

文章编号: 0559-9342 (2005) 06-0063-02

李家峡水电站大坝安全监测 自动化系统

李季^{1,2}, 陆声鸿³, 郭晨³

(1. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098; 2. 黄河上游水电开发有限责任公司, 青海 西宁 810008; 3. 北京木联能工程科技有限公司, 北京 100011)

关键词: 大坝安全监测; LN1018 系统; 李家峡水电站

摘要: 李家峡水电站是黄河上游的大型水电工程, 地质条件和结构布置比较复杂, 为此设置大坝安全监测项目较为齐全。监测系统采用了 LN1018-II 开放型分布式智能数据采集网络系统, 该系统技术先进, 稳定性好, 可扩充性强, 适于恶劣环境应用。安装调试结果表明, 监测系统运行指标符合相关规范要求。

Automatic monitoring system of the dam safety of Lijiaxia Hydropower Station

Li Ji^{1,2}, Lu Sheng-hong³, Guo Chen³

(1. Hohai University, Nanjing Jiangsu 210098; 2. Yellow River Upper Stream Hydropower Development Company Ltd., Xining Qinghai 810008; 3. Beijing Mulianneng Engineering Technology Company Ltd., Beijing 100011)

Key Words: dam safety monitoring; LN1018 system; Lijiaxia Hydropower Station

Abstract: The Lijiaxia Hydropower Station is a large-sized station in the upper stream of Yellow River, with the complex geological conditions and complicated structural layout. For this reason, the arrangement of dam safety monitoring items is more adequate. The monitoring system adopts LN1018-II open distribution intellectual digital collection system that is advanced in technology, good in stability and strong in extension and is suitable to the poor environment. The practice results showed that the operation indexes of such monitoring can meet the requirements of relative standards.

中图分类号: TP277; TV642.42 (244)

文献标识码: B

李家峡水电站地质条件和结构布置比较复杂, 所设大坝安全监测项目较为齐全。大坝安全监测系统包含垂线监测、垂直位移监测、坝体应力应变与温度监测、坝体施工横缝和坝体与周边基岩接触面监测、坝基岩体变形监测、坝肩断层处理带监测、坝基 11 号至 13 号坝段深层渗流监测、坝基扬压力监测、绕坝渗流监测、漏水量监测等项目。

李家峡水库为日周调节水库, 正常运行后库水位变动一般不超过 2 m, 对大坝安全监测自动化系统数据采集时间、观测精度等要求较高。

1 大坝安全监测自动化系统

1.1 系统组成

李家峡大坝安全监测自动化系统采用了西安联能自动化工程有限责任公司的 LN1018-II 开放型分布式智能数据采集网络系统。系统由传感器、数据采集单元 (MCU)、中央控制单元、测量控制与信息管理软件及通讯网络构成, 实现全系统数据采集自动化以及数据存储、处理、分析自动化等功能。该系统网络技术先进、成熟、稳定性好、抗干扰能力强、可扩充性

强、适于恶劣环境应用。系统布置如图 1 所示。

系统共安装数据采集单元 (MCU) 82 台, 接入各类仪器测点 1 349 个, 具体监测项目和仪器如下:

①垂线系统, 包括 0~5 号正、倒垂线系统和右岸针对 F7' 结构面设置的倒垂线, 设置垂线坐标仪 32 台;

②静力水准系统, 包括 2 059 层 (21 点)、2 114 层 (30 点) 及 2 150 层 (9 点) 测线, 共设置静力水准坐标仪 60 台;

③扬压力系统, 包括 2 035 层、2 059 层、2 087 层、2 114 层、2 150 层的所有测点, 共计 43 孔;

④量水堰系统, 包括 2 035 层、2 059 层、2 087 层、2 114 层、2 150 层的所有测点, 共计 27 个;

收稿日期: 2005-02-05

作者简介: 李季 (1963—), 男, 辽宁法库人, 高级工程师, 主要从事大坝安全监控理论研究与防汛管理工作; 陆声鸿 (1962—), 男, 江苏常熟人, 高级工程师, 主要从事大坝安全监测技术及应用研究工作; 郭晨 (1962—), 男, 河北行唐人, 教授级高工, 北京木联能工程科技有限公司总经理, 主要从事大坝安全监测技术及研究工作。

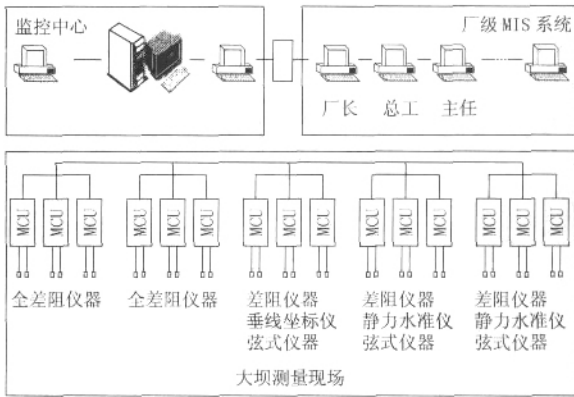


图1 李家峡水电站大坝网络布置示意

(5) 内观项目系统,主要分布于主坝及基础、引水发电建筑物以及泄水建筑物,埋设的仪器主要是差动电阻式仪器,包括温度计、应力计、应变计、无应力计、测缝计、渗压计、钢筋计、钢板计等,共设置测点1187个。

1.2 系统运行方式

系统以中央控制室(单元)为中心,实时在线集中控制,即测量、判断、报警同时进行;同时各数据采集单元对所辖的仪器还可按照设定的时间进行自动测量,并保存于MCU中;此外系统还具有人工观测接口。

系统的中央控制室,承担着整个系统的无人值守、数据采集控制、系统配电、观测数据处理分析等任务,是系统的中枢所在;无人值守工控机与数据处理机之间采用网络通讯。

系统中各设备的电源,均通过位于中央控制室的配电柜进行,柜中配有电压表、电流表,用户可以根据电压表和电流表中的数值,初步掌握现场的运行情况。

1.3 系统实现功能

(1) 在线“无人值守”监测及数据采集功能。在工控机上配置系统测控软件,按设置要求对系统中所有设备自动控制,数据自动采集、存贮。实时在线巡测的目的是及时发现系统或结构的故障或异常,不是全部数据都存贮,一般情况每天定时存贮一次观测数据,在水位骤变或结构异常等特殊情况下,则增加数据存贮的次数。

(2) 原始数据超限和系统自检及故障报警。原始数据超限是指同一次观测的读数之间、测回之间超过限差。这是明显的设备或系统本身的问题。另外,通讯及电源系统故障也均属系统本身的问题。出现这类故障,系统在线巡测时可及时发现并进行远程、近地声光屏幕报警,给出故障类型或可能的原因,同时系统运行日志自动记录这些状态信息,运行人员宜立即进行检查、处理,以保证系统正常运行。

(3) 物理过程结构化推理功能。在线实时监测中,如果测出的某一物理量超过了设计值、多年数据序列的极值或数学模型中得出的预报值,则系统会对是否为监测系统本身的原因进行判断和推理,如果是观测系统本身的原因,则要求运行人员对系统进行仔细全面的检查。以上这些信息也在近地和远程进行声光屏幕报警,这样可及时发现和处理自动化系统

或结构物的异常情况,保证结构物的安全运行。

(4) 数据管理和处理分析功能。其主要包括:①原始数据的检查、计算;②数据和运行日志的存贮、备份、查询、检索、修改、打印、绘图、制表及各种数学模型分析;③日报、年报自动生成、工程资料管理。

(5) 远程传输和控制功能。可在远方监测中心进行远程控制,现场的监控机、远方监控机均可控制整个系统,实现系统的全部功能。经授权的远程客户亦可对系统进行访问或控制。现场和远程的工作站是一对“镜像”,都可以完成同样的功能,操作人员感觉不到差别,运行人员可在任一机上对系统进行操作。

(6) 主要安全信息共享功能。根据工程需要,定时向MIS系统发布反映大坝性态的主要信息,主要包括水平位移和垂直位移分布图、重点坝段挠度曲线及坝基扬压力分布图,且在每幅图上同时给出由设计值和历史最大、最小值或数学模型预报值组成的分布曲线。

2 观测仪器特点

2.1 数据采集单元(MCU)

系统采用西安联能自动化工程有限责任公司生产的LN1018-II型开放型分布式网络测量单元,针对系统仪器的多样性,根据需要分别使用MCU-R、MCU-VB、MCU-D型,可接入差动电阻式仪器、钢弦式仪器和数字量传感器。

其主要技术特点为:①具有高通用性、兼容性,可接入电压型、电流型、电阻型、卡尔逊型、热电偶、脉冲型、弦式、数字信号等类型仪器;②具有先进的内防技术,防尘、防腐蚀、防水,有防雷电感应和过载保护装置、watchdog功能;③各测控前端之间均采取电气隔离;④各类型测控前端均可以进行高精度16位(32位)A/D转换,输出标准数字信号;⑤除受控于中央控制单元外,各MCU均可设定为自动采集工作方式,时间间隔可调,超限值设定,具有一定的存贮容量;⑥能连续工作,监测到异常数据时,能自动报警(在无人值班情况时,亦能自动报警至手机或呼机中);⑦差动电阻式仪器测量采用自动可变、间隙恒流源(可根据仪器绝缘变化)激励检测,以便消除长导线与接触电阻对测值的影响,解决差阻式内观仪器因长时间埋设后绝缘下降、不稳定等问题,确保测量数据的精度及稳定性;⑧全部测控前端程控方式、命令格式、数据格式对用户开放;⑨全部测控前端提供人工测量接口。

2.2 垂线坐标仪

采用西安联能自动化工程有限责任公司生产的LN2002A型遥测坐标仪,其主要技术特点为:①非接触式测量、无零漂,无非线性修正问题、无机械动作;②不但可以自动化遥测,也可以人工现场比测;③仪器通过了国家计量认证并符合《计量法》要求。

2.3 静力水准设备

静力水准选用RJ型电容式静力水准仪。

2.4 量水堰

采用4675LV型量水堰监测系统,其弦式传感器提供一种高灵敏度可靠的水位监测手段,主要部件是悬挂在力传感器下的圆柱形重力浮子。重力浮子的一部分(下转第77页)

系列产品,在机组测温系统中,每台机组 PLC 可实时采集 21 个测温点,其中模拟量输入 (AI)9 点:①发电机正推力轴承轴瓦温度 1;②发电机正推力轴承轴瓦温度 2;③发电机反推力轴承轴瓦温度 1;④发电机反推力轴承轴瓦温度 2;⑤发电机导轴承轴瓦温度 1;⑥发电机导轴承轴瓦温度 2;⑦水轮机导轴承轴瓦温度;⑧发电机空气冷却器冷风进口温度;⑨发电机空气冷却器热风进口温度。开关量输入 (DI)12 点:①发电机正推力轴承温度偏高;②发电机反推力轴承温度偏高;③发电机导轴承轴瓦温度偏高;④水轮机导轴承轴瓦温度偏高;⑤发电机空气冷却器冷风进口温度偏高;⑥发电机空气冷却器热风进口温度偏高;⑦发电机正推力轴承温度过高;⑧发电机反推力轴承温度过高;⑨发电机导轴承轴瓦温度过高;⑩水轮机导轴承轴瓦温度过高;⑪发电机空气冷却器冷风进口温度过高;⑫发电机空气冷却器热风进口温度过高,其中,①~⑥为故障点,⑦~⑫为高故障点。采集的模拟量、开关量经 PLC 转换成数字量后,供 PLC 梯形图程序使用和处理,并将所采集的温度数据进行超限检查和状态变化检查及事故故障记录。

PLC 采集机组轴承等重要部位的温度,输入量来自于机组测温制动屏中的 XMT102 系列智能数显调节仪,每个数显仪只连接一个测点,以 I/O 点方式接到 PLC,PLC 定时检测数显仪中的输出端(温度偏高报警故障输出端,温度过高事故停机信号输出端,温度模拟量输出端),一方面通过通讯接口 IC693CM311 以及通讯适配器接入以太网,把上述信息传给上位机,在上位机应用监控组态软件,对模拟量进行超限检查并在越限时产生报警报告并记录及进行趋势分析预测,将有关数据生成实时和历史数据库;对报警的数字量产生报警报告并记录(包括事件顺序记录)并对相关事故追忆记录。另一方面,PLC 作为下位机通过编制的程序监测各测点温度,若温度偏高就进行故障报警;若温度过高,则发事故停机令,立即关闭事故电磁阀,关闭导叶,启动事故紧急停机程

序,实现发电机温度保护功能,PLC 温度保护部分程序控制流程见图 2。

4 提高机组温度保护可靠性的几点措施

①系统的一次测温元件应采用具有在高温下能保持优良稳定性和在振动情况下具有良好的防振和防冲击性的薄膜型铂热电阻,且轴瓦、发电机绕组、定子铁心要用专用热电阻。

②为防止热电阻因元件老化、振动力等导致断线或接触不良、接线松动时,阻值升高,温度显示值升高引起的保护误动,在测温系统中要采用带有能识别该功能的智能仪表,在线进行过程判断,以防误动作。

③增加多方位测温点,除轴瓦(推力、发电机导轴承、水轮机导轴承)、定子铁心、线圈等常规测点外,必须监视冷却风道进出口风的温度、冷却水的温度、轴承油槽温度,润滑油箱温度,纳入计算机监控,形成多重立体交叉保护。

④对机组推力轴瓦温度的保护要采用单轴瓦双通道控制,要由过去的单点输入单点停机改为双点输入双通道两点停机,增加其可靠性。

⑤条件许可的电站要考虑温度保护装置双冗余配置。

5 结 语

水轮发电机组测温系统的可靠性,是机组安全运行的重要保证,系统误动或拒动会导致正常运行的机组事故停机或烧瓦,影响机组的安全稳定运行。木龙滩电站由于采用性能先进、可靠性高、功能设施完善、综合成本合理的全智能测温系统,机组自投入运行以来,一直运行良好。

参考文献:

- [1] 王定一,等. 水电厂计算机监视与控制[M]. 北京:中国电力出版社,2001.

(上接第 64 页) 浸在水里,由于水面的变化,圆柱形浮子的浮力发生变化,浮力又直接作用在振弦传感器上,改变了它的张力,从而改变了它的谐振频率。

2.5 扬压力监测设备

扬压力监测采用 4500S 或 4500ALV 型渗压计,在已经建成的扬压力测压管中放置该型号渗压计,自动监测测压管的压力或水位,且所有型号压力计皆带热敏电阻测温。

3 软件功能

按大坝安全监测自动化系统的功能要求,目前李家峡水电站已经实现了在线监测、远程测量控制、网络设备管理、数据库管理、安全管理、工程资料管理、数据处理模型分析、图文报表制作、系统帮助等功能,且将采集数据同时在服务器上按同目录格式进行备份。

(1) 在线监测及数据采集功能。在观测中央控制室无人值守工控机上配置测量控制软件,按设置要求对系统中所有设备进行控制、数据采集、数据存贮及测值判断预警,对超限

测值和跳动测值作屏幕报警、运行日志记录。

(2) 监测数据管理、处理分析功能。在观测中央控制室数据处理机上配置“大坝安全监测数据处理分析软件系统”,主要对无人值守工控机上自动采集的长期监测数据及各种运行日志进行查询、浏览、修改、检查、打印、绘图、制表、数学分析、备份保存,以及工程技术资料管理等。

(3) 系统故障及自检功能。系统 RS485 网中各节点设备,如测量单元和智能传感器均有自检及故障代码报出功能,其中包括:①LN1018 MCU 通道测量标定及测量传感器上、下限溢出报警;②LN1018 网络系统通讯出差错报警;③CCD 垂线坐标仪五种状态报警。

4 结 语

在业主、监理、施工单位各方的共同努力下,李家峡大坝安全监测自动化系统仪器的安装调试一次成功率达到 100%,自动化系统采集的数据经与人工观测数据对比分析,两者差值在规范要求范围内,可以满足工程安全监测要求。