1条泄洪洞,并控制总泄量不超过 $3\,090\text{ m}^3/\text{s}$ ,以满足下游防洪要求;

(3)水位超过防洪高水位时,冲砂洞与1条泄洪洞敞泄,不控制下泄流量;

(4)库水位超过870 m时开启溢洪道自由泄流。

### 3.3 调洪成果

根据后汛期9月份洪水过程线进行分析计算,选用后汛期1%洪水、0.1%洪水和PMF洪水,在设计工况下分析计算860 m、870 m、875 m三个起调水位起调所能达到的最高水位,以及最大下泄流量,以判断后汛期9月份逐步抬高汛限水位的安全可靠性。

860 m、870 m、875 m三个起调水位起调计算结果(表3)。由计算结果可知,3个工况下发生百年一遇洪水时最大下泄流量均小于 $3\,090\text{ m}^3/\text{s}$ 。

s,满足下游防洪要求。当发生后汛期 PMF 洪水时,最高水位最大为 883.1 m,未超过水库校核洪

水位,满足保障枢纽自身安全的要求。

### 3.4 对库区淹没的影响

表3 起调计算成果表

洪水频率	1%	1%	1%	0.1%	0.1%	0.1%	PMF	PMF	PMF
起调水位 /m	860	870	875	860	870	875	860	870	875
最高水位 /m	862.3	871.6	876.4	870.0	873.5	877.3	877.0	880.7	883.1
最大下泄流量 /m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	2 578	2 710	2 776	2 968	3 415	3 960	3 916	4 492	4 891

为了研究提高运行水位对库区淹没范围的影响,计算了9月份二十年一遇、五年一遇洪水坝前

水位为 870 m、875 m 两种水位情况下库区回水水面线,计算成果(表4、表5)。

表4 9月份 P=5%、20% 洪水库区回水计算成果表(起调水位为 875 m)

断面	P=5% Q=2 820 /m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>		P=20% Q=1 840 /m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	
	天然情况 /m	875 m 方案 /m	天然情况 /m	875 m 方案 /m
cs71	873.77	877.07	872.06	876.01
cs72	875.06	877.62	873.31	876.32
cs74	878.10	879.01	876.81	877.73
cs75	880.55	880.73	879.46	879.46
cs76	882.20	882.28	880.77	880.77
cs77	882.59	882.67	881.10	881.10
cs78	884.14	884.18	882.51	882.51

表5 9月份 P=5%、20% 洪水库区回水计算成果表(起调水位为 870 m)

断面	P=5% Q=2 820 /m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>		P=20% Q=1 840 /m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	
	天然情况 /m	870 m 方案 /m	天然情况 /m	870 m 方案 /m
cs71	873.77	874.34	872.06	873.05
cs72	875.06	875.30	873.31	873.86
cs74	878.10	878.19	876.81	876.90
cs75	880.55	880.54	879.46	879.46
cs76	882.20	882.19	880.77	880.77
cs77	882.59	882.58	881.10	881.10
cs78	884.14	884.40	882.51	882.51

计算结果表明,9月份20年一遇洪水坝前水位 875m 方案,回水末端在映秀上场口 CS75 断面,CS71 至 CS75 断面河段为映秀下场口至映秀上场口河段,该河段水位为 877.07 ~ 880.73 m,高于非汛期正常蓄水位时该河段的水位,会增加该河段的淹没;9月份20年一遇洪水坝前水位 870 m 方案,回水末端在 CS72 断面,该位置处水位为 875.3 m,低于正常蓄水位,因此,后汛期9月份水位抬高至 870 m,不会增加水库的淹没,淹没仍受正常蓄水位控制。

### 3.5 调度成效

10~12月为紫坪铺水库蓄水期,水库从2005

年下闸蓄水至今已完整运行12年,表6统计了历年蓄水期最高水位以及对应的日期。2006~2007年因库尾防护堤未施工完成,所以不能蓄至877 m,2008~2009年受“5·12”地震的影响仅蓄至860 m左右,2010~2011年库尾映秀灾后重建不能蓄至877 m,从2012年开始以870 m作为后汛期(9月)限制水位运行后均蓄至正常蓄水位。

如果考虑2012~2017年后汛期9月仍按汛限水位850 m控制运行,进入10月后在满足下游用水需求的前提下再回蓄,则水库2013、2014、2016年将无法回蓄至正常蓄水位。因此,提高后汛期限制水位确能提高水库蓄满率。

表6 历年蓄水情况统计表

年份	蓄水期最高水位/m (9月按870m控制)	对应日期	蓄水期最高水位/m (9月按850m控制)
2006	875.56	10月7日	-
2007	873.47	12月12日	-
2008	859.97	11月10日	-
2009	860.08	10月16日	-
2010	870.23	10月6日	-
2011	870.33	11月9日	-
2012	877	10月3日	877
2013	877	11月26日	851.49
2014	877	10月6日	874.66
2015	877	10月4日	877
2016	877	10月12日	867.15
2017	877	10月17日	877

#### 4 结 语

通过对紫坪铺流域内暴雨洪水特性以及历史上9月最大洪水发生次数及量级的分析,确定紫坪铺水库主、后汛期的分界日为9月1日。由于紫坪铺水库特殊的地理位置,进行洪水调度时不

(上接第38页)

于超标状态。综合营养状态指数为29.09~45.7,以中营养状态为主。库区总氮含量较高,磷含量是藻类增长的限制因素,应作为水库富营养化防范的关键因子。特别应注意春季水库的富营养化,加强对坝前区域的监测。

#### 参考文献:

- [1] 李洪,由丽华. 树立科学发展观 合理开发岷江水资源[J]. 四川水力发电, 2004, 23(2):1-3.

仅要考虑工程自身安全,同时要减轻下游的防洪压力,发生后汛期百年一遇洪水时紫坪铺水库允许最大下泄流量为 $3\ 090\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

在满足工程自身防洪安全和减轻下游防洪压力的要求下,紫坪铺水库后汛期限制水位提升至875 m是可行的。但是为了不增加对库尾河段的淹没影响,推荐后汛期限制水位提升至870 m。对比了2012~2017年以870 m和850 m分别作为后汛期9月限制水位时水库的蓄水情况,结果表明以870 m作为后汛期(9月)限制水位运行,6年水库均蓄至正常蓄水位;而维持850 m作为后汛期(9月)限制水位,则6年中会出现3年无法蓄满的情况,说明提高后汛期限制水位确能提高水库蓄满率。

#### 作者简介:

张 棚(1990-),男,四川夹江人,硕士,助理工程师,主要从事水库调度工作;  
田延平(1968-),女,山东济南人,助理工程师,从事电力营销工作。

(责任编辑:卓政昌)

- [2] 2002 G B. 地表水环境质量标准[S][D]. ,2002.

- [3] 2007 S L. 地表水环境质量评价技术规程[S][D]. , 2007.

- [4] 刘若秀. 古田一级水库水环境质量状况分析及保护措施[J]. 水利科技, 2015(3):20-22.

#### 作者简介:

王宏伟(1984-),男,河北承德人,博士,工程师,从事水利水电工程技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

## 乌东德水电站右岸地下电站首个主体工程移交

日前,由水电六局承建的乌东德水电站右岸8号引水上弯段、竖井段及下弯段一线顺利通过混凝土质量验收,右岸地下电站首个主体工程成功完成并顺利向业主交面。右岸引水隧洞由渐变段、上下平段、竖井段及上下弯段组成。8号引水竖井洞径12.5米,洞深116.25米,是目前国内洞径最大、井身最长、施工最难、风险最高的引水发电井。8号引水隧洞的施工质量也受到了业主及专家组的一致好评,并被评选为样板工程,为施工连接支洞的封堵提供了有利条件,也为2020年首台机组下闸蓄水发电打下了坚实的基础。

## 溪洛渡水电站2018年实现首次满负荷运行

7月18日17时15分,溪洛渡水电站总出力达到1 260万千瓦,18台机组平均出力70万千瓦,实现年内首次满负荷运行。近日,受金沙江上游持续降水影响,溪洛渡水电站入库流量不断增多,为电站满负荷运行创造了良好条件,电站进入发电黄金期。入汛以来,长江电力溪洛渡电厂各部门积极落实上级防洪度汛、安全发电措施,加强沟通协调,持续关注实时雨情、水情,增加现场巡检频次,强化在线监测及趋势分析,严守值班纪律,保持快速响应能力,全力以赴保障机组“长周期、满负荷、不间断”运行。