

源口水库变形自动化监测平台方案探讨

李卫春

金华市武义县源口水库管理处

DOI:10.12238/hwr.v6i2.4261

[摘要] 目前源口水库大坝变形监测,还是使用传统的人工视准线法进行监测,未实现自动化,工作量繁重且可靠性低。本文结合源口水库大坝变形监测现状和需求。探讨了源口水库大坝变形自动化监测的原理和技术方案实现,根据工程的实际情况及运行管理的需要,方案的建设包括大坝变形监测自动化改造,通过卫星高精度定位技术实现大坝变形实时在线数据监测。大幅度提高了源口水库大坝变形自动化监测的可靠性和降低了监测工作量。

[关键词] 源口水库; 大坝变形; 自动化监测; 技术方案

中图分类号: TV42+1.1 **文献标识码:** A

Discussion on the Scheme of Automatic Deformation Monitoring Platform for Yuankou Reservoir

Weichun Li

Jinhua Wuyi County Yuankou Reservoir Management Office

[Abstract] At present, the dam deformation monitoring of Yuankou reservoir still uses the traditional manual collimation method, which is not automatic. The workload is heavy and the reliability is low. Combined with the current situation and demand of dam deformation monitoring of Yuankou reservoir, this paper discusses the principle and technical scheme realization of dam deformation automatic monitoring of Yuankou reservoir. According to the actual situation of the project and the needs of operation management, the construction of the scheme includes the automatic transformation of dam deformation monitoring, and the real-time online data monitoring of dam deformation is realized through satellite high-precision positioning technology. The reliability of automatic deformation monitoring of Yuankou reservoir dam is greatly improved and the monitoring workload is reduced.

[Key words] Yuankou reservoir; dam deformation; automatic monitoring; technical scheme

引言

源口水库大坝监测概况,武义县源口水库坝址位于白木乡园口村,位于武义河支流疏溪的主要源头上。水库集水区面积为91平方公里,距下游武义县约20km。其中24平方公里来自邻近盆地的龙滩水库,39.3平方公里集中在石碇水库坝址以上,坡度17.17%。源口水库是供水、灌溉、防洪、发电、养殖等综合利用水库,干流长度22.4km,总库容2827万 m^3 ,坝高213.30m,工程等级iii,最大坝高43.30m,防浪墙高214.50m,坝长509m,水库设计正常蓄水位208.20m,坝顶宽6m。相应死水位177.0m,库容2220万 m^3 ,死库容70万 m^3 。根据大坝100年一遇设计,校核洪水位212.50m,设计洪水位212.12m,校核洪水标准5000年一遇,溢洪道和溢洪道下游消能的洪水设计标准为50年一次。相应总库容2827万 m^3 ;溢洪道和溢洪道下游消能的洪水设计标准为50年一次。排水结构位于大坝左岸,有三个顶部敞开的弧形闸门孔。共设置3扇净宽24m的开顶弧形钢闸门控制泄洪,溢洪道高度

203.00m,源口水库枢纽工程主要由发电厂、拦河坝、灌溉渠道、溢洪道、发电洞、升压站组成。

大坝的表面变形监测尚未实现自动化,是通过人工对准方法观测的,共布置47个地表变形观测点,现平行坝轴线布置5排。传统的坝面位移变形观测对观测人员要求高、主要是人工观测,对观测人员要求高、工作量大观测数据质量差、可靠性低。有必要对源口水库大坝监测进行自动化监测改造,根据源口水库大坝变形监测的现状和要求,设计了大坝的表面变形监测方案。

1 变形自动化监测原理和方案

1.1 监测原理

全球导航卫星系统(GNSS)包括区域、全球、和增强型卫星导航系统,是所有卫星导航系统的总称,例如欧洲的伽利略和中国的北斗导航、俄罗斯的Glonass、美国的GNSS卫星系统。全球导航卫星系统由三部分组成:用户接收机、地面监测部分和空

间部分。全球导航卫星系统 (GNSS) 可以在地球上任何地点、任何时间为各类用户连续提供三维速度和时间信息, 动态的三维位置、实现全球、定位和定时、全天候连续实时导航。目前, GNSS 已广泛应用于地壳形变监测、精密工程测量、大地测量、石油勘探等领域。具体定位原理如图1所示:

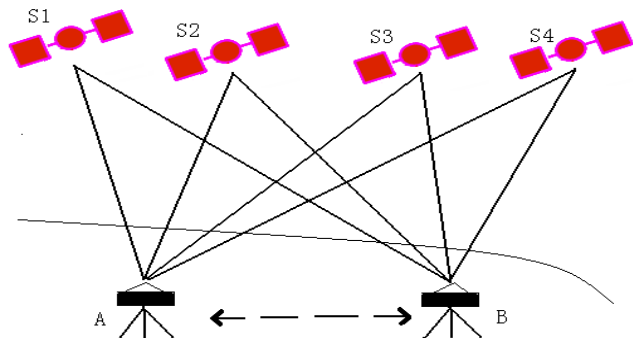


图1 GNSS差分定位原理

通过近十多年的实践证明, 平差后控制点的平面位置精度为1mm~2mm, 利用GNSS定位技术进行精密工程测量和大地测量, 高程精度为3mm~4mm。应该说: 是一种先进的高科技监测手段, 利用GNSS定位技术进行变形监测, 而用GNSS监测水闸表面位移是GNSS技术变形监测的一种典型应用。

1.2 方案选择

在稳定区域设置参考站, 在监测点设置无人值守的GNSS观测站。同时, 将通过软件控制传输到计算中心, 两人观测到的卫星信号进行实时变形分析和预测, 监测计算。

对水利工程地表位移进行实时自动监测, 系统采用GNSS自动监测模式, 其工作原理如下: 通过数据通信网络发送至控制中心, 各GNSS监测点和参考点接收器实时接收GNSS信号。控制中心服务器GNSS数据处理软件监测点的三维坐标, 实时计算每个数据, 并与初始坐标进行比较, 分析软件获取每个监测点的三维坐标。同时分析软件会根据预先设定的预警值进行报警, 得到监测点的变化情况。

2 源口水库目前监测现状

大坝的表面变形尚未实现自动化, 是通过人工对准方法观测的。现平行共布置47个地表变形观测点, 坝轴线布置5排。

第一排位于, 距坝轴线14.95m, 大坝上层 (高程203.00m)。监测大坝上游坝坡的变形情况, 沿坝轴线布置9个观测点。每个测点的桩号为0+050m、0+100m、0+150m、0+200m、0+250m、0+300m、0+350m、0+400m和0+450m。

第2排位于距坝轴线1.00m, 坝顶上游侧, 设置13个测点。大坝坝顶上游侧的变形情况, 主要观测各测点的桩号分别为0+050m、0+100m、0+150m、0+200m、0+250m、0+300m、0+350m、0+400m、0+450m、0-0.75m、0-10.5m、0-20.5m和0-30.25m。

第3排位于距坝轴线6.7m, 坝顶下游侧, 设置9个测点。大坝坝顶下游侧的变形情况, 主要观测各测点的桩号分别为0+050m、0+100m、0+150m、0+200m、0+250m、0+300m、0+350m、0+400m和0+450m。

第4排布置9个观测标点来监测下游坝坡的变形状态, 距坝轴线30.0m, 位于大坝下游一级马道 (198m高程), 各测点的位置桩号分别为0+050m、0+100m、0+150m、0+200m、0+250m、0+300m、0+350m、0+400m和0+450m。

第5排位于各测点的位置桩号分别为0+050m、0+100m、0+150m、0+200m、0+250m、0+300m和0+350m。距坝轴线62.0m, 大坝下游二级马道 (185m高程), 布置7个观测标点来监测下游坝坡的变形状态。

需对源口水库大坝监测进行自动化监测改造, 结合源口水库大坝变形监测现状和需求对自动化监测平台进行方案设计。

3 自动化监测平台方案设计

3.1 平台简介

大坝安全监测评价平台, 软件运行于WINDOWS环境, 配合高精度GNSS接收机、渗压计、雨量计、水位计等设备, 自动获取大坝安全监测的各项数据并进行分析处理, 提供综合数据展示、堤坝信息管理、智能预警、堤坝数据分析、文档集中管理等功能, 切实有效提升水利大坝运营的安全性、可靠性, 提高大坝安全监测管理的信息化和自动化水平, 增强防灾减灾能力。

3.2 监测点位设计

3.2.1 设计流程

- (1) 运用工作基点和监测点建立监测网;
- (2) 建立工作基点和观测墩, 并安装GNSS测量仪器;
- (3) 数据自动采集及传输;
- (4) 绘制位移量曲线图, 提交资料。

3.2.2 设计依据

据监测网设立要求将GNSS监测点布设在主断面上, 每个断面布设GNSS至少应有3个监测点。GNSS地面位移监测点坝顶和坝后表面, 应分别设置在坝面。应根据截面长度添加检测点。

监测站的布置需要垂直于坝轴线, 形成一个横截面。横断面可以校正坝体位移, 提高大坝监测和预警的准确性, 实现多次监测和检查。根据监测网络的建立将GNSS地面监测设备形成X垂直和X水平的网络结构和现场条件, 用于分析大坝的位移趋势, 参考站应满足GNSS选址的以下要求:

A 视野开阔时, 视野内障碍物的高度不应超过15°;

B 远离高压电力线和微波无线电传输通道, 距离不小于50米; 尽量靠近数据传输网络;

C 远离大功率无线电发射源 (如高压电力线、移动信号塔电台、微波站等), 距离不小于200m。

D 观测站的高度不低于2米;

E 观测标志应远离震动。监测站宜尽量满足此要求。

3.2.3 点位布置

根据项目实际情况布设点位, 初步拟在源口水库大坝表面共布设25个水平垂直位移监测点, 坝顶上游侧9个、坝顶下游侧5个, 一级马道5个、二级马道4个, 坝体外部稳定基岩处布设1个基准点, 为监测点进行差分解算提供误差改正数, 从而实现变形监测自动化。如图2所示:

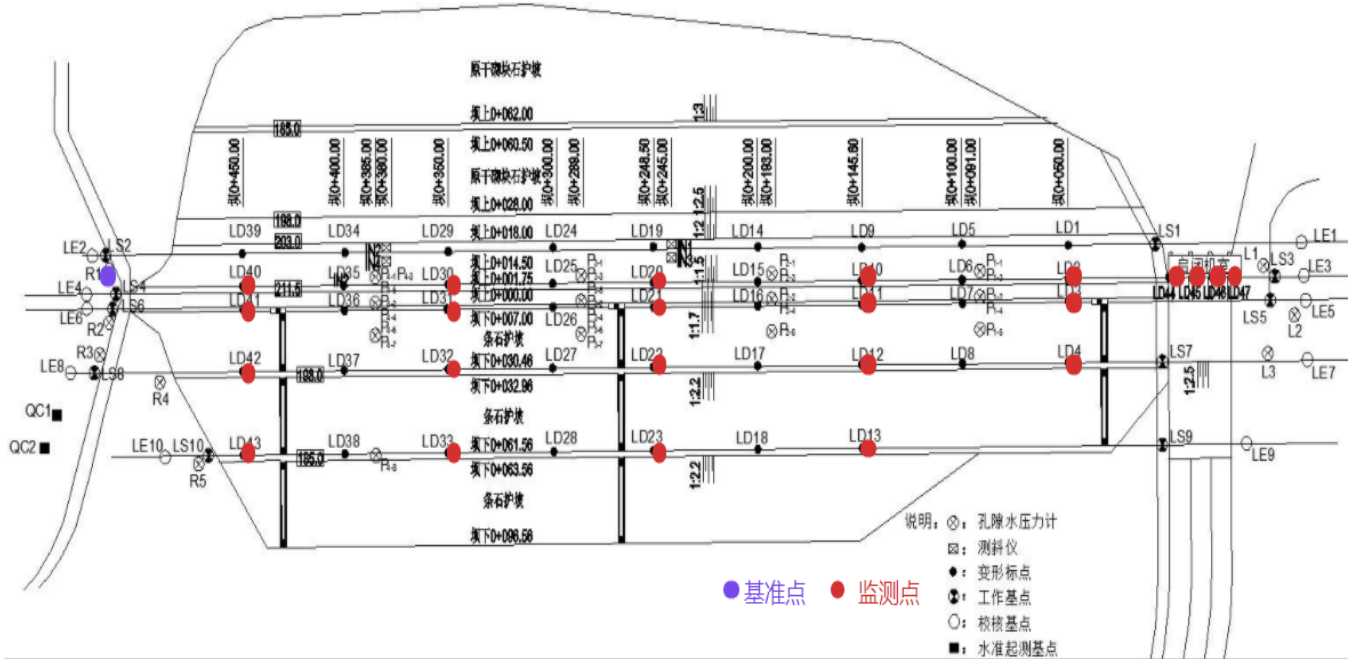


图2 监测点位布置

3.3 平台架构

利用北斗卫星高精度定位技术,实现大坝位移沉降实时在线监测,并融合各类传感设备,全面采集大坝安全相关的数据,达到大坝安全监测全信息化目标,为在线安全评价打好数据基础。平台采用物联网+云计算+统计力学模型+大数据多技术融合方式,打造整体解决方案,拥有快速迭代平台的能力。大坝安全监测自动化监测平台架构如图3。



图3 大坝自动化监测平台架构

3.4 大坝自动化监测平台功能特色

3.4.1 单点评价

系统根据对每个测点的建模结果,结合最新的测值,通过历史极值、监控指标、统计模型和变化速率这四个维度,对每个测点进行实时评分。

3.4.2 综合评价

系统根据每个测点的实时评分,实时反映大坝安全状况,结合监测类型的权重,得到大坝的整体综合评价得分。

3.4.3 智能预警

系统根据监测、检测和巡查等手段实时获取大坝安全运行状态数据信息,通过系统的综合评价功能,对大坝每个测点进行

分数计算,自动获取大坝安全监测的各项数据并进行分析处理。

4 结束语

通过分析源口水库大坝的现状和变形监测的需求,为了更好地提高监测的实时性和可靠性,实时了解大坝表面位移变形情况,建立了大坝安全监测评价平台,并且需要配合高精度GNSS接收机、渗压计、雨量计、水位计等设备,自动获取大坝安全监测的各项数据并进行分析处理,同时与人工巡视检查互为补充,提供综合数据展示、堤坝信息管理、智能预警、堤坝数据分析、文档集中管理等功能,从而切实有效提升水利大坝运营的安全性、可靠性,提高大坝安全监测管理的信息化和自动化水平,增强防灾减灾能力。

【参考文献】

- [1]DL/T 5368-2007,水电水利工程岩石试验规程[S].
- [2]SL 551-2012,土石坝安全监测技术规范[S].
- [3]赵永,赵志仁.《混凝土坝安全监测技术规范》有关问题研讨[J].水利水电科技进展,2008,28(06):40-43+61.
- [4]SL 169-1996,土石坝安全监测资料整编规程[S].
- [5]王效群,吴叔骏,葛腾.《水利水电工程测量规范》(SL197-97)亟待修订[J].人民黄河,2005,27(7):40,44.
- [6]徐菊华,杨爱明,姚楚光.修编《水利水电工程测量规范》刍议[J].人民长江,2007,38(6):138-139.
- [7]骆奇峰,涂学仕,何宗友.《国家一、二等水准测量规范》新旧版本的比较[J].地理空间信息,2012,10(4):144-146.
- [8]王洪生,肖德仁,刘丽.全球定位系统(GPS)管道测量[J].天然气与石油,2003,21(2):50-53.
- [9]CJJ/T 73-2010,卫星定位城市测量技术规范[S].
- [10]何杰.GNSS定位技术在地质灾害监测中的应用[D].西南交通大学,2017.