

变电站成套微机保护与管理的设计与实现

郑三保 石铁洪 程时杰 刘 沛 华中理工大学电力工程系 武汉 430074

【摘要】 标准化与模块化是保证变电站综合自动化子系统独立性与可扩展性相统一的基本要求。据此提出了变电站成套微机保护与通信管理系统的标准化设计方案,并详细讨论了该方案软硬件模块的具体实现方法。

【关键词】 变电站自动化 微机保护 微机通信

引言

80年代以来,随着计算机和通信技术的迅速发展,变电站综合自动化成为国内电力系统自动化方面的热门课题之一^[1]。尽管起步较晚,但我国电力系统的现状与发展规划为综合自动化的研究提供了良好的机遇,因此近年来这方面的研究成果层出不穷,有效地推动了我国电力系统自动化事业的发展。

但也应该看到,由于缺乏统一的设计方案与产品标准,这种百花齐放的局面也在一定程度上给电力研究与生产行业造成了重复劳动甚至混乱。不同厂家的产品很多都是自成一体,相互之间缺乏良好的兼容性与可扩展性,给用户带来很大的麻烦。

针对这一问题,我们通过借鉴近几年来各方面的研究成果,研究开发了一套变电站微机成套保护与管理系统。在该系统软硬件的设计过程中,我们力求做到标准化、模块化,因而保证了该系统自身的独立性和与其它子系统的兼容性。

1 系统的总体结构

本系统属于分级分布式^[2]综合自动化系统的最下层子系统,主要包括变电站中各类保护处理单元及其与管理机的通信网络。系统简图示于图1。

各保护处理单元均设计为插件式结构,相

互之间可通用硬件,这样基本上实现了硬件标准化,既缩短了开发周期,又便于硬件维护。主要插件简介如下:

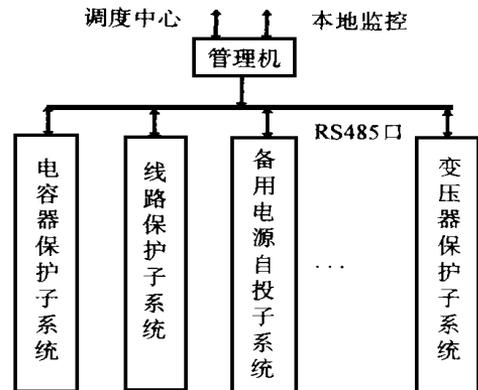


图1 系统的总体结构

1) 电源插件。利用可靠稳定的开关电源提供各种等级的直流电压。

2) 交流插件。利用电流互感器、电压互感器将采样模拟信号变换为适合数字计算的电信号。

3) CPU 插件。利用 80C196 构成单片机系统完成数据采集、计算及各种逻辑分析功能,在此基础上产生相应的操作命令。同时还完成各保护单元的就地监控以及与管理机的通信任务。

4) 开入开出插件。在 CPU 控制下接收开入量,送出开出量,从而完成操作任务。

各保护处理单元通过 485 口与管理机通信,通信方式为主从式,由管理机采用轮询方式对各保护单元寻址。管理机同时与更上层的

调度中心或本地监控系统交换信息。

2 各处理模块的软件实现

同硬件一样，各处理模块的软件也采用模块化结构，它们可共用主程序、中断采样程序、启动判断程序以及通信程序等模块。软件总体结构如图 2 所示。

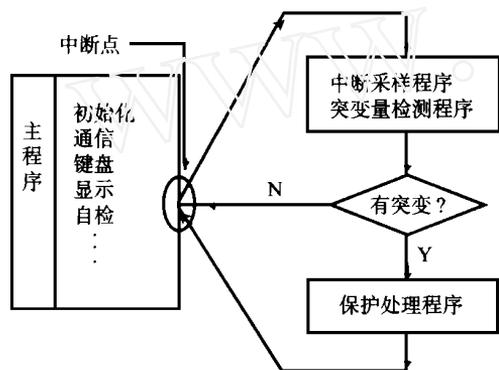


图 2 保护单元的软件结构
各主要模块的实现主要有以下一些需要解决的问题：

1) 数据采集。使用 80C196 定时器 T_1 进行 8 通道定时中断采样，采样频率为每周波 12 点。

采样数据分两区存放，形成滑动缓冲区窗口，如图 3 所示。由于采样数据是双区存放，因此在如图所示的 I 区指针与 II 区指针之间存放的始终是经过刷新的最新数据。最新数据窗全长为 27 个采样点（两周波加 3 点）。

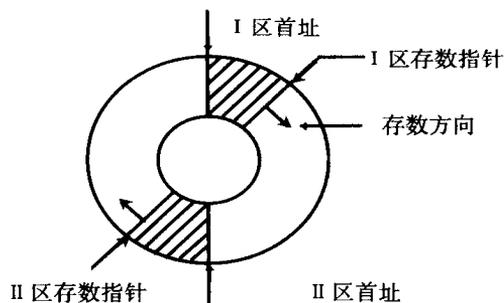


图 3 采样数据缓冲区

2) 保护启动方式。在采样中断服务子程序中还包括采样值突变检测环节。以电流为检测测量时，检测判据如式 (1)：

$$\left| \frac{I_K - I_{K-N}}{I_{K-N}} - \frac{I_{K-N} - I_{K-2N}}{I_{K-2N}} \right| > I_{TS} \quad (1)$$

式中： N 为每周波采样点数， I_{TS} 为突变量启动的门槛值， I_K 为第 K 点电流采样值。

当连续三次采样满足式 (1) 的条件时，认为出现异常状态。此时通过修改中断返回指针从中断服务程序直接进入保护处理程序。

3) 保护处理模块涉及到的一些算法

进入保护处理程序后，必需计算各通道采样幅值和其它一些量。采样幅值的计算可根据需要采用全周或非全周傅氏算法。各次谐波幅值的全周傅氏算法如式 (2) [3]：

$$\left. \begin{aligned} I_I &= \frac{1}{N} \left[2 \sum_{K=1}^N I_K \sin \left(K \frac{2n}{N} \right) \right] \\ I_R &= \frac{1}{N} \left[2 \sum_{K=1}^N I_K \cos \left(K \frac{2n}{N} \right) \right] \\ I^2 &= I_I^2 + I_R^2 \end{aligned} \right\} \text{计算} \quad (2)$$

式中： N 为每周波的采样点数， n 为谐波次数， I_K 为最新的第 k 点采样电流值， I 为计算所得电流幅值。

本系统计算结果均为 32 位精度，由于功率、功率因数等的计算涉及到双字的平方，而结果亦为双字，因此必须注意精度问题。具体做法是在平方运算之前将算式中所有双字规格化为同标度的字，规格化以后的字应使其符号位以外的有效位尽可能多。这样计算出结果后再将其按相应标度还原成实际值。下面给出计算复功率的例子说明提高精度的方法，复功率由式 (3) 计算：

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (3)$$

设规格化以前的有功与无功为：

$$P = 00000000111111110000000000000000B = 00FF0000H$$

$$Q = 00000011111111111111111111111111B = 03FFFFFFH$$

将它们左移 5 位规格化为字：

$$P = 0001 1111 1110 0000B = 1FE0H$$

$$Q = 0111 1111 1111 1111B = 7FFFH$$

最后将计算出的结果 S^2 右移 10 位还原为实际值。

对于功率因数中涉及到的平方根运算,可采用迭代算法。在具体实现时,应注意精度与收敛时间的相互协调以及初值的选取。开平方的迭代算式如式(4)所示:

$$X_{K+1} = \frac{1}{2} \left(\frac{A}{X_K} + X_K \right) \quad (4)$$

式中, A 为待开平方的数, X_K 为所求平方根的第 K 次迭代值。

3 保护单元通信策略

各保护处理单元必须实时地与管理机交换信息。本系统采用主从式通信,由管理机轮流访问各保护单元,保护单元根据管理机要求或优先报文排队原则上送相应报文。

3.1 通信方式选择

一般来说,保护处理单元与上层管理机的通信可采用查询或中断方式。我们在本系统中采用中断收发方式,主要基于以下理由。

a. 由于上层机与保护单元的通信为主从式通信,保护单元要尽可能快地对上层机的通信要求作出反应,必需采用中断接收方式。

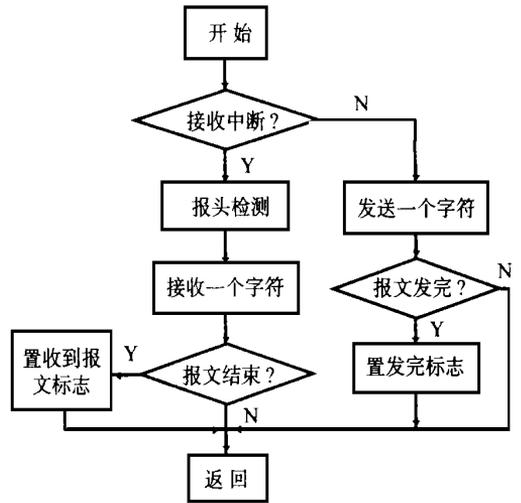
b. 当通信波特率较高时,如果采用查询方式接收数据,由于采样中断时间过长,可能使接收到的数据由于不能及时读出而丢失,在采用80C196的串口中断来接收数据时,由于其中断级别高于定时器中断,则可避免这一情况。

c. 采用中断方式后,在主程序中节省了查询等待时间且无须通讯握手信号,因而确保了保护单元对外部事件的实时反应能力。

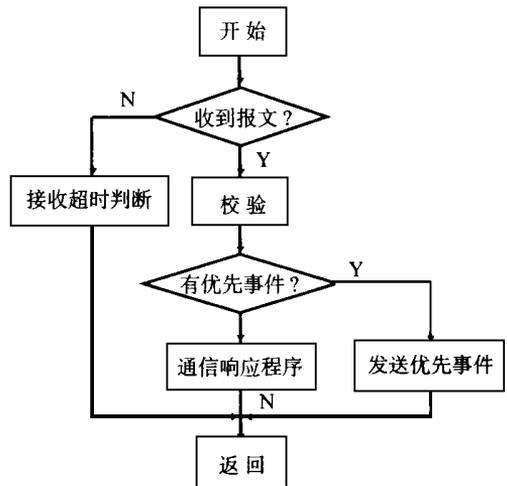
尽管采用中断通信有以下优点,但如果中断通信子程序过长以至在中断低级别的采样程序后使采样时间超过采样周期(约1.67ms),则会扰乱正常的采样周期,引起采样混乱。因此,通信中断子程序应尽可能短。在本系统中,通信中断子程序仅完成以下任务:从通信串口接收一个字节并转存入接收缓冲区,或从发送缓冲区取出一个字节并发送。而通信响应程序则作为子程序由主程序调用。

采用中断方式的通信模块程序框图如图4所示。其中,通信响应程序完成对时、修改定值、

建立发送缓冲区并启动发送中断等任务。



a. 中断收发子程序



b. 通信子程序

图4 通信模块软件框图

3.2 通信规约

本系统管理机与保护单元之间采用RS485电流环进行串行通信,通信距离大于1.2km。传输介质可采用双绞线。

数据传输的具体方式为:异步起止式协议,报文发送,循环冗余码校验,波特率为4800bps。

4 结语

变电站综合自动化研究的现状与发展要求构成综合自动化的各子系统既能可靠地独立运行,又能扩展为更大的系统,因此必须加强各子系统的标准化设计。本系统从这一基本指导思想

出发,提出了一个变电站微机保护与管理系统的设计方案。本方案尽量使构成系统的软硬件模块化,既避免了重复劳动,又增强了系统的可靠性。按本方案实现的微机保护与管理系统的已通过动模实验并即将投入现场运行。实验表明,本系统设计合理,运行可靠。

参考文献

- 1 杨泽宇. 变电站自动化系统技术设计探讨. 电力系统自动化, 1997, 21 (9) .
- 2 黄益庄. 变电站新型综合自动化设计. 中国电机工程学报, 1996, 16 (6) .

- 3 杨奇逊. 微机继电保护基础. 水利电力出版社, 1988.

郑三保, 男, 1970 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护与全球定位系统在电力系统中的应用。

石铁洪, 男, 1975 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护。

程时杰, 男, 1945 年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为人工智能在电力系统中的应用。

刘沛, 女, 1944 年生, 教授, 主要研究方向为继电保护与变电站综合自动化。

DESIGN AND REALIZATION OF SUBSTATION 'S COMPUTER RELAYS AND ITS MANAGEMENT SYSTEM

Zheng Sanbao Shi Tiehong Cheng Shijie Liu Pei

(Electrical Engineering Department, Huazhong University of Science and Technology, 430074, Wuhan)

Abstract Standardization and modularization are two basic requirements for enhancing the independence and the expansion ability of the automation subsystems for power system substation. This paper proposed a scheme to design and to realize such kind of subsystems. A standard designing scheme for substation 's computer relays and its management system is presented. Details of the realization of both hardware and software are also given in the paper.

Keywords Substation automation Computer relay Computer communication

(上接 13 页)

其他仿真表明:

·用任意采样起始角进行仿真,不影响其精度。

·用不同角频率的正弦波输入仿真,按比例改变采样周期,不影响其精度。

·当移相角 $= \pm 90^\circ$ 时,对直流分量和低周分量有较强的抑制作用。

3 结论

本文提出了一种新的短数据窗移相算法,并

在实际开发微机保护的过程中得到较好的应用。由于该算法数据窗较短,仅 3 个连续采样点,因而能较好地适应电力系统过渡过程,加上该算法使用了差分,因而对过渡过程中的低周分量有较好的抑制作用。实践证明该算法原理正确,且有一定的实际应用价值。

参考文献

- 1 陈德树. 计算机继电保护原理与应用. 水利电力出版社, 1991.
- 2 杨奇逊. 微型机继电保护基础. 水利电力出版社, 1987.

A NEW PHASE SHIFT METHOD WITH SHORT WINDOW

Yao Zhenghui Peng Honghai Zhou Youqing (Hunan University, 410082, Changsha, China)

He Xunjie (Hunan Shaoyang Industry Academy, 422001, Shaoyang, China)

Abstract Phase shift is often used in computer relay protection and control. The paper proposes a new phase shift method with short data window. The method can be adapted to different frequency signal and different sample frequency. It has the characteristic of high accuracy and high speed.

Keywords data window phase shift method