

计算机监控系统在 500 kV 东善桥变电站的应用

陈 刚

(南京供电局 210008 南京)

摘 要 与中小型变电站相比,500 kV 变电站因其在系统中的枢纽地位以及监控容量大、电磁干扰强的固有特征,要求监控系统应具有可靠性高、抗干扰性好、远动通信完备、事件顺序记录(SOE)及故障录波的特点。文中以 500 kV 东善桥变电站为背景,对计算机监控系统在 500 kV 变电站的应用进行了探讨,并结合实际分析了其发展趋势。

关键词 变电站 监控系统 应用

分类号 TM 764

0 引言

近年来,随着计算机(特别是微处理机)及通信等相关学科的迅速发展,计算机监控系统(SCADA)在 500 kV 变电站得到了广泛的应用。1981 年国内第 1 家采用监控系统的 500 kV 平武工程最早引进了 ASEA 公司 DS-8P 系统,主机只是 8 位 Intel 8080 微处理机,到今天,出现以普遍采用 64 位小型机、工作站、服务器等多主机为特点的国产、进口系统并存局面,取得了长足的发展。

500 kV 变电站因其固有特点,决定了其计算机监控系统与常规中小型变电站监控系统相比,有着不同的要求。本文以新近投运的 500 kV 东善桥变电站为背景,对计算机监控系统在 500 kV 变电站的应用进行了简要分析,并就其现存问题及进一步发展趋势做了思考。

1 对监控系统的技术要求

500 kV 变电站监控系统除了基本功能(如数据采集与处理、显示、报表生成、打印、越限处理)之外,因变电站本身特点,决定了其监控系统必须具备特殊的技术要求。

1.1 具有冗余结构的多主机系统

众所周知,单机系统存在工作可靠性差的缺点,显然不适用于对可靠性要求较高的 500 kV 变电站,而应考虑采用多主机系统以提高系统冗余度。多机系统主要有 2 种方式^[1]:

a. 采用 2 台主机,一台工作另一台热备用。当一台退出时,另一台自动投入,保证不间断连续运行。工作主机单独完成数据采集处理、人机对话、显

示、报警等所有功能。

b. 采用 2 台主机和若干台前置机组成,由前置机负责通信规约的转换、信息的转发工作。收集到的信息经初步处理后向主机传送;主机则统一指挥显示、打印、人机联系、进程处理等功能,前置机与主机之间以网络连接。这种系统称之为分布式多主机系统,可用率指标一般在 99.8%以上。

分布式多主机系统的主要优点是功能强、容量大、灵活可靠,并且便于维护和扩充,可根据实际需要在网络上加挂或减少前置机与专业工作站(如保护工作站、值长工作站、通信工作站等),实现功能的分布式处理。

1.2 具有大容量数据处理能力

500 kV 变电站一次设备多,保护配置复杂,与调度端交换数据量大,相应地要求监控系统数据采集与处理容量大、用时少、数据库维护管理便捷。一般而言,500 kV 变电站数据采集、处理及控制类型包括模拟量、状态量、数字量、脉冲量、控制量、非电量等,如表 1 所示。

表 1 500 kV 变电站采集、处理和控制的数据类型
Table 1 Types of data acquired, processed and controlled in 500 kV substation

数据类型	包含内容
模拟量	主变、线路 P, Q, I ; 母线 U ; 频率 F ; 直流 U, I ; 所用 U, I
状态量	开关、刀闸位置; 事故总信号; 变压器抽头位置; SOE(事件顺序记录); 保护及自动装置动作信号
数字量	BCD 码; GPS(天文时钟)
脉冲量	脉冲电能表
控制量	无功补偿装置投切; 变压器分接头位置调整; 开关、刀闸拉合
非电量	变压器顶层油温、线圈温度

1.3 具有高度的实时性、准确性

实时性、准确性是变电站监控系统的重要指标。

500 kV 变电站要求系统数据扫描刷新快,周期短,响应迅速,以 SOE 功能为例,我国部颁《地区电网调度自动化功能规范》要求 SOE 分辨率应小于 10 ms,东善桥变已达 1 ms(当地)。

1.4 具有丰富接口的开放式结构

开放式系统是系统的发展方向,要求系统能够易于扩充,且可以连接不同厂商的软、硬件设备,适应于变电站综合自动化发展趋势。未来的监控系统应具有丰富的接口功能,与各种智能化电气装置(IEDs)甚至一次设备通信,如正在开发的断路器具有与变电站自动化设备连接的串行接口和集成逻辑控制功能^[2]。我国新建的 500 kV 变电站采用了许多新技术装置,如数字式保护、微机直流充电设备、智能化 RTU、数字式测温装置、微机接地检测装置,解决它们与监控系统的通信是对监控系统的要求之一。另一方面,SCADA 系统作为局域网(LAN),经路由器/网桥与 MIS 或其他 SCADA 系统相连,实现网络通信也是今后的方向。

2 系统结构

2.1 东善桥变电站监控系统

500 kV 东善桥变采用了国家电力公司电力自动化研究院 RD-800B 分布式电网监控系统,由 2 台 Sun Ultra 1 工作站为主机,通过网络互联互为备用。运行时 1 台作为主机、1 台作为热备用机,以以太网总线为信息传输通道。网上挂有 2 台 IPC 586 工控机为信息交换工作站(前置机,主/热备用方式运行),网上专业工作站包括通信工作站、值长工作站、站长终端等。辅助设备包括 GPS(天文时钟)、网络设备、打印机等。

软件系统是基于 UNIX 的多任务、多用户操作系统,满足于电力系统实时、大容量数据处理的要求。RD-800B 软件系统主要由主控、人机界面、图形系统、数据库系统、报表系统、数据处理、告警处理、设备参数管理、网络通信和工具软件包等几大模块组成。

RTU 采用 WESCON 公司的 GR90 分布式远动终端,具有多主站、多规约转换功能,最多可与 7 个主站通信。模拟量采集为直流采样模式,考虑到遥信量多的特点专设了遥信转接屏,计量系统配置了带脉冲输出的电能表,脉冲量送至 RTU 遥信插件板。监控系统配置如图 1 所示。同时,按变电站一次设备情况,将系统划分为 2 个子站,即包含 500 kV 和 35 kV 部分的东善桥 1 号站,包含 220 kV 部分的东善桥 2 号站。采用了开放式结构,便于今后变电站的扩建。

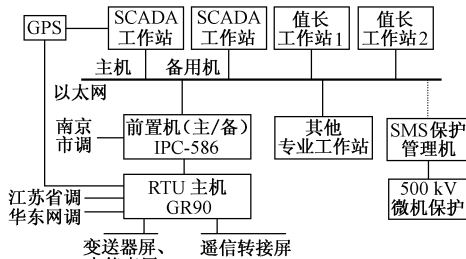


图 1 500 kV 东善桥变电站监控系统配置图

Fig. 1 Configuration of SCADA system in Dongshanqiao Substation

一期工程系统设计容量,模拟量 256 点,状态量 956 点,脉冲量 128 点,遥控量 16 点。遥调遥控部分包括有载调压变压器(1 号主变)分接头调整及低压电抗器自动投切。

监控系统以 $\mu 4F$ 规约与华东网调通信;以 CDC-8890 规约与江苏省调通信;南京市调端则由 SCADA 系统前置机以 SC1801 规约转发。系统具备远方诊断功能。

2.2 接口功能

2.2.1 继电保护接口

现场保护配置类型不一,有数字式、集成式保护,也有电磁型保护。现阶段,所需保护信息均通过其本身提供的无源接点送至 RTU 光耦输入端,由 RTU 专用 48 V 电源模块提供电源。

500 kV 系统保护多采用 ABB 公司数字式保护装置,已用光纤构成了环网,由专用的 SMS 保护管理机负责保护动作信息的收集、故障录波查询、定值修改。今后在时机成熟时,可将 SMS 管理机经以太网接口与 SCADA 系统进行数据交换,实现资源共享。220 kV 线路保护的标准配置“11”+“901”双微机保护,各自组网后亦可接入 SCADA 系统。

2.2.2 微机直流充电装置

变电站硅整流充电装置的控制核心为微机芯片,SCADA 系统前置机与其通信采用了 ZLP 通信规约(直流装置厂家开发),传递直流母线电流电压值、可控硅控制角度、工作状态及异常状态。

2.2.3 主变数字式测温仪

东善桥站取消了常用的温度变送器,而改由主变数字式测温仪将 3 台单相主变的油温、线圈温度送至 SCADA 系统。由于接口不一致,中间设置了规约转换器,将 RS422-A 转换为 RS232-C 接口。

2.2.4 控制模拟屏接口

通过串行口上模拟屏与其通信,将主变温度、线路与主变潮流有功量、安全运行天数等所需监屏信息上屏显示。

2.2.5 光字牌系统

东善桥取消了传统的保护信号光字牌系统,该功能由 RD-800B SCADA 系统的软件——光字牌系统完成。

3 几个问题

3.1 模拟量采集方式

东善桥变电站模拟量采集为直流方式,利用变送器将交流电压、交流电流、有功/无功功率转换为 $0\text{ mA}\sim 20\text{ mA}$ ($0\text{ V}\sim 5\text{ V}$) 的直流电流(电压)供微机检测。其优点是算法简单,精度易于保证。但明显增加了变送器投资,维护工作量加大。交流采样通过交流变换器将二次电流/电压转换为 $\pm 5\text{ V}$ (峰值)的交流电压作为检测量,取消变送器,消除了零漂,并且可靠性高、维护方便。交流采样已在微机保护领域有着广泛的研究与应用,配合合适算法的交流采样应是监控系统模拟量采集的今后趋势。

3.2 数据通信

为高效利用计算机资源,监控系统应提供完整的数据通信手段,以实现信息采集与传送,达到资源共享的目的。数据通信可分为局域网内部通信和网络间通信。对于采用以太网总线结构联接的数据采集工作站、SCADA 工作站、通信工作站、站长终端,东善桥站采用了 TCP/IP 协议通信,并在此基础上,通过高级网络协议支撑网络分布的数据库结构。

考虑到电力系统发展趋势,不同系统(如 EMS、保护管理系统、MIS)之间存在着信息交换的要求。以东善桥站为例,500 kV 微机保护相互间以光纤连接并设置了专用的保护管理机,这套保护管理系统可通过 TCP/IP 协议向监控系统传递必要的信息。当然,经路由器 SCADA 系统可与局生产管理 MIS 相连。

3.3 完善功能

目前的 500 kV 监控系统,可能多是“监多控

少”,东善桥站仍用控制开关对一次设备进行操作。显然,在保证安全可靠的前提下,监控系统应增加计算机控制调节的范围,如浙江金华 500 kV 双龙变在全国范围内率先采用综合自动化系统,对断路器、隔离开关实现了键盘操作。此外,还应加大对 AVQC(自动电压控制和无功调整)、运行管理系统、故障录波等功能的研究应用,为 500 kV 变电站全面走向综合自动化奠定基础。

从计算机角度看,数字式保护和监控系统都是对采集到的信息进行处理装置。事实上,在中低压系统,保护与监控综合单元已有较成熟产品。因 500 kV 系统保护复杂,要求对数据暂态特性反应及时精确,且动作时间一般在几十毫秒,如何与主要检测稳态量的监控系统结合是必须解决的课题。

4 结语

在 110 kV 及以下变电站广泛采用综合自动化技术的今天,500 kV 变电站也将逐步配合保护、控制、监视和通信技术的发展实现一体化计算机网络系统——变电站微机综合自动化系统^[3],符合标准化、模块化、网络化、功能分布的体系结构,彻底改变过去以仪表盘、中央信号屏、控制屏等盘表为基础的传统监控模式,使计算机真正成为 500 kV 变电站监控的主要手段,适应于生产发展的需要。

参考文献

- 1 孙淑信. 变电站微机监控与控制. 北京:水利电力出版社, 1995
- 2 Pretorius C, 唐 涛, 沈根发. SINAUT LSA 变电站自动化系统的技术特点. 电力系统自动化, 1998, 22(6)
- 3 王 钢, 贺家李. 面向对象的变电站综合自动化系统的研究. 电网技术, 1998, 22(2)

陈 刚, 男, 1972 年生, 工程师, 现从事变电站生产运行管理工作。

APPLICATION OF SCADA SYSTEM IN 500 kV DONGSHANQIAO SUBSTATION

Chen Gang

(Nanjing Power Supply Bureau, 210008, Nanjing, China)

Abstract Compared with the medium and small sized substation, 500 kV substation has its own characteristics of large capacity and high electromagnetic interference. The fundamental principles of SCADA system in 500 kV substation including high reliability, superior telecommunication, SOE, fault recording are proposed. Taking the Dongshanqiao Substation as background, the paper introduces the structure and functions of SCADA system in 500 kV substation and discusses its application and general trend of development.

Keywords substation SCADA application