

# 变电站微机型故障录波装置设计方案

夏芳,刘沛

(华中理工大学电力工程系,湖北 武汉 430074)

**摘要:** 电力系统的发展对变电站故障录波装置提出了更高的要求,计算机软硬件技术的飞速进步为微机型故障录波装置的性能改善提供了必要条件。本文介绍了一种基于当前先进的计算机技术的高性能的变电站故障录波装置的设计方案,较详细地分析说明了其软硬件结构和功能。

**关键词:** 变电站; 故障录波

**中图分类号:** TM935.39

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1003-4897(2000)03-0040-04

## 1 引言

随着电力网络的扩大化复杂化和区域网互联趋势的到来,电力系统的行为也将越来越复杂。一些原有的假设条件和简化模型的适用性都将接受进一步的挑战与检验。在此情形下,丰富详尽的现场实测数据,尤其是故障或非正常状态下的数据,无疑将具有越来越重要的价值。它们不仅是分析故障原因、检验继电保护动作行为的依据,也为电力工作者研究了解复杂系统的真实行为、发现其规律提供了宝贵资料。因此,故障录波装置作为电力系统暂态过程的记录设备,电力系统对其要求也越来越高了。计算机技术的不断突飞猛进,为微机型故障录波装置进一步扩大信息量,提高可靠性、准确性、灵活性、实时性,以及共享信息资源,提供了必要的有利条件。

本文提出了一种利用当前先进的计算机技术实现微机型故障录波装置的方案,以提高故障录波装置的性能,使之更好地适应电力系统发展的需要。

## 2 系统硬件结构

装置采用多微机、主从式分层网络结构,由现场分析站(上位机)和数据采集站(下位机)组屏构成。采集站与分析站通过 10Mbps 的以太网连接。一台分析站可带多台采集站。由于上位机具有高速度、大容量、对实时性要求相对较低的特点,而下位机则对实时性要求相当高,因此,这样做既充分利用了上位机的资源,同时也使数据采集任务分散化,有利于

保证实时性与可靠性。并且,一个变电站内的以太网上可接多台分析站和多头采集站。若一台分析站最多可带  $n$  台采集站,对一个需要  $m$  台采集站的变电站,只要分析站的台数  $N = m/n + 1$ ,就能使系统实现  $N-1$  容错配置,从而提高系统的可靠性。分析站可经 MODEM 通过电话线或载波通道与远方中调联系。开放式的系统结构便于与其他自动装置接口,实现站内综合自动化系列的 Intranet。上下位机一对一系统结构图如图 1。

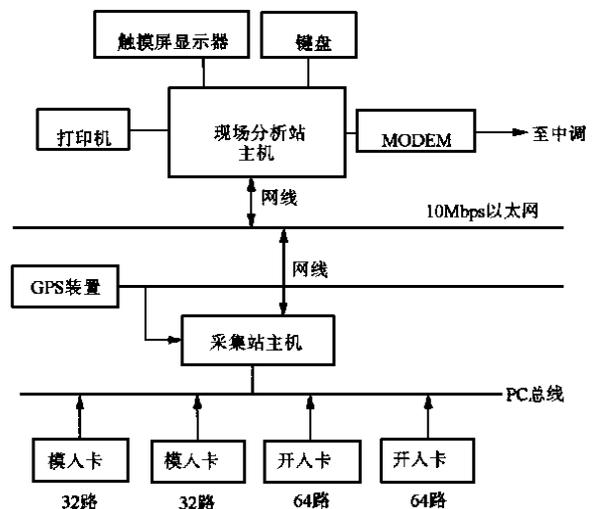


图1 系统结构图

系统硬件配置如下:

a. 采集站:选用 IPC-6803 微型工控机,内插专门设计的各种智能型采集卡,实现采集系统模块化。采集卡包括模拟量采集卡、开关量采集卡。每台采集站最多可采 64 路模拟量、128 路开关量。采样频率为 1800Hz 或更高。主机配置为 IPC-486VDH 主板、16M 内存、3.2G 硬盘、2M 电子盘、NE2000 网卡。亦可根据需要选用更高的配置。如内存可扩充至 128M。

收稿日期: 1999-09-20 改回日期: 1999-10-25

作者简介: 夏芳(1975-),女,硕士研究生,主要研究方向为电力系统及其自动化。

b. 分析站:选用高档工业化计算机 AWS-825P 一体化工作站。内部硬件配置为 IPC586VDH(B) 主板、MMX233CPU、64M 内存、3.2 G 硬盘、NE2000 网卡、内置 MODEM。显示器可配置触摸屏,从而大大简化和方便了运行人员的操作。

从以上配置可看出,此装置能很好地满足电力系统对故障录波的要求。采集站主机采用工控机,有良好的防尘抗震抗干扰能力,采集卡和主机的高速性保证了实时性,可扩展的存储容量也能满足不断增长的大量现场录波数据的存储要求。

### 3 系统软件设计

#### 3.1 软件开发环境

本装置软件可分为五大部分:各种数据采集卡软件、采集站软件、现场分析站软件、远方分析站软件、网络与远动通信软件。其中,通信软件实际上是嵌套在采集站和分析站软件中的。

数据采集卡软件使用汇编语言编制。采集站对实时性要求高,且涉及到对硬件的操作,因此采用在 DOS 环境下用 C++ 语言中嵌套汇编语言的方案。分析站以 Windows NT Station 4.0(中文版)为操作系统,因其稳定可靠且网络功能较强。分析站的开发语言选用功能强大的 Visual C++ 6.0。Windows NT 和 VC 6.0 均支持多线程机制,能很好的协调分析站的各种不同性质的任务。采集站与现场分析站之间的通信使用 NOVELL 公司开发的 IPX.COM 作为网络通信的底层支持软件。

#### 3.2 采集站软件

采集站软件的主要功能为:数据采集与计算、录波启动判断、故障录波、GPS 对时、数据存储与网络传输。采集站软件的主流程图如图 2。

##### 3.2.1 数据读取与计算

采集卡定时向采集站主机发中断,主机就将采样数据从卡上读入内存,并进行启动判断所需量的计算。

##### 3.2.2 启动判据

启动录波的判据有:

(1) 电压判据:

- a. 正序低电压判据;
- b. 正序过电压判据;
- c. 负序过电压判据;
- d. 零序过电压判据;
- e. 相电压突变判据;
- f. 零序电压突变判据;

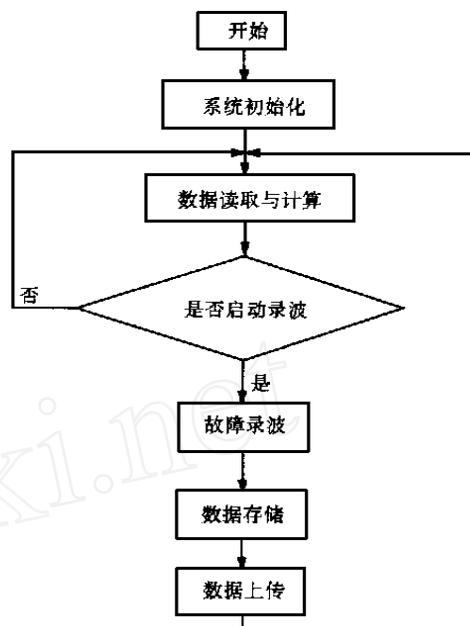


图 2 采集站软件主流程图

(2) 电流判据:

- a. 相电流突变量判据;
  - b. 指定线路零序过电流判据;
  - c. 相过电流判据;
  - d. 指定线路 B 相电流在 0.5s 内变化率判据;
- (3) 低频、过频及频率变化率判据;
- (4) 开关量变位判据;

上述某一判据满足时,将相应的标志位置位。遍历所有判据后,任一标志有置位就启动录波。

##### 3.2.3 故障录波过程

故障录波记录过程按 ABCDE 时段进行,符合 DL/T553-94 标准。

A 时段:系统大扰动开始前的状态数据,记录时间为 0.12s;

B 时段:系统大扰动初期的状态数据,记录时间为 0.12s;

C 时段:系统大扰动后中期状态数据,记录时间为 1.04s;

D 时段:系统动态过程数据,记录 20s;

E 时段:系统长过程的动态数据,记录 10min。

其中,ABC 时段按每周波 36 个采样点记录所有采用值,D 时段每 0.1s 记录一个工频有效值,E 时段每 1s 记录一个工频有效值。进入 D、E 时段后,恢复故障判别模块的执行,有相继故障则又转入 ABC 时段录波。一个录波批次可连续记录 8 次相继故障。

##### 3.2.4 数据存储

故障录波数据以文件形式存储在硬盘中,最多

可存储 64 个录波批次的的数据。存满 64 批次后,每来一个新的录波批次,将最老的记录删除。

### 3.2.5 GPS 对时

全系统由统一的 GPS 时钟定期对所有采集站发对时脉冲信号,校准采集站时钟与定时器,统一全系统的时间。

## 3.3 现场分析站软件

现场分析站软件的主要功能有:数据处理与故障分析、数据的显示与打印、运行和启动参数设置与浏览、启动方式设定、数据的硬盘存储与软盘备份。其中,数据处理与故障分析和数据的硬盘存储工作属于后台运行程序,只要上位机得知有新的录波批次,系统就提示用户并自动完成上述任务,无需用户干预。其它几项则要与用户交互完成,属于前台的界面程序。

### 3.3.1 数据处理与故障分析

数据处理部分的任务是将下位机传来的录波数据重组为便于分析计算的形式,并以文件形式保存。

故障分析的内容有:

- (1) 准确判断故障起始时间,分析故障持续时间;
- (2) 故障选线、选相;
- (3) 故障后第一周波电流/电压有效值、初相位计算;
- (4) 谐波分析;
- (5) 故障测距。

其中,提高故障测距的精度是故障录波装置开发中的重点与难点。目前我国采用的单侧电量测距的故障录波装置或保护装置中,大多采用迭代法进行故障测距。在实际应用中,迭代法有可能因收敛至误根而导致测距失败。

为此,本测距算法采用直接解方程法,得到两个根,两个根中必有一个为真实的测距结果。此算法无方法误差,理论上不受接地阻抗影响,测距精度只受给出的系统阻抗的精度以及测量精度等的影响。EMTP 仿真计算结果显示测距精度较为理想。

具体方案如下:

#### (1) 接地故障

当不能直接由某一个方程的两个根中判别出真根时,同时采用正序阻抗解方程及零序阻抗解方程法,各得到两个解答,去掉相异的两个解,相同的两个解即为正确测距结果。

#### (2) 非接地故障

采用正序阻抗解法,得到两个根,然后再经程序

进一步分析或用户判断决定取舍。

### 3.3.2 数据的显示与打印

数据显示功能的主要内容有:

(1) 显示故障信息简表:显示被选故障批次的故障分析结果;

(2) 显示故障录波波形:显示被选故障批次的指定母线或线路的指定量(电压、电流)的录波波形,并可同屏显示游标所指采样点的采样值及有关的计算数据(该点的相位、有功、无功、功率因数、所在周波的电流/电压基波有效值、谐波含量、频率等);

(3) 显示实时模拟量;

(4) 显示实时开关量;

打印功能可实现:

(1) 自动打印:启动录波后,自动打印简要故障信息和各通道的录波波形;

(2) 召唤打印:运行人员可随时选择有历史记录任一故障批次,进行故障信息和录波波形的打印;

(3) 屏幕打印:可打印当前屏幕的显示内容,包括故障简表、录波波形、参数设置一览表。

### 3.3.3 参数设置与浏览

参数设置包括运行参数和启动参数的设置。

运行参数的设置 将用于系统对变电站运行方式的辨识,其设置的合理性与完备性有利于正确分析故障。这部分的设置内容有:

(1) 用户名称设置;

(2) 母线运行参数设置:包括名称、电压等级;

(3) 线路运行参数设置:参数包括名称、运行编号、CT 变比、相连母线,可识别母联线路和高压线路;

(4) 开关运行参数设置:包括开关名称及所属线路;

(5) 模拟量通道设置:64 路模拟通道分成 16 组,每组分配 A 相、B 相、C 相、零序 4 个通道,可根据实际接线情况将所用通道组设置为相应母线或线路的电压、电流或高频通道;

(6) 高频通道设置:设置高频线路组各通道对应的线路;

(7) 阻抗参数设置(用于测距)。

上述有些参数设置之间存在联系,当某些设置更改后,程序将自动修改或提示用户修改相关设置,以保证数据的一致性。

当用户设置好运行参数后,即可对已设置的母线、线路设置相应的录波启动判据的整定值及该判据的投退状态。

参数设置功能只对调度人员开放,必须核对口令才能进入。而参数一览表则可供运行人员查看和打印参数设置结果。

### 3.3.4 启动方式设定

录波启动方式有:自动启动录波、手动启动录波和只启动不录波三种。其中自动启动方式(即有故障就启动)为省缺方式。后两种主要用于检验装置是否处于正常状态。

### 3.3.5 数据的硬盘存储与软盘备份

采样数据及计算分析所得数据均以文件形式自动存储在硬盘中,对应于一个采集站,分析站可存储64个批次的的数据。由于分析站也保存了采集站的采样数据文件,从而实现了采样数据的双机备份。文件的软盘备份可实现数据更长时间的保存。用户可选择所需文件进行备份。

### 3.3.6 对时功能

上位机开机时向下位机发对时命令,要求下位机上传时间信息;在运行期间,没有启动录波的情况下,下位机在正点时主动向上位机发对时信号,校准上位机时钟。

### 3.3.7 远传功能

当有新的录波批次到来时,现场分析站将自动远传简要故障信息;当远方分析站发来传输命令时,被动传输所要求的数据;现场分析站还应能接收远方参数整定值。

## 3.4 上下位机通信软件

上下位机采用能保证实时性的 IPX 协议进行通

信。

分析站向采集站传输的数据有:

- a. 手动启动命令;
- b. 开始或结束发送实时量的命令;
- c. 对时命令;
- d. 要求发送未传记录的命令;
- e. 启动参数。

当启动录波后,录波完毕,采集站将主动向上位机发送录波数据;当分析站重新开机后,采集站被动发送漏发的各批次故障记录文件。

## 4 结语

本文基于当前先进的计算机软硬件技术提出了电力系统故障录波装置的一种设计方案。该装置无论在信息容量、可靠性和灵活性方面都有很大的改善。开放式的系统结构有利于系统的进一步扩充,及与变电站综合自动化接口,能适应电力系统发展的需要。

### 参考文献:

- [1] 刘劲,等.高性能微型故障录波装置的研制.全国高等学校电力系统及其自动化专业第九届学术年会论文集,重庆:重庆大学出版社,1993.
- [2] 毛晓明,等.利用单测电量的高压输电线路故障测距算法研究.电网技术,1998(11).
- [3] 吴小辰.GIW-1603型电力系统微型故障录波分析装置的研制.华中理工大学硕士学位论文.

### A design of fault recorder used in substation

XIA Fang, LIU Pei

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** With the development of the power system, the requirement for fault recorder of substation is becoming more and more strict. The great progress of software and hardware technology of computer provides the essential condition for the improvement of fault recorder. A design of multi microprocessor based fault recorder with better performance is given in this paper. The structure and functions of its hardware and software are illuminated in detail.

**Keywords:** substation; fault recorder

(上接第 39 页)

### Some viewpoints on design and panel configuration of transformer microcomputer protection

SU Mao-jun, XIAO Zheng-qiang, NIU Hong-xing, SUN Dong-lei, HAN Xiao-ming

(XI Sifang subcompany, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** Microprocessor - based protection has become the main trend of domestic relay protection. We summarize and analyze the transformer microcomputer protections of XI Sifang subcompany, and present some viewpoints on the hardware, software and panel configuration design of transformer microcomputer protection.

**Keywords:** protection; unit; microcomputer; transformer