

大河口水电站计算机监控系统实施方案

叶纪刚

(四川省水利水电勘测设计研究院,成都,610072)

摘要 本文着重介绍了大河口水电站计算机监控系统结构、硬件配置、系统功能及实现方法,系统软件配置和监控系统与常规设备的关系等内容。

关键词 大河口水电站 计算机监控 系统功能配置

1 概述

大河口水电站系阿蓬江流域的第八级开发,电站总装机容量为 3×2.3 万kW,以110kV电压四回线路分别送至彭水、黔江、酉阳,其中一回线路作为备用。

由于大河口水电站地理位置偏僻,工作条件和生活条件比较艰苦。为了提高运行管

理水平,减轻运行人员劳动强度,决定采用计算机监控。经过深入细致地工作,大河口水电站的计算机监控系统方案由北京水利水电科学研究院自动化研究所实施确定。

2 计算机监控系统及硬件配置

本电站的计算机监控系统采用国内运行成熟的分层分布式星形结构,系统由主控制

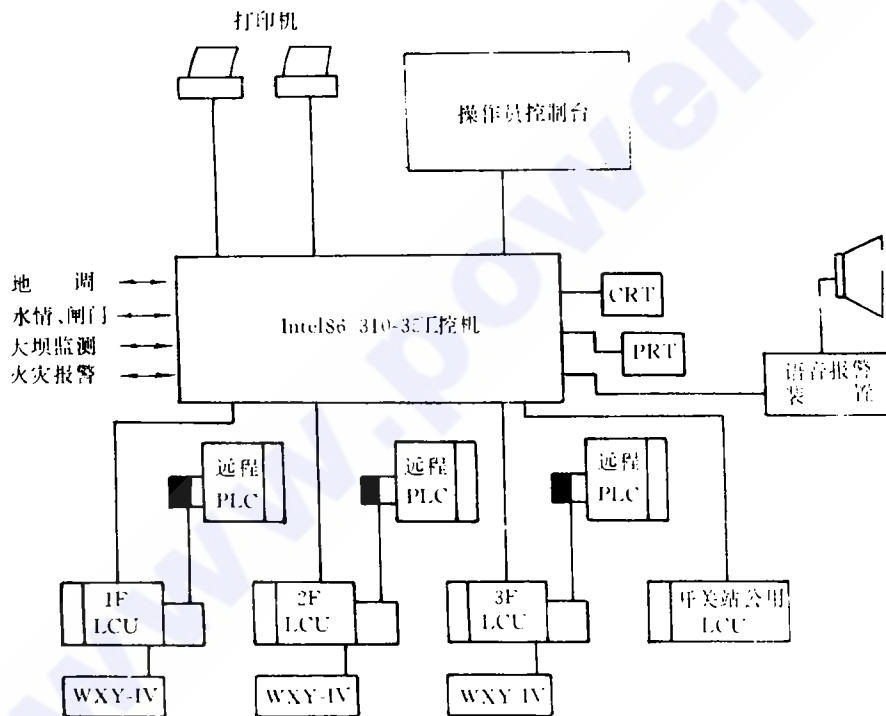


图1 大河口水电站计算机监控系统结构及硬件配置图

级和单元控制级组成(详见“计算机监控系统结构及硬件配置图”)。

主控级配置 1 台 Intel86/310-35 系统机,2 台中分辨率彩色显示器(互为备用)、2 台打字机(1 台随机打印,1 台制表打印)、2 台操作员键盘(互为冷备用)、同时配置相应的不间断电源。单元控制级设置 4 套,3 台发电机组各 1 套,开关站和公用设备合设 1 套。

系统硬件配置如下:

2.1 主控级硬件配置

2.1.1 上位机 Intel86/310-35

a 主机板为 ISBC86/35,时钟频率 8MHz,数字数据处理器 8087,8MHz,一个 RS-232 串行接口,板上内存 1MB。

b ISBC215 温盘控制器板,ISBX218 软盘控制器板;

c 1 个 133mm 温盘驱动器(可扩展至四个),容量 40MB;

d 1 个 133mm 软盘驱动器(可扩展至四个),容量 320KB;

e 5 个用户扩展槽;

f 2 块智能异步通讯板 ISBC548(8 路异步通讯口);

g 彩色显示器:2 台,中密度 640×400、

51cm 全图形智能显示器;

h 智能汉字打印机:2 台,带硬汉字库,RS232 串行接口;

i 控制操作键盘:2 台(具有汉字标志的专用功能键);

j UPS 电源:1kVA1 台;

k 35.5cm 单色 CRT 终端一台,并行打印机一台;

l 远程通讯驱动器:4 套;

m 语音报警装置:一套。

2.2 单元控制级配置

2.2.1 机组 1F~3FLCU 每台机组 LCU 由数据采集装置、机组启、停可编程控制器和温度巡检装置三部分组成。

数据采集装置与机组顺控可编程控制器均采用美国 GE 公司生产的 90-30PLC。温度巡检装置采用 WXY-IV 型智能温度巡检仪,可检测水轮发电机组各部位温度,同时通过 RS-232 接口将检测值传送给 PLC。

2.2.2 开关站及公用系统 LCU 采用 GE 公司 90-30PLC,完成开关站及公用设备的数据采集和控制。

LCU 的配置。机组(1F~3F)LCU 配置(一台机设备)见表 1

表 1

设备名称	规格特性	实际通道数	配置通道数	配置设备数量
一、主设备				
1. IC693CPU331	主板 CPU331 Module 16KB			1
2. IC693CHS391	基板 CPU 10 SLOTS			1
3. IC693 CHS399	基板 REMOTE Expansion 5 槽			1
4. IC693 CBL300	I/O 电缆			2
5. IC693ACC307	I/O 终端塞			1
6. IC693 PCM300	PCM 通讯板			1
7. IC693ALC223	模拟量输入板 16 路	20	32	1
8. IC693 MDL 645	开关量输入板 16 路	20	32	2
9. IC693 MDC741	开关量输出板 16 路		16	1
10. IC693PWR 321	电源			2
11. WXY-IV	64 点智能温度巡检仪			1
二、附件设备				
1. LCU 柜体	800mm×2200mm×600mm			1
2. 电源	24V 3A			1

开关站及公用系统 LCU 配置见表 2。

表 2

设备名称	规格特性	实际通道数	配置通道数	配置设备数量
一、主设备				
1. IC963 CPU 331	主板 CPU331 Module 16KB			1
2. IC963 CHS 391	基板 10 SLOTS			1
3. IC963 CHS 392	基板扩展 10 SLOTS			1
4. IC963 PCM 300	通讯板 PCM			1
5. IC963 ACC 307	I/O 终端塞			1
6. IC963 CBL 300	I/O 电缆			1
7. IC963 ALC 223	模拟量输入板 16 路	66	80	5
8. IC963 MDL 653	开关量输入板 16 路	49	64	2
9. IC963 MDC741	开关量输出板 16 路		16	1
10. IC963 PWR 321	电源			2
二、附件设备				
1. LCU 柜体	800mm×2200mm×600mm			1
2. 电源	24V 3A			1
UPS 电源	0.5~1kVA			1

3 系统功能及其实现方法

3.1 系统功能概述

3.1.1 数据采集与处理 电气模拟量的采集与处理;非电量的采集与处理;脉冲量的采集与处理;数字量的采集与处理;开关量的采集与处理。

3.1.2 安全监视 事件顺序记录;故障报警;参数超限报警;操作记录;人机联系记录;相关量和追忆量记录。

3.1.3 自动发电控制(AGC)及经济运行 全厂运行方式设定;经济运行计算准则及约束条件;机组的自动启停控制;有功功率自动调节。

3.1.4 自动电压控制(AVC)

3.1.5 设备操作控制 机组启、停操作;机组有功、无功调节;断路器投、切操作。

3.1.6 人机联系 操作员工作台主要功能;显示终端;操作键盘。

3.1.7 画面显示 主要画面及其说明;画面内容安排及启动方式。

3.1.8 打印制表

3.1.9 运行参数计算

3.1.10 数据通讯 上位机与 LCU 通讯;上位机与外设通讯;监控系统与外部的通讯。

3.1.11 系统实时时钟管理

3.1.12 自诊断及报警

3.2 实现方法

3.2.1 数据采集与处理

监控系统对电站各主要机电设备的运行状态和运行参数自动定时进行采集并作相应处理后存入实时数据库。现场数据与设备状态由各 LCU 按其扫描周期发现越、复限或变位时作预处理后实时传送至上位机。对于开关量、电气模拟量以及部分非电量扫描周期为 2s,部分非电量、脉冲量、数字量扫描周期为 1min。全厂数据采集量总计有模拟量 276 点,开关量 95 点,脉冲量 23 点,开关量输出 104 点。

3.2.2 安全监视

3.2.2.1 事件顺序记录。当电站重要设备发生事故或其运行状态发生变化时,监控系统立即作出的反应,并记录事故发生时间、状态变化的设备名称,内容等,若有多个事件相继发生,则按发生时间先后顺序记录。

3.2.2.2 故障报警。当电站重要设备发生故

障时,监控系统立即报警提示并作相应处理,同时记录故障类型和发生时间。多个故障同时发生,则按时间顺序报警和记录。

3.2.2.3 参数越限报警。运行设备参数越过其设定限值时,立即进行报警,恢复时进行复限提示。

3.2.2.4 操作记录。对于电站设备的正常操作,如机组启、停、断路器投、切、隔离开关、接地刀闸的合、切等操作,在进行非事故状态判断后,按先后顺序进行记录,并以汉字显示方式报告运行人员。

3.2.2.5 人机联系记录。对于重要的人机联系操作,如运行方式的改变,机组的启、停、断路器的投切,机组负荷给定等,在进行人机联系命令的合理性判断后按先后顺序进行记录。

3.2.2.6 相关量和追忆量记录。一些重要开关量动作和模拟量越限报警时,对其相关量进行记录,并随机打印。对一些重要继电保护动作,进行追忆量记录并随机打印,供事故分析时用。

3.2.3 自动发电控制及经济运行

AGC 功能是在电站各运行方式下,根据给定命令和机组特性,进行优化计算,自动完成机组最优组合,最优负荷分配,发布开停机,负荷调节命令,通过机组 LCU 和常规装置完成闭环控制调节。

3.2.3.1 电站进行方式的设定。电站运行方式有以下七种:

- a. 人机给定总功率,全部机组参与经济运行。
- b. 人机给定总功率,一台机组退出经济运行。
- c. 给定负荷曲线,全部机组参与经济运行。
- d. 给定负荷曲线,一台机组退出经济运行。
- e. 按上游水位,全部机组参与经济运行。
- f. 按上游水位,一台机组退出经济运行。
- g. 全厂指定单机运行。

运行人员通过专功能键和画面进行人机对话,选择其中一种且只能一种运行方式,以后输入的选择命令有效。

3.2.3.2 经济运行准则及约束条件。AGC 计算任务均根据给定的总功率,以耗水量最小为目标,确定机组最优组合及开停机顺序。由于机组特性曲线相同,机组间分配负荷采用等功率分配原则。

经济运行计算任务是由随机计算命令及定时计算两种启动方式,定时计算周期为 10min

3.2.3.3 机组的自动启停控制。控制过程如图 2

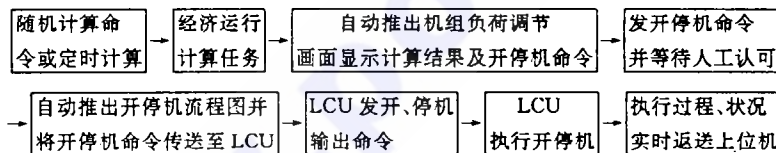


图 2

3.2.3.4 有功功率自动调节。过程如图 3。

内各时段的功率因数或 110kV 母线电压值可由值班人员通过人机对话设定和修改。

3.2.4 自动电压控制及无功功率调节

根据电厂给定时段功率因数或 110kV 母线电压值实现自动电压控制。一日

3.2.5 电站设备的操作控制。

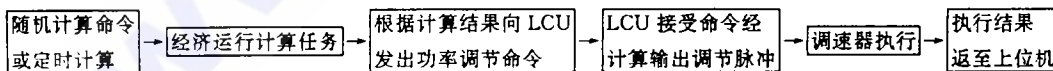


图 3

3.2.5.1 机组启、停操作。在主结线画面下,运行人员通过专用开、停机功能键进行人机对话,输入机组号及机组给定负荷值,如被选机组符合条件,则主结线图上的该机组旁闪烁标志以示正确,经人工确认后,自动推出开、停机流程图,并向 LCU 下达开、停机命令,LCU 通过 PLC 实现机组的启、停操作。在开机过程中,LCU 判别该机组转速达 95%额定转速,发电机机端电压达 90%额定电压时发出选通自动准同期装置命令,该装置回发一选通正确信号后,LCU 发出投入自动准同期装置信号,由自动准同期装置完成发电机合闸并网。

3.2.5.2 机组有功、无功调节。在机组负荷调节画面下,运行人员通过专功能键盘进行人机对话,输入机组号及机组功率给定值,经人工认可后,上位机发出调节命令至 LCU,LCU 进行计算输出调节脉冲,由调速器或励磁装置执行,实现机组有功、无功功率调节。

3.2.5.3 110kV 断路器投切操作控制。控制对象为 110kV 系统的 8 台断路器,分别是 3 台变压器高压侧断路器,4 台 110kV 线路断路器,1 台母线联络断路器。

在主结线画面下,值班员通过专功能键盘进行人机对话,输入断路器号,在画面上该被控断路器旁闪烁标志,以示正确,经人工确认后,上位机向 LCU 下达控制命令,LCU 先后发出该开关选通自动准同期信号及投同期装置命令,由线路自动准同期装置同期并网。执行结果返回给上位机,推出开关动作语句。

3.2.6 人机联系

系统配置采用中分辨率的全图形汉字显示终端以及具有汉字标志的专用操作键盘,构成一套操作员控制台。本系统共设 2 套完成同样功能,互为冷备用。2 台显示终端可由运行人员随意切换。

3.2.7 画面显示

3.2.7.1 主要画面有如下几种:

a. 主结线类画面。包括:主结线图,110kV 系统结线图,机组单元接线图、主变系统结线图,厂用电结线图、220V 及 48V 直流系统图。

b. 机组参数图画面;

c. 机组开停机流程图画面;

d. 全厂电力运行及机组运行日志画面;

e. 无功调节参数修正表画面;

f. 全厂操作、事件顺序记录画面;

g. 全厂水情信息表画面;

h. 机组负荷调节图画面。

3.2.7.2 画面内容安排及启动方式。各画面均由画面名称、实时时钟显示项,静态及动态信息主显示区域、人机对话项或最新的事件报警区域组成。画面的启动方式有如下几种:

a. 人工召唤按键方式,有单键、组合键、相关画面的前后页展开、本画面的开窗摘取等方式。

b. 人工召唤,利用光标或画面的特殊指示图符,上下左右移动,在索引画面或分层提示画面上召唤显示。

c. 事件中断报警时,自动推出画面及报警语句名,当前画面代表那个事件对象的图符即刻变化,伴以语音和闪光。

d. 定时启动画面动态信息更新。电气量信息为 3~5s,其它量一般为 10s。

e. 次要事件报警,自动推出提醒注意语句。

f. 人工修改参数输入画面变量即时变化。

g. 开停机操作及断路器操作控制时,自动推出开停机流程画面及有关的操作画面。

3.2.8 打印制表

打印方式有三种:定时打印、召唤打印和随机打印。定时打印用以打印各类报表、全天记录及运行日志等,定时自动进行。召唤打印供值班人员调用,用专功能键和序号键完成。随机打印用以记录监控系统和电站运行的各

种操作,电站事故和各类报警,以汉字形式自动进行打印。

3.2.9 运行参数计算

监控系统定时地计算和生成生产管理要求的各类报表,主要有电量、水量统计计算,重要设备可靠性统计计算。

3.2.10 数据通信

1. 上位机与 LCU 的通讯方式 RS232 接口,通信速率为 2400Boud,通信格式为:特征码十字节数十控制字十正文数据+CRC 校验值。

2. 上位机与外设的通信包括:

- a. 上位机与 CRT 通讯;
- b. 上位机与操作键盘的通讯;
- c. 上位机与打印机的通讯;

3. 监控系统与外部的通讯包括:

a. 系统与调度管理部门的通讯,留有 RS232 硬件接口,经调制解调器送入载波通道,实现远程通讯。

b. 系统与闸门监测及水情测报系统通讯留有 RS232 硬件接口。

c. 系统与大坝监测系统通讯留 RS232 硬件接口。

d. 系统与火灾报警装置系统通讯留有 RS232 硬件接口。

3.2.11 实时时钟管理

监控系统设有一个软件实时时钟,以上位机时钟为基准时钟,定时校对各 LCU 的内部实时时钟以达到系统内部的时钟同步,满足系统实时功能的要求。上位机时钟校正由值班人员通过人机联系进行。

3.2.12 自诊断

上位机采用 Intel 86/310-35 系统机,其基本配置在通电后自动进行检查、诊断,通用接口模板备有检查和诊断软件。

上位机与各 LCU 之间在线自动定时进行检测,当发现某一个 LCU 单元通信异常时立即自动报警,并以汉字语句形式指出故障点和时间。

4 系统软件配置

本电站计算机监控系统软件包括两大部分,即计算机系统软件和生产过程应用软件。

4.1 计算机系统软件

4.1.1 主控级计算机系统软件

4.1.1.1 操作系统。以 IRMX86 操作系统作基础,配置实时多任务操作系统 SD-RMX86。

4.1.1.2 支持软件包括:

- a. EDIT 编辑软件;
- b. LATER 全屏幕编辑软件;
- c. LINK86 链接软件;
- d. LOC86 定位软件;
- e. DEBUG 调试软件;

使用语言包括:

- 1. FORTRAN86
- 2. PASCAL 86
- 3. C86
- 4. PL/M-86
- 5. ASM86

4.1.2 单元控制级计算机系统软件

a. 系统软件。LOGICMASTER 90 SOFTWARE FOR SERIES 90 (c) PROGRAMMABLECONTROLLERS。

b. 支持软件及语言:GE FANUC LOGICMASTER 90-30 SERIAL SOFTWARE PACKAGE PROGRAMMER。

c. 梯形图及逻辑语言。

4.2 监控系统应用软件

监控系统应用软件按功能要求划分为各个模块,包括:

- a. 数据采集与处理软件;
- b. 安全监测软件;
- c. 自动发电控制与经济运行软件;
- d. 自动电压控制软件;

- e. 人工操作控制软件;
- f. 人机联系软件;
- g. 画面生成及显示软件;
- h. 打印制表软件;
- i. 工况计算及重要设备可靠性统计软件;
- j. 运行监视软件;
- k. 通信软件。
- l. 系统初始化及通道检查软件;
- m. 系统实时时钟管理软件。

5 计算机监控系统与常规设备的关系

本电站计算机监控系统以计算机为主与

常规控制相结合的监控系统。计算机监控系统完成全厂运行状态和数据的采集、安全监测、操作与控制、经济分配负荷、自动开、停机、自动调节有功、无功等功能、取消原有的水力机械自动操作屏,通过 LCU 执行上位机指令完成开、停机,断路器投、切等操作。同时在中控室返回屏上设开、停机、断路器投、切、有功、无功功率调节等常规控制回路作为备用控制手段。

水力机械油、水、气系统的现场操作、继电保护以及闸门控制等功能仍由常规设备实现。计算机监控系统主要完成常规设备不能胜任的工作,如自动安全监测、自动发电控制和经济运行等功能。

(收稿日期:19941231)

~~~~~  
(上接第 42 页)

难题,不失为一种较好的坝型,今后将会被工程界广泛地推广和应用。

## 5 结束语

空腹重力坝是重力坝的一种新形式,由于设计和施工比较复杂,目前应用还不很广泛,但是如深入探讨其结构内在规律,采用先进的施工工艺,形成一整套行之有效的设计构思,对于解决狭窄河谷,泄洪量大这些工程

### 参考文献

- 1 吴媚玲,姚耀代,《重力坝的应力稳定与可靠性》,水利电力出版社
- 2 汝乃华编著,《重力坝》,水利电力出版社
- 3 《空腹重力坝总结》,水利电力出版社。

(收稿日期:19950124)

## Computation and Analysis by Two-dimensional Finite Element on Hollow Gravity Dam at Dahekou Hydropower Station

Liu Jianming

(Sichuan Hydroelectric Investigation and Design Research Institute)

**Abstract** Stress and displacement of hollow gravity dam at Dahekou are computed and analyzed by finite element method. The results are compared to the computations and tests made by commission unit. It is believed that the dam structure is well designed and hollow gravity dam in high valley with large discharges have great potentialities to be exploited.

**Key Words** hollow gravity dam two-dimensional finite element stress displacement