

安全监测自动化系统在水利工程中的应用

张军

新疆塔里木河流域巴音郭楞管理局开都-孔雀河管理处开都河中游管理站

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4857

[摘要] 安全监测是水利水电工程在设计、建设和运行过程中必不可少的重要组成部分。水利水电工程安全监测工作主要依靠专门的安全监测仪器和现场巡视检查完成。水利水电工程安全监测自动化系统通过分析监测数据,能够综合判断分析水利水电工程的性能状态,同时针对异常值和异常现象分析预警,及时反馈给主管部门,并采取相关措施,在确保水利水电工程安全的同时,避免生命和财产损失。

[关键词] 安全监测; 水利工程; 监测自动化系

中图分类号: TV **文献标识码:** A

Application of Safety Monitoring Automation System in Water Conservancy Projects

Jun Zhang

Kaidu River Midstream Management Station, Kaidu-Kongque River Management Office of Bayingolin Management Bureau in the Tarim River Basin, Xinjiang

[Abstract] Safety monitoring is an essential and important component in the design, construction, and operation of water conservancy and hydropower projects. The safety monitoring work of water conservancy and hydropower projects mainly relies on specialized safety monitoring instruments and on-site inspections. The safety monitoring automation system of water conservancy and hydropower projects can comprehensively judge and analyze the performance status of water conservancy and hydropower projects by analyzing the monitoring data. At the same time, it can analyze and warn against abnormal values and abnormal phenomena, timely feed back to the competent department, and take relevant measures to ensure the safety of water conservancy and hydropower projects while avoiding the loss of life and property.

[Key words] safety monitoring; water conservancy projects

引言

随着智能传感器、物联网及通信等相关技术的不断发展,水利水电安全监测信息化工作也取得了较大进步。目前,我国大中型水利枢纽均配置了相应的安全监测设施,但其相应的安全监测系统多为单机版软件,信息化水平不高。针对水利水电安全监测目前存在的系统功能简单、数据传输不稳定、智能化分析不足、可视化展示效果较差等诸多问题和难题,国内外水利水电安全监测相关单位相继开展了一系列安全监测自动化系统设计和研发工作,安全监测自动化系统实现了数据管理、整编分析、报告生成、安全预警等相关功能。

1 水利水电工程安全监测自动化系统设计与实现

1.1 系统架构

水利水电工程安全监测自动化系统的整体架构主要包括物联感知层、网络通信层、数据中心层和智能应用层,此外还包括系统应遵循的标准与规范体系和安全与保障体系。系统整体架构,如图1所示。

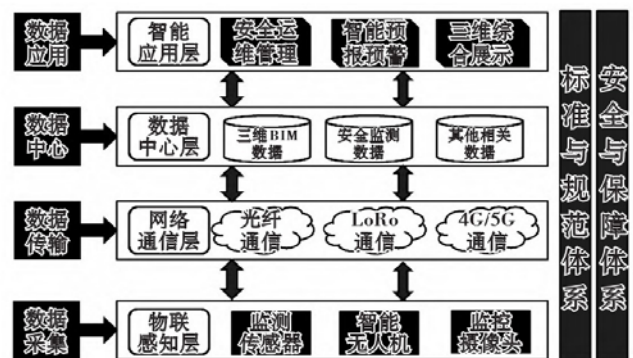


图1 系统整体架构

物联感知层进行数据采集,主要为整个监测系统获取基础数据的硬件设备设施,包括安全监测所需的传感器、无人机、视频监控摄像头等。网络通信层进行数据传输,主要包括网络光纤通信、LoRa或4G/5G等无线通信方式。数据中心层即数据库平台,其存储的数据主要包括三维BIM数据、监测数据、影像数据以及

相关的空间和非空间数据。智能应用层主要为系统应用方向和领域。标准与规范体系贯穿整个系统平台,主要包括安全监测、网络通信、数据库技术等多个行业标准和要求。安全与保障体系包括整个系统的数据安全、网络安全、行业安全等保障体系。

1.2 系统功能

水利水电工程安全监测自动化系统的功能设计既要结合技术发展的先进性要求,也要结合工程实际情况,其主要功能包括数据管理、数据分析、巡视检查、工程文档、二三维联动展示以及系统设置等。

数据管理主要为监测数据自动采集、人工上传、测点管理、仪器管理等,实现多种监测点位、监测传感器数据的增、删、查、改等。数据分析主要为监测数据过程线、分布图的管理、预警值设置、监测数据导出下载等,同时支持过程线及分布图等下载功能。巡视检查主要为工程现场巡视检查记录信息和现场巡视检查照片上传管理等。工程文档主要包括监测月报、监测年报、年度巡视检查报告等相关文档资料的管理,如上传、下载及浏览等。二三维联动主要是对监测部位及监测数据的二三维展现,三维展示主要是工程BIM数据展示,二维展示主要是监测布置图及相关图片信息等展示。系统设置主要是系统访问权限设置、数据编辑接口设置等。

2 水利水电工程安全监测自动化系统关键技术

2.1 监测仪器三维模型库构建

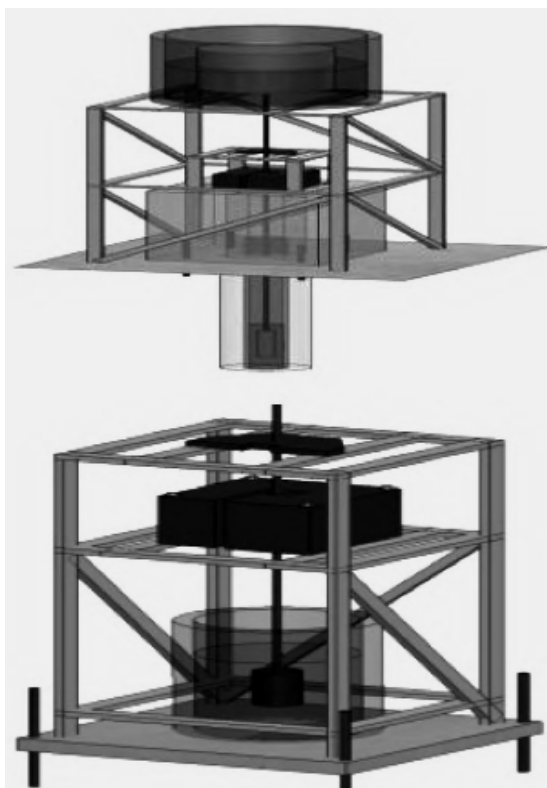


图2 正倒垂装置BIM模型

BIM技术在工程设计、施工、运维等全生命周期中的数据信息传递、集成、共享等方面发挥着重要作用,同时在三维可视化

展示方面拥有不可比拟的优势。安全监测仪器的三维模型主要是利用三维建模软件(Bentley、Revit等)进行正向建模,将常用的安全监测仪器如测缝计、应变计、锚杆计、正倒垂装置等1:1建模后,导出格式为IFC的模型文件进行轻量化处理,同时将模型轻量化存在的信息丢失进行补充,并将模型的相关参数信息进行添加,从而形成安全监测仪器三维模型库。利用三维建模软件Bentley构建的正倒垂BIM模型,如图2所示。

2.2 基于WebGL的三维可视化

通过浏览器开发的专门渲染插件,往往无法高效流畅地展示精细化的海量三维模型数据。而WebGL技术把JavaScript和OpenGL ES 2.0相结合,通过增加OpenGL ES 2.0的一个JavaScript绑定,为HTML5 Canvas提供硬件三维加速渲染。水利水电工程安全监测系统针对工程BIM数据和安全监测仪器的三维BIM数据等结构特点,通过分析目前三维空间数据的常用组织方式和可视化调度策略,设计了相应的数据处理方法和基于四叉树的LOD数据组织模型,实现了基于WebGL的三维场景快速构建。相较于CPU的三维场景绘制,WebGL技术更多借用GPU流畅地展示三维场景和模型。

2.3 基于Node.js的网络服务

传统的Web服务器针对客户端请求,会根据线程池中是否存在空闲线程,来决定新请求加入队列事件或者进行处理请求,如果请求的IO文件过大,浏览器等待时间会相对较长,对高并发访问服务器处理也非常困难,需要不断增加服务器数量来应对解决。Node.js使用的模式事件驱动、非堵塞IO模型,有效利用了线程的运行内存,加快了请求的响应速度。与传统Web模式相比,不需要大量的服务器资源。

3 水利水电工程安全监测自动化系统工程应用

基于Cesium开源开发的三维地理空间平台框架,在三维GIS领域得到了广泛的应用。Cesium支持BIM、倾斜摄影测量、雷达激光点云等多种数据源可视化展示,同时支持GIS开发接口以及Echart图表的绘制。本系统基于Cesium的三维可视化展示优势,前端采用Vue框架,同时基于Cesium接口进行了二次开发。数据库采用的是postgresql12数据库,服务器端基于Node.js完成网络服务的构建。

3.1 多项目集中管理

水利水电工程安全监测系统可将混凝土坝工程、土石坝工程、隧洞工程、水闸工程、基坑工程以及风电工程等多个不同项目进行集中统一管理。系统在用户配置中,设置有超级管理员、操作人员和浏览人员3种权限。针对不同管理层级的人员,设置相应的工程管理权限,实现三维安全监测系统具有较强的通用性和普适性。

3.2 监测预警与分析

确定监控指标的方法有很多,常见的方法有规范法、小概率法及置信区间法等。通常,根据实际情况,对监控指标进行动态调整。本系统的监控指标以不同监测项目和不同时段的设计指标、模型指标和特征指标作为监控指标。系统预警分析功能主

要分为异常值判断和预警分析设置功能。针对每个工程的不同特点,结合工程中变形、渗流、应力应变及温度等监测项目进行3级监控指标控制。I级监控指标,表示正常;II级监控指标,表示不稳定;III级监控指标,表示预警。

3.3 三维信息联动

水利水电工程安全监测系统针对预警的测点信息,可通过三维模型上对应高亮显示后关联查看到其对应的二维图纸或图片,并对预警测点的名称、安装位置、当前测值、历史最大值、历史最小值、监测数据过程线等相关信息,在二维图纸和图片上预警测点绘制成热点,再通过热点链接到对应的三维模型的相关监测部位。

4 结语

水利水电安全监测自动化系统实现了安全监测工作全生命周期的信息化管理,实现了安全监测数据智能化分析和三维模型综合一体化展示。用户可随时随地登录,获取实时的安全监测信息,无需安装任何客户端程序,免去了用户系统升级更新等一系列操作。水利水电安全监测自动化系统的应用,提

高了水利水电安全监测工作效率,有利于相关业务数据的交换和传递,并实现数据和资源的共享。最后,安全监测设施三维模型库统一的标准化建设和完善,是三维安全监测系统下一步亟待完成的工作。

[参考文献]

[1]黄跃文,牛广利,李端有,等.大坝安全监测智能感知与智慧管理技术研究及应用[J].长江科学院院报,2021(10):180-185.

[2]郝泽嘉,姜云辉,聂鼎.基于B/S结构的南水北调中线工程安全监测自动化应用系统设计与实现[J].中国水利,2019(15):62-64.

[3]赵慧峰.基于Cesium的三维展示与查询平台开发[D].徐州:中国矿业大学,2019.

[4]吴中如.水工建筑物安全监控理论及其应用[M].北京:高等教育出版社,2003.

[5]范哲,黎利兵,商玉洁.南水北调中线工程安全监测预警机制研究[J].水利水电快报,2019(4):57-60.