

单片机并行处理式继电保护硬件设计

华北电力学院 王绪昭 杨奇逊 郭登峰

一 前言

近几年来,由于微机型继电保护已经从理论研究阶段进入到生产运行阶段,一些运行中的实际问题越来越引起人们的关注。例如如何进一步提高装置的可靠性,如何使调试、运行和维护更方便,等等。许多微机保护研制者们认为,单CPU系统的保护装置在运行效率方面显露出若干不足之处,如容错能力低,故障诊断不易定位等。因此,设计出合理的多CPU结构保护装置成为近一时期来国内外许多研制单位的热门课题。

本文提出了一种利用多个单片机并行处理式模块化的硬件结构方案。比起目前的单CPU系统和某些多CPU系统保护装置来,这种结构具有抗干扰能力强,故障诊断可以定位等优点。由于采用了并行处理式模块化结构,软、硬件的开发扩充非常容易,可以方便地组成线路或元件成套保护装置。同时这种结构又非常有利于尚不十分熟悉计算机系统的运行人员使用和维护。

二 单CPU型继电保护硬件结构

通常的单CPU继电保护硬件基本结构如图1所示。从提高运行效率增强可靠性的角
对RAM区,当然对重要变量或数据可以采用重复存储的办法。无疑,这些措施会增加硬件的费用和软件负担。

为解决CPU及存储器件可靠性的问题,当然可以采用双CPU的办法,用一个CPU进行保护功能计算,另一个专用来监视及分析其运行情况,但是,考虑到两个原因,一是这样会增加硬件结构的复杂性,二是由于目前重要设备均采用双重保护方式,因而完全有可能使用双重保护的两套装置相互来检测另一方的工作状态。这个工作当然需增加机间通讯及各自的软件负担。

关于供电电源的可靠性问题,也是一个值得注意的问题,目前采用从直流蓄电池经DC—DC变换后取得供电电源的办法。从经验上说,直流蓄电池是可靠的,故障率比较低。因而问题是提高DC—DC变换器的性能,其中包括负载能力,防止短路能力,和适应输入电压变化的能力。为提高供电电源的可靠性,当然可以采用双重化电源的办法,但是由于体积,成本,及对电源装置的要求,电源间的切换等问题,因而采用时,要仔细考虑。

鉴于上述,我们目前仍使用单CPU单供电电源这种方式。当然在设计时注意各

度来分析,这种微机系统有以下几点不足。

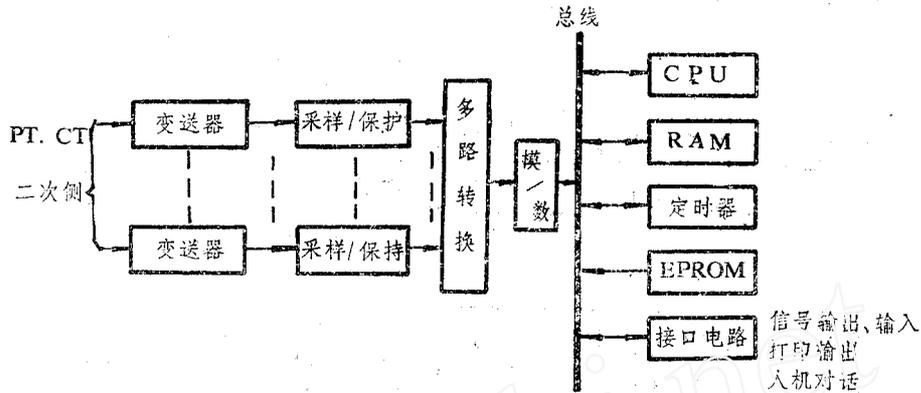


图1 单CPU系统继电保护装置硬件基本结构

(1) 容错能力差。采样保持器后的任何一块元器件损坏都可能造成装置中止工作。由于整套保护(如线路保护,包括高频、距离、零序方向等)软件由一个CPU分时处理,任何一处的程序紊乱出格都可能使全套保护工作混乱。

(2) 故障诊断不易定位。图1中的各元器件分装在不同的插接板上。由一片CPU对多块插接板巡检,一般是不容易确定故障发生在哪一块板上的。

(3) 不利于维护检修。由于故障诊断不易定位,使装置的检修恢复费事费时。一般要有对硬件比较了解的专业技术人员参与分析,才能找出故障所在。又由于各插接板元器件各不相同,这就要求运行部门平时备有较多的备用器件及电路板,以备替换。

(4) 不易于进一步开发和扩充新的功能。由于单CPU系统的软、硬件采取串行工作方式,任何新功能的增加都要对原装置做通盘的考虑和调整,费时费事。

由于单CPU结构的装置在运行中显露出这些不足,近几年来美国、日本、加拿大等国的继电保护研究机构开始研制多CPU并行处理式的硬件结构。

三 目前国外的几种多CPU型继电保护硬件系统

从80年代中,国外陆续有论述多CPU式微机保护系统的文章发表(文献1,2,3)。研制者的目的主要集中在如何提高装置的可靠性和处理速度,其中包括增强装置的抗干扰能力,具有一定的容错技术,运行维护方便和软件算法并行处理等方面。装置大多采用16位CPU做中央处理机。

图2是加拿大魁北克研究所提出的一种比较典型的多CPU距离保护硬件结构。图中八个CPU各自具有RAM,EPROM和控制电路,实际上是八块16位单板机。三相电流电压分别经两个模/数变换送入。CPU1,2对每相输入量做数字滤波,结果存入公共RAM区。CPU3,4,5分别作为三块阻抗计算器。每块负责计算一相对地和相对相阻抗。这个系统的特点是所有计算量可以在每次采样间隔内完成,故障诊断功能有所增强,通过板内自检与板与板间的互检,可以诊断出故障发生在哪块板上。这种结构具有

模块化的特点。可以在总线上接更多的CPU,共享CPU1,2的资源,开发新的保护功能。

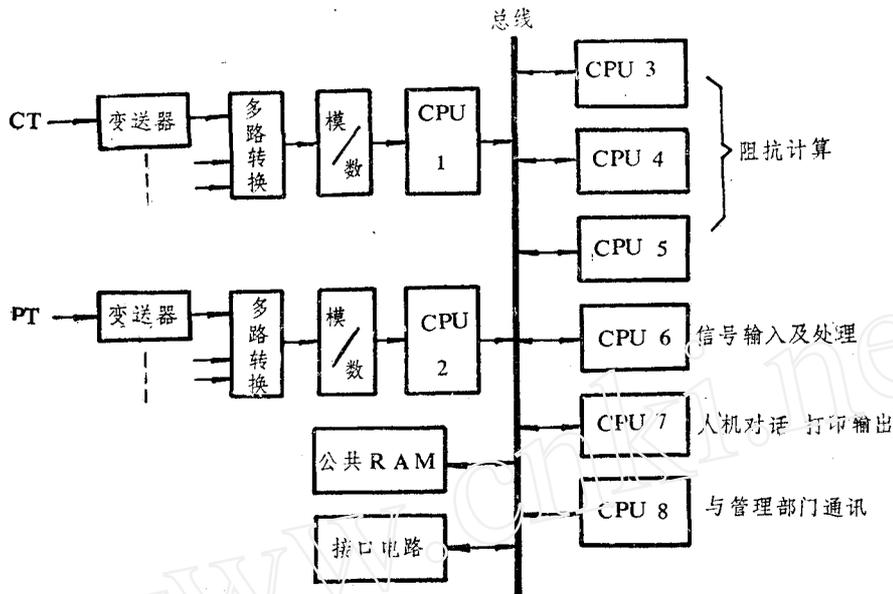


图2 魁北克多CPU距离保护基本硬件结构

图2系统的主要不足是接线复杂。地址数据总线要引出板外,通过专门的控制电路,各CPU在公共RAM区交换数据。这样做实际上是降低了系统的可靠性。其他一些多CPU方案也都存在类似的问题。

四 一种多单片机并行处理式的硬件结构

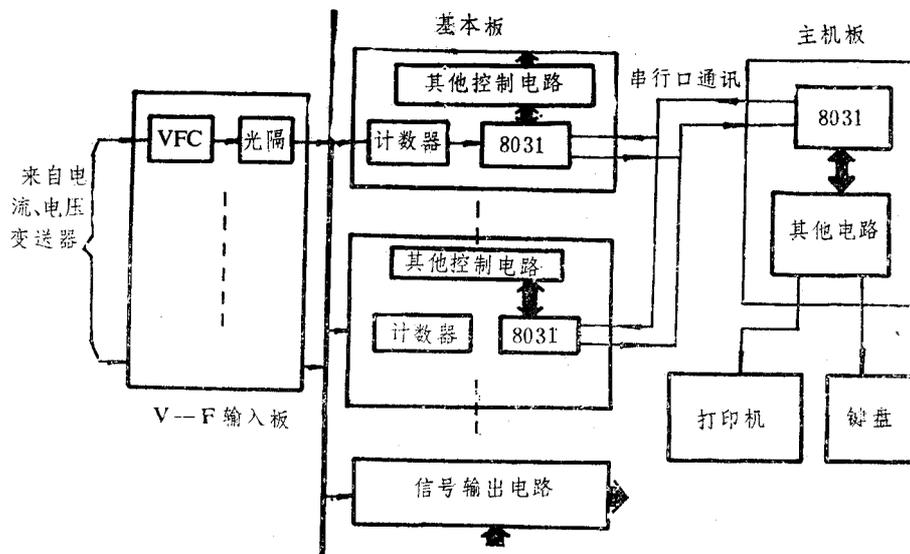


图3 多单片机并行处理式硬件结构

图3是本文提出的多单片机并行处理式继电保护硬件结构图。这个系统选用可靠性高的工业级产品8031单片机做为工作CPU。电路设计简单,具有较好的抗干扰措施,故障诊断可以定位,而且调试维护非常方便,易于今后进一步的开发和扩展。

新系统主要由三部分组成:VFC(电压频率转换)数据采集系统;若干块硬件电路完全相同的8031基本板和一块8031主机板。当然,作为保护装置还需包括电流电压输入变送器和输出继电器电路。

每块基本板根据不同的软件完成一种保护功能,整机组成套保护。基本板上装有若干片计数器,可根据不同保护的需要,读取VFC的脉冲输出。在电力系统发生故障情况下,依照软件算法做出判断,将信号输送给信号输出电路,同时将采样值及运算结果经串行口发送给主机板,然后打印输出。

以下分述图3系统的几个特点。

(1) VFC数据采集系统

由于用VFC取代了传统的模/数变换器,使整个系统从三个方面提高了运行的可靠性。

第一,V-F变换是基于积分原理实现的,这对于从一次系统到进入装置内部之间的通道噪声有着明显的抑制作用。

第二,可以方便地在每个VFC输出端与基本板上的计数器之间接入光电隔离器,这对抗干扰(尤其是共模干扰)是十分有利的。

第三,VFC的输出可以为多块基本板共享。这样就为各个基本板的并行工作提供了条件。与目前一些多CPU系统相比,图3中各基本板之间不需要数据交换,工作完全独立。这使装置的容错能力得到明显提高。另外,由于基本系统各自工作独立,引出板外的只有少数几根联络线,地址数据总线均不外接,这对于抗干扰是十分有利的。

有关VFC的详细分析请参阅文献4

(2) 8031单片机

CPU是整个微机控制装置中的核心元件。从运行经验看,发热程度要比其它元件高,因此,选择可靠性高的CPU是设计微机保护必须考虑的。工业级产品单片机应该说是比较理想的元件。商用级CPU(如Z80,6800系列等)的允许温度范围是 $0^{\circ}\sim 70^{\circ}$,而工业级单片机(8051,8096系列等)的温度范围在 $-40^{\circ}\sim +85^{\circ}$ 之间。单片机把串、并行口,定时器和一部分存储器都封装在一片集成电路内,无疑是提高了可靠性。

在单片机系列中,选用8位8031机是比较合理的。除价格低,功耗低外,8位机所需的外部电路最简单。若使用16位单片机,外部存储器(RAM和EPROM)的数目都要加倍,增加了电路的复杂性。还应指出,由于本文方案中采用了V-F变换技术和并行工作方式,软件得到了简化,使保护的動作速度完全能满足高压超高压电网快速切除故障的需要。

(3) 故障诊断系统

图(3)系统的故障诊断包括软件的自检、互检和硬件的自复位电路。主机板和每块基本板上都设有自检软件,每片8031可及时诊断出本系统中任何一处元器件的损坏并报警。同时利用所有8031的串行口,在主机板的管理下进行定时通讯联络,互相检查工作是否正常。当主机监视到某一基本板工作不正常时,可向该板CPU发复位信号。复位不成,则报警通知运行值班人员。若主机板故障,与各基本板失去联系,所有基本板将同时报警。这种自检互检相结合的诊断系统可以准确确定故障发生在哪块板上,以便用户在尽可能短的时间内,更换新板,恢复运行。由于所有基本板硬件完全相同,区别只在于EPROM中的程序不同,这给维护检修带来了极大方便,使不了解装置内部结构的运行人员也可以及时更换器件,恢复系统运行。

为防止主机板CPU因干扰程序出格,与基本板失去联系,主机板上设有硬件自复位电路。目前许多微机控制装置的复位电路由一个或多个单稳触发器与其他门电路组成。众所周知,单稳的抗干扰能力是比较弱的。如果在电力系统发生故障的情况下,程序并未走乱,但由于某种干扰使单稳触发器误翻转,强迫CPU复位,反倒造成保护动作延时或工作混乱。本文提出的复位电路如图4所示,电路由一片VFC和一片8位计数器组成。VFC输出频率稳定的脉冲串,计数器对脉冲个数计数,计满8位时向CPU发复位

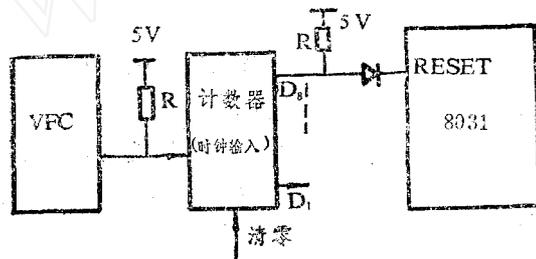


图4 自复位电路基本构成

信号。正常运行时,CPU对计数器定时清零,使之未计满8位时便返回。这个电路简单可靠稳定,比起单稳触发器复位电路来,具有较高的抗干扰水平。

五 试验与结论

在总结单CPU结构微机保护运行经验和比较国外几种多CPU系统的基础上,本文提出了多单片机并行处理式继电保护硬件设计方案。这种方案已由不同厂家制成样机,其中基本板的软件包括微波、高频闭锁,距离、零序方向和综合重合闸。几台装置在试验室中进行了大量试验,证明VFC工作性能良好,各种保护满足“四统一”要求,硬件结构工作灵活可靠,调试方便,故障诊断系统判断准确无误。理论分析与试验结果都表明,这是一种很实用,很有前途的设计方案。

目前,正着手对几台样机做动模试验和投入试运前的准备工作。

发变组内部短路主保护新判据的探讨

清华大学 卜秉鑫 王维俭 杨钺
电科院研究生部 陈允平

1 前 言

以往发变组内部短路主保护习惯采用发差和发变组大差,对于大型机组,根据双重主保护原则,增设变差,一共装设三组纵差保护。

基于下述新的情况,有必要探讨新的内部短路保护判据:

(1) 对于发电机定子绕组的匝间短路和开焊故障,还必须增设横差或其它保护,过于复杂。

(2) 由于现代变压器铁芯材料的改进,空载合闸励磁涌流中二次谐波含量减小,由于系统补偿电容和线路分布电容的增加,使变压器差动保护区内短路故障时的低次谐波(接近二次谐波)含量增大,造成区分内部短路与空载合闸的困难。

(3) 大型机组纵差保护的動作电流小于主设备的额定电流,必须附加LH二次断线保护,使差动保护装置更加复杂。

(4) 500kV级LH通常带有小气隙,而发电机电压级LH总是不带气隙,给装设差动保护增加了困难。

(5) 考虑到微机的极强计算功能和记忆能力,过去模拟式保护装置无法实现的保护判据,现在在数字式保护装置中可以实现了。

2 采用负序功率增量方向保护的可行性

发电机和变压器内部短路总是三相不对称的,一定有负序功率流出被保护设备。

参考文献

1. "A Multiprocessor-Based Distance Relay Design Features and Test Results" St-Jacques A. L. IEEE Transaction on PAS, Vol. PAS-102 No. 12 December 1983
2. "Design and Testing of A Microprocessor-Based Distance Relay" B. JeYasurya IEEE Transaction on PAS Vol. PAS-103 No. 5 May 1984
3. "Multi-Microprocessor-Based Travelling Wave Relay" M. M. Mansour and G. W. Swift Third International Conference on Developments in Power-System Protection 17~19 April 1985
4. "适用于微机保护的模数变换器新方案探讨" 张振华 王绪昭 杨奇逊 华北电力学院学报 1989年第3期