大坝安全监测运行风险评价模型研究

马维旺

新疆乌鲁瓦提水利枢纽管理局

DOI:10.12238/hwr.v6i10.4617

[摘要] 近年来,我国的大坝建设不断增加,大坝的安全监测也越来越受到重视。针对安全监测设施的布置及监测进行了分析,进而了解和掌握坝体渗流、变形等因素,确保水库大坝安全运行。水库采用工程运行期安全监测方法进行设计验证及运行期安全监控手段,多方位保障复杂地质条件下大坝的长期安全稳定。本文首先分析大坝监测设计原则及项目,其次探讨大坝安全监测运行风险评价模型,为大坝安全监测运行管护风险辨识与评价提供借鉴。

[关键词] 大坝安全监测; 工作分解结构; 风险量化模型

中图分类号: TV42+1.1 **文献标识码:** A

Study on Risk Assessment Model of Dam Safety Monitoring Operation

Weiwang Ma

Xinjiang Uruwati Water Conservancy Project Management Bureau

[Abstract] In recent years, dam construction has been increasing in China, and dam safety monitoring has been paid more and more attention. The layout and monitoring of safety monitoring facilities are analyzed, so as to understand and master the factors such as dam seepage and deformation, and ensure the safe operation of the reservoir dam. The reservoir adopts the safety monitoring method during the project operation period for design verification and the safety monitoring method during the operation period to ensure the long-term safety and stability of the dam under complex geological conditions in many ways. This paper first analyzes the design principles and projects of dam monitoring, and then discusses the risk evaluation model of dam safety monitoring operation, which provides reference for risk identification and evaluation of dam safety monitoring operation management.

[Key words] dam safety monitoring; work breakdown structure; risk quantification model

引言

大坝安全监测是掌握大坝运行状态,保证大坝安全运行的重要措施,结合信息化技术,更能提升大坝安全监测的管理能力。吴中如,顾冲时等人对大坝安全综合评价专家系统的总体架构进行了论述,对大坝自动化的安全监测技术进行了研究和分析。针对大坝安全监测系统中大数据量监测数据下,前端绘制展示历时过程曲线时的性能难题,提出使用RDP(Ramer - Douglas - Peuckeralgorithm)拉默-道格拉斯-普克算法在大数据量监测数据下对其进行剔除抽稀后并保留关键特征点的解决方法。该项应用为大坝安全监测系统应用做出有益的探讨,极大地减轻了系统前端绘制展示大数据量监测数据过程曲线时的压力,提升了系统前端绘图处理效率和稳定性,解决了系统前端绘制展示大数据量监测数据历时过程曲线的性能难题。

1 监测设计原则及项目

监测设计系统应满足以下原则和要求:(1)监测系统能够及

时、全面合理反映工程建筑物工作状态的真实情况。(2)针对挡水大坝的具体结构型式、工程布置特点及水文地质条件、基础防渗处理等进行仪器的布置。(3)监测断面、监测项目和测点布置目的要明确,紧密结合工程实际,突出重点,兼顾全面,力求有效、可靠、合理和经济。(4)重点部位的重点监测项目要采用多种监测手段,以便使监测数据相互补充和校核,从而保证监测数据的准确、可靠。(5)所选择的监测仪器设备可靠、稳定耐久,并应在满足安全监测的前提下充分考虑设置在施工方便和监测不受干扰或少受干扰的部位。布置以下监测项目:

(1)大坝变形监测控制网:包括平面位移监测控制网和垂直位移监测控制网,为整个坝址区的变形监测提供基准。变形监测采用专二级控制网控制枢纽区的变形。(2)坝体变形监测:包括坝顶及下游坝坡的水平位移和垂直位移监测。砂砾石填筑体内部变形及坝基变形监测:包括施工期和运行期填筑体内部的水平位移和垂直位移监测;砂砾石基础的沉降变形监测。(3)面板变形监测:

包括面板与垫层间脱空、面板接缝(周边缝、板间缝等)开合度及剪切变形。(4)应力监测: 面板应力监测、坝基混凝土防渗墙应力监测、连接板下土压力监测。(5)渗流监测: 绕坝渗流监测、坝基础面渗透压力监测及渗流量监测。(6)地震监测: 布置强震仪监测地震。

2 大坝安全监测运行风险评价模型

2.1 历时曲线绘制

当前大坝的安全监测项目分类较多,如水平位移、垂直位移、垂线、伸缩缝、扬压力等,而且周期较长。通过绘制各监测物理量的过程线及特征原因量(如库水位等)下的效应量(如变形量、渗流量等)过程线图,考察效应量随时间的变化规律和趋势。在统计的基础上,绘制出能表示出各监测物理量变化在时间和空间分布特征的各种图件,必要时加绘相关物理量,如蓄水过程、库水位、气温等。由于实测值历过程曲线直观明了,特别是对测值序列较长的测点能较好地反映观测资料的变化规律,所以实测值历时过程曲线在大坝的安全定检分析及年报、季报等报表中都是必不可少的项目,同时也是大坝安全监测系统中不可或缺的基本功能。大坝安全监测系统通常将采集到的原始监测数据经过计算公式计算后生成整编监测数据,整编监测数据经过各类应用算法处理后形成模型监测数据,用户可以对以上3类数据调用系统图形生成模块,根据选择的监测分量生成相应的实测值历时过程曲线进行分析。

2.2 信息采集传输系统

大坝安全监测运行风险评价模型中的信息采集传输系统由水位计、雨量计、视频摄像头、量水堰计、渗压计、GNSS接收机等部件组成。采集系统采集水库现场的水位、雨量、视频、渗流量、渗流压力、表面位移等信息,经过加密后通过无线传输模块将实时信息传送到服务器。(1)水雨情视频监控站。水雨情视频监控站的建设要点是实时可靠的完成系统所有站点的库水位、降水量、视频等数据的采集与处理,按照设定的工作方式、时间间隔、增量范围将数据传送服务器端。水雨情视频监控站可通过现场设置及远程控制功能,实现数据定时自动传输和召测应答传输。监控站具备视频实时查看和图片定时推送的功能,可通过设置预置点进行定时定点抓拍。视频监视设备具备自动连续循环存储功能,且存储时间不少于15天。(2)原有“三要素”监测站升级改造。将水库已建水雨情图像站(“三要素”监测站)升级改造为水雨情全天候视频监控站。改造升级工作主要为加装视频摄像头模块、升级4G网络通信,由各类传感器采集到的水库实时雨水情、现场视频图像数据,通过4G网络转发到互联网,再由互联网传输到信息机房的服务器进行查看或存储管理。升级改造后的监测数据统一接入新建平台。(3)坝背召测式视频监控。坝背召测式视频监控站的主要功能是实时可靠的完成系统所有站点的视频图像采集传输,对水库背水坡等现场情况进行现地监视和远程监视。坝背召测式视频监控站具备现场设置及远程控制功能,远程监视具备视频实时查看和图片定时推送功能;视频摄像头拍摄录像功能通过应答模式实现,在相关人员需

要查看现场情况时才开启视频摄像头网络连接。(4)溢洪道全天候视频监控站。溢洪道全天候视频监控站的主要功能是实时可靠的完成系统所有站点的视频图像采集传输,对水库溢洪道进水渠及控制段等部位现场情况进行现地监视和远程监视。溢洪道全天候视频监控通过现场设置及远程控制,可定时或实时查看定点监控情况,视频监视设备具备自动连续循环存储功能。设备供电采用太阳能电池板向蓄电池浮充的供电方式,能保证连续15天以上阴雨天气正常工作。(5)渗流量监测。在水库大坝背水坡集渗渠末端量水堰上游位置安装渗流量监测设备,采用量水堰计监测渗流水位,利用水位法,即量水堰与水位监测相结合的方式监测渗流水流量,测量数据通过低功耗无线数据采集仪传到水雨情视频监控站的物联网终端,再由物联网终端统一打包上传到服务器。通过现场设置及远程控制功能,由自动传输和召测应答相结合的测量频次进行数据采集与传输;遇特殊情况时,可提供渗流量数据监测密度智能调整功能。

2.3 大数据量绘图

按照《水电站大坝安全管理办法》,大坝安全检查分为日常巡查、年度详查及特种检查;没有潜在危险,结构完整性有保障的某些工程,经上级主管部门同意并报部批准,可以减少检查频次。大坝安全监测项目繁多,同时监测系统每天都要对采集到的监测数据进行存储。随着时间的推移,这必然就导致系统中的各类监测数据量变得非常庞大。大数据量下的历时过程曲线绘制对系统前端浏览器的正常运行提出了新的挑战,这就驱使人们必须找到一种在大数据量下对监测数据进行分析并且保持历时曲线特征点的方法。

2.4 运行期安全监测的针对性策略

(1)监测坝体渗透通道。某大坝工程为提高坝体土料的利用率及利用效果,可采用心墙式分区填筑工艺,心墙区渗透系数要求低于 $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$,心墙上游区及心墙下游区渗透系数可放宽至 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$,但下游坡脚应在一定范围内加做贴坡反滤(浸润面已进入水平排水层,但距离下游坡脚较近),防止坡脚渗透破坏。大坝左岸透水砾岩层渗漏较为明显,建议此部位加深防渗墙深度,上部尽量多深度坝体内部,从而增加砾岩层渗径,减少渗流量。根据渗流分析结果,左岸坝肩砾岩层透水体、竖向排水层、水平排水层及右岸强风化层为主要的透水区域,应加强该区域的水位监测及渗透坡降监测;防渗墙与坝基连接部位渗透坡降大,应加强渗透坡降的监测。(2)监测坝体不均匀沉降。根据应力变形分析结果,坝基与防渗墙连接部位、右岸坝肩坡脚等部位应加强不均匀变形的监测。

2.5 坝背召测式视频监控

坝背召测式视频监控站的主要功能是实时可靠的完成系统所有站点的视频图像采集传输,对水库背水坡等现场情况进行现地监视和远程监视。坝背召测式视频监控站具备现场设置及远程控制功能,远程监视具备视频实时查看和图片定时推送功能;视频摄像头拍摄录像功能通过应答模式实现,在相关人员需要查看现场情况时才开启视频摄像头网络连接。

2.6 信息汇集与共享服务平台

信息汇集与共享服务平台由感知数据接收处理子系统及数据共享子系统组成,其中,感知数据接收处理子系统采用多线程实时数据接收处理,可同时接收多台信息采集终端(即多个水库)传来的数据,保证前端测站采集到的数据接收及时,形成完整的实时数据文件,并自动存入后台的数据库系统;数据共享子系统可以根据系统授权,实时地将信息转发至其他服务器,以供多级部门分别共享实时信息。(1)感知数据接收处理子系统。感知数据接收处理子系统的结构在总体上可以分为初始化(配置读取)模块、数据接收模块、数据管理模块、线程管理调度模块和数据处理模块等。初始化(配置读取)模块负责读取配置,初始化全局变量,创建Socket并打开端口等。数据接收模块负责接收数据并将数据存放到缓存中,调用线程管理模块来分配这些数据的处理工作。线程管理调度模块负责将接收到的数据分配给合适的数据处理线程去处理,并跟踪处理的结果,对数据处理线程进行管理。数据处理模块负责处理接收到的数据包,并将处理结果返回给线程管理调度模块。(2)数据共享子系统考虑到与省级监测平台及其他水利业务系统对接共享的需求,数据共享子系统可提供相应的数据共享服务对接其他信息化工程。①数据层共享。可以将设备发送回来的数据转发到其它信息化工程前置机中。②应用层共享。提供数据共享WebService服务,其它信息化工程合法通过验证后可根据自己需要获取其数据。数据提供接口的主要作用是将水库大坝安全监测平台的实时水雨情、大坝安全等数据提供给其他系统接入。为了避免接口万一出现问题而影响其他系统的正常运行,也避免其他系统修改本系统的数据,保证系统的低耦合性,数据提供接口采用中间库。中间库的

实时水雨情、大坝安全等数据表字段采用水利部标准库的字段。其他系统从中间库获取数据接入到自身的系统中去。

3 结语

大坝安全监测是掌握大坝运行状态,保证大坝安全运行的重要措施,结合信息化技术,更能提升大坝安全监测的管理能力。大坝安全监测基本能反映大坝变形以及坝体渗流情况,为工程施工质量、后期运行安全及竣工验收提供重要技术支撑。通过水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设,能够有力推进水库规范设施建设与运行管理,提升信息化管理水平,为落实水库预报、预警、预演、预案措施提供技术支撑,从而保障水库系统安全长效运行。

[参考文献]

- [1]王健,王士军.全国水库大坝安全监测现状调研与对策思考[J].中国水利,2018,(20):15-19.
- [2]中国水利水电科学研究院.新疆阿尔塔什水利枢纽工程混凝土面板砂砾石坝三维精细化有限元静、动力计算分析[R].2019.
- [3]李方平,吴楠,郭运华,等.水电工程智能安全监测体系特征及发展趋势[J].人民长江,2021,52(S2):259-264.
- [4]何勤,李劲飞,范金勇.JLT水电站混凝土面板砂砾石堆石坝坝体分区及坝料设计[J].水利规划与设计,2008,(6):59-61.
- [5]方卫华,范连志,杜智浩.水利工程安全监测系统评价若干问题探讨[J].中国水利,2017,(12):40-43.
- [6]谢红兰,李东,彭如平.大石门水电站大坝安全监测设计与资料分析[J].水利信息化,2020,(5):20-23.