

一种电力分布式管理自动化系统

杨 威 (山西师范大学计算中心 临汾 041004)

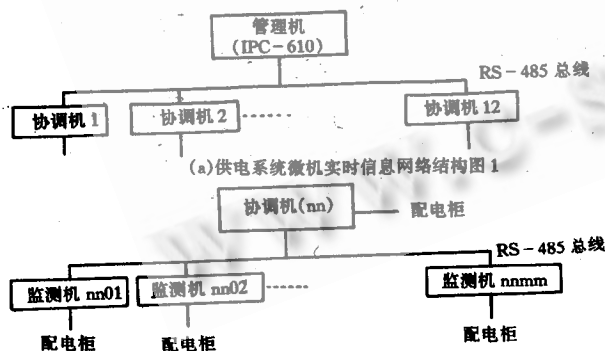
摘要:本文以工矿企业电力测控管理信息系统为例,介绍了系统的组成与功能。论述了现场总线网通讯管理,电力测控数据库管理、图形显示、报表生成的方法,以及系统软、硬件设计的可靠性策略。

一、引言

采用分布式的监控系统,能有效地实现电力系统的安全监控和经济运行。其监控对象为大功率耗电体,各高、低压出线槽路的电流、电压、有功功率、功率因数和电度值等参数,以及开关状态和变压器运行温度。

为此,我们建造了一种基于工控微机现场总线网电力分布式实时管理信息系统,系统开发的指导方针是:采用国际流行的分布式计算机控制技术,适合我国工矿企业现场,实用可靠,操作维护方便,造价低廉,具有良好可扩展性。

二、系统组成与功能



(a) 供电系统微机实时信息网络结构图 1

图 1(b) 供电系统微机实时信息网络结构图

整个系统的网络拓扑结构,采用分层树型分布式总

线结构如图 1(a)、图 1(b)所示,从功能上分为三级:调度管理级、协调级、过程信息监测级。

调度管理级:采用研华 IPC-610。配有 386 SX/33 CPU 板、半导体盘、高分辨率彩显、LQ1600K 打印机及采用 80C31 为控制器的网络适配器。该网卡 8K EPROM 存放现场总线的网络管理软件,主机对网络的管理工作全部由这块智能网卡来承担。任务是完成电网实时信息汇集,电网运行状态刷新显示,事故告警,绘制负载曲线,打印报表。并通过电力调度专家系统,对电力经济运行分析和电能平衡优化求解。调度员操作功能键(热键),可进行召唤遥测、遥信、遥控、选择打印报表及故障处理。

协调级:由 12 个协调机(每个变、配电站配制一台协调机)组成。协调机控制器为 80C31 单片机,带 32 路开关量,16 路模拟量,8 路驱动输出,双路 485 通讯接口。每个协调机兼作监测机的网络服务器,最多可连接 255 个监测机。采用了掉电保护措施,使得在工作现场停电时协调机内部程序和数据都不受任何影响。该机的任务是完成自动无功补偿,变压器投切,事故报警和测量变电站的电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数、电度值、出线槽路开关状态及变压器运行状态(温度瓦斯报警)。采用中断驱动串行通信方式,将本协调机收集到的实时信息发送到调度管理级,同时接受调度管理级遥控操作

指令,并执行之。协调机配有触摸按键,数码管显示器,可人工操作,顺序选择显示各种参数。

过程信息检测级:由若干组采用 80C31 单片机为控制器的数据采集监测机组成。监测机具有数据采集、存储、掉电保护、通讯、防锁死及自复位等功能。任务是完成测量低压出线槽路的电流、电压、有功功率、功率因数和电度值,以及开关状态。采用中断驱动串行通信方式,由 RS-485 接口将实时信息传送到协调级,并执行系统发来的遥控操作指令。

三、网络通讯管理

分布式电力管理控制系统中所要考虑的首要问题是有效可靠的机间通信。本系统采用现场总线网,现场总线网络结构由物理层、数据链路层和应用层组成。其流量控制和差错控制在数据链路层执行,报文的可靠传输在数据链路层或应用层执行。这种网络结构具有结构简单,执行协议直观,价格低廉等优点。

本系统通信在结构上分为二层:第一层:管理级 \leftrightarrow 协调级;第二层:协调级 \leftrightarrow 过程监测级。这样减少了总线使用频度,两层的通讯具有通用性,理论上可以保证系统无限扩充。

管理级(主机)对网络的管理工作全部由智能网卡(80C31 为控制器)来承担。该网卡 8K EPROM 存放现场总线网络管理软件,32K RAM 用来暂存汇集电网运行的参数和状态量。该卡与主机之间的通道是由卡上 8255 并行口以中断方式实现。管理级定时向下发送参数和状态回送命令。现场电力出线槽路的参数和状态由各过程监测机传送到协调级,在接收到管理级呼唤本机的命令后,将参数和状态传送回管理级。管理级调度员通过控制键盘发布的各种命令,采用中断方式,经协调级传送到相应监测机解释执行。PC 机定时中断判断网卡数据准备好标志,若准备好则向 8031 发一个中断命令,8031 接到命令后,将结果回送到实时数据库。

管理级与协调级,协调级与测控级,均采用主从逻辑环选取控制方式进行通讯。前一级管理级网卡 8031 作为主机,协调级 8031 作为从机,后一级协调级 8031 作为主机,测控级 8031 为从机。均利用中断驱动的地址帧识别自动唤醒从机,对从机进行信息交换或控制。两级通讯的接收数据采用 CRC-16 校验。校验结果正确时,再向此从机发送数据正确命令,以使其进行数据覆盖。

主机与从机之间的信息交换是通过报文控制块来实现的。报文分为命令报文和响应报文两种。

命令报文由主机发送,诸从机同时接收。因此,命令报文必须包含有从机地址码和相应的命令码,命令码反映了主机要求从机的操作。命令报文格式如表 1 所示:

表 1 命令报文格式

前导	目的地址	源地址	命令码	信息域	结束	校验码
----	------	-----	-----	-----	----	-----

响应报文由从机发送。反映了从机对主机命令报文的操作是否成功,并包含主机需要的信息。响应报文格式如表 2 所示:

表 2 响应报文格式

前导	目的地址	源地址	响应控制字符	信息域	结束	校验码
----	------	-----	--------	-----	----	-----

响应控制字符反映了从机的响应情况,为一字节码。信息域为可变字节,反映了电力实时监测数据。当主机要求从机向主机传送数据时,命令报文信息域为空的;当主机要从机接收主机发送来数据时,从机响应报文中的信息域为空的。

信息域格式如表 3 所示:

表 3 信息域格式

Ia	Ib	Ic	Vab	Vbc	Vca	有功	无功	Cos Φ	Kwh	开关态	变压器温升
----	----	----	-----	-----	-----	----	----	------------	-----	-----	-------

四、数据库管理

数据的组织是软件系统设计的一个重要环节。电力管理系统中数据种类有实时采集数据、系统定时处理后的数据、计划数据、历史数据及调度决策数据等。这些数据之间有关联,有重复或冗余。为了实现工况监视画面显示,报表打印及电力调度决策等功能,即要以现场采集数据为基础,对数据进行分析和描述,对数据(开关量和模拟量)设置关联。如实时电量参数和开关量,只与画面显示有关;经过定时统计汇总后的数据,即与报表或电力调度决策相关。因此,我们根据数据及这些数据项的定义、特征、用途及它们之间的逻辑关系,进行整理汇总,对数据间的关系,以数据矩阵的方式来描述,若某数据与某处理系统相关,则关系描述字为 1,否则关系描述为 0,建立公用数据库系统。这种将各类数据按照数据矩阵的关系进行存储,系统层次清晰。有利于各子系统或模块获取相关的数据及数据的共享。数据共享用联系字段的方法来解决,即在各种数据库中建立唯一标识某一种记录单元的字段。考虑系统实时性,对与公用数据库

操作采用建立动态多维数组及开辟缓冲区的方法进行。

本系统有以下几种数据库:

1. 电网运行参数及状态数据库。
2. 电力设备库。
3. 主要棚线电杆数据库。
4. 事件记录数据库。
5. 变压器额定数据库。

其中电网运行数据库与事件记录的数据随系统运行不断地自动录入新的记录,其它库的记录需要日常由操作员维护,变压器编号与耗电单元编号以及槽路开关号一一对应,这样,当系统进行事故预测分析时可从三种库中提取相关数据。当专家系统模块进行变压器经济运行调度规划时,可从三种库中提取相关数据,这样不但可以减少数据的冗余,使数据共享,而且可以减少程序代码的冗余。唯一不足是多数据操作要开销一些时间。由于采用基于软件组织集成的方法构造整个管理机软件系统,系统各任务采用 C 语言实现,并通过优化任务切换时间达到了系统要求的范围。

五、图形显示与报表输出

本系统采用基于热键激活汉字菜单窗口的系统界面。用户通过功能键可方便、直观进行召唤显示,线路作业模拟,数据库维护、知识库维护、选择打印报表,电能平衡求解、遥控操作及系统维护等功能项操作。

系统画面以图形、文字说明。是运行频度较高的人机对话窗口。显示电力系统运行状态的画面有各变配电站的主要接线图,各种负荷电流、电压曲线图,有功电量统计直方图及各变配电站以及槽路开关为序的各项运行参数表。画面显示控制采用三种方法:

1. **事件驱动:**系统一旦发现事故信号或异常情况则立即显示事故画面或反映异常情况的画面。
2. **时钟驱动:**系统自动定时刷新各站点的参数、状态及实时画面。
3. **热键驱动:**由调度员根据“命令行”提示,选择他所需要的画面显示之。

系统提供了输出多种报表,包括各种统计报表、事故表、操作票与调度方案表等。

不同的报表,由不同的程序在不同的时机收集数据。各种统计报表的数据由日常维护建立,存储在磁盘上,警情负荷状态数据事故前、后即时建立。电力调度方案数据由电力调度专家系统通过目标优化求解建立。对于一

种报表的标题、表头和表尾部分数据是固定的(或基本固定的),通常我们将这些数据预先做好,存在报表数据字典中。而表体部分的数据是变化的,它是系统运行时产生的,在打印输出以前,它们是在共享数据库中。准备输出时,将报表数据根据报表数据字典的约定从数据库中取出,按规定的格式进行编辑。再与表头固定数据一起送出打印。

六、系统可靠性策略

可靠性是系统设计所考虑的首要问题。它不但要求系统有各种检验与控制手段以减少系统出错的可能性,同时还要求系统具有容错的能力。

因此,系统硬件设计中以 80C31 为核心的装置的器件全部采用 CMOS 电路。对过程监测级的现场信息号,各级装置的系统信号以及它们之间的通讯信号,全部光电隔离,抗强电冲击,提高共模抑制能力。通讯接口采用 RS-485 标准,传输波特率选为 2400bps,当传输距离大于 1.2 公里配中继器,加强信号驱动能力。同时在每台装置增设了掉电保护电路防止掉电时数据丢失。设置了 Watch-Dog 电路防止系统锁死。

系统软件设计中通讯数据进行 CRC-16 校验,并应答确认检测通讯网络故障。采用基于软件功能集成的方法设计软件系统并与操作系统接口,采用 ROM BIOS 功能调用避免 DOS 重入。程序系统的任务调度采用条件调度和可剥夺调度策略,并通过实时钟中断监视各个任务的运行状态,避免任务超时死机。提供口令字操作及容错处理。设有一些软件陷阱,防止程序跑飞。对采集到的现场信号进行数字滤波以剔除干扰。

七、结束语

本系统已经应用于某机器厂供电网自动化管理中。94 年通过省级鉴定,处于国内领先水平。理论和实践都证明此系统具有结构简单,操作方便,可靠性高及扩充性好等特点。可节约电能 2%—3%。

参考文献:

- [1] H. Lorin, Aspects of Distributed Computing System (2nd edn), John Wiley & Sons, UK, 1988
- [2] 杨威等,一种电力实时调度专家系统,电力电子技术,1992,第 1 期
- [3] 杨威等,一个用于电力调度管理决策的 ES 环境,计算机研究进展'92,清华大学出版社,1992,10