

综合保护装置中的多任务处理

张楠,黄益庄,李璇华

(清华大学电机系,北京 100084)

摘要: 详细分析了新型综合保护装置中需要处理的各种任务,并从这些任务着手,从硬件和软件两方面提出对这些任务进行协调处理的一个解决方案。该方案的特点是软硬件结构思路清晰,任务处理的效率高,协调性好,值得进一步推广。

关键词: 多任务; 并行处理; 硬件结构; 中断响应; 串行通信

中图分类号: TM77 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)03-0030-03

1 引言

计算机技术软硬件的发展,使得变电站自动化的水平越来越高。作为综合自动化系统一个重要组成部分的微机保护装置,也在不断地提高性能,实现多功能。越来越多的微机保护装置都在向着集监控、保护、通信、遥控等多功能为一体的综合保护装置发展,国外许多智能型的综合保护装置都已经做到了由用户定制保护装置的功能。使得保护装置能更方便地满足用户的要求。作为多功能的综合保护装置,内部的CPU系统必然要实现多任务的并行处理。因此,是否能够将所有的任务都协调好,以及系统是否能够稳定、可靠的运行,是综合保护装置设计过程中要重点考虑的核心问题。本文将结合一种新型的多功能综合保护装置 TH21-4,从软硬件两方面分析一下综合保护装置内部多任务的协调问题。

2 综合保护装置的主要功能

TH21-4 系列综合保护装置是由清华大学电机系研制开发的新一代综合保护装置,该保护装置继承了以前各代保护装置设计过程的成功经验,并结合国内外先进的同类产品的特色,应用了当前先进的计算机技术研制而成。该装置的特点是外观小巧、功能齐全,特别适合分级分布式的变电站综合自动化系统。我们结合图1介绍一下其主要实现的功能。

2.1 综合保护装置的基本功能

保护装置的基本功能和传统的保护类似,但实现方法有着本质区别。针对不同的保护对象,各个保护单元都有自己独立、完整的保护功能。而且要保证其快速性、选择性、灵敏性和可靠性的要求。这一部分功能主要有以下几个方面:



图1 综合保护装置实现的多任务

2.1.1 采样处理

交流采样是实现电力系统参数计算的基础,为了使采样数据精确,通常需要对信号进行滤波,而且应尽可能地使各个电量的采集保持同步,这样会对以后的计算过程带来极大的便利。

2.1.2 测频

频率是电力系统运行的重要指标之一,若频率波动很大,会对系统运行造成很大的影响,因此应该实时监视系统频率的变化。在线路保护中还设有低频减载的功能,能够在系统频率降低到一定值时自动切除负荷,保证系统的正常运行。

2.1.3 保护和测量计算

根据采样点的数据计算电力系统的三相参数,包括电压、电流、有功、无功,功率因数及电能量等。

2.1.4 状态监视

监视系统当前的运行状态,判断电压和电流是否超过阈值。监视线路开关状态,检查开关变位情况,并及时上传。

2.1.5 故障判断及处理

这是保护装置最主要的功能,及时发现电力系统的短路故障,并自动切除有故障的线路或设备,保证系统其他部分的正常运行。不同类型的保护装置都有自己独特的保护类型。

2.2 综合保护装置的高级功能

这一部分功能主要完成人机界面操作和通信的任务。随着变电站的自动化程度的越来越高,这部分功能已经不再是某一两个保护装置所体现出来的

特色功能,而逐渐成为了新型综合保护装置的标准配置。

2.2.1 液晶显示

新型的综合保护装置都强调友好的人机交互画面,大屏幕的汉字液晶显示器可以使用户对操作过程一目了然,而并不需要每次查阅说明书来了解操作步骤。

2.2.2 键盘操作

通过键盘操作来选择保护装置显示的画面,查询修改信息以及事件记录等。

2.2.3 修改定值

用户可以根据自己的需要来定制所需的保护配置和保护定值,这使得保护装置的适用性更广。

2.2.4 通信

作为无人值班变电站的综合自动化系统,必须能够让调度员监测来自设备层的系统信息,并及时记录。因此作为设备层中的保护装置就必须能够快速地与上位机进行通信,使设备层的信息快速地反馈到调度。

2.2.5 遥控

上位机可以远方实现对线路的投切,并能够实现装置的配置信息的远方修改,这也是无人值班变电站需要实现的功能。

系统中共有 3 个 CPU,主机 CPU 选用功能强大的单片机 80C196KC,图 1 中提到的基本功能都由它完成。另有一片 8 位的定时采样 CPU 专门负责交流采样和硬件定时。另外,用 80C51 作为人机交互部分的 CPU,由它完成装置的高级功能,即作为保护主机和上位机之间的联系。这样的好处是变电站可以不必再另外装设保护管理机。另外,可以隔开保护单元和监控系统的直接联系,不仅可以减少线路的连接关系,又可以减少相互间的影响和干扰,有利于提高系统的可靠性。人机交互 CPU 实现上位机和保护主机之间的数据交换,是通过通讯方式来实现的,对于装置内部比较简单的通讯来说,选用 485 接口作为通讯媒介。而对上位机,则采用可靠性更高的 CAN 总线形式进行通讯。

装置的硬件结构一般采用模块化的结构,这样可以有效地把不同的任务类型作初步的划分。我们把装置分成了五个模块,即:(1)电源模块,负责各模块的电源供应。(2)主机模块,包括主 CPU、定时器 CPU、ADC 以及开关量输入输出。除此之外,还有测频电路和串行通信电路等。(3)信号及出口模块,包括所有信号继电器和出口继电器,是保护装置的出口执行部分。(4)交流变换模块,此模块配备小电流互感器(CT)和电压互感器(PT),变电站的大 CT 和大 PT 的输出经此模块转换成微机 A/D 回路可以接受的电压信号。(5)人机接口和通信控制模块,此模块安装于机箱的面板背面上,主要由 80C51 单片机和外围驱动电路组成,负责管理液晶显示器、键盘以及与向上和向下的通信。

4 软件结构

对于微机保护装置,快速性是其基本要求。传统的保护装置采用串行任务处理的方法,这对于多任务的综合保护装置来说,不能满足快速性的要求。因此,应该尽可能地采用并行任务处理的方法。在本装置中,采用了多 CPU 的结构,除了定时器 CPU 只完成硬件定时任务以外,其它两片 CPU 都有各自的外围电路,可以单独编程处理,这样两片 CPU 之间就可以实现多任务的并行处理。

对于每个 CPU 本身来说,采用中断方式进行任务处理,是提高程序运行效率的一个手段。但是应该注意,中断响应过多会造成调试的困难,而且会降低系统的性能和可靠性。因此,每个 CPU 处理的

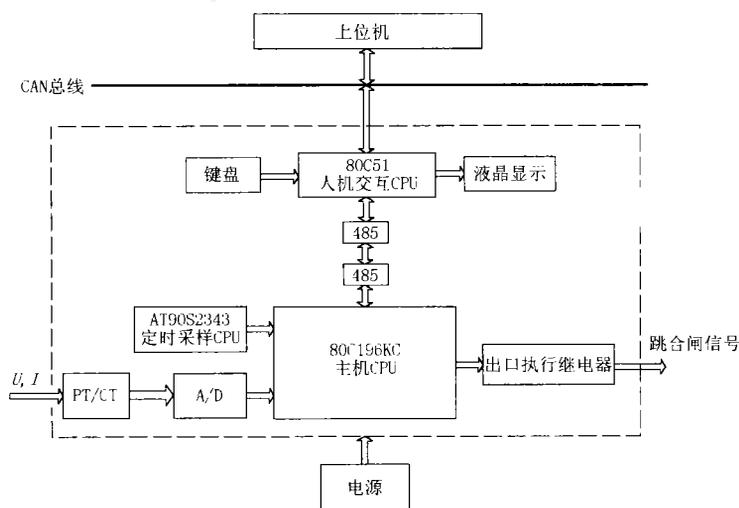


图 2 装置硬件结构框图

3 硬件结构

合理的硬件结构设计是有效地协调多任务处理的基础。传统的单一 CPU 的系统结构已难以满足当前多功能保护装置的需要,因此,我们采用了多 CPU 的冗余结构。如图 2。

断响应应该控制在两到三个。而且每个中断响应处理的时间应该尽可能的短,这样才能减小屏蔽其它中断的可能,才不会造成任务的累积。

在硬件结构的划分中,已经明确了两片 CPU 的任务分工,因此在软件的设计中也要遵循这一原则。即主机 CPU 主要完成装置的基本功能,而人机接口 CPU 完成装置的高级功能。两 CPU 之间的数据共享采用通讯方式完成。因为,装置的内部数据传递过程相对比较简单,而且不像保护基本功能那样要求很高的实时性。因此,采用通讯方式完全可以满足要求,况且这种方式从硬件外围电路来说,也是比较简单的,可以减少投资。而通讯过程采用国际标准的通讯规约,又使得数据的可靠性得到了保证。图3中显示了装置两片 CPU 的核心程序的结构框图。

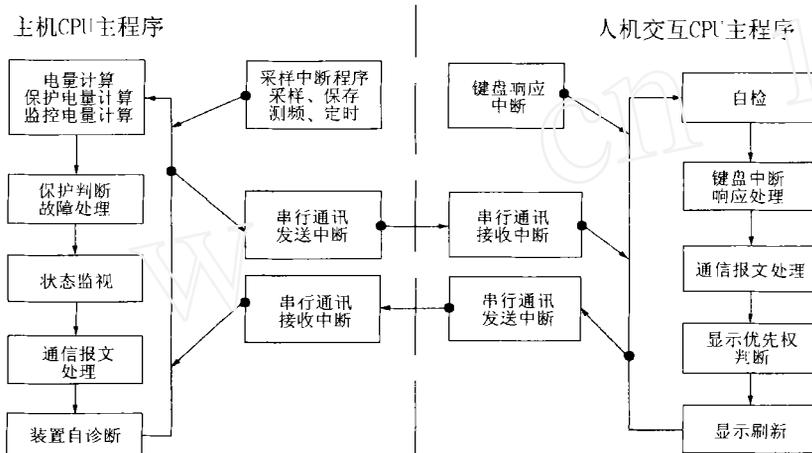


图3 装置主程序结构框图

4.1 装置基本功能的软件实现

对于主机 CPU,其主要的中断响应有采样中断和串行通信中断。采样中断由 CPU 的外部中断触发,触发时间由定时器 CPU 来精确定时。在采样中断服务程序中避免大量的乘除法计算,只进行信号采样、差分滤波、数据保存、查询测频事件和累计出口延时。由于各电量的傅氏计算和保护功能、监控功能的实现只能串行处理,因此可以把这段程序放在主程序中进行统一处理。采样中断把采集的数据都保存在数据缓冲区中,在主程序中调用数据缓冲区中的数据进行傅氏计算,然后利用傅氏计算的结果来进行各项保护的逻辑判断和监控越限判断。因为保护功能是实时性要求最高的,因此也就是任务优先级最高的,每次主循环中都应该先进行保护逻辑判断,如果检测到有故障发生的时候可以暂时闭

锁其他的任务,而优先进行故障处理。而当故障处理完毕后再处理其它的任务。

串行通讯中断用来实现装置内部各种数据和控制命令的传递。通讯过程采用主从方式,由人机交互 CPU 请求上传监控状态、保护信息,并下发修改的定值和上位机的监控命令等。主机根据不同的报文格式来回复不同的应答信息。

另外,主机还要在每个主循环程序中进行装置的自诊断,包括 EPROM、EEPROM、ADC 以及测频回路等。如果发现异常状况,必须闭锁保护通道,上传信息请求处理。

4.2 装置高级功能的软件实现

人机交互的任务主要是通过键盘和液晶显示器来实现的。在人机交互模块中含有键盘和液晶显示器的外围驱动电路,在程序中必须要编写相应的驱动

程序。人机交互模块是上位机和装置主机之间的联系,这种联系是通过通信手段来完成的。前面已经提到了装置内部的通讯过程,相类似,外部的通讯过程也是采用主从方式。上位机作为主方,主动请求信息或下发命令,而人机交互 CPU 则根据不同的报文来回复应答信息。利用串行通信方式传递数据,很容易实现保护装置中通信和遥控部分的任务。

如图3所示,对于人机交互 CPU 来说,键盘响应中断和串行通讯中断是实现任务实时处理的关键。在两个中断服务程序中,可记录任务请求的类型,然后判断任务优先级。在主程序中预先设置一个任务类型和相应处理程序的列表,根据列表就可去执行相应的任务。同时液晶显示程序也根据当前的任务类型来选择显示的优先级,按优先级最高任务类型的刷新显示画面。在装置的高级任务中,一般的键盘操作只需要对液晶显示画面进行切换即可。而要涉及到定值修改的步骤,则必须利用串行通信方式将定值下发给主机或上传到上位机。

5 结束语

本文从软硬件结合的角度提出了一种新型综合保护装置多任务并行处理的方案。该方案已经在清华大学电机系新研制的 TH21-4 型 (下转第 36 页)

具有良好的运行业绩。我省将它作为典型配置方案,运用于近年来新建、改造的大型机组保护中。采用典型配置,不仅给设计、整定、调试、运行带来很大方便,而且便于技术的成熟和运行经验的提高。

另外需指出的是,失磁保护对整定计算的要求较高,如整定不当,易造成误动作,尤其是 $U_{fd}(P)$ 判据。本典型方案主要适用于大型机组和对系统影响很大的机组。在实际运用中,并非所有的判据都一定要采用。合理地简化不仅利于整定和运行,也可最终减少误动发生的可能性。

参考文献:

- [1] 殷建刚,彭丰. 发电机失磁保护的動作分析和整定计算的研究[J]. 继电器,2000,(7).

- [2] 姚晴林,张学深,张项安. 微机 $U_L - P$ 型转子低电压失磁继电器动作方程及整定计算的研究[J]. 继电器,2000,(7).
- [3] 崔家佩,孟庆炎,等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:水利电力出版社,1993.
- [4] 殷建刚,彭丰,等. 进相运行对发电机变压器保护的影响的讨论[J]. 湖北电力,2001,(1)
- [5] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,1996.

收稿日期: 2001-07-11

作者简介: 殷建刚(1971 -),男,本科,主要从事电力系统继电保护整定计算与运行管理工作; 彭丰(1963 -),男,本科,高级工程师,主要从事电力系统运行与管理工作。

Research on the typical configure of generator loss of field protection

YIN Jian-gang, PENG Feng

(Hubei Electric Power Dispatch Center, Wuhan 430077, China)

Abstract: This paper discusses the character of the criteria of generator lose of field protection and problems of setting about it. An integrated scheme is proposed against the mess situation in configure of loss of field protection. The loss of field protection facility based on this scheme has been successfully applied to 4 large generator unit of 300MW, which has made good performance. The advantage of this scheme will be analyzed from theory and application.

Key words: generator; loss of field protection; typical configure

(上接第 32 页) 综合保护装置中得到了应用。其特点是软硬件思路明确,调试方便,实际应用效果较好。本装置的软件除了全波傅式算法和开方算法采用嵌入式汇编语言以外,其他程序均为 C 语言编制。由于高级语言的固有优势,使得程序可读性和可维护性更高,而这并没有以牺牲保护装置的性能作为代价。

参考文献:

- [1] 黄益庄. 变电站综合自动化技术[M]. 中国电力出版社,2000,3.
- [2] 李华. 微型机继电保护装置软硬件技术探讨[J]. 电力建设,2001(5):44-47.

- [3] 陈皓,汪波,黄洲. 微机保护装置硬件结构[J]. 电力自动化设备,2000(4):32-36.
- [4] 沈鲁豫,王忠,等. 介绍一种新型综合保护装置[J]. 电力自动化设备,1999(6):44-46.
- [5] 吴建军,陈一光. 微机保护中的单片机实时多任务编程[J]. 电子与自动化,1998(6):33-35.

收稿日期: 2001-08-24

作者简介: 张楠(1977),男,硕士研究生,研究方向为电力系统综合自动化; 黄益庄((1939 -),女,教授,研究方向为电力系统综合自动化、电能质量和调度自动化; 李璇华(1977 -),女,硕士研究生,研究方向为电力系统综合自动化。

Multi-task processing in the integrated protection device

ZHANG Nan, HUANG Yi-zhuang, LI Xuan-hua

(Department of Electrical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: This article introduced the different tasks in the new kind of integrated protection device in detail. And with these tasks, a resolving scheme is presented based on software and hardware. The specialty for this scheme is its clear structure, high efficiency and good coordination. And this scheme can also be extend in other fields.

Key words: multi-task; parallel processing; hardware structure; interrupt response; serial communication