

水库大坝渗流监测与分析

陈章仑

温州市泽雅水库管理站 浙江 温州 325100

摘要: 土石坝渗稳定性态的确定,是指依据大坝线性渗流观测资料和下游的坝脚渗漏出逸点资料,通过绘制大坝的等势线图或流网布置情况,以估计大坝的渗漏比降和出逸坡降,可以判断渗透稳定性态。对大中型水电站,尤其是土石坝必须及时地在大坝和坝肩按工程规范要求设计测压管道或渗压仪,在下游坝脚安装排水和量水堰监测装置,以随时掌握水电站在运行过程中的大坝渗流情况和渗流率变动状况。

关键词: 大坝渗流; 监测系统; 分析

引言

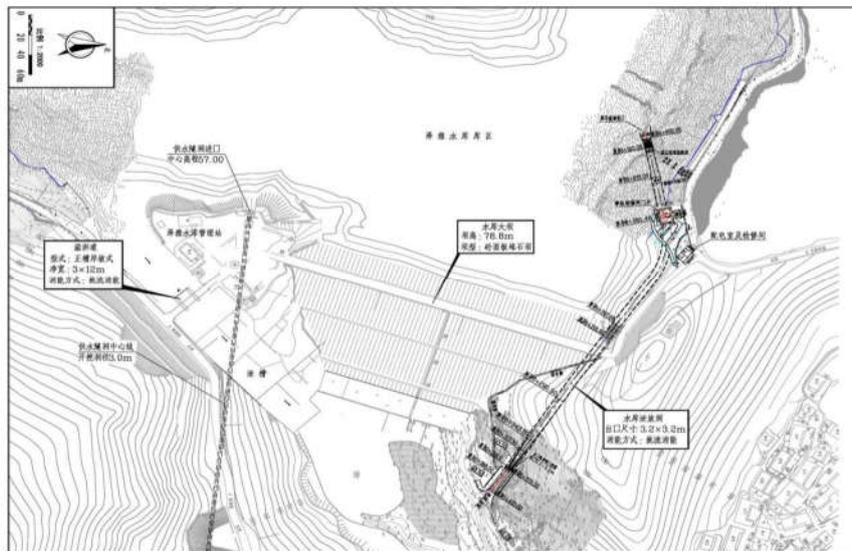
泽雅水电站是中型水库,工程建筑物等级为 级,主体建筑物等级为三级,副建筑物等级为四级,临时建筑物等级为五级。其中水库坝高达到七十m,水库设计等级提升至二等,防洪指标不变。工程设计抗震设防烈度为6度。水库设计洪水标准为50年一遇,校核洪水标准为2000年一遇(原设计为1000年一遇,2013年大坝安全鉴定复核确定为2000年一遇),设计保护人口4.0万人,设

计保护耕地面积2.5万亩。因此,以泽雅水库为例,在收集监测资料的基础上,对水库渗流情况进行分析。

1 工程基本情况

1.1 枢纽布置

泽雅水电站枢纽建筑物,一般由水坝、溢洪道、供水隧洞、泄放孔等构成。泄洪渠道布设在大坝右岸上,距右坝肩九十m,采用开敞型带闸的正槽河岸式泄洪渠。供水隧洞布置在大坝右岸山体中,泄放洞位于大坝左岸山。



泽雅水库枢纽总布置图

1.2 大坝

工程类型为预应力砼板堆石坝,地基特性为晶屑溶结凝灰岩,桥顶路面标高113.75m~113.77m(现状实测),防浪墙顶高程115.00m~115.02(现状实测),最大坝高七十八点八m,坝顶宽度六点零m,长度308.0m(周边缝间距)。

大上为高五点五五m的L型防浪墙,上为高零点九m的宽检查马道,下接预应力砼板,坝上坡度比为1:1.30。下游

高度为二点三三m的L型防挡墙,下游坡度比为1:1.30,同时在52.97m、83.77m两个标高上,各建一点五m宽的过马道。

大坝堆石材料自上而下依次分4区:1区为面板上游45.90m高程以下所铺设的防渗土料粘土铺盖及石渣回填;2区为面板后的垫层及小区料;3区为过渡层、主堆石、次堆石区;4区为大坝下游、大块石护脚及干砌块石护坡^[1]。为防止溢洪道泄洪时回水对坝体的冲刷,在大坝下游面52.97m

高程以下做水平1.0m厚的混凝土护面,内设排水孔。

大坝防渗体系为趾板、面板、L型防浪墙、岸墙及止水设施组成。趾板宽4.0m~6.0m,厚0.5m,用锚筋与岩体相连,并做固结、帷幕灌浆,截断基岩渗漏通道,提高基岩整体性。面板厚0.4m,为二级配混凝土,横向分A型、B型、C型缝。止水设施为SR塑性填料及止水铜片,根据止水缝的位置不同分别考虑设置1道止水或2道止水。

1.3 泄放洞

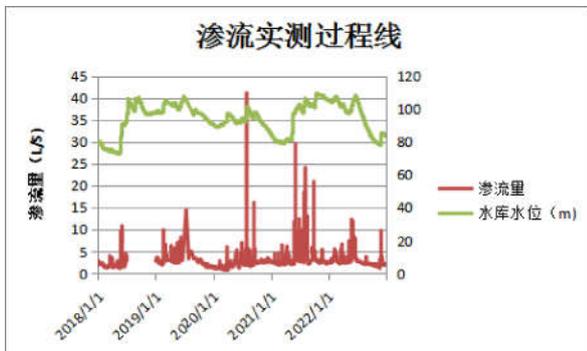
为方便水库放空维护,保障区域饮用水安全,对水库原施工导流洞改建为泄放洞,工程于2015年1月开工建设,2016年10月建成投入运行。

泄放洞洞口位于左坝肩上游约210m处,底高程54.0m;出洞口位于左坝肩下游约115m处,底高程43.5m。出口新建弧形工作闸门^[2]。泄放洞由进口段、竖井式事故检修闸门井、放空隧洞、出口工作闸门段、消能段组成,总长度约405.0m,其中隧洞段长度为378.5m,进口尺寸为7m×6m城门洞形,底高程54.0m。在原导0+087.5m处设竖井检修闸门,井高62.8m,启闭平台高程117.0m,采用QPG1600KN-64m台车式启闭机动闭静启。出口尺寸为3.2m×3.2m,底高程43.5m,设弧形工作闸门,采用QHSY-1000/500KN型液压式启闭机动水启闭。尾水采用挑流消能,全长27.5m。库水位101.97m时,泄放洞出口最大流量为242.6m³/s。

2 渗流监测资料分析

2.1 大坝渗流量

2022年由自动化系统测得的逐日渗流量波动主要受降雨活动影响,降雨集中时段,渗流量测值总体大于其它时段。非降雨期,渗流量均稳定在5L/s以内,这在国内同等规模的面板坝相比属较小的^[3]。结合2018至2022年度最大及最小渗流量测值(表2.3-1),大坝的渗漏状况正常。



2.3-1(a) 大坝渗流量实测过程线

2.2 泄放洞出口闸室渗流压力

泄放洞出口闸室底板共布置3个渗流压力(扬压力)监测断面,每个监测断面在闸室底板左、右侧各布

置1支渗压计,顺水流方向依次为“原导0+382.00(测点XF-1、XF-2)”、“原导0+391.00(测点XF-3、XF-4)”、“原导0+401.00(测点XF-5、XF-6)”。结合泄放洞操作记录可以看出:

上述测值特征表明,本年度各测点测值均出现了不同程度的增长,且各断面测点测值变化特征不同。库水位记录(如图2.4-1(b)所示)显示,2021年8月至2022年3月,水库持续7个月水位保持在较高水位状态(库水位高于100m),为水库蓄水运行以来的首次。

综上所述可以看出,泄放洞出口闸室底板渗流压力变化主要与库水位及充泄水操作有关。本年度内受持续高水位运行影响,各测点部位渗流状态有所改变,测值有所增长,但实测孔压水位仍明显低于库水位,人工巡查未发现异常情况,泄放洞渗流压力测值总体正常。



图 2.4-1(a) 泄放洞渗流孔压水位实测过程线

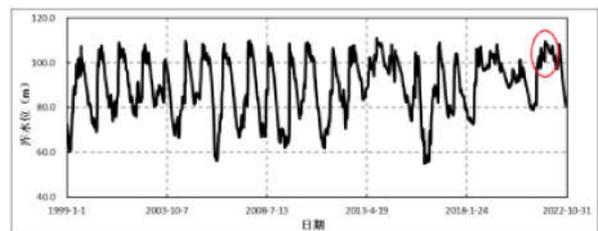


图 2.4-1(b) 泄放洞渗流孔压水位实测过程线

2.3 绕坝渗流压力

2022年实测大坝绕坝渗流的测压管水位过程线如图2.5-1(a)所示,由图可知,位于大坝右岸的R-1至R-4测点的水位变化过程平稳,无大的波动,测值基本不受库水位变动的影响。2018年至2022年度最大及最小绕坝渗流的测压管水位测值如表2.5-1,各测点2022年的最高及最低管水位与2020、2021年度的最高及最低管水位没有明显变化,如位于防渗帷幕上游侧的R1测点,2020年管水位在103.62m至98.39m之间变化,2021年管水位在101.93m至95.54m之间变化,2022年管水位在104.68m至97.95m之间变化,各年度最高及最低测压管水位基本相同。同时,自上游至下游的R-1至R-4测点的测压管水位逐渐递减,表明大坝右岸绕坝渗流变化过程正常,渗流压力符合绕坝渗流的一般规律,渗流状况稳定。

表2.5-1 2018-2022年度最大及最小绕坝渗流的测压管水位测值表 (单位: m)

| 测点编号 | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 | R-5 | R-6 | R-7 | R-8 |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 2018年最大 | 107.68 | 96.17 | 92.14 | 77.34 | 96.05 | 97.84 | 89.60 | 78.72 |
| 2018年最小 | 104.86 | 93.81 | 88.09 | 75.81 | 80.5 | 75.79 | 71.41 | 73.29 |
| 2019年最大 | 106.66 | 96.39 | 93.00 | 77.14 | 96.37 | 99.82 | 90.32 | 77.96 |
| 2019年最小 | 100.73 | 91.56 | 87.53 | 73.14 | 80.47 | 74.80 | 71.67 | 73.29 |
| 2020年最大 | 103.62 | 94.67 | 90.82 | 77.35 | 94.31 | 100.3 | 88.11 | 76.25 |
| 2020年最小 | 98.39 | 91.37 | 86.22 | 72.64 | 79.34 | 77.29 | 69.6 | 72.46 |
| 2021年最大 | 101.43 | 96.02 | 92.64 | 77.64 | 95.84 | 101.73 | 90.38 | 76.03 |
| 2021年最小 | 95.54 | 91.22 | 83.26 | 72.14 | 84.3 | 85.2 | 69.94 | 70.48 |
| 2022年最大 | 104.68 | 96.54 | 93.36 | 77.65 | 98.4 | 103.65 | 90.195 | 77.76 |
| 2022年最小 | 97.95 | 91.57 | 84.13 | 71.92 | 79.39 | 86.94 | 69.69 | 71.23 |



图2.5-1 (a) 大坝绕坝渗流的测压管水位过程线

结束语

综上所述大坝防渗设计满足规范;大坝坝体的透水性能良好,库水位变化没有引起坝体浸润面明显变化,坝体内渗流压力状况正常;渗流量测值稳定,总渗流量较小,渗漏状况正常。大坝左岸山体绕坝渗流测点水位与XF-1测点水位间的相关性总体呈现加强趋势,防渗系统可能存在弱化的风险,建议采取适当措施进行处理。

随着自然资源的进一步开发利用,由于大坝建造区域环境的复杂化,对工程的建造范围以及所采用的材料有了更多的要求。安全性是大坝充分发挥自身功能的基础,合理化、系统化、专业化的渗流观测方法是其中的

重要环节值得相关人员深入研究。

参考文献

[1]史鹏,焦凤磊.中小型病险水库的现状 & 除险加固措施[J].现代农业科技,2008,(12):338.
 [2]SL 228-2013,混凝土面板堆石坝设计规范[S].北京:水利水电出版社,
 [3]2013.贾金生,邴能惠.高混凝土面板坝安全关键技术研究.中国水利水电出版社,2014
 [4]邓念武.大坝变形监测技术.中国水利水电出版社,2010.11