

# 基于 DSP 的微机型变压器后备保护装置

常强贵, 张崇巍

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009)

**摘要:** 随着微机继电保护技术的高速发展, 微机继电保护装置已经广泛采用数字信号处理器。介绍了一种基于 TMS320F2812 芯片的微机型变压器后备保护装置的硬件结构及软件算法。

**关键词:** TMS320F2812; 后备保护; 通信; 傅里叶算法

中图分类号: TM774

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)13-0077-03

## Microcomputer transformer backup protection device based on DSP

Chang Qiangui, Zhang Chongwei

(School of Electric Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** With the rapid development of the microcomputer mode relaying-protection technology, digital signal processor have been used to microcomputer mode relaying-protection device. The paper introduced a hardware structure and fareware algorithm of transformer backup protection device, based on TMS320F2812 chip.

**Key words:** TMS320F2812; backup protection; communication; Fourier algorithm

电力变压器是电力系统中不可缺少的重要环节, 在其正常运行中, 可能会出现各种故障和不正常运行状态。为了保证变压器的正常而稳定地工作, 必须为其配备完备可靠的继电保护措施<sup>[1]</sup>。目前电力变压器的继电保护普遍采用以微处理器控制技术为核心的微机型变压器继电保护装置, 从最初的 8 bit 单片机、16 bit 单片机、多 CPU 结构, 再到 32 bit DSP 处理器构成的微机型电力变压器保护装置, 变压器继电保护水平已经取得了长足的进步<sup>[2]</sup>。但是, 由于新型变压器的出现及微机保护的要求和算法的不断加强, 对于微机型变压器保护装置的核心(即微处理器)的性能要求也越来越高。本文对采用一种基于 DSP 的微机型变压器后备保护装置进行了研究。

### 1 硬件结构

本保护装置是为 35 kV 及以下的配电变压器提供后备保护, 安装在 35 kV 及以下电压等级的降压变压器的电源侧。该装置的核心微处理器采用 32 bit DSP 芯片 TMS320F2812, 其他主要电路包括: 复杂可编程逻辑器件 CPLD、数据量采集电路、外部扩展 RAM、异步串口、CAN 接口、开关量输入/输出接口电路、以太网接口电路、键盘及液晶显示等。其硬件结构系统图如图 1 所示。

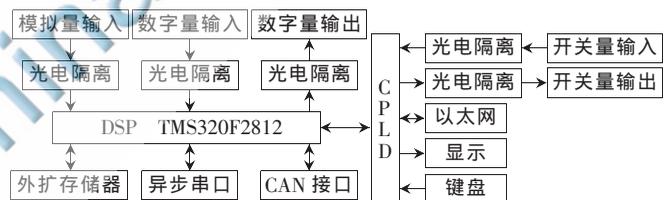


图 1 硬件结构系统图

### 1.1 DSP 芯片

装置的核心微处理器采用德州仪器公司推出的 TMS320F2812 DSP 芯片。DSP 芯片工作频率达到 150 MHz, 为 32 bit 定点高性能数字信号处理器, 采用经典的哈佛总线结构和指令流水线技术, 保证信号处理的快速性和实时性; 其内部存储器包括: 18 K×16 bit 的 RAM 和 118 K×16 bit 的 Flash, 芯片内部集成的外围模块也非常丰富, 包括 16 通道 12 bit 的模数转换模块(ADC)、16 通道的 PWM 输出, 多达 56 个独立的、可编程的通用输入输出; 同时还集成有完全符合 RS232 标准的双通道串行接口、CAN 总线模块和串行外围设备接口, 大大减轻了设计的难度和节省了电路板的面积, 提高了 DSP 系统的可靠性和稳定性。该 DSP 开发既可以采用 C28x 汇编, 也可使用 ANSI C/C++ 语言。此外, TI 公司还提供有虚拟

浮点数学函数库(3G 数学函数库)、快速傅里叶变换(FFT)算法函数库、滤波器库等,这些函数库的应用大大方便和简化了系统的开发<sup>[3]</sup>。

### 1.2 复杂可编程逻辑器件 CPLD

CPLD 选用 ISPMAC4128<sup>[4]</sup>芯片,其功能主要有:配置开关量输入与输出的接口、以太网与 DSP 的接口以及液晶显示和键盘输入与 DSP 之间的接口等。CPLD 与 DSP 之间,通过数据线来传递数据和地址信息,地址线负责完成逻辑译码、控制整个外围电路的工作,控制线则负责 DSP 与 CPLD 之间的同步。

### 1.3 数据采集电路

数据采集电路负责将系统所需的各模拟量信号(电压、电流、频率、相位等)经测量后,转换为与装置系统相匹配的电平,通过低通模拟滤波电路,再通过 A/D 转换为数字量后进行处理。由于 TMS320F2812 芯片自带有 16 通道的 12 bit A/D 转换 ADC,因此可以同时采样 16 路模拟量。此 ADC 包含 2 路采样保持器和一个转换单元,可以实现双通道的同步采样,而且 12 bit 的采样精度也能满足装置作为配电变压器后备保护的精度要求,故不再增设专门的 A/D 转换电路。

### 1.4 存储器的扩展

虽然 TMS320F2812 芯片提供了 18 K×16 bit 的随机存储器 RAM 和 128 K×16 bit 的 Flash,但在微机变压器继电保护装置中,由于系统的全部算法实现程序要写入 Flash,并且在装置投入运行后,还需要足够的存储空间用来存储大量的数据和报告,需要较大的存储空间以保证系统的可靠运行。因此,对存储器进行外部的扩展是非常必要的。而 TMS320F2812 提供了外部存储器的扩展接口 XNTF,且寻址空间可达 1 MB,非常方便进行系统的扩展。

### 1.5 开关量输入/输出模块

微型变压器保护装置中,除了大量的模拟量输入外,还有大量的开关量输入和输出(如触电状态或逻辑电平的高低等),这就需要开关量输入/输出电路,将与微型变压器后备保护相关的外设的开关量的状态通过开关量输入回路送给 DSP,而 DSP 则将相关的开关量指令输出到开关量输出回路。同时,为了避免外来干扰对装置稳定性的影响,在开关量输入/输出电路前均要增加光电耦合电路,使任何开关量在进入 DSP 之前都要通过光电耦合电路进行光电隔离。

### 1.6 开放性的通信设计

随着电力系统自动化技术的发展,传统的通信方式已不能完全满足微机保护装置的通信需求。为增加装置对于通信的兼容性,采用了以下设计:

(1)在 TMS320F2812 芯片内集成串行通信接口,使装置保留有 2 个带有 RS485 标准的硬件接口,通过芯片的 GPIO 的 PB12、PB13 来控制 RS485 的接收和发送,以完

成上位机和下位机之间的数据传输。

(2)TMS320F2812 芯片内集成了增强型 CAN 总线通信接口,该接口与 CAN2.0 标准接口完全兼容,且最高可达 1 Mb/s 的速率<sup>[5]</sup>。

(3)TMS320F2812 芯片内没有集成以太网接口,为此,本装置扩展了 2 个以太网接口供以太网通信用,使得装置可以兼容于由以太网来构架的变电站综合自动化系统的通信网络<sup>[6]</sup>。

## 2 软件算法

### 2.1 软件流程

装置的软件流程图如图 2 所示。



图 2 软件流程图

装置上电后,首先进行系统初始化,包括微机系统及其接口芯片、数据采集系统、定时器等初始化。初始化完成后,对系统硬件进行全面的自检,即初始化自检。自检不通过,则装置报警并闭锁保护;自检通过,则主程序进行运行方式判别。主程序根据运行方式判别的结果,分别执行调试方式和运行方式。若为运行方式,则进行数据采集初始化,并开放采样中断,进入主循环程序。主循环程序包括自检循环程序和故障处理程序。若无故障,则进入自检循环程序,主要进行故障报告文件处理及运行状态自检;若有故障,则进入故障处理程序,在故障处理程序完成全部故障处理任务且整组复归时间到后,执行复归操作,保护装置返回到故障前的状态,为下一次保护动作做好准备。若故障未处理完成或复归时间未到,则回到故障处理程序继续处理故障。

### 2.2 算法

考虑到在工程实际当中的运用,综合比较各种算法,本装置选用傅里叶算法作为装置的电压量、电流量算法。其中,半波傅里叶算法的速度较快,但从滤波效果来看,全波傅里叶算法不仅能完全滤除各次滤波分量和稳定的直流分量,而且能较好地滤除线路分布电容引起的高频分量,对随机干扰信号的反应也较小,而对于畸变波形中的基频分量可平稳和精确地做出响应。此外,半波傅里叶算法的滤波效果不如全波算法,它不能滤去直流分量和偶次谐波。而且,从精度来看,由于半波傅里叶算法的数据窗只有半周,其精度低于全波傅里叶算法<sup>[7]</sup>。

因此,本装置采用变动数据窗的方法来协调响应速度和精度的关系。其做法是:在启动元件启动之后,先调用半波傅里叶算法程序,为灵敏度要求低而安全裕度较大的保护提供数据,一个周波后,改用全波傅里叶算法,相应地提高了保护的灵敏性。这样,在保证装置的滤波性和精确性的前提下,运算速度也比单纯采用全波算法要提高一倍<sup>[8]</sup>。

本文介绍的保护装置中,由于采用了具有优良的数据处理能力和高度集成化的 DSP 芯片,能更好地满足保护装置对实时性、小型化的要求;而 CPLD 芯片的引入,则简化了 CPU 外围电路的设计,并极大地提高了硬件部分的抗干扰能力;开放性的通信设计和以太网通信技术的使用,大大增强了装置的兼容性,为装置提供了可靠的数据通信。

#### 参考文献

- [1] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理(增订版)[M].北京:中国电力出版社,2004.
- [2] 田国政,谭伟.微机保护装置的发展[J].电网技术,2006,30(10):358-361.

- [3] 苏奎峰,吕强,耿庆峰.TMS320F22812 原理与开发[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 刘勇,刘曙光,柯善文,等.新一代微机保护装置的设计与实现[J].继电器,2007,35(12):118-121.
- [5] 陶维青,刘宁,余淼,等.基于 DSP 与 CAN 总线技术的馈线监控终端开发[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2008,31(7):1016-1019.
- [6] 吴骞,胡红兵,顾欣欣.基于 TMS320F812 的微机保护平台[J].电网技术,2007,31(12):243-247.
- [7] 杨奇逊.微机型继电保护基础[M].北京:中国电力出版社,2002.
- [8] 姬春义.基于 DSP 变压器保护装置的设计[D].合肥:合肥工业大学,2007.

(收稿日期:2011-03-05)

#### 作者简介:

常强贵,男,1982年生,硕士研究生,主要研究方向:电力电子变换技术。

张崇巍,男,1945年生,教授,博士生导师,主要研究方向:特种电源,网络控制技术与自动化仪表。