

# 金华电航工程设计洪水复核及防洪安全评价

胡锦涛<sup>1</sup>, 余波<sup>1</sup>, 田明丰<sup>2</sup>

(1. 西华大学 能源与动力工程学院, 四川 成都 610039; 2. 国家电网明珠电力公司, 四川 遂宁 629200)

**摘要:**金华电航工程从1999年起投入运行至今已近二十年,大坝主体可能存在一定的安全隐患。为了确保工程未来能继续安全地运行,需要对其进行设计洪水复核和防洪安全评价。首先通过历史洪水调查,确定了历史洪水重现期并延长了洪水资料,计算得到复核阶段设计洪水成果,其值小于初步设计阶段设计洪水成果;采用水库水量微分平衡方程进行了调洪演算以及工程泄流能力计算,得到了相关计算结果。最终得出结论:(1)初步设计阶段设计洪水计算成果可行,工程安全复核仍采用该阶段成果。(2)工程泄洪设施能安全下泄设计及校核洪水,工程满足防洪要求。

**关键词:**金华电航工程;设计洪水;调洪演算;防洪安全;评价

**中图分类号:**TV7;TV22;TV12

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2015)03-0075-03

## 1 概述

金华电航工程位于四川省射洪县金华镇城郊,是一座以发电为主,兼顾航运、过境交通、城镇建设、灌溉、养殖、旅游等综合利用的水利枢纽工程。该工程的电站设计水头为12.5 m,装机容量3×14 MW,保证出力为8.51 MW,多年平均发电量2.107亿kW,水库正常蓄水位高程353 m,相应库容3400万m<sup>3</sup>,校核洪水位以下总库容6937万m<sup>3</sup>。

工程于1996年10月21日正式开工建设,1998年10月29日主体工程基本完工,1998年12月30日首台机组利用围堰挡水发电,1999年9月22日泄洪冲沙闸全部投入运行,同年9月30日第二、三台机组并网发电,12月10日跨江大桥具备通车条件。

金华电航工程蓄水发电运行已近二十年,可能存在一定的安全隐患,为了确保工程未来能继续安全生产,西华大学成立了专门的课题组,按照《水库大坝安全评价导则》和《水库大坝安全鉴定办法》对该工程进行了一次全面的复核鉴定。由笔者对本次复核鉴定作出专题报告

## 2 流域概况

涪江是长江上游嘉陵江右岸最大的一级支流,发源于四川省松潘县黄龙乡岷山雪宝顶,自西北向东南流经江油、绵阳、三台、射洪、遂宁等县市后于合川汇入嘉陵江,干流全长670 km,流域面

积36400 km<sup>2</sup>[1]。涪江的径流汛期主要由降水补给,枯季由地下水和上游山区少量的融雪水补给。丰水期(5~10月)水量占全年水量的83%,其中的6~9月占全年的67%;枯水期(11~次年4月)水量仅占全年水量的16%。综合射洪水文站资料,洪水一般发生在6~9月,个别年份亦有出现于10月的,一次洪水过程约3~5 d不等,洪峰滞时约1~2 h,且复峰居多。1981年实测最大流量为17500 m<sup>3</sup>/s(三台水文站)。

金华电航工程位于涪江中游,距射洪县城26 km,枢纽以上控制集雨面积17894 km<sup>2</sup>,占涪江流域面积的49.1%。电站尾水与螺丝池电航工程的回水衔接。金华电航工程下游有射洪水文站,上游有三台水文站。

## 3 洪水标准

金华电航工程闸坝设计洪水重现期为50 a,校核洪水重现期为500 a,消能防冲建筑物设计洪水重现期为30 a,符合《防洪标准》(GB50201-94)及《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》(DL5180-2003)的相关规定。

## 4 历史洪水调查及重现期的确定

金华电航工程上游的三台及下游的射洪河段从1950年起,四川省水文总站、“长办”、“省洪办”和省水利院等单位根据历史传说、政府编写的地方志和居民对大洪水发生情况的回忆等方面[2],先后做过历史洪水调查并有成果报告,各单位调查到的历史洪水年份及序位均一致,分别

收稿日期:2015-03-08

是:1945年、1937年、1981年及1954年。1945、1937年洪水为调查访问和有可靠洪痕,1981年洪水水位为实测,三个历史洪水均利用三台、射洪水文站综合  $H \sim Q$  曲线,采用  $A \sim \sqrt{d}$  法外延推流,洪峰流量成果见表1。而金华河段各历史洪水洪峰流量则采用比降法推流,计算成果见表2。

表1 三台历史洪水成果表

洪水年份/年	流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$	可靠程度
1945	19 500	供参考
1937	17 700	较可靠
1981	17 500	可靠
1954	15 300	可靠

表2 金华河段历史洪水过程表

洪水年份/年	水位高程/m	流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$	可靠程度
1945	352.69	20 100	供参考
1937	352.29	18 300	较可靠
1981	352.04	17 500	可靠
1954	351.39	15 600	可靠

其中,1937、1981年和1954年洪水在金华为较大洪水,不作特殊处理。

金华电航工程根据以上各单位调查和实测资料分析,1945年的首大洪水的重现期  $N$  应在50~75 a之间。故“可研”阶段采用了  $N = 70$  a。考虑到涪江洪水发生频繁,加之该工程又处于金华镇旁,对金华镇的防洪关系重大。因此,“初设”采用1945年洪水的重现期并确定  $N = 50 \sim 70$  a。根据水文资料,本次“复核”阶段采用1945年洪水重现期,确定  $N = 75$  a。

表3 金华电航工程设计洪水计算成果表

阶段	均值/ $m^3 \cdot s^{-1}$	$C_v$	$C_s/C_v$	各频率设计值 $Q_p/m^3 \cdot s^{-1}$						
				0.2%	0.5%	2%	3.33%	5%	10%	20%
初设	8 120	0.53	2.5	27 300		19 700	17 900	16 400	13 800	11 200
复核	7 566	0.53	2.5	25 479	22 667	18 298	16 643	15 298	12 933	10 436

由表3可以看出,经延长洪水资料系列后,复核工程坝址处的设计洪水成果略小于初设成果,说明初设阶段的设计成果是可行的。从工程安全考虑,本次工程安全复核计算仍采用初设阶段的设计洪水成果。

### 6 调洪演算及泄流能力计算

调洪演算方法采用陈守煜提出的水库水量平衡微分方程<sup>[4]</sup>:

### 5 设计洪水复核

设计洪水是指水利水电工程规划、设计中所指定的各种设计标准的洪水<sup>[3]</sup>。金华电航工程初步设计阶段洪水系列分析考虑到三台距金华较近且区间无支流加入,采用三台水文站设计洪水经面积修正后用于设计断面。其中三台水文站有1952~1961年实测流量资料;1962~1987年年最大流量,由实测年最高水位通过综合的  $H \sim Q$  曲线插补;1988~1992年的最大流量由三台水文站和射洪水文站各自年最大流量相关得到。

本次复核沿用初设阶段洪水系列插补延长的方法,增补了1993~2012年最大流量,并与初设阶段采用的1952~1992年洪水系列资料共同组成三台站1952~2012年61 a洪水系列,加上所调查的1945年历史洪水,采用统一样本法进行洪水经验频率计算。该不连续系列资料一致性较好,能够代表涪江中游干流洪水的总体分布,具有较强的代表性,测验精度高,资料比较可靠。

历史洪水重现期按前述分析确定,实测系列经验频率按数学期望公式计算:

$$P_m = \frac{a}{N+1} + \left(1 - \frac{a}{N+1}\right) \times \frac{m-l}{n-l+1} \times 100\% \quad (1)$$

式中  $P_m$  为第  $m$  项洪水的经验频率;  $N$  为历史洪水调查考证期;  $a$  为调查考证期  $N$  年中特大洪水个数;  $l$  为发生在  $n$  项连续系列内的特大洪水个数。

采用P—Ⅲ型频率曲线适线,曲线与经验点距配合较好,确定统计参数及各频率设计值,设计洪水计算成果见表3。

$$f(z) \frac{dz}{dt} = Q(t) - S(z) \quad (2)$$

式中  $f$  为水库水面面积,是水位  $z$  的函数;  $z$  为水位,是时间  $t$  的函数;  $Q$  为入库流量,是时间  $t$  的函数;  $S$  为出库流量,是水位  $z$  的函数。

结合河道地形地质条件,金华电航工程采用全闸方案,布置17孔平底开敞式水闸,每孔净宽12 m,闸底板高程为340 m,建基面高程为336 m,

布置长度为258 m,泄流能力按以下公式计算<sup>[5]</sup>:

$$Q = \sigma \epsilon m B_0 \sqrt{2gH_0^3} \quad (3)$$

式中  $\sigma$  为淹没系数; $\epsilon$  为侧收缩系数; $m$  为流量系数,本工程取0.385; $B_0$  为闸孔总净宽,m; $g$  为

重力加速度,取 $9.81 \text{ m/s}^2$ ; $H_0$  为计入行近流速水头的堰上水深,m。

金华电航工程泄水建筑物水位下泄流量关系曲线见图1。金华电航工程调洪演算成果见表4。

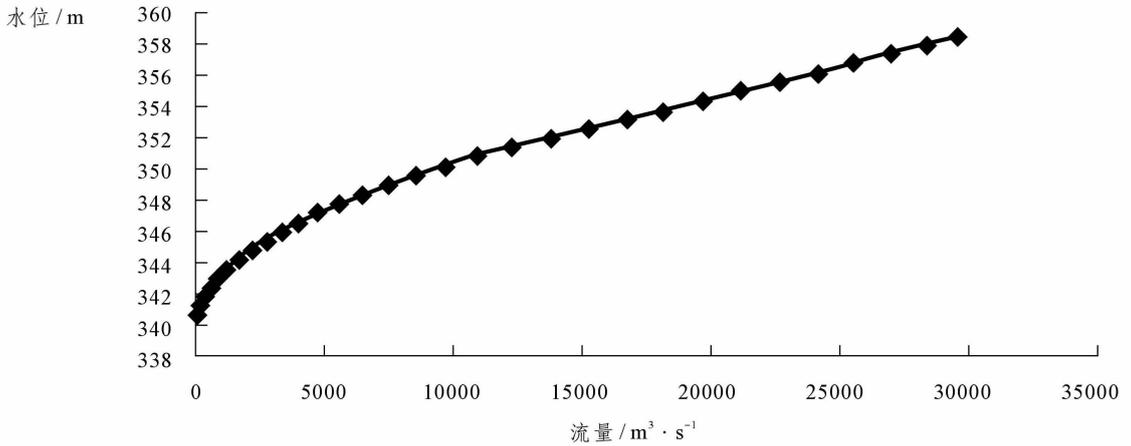


图1 金华电航工程泄水建筑物水位下泄流量关系曲线图

表4 金华电航工程调洪演算成果表

阶段	校核( $P=0.2\%$ )			设计( $P=2\%$ )			闸坝消能洪水( $P=3.33\%$ )		
	校核洪水位 高程/m	总下泄流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	下游水位 高程/m	设计洪水位 高程/m	总下泄流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	下游水位 高程/m	上游水位 高程/m	总下泄流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	下游水位 高程/m
技设	357.4		354.4	354.3		352.65			
复核	357.485	27 100	354.561	354.392	19 600	352.787	353.661	17 800	352.299

### 7 工程防洪评价

(1) 金华电航工程根据三台水文站1952~2012年实测及增补延长得到的洪水系列进行洪水复核计算并经面积修正后用于设计断面。复核计算结果表明:延长洪水资料系列后工程坝址处的复核设计洪水成果相比初步设计阶段设计洪水成果有所减小,初步设计阶段设计洪水成果计算方法正确、计算成果可行。从工程安全考虑,本次工程安全复核仍采用初步设计阶段设计洪水成果。

(2) 金华电航工程泄洪设施由17孔平底开敞式拦河闸组成,经复核计算,能够安全下泄设计、校核洪水,泄洪能力满足防洪要求。

#### 参考文献:

[1] 王国庆,李 迷,等. 涪江流域径流变化趋势及其对气候变

化的响应[J]. 水文,2012,32(1):22-28.

[2] 陈海山. 历史洪水调查方法[J]. 农业科技与装备,2013,35(5):51-52.

[3] 宋孝玉,马细霞. 工程水文学[M]. 郑州:黄河水利出版社,2009.

[4] 陈守煜. 水库调洪数值-解析解法[J]. 大连理工大学学报,1996,36(6):721-724.

[5] 李 炜. 水力计算手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.

#### 作者简介:

胡锦涛(1991-),男,四川射洪人,在读硕士研究生,研究方向:水利水电工程及自动化、仿真技术;

余 波(1965-),男,四川西昌人,教授,硕士生导师,研究方向:水利水电工程及自动化、仿真技术;

田明丰(1968-),男,四川射洪人,高级工程师,学士,从事水利水电工程运行、检修技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 我国电力步入高可靠性阶段

国家能源局和中国电力企业联合会近日在北京召开2015年电力可靠性指标发布会,发布2014年度电力可靠性指标。数据显示,截至2014年底,我国参与可靠性统计的100兆瓦及以上火电、40兆瓦及以上水电机组每台每年非计划停运次数分别为0.48次、0.3次,是30年前的1/12、1/16。全年“零非停”机组越来越普遍,连续运行机组不断增多,指标远远领先于北美国家水平。从水电机组来看,4万千瓦及以上容量的水电机组平均等效可用系数为92.6%,比2013年提高了0.89个百分点;水电机组台年平均利用小时为3520.44h,较2013年增加了263.5h;水电机组发生非计划停运245次;台年平均分别为0.3次和9.04h,较2013年台年平均减少了0.07次和1.66h。