

# 简述建始县闸木水电站大坝右岸下游岩体安全监测

谢长青

国电恩施水电开发有限公司

DOI:10.32629/hwr.v4i8.3288

**[摘要]** 2014年9月28日18时30分左右,库水位为641m时,闸木水水库大坝右坝肩拱肩槽下游岩体产生局部崩塌。坝顶659m灌浆平洞洞顶崩塌体高约5m,深2~3m,顶部沿岩层面,后缘沿L1裂隙崩塌。坝后顶部高程681m左右,下部高程635~638m,垂直高约45m,拱肩槽向下游宽55m左右范围崩塌。坝后636m高程以上右坝肩嵌深减小,坝顶部位拱端出露。2017年根据设计院提出《建始县闸木水水电站工程水库大坝右岸边坡整治专题报告》,建设业主对部分危及工程安全的部分进行了处理,2019年7月,根据专家意见在崩塌体上布置8个测点,采用徕卡棱镜,对大坝右岸下游边坡实施安全监测。

**[关键词]** 闸木水电站; 大坝; 下游岩体; 安全观测

**中图分类号:** TV74 **文献标识码:** A

大坝安全监测是通过仪器观测和巡视检查对水利水电工程主体结构、地基基础、两岸边坡、相关设施以及周围环境所作的测量及观察;“监测”既包括对建筑物固定测点按一定频次进行的仪器观测,也包括对建筑物外表及内部大范围对象的定期或不定期的直观检查和仪器探查。

## 1 概述

### 1.1 工程概况

闸木水水电站位于建始县城西北部、清江左岸一级支流马水河的西支闸木水上游。电站水库总库容2001万 $m^3$ ,总装机容量为10MW,年均发电量为2728万 $kW \cdot h$ ,工程等级为III等中型工程。工程的开发任务是以城镇供水、发电为主,兼顾防洪等综合利用。坝址控制流域面积136.8 $km^2$ ,流域内多年平均降雨量1600mm,多年平均径流深1451mm,多年平均流量6.29 $m^3/s$ ,多年平均径流量1.98亿 $m^3$ 。枢纽工程由碾压混凝土双曲拱坝、城镇供水导涵、发电引水隧洞、发电厂房和变电站等建筑物组成。水库正常蓄水位为655.00m,校核洪水位657.69m,左岸引水发电洞进口底板高程为626.50m,左岸供水导涵进口底板高程为626.50m,左岸发电厂房地面高程为581.75m,机组安装高程为575.00m。

水库工程的洪水标准为50年一遇洪水设计,相应的洪峰流量为960 $m^3/s$ ,500年一遇洪水校核,相应的洪峰流量为1330 $m^3/s$ ;发电洞、电站厂房的洪水标准为50年一遇洪水设计、相应的洪峰流量为960 $m^3/s$ ,200年一遇洪水校核、相应的洪峰流量为1190 $m^3/s$ 。

大坝为碾压混凝土双曲拱坝,坝顶高程659m,河床建基面高程581.5m,最大设计坝高77.5m,上游面坝顶弧长142.024m,坝底宽12.5m,坝顶宽度为5m。大坝顶拱布置有3孔6.3 $\times$ 7m的泄洪表孔,表孔堰顶高程648.70m。在坝内605.0m高程设一层帷幕灌浆、排水、交通廊道,在659m高程(坝顶)两岸山体内部设置灌浆平洞。由于最大坝厚仅为12.5m,故坝体不再分设纵缝。

泄水建筑物采用坝顶溢流表孔溢洪的布置型式。溢洪道堰顶高程 $\nabla$ 648.70m,净宽7m,三孔,堰顶设置弧形钢闸门,闸门挡水高度6.3m,堰面曲线采用WES堰型,其方程为 $y=0.09019x^{1.85}$ ,堰后接1:1的泄槽,采用外侧挑、内侧跌的挑跌结合的差动式出流坎撕裂出流水舌,并纵向予以拉开,增大入水面积,且两孔水舌空中略有对撞,利于消能。

### 1.2 局部崩塌描述

2014年9月28日,水库大坝右坝肩拱肩槽下游岩体产生局部崩塌。坝后636m

高程以上右坝肩嵌深减小,坝顶部位拱端出露,直接影响坝体稳定安全。为掌握右岸坝肩崩塌体的变化情况,充分保证大坝的安全,建设单位多次组织专家咨询,根据专家咨询意见于2019年7月对崩塌体进行长期安全监测。

### 1.3 测点布设

基准由四个点基准点组成,布设在在大坝的左右岸比较稳地区域,左右岸各两个。在大坝右岸边坡崩塌体上布置8个测点,采用徕卡棱镜。

### 1.4 监测频次

从2019年7月建立观测网后,平均每月监测一次,2020年1~2月受到疫情影响未进行观测,共观测12次。

## 2 监测依据

监测工作依据和执行的规范规程,技术标准及要求有。

(1)《混凝土坝安全监测技术规范》DL/T5178-2016。(2)《水利水电工程施工测量规范》DL/T5173-2012。(3)《国家三角测量规范》GB/T17942-2000。(4)《中、短程光电测距规范》GB/T16818-2008。(5)《国家一、二等水准测量规范》GB12897-2006。(6)《工程测量规范》GB50026-2007。

## 3 监测方法

### 3.1 投入的观测设备

序号	仪器类型	型号/规格	生产厂家	单位	数量	检验时间	有效期
1	全站仪	TM50	徕卡公司	台	1	2019.5	1年
2	水准仪	DNA03	徕卡公司	台	1	2019.5	1年
3	气压表	DYM3	长春气象	个	5	2019.5	1年
4	温度计	DHM2	天津气象	个	2	2018.12	3年
5	圆棱镜		徕卡公司	个	8		
6	测伞	中号		把	1		

表 3-1 水平角外业观测限差要求

技术及限差要求	项目	要求
技术要求	测回数	9 测回
	测角中误差	±1.0"
	最大三角形闭合差	±3.5"
限差要求	上、下半测回归零差	±5.0"
	同测回 2C 互差	±9.0"
	同方向各测回间方向值互差	±5.0"
	按三角形闭合差计算的测角中误差	0.7"

表 3-2 边长外业观测限差要求

技术及限差要求	项目	要求
技术要求	测回数	9 测回
	每测回观测边长	2 组
	温度最小读数	0.2℃
	气压最小读数	0.5hPa
限差要求	一测回边长较差	≤±2.0mm
	测回之间边长中数较差	≤±3mm
	对向观测的边长较差	≤2(a+b*D)

注: a 为固定误差 (mm); b 为比例误差 (mm/km); D 为测距长度 (km)。

表 3-3 天顶距外业观测限差要求

技术及限差要求	项目	要求
技术要求	测回数	9 测回
	仪器高、棱镜高量测至	1mm
	仪器高、棱镜高量测次数	测前、测后各 1 次取均值
限差要求	一测回指标差互差	≤4.0"
	测回间天顶距互差	≤4.0"

### 3.2 坐标系

采用相对座标。

### 3.3 观测方案

根据监测网技术设计的精度要求,采用测角标称精度为±0.5",测距标称精度为±(0.6mm+1ppm)的徕卡TM50机器人全站仪进行平面监测网外业观测。平面控制网和大坝监测网的测角测边均按《水利水电工程测量规范》(DL/T5173-2012)专用二等观测技术要求进行。

徕卡TM50电子全站仪具有自动照准ATR功能,内置“徕卡三维变形系统”程序,观测过程完全自动化,遇限差超限自动重测。观测数据经内业检查预处理后,对平面控制网和大坝监测网进行平差。

平面控制网监测。平面控制网布置为三角形网,由4个控制测点组成, TN01、TN02、TN01、TN02为原网点,其中控制点

TN01、TN03位于大坝左岸上下游两侧,兼做大坝监测网的工作基点。测量采用边角网,平差计算由原网点TN01为起算点, TN01—TN02为起算方向。TB01、TB02、TB03、TB04、TB05、TB06、TB07、TB08测点在崩塌体上。

### 3.4 作业方法

3.4.1 水平方向观测。水平方向观测采用方向观测法按9测回进行,观测照准目标使用徕卡TM50配套棱镜。水平角观测全部测回在一个时段完成;一测回观测的操作程序按《水利水电工程测量规范》进行,在此基础上要求一测回正镜、倒镜各独立照准目标两次,分别记录观测数据,取中数作为盘左、盘右的观测成果,以保证水平方向的观测精度。

各项技术指标及限差要求按规范及相关技术要求执行如表3-1。

3.4.2 边长观测。边长观测目标采用与仪器配套的徕卡观测棱镜,气象数据观测使用空盒式温度气压表,该辅助设备已经过检测机构的全面检验。

边长观测全部进行对向观测(不同时),边长观测往、返各9测回,每个测回4次读数。温度估读至0.2℃,气压估读至50Pa。测站与目标站气象数据的观测记录与边长观测同步进行。各项观测限差按规范及相关技术要求执行如表3-2。

3.4.3 天顶距观测。由于所测的斜距需要有足够精度的天顶距化算成水平距离,因此结合《水利水电工程测量规范》进行观测,并按规范有关天顶距测量的技术要求执行。测回数:9测回,目标采用与观测仪器配套的徕卡TM50棱镜。天顶距观测与边长观测同时进行,测前、测后对仪器高与镜站高分别进行量测,每次量测至0.2mm,两次读数差不应超过1mm,以确保三角高程的观测精度。各项技术指标及限差执行规范及相关技术要求如表3-3。

## 4 监测结果数据分析

2019年7月22日至2020年6月30日共监测12次。

## 5 结束语

综上所述,从2019年7月22日至2020年3月30日进行了8次观测,X方向最大位移量为正的4.9mm,Y方向最大位移量为正的2.4mm;2020年3月30日至6月30日进行了4次观测,特别在6月份汛期进行了加密监测,其X方向最大位移量为正的1.4mm,Y方向最大位移量为正的0.7mm,监测数据说明,建始县闸木水电站大坝右岸下游岩体其岩体趋于稳定。

### 【参考文献】

[1]黄轶康,许海清,程亮,等.绿色输变电工程施工期环境影响评价指标量化研究[J].价值工程,2020,39(21):46-47.  
 [2]李鑫奎,蒋宇晨,沈志勇.低功耗自动监测设备在施工过程监测中的应用[J].建筑施工,2020,42(05):830-832.  
 [3]李迪,王德厚.水电工程岩体安全监测的发展[J].岩石力学与工程学报,2001,(S1):1623-1625.