

大坝安全监测自动化系统应用现状及发展趋势

谢兰香

深圳市深水水务咨询有限公司 广东 深圳 518000

[摘要]安全监测犹如大坝的“体检医生”，起到全面感知、综合管理和智慧监控的作用，可为大坝全生命周期的安全管理提供技术支持。中国大坝安全监测经历了半个多世纪的发展，已经实现了通过各种监测手段评价大坝安全性状的基本目标。目前，随着云计算、物联网（IOT）、大数据、人工智能等技术的深入应用，大坝安全监测正在向多源信息融合、智能模型分析、实时在线评价、三维可视化展示、智慧辅助决策等方向发展。监测自动化是实现以上目标的必要途径，能实现监测数据的自动采集、传输和存储，为监测数据实时分析提供信息平台。基于此，本篇文章对大坝安全监测自动化系统应用现状及发展趋势进行研究，以供参考。

[关键词]大坝安全监测；自动化系统；应用现状；发展趋势

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.1315

引言

大坝安全监测数据异常直接影响对大坝安全性态的科学评判。为提高监测数据的可靠性，统计回归、神经网络、信息熵原理等相继被引入到异常数据识别中。其中，回归模型识别法发展相对成熟，且能综合反映环境量的影响，在大坝监测数据异常识别中最为常用，但要求回归模型具有较高的拟合精度。当将其运用于大坝监测数据异常识别，仍存在因监测数据过于离散而导致阈值设置不合理的问题。对此，本文提出大坝安全监测自动化系统应用现状及发展趋势。

1. 大坝安全监测设计与施工技术的应用情况

随着我国经济不断地发展，对大型水电站的需要量也越来越多，但是由于坝址地质条件比较复杂，其一般处于高震区以及高地应力区，如果其中一旦存在安全隐患，就会给下游人们的生命和财产带来非常大的影响。因此，在此背景下，需要认识到大坝安全监测设计与施工技术的重要性，积极开展安全监测工作，加强先进施工技术在其中的有效应用。当前，我国的相关部门为了保障大坝建设和全生命周期的长久性和安全性，对建设更好大坝的理念和技术进行了深入探索，并且大坝施工和运行管理模式也得到了有效创新。尤其是随着物联网和自动测控技术在大坝建设中的应用，不仅实现了对结构全生命周期的信息监测，还能够对其中的内容和安全隐患进行个性化管理与分析，然后实施对大坝性能的控制，建立综合系统。因此，在对其进行施工和监测时，需要建立数据智能采集数据库，促进监测数据和仿真分析的一体化，优化施工管理的流程，实现对相关系统的自动化控制，不断减少大坝结构建设在运行过程中的问题。例如，某水库是在1985年建立的，水库的整体占地总面积大约为160.3km²，其中水库容量为4680万m³，此水库不仅给周围的省和市做出了非常大的贡献，还加强了对周围水资源的有效应用。但是，此水库在运行的过程中，也存在很多方面的问题，如管涌和集中渗漏等。为了避免上述情况对人们用水安全的影响，需要实现安全监测设计，引进先进的施工技术，预防安全事故发生。在此过程中，水利施工人员结合水库的

实际运行情况，对其进行了排险和加固，并且完善了水库的安全监测设施，通过对先进监测方式的应用，及时发现了安全隐患，满足了水库大坝的安全监测要求，为施工的顺利进行提供了保障。

2. 水库雨水情测报和大坝安全监测设施现状

(1) 雨水情测报设施现状。目前，水库雨水情测报设施设备大多已接近或超过设计使用年限，大部分电子设备已到报废期，进入故障高发期，运行状态不稳定，每年需要投入大量维修资金。此外，随着信息化进程的飞速发展和电子产品的快速更新换代，原来的监测系统架构已不能适应新发展阶段水库运行管理需求。(2) 大坝安全监测设施现状。约98.9%的水库建成于20世纪50年代末至70年代中期，受当时经济社会和技术条件限制，水库工程建设标准低、安全监测配套设施缺失。在历次水库除险加固中，由于资金投入不足，在水库除险加固初步设计基本没有考虑大坝安全监测设施建设。目前，我区水库尚未安装有信息化的大坝安全监测设施，只有少数水库设置有沉降、位移、渗漏人工观测设施，由于管护人员专业技术欠缺，安全隐患难以及时发现。(3) 运行管理信息系统建设现状。目前已建有水库安全运行智慧管理服务平台，具备数据汇集与存储、数据查询与管理、数据统计与分析、信息共享服务等功能，经升级改造后可实现全区雨水测报和大坝安全监测信息汇集与信息共享。

3. 大坝安全监测自动化系统应用分析

3.1 安全监测设施建设框架

水库安全监测设施建设的核心是实现水库安全监测信息的汇集、存储、统计、分析和综合应用。项目建成后可实现水库大坝安全关键指标数据的实时监测，实现水库视频监控画面的实时获取，实现水库基础信息、设计文件、安全鉴定报告、防汛应急预案、水库全景立体视图展示等资料的电子化存档，未来可实现与省级水库运行管理系统的互联互通，达到提升水库安全运行管理水平的建设目标。水库安全监测设施建设总体架构由五大层面与两大保障体系共同构成，五大层面包括信息采集层、传输网络层、数据资源层、应用支

撑层、业务系统层，两大保障体系为标准规范体系与安全保障体系。

3.2 大坝安全监测

(1) 渗流压力监测系统组成。渗流压力监测站主要由数据采集单元、渗压计、设备终端箱、供电系统等组成。每日采集数据定时通过通讯模块进行数据传输，集中汇至水库数据接收平台。(2) 渗流量监测系统组成。渗流量监测站主要由数据采集单元、通讯模块、量水堰仪、设备终端箱、供电系统等组成。每日采集数据定时通过通讯模块进行数据传输，集中汇至水库数据接收平台。(3) 变形观测系统组成。表面变形监测站主要由GNSS接收机、强制对中器、供电系统等组成。每日采集数据定时通过通讯模块进行数据传输，集中汇至水库数据接收平台。

3.3 施工安全数据采集

1) 在中间测点对仪器进行架设，架设位置为观测基墩上面的强制对中装置上。首先对圆水准器进行调节，使仪器实现粗平，接着对管水准器进行调节，使仪器实现精平。调平仪器后，使竖盘位于观测者左边，开启仪器的角度测量模式，照准大坝尾部的工作基点，对该方向进行设置，记录水平度盘读数。(2) 照准离尾部工作基点最近的测点，对目标的水平度盘读数进行读取，实现该点的半个测回。此时两读数的差值是盘左位置的对应半测回角值。(3) 对全站仪进行纵向转动，使竖盘位于观测者右边，照准该测点，对读数进行记录。(4) 接着照准尾部的工作基点，对读数进行读取与记录。此时两读数的差值是盘右位置的对应半测回角值。由此完成该测点的第1个测回。此时取两个半测回角值的平均值，获取第1测回的对应1测回角值。对该测点进行4个测回并取4次的平均值，获取该点的偏离角度。通过同样的方法对各个测点进行依次观测。接着实施距离测量：将全站仪在该点棱镜中心照准安置，按仪器测距键，通过仪器获取平距读数。共进行4次测量，取其平均值。通过同样的方法对各个测点进行依次测量。根据各测点测得的偏离角度与平距读数数据对坝顶水平位移数据进行计算。

3.4 移动APP管理平台

充分借助移动应用基础广泛的特点，开发移动应用端，实现“多功能合一”，集水库管理工作、信息监视、水库巡查、事件处理、消息提醒等重要功能于移动APP，最大化丰富移动端应用，实现政务人员不论何时、何地，随时查看水库相关基础信息、实时信息，并能及时处理重要事件，为工作者提供真正的全方位的移动指挥办公手段。

4. 监测自动化系统展望

4.1 智能诊断与决策支持

监测自动化系统的最终目标是为数据分析、预测与预警、智能诊断与决策提供支持服务。目前中国监测信息管理

系统数据分析和处理端技术得到了长足的发展，但是系统建设尚没有标准化，针对单个系统具有一定的实用性，并不具有普遍性，市面上也没有成熟、可靠的产品出现。究其原因，监测数据分析的实践性和技术性极强，数据要结合具体的坝体结构、地质结构、施工工况、环境条件等因素综合分析，无法通过简单的数据建模解决。一套成熟的数据综合管理软件必须要有强大的专家库作为支撑，建立评判准则，结合必要的数学分析模型，例如回归统计分析、神经网络、支持向量机、灰色系统等，对监测物理量及监测对象健康进行正反演分析，拟定监控指标，实现实时安全监控与预警的目标。

4.2 规范规程修订

随着计算机软硬件、通信技术发展，目前安全监测自动化系统的相关设备也有较大的技术革新。通过目前中国多个水利水电工程安全监测自动化系统的实施，认为有必要对DL/T5211-2005《大坝安全监测自动化技术规范》进行修订，对实施过程中可能碰到的问题的解决方案进行完善，如明确接入自动化传感器的相关要求，对接入仪器比测方法和标准进一步明确，完善系统运行维护的相关内容等。

结束语

综上所述，本文立足于水库安全运行管理与防汛调度需求，借助物联网、云计算、大数据等新一代信息技术，建立起一个“信息汇集、功能丰富、资源共享”的水库安全监测与运行管理体系，实现了对水库安全运行状态的实时监管、大坝安全监测信息的汇集存储以及水库基础信息的电子化存档，能够为水库安全运行管理能力的提升和防汛调度提供有力支撑。

参考文献

- [1] 曾志群. 大坝安全监测自动化系统人工比测的精度指标法研究[J]. 科学技术创新, 2020(29): 164-165.
- [2] 黄振敏. 水库大坝安全监测自动化系统的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2020(17): 113-114.
- [3] 刘双宏, 张化国, 徐清明. 白水峪水电站大坝监测系统自动化改造[J]. 水电与新能源, 2020, 34(08): 49-51.
- [4] 王川. 探究自动化技术在水库大坝安全管理中的有效运用[J]. 珠江水运, 2020(15): 81-82.
- [5] 叶红, 陆伟, 陈龙, 李东, 周克明. 大坝监测自动化系统智能化技术研究[J]. 水利信息化, 2020(02): 42-47.
- [6] 杨威. 探究水电站大坝安全监测自动化现状与发展目标[J]. 低碳世界, 2020, 10(04): 111-112.
- [7] 余滢. 某水电站大坝监测系统改造设计研究[J]. 决策探索(中), 2020(04): 79-80.
- [8] 梅风波. 水库大坝安全监测自动化建设研究[J]. 中国设备工程, 2020(07): 173-174.