

水利技术

利皮乍水库溢洪道除险方案研究

陈锐 杨华舒 张桂松 刘海波 陈刚

(昆明理工大学电力工程学院,昆明 650051)

摘要 利皮乍水库溢洪道不能满足泄洪要求。为了保证大坝安全、提高溢洪道的泄洪能力,分析了降低堰顶高程和扩展堰宽两种加固方案,最终提出降堰的技术措施。模型试验和竣工验收均证明,该成果在满足大坝安全度汛的前提下,明显节省了工程投资、达到了研究目标。

关键词 泄洪能力 溢洪道 利皮乍水库

中图法分类号 TV651.1; **文献标志码** A

利皮乍水库位于大姚县赵家店乡、茅稗田村公所利皮乍村,距县城东北 44 km,属长江流域金沙江水系龙川江支流蜻蛉河上游利皮乍河。水库径流面积 29.4 km²。水库原设计洪水标准为三十年一遇($P = 3.33\%$),校核洪水为三百年一遇($P = 0.333\%$),相应校核洪水位 2 110.57 m,设计洪水位 2 109.16 m,正常蓄水位 2 108.0 m,死水位 2 077.0 m。总库容 561 万 m³,兴利库容 522 万 m³,调洪库容 89 万 m³,死库容 18.04 万 m³。利皮乍水库枢纽由大坝、溢洪道和输水隧洞组成。水库大坝为粘土心墙坝,坝高 49.0 m,另有防浪墙高 0.8 m。坝顶长 210 m,坝顶宽 5.0 m,现状坝顶高程 2 109.0 m。泄水建筑物溢洪道位于左岸坝肩,进水口堰顶高程 2 105.00 m,泄槽长 248.0 m,出口为底流消能;输水隧洞位于大坝右坝肩山体内部,为全断面衬砌的城门型无压隧洞,全长 350.0 m,进水口底板高程 2 077.0 m。输水隧洞出口无消能设施。利皮乍水库现有规模为小(一)型工程,工程等级为四级,主要建筑物为 4 级,次要建筑物为 5 级。利皮乍水库枢纽建于文革末期,由非专业施工队伍施工,施工

工艺落后,填筑质量较差,无质量控制措施、施工、竣工记录和资料。2003 年大姚地震后,溢洪道和消力池左侧边墙的衬砌(浆砌块石),分别有面积约 180 m² 范围的边墙向水道内倾凸,泄洪道的闸门轨道扭曲变形,手动开启到满度的 1/4 左右时,操作比较困难,有明显的阻力。上边坡岩体沿裂隙面有拉裂现象,溢洪道内见大量(0.3—0.8) m 的塌落石块。项目组受委托进行大坝安全鉴定,原型观测中发现:校核洪水位对应的溢洪道下泄流量为 81.50 m³/s,远超过溢洪道的设计最大下泄流量 38.28 m³/s,溢洪道的下泄流量不能满足要求。防洪未能达到规范要求^[1],水库的防洪能力仅达 10 年一遇的标准。防洪安全性等级为 C 级^[2]。

1 除险方案研究

为了提高溢洪道的洪流能力,保证大坝安全,对溢洪道进行了两种方案的设计:方案一为降低溢流堰的堰顶高程;方案二为扩宽溢流堰的宽度。

1.1 降堰除险方案

引渠段、闸室段、泄槽段、消力池全部拆除,对引渠段、闸室段、泄槽段溢洪道槽重新开挖后重建,消力池底板采用原高程不变,即底板不用重新开挖,只需拆除重建。溢洪道进口堰顶高程由原

2 105.0 m降至2 102.5 m,重建后溢洪道闸室段、泄槽段溢洪道断面宽度为4 m,闸室段内部边墙高8.1 m,泄槽段内部边墙高4 m。消力池断面宽度为6 m,内部边墙高5.5 m。

1.1.1 调洪演算的基本原则

流域受西南暖湿气流和东北干冷气团控制,降水时空分布不均,具有明显季节性,暴雨多集中在6—8月份。流域处于背风坡,暴雨历时短,为单点暴雨多发区。流域内的洪水主要由暴雨产生,与暴雨相应,本区洪水多发生在降雨集中的7—8月份。洪水汇流时间短,暴涨暴落,为典型的山区性河流洪水特征。根据设计流域洪水特性,确定设计洪水历时为24 h。

根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》、国家《防洪标准》(GB 501201—94)、《水利水电枢纽工程等级划分设计标准》(SL 252—2000)及《水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准的意见》,近期除险加固,水库规模不变,为小(一)型规模,工程等级为四级,水库防洪标准为设计洪水频率3.33%,校核洪水频率0.333%。

利皮乍水库输水隧洞断面小,1.7 m×2.6 m(宽×高),过流能力有限,不宜汛期泄洪;但考虑到输水隧洞是将水位降至汛限水位的唯一通道。因此,在汛期泄洪时输水隧洞作为安全储备,必要时与溢洪道联合泄洪。

1.1.2 起调水位的确定

利皮乍水库大坝设计坝高49 m,正常蓄水位2 108.0 m。溢洪道原进口高程2 105.0 m,布置一孔4 m×3 m(宽×高)。根据多年的水库运行资料表明,6~10月将水位限制在2 101.0 m高程运行,10月一次年5月份水库能蓄水至正常水位。地震后,溢洪道并未有大的损坏;由于对洪水进行了复核,其洪量及洪峰值均比原设计大;为节省工程投资,同时又能保证工程安全;因此,本阶段设计将溢洪道底板高程降低2.5 m,并以新的溢洪道底板高程2 102.5 m为起调水位。

1.1.3 调洪结果

(1)闸门为小开度运行时,采用闸孔出流进行

泄流计算。按闸孔出流水力计算,其计算公式如下^[3]:

$$Q=\mu be\sqrt{2gH}\tag{1}$$

式(1)中, b :为孔口宽, $b=4.0\text{ m}$; e :闸孔开度; H :闸的高度; μ :流量系数,闸门为平板闸门, μ 可按式(2)计算:

$$\mu=0.60-0.176\frac{e}{H}\tag{2}$$

(2)闸门为全开运行时,溢洪道为宽顶堰,计算公式如式(3)。

$$Q=\sigma_s\varepsilon_1mn b\sqrt{2gH_0}^{3/2}\tag{3}$$

式(3)中, m :流量系数, $m=0.502$; n :堰孔数 $n=1$; b :孔口宽 $b=4.0\text{ m}$;

σ_s :自由出流, $\sigma_s=1$;

$$\varepsilon_1=1-2\left[K_a+(n-1)K_p\right]\frac{H_0}{n_b}\tag{4}$$

K_a :边墩形状系数,取0.1; K_p :闸墩形状系数,取 $K_p=0$ 。其计算结果见表1。

表1 降堰调洪成果表

调 洪 方 案	频 率 $P/\%$	库水位/m	总下泄流量/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
汛 限 水 位	0.33	2 108.66	94.7
2 102.5.0 m,	0.50	2 108.39	88.7
起 调 水 位	3.33	2 107.1	61.1
2 102.5 m, 输	5	2 106.76	54.6
水隧洞不参与	10	2 106.20	44.2
泄洪。			

按上述实用堰水力计算公式,降低堰顶高程后,溢洪道的最大下泄流量为105.11 m^3/s ,溢洪道满足泄洪要求。

重建的溢洪道进口布置一道4.0 m×5.5 m(宽×高)的平板钢闸门,底板、闸室段、消力池边墙采用C20 砼,引渠段、泄槽段边墙采用浆砌石砌筑。溢洪道土石方开挖3 040 m^3 ,土方回填1 800 m^3 , C20 砼212 m^3 ,浆砌石砌筑1 790 m^3 。

1.2 扩展堰宽方案

将溢洪道堰宽由原有的4 m宽扩至6 m宽,引渠段、闸室段、溢洪道槽段、消力池、泄槽段全部拆除,向左开挖2 m后重建;溢洪道底板拆除重建。重建后溢洪道闸室段、泄槽段溢洪道断面宽度为6 m,

闸室段内部边墙高 5.6 m,泄槽段内部边墙高 4.0 m。消力池断面宽度为 8 m,内部边墙高 5.5 m。

调洪演算的基本原则与方案一相同,在进行调洪计算时,将汛限水位降至 2 101.0 m,以溢洪道底板高程 2 105.0 m 为起调水位。

按 2.1.3 实用堰水力公式计算的成果见表 2

表 2 扩展堰宽调洪成果表

调 洪 方 案	频 率 $P/\%$	库水位/m	总下泄流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
汛 限 水 位	0.33	2 110.57	144.87
2 101.0 m, 起	0.50	2 110.34	135.44
调水位 2 105.0	3.33	2 109.16	97.56
m, 输水隧洞不	5	2 108.84	87.57
参与泄洪。	10	2 108.29	70.97

按实用堰水力计算公式,扩宽溢洪道后,溢洪道的最大下泄流量为 $144.87 \text{ m}^3/\text{s}$,溢洪道基本能满足泄洪要求。

重建的溢洪道底板、闸室段、消力池边墙采用 C20 砼,引渠段、泄槽段边墙采用浆砌石砌筑。溢洪道土石方开挖 $3\,902.8 \text{ m}^3$,土方回填 $2\,502.4 \text{ m}^3$,C20 砼 810 m^3 ,浆砌石砌筑 $1\,437.4 \text{ m}^3$ 。

2 除险研究结论

从调洪演算的结果来看,两种方案都能使溢洪道满足泄洪要求。

溢流堰为开敞式宽顶实用堰型,由 1.1.3 的实用堰水力公式(3)

$$Q = \sigma_s \epsilon_1 mnb \sqrt{2gH_0^{3/2}}.$$

可知:堰上水头与下泄流量成 1.5 次方的关系,而溢流堰的堰宽只与下泄流量成 1 次方的关系。在相同的洪水情况下,加大堰上水头可明显提高溢流堰的超泄能力。因此方案一的泄洪安全储备要高。

从溢洪道的地质来看,溢洪道位于大坝左坝端,人工边坡坡度 $60^\circ\text{--}65^\circ$,出露地层为 K_2j^{4-3} 弱风化紫红色粉岩,岩层产状为 $N84^\circ E, NW \angle 15^\circ$ 坡走向 $N20^\circ E$,发育 $N67^\circ E, SE \angle 70^\circ$ 组和 $N27^\circ W, NE \angle 67^\circ$

组两组节理,为不利组合结构面,地质构造不利于溢洪道左岸上边坡稳定的块体。边坡顶分布残坡积土及强风化层,厚度仅 $(1\text{--}2) \text{ m}$ 厚,弱风化上部节理裂隙发育,岩体相对破碎,因此,溢洪道上部边坡稳定性差,有产生岩土体变形失稳可能。

从工程量方面看,方案一:溢洪道土石方开挖 $3\,040 \text{ m}^3$,土方回填 $1\,800 \text{ m}^3$,C20 砼 212 m^3 ,浆砌石砌筑 $1\,790 \text{ m}^3$;方案二:溢洪道土石方开挖 $3\,902.8 \text{ m}^3$,土方回填 $2\,502.4 \text{ m}^3$,C20 砼 810 m^3 ,浆砌石砌筑 $1\,437.4 \text{ m}^3$ 。方案二工程量明显比方案一工程量大,而投资过高不利于方案二的实施。

方案二的实施容易引起溢洪道边坡失稳,造成大面积的滑坡,必须对边坡进行喷锚支护,进一步增加了施工的难度和工程投资。

经过以上分析,决定采用降低溢流堰堰顶高程的方案。

3 结语

利皮乍水库溢洪道存在险情。结合国家自然科学基金项目的研究需要,经过对本工程超泄能力、地质构造、工程投资、施工难度等进行技术经济分析,采用了以降堰为主、配合相应加固措施的溢洪道除险方案。模型试验和竣工验收均证明,本方案提高了溢洪道的泄洪能力,保证了大坝的安全,明显节省了工程投资、达到了研究目标。对下游防洪、农业灌溉和工业生产的发展及社会的安定均有着显著的社会效益。

参 考 文 献

1 水利部. SL252—2000 水利水电枢纽工程等级划分及洪水标准. 北京:水利水电出版社,2000
2 杨华舒,符必昌. 云南省大姚“10. 16”地震震损水利工程之八——利皮乍水库大坝安全鉴定报告. 昆明,2007:06
3 吴持恭. 水力学. 北京:高等教育出版社,2001

(下转第 6584 页)

社,2004 :186—187, 192—193

2 韦连科 B. A.,汪福卓. 路用新材料. 北京:人民交通出版社, 2008:16—17

3 张肖宁. 沥青与沥青混合料粘弹力学原理及应用. 北京:人民交通出版社,2006:163—172

4 杨 波,李占军. Study some effect element on Hot Storage Stability of SBS Modified Asphalt. Science & technology information, 2007, 20 (1):25—38

5 王铁宝,陈 森,张国强. Research on the influence of the white carbon black to the storage stability of the SBS modified asphalt. Shanxi Architecture,2007;33(7):170—171

6 王晓东,王铁宝,刘春阳. The influence of metal soap content on the performance and storage stability of SBS modified asphalt. Journal of Hebei University of Technology,2008;37(4):96—97

7 李双瑞,林 青,董声雄. Application and Research on Styrene-Butadiene-Styrene Polymer ModifiedAsphalts. Highway, 2007; 9 (9): 153—155

8 熊 萍,赫培文. Study of experimental method and evaluating index of SBS modified asphalt storage stability. China Journal Highway and Transport,2005;18(1):3—5

9 孙大权,吕伟民. Study on hot storage Stability of SBS modified asphalt. Journal of Building Materials,2006,9(16):672—674

Study on Storage Stability of SBS Modified Asphalt and Stabilizer

LIU Qian-Ju

(South China University of Technology,Guangzhou 510640,P. R. China)

[Abstract] SBS modified asphalt occupy the world’s asphalt usage by as much as 60 percent, the current use of a wide range of building our country a great influence on the traffic. The process of heat storage stability problems is mainly described,An analysis of the stability of three aspects: structural stability, aggregation stability, functional stability is focus on and some influencing factors are rnade of, in particular stabilizers and modified asphalt the relationship between the use of improvement measures, as well as a synthesis of the evaluation criteria with a view to allow more employment reference from the road.

[Key words] SBS modified asphalt hot storage stability stabilizer

(上接第 6578 页)

Eliminating-danger Research at Spillway in Lipizha Reservoir

CHEN Rui, YANG Hua-shu, ZHANG Gui-song, LIU Hai-bo, CHEN Gang

(Faculty of Electric Power Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051 ,P. R. China)

[Abstract] Spillway flood-discharge capacity was too low in Lipizha reservoir. Reducing elevation or enlarging wide of weir are analyzed. The proper scheme are put forward. Research results are proved to guarantee the safety of dam and economize investment.

[Key words] flood-discharge spillway Lipizha reservoir