

大坝监测系统智能化技术研究

郑丽萍

(华能澜沧江水电股份有限公司苗尾·果果桥水电厂, 云南 大理 672708)

摘要 如今科学技术发展迅速, 各种新型的检测设备层出不穷, 在大坝监测系统中, 对其安全系数的要求越来越高, 对其安全监测的内容范围越来越广, 不仅仅局限于以往传统的大坝监测安装系统, 而是要全面实现大坝监测系统技术的智能化发展。基于此, 本文首先阐述了大坝安全监测自动化的发展历程, 其次阐述了监测自动化的关键技术以及自动化系统智能感控的提升技术, 最后解释了智能化信息采集等技术, 以期为同行业人员提供参考。

关键词 大坝监测; 自动化系统; 智能化技术

中图分类号: TP29

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0055-03

智能水利系统利用无线终端设备来识别各种信息, 并且通过互联网等多媒体技术来跟踪、定位各种信息, 实现多方面信息的传播与交流。并且把水利大坝信息监测系统与云计算等新进的技术相融合, 可以对水利大坝监测系统进行智能化管理, 有效地实现了大坝监测信息的资源共享^[1]。大坝监测系统智能化技术是水利信息化发展的一个重要方向, 利用大坝上的各类传感器以及各类数据收集设备, 实现大坝的各项物性参数的实时监测, 并且提供的监测数据可以对大坝安全监测系统运行进行精细化的调控, 帮助管理者对大坝的安全运行做出更为科学合理的决策, 与此同时, 还能够使数字大坝逐步向智能大坝方向发展。

1 大坝安全监测自动化发展历程

四川省龚咀水电站于 1980 年建成首台大坝安全自动监控系统, 为中国大坝安全监控系统的研究与应用奠定了基础, 智能化技术的大坝监测系统应用而生。

20 世纪 90 年代以来, 随着现代科学技术特别是电子学技术的飞速发展, 我国许多大中型水电厂对自动化改造的强烈要求, 促使大坝监测系统朝着智能化方向发展。在自动控制系统体系结构上, 已由集中式和混合式两种较简单的结构向更为复杂的分布结构发展; 在软件上, 除了实现对日常监测资料的自动收集外, 还引进了多种模式的方法, 对数据作了进一步的分析。在此期间, 所建立的自动化系统已初步实现对数据的自动化采集与分析, 但其可靠性与稳定性仍有待提高。

21 世纪之前, 大坝安全监测系统得到了大幅度的进步。在数据采集上, 实现了自动检测和控制设备的模块化和智能化; 在数据处理上, 实现了离线的综合分析, 测量值的异常测点检测以及监控和预警。通过

对大坝监测自动化技术的改进与完善, 使其具有较好的兼容性、稳定性和实用性。在此期间, 已建成具有典型意义的大型自动监测系统, 如小湾水电工程自动化监测系统、黄河小浪底水库自动化监测系统。

我国自 2010 年以来, 陆续有大型水力发电厂建成投产, 相应也进入了大坝安全监测自动化系统建设的高潮。尤其是“南水北调”和“三峡”等水利工程的自动化监测系统的建成, 表明中国的自动监测系统已经进入了成熟和应用的阶段。

2 监测自动化关键技术

2.1 采集控制

测量控制单元 (MCU) 是监测系统中的核心设备, 它承担着传感器信号采集、数据传输和数据存储等多方面的作用^[2]。测量通道的复用性、测值稳定性、采集时间、采集方式等直接关系到自动化系统的运行状态。南瑞公司的 DAU3000 型数据采集装置可以与各种电测传感器进行混联, 采用完整的并联体系结构, 对设备状态、供电电源及工作环境进行实时监测^[3]。

2.2 通讯传输

通讯传输是将测控设备与监控设备联系起来的一个重要环节, 它既包括无线传输也包括有线传输。其中移动网络、卫星通讯、网桥等技术被广泛应用于无线传输; 光纤等技术被广泛应用于有线传输^[4]。对于一个特定的工程项目来说, 往往是将各种通讯方式结合起来, 形成通讯网络。苗尾电厂的表观控制系统采用以太网的星形架构, 并通过无线网桥实现对基准站的通讯; 机器人的测量工作是由两条电缆连接到光端机, 然后由光纤传送到中央站。

2.3 管理系统

管理系统是监测自动化系统向使用者提供的一个窗口,使用者可借此完成对使用者的采集与控制、数据管理与预报预警。当前,每一个项目、每一个监测单位、每一个管理部门都有各自的监测管理体系。在大坝监测工程建设的各个阶段,其监控和管理的侧重点都是不一样的。其中,自动启动、自动生成报表、模型分析和预警预测等是本系统的主要功能。

3 自动化系统智能感控提升技术

3.1 测站环境感知与反馈

当前,影响台址长期稳定性的主要因素是测站安装点的实际工作环境。为了避免大坝智能化安全监测系统出现意外,必须在有关指标不满足安全操作要求或者有很大危险的情况下,能够立即开启智能化的自动预警模式,实现大坝监测系统自我保护功能。所以,监测站点的工作环境是进行相应的保护和预警的先决条件。

3.1.1 测站箱体密封及内部环境监控

大坝安全监测智能化、自动化系统的传感器通过了生产厂家的多项严格检测,能够适用于不同的工作环境^[5]。由于受现场环境的制约,传感器电缆从引出孔插入时,往往得不到良好的密封性。在真实的使用过程中,由于温度、湿度等因素的影响,大坝监测系统保护箱内部的环境也会随之改变。在较高的温度和湿度下,会引起水汽在板面上凝结,在低于0摄氏度时,板面可能结冰。高集成度电子学芯片的针尖间距极窄,在外部粉尘和湿度的联合作用下极易造成针尖间的短路,从而造成多种无法预测的异常复位、重启和掉电等现象。为了尽量防止上述情况的发生,一方面要对电路板进行三道防护,使用高性能硅橡胶密封环,并对机箱进线口进行密封处理;另一方面也可采用温湿度传感器来实时监测DAU箱内的微环境参数,当DAU箱内的温度最后降低到设备运行的预警标准时,就会自动地将加热装置启动,如果DAU中的湿度过高,那么就会自动地将除湿风扇打开,在DAU箱内的水分恢复到正常状态后,则自动关闭除湿装置。该方法能够有效地改善仪器的工作环境,防止数据采集模块中的部件受到不可逆的损伤,增强大坝安全监测自动化系统对环境的适应性。

3.1.2 测站箱体内部进水监测

当出现突发事件时,设置在坝体特定位置的DAU箱会因局部水位升高而被淹。所以,一方面要求有关的箱体要有一定的防水能力;另一方面还可以在这些

灵敏的DAU盒中添加一个被水浸泡过的传感器监控装置。一旦机箱内部出现积水或渗水现象,维修人员就可以立即采取措施,避免机箱内部的电子设备因水而损坏。

3.1.3 测站定位及防盗监控

在实际大坝安全监测工作中,许多DAU仪器都是在露天条件下使用的。另外,大坝周围人员流动较大,其周围的真实环境较为复杂,为了避免人员的活动对设备造成不必要的破坏,可以在保护箱的门上安装一个门磁装置,监控箱门的开启和闭合情况,保证箱门一直处于关闭的状态。在较高的安全性要求下,也可设置物位监测设备,并嵌入相应的定位模组,以便定时查看或汇报自身的位置,监视DAU是否被人为移动或遭到破坏。

3.2 DAU状态感知与反馈

DAU作为大坝安全监控智能化系统的核心部分,其性能好坏将直接关系到大坝安全监控系统能否正常运行。利用电子器件对堤坝进行实时监测,能较好地了解堤坝值班工作的基本情况。

3.2.1 对无线信号强度及链路的监控

如果是无线通讯,则可以检测出信号的强度,并在值班等待或远距离报数之前发送相应的检测无线链路的状况,如果信号是正常的,则可以采取相应的措施,如果信号不够强或者是无线通讯链路是异常的,则可以采取重连的措施,也可以采取延迟措施。在具体的应用中,不影响系统的正常运行的情况下,可以使用通讯接口分路器来监视有关的通讯通道。为了避免在使用GSM、CDMA、LTE等无线公网通信时,由于SIM卡欠费而被运营商终止服务,最终导致检测数据丢失,在智能化控制系统的管理软件中,通过对通讯卡剩余电量的实时统计,使用户能够及时对通讯卡进行充值,从而保证通讯一直处于良好运行的状态。

3.2.2 对有线通信链路状况的监控

当水坝监控资料采集器采用有线通讯模式进行网络联接时,便可利用跳包进行网络状态检测,并与相应的电源监测装置一起,通过监测光收发器和RS-485通信转换器的电源,实现了对各个通讯节点装置的运行情况的实时监控。

3.3 采集模块智能化

DAU中的数据采集模块完成了对大坝安全智能化监控系统数据的采集、存储以及上传等功能,它是整个自动化系统中最为关键的一环。所以,通过对其进行智能化改造能够提升整个系统的智能化程度,从而避

免监测数据的丢失,提升数据的质量。

3.3.1 数据采集模块本身可以进行多功能通用化设计

采集模块可以对各种传感器输出的电压、电流、开关量、数字量等各种物理量进行采集。在大坝安全监测智能化控制系统中,所使用的传感器种类较多,而在过去的工作中,一般都是采用一种传感器来配合某一种测试板才能进行数据读取,这是一种很大的浪费,而且还不便于维护。一般情况下,因为一些特别的设备都会有一个专用的数据采集模组,因此模组中的其他通道都是空闲的。在完成通用化的功能后,在同一检测模块中可以实现多台设备的同步读出,实现设备的智能化访问,实现了资源的节约使用。在具体电路设计上,通过在共用信道后端分别为各种物理量的测量设计独立的分析处理电路,对不同类型的仪表进行保护,达到对各种传感器均可进行检测的目的。

3.3.2 数据采集模块内部可做智能化管控

在数据采集模块内部时刻控制着电源的输入,当不用的时候,电源就会被切断。在低功耗待机时,核心微处理器可以激发相应的端子打开,可以通过主动调低主频或切换到低频晶振来减少功耗,并在收到相应的中断信号后将其唤醒,使之恢复正常工作。在满足有关性能要求的条件下,对每个电路的功能模块都要尽量选用低功耗的芯片,以达到最大的节能效果。

3.3.3 数据采集模块可智能控制通信电路模块工作方式

当 DAU 的数据采集模块以无线通信的方式报道数据时,可以通过它来控制与之相对应的通信电路的工作模式,从而做到节能降耗。当要报告数据时,通讯线路就会启动或叫醒,再由网路传送资料。在传送结束后,由中央采集计算机将对应的命令发送给采集模块,以实现通讯电路的关断或关断的控制。在睡眠状态下,中央采集器可通过遥控方式唤醒相应 DAU 内的通讯电路。在重大情况下,DAU 必须具有多通道传输功能,能够依据特定通道的信号强度实现相应的开关,从而保证监测数据被安全、可靠地传送到相应的采集计算机。

4 智能化信息采集技术

4.1 传感器技术

如今大坝安全监测传感器不断发展,具有精度高、成本低等优势特点。采用微机电系统(MEMS)技术研制的温度、压力和角速度等传感器,能够在毫米量级的特征尺度上实现常规力学传感器无法达到的性能。

4.2 微电子技术

随着微电子技术的发展,高集成度芯片的数据处理能力得到了极大的提升,将温度、振动等传感器集成到芯片中,可实现对 DAU 内部微环境的实时监控。基于此,研制的大坝信息采集系统可采集多种传感信号,选择通信模式植入智能算法,并可对工程进行实时监控。

4.3 无线通信技术

未来大坝安全监测系统智能化技术的发展方向是开展低功耗的无线通信技术,该技术为大坝安全监测系统提供了便利,具有很好的发展前景。在选择无线通讯模式时,最重要的是考虑数据传送的距离以及数据传送所需的带宽。当前,业界中使用最多的是 ZigBee、LoRa、Microwave 等无线局域网组网技术,以及 GPRS、CDMA、LTE 等无线广域网组网技术。在对与数据采集系统相匹配的无线网络进行设计的时候,要在充分考虑信号强度及兼容性的前提下,对供电方式和功耗需求进行重点考虑。

5 结语

在云计算、大数据收集等技术的持续推动下,无论是硬件还是软件,都有望向更加智能化的方向发展。将以上技术应用到大坝安全监测智能化、自动化系统中,可以有效地提高该系统在各个环境下的适应能力,进而有效地开展大坝监测系统的智能化技术。所以,在部分已经投入使用的大坝安全监测系统的软硬件中,可以对缺少的监测数据和质量展开全面的监测,并自动判断出故障的位置和类型,从而降低对管理者的依赖程度。在该项目的实施过程中,有些优化改进措施收到了很好的效果,值得进一步推广。

参考文献:

- [1] 肖晗,周清勇.高店水库大坝监测设施运行性态评价[J].内蒙古水利,2023(01):66-67.
- [2] 张斌,史波,陈浩园,等.大坝安全监测自动化系统应用现状及发展趋势[J].水利水电快报,2022,43(02):68-73.
- [3] 杨宁,卢正超,乔雨,等.乌东德水电站施工期大坝安全监测自动化[J].水力发电,2021,47(11):113-117.
- [4] 王茁霖.某水电站大坝监测数据自动化处理系统设计[J].水电站机电技术,2021,44(05):27-30.
- [5] 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.