

# 玛纳斯县石门子水库大坝安全监测系统设备改造升级工程技术 方案分析

李胜德

玛纳斯县塔西河流域管理处

DOI:10.12238/hwr.v4i11.3432

**[摘要]** 石门子水库位于新疆昌吉州玛纳斯县西南塔西河中上游河段,是一个综合利用的中型水利枢纽工程。石门子水库大坝安全监测系统自正式投入运行以来,为水库运行管理提供了有力的技术支持,但是随着运行年限的不断延长,系统老化,现有系统不能满足灌区信息化发展需求。本文结合石门子水库运行特性,对系统设备改造升级进行了分析和讨论。

**[关键词]** 石门子水库; 安全监测; 升级改造

**中图分类号:** X924.2 **文献标识码:** A

## 1 安全监测系统改造升级的目的

### 1.1 多方位监测

实现对水库大坝重要运行数据的实时采集、传输、计算、分析,包括坝体位移监测、应力应变监测、温度监测、坝基扬压力监测、地震动监测、岩体变形监测、坝体浸润线监测、坝体渗流量监测、视频监控等,实时掌握水库大坝的运行状况。

### 1.2 直观展示

直观显示各项监测内容的实时状态,历史数据查询和当前数据展示,为相关人员提供简单明了,直观有效的信息。

### 1.3 预报预警

一旦出现异常情况,如坝体位移超限、浸润线超限等,可以通过大屏监测点颜色闪烁提醒、短信发送相关人员提醒,及时响应;

### 1.4 便捷查询

系统采用B/S软件架构,支持云端部署和本地部署,可通过任何一台联网的电脑登陆网页查询系统情况,及时了解系统信息;

### 1.5 多级管理

多项目分布式部署,可在一个平台中接入多个水库大坝在线监测系统,实

现如省、市县、水库管理单位等多级管理,可查询所在权限内的系统信息。

## 2 大坝安全监测系统设备改造升级分析

### 2.1 位移监测设备

(1) 双标观测墩。观测墩用于全站仪人工监测,将主坝坝顶原5个观测墩拆除后重新砌筑观测墩,高度为1.5m,并保证观测墩观测时不受外部因素干扰。主坝下游TS5、TS6工作基点用于观测主坝下游坝面上的6个监测点,由于观测视线受到山体阻碍目前无法观测,将原TS5、TS6工作基点向河床方向移动,布设在下游两岸相对稳定点。工作基点布设位置(拟定在基岩上)具体由相关检测机构根据现场实际情况选定,工作基点的基础形式根据实际地质条件确定。

(2) GNSS位移监测站。主坝坝顶5个,副坝坝顶5个,与坝顶观测墩位置相错。主坝下游坝面6个,与坝面观测点位置相错。1个稳定的工作基点,设置在与观测墩(观测点)距离在5km以内,最好不超过3km。共11个位移监测站。

(3) CCD垂线坐标仪。主坝坝体内部设置了三组垂线观测装置,分布在坝体中部、右坝段和左坝段,各观测装置均采用人工测量,垂线观测装置油桶、钢丝、

浮体完好,仅需增加垂线坐标仪,即可实现实时监测和自动数据化传输。垂线坐标仪是新型的智能型仪器,与正、倒垂观测装置配套使用,采用非接触式二维或三维测量,对坝体不同高程的水平位移变化进行精密监测。

1289m高程交通廊道坝体中部安装2台,左右坝段各1台;1340m高程交通廊道的中部安装1台、1340m高程交通廊道的左坝段和右坝段各安装2台,共9台。

(4) 深部位移监测站。主坝右坝肩灌浆帷幕上下游f6断层处有2个地表测斜孔,孔深分别是100m和108m,目前2个测斜孔共用1台滑动式测斜仪。为实现实时自动监测和数据传输,采用多维度变形测量装置,将测斜探头通过连杆方式埋入地下,当岩体内部有位移变化时,测斜探头随之倾斜,通过信号电缆引入地面仪表,从而可精确测出水平位移量或者倾角,通过太阳能供电和无线传输数据。

深度为110m的测斜孔沿孔壁布置多维度变形装置,在J3和J4夹层上下共约30m长的范围内布置测点。需根据现场测斜孔及夹层状况选择测点布置位置和范围。

### 2.2 渗流观测设备

(1)振弦式渗压计。测压管内置的渗压计在2017年更换后仍无法正常工作,需要更新。1350m高程抗滑灌浆排水洞内有2个测压管,由于该洞与其他排水洞无直接联系,需要建立独立的观测站采集和无线传输数据。用于观测坝肩岩体和坝体内部渗透水压力,在测压管内安装振弦式渗压计。

坝体廊道和排水洞内共25个测压管,分布在1289m高程、1340m高程和1350m高程的左右坝肩灌浆排水廊道(排水洞)和交通廊道。管径60mm,深15m。位于1289m高程交通洞下坡段的测压管为深孔,穿过J3夹层10m。目前个别孔堵塞,需清孔。

(2)振弦式量水堰计。量水堰更换堰板,三角堰,堰坎高5cm,堰板高20cm。清理排水沟,安装振弦式量水堰计,接入数据采集单元,实现自动实时监测,用于观测坝体内部渗漏水量。1350m高程抗滑灌浆排水洞内有2个量水堰,由于该洞与其他排水洞无直接联系,需要建立独立的观测站采集和无线传输数据。

共24处量水堰观测渗透水量,分布在1289m高程、1340m高程和1350m高程坝体内部和排水洞、灌浆洞。由于长期处于潮湿环境中,大部分量水堰堰板严重锈蚀,堰板周围砂浆不平整并有钙质沉积物堆积。需对排水沟清理,更换为不锈钢堰板并安装振弦式量水堰计,实现实时自动化监测和传输。

(3)地下水水位监测站。用于观测两岸地下水水位和副坝下游浸润线,采用振弦式渗压计内置于地表地下水水位观测孔内。采用太阳能供电系统供电和无线传输方式。共9个地表水位观测孔,孔深110m,孔径60mm。

## 2.3库水位观测设备

(1)雷达水位计。在主坝上游面安装1支雷达水位计,接入1394m高程灌浆排水廊道观测站,实现自动实时监测库水位。

(2)水尺摄像机。内置水尺读取智能算法,自动读取标准水位尺,获得水位数据,通过无线传输装置传输数据至水库

管理站。在副坝迎水面台阶上的水尺处安装水尺摄像机。

## 2.4动力观测设备(强震仪)

智能型、多通道、多功能化的地震和振动监测仪,用于观测地震动、泄水等情况对坝体的影响,可测低频震动。共2组,分布在1340m高程交通廊道中间靠左侧,左坝肩1394m高程灌浆排水廊道入口处。

## 2.5自动化控制设备

(1)集水井自动化控制装置。增加右坝肩1289m高程灌浆排水洞内集水井自动控制装置,实现三个目标:通过水位控制水泵自动启闭,同时实现水位超限报警,在水泵非工作时间(一天内固定的时间段)进行水泵安全状况自动检测。在集水井附近增加视频监控装置,实时监控集水井运行状况。集水井水泵实现远程控制、自动启闭和自动检测。安装位置

位于右坝肩1289m高程灌浆排水洞内,1台潜水泵,排水管管径125mm。以潜水泵高度1.6m为控制水位高度,高于此水位,自动开启水泵,水位降低到控制水位时自动关闭,在非工作时段自动开启自检装置,可远程监测水泵的运行状态、故障状态,监测水位、流量等一系列参数,可并设置视频监控实施观测。通过接入1289m高程交通洞内的GS1观测站,实时传输数据和图像。实现集水井的实时监测、水泵的远程操作和无人值守。用到的设备包括超声波水位计,管道电磁流量计,PLC自动控制装置。

(2)闸门自动化控制系统。对溢洪道和底孔闸门的启闭采用自动化闸控装置,既可现地对闸门进行控制,也可远程通过计算机进行闸门启闭的自动化控制,达到无人值守、统一调度的目标。主坝溢洪道3孔闸门(卷扬式平板)采用三闸一控,1孔泄水孔事故闸门(螺杆式平板)及1孔泄水孔工作闸门(螺杆式弧形闸门)采用一闸一控。

## 2.6安防视频监控设备

建立库区安防系统,在主坝和副坝以及下游增加视频监控装置,监控两岸

危岩体、古河槽下游岸坡、主坝下游坝面情况。可以全天候,全方位,全自动的对监控区域进行实时防护,既能对可疑人员进行警示和预防,还能对实时事件进行记录和跟踪,为事后的证据采集提供有效信息。高清红外网络球形摄像机,用于库区安全防护。

主坝右坝肩、左坝肩,副坝左坝肩各1套,用于监测两岸危岩体。主坝和副坝下游各1套,用于监控下游坝面和岸坡。

## 2.7一体化气象站

从水文气象的角度,监测水库的降水和蒸发是水文部门监视水库水利运行情况,了解各水域的水文特征的重要手段;从气象角度,风速、风向、温度、湿度、降雨(雪)等是气象监测的重要指标。因此,自动气象站在设计过程中,结合水库自身特点,从风速、风向、温度、湿度、降雨(雪)、蒸发六个方面对水库的气象系统进行实时监测。

## 2.8浮标站

实现多种水质参数的同时测量,包括溶解氧、pH、ORP、电导率和浊度等,主机通过RS-485(Modbus/RTU协议)总线采集处理测量数据,再由无线模块发送到远程服务器,用户可以实时获得监测数据。安置在坝上游输水口处。采用有线或无线传输装置。

## 3 结语

本文结合石门子水库大坝的特点,分析讨论相应的安全监测系统设备改造方案,相信通过对石门子水库现有安全监测系统设备实施改造可从根本上解决现有系统中存在的问题。

## [参考文献]

[1]努尔艾合买提·尼亚孜.水库大坝安全监测自动化技术在水库安全中的应用[J].水能经济,2018,(003):105.

[2]谭柏贤.水库工程安全监测工作的措施分析[J].居舍,2020,(06):159.

[3]郝治霞.安全监测自动化系统在水利工程中的应用[C]//2018年4月建筑科技与管理学术交流论文集,0.