

文章编号: 1003-7837(2006)04-0296-05

基于 TMS320LF2407A 的农网变电站 主变压器的保护测控装置系统的设计

董爱玲, 凌玉华, 廖力清

(中南大学信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘要: 介绍了农网变电站主变压器的保护测控装置的特点, 提出了一种基于 TI 公司的 DSP 芯片 TMS320LF2407A 进行保护测控装置系统设计的基本方法及在设计过程中需注意的问题, 同时提出了软硬件的构成. 所设计的系统具有功能齐全、抗干扰能力强、反应速度快、性价比高等特点.

关键词: 变电站自动化; 变压器测控; 数字信号处理(DSP)

中图分类号: TP202 **文献标识码:** A

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展, 变电站综合自动化技术也得到了迅速发展. 变电站自动化系统中的保护单元有: 变压器测量控制保护、线路测量控制保护、电容器测量控制保护和通信. 其中对变电站主变压器的保护装置的要求较高, 合理的保护和测控装置, 可以使变压器的运行更加可靠^[1].

主变压器的保护测量控制装置的功能包括: 完成主变差动、差流速断、复压过流、过负荷和其他非电量的保护; 主变压器的温度、电流、电压、有功功率、无功功率的测量; 有载调压档位的控制和断路器的控制操作. 主变压器的保护测控装置是变电站实现自动化的基础, 对提高电力传输质量和供电的可靠性, 都具有至关重要的作用^[2].

1 系统设计

根据主变压器保护测控装置的功能需求及现有的成熟技术, 采用“硬件+应用软件”的系统构件来设计主变压器的保护测控装置.

选择美国德州仪器(TI)公司的数字信号处理

(Digital Signal Processing, 简称 DSP) 芯片 TMS320LF2407A 为主控制器, 自行设计了这款芯片的接口电路, 包括电源模块、模拟信号采集器、开关信号的输入输出回路、人机接口及通信模块. 在软件方面, 对程序设计和电量参数的采样技术进行了研究.

1.1 主变压器保护测控装置的硬件设计

所设计的主变压器的保护测控装置的硬件构成如图 1 所示. 该装置以 TMS320LF2407A 芯片为核心. 时钟芯片向系统提供当前时间, 并为保存系统参数提供空间. 光电耦合器使系统的主要部分与外界电气信号无直接的电气连接, 保证了系统在大电压、大电流环境下安全运行^[3].

由图 1 可见, 整个硬件部分可分为 7 个功能模块: (1) 以 DSP 芯片 TMS320LF2407A 为核心的处理系统, 包括共享 RAM; (2) 模拟信号的输入和转换电路, 交流模拟量有电流信号(含三路保护)和电压信号, 直流模拟量有电容器和蓄电池端电压信号及温度检测信号; (3) 开关量输入输出电路, 用于处理分合闸信号、分合闸位置信号及蓄电池和电容器的

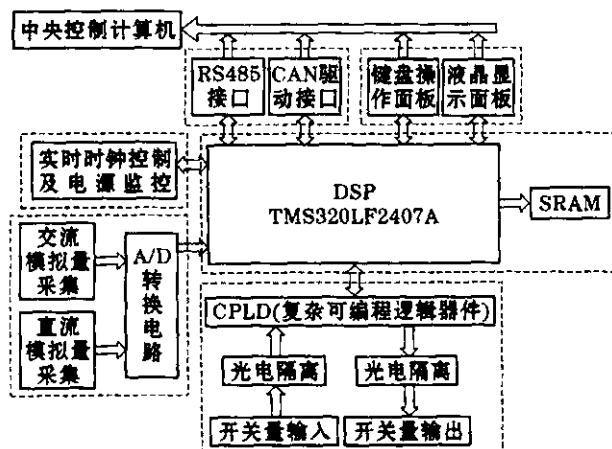


图1 主变压器保护测控装置的硬件整体框图

Fig.1 The whole hardware block diagram of the protection and measure installations of the main transformer

故障信号等;(4)通信模块,采用 RS485 通信接口及 CAN 总线接口;(5)时钟模块,含非易失性 RAM;(6)键盘操作和显示模块;(7)电源模块,电压等级分别为 $\pm 24\text{ V}$, $\pm 12\text{ V}$ 和 $\pm 5\text{ V}$ 。

1.1.1 DSP 模块

该装置的核心处理芯片是采用 TI 公司生产的低功耗 Flash 型 16 位 RISC 精简指令集 DSP 芯片 TMS320LF2407A,它具有程序和数据分开的哈佛总线结构、流水线操作功能和单周期完成乘法的硬件乘法器。另具有如下特点^[4]:(1)采用高性能静态 CMOS 技术,电源电压为 3.3 V,控制器的功耗小。(2)具有 32 K 字节 Flash 储存器,为多种用途的产品提供经济的可编程解决方案。基于 Flash 的芯片中有 256K 字节引导 ROM 使在线编程更加方便。(3)高性能的 10 位模数转换器(ADC),转换时间为 500 ns,提供 16 路模拟量输入,具有自动排序功能,即使 16 路模拟输入量在同一期间进行转换也不会额外占用 CPU 资源。(4)除了提供串行通讯接口(SCI),使之能与系统中的其他控制器进行异步通信(RS-485)外,还提供了 CAN 通信模块。另外,2407A 还提供了一个 16 位的同步串行外围接口芯片(SPI),用于要求额外通信接口的系统。

由此可见,TMS320LF2407A 具有低成本、低功耗、高性能的特点。

1.1.2 模拟量输入及转换回路

变电站自动化系统所采集的主变压器的电流、电压、有功功率、无功功率及温度等信号均为模拟万方数据

量。变电站自动化装置的动作速度和测量精度等都与模拟量输入电路密切相关,其主要作用是隔离、规范输入电压及完成 A/D 转换,以便与 CPU 接口,完成数据采集。

在实际运行中,电力系统特别是配电网中的干扰比较严重,为提高抗干扰能力,模拟量的输入输出回路都需要加接隔离变压器或光电耦合器进行隔离。

1.1.3 开关量输入输出回路

开关量输入电路由信号调节电路、逻辑控制电路、驱动电路、地址译码电路、隔离电路等组成,其功能是将变电站所需的状态信号引入微机系统。开关量输出电路的组成基本上和输入电路是一样的。开关量输出信号主要包括跳闸出口及本地和中央信号等,一般都采用并行串口的输出来控制继电器(干簧管或密封小型中间继电器)。开关量输出电路的主要作用是将 CPU 送出的数字信号或数据进行显示、控制或调节。为提高抗干扰能力,开关量的输入输出回路都需要加接光电隔离器件。

1.1.4 通信接口

变电站主变压器的通信点多,而且分散,采用一种通信方式不能解决问题。在实际应用中,采用 CAN 总线为远程通信接口,RS485 为本地通信接口的混合通信方式。

CAN 总线接口如图 2 所示。由于 TMS320LF2407A 内部集成了 CAN 控制器模块,所以只需在 TMS320LF2407A 与 CAN 总线之间加上 CAN 驱动芯片 82C250 即可。电路中采用了光电耦合器 6N137,它的作用一是提高电路的抗干扰能力,防止总线上的干扰信号窜入控制器;二是对 TMS320LF2407A 与 82C250 之间进行 3.3 V 和 5 V 的电平转换。

图 3 为 RS485 通信接口,RS485 是目前最常用的串行通信方式之一。本设计基于 TMS320LF2407A 的 SCI 模块实现了控制器的 RS485 通信接口。电路中采用 65LBC184 作为标准的 RS485 总线的驱动收发芯片。由于 TMS320LF2407A 采用 +3.3 V 供电,所以在 TMS320LF2407A 与 65LBC184 之间需要进行电平转换,这里采用 6N137 光电隔离芯片进行光电隔离和电平转换。

1.1.5 人机接口电路

本系统所需显示的信息量较大,采用液晶显示

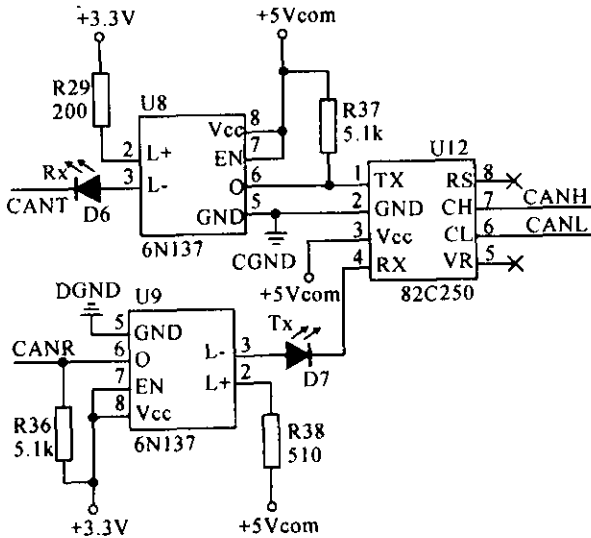


图 2 CAN 总线接口

Fig.2 The interface of CAN bus

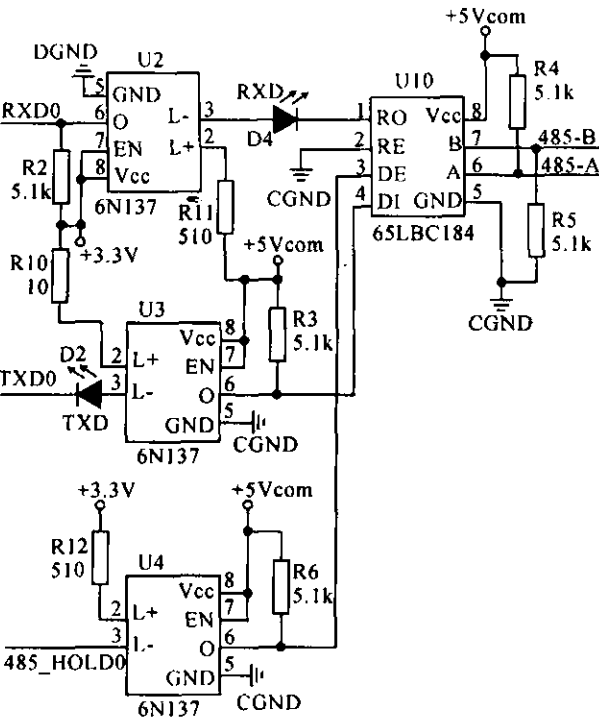


图 3 RS485 通信接口电路

Fig.3 The circuit of RS485 communication interface

器作为系统的输出设备. 所选用的液晶显示器是由肇庆金鹏科技有限公司生产的 OCM4X8C 型图文液晶显示器. 人机接口电路如图 4 所示. 该液晶显示器的工作电压为 4.5~5.5 V, 具有睡眠、正常及低功耗工作模式. TMS320LF2407A 的工作电压是 3.3 V, 而 OCM4X8C 的工作电压为 5 V, 为了解决 I/O 口驱动电平的匹配问题, 用 74LVC4245 芯片作为总

线电平转换的驱动芯片.

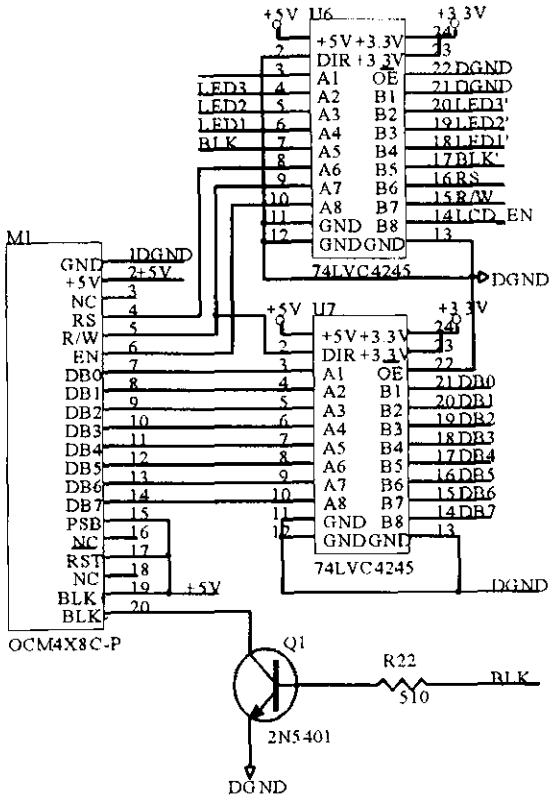


图 4 液晶显示器 OCM4X8C 的接口电路图

Fig.4 The interface circuit of the LCD display OCM4X8C

键盘接口电路如图 5 所示. 操作人员可以通过键盘输入命令或数据, 实现简单的人机通讯. 为了简化硬件电路, 本系统采用了非编码键盘方式, 以实现参数整定值的设置和控制电路的正常运行与暂停等功能.

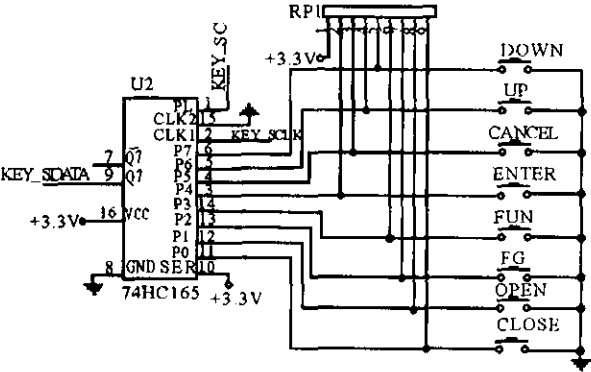


图 5 键盘接口电路

Fig.5 The interface circuit of the keyboard

1.2 主变压器的保护测控装置的软件设计

主变压器的保护测控装置的软件系统包括:主程序、数据采集与转换模块、数据处理模块、控制输出模块和通信模块等^[5]。

1.2.1 主程序流程分析

主程序方案如图 6 所示。主程序在软件中是一个管理者,负责将不同功能的模块组织在一起。主程序中的初始化主要是使整个系统为正常工作做好准备,主程序主要包括:(1)初始化系统控制和状态寄存器 SCSR1 和 SCSR2;(2)初始化实时时钟 X1227,写入控制字,确定工作方式;(3)对必要的参数设置默认值,防止控制器在刚刚投入运行时,因定值未设置好而误动作。初始化完成后,主程序进入工作状态,首先判断是否需要定值整定,如果需要则转入定值整定模块,否则继续向下执行。在采集开关量和检测键盘的环节,如果检测到开关量变动或有按键被按下,由主程序发出信息并转入信息处理模块进行处理,信息处理的结果传送到显示打印模块进行显示和打印,否则程序向下执行信号采集与计算模块。逻辑判断模块根据电压无功的计算值和其他有关条件判断是否需要动作。当逻辑判断模块产生动作指令后,通过检测装置的出口继电器是否动作、检测变压器分接头的档位和控制电容器组真空断路器的状态,判断动作指令是否得到正确执行。如果正确执行则转入下一次循环,否则将异常信息传送到信息处理模块中进行处理,并把处理结果送显示模块。

1.2.2 数据采集程序流程

TMS320LF2407A 内置 10 位 ADC 核心,一个采样保持器,16 个模拟输入通道,模数(A/D)转换时间不超过 500 ns,可以对序列进行自动控制,有两个自动采样队列。利用该款 DSP 的定时器、捕获器和不可屏蔽中断(NMI),可实现跟踪频率变化的交流采样。

在使用 DSP 进行数字信号处理时,用过采样技术可以提高内置 A/D 转换器的分辨率。实现过采样 DSP 的软件包括:外设初始化、三角波信号产生、数据采集、数字滤波、抽取、中断服务程序。

TMS320LF2407A 以其丰富的指令和较高的运算速度,为软件抗干扰提供了良好的条件。本程序采用了以下抗干扰措施:软件陷阱、程序的冗余设计、软件滤波及软件“看门狗”技术。这些措施的应用,有效地提高了系统的抗干扰能力。

万方数据

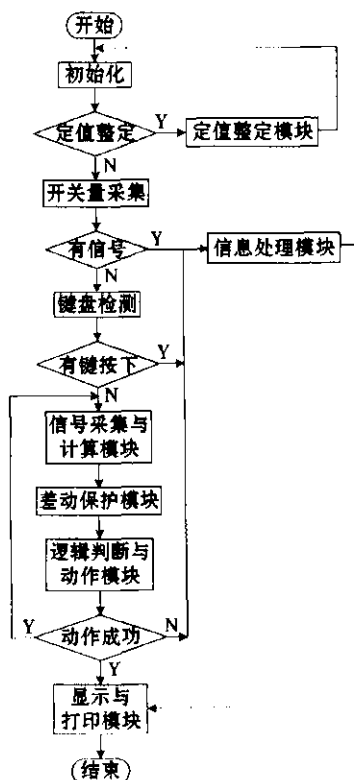


图 6 主程序流程图

Fig. 6 The flow chart of the main program

2 结论

与一般的保护系统相比,本系统具有性能稳定、精度高、抗干扰能力强等特点。设计中充分利用了高性能 DSP 芯片 TMS320LF2407A 的各种功能,使系统结构简化,能有效地解决目前农网变电站存在的问题。

参考文献:

- [1] 张明君. 电力系统微机保护[M]. 北京:冶金工业出版社, 2002:152-175.
- [2] 南俊星. 微机保护与综合自动化系统[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2002:64-78.
- [3] 陈宗穆. 变压器原理与应用[M]. 长沙:湖南大学出版社, 1987:225-266.
- [4] 王致杰,王耀才,李冬,等. 基于双 CPU 模块化设计的电力系统微机保护测控装置[J]. 机电安全, 2003, 32(3): 35-40.
- [5] CHEN Jam-up, YU Zhou-fei, MENG Xian-Ming, et al. The design of MGT100 microprocessor based relay for generator and transformer[J]. RELAY, 2000, 28(7):7-10.

The design of the protection and measure installations of the main transformer of the country-network transformer substation system based on

DONG Ai-ling, LING Yu-hua, LIAO Li-qing

(School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The characteristics of the protection and measure installations of the main transformer of the country-network transformer substation are introduced, then the basic methods to design a protection and measure installations system based on digital signal processor-TMS320LF2407A of TI Corporation and the big points in the process are prescribed. Finally, the hardware block diagram and software method are also given. This system is characteristic of complete functions, perfect anti-jamming, willing and high performance price. So the system has a good practicability.

Key words: transformer substation automation; transformer measure control; digital signal processing (DSP)