

某水库大坝安全评价研究

王娟

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 河北 石家庄 050081

[摘要]文中以某小水库工程为例,对水库大坝进行现场安全检查,并对检查发现的问题进行了汇总和初步分析。通过对水库大坝防洪能力、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构安全以及运行管理等进行复核与评价,并综合上述复核与评价结果,对大坝安全进行综合评价。

[关键词]防洪能力;渗流安全;结构安全;抗震安全;金属结构安全;运行管理评价

DOI: 10.33142/ect.v1i3.8942

中图分类号: TV697.3

文献标识码: A

Research on Safety Evaluation of a Reservoir Dam

WANG Juan

Hebei Water Resources and Hydropower investigation, Design and Research Institute Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

Abstract: Taking a small reservoir project as an example, an on-site safety inspection was conducted on the reservoir dam, and the problems discovered during the inspection were summarized and preliminarily analyzed. By reviewing and evaluating the flood control capacity, seepage safety, structural safety, seismic safety, metal structure safety, and operation management of the reservoir dam, and integrating the above review and evaluation results, a comprehensive evaluation of the dam safety is conducted.

Keywords: flood control capacity; seepage safety; structural safety; seismic safety; metal structure safety; operation management evaluation

1 工程概况

某水库是一座以防洪、灌溉为主,兼顾养殖的小(2)型水库,水库控制流域面积 0.55km²,本次复核总库容为 29.26 万 m³,防洪标准为 20 年一遇洪水设计,200 年一遇洪水校核,工程等别为 V 等,建筑物等级为 5 级。水库枢纽工程主要由大坝、溢洪道和放水洞三部分组成。

大坝坝型为黏土斜墙式,坝顶高程 54.61m,坝长 200m,现状坝顶平均宽 2m,最大坝高 13.61 m。大坝上游坡比为 1:2.5,干砌石护坡,下游坡比为 1:2,无护砌。坝脚设有排水棱体,坝基设有黏土截水槽,坝上未设观测设施。

溢洪道位于大坝左岸,为宽顶堰式,堰顶净宽 7m,堰顶高程 52.73m,左侧为岩体,右侧设浆砌石挡墙。溢洪道进口设有单孔交通桥,浆砌石结构,桥孔底净宽 6m,桥面宽 2.0m。

放水洞位于大坝右岸,进口底高程 43.90m,为混凝土涵管,管径 0.3m,设计流量 0.27m³/s。

工程效益:可灌溉农田 400 亩,保护下游耕地 500 亩、人口 800 人。

2 现场安全检查

2.1 检查内容及方法

根据水库大坝安全鉴定工作安排,我院与县水务局组成水库大坝安全鉴定工作组对水库大坝现状进行现场安全检查。

检查重点主要是水库大坝、溢洪道及放水洞等主要建

筑物,对现场检查发现的问题进行了汇总和初步分析。

2.2 现场检查结果

经过工程现场查勘,发现水库工程存在如下问题:

(1) 大坝部分坝段塌陷、亏坡,上游坝坡干砌石风化、脱落现象严重。坝顶土路面,雨季泥泞,不利于防汛抢险。(2) 溢洪道底板无护砌,交通桥及右侧导流墙局部砂浆脱落。出口未设消能防冲措施。(3) 放水洞淤堵,不能正常放水,出口尾水渠破损。(4) 放水洞进口无闸门,出口阀门损坏,不能正常运用。(5) 水库没有必要的监测和安全管理设施。

3 工程质量评价

3.1 地质概况

(1) 地层岩性。工程区地处燕山南麓长城脚下的低山丘陵区。境内低山重叠,丘陵起伏,地势北高南低,北部多低山,中部多丘陵,沟壑纵横交错,形成两个丘间盆地,南部为部分平原。坝址区地层岩性比较简单,主要出露有太古界迁西群三屯营组二段和第四系全新统冲洪积层。

①迁西群三屯营组二段(ArS2):岩性为黑云斜长片麻岩、石榴角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩等。主要分布于坝基、库区两岸及溢洪道左侧边坡。

②第四系全新统冲洪积层(Q4alp):岩性主要为含砾亚砂土、亚黏土、冲积砂、卵石层。分布于大坝下游河床、坝基截水槽两侧、溢洪道底板及陡坡段。

(2) 地质构造与地震。工程区所处大地构造单元为

一级构造单元的中朝准地台,二级构造单元的燕山台褶带,三级构造单元的山海关台拱。

区域内主要发育两条大断裂:①青龙~滦县隐伏大断裂②固安~昌黎隐伏大断裂。

根据中国地震局提出、国家质量监督检验检疫总局与国家标准化委员会发布的《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),工程区地震动峰值加速度为 0.15g,相应地震烈度为Ⅶ度,地震动反应谱特征周期为 0.40s。

(3) 水文气象。本地区处于暖温带亚湿润气候区,属大陆季风气候,四季分明,春季温凉少雨,夏季炎热多雨,秋季干湿相间,冬季寒冷干燥。多年平均气温 10.7℃,年均降水量 706.3mm,年平均风速 2.4m/s。该河流属季节性河流,主要是靠大气降水和地表径流补给。流域内地下水以第四系孔隙潜水和基岩裂隙水两种形式存在。

3.2 工程地质条件及评价

(1) 大坝坝顶土路面,雨季泥泞,不利于防汛抢险。大坝部分坝段塌陷、亏坡,上游坝坡干砌石风化、脱落现象严重。

(2) 坝基坐落在冲积砂及强~弱风化岩体上,在冲积砂层设有黏土截水槽,现场踏勘期间未发现下游坝脚有渗漏现象。

(3) 溢洪道进口底板表层出露的地层岩性为第四系全新统冲洪积层(Q4alp)含砾亚砂土、冲积砂,溢洪道内种植庄稼,左侧边坡为全~强风化岩体,交通桥及右侧导流墙局部砂浆脱落。溢洪道出口陡坡段表层出露岩性主要为含砾亚砂土、冲积砂,防冲刷能力差,出口未设消能防冲措施。

(4) 放水洞洞身为混凝土涵管,经过多年的运用,工程老化失修,放水洞淤堵,出口尾水渠破损,影响正常放水。

3.3 工程质量综合评价

水库属于“三边”工程,由当地民工施工,施工质量难以满足设计要求。溢洪道底板无护砌,出口未设消能防冲措施。放水洞老化失修,进口无闸门,出口阀门损坏,影响水库正常运行。工程质量综合评定为不合格。

4 运行管理评价

水库运行 40 多年来,在防洪和所在区域的农业发展中均发挥了一定的效益。但该水库始建标准低、工程质量较差、留下尾工较多,管理跟不上,目前存在大坝无监测设施、溢洪道泄洪不满足要求及放水洞阀门无法正常使用等直接威胁大坝安全的问题,严重影响了水库的正常运行和效益发挥。大坝运行管理综合评定为不规范。

5 防洪能力复核

(1) 防洪标准。水库原总库容 33.5 万 m³,黏土斜墙坝,根据《防洪标准》(GB50201-2014)及《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定,本次鉴定设计洪水标准定为 20 年一遇,校核洪水标准定为 200

年一遇。

(2) 设计洪水。由于水库流域缺乏实测资料,本次复核设计洪水通过暴雨途径,最终采用推理公式法计算成果。

(3) 水库防洪安全

水库大坝坝顶高程 54.61m 低于计算坝顶高程,斜墙顶高程 54.61m 高于本次复核计算的高程,故坝顶高程不能满足《防洪标准》(GB50201-2014)规定的防洪标准要求,即不能满足 20 年一遇设计洪水、200 年一遇校核洪水的防洪要求;斜墙顶高程能满足现行防洪标准要求。

根据《水库大坝安全评价导则》(SL258-2017),水库防洪安全性评定为 C 级。

6 渗流安全评价

水库大坝无观测设施,缺少观测资料,根据工程的具体情况,大坝渗流安全复核采用设计计算分析法。

大坝在正常蓄水位情况下年渗流量约为 4.5 万 m³,全年渗流量占兴利库容的 20.3%,坝体、坝基渗流量较小,对大坝安全和效益的正常发挥没有造成太大影响;大坝在正常蓄水位、设计洪水位和校核洪水位情况下,坝基最大渗流坡降均小于允许渗透坡降,渗透稳定满足要求,下游坝坡渗透稳定也满足要求。

根据《水库大坝安全评价导则》(SL258-2017),水库坝体渗流安全等级评定为 A 级。

7 结构安全评价

7.1 坝坡稳定复核

坝坡抗滑稳定采用瑞典圆弧法,计算采用河海大学土石坝稳定分析系统(HH-SLOPEr1.2)进行计算;计算断面采用坝体渗流计算断面;水位采用本次鉴定复核的水库特征水位。

大坝坝坡稳定复核计算成果见表 1。

表 1 大坝坝坡稳定计算成果表

坝坡	计算条件		稳定复核	
			计算值	最小安全系数
下游坝坡	正常运用工况	上游正常蓄水位 52.73m, 下游无水	1.18	1.15
		上游设计洪水位 53.53m, 下游无水	1.19	1.15
	非常运用工况	上游校核洪水位 53.92m, 下游无水	1.19	1.05
		上游水位正常蓄水位 52.73m 遇地震	1.03	1.05
上游坝坡	正常运用工况	上游水位由正常蓄水位 52.73m, 降至死水位 43.90m	1.16	1.15
	非常运用工况	上游水位由校核洪水位 53.92m, 降至正常蓄水位 52.73m	1.47	1.05
		上游水位正常蓄水位	1.27	1.05

	52.73m 遇地震		
--	------------	--	--

从大坝坝坡抗滑稳定计算结果可以看出,大坝下游坝坡在“正常蓄水位遇地震”的工况下抗滑稳定安全系数不满足规范要求;上游坝坡抗滑稳定安全系数在各种工况下都能满足规范要求。

根据《水库大坝安全评价导则》(SL258-2017),水库大坝结构安全等级评定为C级。

7.2 溢洪道安全复核

(1) 溢洪道泄流能力复核

溢洪道为宽顶堰式,堰顶净宽 7m,堰顶高程 52.73m。泄量计算参照《水力计算手册》。溢洪道泄量计算成果见表 2。

表 2 溢洪道泄量计算成果表

库水位	泄量 (m ³ /s)	备注
52.73	0	堰顶高程
53.23	3.38	
53.53	7.10	
53.73	9.57	
53.92	12.60	现状校核洪水位
54.23	17.58	

(2) 溢洪道抗冲能力复核

溢洪道底板表层外露岩性主要为含砾亚砂土、冲积砂等。参照《水力计算手册》允许不冲流速为 0.5~0.8m/s,经计算溢洪道内最大流速为 2.78m/s,大于溢洪道的允许不冲流速,溢洪道的抗冲能力不满足要求。

7.3 放水洞安全复核

(1) 放水洞泄流能力复核

放水洞的泄流能力根据隧洞泄流量规定计算,经计算,放水洞最大泄量 0.27m³/s。

(2) 放水洞洞身强度复核

放水洞在运行中除淤堵外,未发现内部有异常现象,故不对放水洞进行强度复核。

8 抗震安全评价

水库地震基本烈度为Ⅶ度。经计算不满足抗震安全要求。

根据《水库大坝安全评价导则》(SL258-2017),抗震安全等级评定为C级。

9 金属结构安全评价

放水洞进口无闸门,出口阀门损坏,不能正常运行。

根据《水库大坝安全评价导则》(SL258-2017),放水洞金属结构安全等级评定为C级。

10 大坝安全综合评价

10.1 大坝安全复核及评价

(1) 工程质量评价

水库施工质量较差,溢洪道底板抗冲不满足规范要求,出口未设消能防冲措施,放水洞工程老化失修。工程质量综合评定为不合格。

(2) 运行管理评价

水库无必要的监测及管理设施,工程运行管理较差,大坝运行管理不规范。

(3) 防洪能力复核

根据洪水复核计算,水库防洪标准不满足规范要求的 20 年一遇设计洪水、200 年一遇校核洪水标准,防洪安全等级评定为C级。

(4) 渗流安全评价

根据现场调查及大坝渗流稳定计算,大坝渗流稳定满足规范要求。综合评定为A级。

(5) 结构安全评价

经过对大坝坝坡稳定分析计算,大坝下游坝坡抗滑稳定安全系数不满足规范要求;上游坝坡抗滑稳定安全系数在各种工况下都能满足规范要求;溢洪道的抗冲能力不满足要求。大坝结构安全等级评定为C级。

(6) 抗震安全评价

水库地震基本烈度为Ⅶ度。经计算不满足抗震安全要求。综合评定为C级。

(7) 金属结构安全评价

放水洞阀门损坏,不能正常运行。综合评定为C级。综合上述专项性评价等级,根据大坝安全分类标准,水库大坝评定为三类坝。

10.2 结论与建议

(1) 对大坝进行处理,使坝顶高程满足防洪标准要求;大坝下游坝坡培厚,上游坝坡局部翻修、加固;坝顶路面硬化;

(2) 对溢洪道底板及导流墙进行加固处理,修建出口消能防洪等工程;

(3) 放水洞清淤处理,修复出口尾水渠;

(4) 增开放水洞进口闸门,拆除出口阀门;

(5) 增设大坝管理及观测设施。

[参考文献]

[1] 中华人民共和国水利部. 水库大坝安全评价导则:SL258-2017[S]. 河南: 黄河出版社, 2017.
[2] GB50201-2014, 防洪标准[S].
[3] SL252-2017, 水利水电工程等级划分及洪水标准[S].
[4] GB18306-2015, 中国地震动参数区划图[S].
作者简介: 王娟(1984.12), 东北林业大学, 园林植物与观赏园艺, 河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 专业技术人员, 副高