

# 基于嵌入式多芯片模组的微机保护平台

陈浩敏, 王钢, 石磊, 赵建仓

(华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640)

**摘要:** 为适应微机继电保护向高度数字化、网络化、综合化和智能化方向迅速发展的趋势,在采用工业数控开放式系统体系结构的基础上,提出并成功地开发了基于嵌入式多芯片模组的高性能通用微机保护平台。该平台以具有自主知识产权的嵌入式中央处理多芯片模组 MCM2812 为核心, MCM2812 是以高性能数字信号处理器(DSP)为内核,集成了多种大容量存储器、译码器、时钟日历、网络通信和电源管理等功能元件;该平台还嵌入了控制器局域网(CAN)和以太网(Ethernet)通信模组,具有强大的数据处理和网络通信功能,有良好的通用性和抗干扰性。

**关键词:** 微机保护平台; 嵌入式多芯片模组; CAN; 以太网

**中图分类号:** TM77      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-4897(2004)14-0049-04

## 0 引言

随着我国经济建设和电力工业的迅速发展,电力网的结构发生了巨大变化,各种类型的高压/超高压/特高压输电线路以及大容量发电机和变压器等不断涌现。为了适应这一状况、保证电力系统安全稳定经济运行以及连续可靠地供电,迫切需要性能卓越的继电保护为之提供根本保证。同时,随着计算机、网络和多智能技术的不断进步,微机继电保护正向着高度数字化、网络化、综合化和智能化的方向迅速发展<sup>[1]</sup>。遵循开放式体系结构,借鉴工业控制机小型化、组合化、模块化和标准化的思想,结合电力系统微机保护的具体要求和未来发展趋势,本文提出并构造了基于嵌入式多芯片模组的高性能微机保护平台。本文采用多芯片模组形式研制开发的具有自主知识产权的嵌入式中央处理模组 MCM2812 是以高性能数字信号处理器(DSP)为核心,集成了多种大容量存储器、译码器、时钟日历、网络通信和电源管理等功能元件,具有强大的数据处理能力等。微机保护的网络化发展,希望每个保护单元尽可能共享系统的运行方式及故障信息数据,对保护装置的网络通信功能提出了很高的要求。CAN 控制器局域网具有简单易用、组网方便、抗干扰能力强等优点,而嵌入式以太网则在传输速度和通用性方面表现突出,它们代表着微机保护网络通信的发展方向,本文对这两种网络进行了分析研究,并成功开发了相应的模组和软件驱动。该微机保护平台强大的数

据处理和网络通信功能、良好的通用性和抗干扰性,为实现保护高度数字化、网络化、综合化和智能化提供了强有力的平台支撑。

## 1 系统总体结构

本文所研究的微机保护平台是基于开放式系统体系结构,具有小型化、组合化、模块化和标准化等特点的平台。同时,该平台也是测量、控制、数据通信的平台。该平台的硬件系统采用插件式结构,主要包括五类插件:交流电压电流变换插件、中央处理插件、继电器插件、电源插件以及人机交互插件,其硬件结构如图 1 所示。其中,人机交互插件包括中

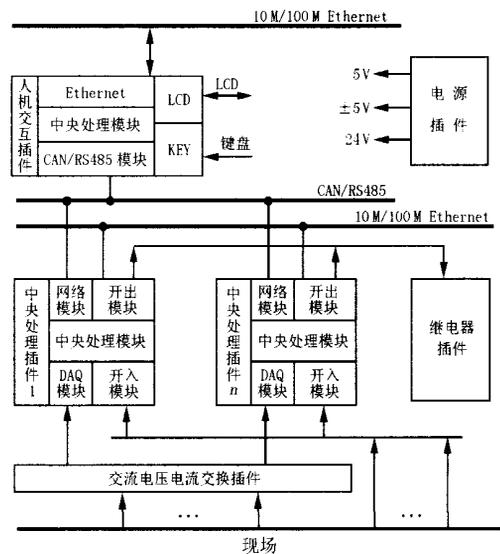


图 1 微机保护平台的硬件结构

Fig. 1 Hardware structure of microcomputer based protection platform

基金项目: 广东省自然科学基金资助(000525)

中央处理模块、Ethernet 模块、CAN/RS485 模块、LCD 和键盘管理模块。中央处理插件包括中央处理模块、网络通信模块、开入模块、开出模块和模拟量数据采集(DAQ)模块。中央处理插件是该平台的核心,可根据不同的应用层次或用户的不同需求任意设置其数量,以完成更加复杂可靠的保护和控制方案。中央处理插件和人机交互插件的核心是中央处理模块,本文采用多芯片模组形式开发了嵌入式中央处理模组 MCM2812,为实现微机保护的高度数字化、网络化、综合化和智能化提供了强有力的硬件和软件支撑。

## 2 中央处理插件

微机保护控制的一切功能都要通过中央处理插件实现。因此,中央处理插件的先进性和稳定性决定了整个微机保护控制的先进性和稳定性。中央处理插件既涉及模拟量的处理,也涉及数字量的处理,还涉及网络通信,结构复杂,功能繁多,因此采用模块化设计,按功能分成 5 类模块:

**中央处理模块** 由高性能嵌入式多芯片模组 MCM2812 实现。

**模拟量数据采集模块**,包括低通滤波单元、电压跟随单元、多路转换单元和高速高精度的模数转换单元,可以实现 16 路频率高达 1 M 的 16 位高精度数据采集。

**开入模块**,由输入光电隔离和输出缓冲构成,其输出状态可由 MCM2812 高速 I/O 读取。

**开出模块**,由输入锁存和输出光电隔离构成,其输入状态可由 MCM2812 高速 I/O 写入。

**网络通信模块**,具有控制器局域网和嵌入式以太网接口。

## 3 嵌入式中央处理多芯片模组

### 3.1 多芯片模组的设计思想

随着微控制器/微处理器应用的发展,对其性能要求也越来越高。然而,现有的微控制器/微处理器不是存储容量不够,就是功能达不到设计要求,或是芯片本身的抗干扰能力不足。在这种情况下,使用者只能自己去设计实现这些功能和要求。对于尚未精通微控制器/微处理器的使用者,要求他不仅要了解和熟悉指令系统、寄存器功能、寻址方式和端口信号,而且还要进行单片机、存储器、电源管理、系统时

钟电路、译码电路、I/O 接口和时钟日历等的设计和调试以及提高微控制器/微处理器的抗干扰能力,这将是一个工作量很大的艰巨任务。即使对于有经验的使用者,虽然没有什么大的设计难点,但每次设计开发应用系统时都要重复这些工作,且容易引入人为的错误,延长了设计开发周期,降低了工作效率,不利于设计开发的产业化发展。

针对以上问题,我们采用了嵌入式模组化设计思想,即在尽可能小的电路板上集成 CPU 以及相关的外围芯片电路(包括扩展各种存储器、电源管理、系统时钟电路、译码电路、I/O 接口和时钟日历等),并使用全金属外壳封装成黑匣子,以获得容量更大、功能更强、抗干扰能力更好的模组芯片。使用者只需要知道模组外部接口的管脚定义就可以把该模组芯片嵌入到相应的应用系统中,不必理会其复杂的内部结构。这样,就使得使用者可以把更多的精力放在自身的应用系统设计上,而无需过多地重复底层繁杂的电路设计调试。这种模组化设计方法对于提高设计效率、降低设计难度、减轻设计者的负荷是有很大好处的。

总的来说,以 CPU 为核心,集成多种外围芯片,构成中央处理模组芯片,可以具有如下优点:

属于嵌入式系统设计,只需了解其外围接口规范,就可以像一般单片机一样轻易地设计出各种应用方案,有利于移植、扩展和升级。

扩展了 CPU 的功能,适用于多种控制领域,扩展了各种类型的内存,便于处理和存储各种类型的大量数据;内置电源管理,净化电源供应;片上译码,简化外围接线;带日历管理,实时显示时间。

避免大量重复性的底层设计调试,节省开发者时间,大大缩短产品的开发周期。

抗电磁干扰能力强。采用全金属外壳密封,并用绝缘胶填充内部空隙的封装形式,对环境中的电磁波干扰具有良好屏蔽性能,并且对空气湿度、温度的变化不敏感,能适应各种工作环境。

稳定性强。小空间紧密布线、内置电源滤波净化系统,绝缘胶填充及金属外壳封装等抗干扰技术的应用均有利于提高 DSP 在高频运行时的稳定性。

### 3.2 嵌入式中央处理模组芯片 MCM2812

嵌入式中央处理模组芯片 MCM2812 以 TI 公司的 DSP 芯片 TMS320F2812 为内核,集成 528 k Words 静态存储器(SRAM)、640 k Words 闪速存储器(FLASH)、32 k Bytes EEPROM、译码器、总线缓冲器、

时钟日历和电源管理等芯片电路,具有强大的数据处理能力,宽裕的存储器空间,灵活的扩展外围接口控制方式和精确的实时时间日历,是一款新型的嵌入式中央处理模组。其资源和结构如图2所示。

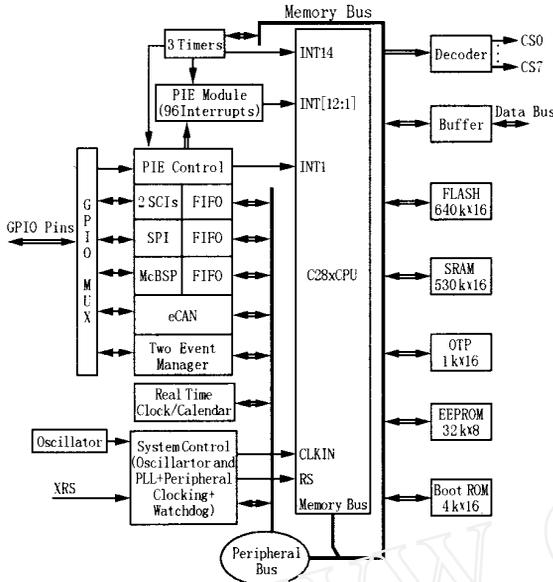


图2 模组MCM2812的主要资源及结构

Fig.2 Main resource and structure of MCM2812

### 3.3 MCM2812的主要性能

MCM2812以高性能数字处理芯片为核心,指令周期为6.67 ns,4 M程序寻址空间和4 M数据寻址空间,支持标准JTAG实时仿真,支持标准C/C++编译调试;其外部扩展的640 k Words的FLASH存储空间,可存放程序代码、录波数据和汉字库,528 k Words的SRAM存储空间,支持高速访问,可存放临时数据,32 k Bytes位的EEPROM存储器,可存放系统参数、定值,1 k Words位的OTP ROM存储器,可存放代码密钥;此外,MCM2812还带有两组事件管理模组,包括两个16位通用定时器,8路16位脉宽调制通道(PWM),3路事件捕获单元;模组还带有四种通信模块,包括控制器局域网(CAN),两个串行通信接口(SCI),串行外设接口(SPI),多通道缓冲串口(McBSP);模组还集成了实时日历时钟芯片,支持年、月、日、星期、时、分、秒的时间日历,并能在电池的支持下可以实现掉电保护;外设总线接口可以提供高速I/O的数据总线接口和片选信号;电源管理芯片可以提供1.8 V和3.3 V电源。

## 4 网络通信

### 4.1 控制器局域网(CAN)

CAN是一种具有很高保密性、有效支持分布式

控制或实时控制的串行通信网络。嵌入式中央处理模组MCM2812的CAN模块支持高达32个CAN邮箱,每次可以传送0到8个字节的数据,具有可编程的局部接收屏蔽、位传输速率、中断方案和总线唤醒事件、超强的错误诊断、自动错误重发和远程请求响应、自测试模式等功能<sup>[2]</sup>。

CAN通信采用两线接口,要进行通信的各节点的控制器通过CAN驱动器连接到CAN总线上,各节点在CAN通信中没有物理地址,而是采用软件ID辨识的方式对在总线上广播的信息进行过滤,以及当多个节点需要同时信息传送时由信息传送的优先级决定。

本文采用了TI公司的SN65HVD230作为CAN驱动器。具体联结如图3所示。

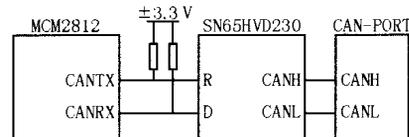


图3 CAN接口

Fig.3 CAN interface

### 4.2 10/100 M自适应以太网

#### 4.2.1 以太网和IEEE802.3规约

以太网规范是第一个世界范围的局部网络技术规范。IEEE802协议标准系列中,数据链路层包括逻辑链路控制(LLC)子层和媒体访问控制(MAC)子层。其中MAC位于LLC和物理层之间。它使LLC适用于不同的媒体访问技术和物理媒体。MAC单独作为一个子层,就不会因媒体访问方法的改变而影响较高层次的协议,也有可能使局部网络协议的高层与OSI的参考模型的高层协议兼容。MAC子层主要由数据封装和媒体访问管理两个模块组成,完成数据帧的封装、拆封、发送和接收功能<sup>[3]</sup>。在局域网中,站点可以检测到其他站点在干什么,从而相应地调整自己的动作。IEEE802.3规约标准适用于CSMA/CD局域网。其工作原理是:一旦检测到冲突,就立即停止发送,并向总线上发一串阻塞信号,通知总线上各站冲突已发生,这样通道的容量不致因传送已损坏的帧而浪费,即所谓的边听边讲<sup>[4]</sup>。

#### 4.2.2 以太网通信模组MCM91C111

嵌入式以太网通信模组由以太网芯片LAN91C111及其外围辅助电路和电磁耦合变压器TG110-S050N2构成。该模组可以由中央处理模组MCM2812驱动,在微机保护平台中实现嵌入式以太网。具体联结如图4所示。

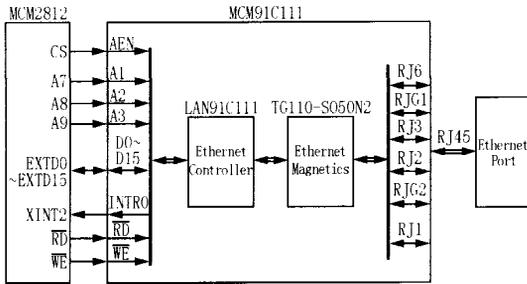


图4 MCM嵌入式以太网通信模块

Fig. 4 Embedded Ethernet communication module MCM91C111

MCM91C111的地址使AEN由MCM2812的片选信号控制,地址线A1、A2、A3由MCM2812的地址信号A7、A8、A9提供。由于LAN91C111是按通用标准时序设计的高速芯片,在读写访问时序上与DSP能互相兼容,所以只要把RD和WE直接相连即可。以太网芯片当接收到数据时,会产生中断信号,将该信号输入MCM2812的外部中断引脚XINT2即能触发外部中断,随之进入中断响应程序处理数据。

## 5 结论

本文提出并成功地开发了基于嵌入式多芯片模组的高性能通用微机保护平台。该平台在采用工业控制开放式体系结构的基础上,兼顾了电力系统微机保护的特点,符合微机保护高度数字化、网络化、综合化和智能化的发展趋势。该保护平台以嵌入式中央处理多芯片模组为核心,并嵌入了控制器局域网(CAN)和以太网(Ethernet)通信模组,具有强大的数据处理和网络通信功能、良好的通用性和抗干扰性。目前,基于该平台已成功地开发了微机发电机、变压器和线路保护装置并应用到电力系统中。

## 参考文献:

- [1] 贺家李(HE Jia-li). 电力系统继电保护技术的现状与发展(The Present State and Development Prospects of Power System Relay Protection) [J]. 中国电力(Electric Power), 1999, 32(10): 38-40.
- [2] 卓清锋,刘和平,等(ZHUO Qing-feng, LIU He-ping, et al). TMS320LF2407的CAN模块使用方法(The Usage of TMS320LF2407 CAN Module) [J]. 电子产品世界(Electronic Engineering and Products World), 2002, 9: 41-43.
- [3] 刘京菊,孙乐昌,等(LIU Jing-ju, SUN Yue-chang, et al). 以太网MAC子层功能分析及安全性探讨(Analysis of the Ethernet MAC Sub-layer's Functions and Discussion of the Ethernet MAC) [J]. 电脑开发与应用(Computer's Development and Application), 2001, 14(1): 18-20.
- [4] 阳宪惠(YANG Xian-hui). 现场总线技术及其应用(Field Bus Technology and Application) [M]. 北京:清华大学出版社(Beijing:Tsinghua University Press), 1999.
- [5] Texas Instruments. TMS320C28x DSP CPU and Instruction Set Reference Guide [Z]. 2002.
- [6] Texas Instruments. TMS320F2810, TMS320F2812 Digital Signal Processors Data Manual [Z]. 2002.
- [7] SMSC. LAN91C111 Advanced Information [Z]. 2001.

收稿日期: 2003-11-07; 修回日期: 2003-12-01

作者简介:

陈浩敏(1977-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护;

王钢(1966-),男,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为电力系统继电保护及自动化、电力电子;

石磊(1979-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护。E-mail: sl0501@163.com

## Microcomputer protection platform based on embedded multi-chip module

CHEN Hao-min, WANG Gang, SHI Lei, ZHAO Jian-cang

(School of Electrical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** To adapt the trend of digitalization, internetization, comprehensivelization and intellectualization of microcomputer protection, a high-performance versatile microcomputer protection platform is proposed and developed, which based on embedded multi-chip module adopting the opern architecture of industrial computer control. In the platform, embedded central processing multi-chip module (ECPMCM) MCM2812 with intellectual property right is used as kernel, which employs a high performance DSP (digital signal processor) as central core, and integrates necessary auxiliary chips, such as multiform high capacity memory, decoder, clock calendar, communication and power management, etc. Meanwhile, control area network (CAN) and Ethernet are adopted as communication network. It can be proved that the platform has the good functions of powerful data processing and network communication, and favorable versatility and immunity.

This project is supported by National Natural Science Foundation of Guangdong Province (No. 000525).

**Key words:** microcomputer protection platform; embedded multi-chip module; CAN; Ethernet