



白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统

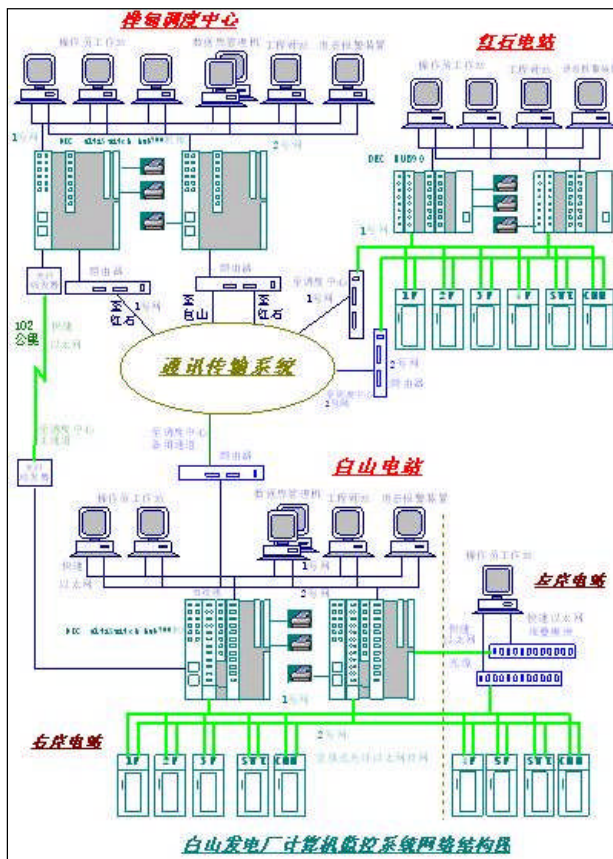
概述

白山发电厂位于吉林省东南部，松花江上游，是一厂两坝三站的特大型梯级水力发电厂，总装机容量为 1700MW，在东北电网中担任调峰、调频和事故备用。白山发电厂生活基地建在吉林省桦甸市，白山电站位于红石电站上游距桦甸市 73 公里，装有五台 300MW 发电机组；红石电站距桦甸市 35 公里，装有四台 50MW 发电机组；在桦甸市建有白山发电厂生产调度中心。

1999 年 4 月，白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统通过了国家电力公司的技术鉴定，获得了国际先进、国内领先的较高评价；2000 年 3 月通过了国电东北公司组织的系统工程验收，2000 年 5 月白山发电厂通过“无人值班”（少人值守）及创一流验收。白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统从投入试运行到现在，各项功能稳定可靠，所有设备运行正常，取得了非常好的社会效益和经济效益。

系统介绍

白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统结构是在认真分析研究国内外 90 年代最新计算机硬件产品、软件产品、网络技术、实时工业控制产品与未来发展趋势，根据白山发电厂的具体情况，在水科院自动化所 H9000 分布开放式计算机控制系统的标准模式基础上，结合当前计算机技术、网络技术的最新发展，在一个较高起点的基础上设计的一种全新的、分层分布开放式高速网络型冗余梯级计算机监控系统。该系统具有良好的可靠性、可扩充性、可移植性，并支持异型机网络互联。



■ 系统结构

白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统由三个子系统组成：桦甸梯调中心计算机监控系统（简称桦甸系统）、白山电站计算机监控系统（简称白山系统）、红石电站计算机监控系统（简称红石系统）。整个系统采用分层分布的系统结构，共分三层：桦甸调度中心层（CCL）、白山（红石）站级监控层（PCL）以及现地控制单元层（LCL）。三个子系统之间通过远程网络实现互连。系统远程网络采用快速以太网方案作为自动化系统长距离高速通讯网络的主干网络方案。

现地控制单元由高档工业控制微机 and 可编程控制器组成，工业控制微机完成与主机的网络通信及与现场 PLC 等通信，PLC 完成数据采集和控制功能。采取现地控制单元与专用功能装置既相互配合、又相互独立的设计原则，以提高系统的可靠性和系统的整体性。

白山大型梯级水电厂实施本系统工程后，形成了一个完整的开放冗余网络型分层分布的梯级电站实时闭环过程控制系统，既可通过梯调中心的计算机系统实现整个梯级的集中远方监控，现地无人值班，也可由各电站的厂级监控系统独立完

成本站的闭环自动控制功能。

■ 系统配置

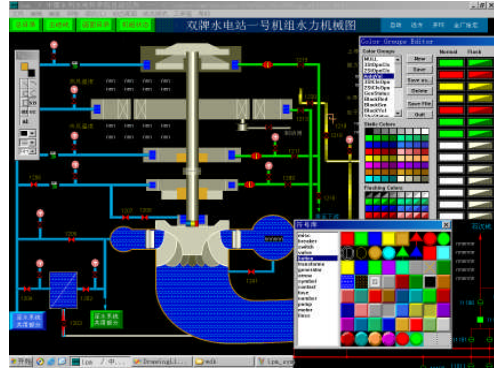
系统的上位机各工作站均采用 COMPAQ 公司（原 DEC 公司）的 64 位 Alpha 系列工作站，操作系统选用 COMPAQ 公司的 Compaq Tru64 UNIX（原 Digital UNIX）操作系统。LCU 的主机及通讯服务器和语音报警装置等采用抗恶劣环境的高档实时工业控制微机，操作系统采用微软公司的 Windows NT 操作系统，具有较强的网络功能，支持 TCP/IP 网络互联互通。

LCU 的数据采集控制装置采用美国 GE 公司的系列 90-70 可编程控制器，其中白山电站机组控制单元采用系列 90-70 的双 CPU 热备系统结构，Genius 总线作为现场 I/O 总线，完成各种数据采集和控制工作。此外，LCU 单元还配置有独立的智能装置，自动准同期完成机组的自动并网，温度巡检装置完成机组温度采集及报警，机组测速装置，交流采样装置等。

系统具体配置如下：

1. 梯调中心系统

设数据库管理机两台，操作员工作站三台(带双屏显示器)，工程师工作站一台，培训仿真系统一套，通讯服务器两台，模拟屏驱动与语音报警装置一套(可电话语音报警)，打印服务器两台，GPS 时钟一台；网络设备采用双 DEC hub900 MultiSwitch 机箱冗余结构，配有以太网交换机模块和路由器模块；交换式以太网采用屏蔽双绞线。



2. 白山电站计算机监控系统

采用双重冗余光纤网络结构，分现地单元层(LCL)和中央控制层(PCL)两层。PCL 层设数据库管理机两台，操作员工作站两台(带双屏显示器)，工程师工作站一台，模拟屏驱动与语音报警装置一套(可电话语音报警)，打印服务器两台，GPS 时钟一台，光纤网络设备网络设备采用交换式 DEC hub900 MultiSwitch 机箱冗余结构，配有 DEC RouteAbout Access EW 路由器、快速以太网交换机和以太网交换机模块。根据运行需要，在白山左岸厂房的控制室另设操作员工作站一台。

白山 LCL 层共设有 9 台 LCU，其中白山右岸设有三台机组 LCU、开关站 LCU 和公用单元 LCU 共五台 LCU，白山左岸设有两台机组 LCU、开关站 LCU 和公用单元 LCU 共四台 LCU。

九台 LCU 之间无数据交换，所有采集的数据和报警信息均上传给上位机，由上位机接收所有九台 LCU 的数据，而上位机的控制命令也是分别发送给各 LCU 主机。



3. 红石电站计算机监控系统

采用双网冗余结构，分现地单元层(LCL)和中央控制层(PCL)两层。PCL 层设数据库管理机两台(兼作操作员工作站)，工程师工作站一台，打印服务器两台，GPS 时钟一台，语音报警装置一套(可电话语音报警)，光纤网络设备采用双 DEC hub90 集线器机箱冗余结构，配有 DEC RouteAbout Access EW 路由器和光纤以太网模块。以太网中央控制层采用屏蔽双绞线，现地单元层为光纤双网。现地单元层共设有 6 套 LCU，其中四套机组 LCU、一套开关站 LCU 和一套公用单元 LCU 共六套 LCU 单元。

全厂设有语音报警装置，该装置配置有一块电话语音卡，在事故时能发出事故语音信号，提示运行人员。当无人值班时，可通过设置的电话号码进行电话语音报警和启动寻呼机；并具有电话查询功能，能自动通报设备运行状态。

系统功能

系统主要功能如下：

■ 系统采用全分布的数据库结构，具有远方集中控制功能软件包。

因大型梯级水电厂监控系统层次多，结构复杂，系统开发了较完善的梯级水电厂控制权管理和用户授权管理功能，优化了系统功能分布，保证了控制操作的可靠性与一致性。系统可靠的远程高速网络和开发的梯级网络通信软件保证了对梯级电站各控制点和监视点进行实时监控功能的实现，通信采用的不变不送，变位抢送与定时全送相结合的方式，减少了网络资源的占用，提高了系统的实时性，保证在梯调中心可实时监控梯级电站所有的现场信息，这与以前的低速系统具有本质的区别，操作员在梯调中心站看到的信息与在电站现场操作员工作站上的信息完全一致

且几乎同时，因而在梯调中心实现了所有监控功能。系统功能分布合理，并提供了完善的开发与维护工具软件系统。

■ AGC 画面参数齐全

AGC 画面具有的参数有目标频率、各站水位、机组禁运区、机组运行上下限等，并且可方便地进行设置点的操作。

白山发电厂的 AGC 主要是利用其调频功能，随着加入 AGC 机组数量的增加，AGC 的调频功能显得越来越稳定，完全可以达到东北电网频率要求 $50\pm 0.1\text{HZ}$ 的标准，且调节过程比较平稳，机组负荷分配均匀。一般情况下，与调度给定目标频率的偏差均控制在 $\pm 0.05\text{HZ}$ 之内。AGC 调频的成果是显著的。机组开机速度快、过程平稳，停机动作顺畅。各元件动作正常，开、停机过程中发现问题时，信息清楚，处理方便。越限检查、开停机监视、机组运行实时状况监视、报警信息等方面，能够全面的反映现场故障。上下位机反映的信息一致。

■ 系统具备事故追忆功能

在现场设备出现事故时，系统记录下主辅设备的各种状态，形成曲线和数据，为事后的事故分析提供参考数据。在该系统第一批现场施工时，事故追忆文件就记录了实际现场的事故动作及主辅设备的一些数据变化。

系统特点

系统的特点可归纳为：

- 梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统按现场无人值班（少人值守）设计。
- 梯级水电厂监控系统不仅应具有可靠、完善的监控功能，而且还应具有良好的开放性，以确保系统的可扩性、移植性，以保护用户的硬、软件投资。
- 主要设备采用冗余配置，双主机双网络双通道。保证大型梯级水电厂的高可靠性要求。
- PLC 采用双 CPU 主/备冗余配置，保证数据采集控制设备的可靠性。
- 系统的主干网采用开放式冗余高速网络，以防止通信瓶颈的出现，保证梯调中心系统的实时性。
- 系统数据库采用全分布的系统结构，保证任何局部设备的故障均不影响系统总体功能的实现，提高系统的可靠性和实时性并减少系统网络资源的占用。
- 完善的梯级水电厂控制权切换管理和用户授权管理功能。
- LCU 采用双光纤以太网，以提高系统的抗干扰能力。



结束语

系统在国内水电站首次采用了具有国际先进水平的快速以太网技术，并开发了可靠、高效的梯级网络通信软件，实现了传输距离为 100 公里以上，速率为 100Mbps 的长距离网络互联，突破了网络通信距离的限制，成功的实现了调度中心对电站的全面远方实时监控。

现地控制单元采用抗恶劣环境的实时工业控制微机，双机冗余的 GE90-70 CPU 可编程控制器，并采用主/备 PLC 冗余技术实现主、备机之间的无扰动的自动切换，满足了大型水电机组对系统可靠性的要求。

系统提供了较为完善的开发与维护工具软件系统，标准化程度高，交互式图形开发软件，具有较强的组态功能，全鼠标驱动，面向目标操作，所见即所得，人机界面友好，易于掌握，操作使用灵活方便，完全满足了水电站监控系统对图形及人机联系开发设计的要求。

得，人机界面友好，易于掌握，操作使用灵活方便，完全满足了水电站监控系统对图形及人机联系开发设计的要求。

桦甸-白山-红石梯级水电站计算机监控系统功能比较完善，系统运行稳定，通过采用冗余技术，操作控制正确可靠，其中现地开停机成功率为 100%，远方开停机成功率为 100%，AGC 动作正确率达到 100%，系统可用率高。

（中国水科院自动化所）