

大坝监测自动化系统智能化技术研究

叶红¹, 陆纬^{2,3}, 陈龙^{2,3}, 李东^{2,3}, 周克明^{2,3}

(1. 福建水利电力职业技术学院, 福建 永安 366000;

2. 南京水利水文自动化研究所, 江苏 南京 210012;

3. 水利部水文水资源监控工程技术研究中心, 江苏 南京 210012)

摘要: 在总结实际工程项目实施经验的基础上, 提出大坝安全监测自动化系统智能化提升技术。通过对温度、湿度、进水、门禁、功耗、供电、通信链路、地震等系统中测站现场环境, 及数据采集设备运行状态等参数的监测, 结合数据采集装置的自主智能化技术改进, 如实现低功耗、智能通用化、前端数据判断、通道保护及电源管控等, 利用中心数据采集计算机软件数理统计方法对监测数据进行质量及缺失情况分析, 智能推断故障设备等, 多效并举, 可有效提高大坝安全监测自动化系统的智能化水平, 保障自动化监测系统的稳定性、可靠性和运维效率。

关键词: 大坝监测; 自动化系统; 数据采集装置; 智能化; 前置

中图分类号: TV698.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-9405(2020)02-0042-06

0 引言

智慧水利是水利信息化发展的高级阶段, 是实现水利现代化的关键。智慧水利系统通过无线终端设备和互联网进行信息传递, 以实现信息智能化识别、定位、跟踪、监控、计算、管理、模拟、预测和管理, 通过物联网、无线宽带、云计算等新兴技术与水利信息系统的结合, 实现水利信息共享和智能管理。大坝安全监测自动化是水利信息化的一个方向, 利用布置在大坝的各类传感器、数据采集设备实现对大坝内部及外部各种物理量的感知, 可为大坝安全运行精细化管理提供数据支撑, 指导管理单位对大坝安全运行进行科学决策, 同时逐步实现数字大坝向智慧大坝发展^[1]。

大坝安全监测的相关规范中^[2-4], 对各种监测项目设置有详尽的规定, 根据采集到的监测数据、数学模型及算法等可组成智能化的决策系统。若数据采集系统本身不能正常运行则无法实现安全监测的最终目标, 如何提高系统的稳定性和智能化水平, 确保

其长期有效正常运行, 是一个值得研究的问题。另外, 针对大坝安全监测自动化系统日常运行维护中存在的问题, 如工作量大、专业性强、维护难度高等情况^[5], 也可从提高监测系统智能化水平的角度降低运维工作量和难度。因此, 需要对大坝监测自动化系统的智能化技术改进措施进行探讨, 从测站的环境监控、监控设备的运行状态获取、数据采集装置的优化、监测软件的智能化改进等方面进行针对性的提高, 挖掘大坝安全监测系统智能化提升空间。

1 自动化系统智能感控提升技术

大坝安全监测自动化系统是集水工、传感器、数据采集电子装置、数据通信、软件等多专业的综合性系统, 要求参与自动化系统运行的管理人员素质高、责任心强。自动化系统往往在数据缺测、通信失败等情况下, 才会被运行管理人员发现, 再组织人员进行维修, 是一种被动、长周期、“救火”方式的运维管理。用户在问题出现成为既定事实, 或

收稿日期: 2019-07-26

基金项目: 国家重点研究计划(2018YFC0406906)

作者简介: 叶红(1974-), 女, 福建福清人, 高级实验师, 高级工程师, 研究方向: 水工监测及测量。E-mail: 78410416@qq.com

小问题演变为大问题造成损失之后才去排除故障，易造成数据丢失及设备不可逆损坏，因此很有必要通过提高系统本身智能化的水平改变这种情况。

为有效提升大坝监测自动化系统整体的智能化水平，进一步总结自动化系统可能出现的故障类别，分析产生原因并建立故障数据库以便于及时应对，可采取以下措施：对测站环境、数据采集装置（DAU）设备本身状态进行监控，将自动化系统本身故障判别的智能化前置；加强数据采集模块对其采集到的传感器数据的智能判别及针对性应对；进一步应用软件自动对监测数据的智能分析、统计等加以应用，实现自动化、智能化的系统运维监管。

1.1 测站环境感知与反馈

现地测站安装点的实际运行环境对测站的长期稳定性至关重要，为避免自动化监测系统出现故障，在相关指标不满足安全运行要求或存在较大风险时应能智能自启自我保护、预警等功能，因此，对测站运行环境的监测数据是做出相关保护及预警的前提。主要包括以下几点：

1) 测站箱体密封及内部环境监控。大坝安全监测自动化系统一般由传感器、电缆、数据采集设备、通信物理链路及软件组成。传感器经过厂家多种严格测试，能适应现场各种运行工况，数据采集设备的保护箱按照防水、密封要求设计。传感器电缆从引线孔接入时，因现场条件限制，往往无法做到密封很好，现场应用环境的温度、湿度变化会导致保护箱体内环境变化，温湿度较高时导致电路板上凝结水汽，在 0°C 以下时表面可能结冰。由于高度集成的电子芯片引脚间距非常小，在外界灰尘湿气的共同作用下，易诱发引脚之间短路，导致各种不可预知的异常复位、重启、断电等现象。为尽可能避免以上故障，一方面要加强电路板的三防措施，采用高性能硅胶密封圈，加强箱体进线口的密封处理；另一方面可以采用温、湿度传感器监测 DAU 箱体内部的小环境参数，若内部环境温度低于设备运行要求，可以自动启动加热装置，若 DAU 内部湿度太高时，可以自动开启除湿风扇，待箱体内部湿度恢复正常值时再关闭除湿设备。这些措施可以有效改善设备运行环境，避免数据采集模块元器件发生不可恢复损坏，提高自动化系统的环境自适应能力。

2) 测站箱体内部进水监测。在突发情况下，大坝特殊部位安装的 DAU 箱体可能由于局部水位上升

发生淹没。因此一方面要求相关箱体必须具备一定的防水等级，另一方面可以在这些敏感 DAU 箱体内部增加水浸传感器监测设备。当箱体被淹没内部发生积水、渗水等情况时，第一时间远程报警，运维人员可在第一时间进行处理，防止箱体内部电子设备浸水报废。

3) 测站门禁监测及辅助照明控制。当相关 DAU 测站所在部位没有照明或长期处于黑暗环境时，可在箱体内部设计基于光照强度及箱体门禁开合状态的照明控制子系统，自动打开内置的辅助照明装置，方便运行管理人员对设备进行操作维护。

4) 测站供电系统监控。自动化系统的通信、供电、数据采集等设备均需用电，长期工作在高温环境下的 DAU 在极端情况下，可能会发生严重异常，如线缆老化、电子元器件失效等可能诱发设备故障和电源短路，甚至引起火灾。因此，在重要的监测站中，应进行电流、温度、烟尘监测，并能实时报警。

5) 测站定位及防盗监控。在大坝监测实际运行环境中很多 DAU 需要安装在野外等开放环境中，周边人员活动复杂，为防止人为破坏，可在保护箱的门上设门磁设备，监测箱门的开闭状态，确保其处于关闭状态。根据更高程度的安保需要可进一步设置物位监测设备，嵌入相应的定位模块，周期性地读取或上报自身位置信息，监视 DAU 是否被人为移动或破坏。

6) 测站震动及加速度监测。在地震多发地区的大坝安全监测系统内可以设置震动监测传感器，当发生明显有别于一般震动的大加速度震动时，监测装置将加速度数值上报中心数据采集计算机，智能启动相关应急机制，如主动加密所在地 DAU 的测量频次，连续读取震动传感器加速度数值，读取当前测站 DAU 电池电压，持续监测有线及无线通信链路畅通等。所有实时测量数据备份存储在测量单元 Flash 内部后应及时切断存储器电源，以避免误操作，方便进行震后分析。

1.2 DAU 状态感知与反馈

DAU 是大坝安全监测自动化系统的关键设备，其工作状况决定系统运行的正常与否。对大坝安全监测数据采集电子设备的实时监控，可以有效获取设备值守运行的基本状态。监控内容主要包括以下几点：

1) 对电流功耗的监控。对 DAU 数据采集模块待机及测量电流的监控，有助于发现采集模块本身

是否有元器件损坏导致待机电流偏大,是否有仪器损坏导致测量电流异常,是否有可能损坏公用测量电路芯片。

2) 对电池电量的监控。监测电池电量可以有效评估电池本身健康程度,充电电路是否正常工作;在长时间阴雨导致阳光不足或者面临长周期断电等情况时,可以根据电池信息判断可支持的值守时间,提前做好供电规划及准备好备用电池等设备,不至于在汛期或需要监测数据时发生断电无法持续工作的情况。

3) 对无线信号强度及链路的监控。若系统采用无线通信,可在值守待机或远程报数前侦测信号强度及发送相关心跳包测试无线链路状态,在信号正常及链路通畅时进行相关动作,在信号强度不足或无线通信链路不正常时可进行重新连接或设计延时动作。具体应用中可采用通信接口分路器,对相关通信信道进行监控,同时也不影响正常工作。在正常上报给中心采集计算机的测量结果报文中,可以配送相关无线信号强度的信息,让用户掌握设备的联网运行状态,提醒用户及时做出相应处理,将故障排除在隐患状态。为避免采用 GSM, GPRS, CDMA, LTE 等无线公网通信时因 SIM 卡欠费被运营商中止服务,引起监测数据缺失,可在自动化系统的管理软件中,设计统计通信卡内剩余费用功能,便于及时充值保证通信正常。

4) 对有线通信链路状况的监控。当大坝监测数据采集系统采用有线通信方式连接组网时,可定期用心跳包测试链路状态,同时加入相关电源监测装置,对光纤通信的光端机、RS-485 通信转换器、网络交换机等的供电情况加以监控,以获知通信网络中每一个通信节点设备的工作状态。

5) 对死机判断和侦测。对 DAU 数据采集模块是否死机的侦测,可结合相关待机电流及看门狗信号的周期进行分析,具体如下:当待机电流长期异常,可能是相关任务未进行完发生死机,导致相关芯片始终处于通电状态;看门狗脉冲信号的缺失,可能是看门狗信号引脚因死机发生电平钳位,导致看门狗芯片失效;看门狗信号正常但电流偏大,则可能是程序发生死循环,虽然喂狗依旧发生但程序可能进入一个含喂狗程序的嵌套中不断循环,此时应给数据采集模块断电重新上电。目前投入使用的大多数 DAU,发生死机时只能依靠运维人员到现场中断电源重启 DAU 才能恢复。而数据采集设备分

布范围广、数量多,人员亲自去现场操作工作效率低,因此结合广域公网及短距局域无线通信技术,在系统内设计增加基于移动公网、Wi-Fi 或 LoRa 技术的 DAU 远程电源监管模块,实现 App 远程控制 DAU 的通断电。在雷暴天气还可以人为中断通信线路及测站电源,避免设备被感应雷损坏。远程电源控制对工作效率及系统可靠性提升均有帮助。

1.3 采集模块智能化

大坝监测自动化系统的数据获取、存储、上传由 DAU 内的数据采集模块完成,是整个自动化系统最核心的部分,因此,对其进行智能化改进可以提高整个系统的智能化水平,避免监测数据缺失,同时提高数据质量。智能化改进措施如下:

1) 数据采集模块本身可以进行多功能通用化设计。即采集模块能够采集多种传感器输出的不同类型的物理信号,如正弦波和方波频率、电压、电流、开关量、数字量等信号。大坝安全监测行业应用的监测传感器种类多,以前应用中一种类型传感器就需要配套一种类型的测量电路板进行数据读取,浪费很大,维护起来也不方便,往往因为一支比较特殊的仪器专门配置一个数据采集模块,会闲置浪费模块内的其余通道。实现通用化后可用一个测量模块同时读取多支、多种仪器,每个测量通道可以测量多种不同类型的仪器,实现智能接入及资源集约利用。在具体的电路设计中,可在公共通道后端针对不同的物理量测量设计各自独立的解析处理电路,不同仪器类型设计不同的继电器切换方式,可实现对不同类型传感器都可以测量的目标。

2) 数据采集模块内部各电路功能模块的电源可做智能化管控。使用时受控上电工作,不需要使用时断电。核心微处理器在低功耗待机时应规划好相关中断的开启,并可智能降低主频或切换至低频晶振以降低功耗,在接收到相关中断信号后唤醒进入工作状态。在满足相关性能指标的前提下,各电路功能模块的设计应尽可能采用低功耗芯片,最大限度节约电能的使用。

3) 数据采集模块可增加通道及仪器的防雷和损坏智能检测。对于接入数据采集模块每一个通道的仪器,在仪器信号进入处理电路之前,均应先经过串联或并联的防雷防浪涌保护电路,通道的通断可智能进行定期检测。相关接入各通道的传感器可通过测量电阻范围及供电电流等方法,判断仪器的好坏,判断通道的硬件损坏情况及各传感器的正常与

否，可上报计算机进行记录并提示运维人员及时进行处理。

4) 数据采集模块的内部程序可以加入对相关传感器测值的智能判断及处理。根据各仪器类型及量程、输出信号设置相关阈值，对测值进行自动判断，发现超限及异常测值应及时补测，多次测量分析测值范围并确定真值，可有效排除仪器因电源、静电干扰，缺乏预热和预激振造成的偶尔测值突跳现象。对于某些仪器可以通过不断缩小激振范围，或多次进行 A/D 转换数字滤波后求平均值的办法进行精确化测量。如振弦式仪器的频率范围一般为 400~6000 Hz，温度范围为 -20~60℃，很多情况下若采用大范围全频段激振，可能频率测值会有几赫兹的跳动。若初次安装，先采用 400~6000 Hz 全频段激振，然后根据得到的大致频率范围继续采用缩小的频段测量，如 400~1000，1000~3000，2000~6000 Hz 等，可以得到更加稳定、更高精度的频率测值，同时数据采集模块可以记录各仪器需要的实际激振频段，便于以后一次激振测量就可获得质量很高的数据。

5) 数据采集模块可智能控制通信电路模块工作方式。DAU 中数据采集模块用无线通信方式组网进行数据上报时，为节约用电，相关通信电路模块的工作方式可由采集模块控制。当需要上报数据时，通信电路上电或唤醒联网进行数据传输，传输完毕后中心采集计算机发送相关指令至采集模块，控制通信电路的断电或休眠，在休眠模式时中心采集计算机可以远程唤醒相关 DAU 中的通信电路模块。在重要场合的应用中，DAU 应具备多信道传输能力，可以根据具体信道的信号强度进行相关切换，以确保监测数据安全可靠地发送至相关采集计算机设备。

1.4 应用软件智能反馈

大坝安全监测数据采集中心计算机软件是人机交互最主要的媒介，相关采集和信息管理分析等软件的智能化水平对于减小运维人员工作量，提高运维效率，提高分析和预测的水平具有很大的影响。

1) 中心计算机软件应能自主、定期校准 DAU 内置时钟。现场数据采集设备的内置时钟芯片受到温度及晶振精度影响，不可避免地存在累积误差，长期累积将导致系统测量不同步，这时需要监控主机软件，根据数据报文内的实时时钟信息对 DAU 自动进行时钟校准，每月至少在测报周期间隔内进行

1 次。监控主机的时钟可通过 Internet 网络上的时钟服务器 time.windows.com 自动更新。

2) 中心计算机软件应能自主判别监测模块上报报文完整性并进行有效应对。现场 DAU 由于受各种异常因素的影响，模块可能没有按照设定的周期频率进行数据采集或保存，导致数据缺测，软件应根据定时测报数据的完整性尽快检索发现异常模块并及时补测录入。如出现由于现场通信链路问题造成报文丢失字符的情况，软件可先提取正常有效测点测值，对报文不全测点及时进行补测并保存。

3) 中心计算机软件应能自动统计每次定时自报测量数据缺失情况并及时上报管理人员。在大坝安全监测自动化系统实用化要求及验收规程中，统计时段内有效数据缺失率要求小于 3%^[6]，只有在自动化系统日常运行中严格把关，控制数据缺失率，才能获得符合统计分析规范的合格数据。在自动化系统日常实际运行中，可以统计日、周数据缺失率，当缺失率大于 0 或 3% 时，应及时分级通知相关人员处理。

4) 中心计算机软件应能初步判断故障类型。根据设定的数据采集频率和全部测点测得的数据数量，统计缺测的测点，由此进一步判断是单个仪器、监测设备 (DAU)，还是单条分支通信线路或整个系统的问题，形成监测统计简报上报用户，提醒用户及时处理。参考水情测报系统维护规程^[7]，可根据数据缺失的情况间接判断遥测站故障，分析如下：a. 当大坝安全监测自动化系统的所有测站均无数据时，可初步判断通信线路总节点、监测中心设备等发生故障；b. 当同一测站所辖的 DAU 均无数据时，可初步判断光端机、串口电平转换器、串口分路器、MOXA 卡、无线通信 DTU 等二次设备故障或测站供电问题；c. DAU 在设定的时间没有上报数据，经上位机软件主动发命令后仍无数据，则初步判定 DAU 本身故障。中心计算机软件根据自报或召测结果可以智能给运维人员提供初级故障判断。

5) 中心计算机软件应具备对传感器测量数据的基础逻辑判断及统计分析功能。如根据不同的仪器类型及确定的量程判断本次测量数据的质量，若超过阈值或存在粗差，则提醒用户及时处理。同样，每个测点根据所在部位，参考工程经验也可以初步判断其测值会在哪个区间，如大坝内部的水压力一般不高于库水位，不应出现负压力，大坝内部的温度一般不低于 0℃ 等等。在做具体的统计分析时，根据最近的历史测值，用数理统计方法判断本次测

值是否存在粗差。常用的统计判别法包括拉依达准则 (3σ 准则)^[8]、格拉布斯 (Grubbs) 准则^[9]、狄克松准则 (Dixon)^[10]、 t 检验法 (罗曼诺夫斯基准则)^[11] 等。需要注意的是, 数理统计方法没有考虑所在的环境、状态等条件的改变, 采用的是纯数学算法, 容易将真实突变的测值误判为异常值, 例如突跳的测值可能是由于水位、气温等自变量出现大幅变化, 或是大坝性态出现异常的真实反应, 因此不能简单地将测值删去, 否则容易错过大坝安全异常表征的重要信息。针对数据缺失、系统故障、超限超差等故障, 配套中心计算机软件应能自动形成概要并报送运维人员, 形成日志保存在数据库便于事后分析。管理软件根据知识库提出向导化的异常处理方案, 运维人员依此及时消缺, 降低系统运行对人员的依赖性, 高效解决问题。

2 智能化信息采集技术

要实现大坝监测自动化系统的更高智能化要求, 大坝性态数据的采集是基础和前提, 大坝渗漏、变形、沉降、温度等观测项目所使用的各类型传感器能否提供真实可靠的数据, 同时配套的数据采集模块能否将数据安全可靠地传送至数据采集计算机, 是系统能否发挥应有作用的决定性因素。

传感器、微电子、无线通信等技术的发展从硬件上提供了高精度和高可靠的大坝安全监测信息获取的基础。针对具体的使用场合和环境, 智能监测设备的测量精度在满足监测要求的前提下可以适当降低, 但要求可靠性高, 功耗低, 造价低。具体分析如下:

1) 传感器技术。丰富多样的高精度、小型化、低成本的传感器发展迅速。基于微机电系统 (MEMS) 技术开发的温度、压力、加速度、角速度等传感器, 在微米毫米量级的特征尺寸下可以完成传统机械传感器不能实现的功能, 具有分辨力高, 重复性好, 功耗低, 可靠性高, 适于集成与量化生产等特点。

2) 微电子技术。微电子技术的发展使现代高集成度芯片的信息处理水平大大提高, 芯片内集成了温度、震动等传感器, 可以直接用来进行 DAU 内小环境的监测。高性能处理器具有丰富的外部接口和内部功能模块, 在具备低功耗特点的同时, 主流微

处理器均具备多串口、A/D 转换器、实时时钟、掉电存储、电源监控等内部功能模块, 一些专门芯片还在内部集成了蓝牙、Wi-Fi 或 433MHz 等无线射频通信模块。如今在大坝安全监测行业广泛使用的 TMS320, MSP430, ARM 架构 STM32 等系列的微处理器芯片, 相对多年前使用的 MCS-51 系列单片机已有了质的飞跃, 在这些芯片基础上开发的大坝数据采集系统, 可以实现更多传感器物理信号的采集、通信方式的选择、智能算法的植入及项目的监测。

3) 无线通信技术。低功耗无线通信技术的发展为监测系统的数据传输提供了便捷, 是未来大坝安全监测系统设备的发展方向。数据传输距离和数据量对带宽的要求是无线通信方式选择的主要考虑因素。目前在行业内主要应用的局域无线组网技术有 ZigBee, LoRa, 微波等, 无线广域网组网技术有 GPRS, CDMA, LTE, NB-IoT 等。在设计数据采集系统配套的无线网络时, 在兼顾信号强度及兼容性的基础上, 应重点考虑供电方式和功耗需求, 合理配置 AA 碱性干电池、大容量一次性锂电池、铅酸蓄电池、太阳能电板、市电路等供电设施。

3 结语

随着微电子技术、低功耗技术、无线传感网络、计算机网络、云计算及大数据提取技术的发展, 使硬件及软件的综合智能化程度提升成为可能, 这些技术应用于大坝安全监测自动化系统, 有利于提高系统对环境、故障、供电等因素的自适应能力, 进而全面提升整个系统的可靠性、健壮性及智能化水平, 是未来大坝安全监测自动化系统的发展方向。

在快速发展的传感器、微功耗、物联网技术基础上, 采用提升系统智能化的方法, 将大坝安全监测系统的运行状态、故障类型、采集数据有效性等智能化判别措施及处理手段前置, 可以更高效地处理异常。同时, 在一些已经投运的大坝安全监测系统的硬件及软件中对监测数据缺失、质量进行监控, 并进一步自动判断故障部位及类型, 有效降低了系统运维对管理人员的依赖性, 部分优化改进措施在项目实施中取得了较好的效果, 具有进一步推广的价值。

参考文献：

- [1] 钟登华, 王飞, 吴斌平, 等. 从数字大坝到智慧大坝[J]. 水力发电学报, 2015, 34 (10): 1-13.
- [2] 中华人民共和国水利部. 土石坝安全监测技术规范: SL 551—2012[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012: 7-9.
- [3] 中华人民共和国水利部. 混凝土坝安全监测技术规范: SL 601—2013[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013: 4-6.
- [4] 中华人民共和国水利部. 大坝安全自动监测系统设备基本技术条件: SL 268—2001[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001: 20-25.
- [5] 国家能源局. 大坝安全监测系统运行维护规程: DL/T 1558—2016[S]. 北京: 中国电力出版社, 2016: 9-12.
- [6] 国家能源局. 大坝安全监测自动化系统实用化要求及验收规程: DL/T 5272—2012[S]. 北京: 中国电力出版社, 2012: 7-10.
- [7] 国家能源局. 水情自动测报系统运行维护规程: DL/T 1014—2016[S]. 北京: 中国电力出版社, 2016: 6-7.
- [8] 徐琛辉, 马明辉. 基于拉依达准则的交通数据粗大误差处理优化方法[J]. 上海工程技术大学学报, 2018, 32 (1): 64-67.
- [9] 朱赵辉, 孙建会, 王万顺, 等. 基于格拉布斯准则的小波阈值去噪算法研究[J]. 西北水电, 2011 (增刊 1): 45-48.
- [10] 杨茂兴. 小样本容量测量数据中粗差的剔除[J]. 计量与测试技术, 2005, 32 (1): 27-28.
- [11] 王文周. 改良 t 检验法[J]. 西华大学学报 (自然科学版), 2008, 27 (6): 91-94.

Research on intelligent technology of dam monitoring automation system

YE Hong¹, LU Wei^{2,3}, CHEN Long^{2,3}, LI Dong^{2,3}, ZHOU Keming^{2,3}

(1. Fujian College of Water Conservancy and Electric Power, Yong'an 366000, China;

2. Nanjing Automation Institute of Water Conservancy and Hydrology, the Ministry of Water Resources, Nanjing 210012, China;

3. Research Center on Hydrology and Water Resources Monitoring Engineering Technology, the Ministry of Water Resources, Nanjing 210012, China)

Abstract: Based on the experience of project implementation, the intelligent upgrading technology of dam safety monitoring automation system is proposed. It can monitor the data, running starts and parameters of the environment and data acquisition equipment in parameters in site of the measuring stations of the system, such as temperature, humidity, inlet water, access control, power consumption, power supply, communication link, earthquake, etc. Combined with independent intelligent improvement of data acquisition device, such as low power consumption, intelligent generalization, front-end data judgment, channel protection and power control, etc., and using the central data collection computer software mathematical statistics method to monitor the data quality and missing analysis, as well as identify faulty equipment intelligently, through the above method, the intelligent level of dam safety monitoring automation system can be effectively improved to promote system stability and operation maintenance efficiency.

Key words: dam monitoring; automation system; data acquisition unit; intellectualization; preposition