



220 kV 集控站的设计与实现

夏友斌¹, 开圣武¹, 胡金双²

(1. 芜湖供电公司, 安徽 芜湖 241027; 2. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要: 集控站采用分区集控站模式实现区域内受控站的运行监控和管理。数据采集和监控(SCADA)系统采用双服务器、双前置机、双网的网络拓扑结构, 硬件平台为 IBM 系列服务器和 workstation, 监控 workstation、维护 workstation 为 PC workstation; 软件采用 Unix、Windows 混合平台模式, 使用 Oracle 数据库。给出了系统的配置图和软件结构图, 叙述了数据采集的流程、系统的指标体系及系统实现的关键技术(前置双网、网络通道的接入、系统远程监视和维护)。

关键词: 集控站; SCADA; 配置; 软件结构; 关键技术

中图分类号: TM 734

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)08-0109-04

芜湖供电公司根据《安徽省电力公司“十一五”集控站建设规划方案》建设繁南集控站, 对繁南变、库山变等受控站进行集控化管理, 下面介绍该集控站的设计和实现。

1 技术方案

根据《安徽省电力公司集控站配置原则和 2006 年实施方案》^①, 繁南集控站技术方案采用分区集控模式^[1]实现区域内的受控变电站的运行监控, 达到集控运行管理目的。

数据采集和监控(SCADA)系统设计采用双服务器、双前置机、双网的网络拓扑结构, 硬件平台采用 IBM 系列服务器和 workstation, 监控 workstation、维护 workstation 均采用 PC workstation。系统配置采用性价比较高的 Unix、Windows 混合平台的模式, 使用 Oracle 商用数据库; 服务器、前置机从系统的性能和可靠性、安全

性出发, 采用 Unix 系统; workstation 采用 Windows 系统, 方便运行、维护人员日常工作。集控站通信通道统一由通信专业根据具体的通信方式进行网络通道、专线通道的资源整合改造。其中, 集控 SCADA 系统和受控站自动化设备以网络通道、专线通道双通道方式通信, 网络通道为主、专线通道为辅。生产运行管理系统、图象监控系统以及各系统与芜湖地区调度的通信通道根据具体要求配置相应的接口设备, 实现数据的通信, 网络通道利用地区调度数据网。根据二次系统安全防护的要求, 集控 SCADA 系统与调度数据网的接口设置硬件防火墙。

集控站 SCADA 系统实时采集各厂站 RTU 装置遥测、遥信等数据, 同时向各厂站自动化装置发送各种数据信息及控制命令; 利用 220 kV 繁南变电站内的全球定位系统(GPS)统一对时, 实现集控站的时

① 关于印发《安徽省电力公司集控站建设管理办法》及《安徽省电力公司集控站配置原则和 2006 年实施方案》的通知(皖电生技[2006]175 号)。

收稿日期: 2006-10-27; 修回日期: 2007-02-05

钟同步功能;集控站受控站的自动电压控制(AVC)由集控 SCADA 系统接受地调 SCADA 主站的控制命令,转发到相应变电站执行;在芜湖地区调度中心设置远程维护工作站一台,通过专网实现对集控 SCADA 系统的远程运行维护。在集控站同步建设五防主站,通过调度数据网和受控站“五防”子站互联,通过数据双向交换,满足远方、就地操作要求,实现电气五防闭锁功能。

集控站 SCADA 系统的扩展与延伸,最终按 8~10 个监控工作站建设。系统配置图如图 1 所示。

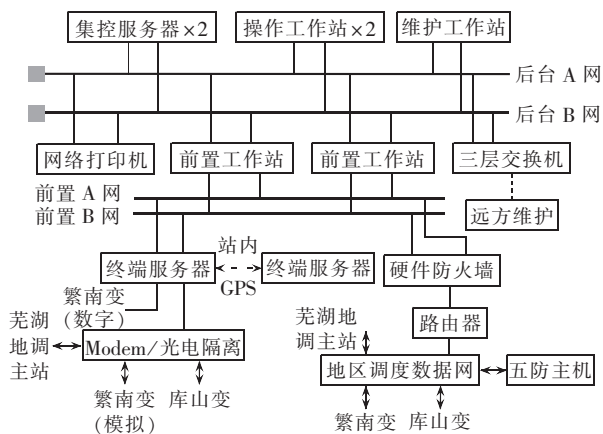


图 1 220 kV 繁南集控自动化系统配置图

Fig.1 Configuration of 220 kV Fannan centralized control system

2 软件结构

繁南集控自动化系统的软件结构图如图 2 所示。

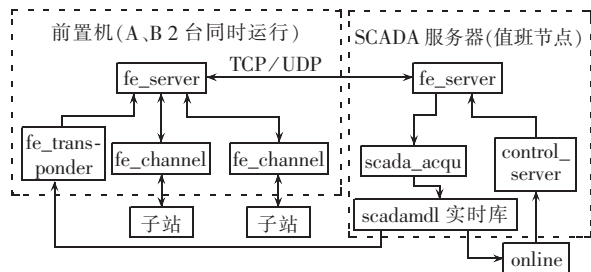


图 2 220 kV 繁南集控自动化系统软件结构图

Fig.2 Software frame of 220 kV Fannan centralized control system

2.1 数据采集

前置机(A、B 2 台前置机同时运行)上 `fe_server` 进程,根据前置配置信息,为每个通道组启动 1 个 `fe_channel` 进程(如果同一通道组中的不同通道,在配置时设置成不同的进程,则一个通道组对应多个 `fe_channel` 进程)。`fe_channel` 进程与相应的子站建立链路。链路建立后, `fe_channel` 进程采集数据,并将这些数据写入到共享内存(此数据即为生数据)。`fe_server` 进程读取共享内存中的数据,并通过 TCP 或 UDP 网络通信方式,将这些数据发送到 SCADA 服务器(值班节点)上的 `fe_server` 进程。然

后,SCADA 服务器(值班节点)上的 `fe_server` 进程再将收到的数据发送给本机的 `scada_acqu` 进程, `scada_acqu` 进程进行数据分析处理,并将处理后的数据写入到 `scadamdl` 实时库(此数据即为熟数据)。`online` 进程定时到 `scadamdl` 库中读取数据,实现画面数据刷新。

2.2 遥控或升降

任何一台可遥控的节点上的 `online` 进程发出遥控命令,SCADA 服务器(值班节点)上的 `control_server` 进程接收遥控命令,将此命令转发到本机的 `fe_server` 进程,并等到 `fe_server` 进程返回。SCADA 服务器(值班节点)上的 `fe_server` 进程通过 TCP 网络通信方式,将遥控命令发送到拥有该遥控命令目的厂站通道的前置机上的 `fe_server` 进程。前置机上的 `fe_server` 进程将遥控命令发送至相应的 `fe_channel` 进程,并等到其返回后,将返回结果回送到 SCADA 服务器(值班节点)上的 `fe_server` 进程,进而到达 SCADA 服务器上的 `control_server` 进程, `control_server` 进程将此结果返回给 `online` 进程。

2.3 转发

前置机(值班节点)上的 `fe_transponder` 进程,根据 `transponder` 库中配置的数据源,读取数据,并将这些数据发送到前置机(值班节点)上的 `fe_server` 进程, `fe_server` 进程选择相应的 `fe_channel` 进程,完成数据转发。

2.4 五防

SCADA 服务器(值班节点)上的 `control_server` 进程收到遥控命令后,将该遥控命令按遥控或升降所述流程,发送到五防机,等待五防机按上述流程返回的结果,根据此结果决定允许或禁止遥控。

3 指标体系

繁南集控站建成后应满足诸多功能。

a. 系统具备开放性,为完全的开放系统,满足 IEEE POSIX 1003.0 工作组给出的定义。

b. 系统具有可扩充性,完全按国际标准设计,开放性能好,应用功能扩充方便,完全是积木式的功能组装,功能扩充时不影响原系统的正常运行。系统硬件和软件都具有很高的可扩充性,硬件升级不影响软件的运行。

c. 系统具有可靠性,在硬件级采用全备份方式,当某一设备发生故障时,可自动诊断,并自动切换,切换不影响系统的正常运行。所有的子系统具有独立的自适应的冗余结构,覆盖所有功能软件的配置。

d. 系统具备可维护性,包括系统具有自校、诊断和排除一般性故障的能力和措施。系统设备的制造均符合国家工业标准。

e. 系统具有安全性,包括同时具备相应的多级安全管理策略。在系统级,采用路由器或网桥隔离其他系统的访问,同时使用先进的防火墙技术,防止黑

客进入系统;在用户级,采用分层口令和权限管理机制,确保系统使用安全。

f. 系统具有多媒体功能,人机界面优良、图形画面具有人性化风格。在告警、事故等功能上运用声、像信息。用户可对声、像信息进行编辑,并可设置声、像多媒体功能的应用范围。

g. 系统具备电网监控和数据采集的基本功能。可满足无人值班变电站的功能扩充,实现对无人站的远方监视(遥测、遥信)和控制操作(遥控、遥调)。

h. 系统各功能可自由分配到各台机器上,采用先进的网络管理机制,随时平衡网络负荷,双网同时工作,而不是静态分配数据流向,使网络负荷达到最优化。可监控通道运行,对数字及模拟通道的通信状态作出检测和统计。

4 系统实现的几个关键问题

4.1 前置双网

在安徽继远公司提供的集控站经典设计方案中,受控站自动化设备的专线通道和网络通道只经过一台调度交换机接入前置机(见图 3),当此调度交换机发生单点故障时,集控站将失去对所有受控站实时信息的传送和接收功能,集控站系统的安全稳定运行存在隐患。

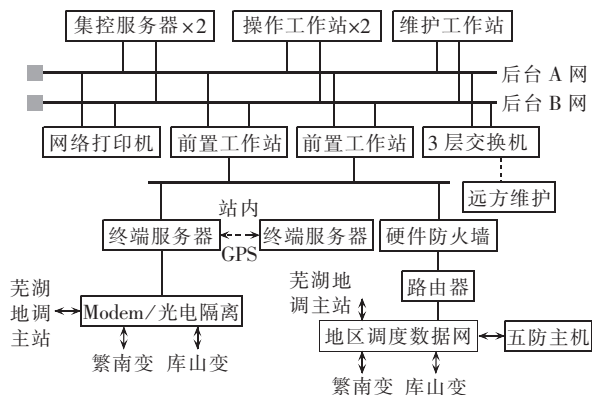


图 3 原 220 kV 繁南集控自动化系统配置图

Fig.3 Configuration of old 220 kV Fannan centralized control system

在实际实施中经研究作如下改进:增加 1 台调度交换机,前置机增加第 4 块网卡,利用 VLAN(Virtual Local Area Network)技术将硬件防火墙分为 2 个网段,将受控站的专线通道和网络通道分别接入前置 A 网、前置 B 网,这样实现了前置双网(见图 1),避免调度交换机单点故障带来的影响,增强了集控站系统的可靠性。

4.2 繁南站网络通道接入

220 kV 繁南变电站是老旧变电站,远动 RTU 是南瑞的 ES60,不支持 IEC 60870-5-104 网络规约,现通过智能网关接入地区电力调度数据专网的方案^[2-3]实现常规数字通道的网络化(见图 4)。在此方案下,RTU 机柜上加装的智能网关采用 MOXA DE-

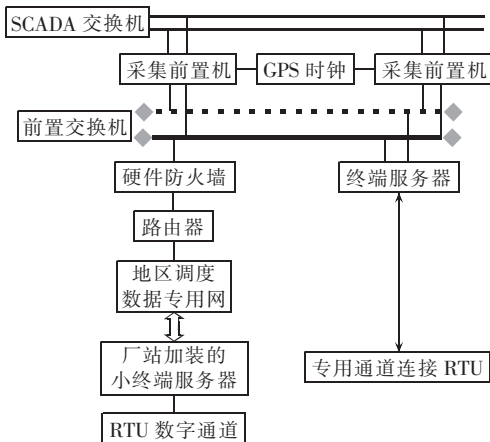


图 4 基于地区电力调度数据专网的终端服务器方案

Fig.4 Terminal server for connection with digital channels based on district power dispatch data network

304 型终端服务器^[4],操作模式为 TCP Server,但需注意选用的 TCP Port 应是调度数据网和防火墙开放的端口号,其静态 IP、子网掩码和网关都要严格按该变电站数据网路由器分配的实时口网段来配置,否则不能跨路由访问数据网主路由器,其网口直接连到路由器的实时口;主站加装的防火墙可选用天融信 NGFW 4000 型,防火墙的广域网(WAN)口与调度数据网路由器实时口相连,局域网(LAN)口与前置双网连接。

为保证访问的不可旁路性、可控性、可认证性,实现集控自动化系统纵向边界的安全防护^①,利用调度数据网的路由器与集控自动化系统前置双网之间的防火墙,通过合理运用网络静态源地址、目的地址转换 NAT(Network Address Translation)技术,将 2 台前置机内网地址转换成调度数据网路由器实时网段内 2 个虚拟地址,实现远程厂站终端服务器经调度数据网跨路由的接入,并使外界无法直接访问前置内网。

该方案既解决了厂站接入集控站的双通道要求,又避免了常规数字通道传输过程中环节多、设备种类多,数字通道信号质量判断较复杂,通道中断后,故障排查、调试、恢复时间较长,影响了远动系统可用率等问题^[5-7]。

4.3 远程监视与维护

集控站配置一般为 4 机或 6 机以上的双网络结构,运行维护工作量大,且一般距地区调度中心相对较远,系统维护不方便。按职责划分,集控自动化系统一般由远动自动化人员负责维护,所以选择合适的技术方案在地调主站机房对集控自动化系统进行远程监视与维护显得非常重要。

这里,采用基于远程 IP 的 KVM(Keyboard, Video, Mouse)切换系统^[8]对集控站自动化系统进行异地远程监管,实现对集控站所有计算机的远程控制。在集

① 关于印发《电力二次系统安全防护总体方案》等安全防护方案的通知(电监安全[2006]34 号)。

控站安装 1 台带远程 IP 访问的 8 口及以上机架式 KVM 切换器,将集控系统所有计算机的键盘、显示器及鼠标通过专用电缆线连接到 KVM 输入口,这样维护人员可以在调度主站机房实现远程仿真集控系统任何一台主机的键盘、视频、鼠标,若把集控系统计算机和网络设备的电源连接到与 KVM 切换器相连的远程电源管理控制器,则维护人员通过远程 KVM 切换器,能控制远程电源管理控制器动作,进而能对受控设备进行开机、关机和重新开机操作。

5 结语

繁南集控站是安徽省第 1 个正式通过实用化验收的 220 kV 集控站。繁南集控站的成功建设为芜湖供电公司实行集约化管理方式,降低变电站运行成本,不断提升电网运行管理水平以及推进企业科技进步战略目标迈进了重要一步,该系统的设计理念对于兄弟单位的自动化系统体系结构的调整具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 冯华,庄嘉铭. 220 kV 变电所实施集控站运行的探讨[J]. 华东电力,2004,32(6):23-26.
FENG Hua,ZHUANG Jia-ming. Discussion on centralized station operation for 220 kV substation[J]. East China Electric Power, 2004,32(6):23-26.
- [2] 谷光磊,彭海. 变电站远动信息网络传输方法应用分析[J]. 电力系统通信,2004(5):47-50.
GU Guang-lei,PENG Hai. Analysis of the methods of transmitting telecontrol information in substation through digital network [J]. Telecommunications for Electric Power System,2004(5): 47-50.
- [3] 孙军平,盛万兴,王孙安. 远动信息网络传输方法[J]. 电网技术, 2002,26(11):59-63.
SUN Jun-ping,SHENG Wan-xing,WANG Sun-an. A network -based transmission method for telecontrol information[J]. Power System Technology,2002,26(11):59-63.
- [4] 开圣武,夏友斌,胡金双. 远动数字通道网络化的三种实现方法 [J]. 电网技术,2006,30(10):480-484.
KAI Sheng-wu,XIA You-bin,HU Jin-shuang. Three practical methods for digital telecontrol channel networking [J]. Power System Technology,2006,30(10):480-484.
- [5] 闵涛,金午桥,余仲明. 电能量计量系统接入方案及功能实施[J]. 电网技术,2003,27(8):59-63.
MIN Tao,JIN Wu-qiao,YU Zhong-ming. Joint schemes of electricity energy metering system and their implementation [J]. Power System Technology,2003,27(8):59-63.
- [6] 黄春红,黄坚明. 变电站实时数据网络化传输的可行性[J]. 电力设备,2005,6(11):67-69.
HUANG Chun-hong,HUANG Jian-ming. Discussion and feasibility study of network transmitting for real time data of substation[J]. Electrical Equipment,2005,6(11):67-69.
- [7] 韩绍甫,杜树新. 电能质量监测系统设计与实现[J]. 电力自动化设备,2006,26(4):80-83.
HAN Shao-fu,DU Shu-xin. Design and Tealization of power quality monitoring system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006,26(4):80-83.
- [8] 开圣武,夏友斌,黄晟,等. 基于 IP 的集控自动化系统远程 KVM 维护[J]. 华东电力,2006,34(9):85-86.
KAI Sheng-wu,XIA You-bin,HUANG Sheng,et al. Remote KVM maintenance over IP for automation systems of centralized control stations[J]. East China Electric Power,2006,34(9):85-86.
- [9] 沈洪涛,娄奇鹤,王韧,等. 基于 RTPS 的变电站自动化网络通信系统研究[J]. 电力自动化设备,2005,25(2):25-29.
SHEN Hong-tao,LOU Qi-he,WANG Ren,et al. Research on substation automation network communication system based on RTPS[J]. Electric Power Automation Equipment,2005,25(2): 25-29.
- [10] 杨如锋,伍爱莲,朱华伟. 基于 CAN 总线的变电站监测系统[J]. 电力自动化设备,2005,25(1):43-45.
YANG Ru-feng,WU Ai-lian,ZHU Hua-wei. Substation supervisory system based on CAN bus [J]. Electric Power Automation Equipment,2005,25(1):43-45.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

夏友斌(1974-),男,安徽芜湖人,硕士,从事电力系统调度自动化的运行管理工作(E-mail:xybliuli@163.com);

开圣武(1973-),男,安徽芜湖人,工程师,从事电力系统调度自动化的运行管理工作;

胡金双(1974-),男,浙江永康人,硕士,从事 SCADA/EMS 的研发工作。

Design and implementation of 220 kV centralized control substation

XIA You-bin¹,KAI Sheng-wu¹,HU Jin-shuang²

(1. Wuhu Power Supply Company, Wuhu 241027, China;

2. Nari-Relays Electric Co., Ltd., Nanjing 211100, China)

Abstract: District centralized control management mode is used in 220 kV centralized control station to monitor and manage subordinate stations. The SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) system adopts the network topology of dual server,dual front-end computer and dual network. Its hardware platform includes IBM servers and workstations. The monitoring workstation and maintenance workstation are PC workstations. It has an integrative platform of Unix and Windows with Oracle as its database. The system configuration and software frame are given,and the data acquisition,system index architecture and key implementation techniques (dual front-end network,connection with digital channels,remote monitoring and maintenance) are described.

Key words: centralized control substation; supervisory control and data acquisition; configuration; software frame; key technique