

自动化系统在宝盖 220 kV 变电站的应用

余永红, 许建昆

(石狮电力联营公司, 福建 石狮 362700)

摘要: 阐述以太网和 Lon 网在电力系统中的配合使用。CSC2000 变电站自动化系统采用分层分布结构, 集变电站保护、测量、就地监视和控制、远方信息传输和控制于一体, 将各种数字化智能保护及测量控制等前置设备, 通过 LonWorks 现场总线网络和以太网实现互联及与上层功能主站(就地监控主站, 就地录波工程师主站, 远动主站及自动无功调节主站)联接, 实现信息交换和数据共享, 完成对变电站运行的自动监视、控制和调节。

关键词: 监控; 以太网; LonWorks; 总线网络

中图分类号: TM 76

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2001)12-0063-03

0 引言

变电站综合自动化是一种提高变电站安全可靠运行水平, 降低运行维护成本, 确保提供高质量电能的有效技术措施。

针对不同规模的变电站, 采用不同结构的自动化系统, 以满足用户对安全性、可靠性和经济性的不同要求。中小型变电站, 由于节点数量(前置装置)较少, 可采用图 1 的模式。

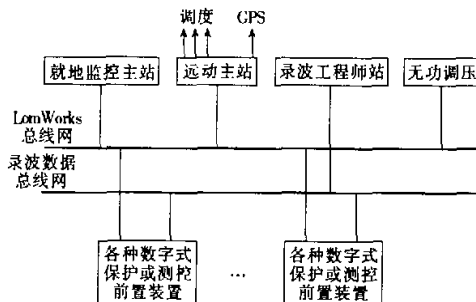


图 1 110 kV 及以下的中小型综合自动化变电站的系统结构图

Fig.1 The system structure of 110 kV and below substation automation system

220 kV 或 500 kV 等级的大型变电站其节点数量较多, 数据流量较大, 为防止 LonWorks 网络大数据流量的冲击可能导致网络阻塞或网络崩溃, 提高数据实时性及系统的可靠性, 可采用 2 种方式。

a. 将 LonWorks 网络分段: 即将安全性和重要性不同的节点安排在不同的网段上。

b. 以太网结合 LonWorks 分段: 为提高信息报文的传送速率和带宽, 提升变电站自动化系统的整体性能, 采用 LonWorks—以太网网关将 LonWorks 网络上的数据报文交换至以太网。石狮宝盖 220 kV

变电站就采用了该种模式, 如图 2 所示。

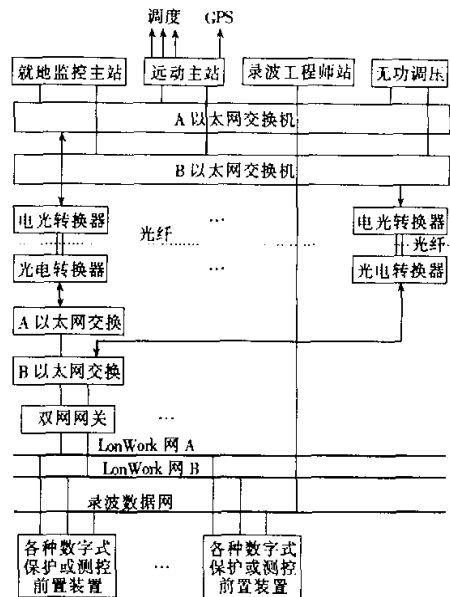


图 2 220 kV 及以上电压等级的大型综合自动化变电站的系统结构图

Fig.2 The system structure of 220 kV and above substation automation system

CSC2000 系统的各功能主站以星形结构连接至站级 100 M 带宽的双以太网交换机, 实现以太网通信。网关装置的功能是将节点设备在 LonWorks 网络上传送的网络变量转发至基于 TCP/IP 协议的以太网上, 同时接受远动、监控后台等功能主站通过以太网发送的报文, 按照网络变量的形式发送到 LonWorks 网络上。在转发中对网络报文进行校验, 丢弃不符合要求的报文。网关的上层与间隔小室的集线器以 10 M 带宽星形拓扑结构电耦合方式连接, 通过光纤转换器将电信号转换成光信号, 经光缆传

送至变电站主控室后,在 主控室将光信号反转成电信号送至站级的 100 M 带宽的双以太网交换机。而在网关的下层,各间隔小室网关的 LonWorks 通信接口与部分间隔节点装置以 LonWorks 方式耦合,实现 LonWorks 通信及 LonWorks 分段。这样的模式可以充分地利用以太网的带宽流量满足大型变电站自动化系统的实时性需要。

下面介绍宝盖变电站自动化系统。

1 工程概况

本期规模:220 kV 线路 2 回,双母带旁路母线接线,母联兼旁路;三卷变压器 1 台;110 kV 线路 4 回,双母带旁路母线接线,专用旁路,母联跨条;10 kV 线路 12 回,电容器 3 组,单母线分段,所用变压器 2 台。

终期规模:220 kV 线路 3 回,双母带旁路母线接线,母联兼旁路;三卷变压器 3 台;110 kV 线路 10 回,双母带旁路母线接线,专用旁路,专用母联;10 kV 线路 36 回,电容器 12 组,单母线 2 分段,所用变压器 2 台,接地变压器 2 台。

2 前置装置节点

各保护、测量、控制及辅助装置的核心硬件采用四方公司新推出的通用单片机系统,该系统采用不扩展的单片机,总线不出芯片,抗干扰能力强,满足保护下放的要求。每台装置均配有一个或多个高速通信网络(LonWorks)接口,中高电压等级的保护装置配备专用故障录波数据网络接口。通信采用 CSMA/CD(载波监听多路访问/冲撞检测)方式,通信速率为 78 kbit/s,最大通信距离为 2 km,最大通过能力为 400 帧/s。网络采用变压器耦合方式隔离和防止现场环境的电磁干扰。除利用装置面板的键盘和液晶显示进行调试外,还可通过标准 232 口连接 PC 机,利用 Windows 环境下的全汉化调试软件进行各种调试。

3 就地监控主站

就地监控主站系统由一台或多台工业控制机包括相应的板卡外设(如以太网适配器,开入/开出卡)及操作系统软件和 SCADA 软件等构成。通过各自机内的以太网适配器 RJ45 端口与站级交换机相连,实现主站至网关之间及主站之间基于 TCP/IP 协议的数据通信。

SCADA 软件是以色列 PC SOFT 公司研制开发的,名为 WIZCON 的全汉化 SCADA 监控软件。

WIZCON 运行于 32 位操作系统 Windows NT4.0,具有真正占先式多任务和多线程能力。变电站 SCADA 经常要同时执行几项任务,如与若干台前置设备通信,为 I/O 点登录历史信息,生成报警,随时更新图形界面等。每项任务都运行在自己的环境

下,有自己的优先级,由操作系统安排 CPU 执行。占先式多任务和多线程技术优化了计算机资源的利用,有效地安排所有被装载的任务,具有高性能、高可靠性和数据完整性等优点。

WIZCON 的核心是 WIZPRO 服务程序,作为后台任务执行,由同时运行的几个线程组成,如通信采样、报警生成、历史记录器、打印、网络等线程,每个线程执行各自的任 务。不同模块之间的信息交换(如内核与图形,通信)是由事件驱动的。该系统最多可定义 65 000 个控点,可同时处理 65 000 个报警。SCADA 系统必须对紧急情况做出快速反映,基于快速的、网络协议式的和事件驱动式的信息传递使通信总线不会产生瓶颈现象;软件内核为每个内部或外部模块分配了 10 000 个信息行,使软件可接受并处理数千个事件,且能精确记录到历史数据库^[2]。

可以用标准方法和通用接口访问实时及历史数据:

a. 虚拟文件接口(VFIs)是系统与数据库文件之间的接口层。利用 VFI,系统以通用文件格式记录和保存数据。由于 VFIs 支持通用数据库格式,故可在系统提供的历史图表和分析窗里或借助其它程序和应用,完成相同的工作和对历史数据进行加工。系统以 CodeBase(DBF)格式生成历史文件,无须任何转换即可被 dBase,Microsoft Excel, Foxpro 等应用程序访问调用。

b. 应用编程接口(APIs)允许直接从用户程序或应用模块中访问系统数据。一旦将 API 嵌入到用户模块中,它就成为系统应用的一部分,能扩展系统功能以满足特殊需要。

c. 动态数据交换(DDE)是一种在 2 个独立应用之间交换数据的方法。本系统支持 DDE,允许与其它 DDE 兼容的应用动态交换数据。通过系统的 DDE 功能,可以在通用商业软件中操作实时数据。

d. SQL 连接,系统可用预定义的格式将数据记录到历史数据库。许多应用要求系统以自定义格式组成记录并存储到用户的数据库表格中。这在分析报告或将数据传递给管理级时非常重要。SQL 接口运行用户定义的 SQL 命令,将控点值作为嵌入参数,实现数据传送。系统 SQL 接口支持微软公司的开放数据库连接(ODBC)接口,允许系统存取各种常用数据库系统文件。

此外,WIZCON 提供了易于使用、功能强大的图形界面,单个画面支持多达 500 个不同的选择区域。图形中的任何对象或对象组都可随动态功能过程参数的改变而实时变换显示状态。WIZCON 还提供一个庞大的组件库,包含大量预先建立的对象(如电机,阀门等),也可由用户自行定义组件库。对于不同类型用户共用系统的情况,WIZCON 在确保安全

的前提下对多至 500 个用户给予授权,将用户划分为用户组。应用中的每一个控制对象,象控点,图形层甚至菜单项及 macro 宏,都可根据用户的性质、区域或组织结构上的特点分配给不同的用户组,只有这个组里的用户才能操作被分配的对象。WIZCON 语言提供内嵌的数学函数,逻辑操作和各种命令以增强对数据的统计和处理能力。为方便数据库的生成和修改,提供了专用的数据库工具软件。此外方便的报表软件和历史报警记录软件也使得变电站的各种重要测量量,历史发生的告警及保护事件可随时随地被调用、显示和打印。

4 远动主站

在 CSC2000 变电站自动化系统中,数据采集工作已由各间隔的前置分散采集完成,利用站内的 LonWorks 网络可方便地收集到远动所需的各种数据。远动主站与站内通信网相连,构成 LonWorks 或站级以太网的一个节点。对站内,远动主站节点与其它节点按照内通信规约通信;对站外,远动主站与调度端系统按照外部规约进行通信。CSM300C 系列远动主站采用工业控制 32 位处理机作为主机,运行在通用的 DOS 操作系统下,可实现同时与多个远方调度主站进行不同规约的远动通信,它具有抗干扰能力强,运行可靠,响应速度快,运行方式灵活,易于扩展,可适应的规约多,用户界面友好,调试维护方便等特点。

CSM300C 远动主站通过 LonWorks 总线型网络或以网同各种类型的站内前置设备通信,把所采集到的数据送到几个独立的数据库中,经过规约程序的处理转换后,通过 MOXA 多串口卡分别上送不同的远方调度端。另外也可以通过 RS-232 或 RS-485 通信接口与其它 IED 智能设备通信,把数据经转换整理后传送到远方主站。规约支持已全部内置于程序中,可根据需要灵活选用。当在线运行时,可通过显示器进行运行状态监视。各前置装置上送的实时报文,各 RTU 规约的遥测、遥信、电度和 SOE 数据,RTU 与调度主站的通信数据等都可在屏幕上显示出来,还可通过键盘向前置装置下发简单命令。

5 工程师主站

专用故障录波数据网络通过双绞线连至工程师主站,由工程师主站接收带有录波插件板的前置保护装置上送的故障录波数据,在后台进行显示和分析。

6 无功调压及小电流选线主站

采用工控机作为独立的主站与网络连接或与就地监控主站系统合并运行于同一台工控机上。收集和处理各种前置单元的上送信息,并按照图形界面中设置的配置和动作逻辑定值进行自动投切和自动调节。

CSL 系列保护装置可以计算出稳态的 $3U_0, 3I_0$ 向量。在母线 TV 的开口三角电压越限时,由 CSD12A 检出并向所有主站节点广播。功能主站收到此信号后向该段母线上各出线保护装置召唤零序电压和零序电流的向量。根据向量计算短路功率方向,同时比较电流大小,可判断出接地的故障线路。

参考文献:

- [1] 陶晓农. 分散式变电站监控系统中的通信技术方案 [J]. 电力系统自动化, 1998, 22(4): 51 - 54.
TAO Xiao-nong. The evolution of communication technologies in decentralized substation automation system. Automation of Electric Power Systems, 1998, 22(4): 51 - 54.
- [2] 谢希仁. 计算机网络 [M]. 第 2 版. 北京: 电力工业出版社, 1999.
XIE Xi-ren. Computer network (2nd). Beijing: Electrical Industry Press, 1999.
- [3] 蔡皖东. 多媒体通信技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
CAI Wan-dong. Techniques for multimedia communication. Xi'an: Xi'an Electronic Science and Technology University Press, 2000.

(责任编辑: 苏 理)

作者简介:

余永红(1967-),男,福建石狮人,工程师,长期从事电网自动化、通信工作。

Application of Substation Automation System in Baogai 220 kV Substation

SHE Yong-hong, XU Jian-kun

(Shishi Electric Power Corporation, Shishi 362700, China)

Abstract: The hybrid application of Ethernet and LonWorks network in electric power system is emphasized. CSC2000 substation automation system adopts hierarchical and distributed system structure, integrates the functions of protection, measuring, local monitoring and control, remote communication and control into one system. It links front-end equipment, intelligent digital protections and functional master stations (local monitoring and control station, fault recorder engineering station, remote control station and automatic reactive power regulation station) by LonWorks field bus net and ethernet to realize information exchange, data sharing and automatic monitoring, control and regulation of substation.

Key words: monitoring and control; ethernet; LonWorks; bus-net