

狮子滩水电站水库汛期运行水位的变化与管理

蔡界清

(重庆中电狮子滩发电有限公司,重庆 长寿 401220)

摘要:对狮子滩水电站水库汛期历史防洪限制水位的变化及由来进行了介绍,针对有关问题,提出了相应的改进建议。

关键词:狮子滩水电站;水库;汛期运行水位

中图分类号:TV7;TV697;TV62;TV12

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)02-0075-04

1 概述

狮子滩水电站为龙溪河梯级的龙头电站,位于重庆市长寿区境内,座落在长江左岸一级支流龙溪河上,是国家“一五”计划的重点工程之一,于1954年8月开始施工,1956年10月下闸蓄水,第一台机组投入运行,1957年3月底工程竣工。

狮子滩水电站枢纽工程的主要任务是以发电为主,兼顾防洪、灌溉、旅游等综合利用。对于永久性挡水和泄水等主要建筑物,原设计报告中将其定为Ⅱ级建筑物,按100 a一遇洪水设计,1 000 a一遇洪水校核。1990年大坝首轮安全定期检查时,根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(山区、丘陵区部分)SDJ12—78及其《补充规定》,复核确定为二等(大(2)型)工程,主要建筑物为2级,设计洪水重现期为100 a,校核洪水重现期为2 000 a。水库原设计汛期防洪限制水位高程为346.5 m,设计洪水水位高程为347.75 m,校核洪水水位高程为348.9 m,正常蓄水位高程为347 m,死水位高程为328.5 m。水库总库容原设计为10.27亿 m^3 ,有效库容7.48亿 m^3 ,防洪库容1.93亿 m^3 ,死库容1.15亿 m^3 ,水库具有多年调节性能。

狮子滩水电站大坝下游20余km河道范围内建有3个日调节梯级电站,且原设计大坝正常运用洪水标准均按50 a设计,其中第二级上碛大坝非常运用洪水标准为500 a,相应最大过坝流量为3 600 m^3/s ;第三、四级回龙寨、下碛水电站大坝非常运用洪水标准为200 a,相应最大过坝流量均为2 700 m^3/s 。梯级电站标准不协调,洪水调度分级控制复杂。鉴于龙溪河梯级电站相互衔接,其防洪安全视为整体,下游梯级电站与大坝的

安全运行均有赖于狮子滩水电站龙头水库的调节,其汛期运行水位对整个梯级电站的安全经济运行将产生重要影响。

2 历史防洪限制水位的变化及原因

狮子滩水库59 a来的汛期运行水位均是经过对当时工程运用的实际条件、洪水变化复核后,由上级主管部门和地方水行政主管部门及防汛部门批复的。

2.1 原设计方案及完善阶段

1954年,狮子滩水电站(原称601—1工程)技术设计由原电力工业部北京水电设计院完成。在洪水调节计算中考虑了12 h洪水预报,拟定汛期运行水位高程为347 m。但考虑到下游三个梯级电站将陆续建成,洪水预报条件还不够完善,遂建议汛期运行水位按高程346 m控制。

1956年狮子滩水电站下闸蓄水后,流域连续发生枯水年,经洪水复核,其成果均小于1954年技术设计数据,因此而误认为原设计成果偏大,泄洪道尺寸偏大,加之大洪河电站缺少泄洪设施;遂于1959年二季度将狮子滩水电站中的第5孔闸门拆迁至大洪河电站使用,导致其泄洪能力大大降低。1962年汛期首次泄洪后,成都勘测设计院(以下简称成勘院)对洪水进行了全面复核和修改,并首次对分期设计洪水进行了计算,但其成果未运用,遂于1964年提出了《水文工程检查复核报告》。根据洪水复核成果,成勘院于1965年汛前提出了《狮子滩水库水利计算与汛期防洪调度报告》。考虑到狮子滩坝址到下碛水电站大坝区间无实测水文资料,而区间设计洪水定为200 m^3/s 。为确保下游3个日调节梯级电站大坝的安全,狮子滩水库在发生200 a一遇洪水时,狮子滩

收稿日期:2014-12-11

水库控泄 $2\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 流量,成勘院研究并分析了4孔和5孔闸门方案的汛期防洪限制水位,要求恢复第5孔闸门,以确保非常运用洪水标准时的大坝安全,并将汛期5~10月防洪限制水位确定为高程346.5 m(5孔闸门方案)。

2.2 下碛水电站大坝不正常运行期

下碛水电站为龙溪河梯级电站中的第四级电站,于1958年7月建成。原设计报告考虑到长江三峡电站建成后其将被回水淹没,根据水力发电建设总局于1956年及1957年下达的设计任务书及其补充文件规定与批复:“下碛电站可按临时性或降低设计等级的建筑物来考虑,按照规范,降低一级进行设计,设计洪水按3级设计,建筑物结构按4级设计,参照苏联建筑法规标准,大坝按50 a设计,200 a校核,最大过水能力为 $2\,700\text{ m}^3/\text{s}$ ”。下碛水电站由于大坝右岸非溢流坝段坝基岩体为碳质粘土岩,施工时未挖至设计高程,削减了断面,以至于抗滑稳定安全系数偏低。1968年汛期,狮子滩水库泄洪流量为 $1\,530\text{ m}^3/\text{s}$ 时,发现下碛大坝在过流时产生异常响声和震动。1970年,狮子滩坝址到下碛水电站大坝区间发生了一次特大暴雨洪水,推算区间最大流量为 $1\,190\text{ m}^3/\text{s}$,为原设计值的6倍。为确保下碛大坝安全,重庆电业局以[70]渝革生字31号文批复,下碛电站大坝未加固之前,狮子滩水库近期防洪限制水位为高程346 m。运行单位从安全计,实际运行时按高程345.5 m控制。

1970年,运行管理单位按成勘院要求恢复了狮子滩水库第5孔闸门,使其最大泄洪能力达 $4\,900\text{ m}^3/\text{s}$ 。由于狮子滩坝址到下碛水电站大坝区间发生了大洪水,1977年,对区间设计洪水进行了复核,提出了《龙溪河狮子滩水库及大洪河水库1977年汛期措施报告》([77]蓉设革规字049号)后,经上级主管部门同意,1977年至1983年防洪限制水位为高程345 m,1984~1986年又按高程345.5 m运行。

20世纪80年代初,运行管理单位开展了下碛电站大坝加固处理的前期工作。1986年,大坝加固工程完成,恢复了其设计标准,安全隐患消除。考虑到大坝加固后未经大洪水考验,经上级主管部门批复同意,狮子滩水库防洪限制水位按高程346 m运行。

2.3 水电站水库大坝首轮安全定期检查复核

1987年9月,原水利电力部颁发了《水电站大坝安全管理暂行办法》。1988年9月,原能源部颁发了《水电站大坝安全检查实施细则》,从此,水库大坝安全管理全面进入安全定期检查时期。1990~1995年,先后完成了狮子滩、上碛、回龙寨、下碛大坝的首轮安全定期检查,都对工程等级及洪水标准、洪水与防洪调度进行了全面复核。特别是通过对狮子滩坝址到下碛水电站大坝区间设计洪水及设计洪水地区组成进行了深入的复核及防洪调度计算后,研究并确定了最佳的洪水地区组成和防洪调度操作规则,经四川省电力工业局批复,在充分发挥狮子滩水库拦蓄洪水作用的前提下,上碛、回龙寨、下碛大坝的洪水标准均定为正常运用洪水标准,即50 a,非常运用洪水标准统一为500 a,500 a及其以下洪水,狮子滩水库下泄流量加区间流量不得超过 $2\,700\text{ m}^3/\text{s}$ 。从此,梯级电站等级标准相互协调,联合调度灵活简化,经防洪调度复核,狮子滩水库防洪限制水位按高程346 m不变,校核洪水水位比原设计最高洪水水位高程348.9 m低0.56 m,防洪安全具有较大的安全裕度。

2.4 水库分期设计洪水及防洪发电控制研究及运用

为安全计,均以降低水库汛期防洪限制水位为措施,汛期5~10月采用不变的水位定值进行常规计算及控制,狮子滩水库防洪限制水位按高程346 m运行,其比原设计高程346.5 m和正常蓄水位高程347 m都低,从而造成汛期不能蓄水、水量利用不充分、汛后又蓄不到水而导致发电水头降低、枯期供水减少,从而影响到整个梯级电站的发电经济运行,防洪与发电的矛盾突出。为此,运行管理单位与四川华阳勘察设计总所成勘院分所合作,于1995~1996年开展了狮子滩水库分期设计洪水及防洪发电控制运用研究,在历次洪水与防洪调度复核的基础上,分析研究了流域暴雨洪水季节性变化规律及成因,将5~7月划分为前汛期,8~10月划分为后汛期,分期并跨期取样统计进行分析并充分考虑了历史洪水,对分期设计洪水进行了计算分析,拟定了多种分期限水位方案进行防洪调度计算与分析,在确保安全的前提下,推荐确定5~7月前汛期限水位高程为

346.5 m, 8~10月后汛期限制水位高程为347 m。其成果于1995年8月和1996年6月通过了四川省电力工业局组织的两次审查,为水库实施分期控制运行提供了依据,但未编制洪水调度方案报批,防洪限制水位仍执行高程346 m。

1996年7月,龙溪河流域连续发生了4次中小洪水。7月24日,水位上涨至高程346.7 m。结合水文气象预测,预计流域将进入高温伏旱期,同时将跨入后汛期。依据上述研究成果并对其进行分析,在确保安全的基础上利用洪水多发电,洪水全部拦蓄,未开闸泄洪,当年龙溪河梯级电站节水增发电量达2 900万kW·h,水库调度取得的效益显著。

1998年汛期发生中小洪水13次,均集中于7~8月,为减轻长江中下游抗洪抢险压力,在重庆市防汛指挥部的统一指挥下,充分利用了水情自动测报系统和分期设计洪水及防洪发电控制运用研究成果,水库实施拦洪、预泄及错峰调度,最高拦洪水位高程为346.77 m,开闸泄洪10次,水库水位有70余天超过高程346 m运行,当年节水增发电量达2 320万kW·h,防洪与发电效益明显。

2000年来水集中在后汛期8~10月,发生了6次中小洪水,三次泄洪关闸后回升水位接近高程346.8 m,减少了泄洪弃水,10月末水库蓄满,年末水位达高程345.68 m,为电网迎峰度冬提供了出力和电量。

经过多次实际运行调度,运行管理单位在水库

分期控制运用、利用洪水资源方面积累了一定的经验。狮子滩大坝经大坝安全定期检查为正常坝,水情自动测报系统运行正常,洪水预报正确率在90%以上,工程运用条件较好。2002年编制了汛期洪水调度方案并向上级主管部门报批,水库实施分期调度控制运用并首次提出了水位控制的变动区间。

2.5 2002年厂网分离以来

在进行狮子滩水电站水库大坝第二次安全定期检查时,运行管理单位于2004年委托成勘院对分期设计洪水、防洪调度与能量指标进行了复核,设计洪水与1996年分期设计洪水及防洪发电控制运用研究成果相比无变化。运行管理单位从保证工程安全和提高电站发电效益综合考虑,推荐狮子滩水库前汛期防洪限制水位高程为346.3 m,后汛期防洪限制水位高程为347 m。

同年,水库运行单位以历次水文与洪水调度复核成果、水库库容复核和分期设计洪水与分期发电控制运用研究成果为技术依据,结合工程运用条件和防汛要求,编制了汛期洪水调度计划方案并向重庆市水利局和防汛部门首次报批并得到批复,同意狮子滩水库前汛期(5~7月)防洪限制水位高程为346.3 m,后汛期(8~10月)防洪限制水位高程为346.8 m。目前仍执行以上分期控制运行水位。

狮子滩水库汛期历史防限水位变化情况见表1。

表1 狮子滩水库汛期历史防限水位变化情况表

| 历史阶段 | 设计、复核水位高程/m | 执行水位高程/m | 执行水位批准部门 |
|------------|-------------|-------------------|-------------------------------|
| 1956~1972年 | 346.5 | 346 | 重庆电业局 |
| 1973~1976年 | 346.5 | 345.5 | 重庆电业局 |
| 1977~1983年 | 346.5 | 345 | 重庆电业局 |
| 1984~1986年 | 346.5 | 345.5 | 川东电业局 |
| 1987~1995年 | 346.5 | 346 | 四川省电力工业局 |
| 1996~1997年 | 5~7月 346.5 | 346 | 四川省电力工业局 |
| | 8~10月 347 | | |
| 1998~2001年 | 5~7月 346.5 | 346 | 重庆市电力公司 |
| | 8~10月 347 | | |
| 2002年 | 5~7月 346.5 | 5~7月 346.5 | 重庆市电力公司、渝电生 [2002]22号文 |
| | 8~10月 347 | 8~10月 346.5~346.8 | |
| 2003年 | 5~7月 346.5 | 5~7月 346.5 | 中电投集团公司安生部、安生 生产[2003]23号文 |
| | 8~10月 347 | 8~10月 346.8 | |
| 2004~2014年 | 5~7月 346.3 | 5~7月 346.3 | 重庆市水利局、防汛办 |
| | 8~10月 347 | 8~10月 346.8 | |

3 问题与建议

(1) 狮子滩水库降低汛期运行水位的主要原

因为下碛水电站大坝存在安全隐患和洪水条件发生变化。

(2)为确保工程安全,长期采取降低汛期运行水位的措施,电量损失较大。如狮子滩水库汛期运行水位从高程346.5 m降至346 m,其库容差为3 000万 m^3 ,梯级电站电量损失约1 000万 $\text{kW}\cdot\text{h}$;汛期运行水位从高程346.5 m降至345 m,其库容差为9 300万 m^3 ,梯级电站电量损失约3 100万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。从1962年首次泄洪到2000年,狮子滩多年调节水库实际发生了21个泄洪年,其间的发电量损失相对较大。

(3)2004年,在进行分期设计洪水、防洪调度与能量指标进行复核时,采用的设计洪水过程线及调洪原则与1996年分期设计洪水及防洪发电控制运用研究成果完全一样,但两次调洪结果不一致;对于前汛期(5~7月)的防洪限制水位,前者为高程346.3 m,后者为高程346.5 m。对此,应在下次大坝安全定期检查时对洪水和防洪调度做进一步的专题复核。

(4)在实施水库分期调度中,防洪限制水位前汛期(5~7月)高程为346.3 m,后汛期(8~10月)高程为346.8 m是一条不可逾越的“水位红线”,在实际运行时,易造成过分强调“水位红线”控制,损失拦蓄洪水及错过蓄水的时机。如果7月中下旬发生中小洪水,水库水位也只能按高程346.3 m控制。但通常是后期将进入川东高温伏旱期,为了电网迎峰度夏,水库水位消落过快,或者为了抗旱保水,只能减少发电出力运行。即使是9~10月发生中小洪水,水库水位也只能按高程346.8 m控制,汛末通常难以蓄到正常蓄水位,从而导致水库蓄满率较低。据统计,水库运行59

a来,平均2 a发生一个泄洪年,平均5.4 a蓄满一次,汛末水库蓄满率仅为18.6%。为了在安全的基础上充分利用水资源,应当进一步研究并分析水库来水特性,完善分期调度方案,明确跨期运用方式及后汛期过度蓄水时间。

(5)关于水库中小洪水资源的利用。进入21世纪,随着国家水资源的地区不平衡和相对匮乏,在对洪水的认识上,已从洪水控制向洪水资源利用发生转变。2002年以来,国家防总在全国选择了若干有代表性的水库进行了汛限水位设计与运用研究试点,并开展了水库汛限水位动态控制方法等课题研究。水库汛限水位动态控制已在某些水库进行了试点,在确保安全的前提下提高了水资源综合利用效益。但直至目前,国家防汛法律、法规及有关调度规程均要求按静态汛限水位实施水库调度工作,其尚未在法律、法规层面上得到认可。

从狮子滩水库多年的运行实践看,在地方防汛部门的指挥下,经历了水库拦洪、错峰、预泄调度。当预报发生较大洪水时,应按批准的汛期洪水调度方案严格执行,而中小洪水为流域常遇洪水,应结合可靠的洪水预报并利用天气预报信息,对水库实施中小洪水资源利用,采取预报调度措施,不存在水库工程等防汛安全问题。笔者认为:为了发挥狮子滩水库的综合利用效益,在完善水库分期调度方案的基础上,需进一步研究制订中小洪水控制与利用方案,其成果应按防汛管理程序审查并报批。

作者简介:

蔡界清(1962-),男,江苏无锡人,高级工程师,学士,从事水电站水库预报调度及防汛管理工作。(责任编辑:李燕辉)

川电外送超千亿

据悉,2014年,四川电网全年外送电量首次突破千亿大关,累计达1 116亿千瓦时,较2013年增长62%,创历史新高。其中,复奉、锦苏、宾金三大特高压直流输电线路外送华东清洁水电897亿千瓦时,为华东地区治理雾霾天气作出巨大贡献。同时,特高压输电线路在远距离、大容量优化配置电能方面的优势进一步凸显。据分析,2014年四川电网外送电量创新高主要得益于三大因素:一是四川各大流域来水较丰沛,据统计,去年夏天四川省境内重点水电站来水较前年同期多21%;二是新投运了一批水电装机,主汛期前,四川新投水电装机容量1 000万千瓦,全省水电装机总量突破6 000万千瓦;三是特高压直流输电工程投运,复奉、锦苏、宾金三大特高压直流输电线路向华东地区源源不断传输水电清洁能源全年累计达897亿千瓦时,相当于三峡电厂的年发电量。三大特高压直流输电工程,不仅为华东经济快速发展注入强劲动力,也为国家推动低碳绿色发展作出了贡献。据测算,897亿千瓦时电量相当于减少火电原煤消耗4 000多万吨,减少二氧化碳排放约1亿吨,减少二氧化硫排放35万吨,特高压输电线路为华东地区治理雾霾天气作出了巨大贡献。此外,针对四川水情及用电市场的变化,国网四川电力在丰水期灵活交易,结合经济发展和各流域水情实际,提出了有效运行方式,极大地缓解了四川各水库消落压力,减少丰水期“隐形弃水”,最大限度保障了清洁水电的可靠消纳,平水期首次实现大规模外送。