

NC2000 监控系统在水电站设备状态诊断中的应用

刘 强

(雅砻江流域水电开发有限公司锦屏水力发电厂,四川 西昌 615012)

摘要:计算机监控系统是水电站核心系统之一,有效利用 NC2000 监控系统各功能实现对设备运行状态的监视和判断是运行人员的必备技能,也是设备运行趋势分析的重要手段。利用监控系统各个功能模块对各设备进行数据分析,通过横向对比,对照设备结构,能够及时发现设备隐患,从而将物的不安全状态消除在萌芽阶段。本文介绍了 NC2000 系统对于设备状态诊断的常见应用,并以实际案例做出分析示范。

关键词:监控系统;NC2000;结构及功能;运用手段;诊断案例

中图分类号:X924.3[TM622];O434.19

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2020)01-0095-04

Application of NC2000 Monitoring System in Equipment Condition Diagnosis in Hydropower Station

LIU Qiang

(Jinping Hydropower Station, Yalong River Hydropower Development Co., Ltd, Xichang, Sichuan, 615012)

Abstract: The computer monitoring system is one of the core systems of a hydropower station. It is the essential skill of the operators to effectively use the functions of nc2000 monitoring system to monitor and judge the operation status of the equipment, and it is also an important means to analyze the operation trend of the equipment. Using each function module of the monitoring system to analyze the data of each equipment, and through horizontal, vertical comparison and equipment structure comparison, the hidden hazards of the equipment can be found timely, so as to eliminate the unsafe state of the object in the embryonic stage. This paper introduces the common application of nc2000 system for equipment condition diagnosis, and makes analysis and demonstration with actual cases.

Key words: monitoring system; NC2000; structure and function; application means; diagnosis case

1 概 述

锦屏一级水电站安装有 6 台立轴混流式水轮机,单机额定出力 611 MW,以三回 500 kV 交流线路接至锦屏换流站。中控室设置在右岸地下端副厂房内,电站计算机监控系统采用南瑞 SSJ-3000 型水电厂计算机监控设备,为全开放的分层分布式星型网络,由网络上分布的各节点计算机单元组成,各节点计算机采用局域网联接,与电网调度、集控中心等外部系统采用广域网联接。监控系统中各节点的功能、资源相对独立而又能与其他节点共享,任何一部分出现故障退出后,不影响系统其他设备运行。

电站计算机监控系统采用国网电力科学研究院自动控制所开发的 NC2000 监控系统。系统采

用 CLINET/SERVER 体系结构,支持不同硬件、操作系统及关系型数据库系统。采用基于分布式对象计算技术,从系统规划、设计、软件实现到提供组态工具、应用界面都使用了面向对象和跨平台的技术,具有充分的开放性、可扩展性和异构平台适应性^[1]。

2 监控系统结构及主要功能

电站计算机监控系统主要由 2 台快速交换式主干网交换机、2 台调度远动通信工作站、2 台集控通信网关机、2 台实时数据库服务器、2 台历史数据库服务器、2 台应用程序服务器、3 台操作员工作站、2 台集控延伸操作员站工作台、1 台工程师/程序员工作站、1 台厂内通信数据服务器、1 台培训工作站、1 台报表工作站、13 套 LCU 及网络打印机和时钟同步装置等设备组成。如表 1 所

收稿日期:2019-10-21

示,完成对电站各被控对象的安全监视和控制,主要功能有:数据采集和处理、安全运行控制、控制操作与调节、自动发电控制、自动电压控制、人机

接口、统计记录与设备运行管理指导、语音报警及 ONCALL 功能、系统通信、系统自诊断、远程维护和诊断。

表 1 监控系统上位机设备组成

设备	型号	实现功能
1—2 号实时数据服务器	HP Integrity BL870c i2	主控制层实时数据采集和处理,记录数据的计算和处理
1—2 号应用程序服务器	HP Integrity BL870c i2	运行及管理电站的高级应用功能,即经济运行调度(ED)自动发电控制(AGC)、自动电压控制(AVC)
1—2 号历史数据服务器	HP Integrity DL870c i2	历史数据的存储、归档和检索,数据库生成及管理,运行管理文档的保存和检索等
1—2 号远动通信工作站	HP DL380 G7	与电网调度中心(四川省调、省备调、网调、国调)的通信
1—2 号通信网关机	HP DL380 G7	用于与集控中心的通信
厂内通信数据服务器	HP DL380 G7	负责与厂内其它综合自动化系统的连接,实现与主设备运行状态分析系统、继电保护及故障录波信息管理系统、消防监控系统、工业电视系统等的通信
语音报警工作站	HP DL380 G7	主要负责报表的生成及打印、语音报警、电话查询、事故自动寻呼(ON-CALL)等
1—3 号操作员工作站	HP DL380 G7	用于实时监视现场信号状态、生成事件记录,提供操作界面等功能
5 号、6 号操作员工作站	HP DL380 G7	用于实时监视现场信号状态、生成事件记录,提供操作界面等功能
工程师/程序员工作站		负责监控系统的开发、编制和修改应用软件、建立系统数据库、系统维护和管理、程序下载、远程诊断维护等工作
培训工作站		运行维护人员的培训
报表工作站	HP DL380 G7	负责监控系统各类报表的生成及打印、数据查询等

3 NC2000 系统在设备状态诊断中的运用手段

3.1 图形显示器

在操作员工作站上的画面,除了电气主接线等一次设备状态显示外,电站内的各辅助设备均有相应监视画面,并且整体按照 LCU 归属设备进行分类。画面中,将该设备主要的系统结构勾画出来,并采用不同颜色区分设备状态,表 2 列举了部分设备在不同状态下,监控画面中对应的颜色。

此外,画面中还设有开关量和模拟量显示,开关量包括通信状态、相关报警信号、设备是否在运行、主备用轮换次序等,模拟量包括各系统的压力、水位、油位、流量、温度等,将以上信息结合全厂当前的运行方式、正常运行时的设备参数区间及报警定值,对设备状态进行实时监控。

3.2 窗口简报

窗口简报会将厂内所有设备状态的实时变化以“时间+事件”的形式弹报出来,其中包括操作、状变(辅助设备的启停变化信号)、故障(设备报警信号)、事故(主设备严重故障信号)、复越限(设备参数越限及复归信号)、自诊断(通信状态变化信号)等等,且不同性质的简

报字体颜色不同,如表 3。

表 2 图形显示器中的状态色

设备	状态	颜色
机 组	机组不定态	灰色
	机组发电态	红色
	机组停机态	绿色
	机组空转态	紫罗兰
	机组空载态	黄色
	机组检修态	白色
	合闸状态	红色
断路器、隔离开关、 接地开关	分闸状态	绿色
	不定态	灰色
	报警态	红色(闪烁)

表 3 窗口简报中的信号色

设备	状态	颜色
报警与 操作信息	报警、事故信息	红色
	故障信息	黄色
	复归信息	白色
	操作信息	绿色

简报信号以简单直观的方式对设备状态进行描述,且一般与图形显示器中画面的各个状态量变化相对应。同时,出现故障和事故信号的同时,会利用声光报警器进行声光报警。此外,设置了

报警光字牌和当前报警功能,将未复归的报警信号直接汇总,便于监盘人员进行实际状态判断和交接班时的全厂设备异常状态交接。

对于重要信号,下位机中可能采用多种通讯方式上送上位机(如 MB+、SJ30、硬接线等),因此,监控系统在有异常信号报出后,需通过对照其他通讯方式上送的信号是否也一并到达,从而进行信号分析,甄别信号真伪。

3.3 一览表

简报窗口中最多能保留 1 000 条简报信息,历史简报信息存储在历史数据服务器中,可通过一览表功能进行查询,且一览表采取与简报种类(操作、状变、故障、事故等)相同的数据分类。

一览表检索功能中,可以按设定的起止日期查询,查询结果为选取时间段内所有事件信息;也可以按字符串查询,查询结果为包含关键字字符串的事件信息。此外,还可以附加 LCU 归属等条件进行多条件混合检索。

3.4 曲线分析

下位机各设备的模拟量存储在历史数据服务器中后,可被随时调用,按照时间关系绘制曲线,反应各模拟量与时间之间的变化关系,并能够显示所选取的时间段内各个量的最大值、最小值和某一时刻值。此外,也可将多个相关量一起进行横向或纵向对比分析。

4 基于 NC2000 系统状态诊断案例

4.1 系统的案例

锦屏一级水电站机组主轴密封水作为水轮机工作密封的润滑和冷却剂,一旦流量中断会启动机组事故停机流程,保障其正常供水十分重要,因此,设置了机组技术供水泵供水和水厂清洁水供水两路水源,如图 1 所示,其中水厂提供不间断供水。

在机组并网运行时,会启动机组技术供水泵,此时两路水源同时向主轴密封润滑供水,采用逆止阀(图 1 中红色阀门)限制水流,只能由每个水源流向主轴密封供水,而两个水源间不会互相流动;当机组处于停机态时,机组技术供水泵也随之停运,此时,主轴密封润滑水仅由水厂供水。

机组技术供水泵的出口设有滤水器,按定值启动排污,在排污时分流影响下,机组技术供水各供水负荷的流量和压力会随之降低。

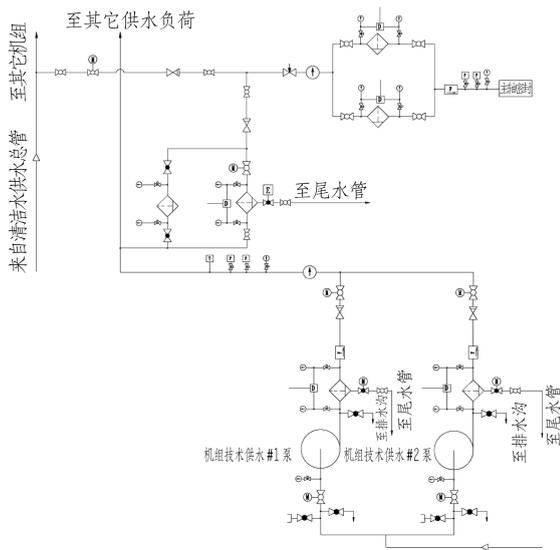


图 1 主轴密封润滑水供水图

4.2 案例现象

在 2017 年汛期,监盘过程中通过曲线分析发现,当 5 号机在运行时,机组技术供水滤水器排污启动后,机组技术供水总管的压力随之下降,技术供水泵其余供水负荷的流量和压力呈现出与供水总管一致的变化,但主轴密封水压力却并无下降,现象见图 2,且该现象与其余 5 台机组的状况不一致。说明 5 号机在技术供水泵正常运行时,机组技术供水侧并未真正地向主轴密封供水。

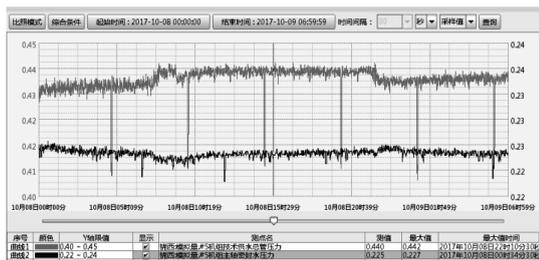


图 2 5 号机组主轴密封水压力变化图

结合图 1 和图 2,初步分析导致该问题的可能有两个:一是机组侧的主轴密封滤水器发生堵塞或者滤网精度太高,导致滤水器进水侧和出水侧的压力损失较大,出水侧的压力无法达到逆止阀的动作压力值;二是由于逆止阀发生锈蚀或卡阻等其他原因,使逆止阀两侧的压力差不足而导致逆止阀开启。

4.3 案例原因分析

针对 4.2 中第一种可能,查阅最近一年度的机组检修资料,对比所有机组的滤网精度,发现 5

号机组该部位的滤网精度并未与其余机组有任何不同。且机组侧主轴密封滤水器两侧压差与其余机组相差不明显,也并未达到压差超限的报警定值,因此第一种猜想可以被否定。

对于第二种可能,考虑到逆止阀的检查必须要拆解检查,对于汛期的设备安全有一定影响,因此首先需要排除逆止阀故障以外的其他因素。

假设逆止阀未发生故障,那么原因只有一个,由于外部因素导致逆止阀两侧的压力差未达到逆止阀的正常动作压力。以此为出发点,对以下步骤进行分析:

步骤一:调取了 6 台机组的机组技术供水泵在正常运行时供水总管压力,六台机在同一量程下的曲线见图 3。

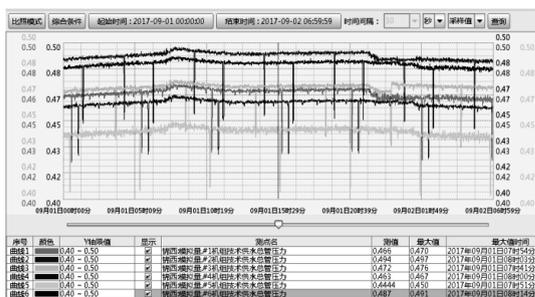


图 3 各机组技术供水总管压力曲线图

由图 3 可以直观看出,5 号机技术供水泵出口压力为 6 台机中最小,与异常现象表征一致。

步骤二:由于逆止阀两侧无压力变送器,因此统计了 6 台机组正常状态下供水总管与主轴密封供水管之间的压力差值,用来反应逆止阀两侧压力差大小,数据见表 4。

表 4 机组技术供水与主轴密封水压力统计

机组	技术供水总管压力 /MPa	主轴密封供水管压力 /MPa	压差 /MPa
1 号机	0.466	0.200	0.266
2 号机	0.494	0.207	0.287
3 号机	0.472	0.210	0.262
4 号机	0.463	0.238	0.225
5 号机	0.444	0.239	0.205
6 号机	0.487	0.224	0.257

由表 4 可见,六台机组中,5 号机供水总管压力最小,但主轴密封供水管压力最大,导致二者之间压力差值最小,该数据也与故障特征表现出了一致性。

步骤三:调取往年 5 号机组技术供水泵正常运行时的出口压力值,由表 5 可见,该值均高于 0.

46 MPa。图 4 为 2016 年汛期主轴密封水与技术供水总管压力变化曲线。

表 5 机组技术供水与主轴密封水压力统计

年度	2013	2014	2015	2016
技术供水总管压力 /MPa	0.465	0.463	0.470	0.472

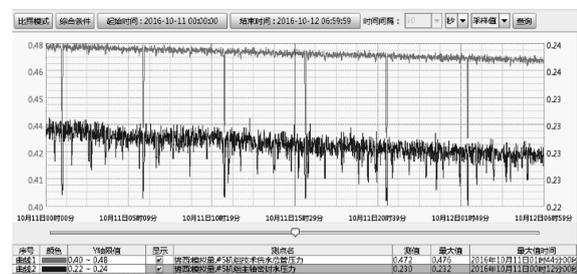


图 4 5 号机组主轴密封水 2016 年压力曲线图

可见,2016 年汛期机组技术供水总管压力值为 0.47 MPa 左右,主轴密封水压力值跟随机组技术供水滤水器排污出现下降。

步骤四:启动两台机组技术供水泵,提高机组技术供水总管压力,再进行机组技术供水滤水器排污操作,观察主轴密封水压力是否跟随下降。

经试验验证,其结果表现出与图 4 一致的现象。

4.4 对比分析

综合 4.3 中对比分析,可判断出导致 5 号机异常现象的原因为 5 号机组技术供水压力偏低,导致两侧压差未达到逆止阀的开启压力。

造成 5 号机组技术供水压力偏低原因为:在每年机组检修结束后,需要启动机组技术供水泵进行各供水负荷的流量调整工作,根据供水管路的自适应原理,在调整过程中,如果技术供水各负荷的阀门开度整体偏大,则机组供水总管的流量会偏大,但压力会随之降低,便造成了本文中的案例现象。在 2018 年汛期,技术供水总管压力值达到 0.488 MPa 后,如图 5 所示,滤水器排污时主轴密封水压力下降现象更为明显。

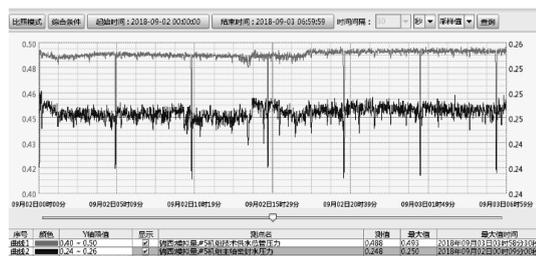


图 5 5 号机组主轴密封水 2018 年压力曲线图

(下转第 106 页)

2.2.6 加药间

加药间内放置 PAC、PAM 干粉配制和投加装置各 1 套,用于配置系统运行所需的助凝剂和絮凝剂。

2.2.7 干化车间

选用单台过滤面积为 120 m² 的盘式真空过滤机两台,型号 ZPG120-10 型,对污泥池浓缩的污泥进行脱水干化,通过皮带运输至系统内泥渣暂存场,定期装车运输至弃渣场堆存。

2.2.8 清水池

考虑回用水需要,系统设置一座有效容积 580 m³ 的清水池。清水池中的水通过 2 台 ISW250-480A 型单级离心泵提升至骨料生产系统用水点循环利用。

3 系统运行效果

系统废水采用“沉砂池预处理+辐流沉淀池+斜管沉淀池+过滤机脱水”的生产工艺,废水回收率约为 80%,生产废水经处理后循环回收利用,处理后的水质 SS≤70 mg/L,作为生产筛分用水,无外排。

4 结语

双江口水电站 1 号砂石加工系统采用湿法生产工艺,生产过程中需对各级骨料用水冲洗,耗水量大,产生悬浮物含量极高的废水,如不进行处理就直接排放,将会污染河流水质。砂石加工系统生产废水处理在水电建设项目中是个工作难点,也是环境主管部门关注的重点,工艺流程的选取在整个砂石加工废水处理系统的设计中是非常重

(上接第 98 页)

因此,该案例的发现与分析也为此后的流量调整工作提供了指导依据。在流量调整时,不仅要观测上导、下导、推力、空冷器等部位的流量值满足安全运行要求,还应保证技术供水总管向主轴密封的供水压力,最终使机组技术供水总管在流量和压力之间寻求一个合适的平衡区间。

5 结语

随着电站管理的日益精细化和现代化,运行值班中的监盘工作早已不再局限于仅仅关注事件信号和主要运行参数,而成为一项最能体现敬业度和分析水平的工作。利用监控系统各个功能模块对各设备进行数据分析,通过横纵向对比,对照

要的,工艺流程的选取是否合理将直接影响处理后的水质。从双江口水电站 1 号砂石加工系统目前的运行情况来看,整个工艺流程的选取合理,出水水质满足回用要求,设备的选型以及数量都能满足整个废水处理系统连续运行的要求。经持续监测,生产废水的回收利用率达 80%,SS 去除率达 98%。

实践证明,“沉砂池预处理+辐流沉淀池一级沉淀+斜管沉淀池二级沉淀+盘式过滤机脱水”的废水处理工艺成熟可靠,可为类似工程的废水处理提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 陈洋,王玮,张俊鹏.水利水电工程砂石料加工系统废水处理工艺比较研究——以金沙江下游梯级电站为例[J].中国水运,2008,18(1):153-155.
- [2] 陈雯,王丽宏,王刚.构皮滩水电站砂石加工系统废水处理新工艺研究[J].人民长江,2010,41(22):64-66.
- [3] 张俊德,李生亮.杨房沟水电站上铺子沟砂石系统废水处理工艺[J].人民长江,2016,47(20):43-44.
- [4] 李伟民,王启栋,王涛.官地水电站竹子坝砂石加工废水处理实例[J].中国给水排水,2010,26(20):119-121.
- [5] 王涛,孙剑峰,郎建.水电站砂石加工系统生产废水处理工艺试验研究[J].水处理技术,2011,37(5):66-69.

作者简介:

吴昊(1983-),男,河南邓州人,工程师,一级建造师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
刘旭东(1982-),男,陕西富平人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
康向文(1981-),男,湖南新化人,高级工程师,硕士,主要从事水电工程建设项目及技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

设备结构,能够及时发现设备隐患,从而将物的不安全状态消除在萌芽阶段。同时,随着监控系统的逐渐升级换代,对于其功能的需求也愈来愈高,能够自动完成设备运行趋势分析已经成为智能电站建设的重要方向之一,而人工数据采集和分析也将成为智能化电站推进过程中最基础的一步。

参考文献:

- [1] 王超,刁东海,束洪春,等.基于 NC2000 的小湾水电站计算机监控系统[J].云南水力发电,2009,25(10):93-97.

作者简介:

刘强(1991-),男,山西朔州人,东北电力大学电气工程及其自动化专业本科毕业,现就职于雅砻江流域水电开发有限公司锦屏水力发电厂,从事水电站运行管理工作。

(责任编辑:卓政昌)