

白山三期抽水蓄能电站计算机监控系统实施与应用

张海鹏

(白山发电厂 吉林省桦甸市 132400)

【摘要】 详细介绍了白山三期抽水蓄能电站计算机监控系统网络结构和机组现地控制单元(LCU)的功能和结构。

【关键词】 抽水蓄能电站 计算机监控系统 现地控制单元

【数据库分类号】 SZ12 SZ01

0 引言

白山三期抽水蓄能电站位于吉林省桦甸市白山镇,第二松花江上游,利用已建的红石水库做下库(日调节),白山水库做上库(不完全多年调节水库),装设2台单机容量为167.5 MW的立轴单级混流可逆式水泵水轮机—发电电动机组及其辅助设备,在东北电网中承担调峰、填谷、调频和紧急事故备用等作用。本电站是白山发电厂扩建工程,建成后仍由白山发电厂监控管理。因此,根据白山发电厂“无人值班”(少人值守)要求,本电站计算机监控系统结合白山发电厂H9000 V3.0系统网络结构统一考虑,按照梯调遥控运行管理模式进行设计。

1 系统网络结构

白山发电厂H9000 V3.0计算机监控系统采用全开放、分层、分布式结构实施对现场设备“遥调、遥控、遥测、遥信”控制,共分3层:由桦甸调度中心层、白山(红石)站级监控层及现地单元控制层。白山、红石及桦甸三系统内部采用双快速以太网连接,白山(红石)站与桦甸系统之间采用双冗余100 MB快速以太网连接。不会因任何一台机器发生故障而引起系统误操作或降低系统性能,各LCU也不会因主控级发生故障而影响LCU各自的监控功能(见图1)。

1.1 现地单元控制层

白山三期抽水蓄能电站现地控制级配有3个LCU,其中LCU1~LCU2为机组现地控制单元,布置在机旁,用于2台机组的监视和控制,LCU3为公用现地控制单元,布置在地下厂房辅助屏室,用于地下厂房所有公用设备的监视和控制。现地控制单元设备均由奥地利VA TECH公司提供,采用“计算机监控系统为主、简化常规控制设备为辅”的设计原则,监控系统完成逻辑控制和数据通信任务,少量重要的控制命令和反馈信息采用硬布线回路来实现。

1.2 厂站级监控层

白山三期抽水蓄能电站控制级计算机设备结合白山发电厂H9000 V3.0计算机监控系统,为充分节约资源,仅增设2套操作员工作站,其中1套拟布置在现白山左岸电厂副厂房的中央控制室

内,另一套操作员工作站设置在地下厂房计算机室内,用于电站维护调试和投运初期就近对全厂设备进行监控。主要有自动越限报警、趋势分析、事故追忆、事件顺序记录、事故原因提示、事故语音报警功能;实现梯级电站的经济运行、自动发电控制(AGC)和自动电压控制(AVC)、各种工况的自动顺序启、停控制及负荷调整、断路器等重要电气设备的投切操作等自动控制功能。

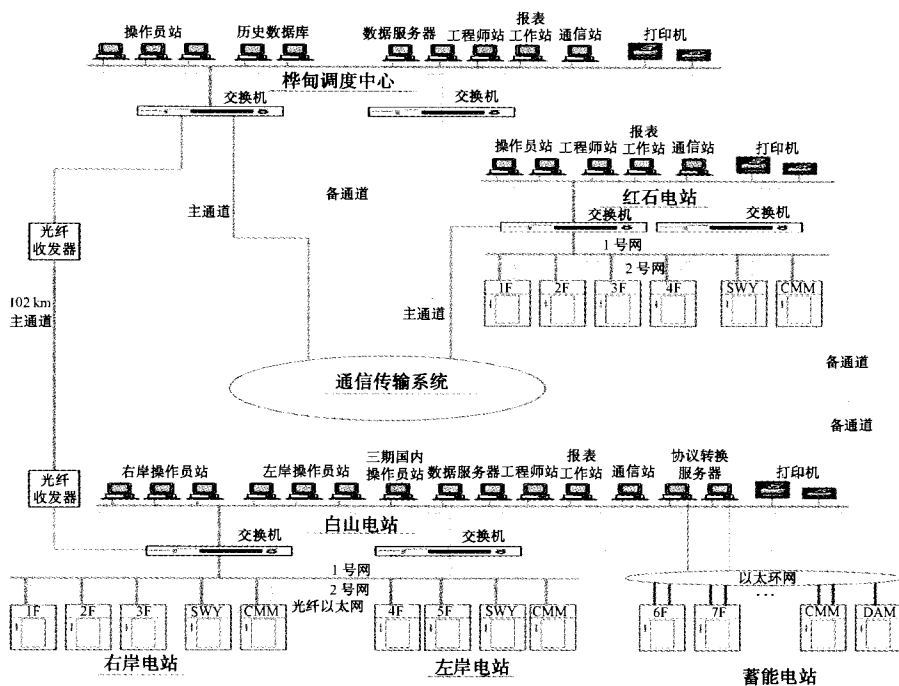


图1 山发电厂计算机监控系统网络结构图

1.3 桦甸调度中心层

桦甸调度中心是全厂生产指挥控制中心,除具厂站级控制功能外,还具有以下功能:通过 RTU(远方终端装置)实现与上级调度远程数据通信,与东北网调完成“遥调、遥控、遥测”等控制功能;根据网调下达自动发电控制,经济调度的实时调节信号和要求,考虑各个水电站具体情况和约束条件,调节厂站机组频率、有功功率,完成梯级水电站间实时经济调度、自动经济运行。本抽水蓄能电站受东北网调调度,东北网调通过桦甸梯调中心和白山电站计算机监控系统管理本电站,不直接管理到机组。

2 现地控制级网络结构

现地控制级网络结构采用 100 Mbps 工业光纤以太环网。用 Hirschmann RS 工业以太网网络交换机作为 LCU 的网络交换机,通过 2 个标准 100Base-FX 多模光缆 SC 连接器,连接到 100 Mbps 以太光纤主干环网,根据需要的数量提供 10/100 Mbps、RJ45 电以太网口,采用屏蔽双绞线,连接现地控制单元 SAT AK1703 智能控制模块、SAT230CE 彩色触摸屏、油压控制系统、渗漏排水系统、消防控制系统到 100 Mbps 以太光纤主干环网;出于对通信的稳定和数据能过快地地上考虑,大坝监视系统将原 Modbus 通信方式升级到以太网方式,采用多模光缆直接上网上传数据到以太光纤主干环网;同时,LCU1 与 LCU3 的 Hirschmann RS 工业以太网网络交换机采用单模光缆通过协议转换服务器连接到中控室主交换机,实现 100 Mbps 以太光纤主干环网与主控级通信,

所有通信采用基于 TCP/IP 协议的 IEC-60870-5-104 规约,通信速度为 100 Mbps (见图 2)。

各 LCU 之间通过 100 Mbps 交换式工业以太环网进行通信,机组 LCU 与机组调速器、励磁系统、主变冷却系统采用 Modbus 协议通信,而机组保护与机组 LCU 采用 IEC-60870-5-103 规约通信;公用 LCU3 与 SFC 变频装置、电度表、厂用直流控制系统、厂用逆变交流控制系统、空压机控制系统之间采用 Modbus 协议通信,厂用保护与公用 LCU3 采用 IEC-60870-5-103 规约通信;所有通信除 SFC 采用多模光纤连接外均采用屏蔽双绞线连接,通信速率均为 9 600 bps, LCU3 在 SFC 和机组 LCU 之间起到桥梁作用,SFC 拖动时所需的大部分信息和命令均由它来传送。

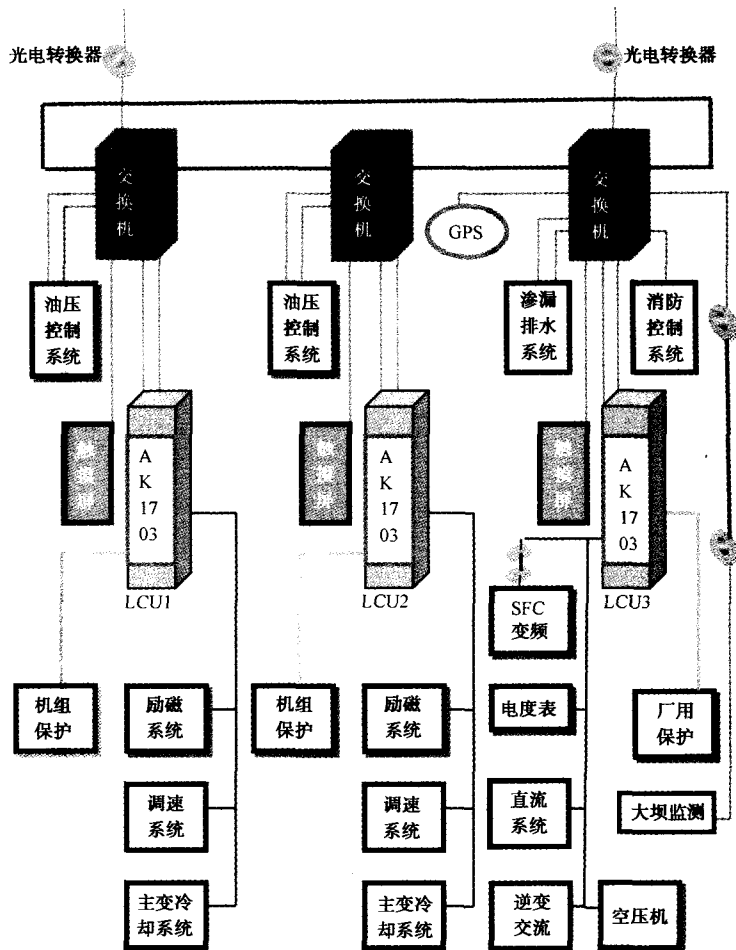


图 2 现地控制级网络结构图

3 现地控制单元 LCU

3.1 LCU 基本构成

(1) 现地控制单元 LCU

分别布置于各自的控制对象旁,系统采用模块化和结构化,包括网络设备、智能主控制器、彩色触摸屏、自动手动同期装置、交流采样装置、必要的切换开关、交直流冗余电源模块、仪表、指示灯和按钮。

(2) 现地控制单元 SAT AK1703 智能控制模件; CPU 型号: Intel386Ex; 这些冗余的 AK1703 智能控制模件处理所有与机组控制和机械保护相关的应用程序,主用控制 CPU 发生故障,系统会将控制权自动切换到备用控制 CPU。AK1703 智能控制模件具有与一次设备接口的智能 I/O 板,这些智能 I/O 板由冗余的控制 CPU 通过高速 Ax 总线进行控制。还具有全集成一体化的智能交流采样模板 AI1304,通过 4MB 高速 Ax 总线与 AK1703 智能主控部件通信,无串行通信的瓶颈问题,可以输入 3 路 CT 二次电流,4 路 PT 二次电压,并可计算出有功、无功、频率和功率因数,不需电量变送器,可靠性最高。用于单元控制设备的编程方法及编程语言 CAEx(功能图编成软件)。

(3) 机组现地控制单元可以不依赖于其它现地控制单元和主控级,独立地控制机组及其辅助设备、发电机出口断路器、主变压器和高压侧断路器等。现地的彩色触摸屏允许自动或分步的各种控制方式。主控制盘前的切换开关用于控制权限的切换。如果该切换开关切换到现地,所有来自主控级或调度中心的命令都会被屏蔽;主控制盘设有一个紧急停机按钮,该按钮可以在任何控制方式

下,紧急停下机组。

(4) LCU 控制柜除了计算机监控逻辑进行机组顺序控制之外, LCU 还配备了一套常规自动控制回路,用于紧急情况时将机组隔离到最安全状态。

3.2 系统性能指标

- MTBF > 44 676 h
- 实时响应指标 1 ms
- CPU 负载率 < 50%
- 现地单元 CPU 频率 56 MHz
- 现地单元存储器容量 16 MB
- Ax 总线通信速率 16 M。

3.3 机组现地控制单元 LCU 功能

本单元监控范围包括水泵水轮机、发电电动机、主变压器、机组进/出水阀、尾水进出水口闸门、机组附属及辅助设备。考虑到机组附属设备如机组压油装置起动频繁,且与机组控制程序关系不密切,采用单独小型 PLC 进行控制。

(1) 数据采集和处理

采集机组、主变压器、机组进/出水阀和尾水进出水口闸门的各模拟量、开关量、机组温度量、机组振动、摆度、气隙、蠕动、流量及压力的数据采集,对这些数据进行越限检查,并将越限情况与数据送往电站控制级,同时在机组 LCU 上也有报警显示和音响。

(2) 安全监视

监视面板可显示机组、主变的主要电气度量和温度量以及有关辅助设备的状态或参数及主要操作画面;在机组 LCU 上还可观察全厂的其它设备运行情况。在机组 LCU 上可以监视并进行 2 台机组的背靠背分步起动操作;机组起动前的起动条件监视;在机组处于停机备用状态时,检查其是否具备发电或抽水起动的条件,如油压、气压、主辅设备状态和有无故障等。如有异常情况,除在现地指示外,还应上送电站控制级显示与打印。工况转换过程的顺序监视:连续监视机组各种工况转换过程的操作顺序步的运行,并将主要顺序步上送电站控制级。遇到顺序阻滞故障,则将机组转到安全工况。在值守人员确定原因并消除这种阻滞时,应允许由人工干预回到初始状态;机组 LCU 异常监视。

(3) 控制与调节

机组 LCU 在没有电站控制级命令或脱离电站控制级的情况,能独立完成对所控设备的闭环控制,保证机组安全运行。

a. 机组 LCU 能与地下厂房 SFC 系统、励磁系统、调速系统协调配合,可以自动或以分步操作方式完成机组的工况变换,并完成有功、无功功率的调整任务。

b. 机组 LCU 包括对机组控制范围内的断路器和各种隔离开关(不包括检修接地隔离开关)的分合控制。所有的开关控制都具有严格的安全闭锁逻辑。

c. 机旁设有控制权切换开关,为“远方—现地”。当开关置于“远方”时,机组受控于电站控制级;置于“现地”时,由运行人员通过机组 LCU 对机组进行控制,机组以“自动”或“分步”方式进行,各操作完成后,现地控制单元均有返回信息。

(4) 同期机组同期并网方式

机端 13.8 kV 断路器(GCB),主变压器 220 kV 侧断路器都为同期点。

机组同期设自动准同期和手动准同期两种。两个断路器均可以实现自动准同期和手动准同期。自动准同期作为机组发电、抽水工况正常同期并列之用,由维奥公司提供的 SYN3000 型自动准同期装置实现。自动准同期装置安装在机旁控制屏上,机旁控制屏上还设置手动准同期装置及相应表计,包括双电压、双频率指示仪表、同期指示仪表、同期方式选择开关、同期对象选择开关、电

压、频率调整开关。在远方和现地均可对两个断路器实现自动准同期合闸。为防止机组非同期并网,设有非同期闭锁装置,当相角差过大时闭锁合闸回路。

(5) 测量

对电站的电量、非电量等的信息均由现地控制单元采集,由在现地控制单元液晶触摸屏和操作人员工作站显示。另外,为便于运行人员监视,在机组 LCU 屏还设有简化的模拟仪表,包括有功功率表、无功功率表、电压、频率、电流表等。

(6) 机组控制单元顺序控制

机组运行工况有发电、抽水和静止 3 种;工况转换方式有:静止→发电;发电→静止;静止→抽水;抽水→静止 4 种。机组抽水起动通常采用 SFC 变频起动装置,当 SFC 退出运行时,可用一台机组以背靠背方式启动另一台机组。第 1 台机组投运时抽水启动只能以 SFC 启动。机组运行方式包括:水轮发电机发电运行、水泵电动机抽水运行、发电启动、水泵启动、电制动停机、事故停机、紧急停机等。

正常停机时,采用电气制动和机械制动混合制动方式,机组电气事故停机时则将电气制动闭锁,只采用机械制动。

机组紧急停机控制命令与事故停机命令具有最高的优先权。机组紧急停机顺序操作由安全装置自动启动或机组 LCU 屏上的机组紧急停机按钮控制,作用于机组直接与系统解列并停机等操作。机组电气保护作用于机组事故停机,与系统解列并停机。机组机械保护作用于机组停机,应先减负荷至空载,然后与系统分列。反映主设备事故的继电保护动作信号,除作用于事故停机外,还应不经 LCU 直接作用于断路器和灭磁开关的跳闸回路;机组辅助设备起动/停止控制;

上述各项控制在 LCU 的屏幕上显示相应的顺控画面。如遇顺序阻滞,故障步用不同的标色明显显示。

(7) 数据通信

a. 完成与电站控制级的数据交换,实时上送电站控制级所需的过程信息,接收电站控制级的控制和调节命令。

b. 接收电站的卫星同步时钟系统(GPS)的信息,以保持与电站控制级同步。

c. 与调速器、励磁系统、机组及主变保护设备,及与微机温度巡测装置、微机自动准同期装置之间留有串行通信接口。

(8) 自诊断功能

计算机监控部件和模件,所有 I/O 模板都是智能模板,板上带有处理器,做到了智能分散,功能分散,危险分散的计算机监控系统,单一处理器失效只能导致单一功能失效,不会影响系统其他功能,从而提升整体系统可靠性与可用性的目的。大大提高了系统的可靠性,可用性,缩短了平均检修时间。

4 结语

白山三期抽水蓄能电站监控系统已经过东北电网的验收,完全投入运行,系统运行正常,具有可靠、完善的监控功能,能实现梯级中心对白山三期抽水蓄能电站的自动监视、控制与调节,实现厂站梯级间经济运行,能满足大型蓄能机组控制在可靠性、实时性和安全性等方面的要求,值得推广。