

35kV 变电站综合自动化

肖军 珠海市珠保自动控制系统有限公司(519020)

前言

随着微计算机在电力系统中的应用逐渐深入,在变电站已安装了微机继电保护、微机录波测距、微机监控、微机远动等自动化装置,这些装置在功能上和硬件上以及变电站二次接线上都很大的重复,将这些以微机为核心的自动化装置作为一个整体来设计可以节省硬件开支,简化变电站二次回路设计,并节省信号电缆,缩小主控室面积,提高变电站的综合自动化水平。为此,我们设计了一套 35kV 变电站综合自动化系统,本系统集成保护、计量、监控、远动、五防等为一体,具有较高的技术性、可靠性、经济性和实用性。

1 35kV 变电站综合自动化的结构

变电站综合自动化系统结构设计上考虑实现变电站的无人值班功能以满足电网调度自动化的需求。按此功能设计的变电站综合自动化系统结构图见图 1。

系统由上位机及五个控制单元组成,上位机采用 386 工控机,主要完成各种电量、曲线棒图、各种表格显示。在上位机扩展槽中插有一块智能多串口卡,每一串口对应于一个控制单元。在控制单元的机箱内插有若干块模板(模板的数目根据实际控制对象而不同,最多可插 16 块模板),其中有一通讯控制模板专门负责控制单元与上位机进行数据通讯,通讯控制模板与上位机之间采用 RS-232C 标准,通讯控制模板与单元内各模板之间的通讯采用双端 RAM 方式进行数据交换。通讯控制模板通过访问各模板上的双端 RAM 来完成模板数据的采集、定值及各种数据的下发。

下位机的五个单元分别完成 10kV 线路保护、35kV 线路保护、电容器保护、主变保护、10kV 线路测量,35kV 线路测量、电容器测量、主变测量、变电站防误操作及其它辅助操作。系统有很好的扩充性能,如果要在系统中增加新的功能,只须在控制单元中插入相应功能模板即可。

当电力线路出现短路故障时线路上的电流发生突变,如果计算机系统不能快速切断故障线路将导致严重的电力设备损坏事故。因此,要求变电站综合自动化的继电保护部分具有很高的可靠性。在设计本系统时,采取控制单元功能独立、模板功能完全独立和模拟部分与数字部分完全隔离的措施来保证系统可靠工作。

控制单元功能独立 是指每一控制单元都在通讯控制板的管理下工作,通讯控制模板循环地对单元内的各个模板上的共享 RAM 进行访问来进行数据交换。然后,通讯控制模板将从各模板上取来的数据进行整理后送给上位机。通讯控制模板还负责对本单元面板上的 8 个按键、8 个 LED 数码管进行管理,可以在单元的面板上进行给定值的写入、修改,观察单元内各个模板的运行情况,以及实时显示各种电量。这样设计使每一控制单元具有相对的独立性,即使主机出现故障或者通讯线路出现故障,因控制单元不依赖于主机系统仍然可以正常工作。

模板功能独立 是指每一模板都带有一片 8098CPU,每块模板完成一个独立的功能,如

收稿日期:1994-11-15

10kV 线路保护板上有二相交流电流、三相交流电压的交流采样,频率采集,故障判断,跳、合闸驱动等功能。一块 10kV 线路保护模板就可以对一条线路进行保护。即使通讯控制模板或者别的测量模板出现故障,只要本模板工作正常,仍然可以完成各种继电保护功能。

按这种结构设计的系统具有很高的可靠性和容错性。当计算机系统发生局部故障时,未发生故障的模板仍然可以实现正常的继电保护功能。

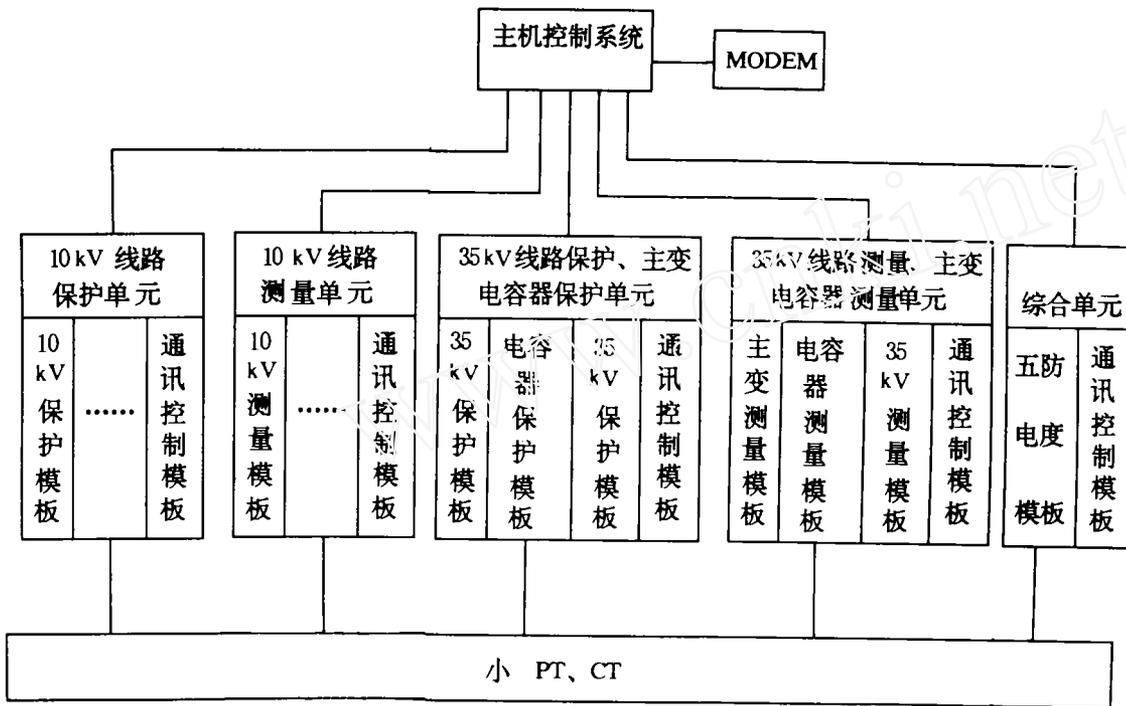


图 1 变电站综合自动化计算机系统结构图

2 智能模板的软、硬件结构

变电站综合自动化中关键的是要保证完成继电保护功能的模板能长期稳定地工作。或当模板出现故障时能够及时地检测出故障点,用好模板在线地取代故障的模板,这样才能使系统有很高的可靠性。本系统的模板采用智能化结构,即在每一模板上都带有一片 8098CPU,每一块模板上都完成一种独立的功能,在模板上有交流信号采集、开关量输入、输出、频率测量、自检、双端 RAM 数据传送、跳、合闸继电器驱动。根据模板上的输入、输出信号 CPU 进行处理就可以完成线路的继电保护。由于模板硬件具有独立的智能结构而使系统可靠性大为增强,下图是模板的硬件结构图。

系统的硬件特点:

与现场相联的开关量输入、输出、模拟量输入端子很容易窜入共模浪涌干扰,共模浪涌干扰会使计算机工作紊乱,甚至毁坏计算机系统。为了切断这些干扰通道,在单片机系统中用光耦将开关量输入、输出、模拟量输入与 CPU 等数字电路完全隔离。而且模拟部分与数字部分电源也分开供电以避免从电源线窜入浪涌干扰。模拟部分和数字部分完全隔离后就可以实现

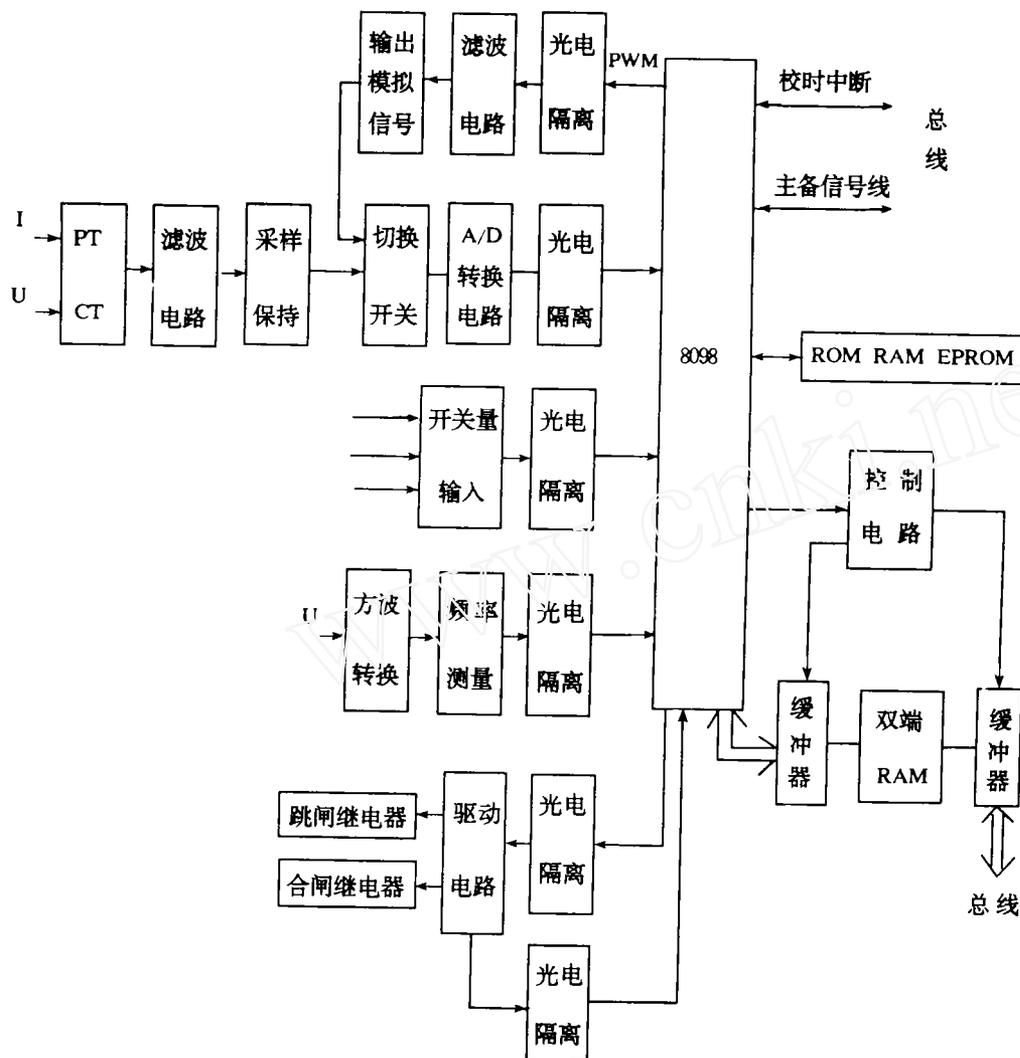


图 2 10kV 线路保护模板框图

计算机系统的全浮空工作方式。

在计算机系统中用软、硬件配合的方法对模板自检到芯片；用 8098 片内的 WACHDOG 功能对程序“跑飞”和程序死循环进行恢复；用 8098 的 PWM 输出经滤波后的模拟电压可以对模拟开关和 A/D 部分进行检测；在跳、合闸驱动回路中输出一个窄脉冲，脉冲的宽度很窄而不足以驱动继电器，但从返回到 CPU 的脉冲信号可以判断出跳、合闸通道是否正常；用 8098CPU 输出开关信号，再从开关输入通道进行检测以判断开关量输入通道是否正常；对 RAM、ROM 的检测用软件即可完成。从以上可以看到，系统可以对模板的每一个环节进行检测，具有完善的自检功能。模板每隔一秒就对系统自检一次，如果有故障就向通讯控制板报告，通讯控制板在 LED 上显示出故障点及故障类别，这样可在电力系统未出现故障之前排除计算机的故障。

本系统设计上还有一个独特的功能——主、备模板自动在线切换功能。对 35kV 线路、主变等重要设备需要配备双重保护,平常,由主控模板完成交流采样、故障检测、跳、合闸继电器的驱动;备用模板也进行交流采样、故障检测、自检,但不跳、合闸继电器驱动。主、备模板通过串口进行数据交换,当主控模板出故障时备用模板切换成为主控模板承担继电保护任务,原主控模板退出工作状态。待设备检修时再对故障模板进行更换。这样,实现了不停电在线更换模板的功能。

此外,在硬件设计时还采用双口线相“与”来控制跳、合闸继电器以防止计算机出错而误跳、合闸;采用双端 RAM 来快速实现通讯控制模板与单元内的各模板的通讯。采用以上的硬件措施可以保证系统能稳定、可靠地工作。

系统的软件特点:

10kV 程序主要包括有模板自检、频率测量、交流瞬时值采样、幅值计算、过流判断、故障处理、重合闸处理、跳合闸输出几个大部分。

在程序中一秒钟对模板进行一次全面的自检,并将检测结果存入双端 RAM 中。交流电流、电压的计算精度与电网的频率有关,当电网频率变化时,瞬时值的采样间隔也要相应地变化才能保证测量值的精度。频率值每二秒钟测量计算一次,根据频率值计算瞬时值采样间隔:采样间隔=周期/采样点数。计算出来的采样间隔存入软件定时器的定时常数寄存器,软件定时器按此间隔定时进入中断,在软件定时器中断中完成所有通道在这一点瞬时值测量。当采集到一周期的瞬时值时,就进行幅值的计算。

10kV 线路保护模板主要完成 10kV 线路保护功能,对幅值的计算要求计算速度快,精度要求不高,所以在一周波的前半波采集 8 点瞬时值;在一周波的后半波完成幅值的计算。电流、电压幅值通过半波积分求得,幅值的计算公式如下:

$$X = \sum_{k=1}^8 |x(k) - x(k-1)|$$

将计算的幅值与保存在 EEPROM 中的定值进行比较,当发现计算的幅值已超过定值时,就根据幅值的具体值来判断是过流保护、定时限过流保护还是速断保护。故障确认后重合闸处理,最终输出跳、合闸信号完成继电保护功能。

在软件的设计上还采取了许多抗干扰措施,如对采集的瞬时值进行软件滤波、对各种变量的范围进行限制和定期检测、对输出的跳、合闸信号进行多级确认才能输出最终的驱动信号。

3 结束语

以上以 10kV 保护模板为例介绍了系统软、硬件设计的特点,采用以上的软、硬件抗干扰措施可以保证模板能很好地完成继电保护功能,不会发生继电保护误动、拒动的现象。在系统中 35kV 线路保护模板与电容器保护模板、以及相应的测量模板硬件结构完全一样,与 10kV 线路保护、测量模板在硬件结构上只是模拟量多几路,所以,整个综合自动化系统的模板数目只有 5~6 种。使系统维修很方便。

系统主要针对 35kV 变电站的综合自动化设计的,由于系统是模板独立、控制单元独立的结构,只要增加一些模板就可以应用于更高电压等级的变电站的综合自动化。本系统经实际运行证明系统具有结构合理、可靠性好的特点。具有推广应用价值。