

计算机在电网实时监控系统中的应用和实践

黄东平 (深圳蛇口工业区供电公司 517068)

摘要:本文介绍一个计算机电网实时监控系统,重点阐述其结构特点和关键技术。

一、前言

改革开放以来,国民经济快速发展,用电负荷不断增加,电力系统的调度管理日趋复杂,加上用户对电网的安全可靠性要求越来越苛刻,传统的低效率管理方法已无法适应新的形势。为了改变我国电力系统的落后局面,提高自动化水平,各地陆续实施了 SCADA 系统工程。SCADA 是 Supervisory Control And Data Acquisition 的缩写,意思是监视控制和数据采集,其核心是计算机系统。计算机对电网的各种动态参量加以组织分析,再以数据、图表、色彩、音响等形式,形象直观地呈现在值班调度人员面前。借助于 SCADA 系统,值班调度人员能提前发现事故隐患,做到防患于未然;而且万一发生事故,也能迅速找出事故原因,及时做出处理,缩短停电时间,减少经济损失。

蛇口地区计算机电网实时监控系统已运行多年,获得了良好的社会效益和经济效益。和国内其它地调系统相比,本系统在整体结构和技术应用等方面都有明显的特点。尤其是主站端的网络体系、编程技术、网络互联等等,都是其它系统中不多见的。

二、系统结构

如图 1 所示,系统各部分在地理上呈分布状态。图中上半部分位于系统控制中心,下半部分位于公司办公大楼内,两者相距约四公里。RTU 则分散在各用电小区。

1. DECnet 局域网

两台 VAX3300 形成 VAX 机族(VAXcluster),和 PC 机一起组成 DECnet 局域网络。VAX 机既是网络服务器也是 SCADA 系统的数据处理中心。两机为热备用的双机系统,一旦值班机出现故障,系统会自动切换到另一台机器上。VAX 机通过终端口与通讯控制板(CCM)连接。

2. PC 工作站

PC1、PC2 是 DECnet 网上的两台工作站,安装在值

班调度室内,供值班人员操作。两机均配备大屏幕彩色显示器、快速打印机和鼠标器。

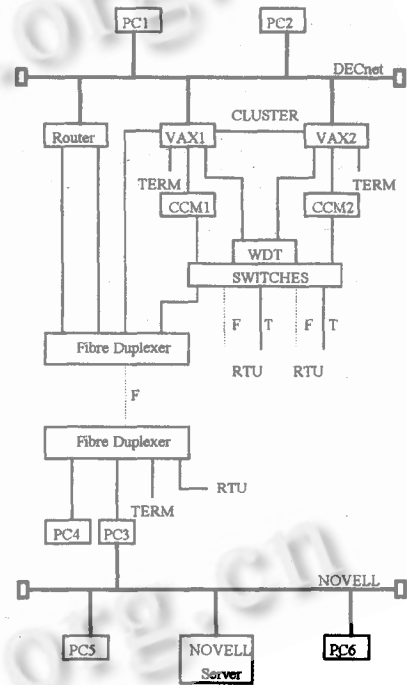


图 1

3. 通讯控制板和切换装置

每块通讯控制板(CCM)有四个端口,最多可连四个 RTU。CCM 以 Polling 方式和 RTU 通讯,通过 BITBUS 口和 VAX 机终端口连接。两组 CCM 互为热备用。切换装置在系统出现故障或设备检修时将数据通路切换到另一组 CCM 上。它既可执行 VAX 机的指令进行自动切换,也可人工手动切换。

4. 远程通讯设备

包括多路光端机、单路光端机和电话专线。多路光端机有 32 路 RS232 端口,本系统使用其中 4 路,分别用于 DECnet 远程工作站、网际互联、VAX 远程终端和 RTU。单路光端机用于配电站 RTU 通讯。在不便于铺

设光缆的地方,则租用电话公司的专线,通过 MODEM 进行通讯。本系统共使用 7 对光缆,6 对电话专线。

5. 远方终端设备 RTU

本系统负责管理两个 110KV 变电站和十一个 10KV 配电站,使用的 RTU 有两种,一种是德国 SIEMENS 公司的产品,另一种是国产 DFY 型。前者质量可靠、容量大,但价格昂贵,售后支援十分差;后者价格便宜,维修方便。

6. NOVELL 局域网

该网原先是一个办公自动化网络,主要用于电费和财务管理。和 DECnet 实现远程互联后,适当改造 SCADA 工作站程序,在该网上实现了 SCADA 系统的远程监视。PC3 可同时进入两个网络,它本身是一个 SCADA 工作站,同时也负责在两网之间传送 SCADA 实时数据。

7. DECnet 远程工作站

PC4 是 DECnet 网上的一个远程工作站,功能和 PC1、PC2 类似,但不设打印功能,不能遥控和置数。

8. VAX 机远程终端

用于监视计算机系统的运行状态,修改 SCADA 系统参数。

三、技术特点

国内地调系统中大多采用主机 - 终端方式,也有的采用主机 - 枢纽机 - 微机局域网方式。前者由于值班界面放在系统主机中,容易造成主机 I/O 瓶颈,使系统性能大为降低,而且由于受到主机操作系统的局限,值班界面难以做到直观友好。后者经过枢纽站这个中间环节,实时性差,且由于微机局域网一般为非 Client/Server 方式,只是共享服务器磁盘,当数据通讯量较大时,势必造成网络阻塞,影响系统性能。本系统有如下主要特点:

1. 主机采用 DEC 公司的 VAX3300,操作系统采用 VAX/VMS V5.4。该机是世界上公认的优秀机型,性能稳定可靠,I/O 系统功能很强,外型结构小巧,而且对环境要求不高,硬件维护方便。VMS 是一个性能优良的多用户操作系统,系统功能极为丰富。其系统服务例程(System Service)可在任何高级语言中调用,特别适合于开发多任务实时在线应用。与目前一些地调系统采用一般微机、单用户微机操作系统相比,本系统在处理能力、实时性和可靠性方面都远胜一筹。

2. 工作站使用 386 以上的微机,配以 20" 大屏幕彩色显示器,加上采用汉字操作系统,菜单驱动,鼠标操作,工作站画面色彩丰富、清晰悦目,电网运行状态一目了然,值班人员一看就懂,一学就会。

3. 主站端采用网络结构,Client/Sever 模式,VAX 和工作站之间以报文形式通讯,只传数值数据,背景画面和文字(包含汉字)放在工作站上。与集中式的星形结构(主机 - 终端结构)相比,主机 CPU 开销小,系统响应快,工作站画面刷新迅速。

4. 采用网络互联技术,充分利用现有办公网络的资源,在基本上不增加主站端系统负荷的情况下,使远离控制中心的领导和有关部门也能掌握电网的运行情况。同时由于 NOVELL 网络工作站不能直接进入 DECnet 网,故对 SCADA 系统的安全性不会造成任何影响。

5. 采用最先进的通讯技术 - 光纤通讯。光纤通讯速度快,抗干扰能力强,不受公共话网的影响。

四、几项关键技术

1. 网络通讯技术

DECnet 是一个优秀的网络软件,它提供文件服务、虚盘服务、电子邮件、打印服务和终端仿真等功能。其中最具特色的是它的任务到任务通讯,包括透明和非透明通讯。透明通讯无需关心网络的专有特性,使用高级语言中与设备无关的标准 I/O 语句实现,程序设计简单;非透明通讯利用网络的专有特性,通过调用 VMS 系统服务程序或者 DECnet - DOS 的 C 语言或汇编语言例程,可实现对通讯过程的完全控制。在任务到任务通讯中,不同节点上的两台计算机在程序中通过网络链路交换数据报文,实现实时、动态通讯。

本系统采用非透明的任务到任务通讯技术,主机端通过调用 VMS 系统服务程序实现,工作站通过调用 DECnet - DOS 提供的 C 语言子例程实现。

主机端的网络通讯由网络服务程序专门负责,其主要任务是:

- (1) 建立网络信箱,指定网络通道;
- (2) 请求逻辑链路,宣布网络任务;
- (3) 接收工作站的数据请求报文,通知有关进程组织数据;
- (4) 将应答数据通过网络链路发给申请站;

- (5)将遥信、事件和通道报文向所有 SCADA 工作站广播;
- (6)通过信箱或事件标志和系统中的其它进程进行联系;

工作站方面的网络通讯主要有以下几个操作:

- (1)请求连接;
- (2)向源任务发送数据请求报文;
- (3)从逻辑链路中读取数据报文;
- (4)中止逻辑链路;

2. 主站端编程技术

(1)AST。AST 全称是 Asynchronous System Trap, 译为异步系统自陷。AST 是 VMS 操作系统的一个软件中断机构, 是设计实时控制系统必不可少的重要手段。在程序执行过程中, 若发生某些特定事件或时间“到点”, 则中断主程序的执行, 转向执行 AST 子程序。当程序执行到含有 AST 地址的系统服务时, 系统将 AST 放入队列中, 等条件满足时再提交执行。

本系统的网络通讯程序大量使用 AST 技术。例如给网络信箱设置注意写(Attention Write)。一旦网上有数据请求, 则立即转向 AST 程序, 读取信箱内容, 并做出相应处理。

(2)事件标志。事件标志是 VMS 的又一重要特色。通过对标志的置位或清零, 可实现进程的同步和通讯。事件标志又分局部事件标志和公共事件标志, 前者用于进程内同步, 后者用于进程间同步。

本系统包含进程达十一个之多, 进程之间关系复杂, 实时性要求很高。事件标志是本系统用来实现进程同步的重要手段之一。

(3)共享映象。VMS 系统提供多种共享技术, 本系统主要采用共享映象技术。共享映象由 LINK 产生, 但未代入虚拟地址, 因此本身是不可执行的, 只供应用程序链接。共享映象一旦安装成为已知映象(用 INSTALL 命令), 即常驻于内存全局节中, 系统中其它进程可共享这一存储区域。

静态参数区和实时数据区是本系统中两个占用内存最大的数据区, 他们同时被八个进程访问。采用共享映象技术后, 进程工作集大为缩小, 所有进程几乎常驻内存, 系统页面故障和页面交换极少, 大大提高了系统响应速度。

(4)进程调度。在实时系统中为确保系统的实时性和可靠性, 所有进程必须按轻重缓急分先后次序协调运行。本系统进程多, 实时性强, 时序复杂, 因此调度方案的设计十分重要。以下是本系统采用的几种调度方法:

①优先级调度。通过调用系统服务 \$SETPRI, 建立进程的基本优先级。数据采集进程优先级最高, 其次是网络服务进程和工作站数据组织进程, 最低的是报表数据服务进程。所有 SCADA 进程的优先级均高于 VMS 规定的一般进程优先级。

②设置周期睡眠和定时唤醒。当进程完成某一任务后, 进入睡眠状态, 到点后再唤醒执行。

③使用事件标志和 AST。通过设置事件标志, 在不具备处理条件时, 使进程进入等待事件标志状态。或调用含有 AST 地址的系统服务, 使进程进入睡眠状态。当标志位改变或某一特定事件发生时, 唤醒进程执行。

3. 网络互联技术

如图 1 所示, DECnet 网和 NOVELL 网通过 PC3 实现互联。在 PC3 上装有 DEC 公司生产的 DE206 卡和 PATHWORKS For DOS NetWare Coexistence 软件。SCADA 实时数据通过 PC3 存入 NOVELL 服务器中, 使 NOVELL 网上的其他工作站只需执行一个工作界面, 便可象 DECnet 网上的工作站一样实施电网的监视。由于 NOVELL 网上的 SCADA 工作界面只有监视而无控制功能, 因此不必担心非值班人员对系统的安全性造成不良影响。而且由于 NOVELL 工作站不能直接进入 DECnet 网, 因此不会加重 SCADA 主机的工作负荷。

PC3 的编程和 PC1、PC2 类似。不同的是 PC3 除了更新自己的工作界面外, 还要负责将实时数据写到 NOVELL 服务器中。

五、结束语

蛇口电网计算机实时监控系統经过多次改造完善, 系统的可靠性和稳定性已大为增强。计算机的应用把蛇口电网的调度管理水平提高到了一个新的层次, 为电网的安全、可靠、经济运行提供了有力保障。运行情况表明, 本系统的计算机选型是适当的, 软件设计也是可行的, 与国内其它一些地调系统相比, 技术上有其独到之处。