

基于 M-CORE 平台的微机保护装置设计与应用

李响, 郑建勇, 黄慧春

(东南大学电气系, 江苏 南京 210096)

摘要: 介绍了 M-CORE 芯片 MMC2107 在微机保护中的应用。在对系统整体设计作分析的基础上, 着重介绍了微机保护设备的硬件构成、结构特点和各模块的作用, 特别是采用了 32 位 MMC2107 芯片, 大大提高了处理数据效率和控制的速度。并采用双 CPU 系统模式, 提高了综合保护的功能和可靠性。

关键词: 微机保护; M-CORE; 双 CPU

中图分类号: TM744 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)14-0060-04

0 引言

随着我国电力系统的不断发展, 电网的电压等级不断提高, 结构也日趋复杂, 要求保护技术向数字化和智能化的方向发展。继电保护装置对系统安全经济运行起着非常重要的作用。伴随着通信技术和网络技术在电力系统中的不断应用, 对各种微机测控保护装置都提出了新的要求, 为了适应这种发展趋势, 需要在微机测控保护装置内嵌入各种通信模块, 以实现网络化。本文分析介绍了基于 M-CORE 平台

的电力系统低压设备数字式综合保护装置。

1 硬件系统

本微机保护装置的硬件系统结构采用模块化结构, 主要由主控制器模块、键盘显示模块、模拟量采集模块、出口模块、电源模块和通信模块 6 个部分组成。12 路开关量输入、8 路开关量输出、14 路模拟量输入、点阵式图形液晶显示界面和薄膜键盘控制, 4 路电度表脉冲输入和 RS232、RS485、CAN 现场总线及以太网通信接口。硬件原理框图如图 1 所示。

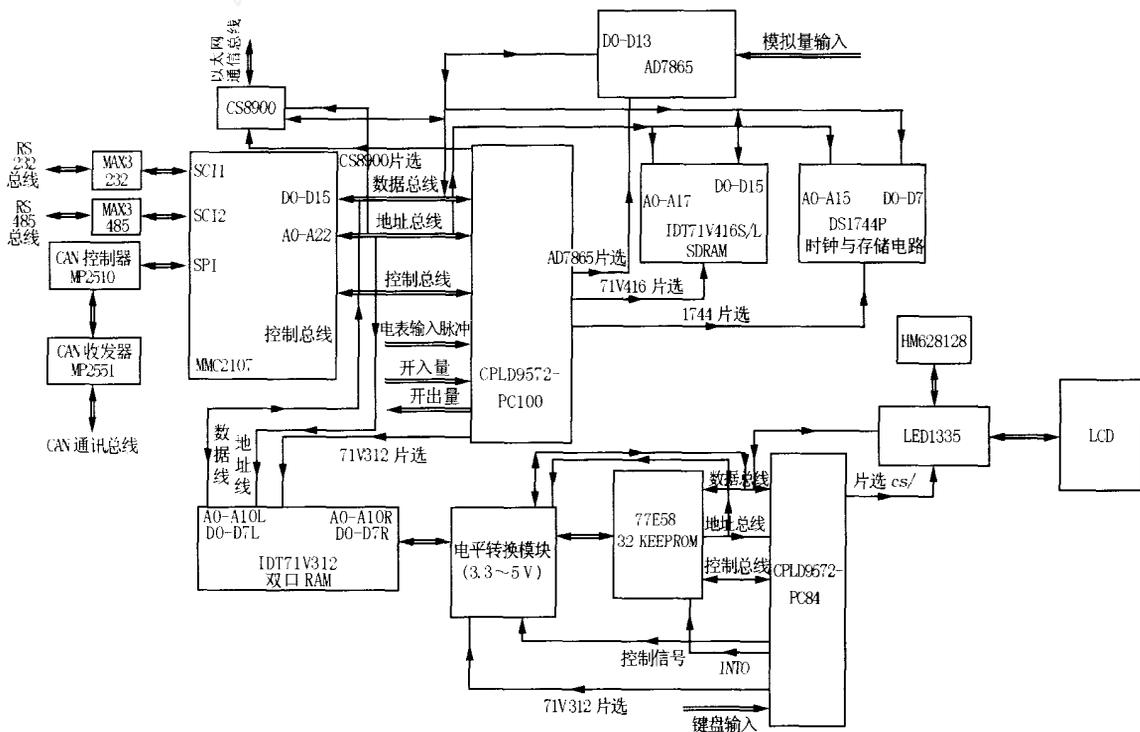


图 1 微机保护原理图框图

Fig. 1 Block diagram of microcomputer based protection

1.1 主控制器模块设计

传统的单处理器微机保护结构容错能力差,任一元件损坏都可能导致系统停止工作。而且整套保护中各个保护功能由一个 CPU 承担,处理速度慢,另外由于实际应用中液晶控制器的读写速度较慢,降低了 CPU 处理整个程序模块的速度,稳定可靠性低。本文采用双 CPU 系统,一套为以 MMC2107 为核心的主 CPU 系统,完成保护主功能和通信功能;一套为 77E58 单片机从 CPU 系统,主要完成监控功能。使用双 CPU 控制,大大减少了对主 CPU 的负担,使主 CPU 有充分的时间进行保护运算和完成控制功能。

MMC2107 是基于 M-CORE M210 中央处理单元系列的一种 32 位通用微处理控制器(MCU)。该芯片采用 3.3 V 工作电压,能耗低,适合在外部电源停电的情况下采用电池供电,可以提高系统的工作可靠性。MMC2107 CPU 系统外部参考频率最大为 33 MHz,通过内部的 PLL 模式参数选择,其系统时钟最大工作频率可以达到 9 倍于外部参考频率,快速的指令周期和特殊的指令集,极大地减少了计算的时间。在实际的微机保护和监控应用中,为了满足微机保护装置的精度要求,往往要求采用一些有良好滤波功能和精度较高的算法,像微机保护中常采用的各种傅氏算法等,但是在提高精度的同时,算法的复杂性又导致了算法计算时间的增加。高性能的 M-CORE 处理器使一些过去低速 CPU 无法采用的性能优、精度高,但计算量较大的微机保护算法得以实现。MMC2107 内部集成了 128 K FLASH,满足整个程序模块的大小,不用另外扩展程序存储器。程序内置片内存储器,提高了程序的读写速度,也增加了系统可靠性和抗干扰性。外部接口提供 32 位数据线,23 位地址线,4 个片选信号 CS0 ~ CS3,每个片选信号可以提供 8 M 的操作地址空间,可以通过片选寄存器设置外部或内部启动模式。另外,片内还集成有 8 K 的 SRAM,8 路 10 位的 A/D 转换模块,2 个 16 位中断定时器,2 个 SCI 接口,1 个 SPI 接口,55 个独立可编程的 I/O 引脚,内置 Watchdog 定时器和 7 个实时外部中断,共 40 个中断源,32 级中断等,其优越的性能满足了微机保护的可靠性、快速性和灵敏性的要求。

从 CPU 采用的是 77E58 单片机。77E58 是 WINBOND 公司的一种快速 8051 系列兼容微处理器,其指令操作时间约是传统 8051 处理器的 3 倍,内置有 32 K EPROM,不需外扩程序空间。

双 CPU 之间的通信采用双口 RAM 方式,以实

现数据共享。这种操作方式简单快速,两个 CPU 之间的工作互不影响。双口 RAM 采用 IDT71V321,该芯片具有两套独立的控制逻辑和数据存储端口,当同时操作同一存储单元时,将会发生冲突。IDT71V312 有仲裁和中断两种方式解决,我们采用仲裁方式,此时片内仲裁逻辑将只允许从一端进行读写操作,而封锁另一端。被封锁端口的 BUSY 线被置低电平,从而使连接在该端口的 CPU 处于指令保护状态,待 BUSY 变高后,CPU 可以继续操作。由于 MMC2107 是 3.3 V 芯片,77E58 是 5 V 芯片,二者之间的数据传输需要通过 3.3 ~ 5 V 电平转换。

1.2 通信模块

为了尽可能实现用户的可选配置,以利于变电站自动化系统中实现不同厂家的装置开放与互连。利用 M-CORE 的 2 个 SCI 和 1 个 SPI 的通信接口,在常规的串行总线 RS232、RS485 上,新增了现场总线 CAN、以太网通信接口,基本上满足了现场要求的各种通信方式。其中 CAN 通信模块采用 MICROCHIP 公司的 MCP2510 作为控制器,MCP2551 作为 CAN 驱动器(如图 2 所示)。MCP2551 是 CAN 协议控制器和物理总线接口,提供不同的接收和发送功能,完全和 ISO-11898 相兼容,总线速度最高可以达到 1 Mb/s。

Ethernet 网接口电路采用低功耗的以太网控制器 CS8900A,10BASE-T 接口,完全和 IEEE802.3 Ethernet 标准兼容。CS8900A 被优化为 16 位传输方式,提供了 3 种操作方式:

1) MEMORY 方式。当采用 MEMORY 方式时,CS8900A 内部寄存器和帧缓冲区将被分配给主存贮区一个连续的 4 K 字节模块,其主 CPU 可以直接操作 CS8900A 内部的寄存器和帧缓冲区。

2) I/O 方式。当采用 I/O 方式时,主 CPU 通过 8 个 16 位 I/O 口来访问 CS8900A,这些 I/O 口需要被分配到主 CPU 系统中 16 个连续的 I/O 地址。

3) 从 DMA 方式。从 DMA 方式,即通过 DMA 控制器在 CS8900A 的存储区和主 CPU 存储区直接传输收发帧信息。

本文采用 MEMORY 操作方式,读写操作简单。串行 EEPROM-93C46 存储芯片配置和初始化信息,复位时自动调用到芯片的内部配置寄存器中,完成诸如存储基地址、以太网物理地址、信息帧配置、物理接口选择等初始化信息。物理总线接口使用普通双绞线 RJ45 接口,工作原理图如 2 所示。

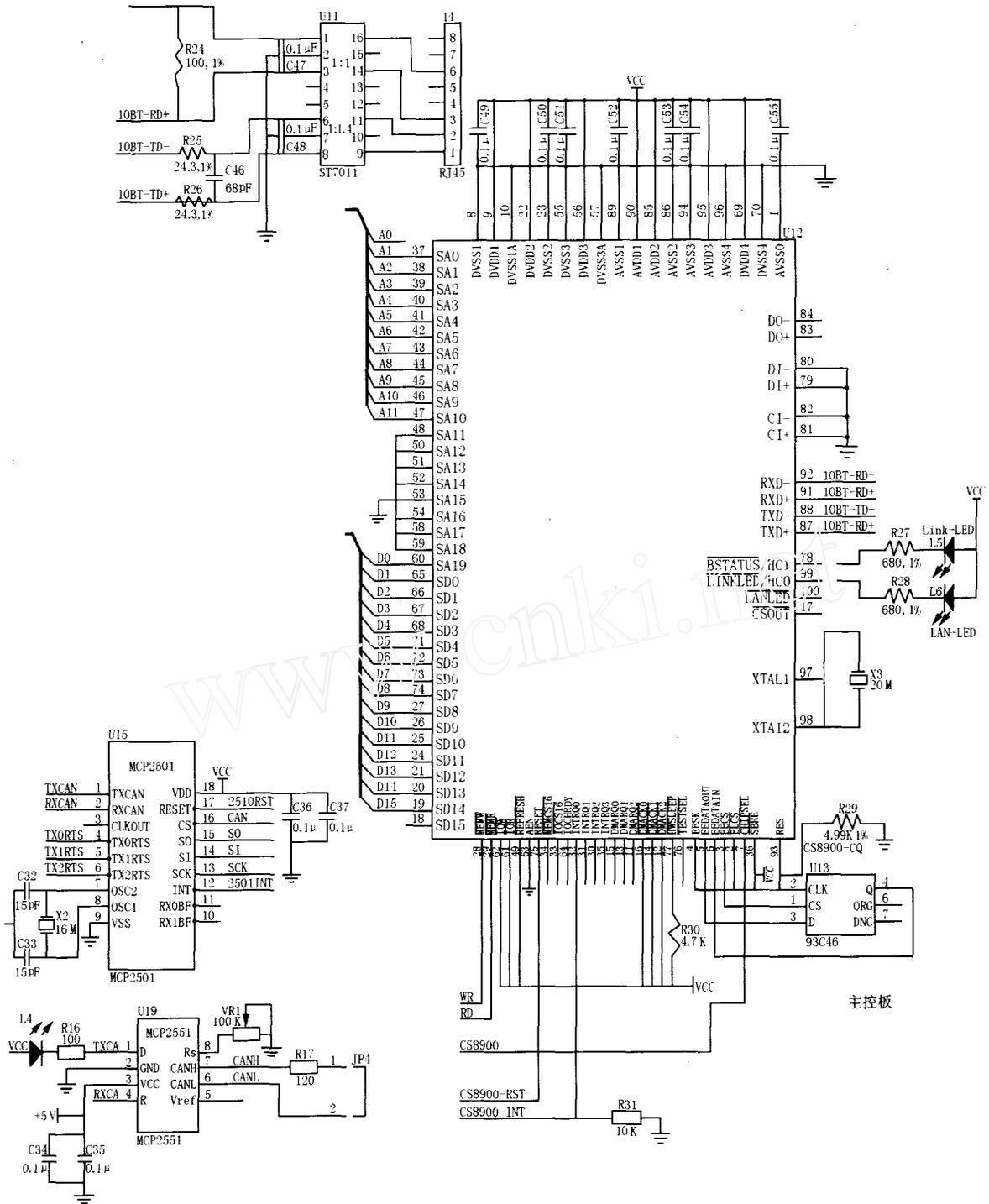


图 2 CAN 通信接口及以太网接口电路

Fig. 2 Interface circuits of CAN bus and Ethernet

1.3 其它单元电路

为了简化系统结构,外围的扩展电路尽量利用 CPLD 来实现,以达到简洁性设计的目的。该装置采用 XILINX 公司 XC9500 系列的 9572CPLD。利用 CPLD 高性能的现场可编程及多次擦写功能,实现了

电路的集成化和可靠性,和 CPU 一起构成了系统的核心。并与外围的存储芯片、时钟芯片、模拟量回路、通信电路、显示电路、开入开出电路一起共同构成了整个系统。

为了进一步提高系统的可靠性,增加了看门狗

复位电路,采用了 X5043 掉电存储芯片,其具有 4 kB 的 EEPROM,存储各系统定值,同时具有看门狗功能。当程序跑飞或死机时,能自动复位。

模拟量采集电路,各电流电压模拟量通过电流互感器(CT)、电压互感器(PT)、经光耦隔离、放大,进入主 CPU 模块,通过 A/D 定时循环采集模拟信号。由于 M-CORE 内部集成的 10 位 A/D 不能满足保护及监控精度的要求,所以在外部扩展了 4 通道,14 位 A/D 转换芯片 AD7865,以满足微机保护较高的转换精度要求,滤波电路采用二阶低通滤波器。此外,模拟量测量电路中还包括过零检测单元,实现模拟量频率和相位的测量。

开关量输入输出电路,开关输入量通过光电隔离后,经过滤波整形,进入主 CPU 模块,开关量输出信号经光电隔离后,输出动作信号。将主 CPU 读入读出、开入开出量功能集成在 CPLD 上,通过 CPLD 扩展开入开出 I/O 接口地址。

液晶显示电路采用单独 CPU 控制液晶显示,液晶控制器采用 SEIKOEPSON 公司的 SED1335 液晶控制器,读写速度较快。液晶显示器 LCD 使用 320X240 点阵式图形 LCD,满足了电力系统保护设备使用寿命长、界面美观的要求。

本装置采用薄膜键盘,只需要通过上、下、左、右、取消、确认 6 个按键结合菜单便可直观地在线、离线整定定值、修改实际时间、就地操作开关等。采用中断方式相应键盘,以减少其对 CPU 的占用。键盘的中断信号通过一个与门产生^[3]。

1.4 硬件设计特点

电力系统保护微机测控系统通常由一系列不同功能的小型单元箱组成。本装置的单元箱采用小型机箱设计,里面包括模板和 4 块插件板。插件板包括 CPU 插件板、输入输出 I/O 插件板、模拟量采集插件板和人机接口插件板。各插件板通过钢板隔离起来,以防止各插件板间的电路发生相互干扰。

电源系统采用开关电源,并采用隔离屏蔽设计,在电源输出端插入由共模扼流线圈和电容组成的电源滤波器,直接有效地抑制了一次电源对测控系统的电磁干扰,提高了抗干扰能力。I/O 插件板继电器采用隔离措施,采用 SIEMENS 继电器,开关速度快、抗干扰、寿命长,大大增强了出口电路的可靠性^[5]。

CPU 插件板采用 4 层板工艺和全悬浮设计,使

CPU 插件能有效地阻止外界干扰的入侵,以增强整个系统的可靠性。另外,丰富的软件和强大的通信功能对单元装置的故障自检提供了良好的环境^[4]。

2 系统软件

在微机保护装置的软件设计中,主要考虑的是交流采样算法、保护算法。通过采样得到的数据按照一定的保护算法来进行判断保护是否动作。在实际的电力系统故障时,往往是在基波基础上叠加有衰减的非周期分量和高频分量,因此要求微机保护装置对输入的电流、电压信号进行预处理,尽可能地滤掉非周期和高频分量。由于 M-CORE 芯片计算处理的高速性,本装置在现有的傅氏算法的基础上,采用改进的全波傅氏算法,在全波傅氏变换提取出基波或各次谐波分量的基础上,延时 2 个采样间隔,通过 3 个 N 点数据窗的计算,除去了直流衰减分量带来的误差。该算法既能滤除高次谐波,也能够满足保护的响应速度和精确性的要求。

本保护装置的软件采用模块化设计的思想,由主程序模块、中断服务子程序模块和各个功能子程序模块(保护算法软件模块、通信软件模块、显示软件模块、滤波软件模块等)组成。实际编程采用 C 语言和汇编混合编写,提高了数据处理的能力,也保证了程序的可靠性。该装置的双 CPU 系统,完全能满足电力系统的要求^[3]。

3 结束语

在模块化设计的基础上,开发的以 M-CORE 处理器 MMC2107 为硬件核心的微机继电保护装置,是一个通用的硬件平台,能够满足各种保护可靠性、选择性、速动性以及灵敏性的要求。在此平台上通过对软件的适当修改可以实现变压器保护、电容器保护、电动机保护等中低压电力设备的监控保护功能。

参考文献:

- [1] Inc MMC2107 Technical Data[Z]. Motorola, 2000.
- [2] 李维滢,郭强(LI Wei-di, GUO Qiang). 液晶显示器件应用技术(Application Technology of LCD Display Elements)[M]. 北京:北京邮电学院出版社(Beijing: Publishing House of Beijing University of Posts and Telecommunications), 1999. 448-501.

(下转第 66 页 continued on page 66)

- [3] 湖南省电力中心调度所(Electric Power Dispatch Center of Hunan Province). 电力系统频率特性与按频率自动减载装置(Character of Electricity Frequency and Devices of Automatic Load Shedding according to Frequency) [Z].

收稿日期: 2003-10-31; 修回日期: 2004-04-09

作者简介:

穆文联(1968-),男,大专,继电保护技师,从事继电保护工作; E-mail: wenlong@sina.com

史志鸿(1967-),男,本科,主要从事电力系统自动化产品的研究与设计工作。

Analysis of the trip-rejection possibility of SZH2 digital low-frequency relay

MU Wen-lian¹, SHI Zhi-hong²

(1. Handan Power Supply Company, Handan 056035, China;

2. XI Business Department of Electric Protection and Automation, Xuchang 461000, China)

Abstract: SZH2 digital low-frequency relay, which employs with CMOS circuit and anti-interference capacitor, has many special characteristics, such as high measuring accuracy of frequency and time, simple test method, good trip reliability and strong anti-interference. Because of the unreasonable design of inside circuit, the original relay would reject to trip at some special circumstances. In according to its inside principal diagram and the test, a comparison of the trips analysis and the real test result is made. The result shows that the original relay could be locked when the voltage reduced shortly below the setting value until the system frequency and voltage restored to standard status. The advanced relay trip actions are also precisely analyzed and proved that there is not trip-rejection or the change of the function.

Key words: frequency; relay; trip-rejection; load shedding

(上接第 63 页 continued from page 63)

- [3] 单亚娟,郑建勇,曹晓华(SHAN Ya-juan, ZHENG Jiayong, CAO Xiao-hua). TMS320F240DSP 处理器在电动机微机保护装置设计中的应用(Application of TMS320F240DSP in the Hardware Design of Motor Protection Device) [J]. 电力系统及其自动化学报(Proceedings of the EPSA), 2003, 15(1): 67-69.
- [4] 吴翠娟,王致杰,李冬,等(WU Cui-juan, WANG Zhi-jie, LI Dong, et al). 基于 80C196KB 设计的变电所综合保护与测控装置(The Measurement and Controlling Device of Electric Power Station Computer Synthesize Protection Based on 80C196 Design) [J]. 煤矿机械(Mine Machinery), 2003, (3): 41-43.

- [5] 邓正才,黄松筠(DENG Zheng-cai, HUANG Song-jun). 工控单片机系统的电磁兼容性设计(EMC Design of MCU Systems for Industrial Control) [J]. 国防科技大学学报(Journal of National University of Defense Technology), 2001, 23(4): 63-66.

收稿日期: 2003-11-05; 修回日期: 2003-11-19

作者简介:

李响(1981-),男,硕士研究生,研究方向为电力电子; E-mail: lixiang@sohu.com

郑建勇(1966-),男,教授,研究方向为电力电子;

黄慧春(1979-),女,硕士研究生,研究方向为电力电子。

Design and application of M-CORE-based micro-computer protection device

LI Xiang, ZHENG Jiayong, HUANG Hui-chun

(Department of Electric Power Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The application of MMC2107 in the design of Micro-computer protection device is introduced in this paper. On analyzing the general design of the system, it mainly introduces the constitution of hardware, the characteristic of structure and the function of every module. Especially on adopting the 32-bit MMC2107 chip, it has improved the efficiency of the processing data and the speed of control greatly. It employs double CPUs system, which has enhanced the function and reliability of the synthetical protection.

Key words: micro-computer protection; M-CORE; double CPUs