

故障录波器现状及一种新方案的探析

苏宏勋 曹全喜 白菊花 许昌继电器研究所 (461000)

【摘要】 针对目前国内故障录波装置的不足, 阐述了建立在工业控制计算机技术、局域网技术、通信技术上的新一代故障录波综合监测装置的主要功能及显著特点。

【关键词】 故障录波 谐波分析 在线数据分析 工业控制计算机 (IPC) 局域网 (LAN)

前言

故障录波器用于电力工业已有很多年的历史, 对故障录波器记录的信息进行分析, 可以确定故障相别、电流电压幅值、继电保护系统的动作行为及开关动作次数等, 从而改进电力系统配置, 使系统具备最大的可靠性。从早期的机电式录波器、光线式录波器到采用固态数字存储器的录波器, 以及现在普遍使用的靠微处理器件实现的录波器, 每次更新换代, 都使故障录波器的性能有了大幅度的提高。

进入九十年代以来, 随着个人计算机 (PC) 技术的飞速发展, 其在工业控制领域的应用也日益广泛, 工业 PC 正以其可靠的性能、开放的结构、品种繁多的软件平台、优良的性能价格比受到工业界的重视。同时计算机网络技术的发展, 也使电力系统变电站、电厂之间的信息联网成为可能, 通过联网, 工作人员在中心调度所就可以调出各变电站故障录波器记录的信息快捷、方便地进行分析, 而要实现联网, 录波器必须具有通信能力, 对其数据传输率要求高速、可靠。而以单片机为数据处理核心的故障录波器, 在进行大容量数据处理时就“力不从心”, 硬件结构繁锁, 冗余度低, 特别是数据传输的瓶颈效应, 成为故障录波器联网或进网的主要障碍, 在其性能改进上总会感到“捉襟见肘”。

1 目前故障录波器存在的主要问题

1.1 数据传输速率低

随着计算机技术的发展, 局域网 (LAN)、广域网 (WAN) 也会在电网中大量应用, 利用计算机网络或通信网络传送录波器故障数据成为现代化管理的一种手段。变电站综合自动化的发展, 也要求整个电网的微机故障录波器具具备联网或入网的条件, 故障录波数据可快速、准确地由录波器所在地传送到省调, 为及时分析故障、迅速提出措施提供条件。而目前有些故障录波器虽具备数据通信条件, 但均为串口通信, 数据传输速率低, 没有网络通信能力, 对录波器这种大容量的数据传送, 显然需很长时间, 特别在进入电力系统计算机网络时, 更会遇到重重障碍。

1.2 缺少在线数据分析功能

故障录波器只是如实地记录故障时各电气量变化的波形, 虽依靠打印机能打印清晰的波形, 但没有在线数据分析功能, 故障数据由人工测量计算得到, 精确度差, 没有发挥微机故障录波器的优越性。

1.3 硬件配置不合理

主要的数据采集、计算、判别由以单片机构成的前台机完成，而后台机则完成数据的整理、制表、打印、输出、保存等任务，硬件配置重复，且中间环节多，特别是数据传送的瓶颈效应，对故障信息的及时显示、传送极为不利。如有的故障记录装置，数据由前台机送到后台机的时间，简单故障需 30 秒，10 分钟的长过程则需传送 5 分钟。

1.4 硬件可靠性低

由于元器件进货渠道复杂，又没有好的检测手段，很难保证产品的硬件质量。据黑龙江省电力调度局的统计，录波器在故障时没有正常运行的主要原因是元器件质量不过关，占总数的 70%。

1.5 系统容量小

由于受到系统本身结构的限制，无论是模拟量输入、开关量输入、还是故障数据存储容量，冗余度都小，甚至没有冗余，不可能增容和升级。如 GLQ 2 型录波器，其内存只能存储三次故障信息，由于其每次故障存盘时间为 35 秒，超过三次后，每次故障间隔要大于 35 秒。

1.6 时钟对时不精确

现有的录波器虽都设有硬件时钟电路，但其初始整定都是人为输入，准确度差，在电力系统故障，根据各变电站录波数据分析事故原因时，存在许多不便。

1.7 高频录波功能欠佳

高频通道录波对分析高频保护动作行为有很重要的作用。有些录波器没有高频录波功能，有些虽能实现高频录波，但录波效果不理想。高频波经过处理后与通道实际波形比较严重失真，且有 18 死区，不能真实反映通道情况，对分析高频保护特别是相差高频的动作行为极为不利。

1.8 显示不直观，操作复杂

以单片机实现的录波器，其操作显示均为数码或液晶显示，显示容量小，人机界面不直观，面板上有许多开关、按钮，各种操作繁锁复杂，现场调试工作量大，给运行人员带来不便。

1.9 没有在线定值修改功能

目前各电力系统很少实现各变电站故障录波器联网，况且现有故障录波器也不具备数据通信功能，因此在原始设计时就很少考虑在线修改定值功能，而随着电力系统网络通信的发展，在线定值修改必然成为基本要求。

2 新一代微机故障录波监测系统的硬件结构及软件框图

2.1 硬件结构

经过几十年计算机及测控系统的发展，大家充分认识到工业测控系统标准化的重要性和必要性。首先标准化产品具有通用性，其次标准化的测控系统具有很好的开发环境，无论是硬件还是软件调试，所有标准化计算机系统都具备一套完备的开发手段，标准化的测控系统也易于替换和升级。

工业控制计算机 (IPC) 就是计算机及工业测控系统标准化发展的产物。工业 PC 由于其特殊的结构设计，严格的芯片质量筛选，使整个系统绝对密封，适于最恶劣的工作环境，工作环境温度达 $-40 \sim +80$ 之宽，稳定可靠的性能，平均无故障时间 (MTBF) 达 90,000 ~ 230,000 小时；更由于其标准化的总线结构，使 PC 总线的测控系统 in 应用软件方面具有

无可比拟的相互兼容性,无论是硬件还是软件,都具有优良的开发环境,完备的开发手段,在升级换代方面更是易如翻掌,如在 PC 总线的测控系统中要增加内存和硬盘容量,只要再插入内存扩展条及更换大容量的硬盘即可;要增加模拟量输入、开入开出量,只要在扩展槽中多插入一块相应的卡即可。因此 PC 总线的测控系统用在故障录波测控系统上,具有其它硬件结构无可比拟的优越性,特别是进行数据分析、波形、开关量显示等方面,可开发出友好的人机界面,为现场运行人员提供方便、快捷的操作方法,所有这些都是其它硬件结构的录波器根本不可能实现的。

以 PC 总线方式实现的故障录波监测系统的硬件结构示意图如图 1、图 2。

图 1 为一独立完整的故障录波监测系统结构图,其中网卡和 FAX 卡为数据远传用,可选用 FAX 卡通过电力系统电话网远传数据,或选用网卡通过微机网络远传数据。

图 2 为故障录波系统和变电站综合自动化系统联网时的结构图,此时的故障数据分析、显示、打印可由自动化系统的后台主机完成,也可按图 1 配置,由故障录波系统自配的显示器、打印机完成。

另外系统在以下方面还可以灵活选配。

(1) 整个故障录波监测系统的配置十分灵活,可根据用户不同要求提供不同档次的配置。如工控机可配 386 主机或 486 主机,也可配一体化工作站,这就省了显示器 (CRT)。

(2) 扩容方便。模拟量及开关量输入输出可根据用户要求增加或减少。

(3) 网卡、FAX 卡为联网或远传数据用,可根据用户要求提供不同的数据通信方式。

(4) 还可以根据用户要求增加其它性能。如增加固态电子盘以增加系统的可靠性等。

2.2 软件框图

整个系统的软件由于采用结构化的设计方法,因此软件编程灵活,增加新功能容易,不影响其它功能,且编程速度快,开发周期短,其框图如图 3。

由图 3 可看出,本系统主要由主程序、数据采集与启动判别程序、数据通信程序及系统对时程序构成。在主程序中,主要完成系统自检、定值修改、故障处理、谐波分析及模拟量显示等功能。

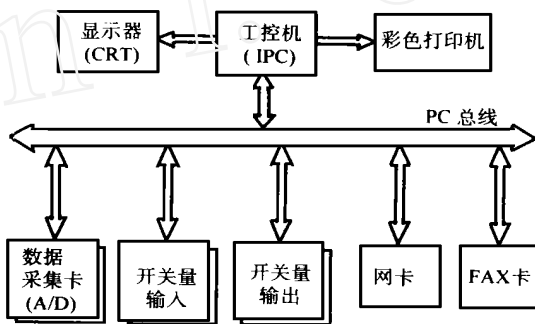


图 1 独立的故障录波监测系统结构图

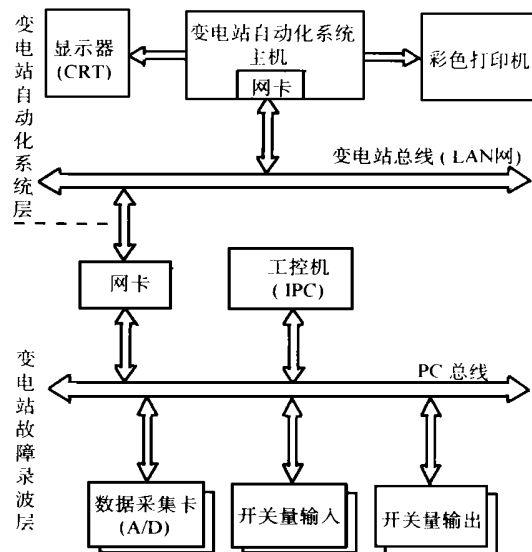


图 2 故障录波监测系统和变电站自动化系统联网时的配置

3 新一代故障录波监测系统的主要功能

(1) 录波记录

——模拟量 ——高频信号
——开关量

(2) 记录方式

——硬盘记录
——软盘记录

(3) 显示方式

——汉化打印录波报告
——在显示器上汉化显示波形及报告

(4) 故障测距

(5) 事件顺序记录 (SOE)

(6) 自动对时系统

引入最新国际导航卫星对时技术 (GPS), 使各厂、站任一装置对时误差不大于 0.1ms 。

(7) 全汉化的友好人机界面, 菜单式操作, 多窗口显示, 方便运行人员使用。

(8) 完善的软、硬件自诊断系统。定时检测装置运行情况, 装置出现异常时, 立即在屏幕上显示出来, 并给出告警信号, 提示处理方法, 最大限度保证装置正常运行。

(9) 谐波分析功能

随着电力技术的进步, 电力半导体已广泛应用于从民用到工业设备的很宽范围内。由于从这些设备流出的高次谐波成份的电流, 造成电力系统的高次谐波量逐年增加, 形成了电气“污染”。这种电气污染日益成为电气系统运行的主要问题。

目前电力系统的谐波测试, 主要依靠专门的谐波测量仪, 有的电网甚至引进如 PSHA 这样大的谐波测量分析系统, 这不仅造价高, 而且不能在电力系统多点、同时、连续测量, 因此不能满足谐波分析的要求。现把这个功能加进故障录波装置内, 在录波器没启动时进行谐波分析, 不仅能满足电力系统多点、同时、连续测量的要求, 减少用户重复投资, 也充分利用了软、硬件资源; 测试人员也免去了来回搬运设备、拆线、接线的重复劳动, 可以说是一举多得。

(10) 网络通信功能

由于该故障录波测试系统采用标准化的 PC 总线结构, 因此数据通信方式灵活, 无论是总站改造, 还是新建变电站, 均能满足远程数据通信的要求, 图 4 和图 5 为两种数据传输方式。图 4 为借助于电力系统程控电话网实现整个系统故障录波联网, 实现远程数据传输; 图 5 为变电站总线 (LAN 网) 联网, 实现数据共享和远传。

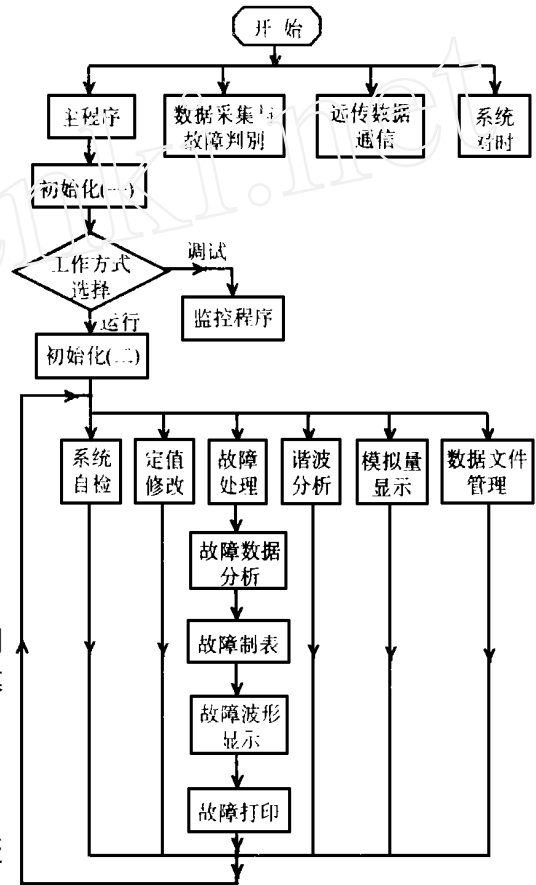


图3 软件框图

系统具备远程数据通信功能, 调度端就可远方实施参数整定、监测装置运行状态、调看故障记录、分析故障。

(11) 具有在线数据分析功能, 包括故障波形分析、谐波分析、测距等。

4 性能特点

新一代故障录波监测系统除在硬件结构、操作显示、存储容量及时钟对时等方面有优越性外, 还具有如下国内同类产品不具备的显著特点。

a. 功能强大, 通信灵活多样, 无需增加复杂设备即满足用户不同通信方式的要求;

b. 远方参数修改和录波数据调用;

c. 系统结构简单紧凑, 箱体之间联接线少, 除模拟信号外, 数字信号处理均在工控机箱内, 抗干扰能力大大提高。图 5 为本系统的屏面布置图。

d. 引入全球卫星对时系统 (GPS) 自动对时误差不大于 0.1ms ;

e. 具有事件顺序记录功能 (SOE);

f. 具有在线谐波分析功能;

g. 人机界面友好, 中文菜单操作, 方便直观。

h. 在线故障数据分析功能;

i. 标准化的软硬件平台, 采用面向对象的设计思路, 无论是开发新功能, 还是升级换代都十分容易。

j. 大部分软件开发量采用高级语言编程, 缩短开发周期。

5 国外发展现状

在国际上, 微型计算机技术在电力系统的应用, 从早期的第一代面向装置设计的产品, 到第二代模件化设计的产品, 又随着微处理技术的发展, 为我们进行信号分析, 实现不同功能需要的强大的计算能力以及友好人机界面的设计提供了手段, 也为象事件顺序记录、故障录波等这样需大存储量的系统提供了硬件平台支持, 因而出现了面向对象设计的第三代产品。

第一代面向装置设计的微机产品, 采用非常简单的 8 位微处理芯片, 低级语言编程。

模件化设计的第二代产品, 采用模件的设计方法, 高级语言编程, 选用更高级、性能更完善的处理器以及串行数据通信, 使电力系统继电保护及自动化产品有了很大发展。

考虑到可靠性、操作员和机械操作的相互配合以及产品 20 年到 30 年的使用周期, 所设

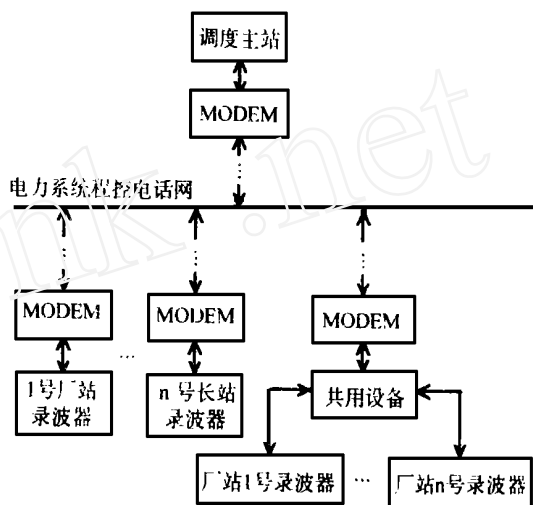


图 4 借助程控电话网构成的故障录波器网

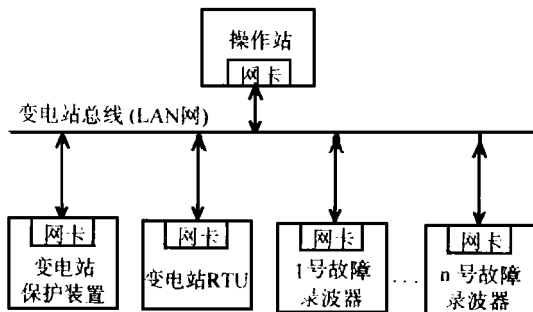


图 5 故障录波器和变电站自动化系统联网

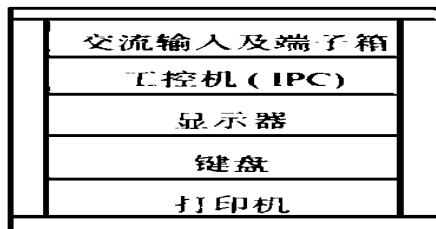


图 6 系统屏面布置图

计的产品必须运行在极其恶劣的环境中, 对接口的抗干扰性能有非常严格的要求, 对通信功能又提出了更高的要求, 因此平台的设计思想被用于第三代产品。面向对象的设计是在标准化的软、硬件平台上实现的, 其在就地控制、通信能力, 操作员界面及远方控制功能等方面有了巨大发展。数字信号处理技术、非挥发性存储器、表面安装技术、高速的通信总线、光纤技术等新技术都被应用在硬件平台。

本文所提的新一代故障录波监测系统, 在标准化的软、硬件平台基础上, 采用面向对象的设计思想, 使上面这些设计方法和新技术得到充分的体现和应用。

6 总结

工业 PC 以其丰富的硬件及软件资源, 深入人心的影响力与震撼力, 影响着工业测控系统的发展, 工业 PC 市场以每年不低于二位数的速率快速增长, 被行家看好会当作热门的自动化产品, 尤其在数据采集/控制市场占主导地位, 借助于局域网 (LAN) 可实现更大规模的分布式控制系统。随着这一故障录波监测系统的开发及工控机软、硬件价格的降低, 可以推出系列化故障录波产品, 如仿照集散型控制系统设计方法, 开发出容量更大的故障录波监测系统, 满足更大规模变电站的要求。

参考文献

- 1 贺家李. 超高压长距离输电线路故障测距. 天津电力技术, 1993. 2
- 2 盛和乐. 对 220~ 500kV 变电所综合自动化的探讨. 变电站综合自动化技术研讨会论文集, 南京. 1995
- 3 梁合庆. 变电所综合自动化中的故障录波装置. 变电站综合自动化技术研讨会论文集, 南京. 1995
- 4 能源部电力科学研究院. 对 220~ 500kV 变电所的故障记录要求
- 5 徐丙垠等. 接收 GPS 卫星信号的电力系统同步时钟. 电力系统自动化, 1995. 3
- 6 孙福军. 电力系统谐波测量分析系统. 黑龙江电力技术, 1993
- 7 李彦俊. 微机故障录波器的运行及改进意见. 黑龙江电力技术, 1993

(上接 29 页)

3 结束语

从以上的分析看, 该装置在总体设计和电路方面采用了许多新技术新原理。因而该装置具有很高的安全性和可靠性, 完全能够满足电力系统远方跳闸的需要, 它将为电力系统继电保护和安全自动装置提供更新的换代产品。

参考文献

- 1 金建源. 输电线路高频保护. 水利出版社
- 2 郑学生、朱延章. 新型远方保护音频传输装置的研究. 继电器, 1993. 3
- 3 Performance and testing of teleprotection Equipment of power System IEC834- 1. 1988
- 4 SSB System ESB500 for power line Carrier Communication
- 5 SW T500F6 System With F6Modulation for Transmission of protection Signals for Direct or indirect Remote Tripping Siemens AG Documentation File

YTF(S)- 500 remote trip signal transmission device is a new generation of remote tripping device which is developed basing on the advanced technology of SW T- 500F6 teleprotection signal audio transmission device and ESB500 power line carrier of Siemens company. Differing with other remote tripping signal transmission devices in China, the device can simultaneously transmit the remote tripping signals of two independent systems. It has higher safety and reliability than that of other devices, because it adopts the patent techniques of Siemens company, the keyed frequency-shift F6 modulation technique and the pulse noise restraint technique.

Keywords: Remote trip Safety Reliability Keyed frequency-shift

Development of IC- Based Complete Protection Suitable for Small or Middle Scale Hydro (Thermal) Power Stations Zhang Dawei et al(30)

An IC- based protective device which is suitable for the small or middle scale hydro (thermal) power stations with the single generator capacity not more than 50MW and the outgoing voltage not higher than 35kV is introduced. The device uses digital dial setting and its main protective unit is equipped with element failure locking circuit. So it has higher reliability and flexibility.

Keywords: Protection digital setting IC- based Small and middle- scale hydro (thermal) power stations

GENERAL DESCRIPTION

Current State of fault Recorder and Discussion on New Scheme Su Hongxun et al(33)

The main functions and important features of the new generation of combined fault recorder and monitor device which is set up on IPC technique, LAN technique and communication technique are described in view of the shortcomings of fault recorder in China.

Keywords: Fault recorder Harmonic analysis On- line data analysis IPC LAN

Discussion on the Maloperation Cause of HF Blocking Type Protection Zhang Keyuan et al(39)

The influence of 150Hz line- frequency component which comes into the transceiver of HF protection via HF channel is analyzed. Combined with the analysis on the interrupted waves of receiver's HF signal recorded at two faults, the judgement is given that the maloperation results from the 50Hz line- frequency component which comes into the HF output circuit of the transceiver when the HF channel is not grounded well. This paper presents a method of restricting the line- frequency component and suggests to verify the correctness of the analysis by farther simulation combined with site experience.

Keywords: Receiving interrupt HF channel HF transformer saturation Line- frequency component Ground potential rise

EXPERIENCE EXCHANGE

THR Distance Protection Applied in Dayawan Nuclear Power Station Zhang Huagui(45)

For the connections of 500kV one- and a- half CBs, line protection is equipped according to line layout and operates to two CBs. The available distance protections can be selected from domestic CKJ- 1, LZ96 and RA ZFE of ABB company, 7SL 32 of Siemens company, TLS of GE company, and THR of Reyrolle company, etc. The THR distance protection used on the Dayawan nuclear power station to Zengcheng 500kV line is introduced.

Keywords: Static type Distance protection Swing blocking

Analysis and Countermeasure of Anomaly in Control Circuit Yu Junfeng et al(49)

The anomaly of control circuit is carefully analyzed in three aspects and the detailed solution is presented basing on some typical examples.

Keywords: Control circuit CB Trip-proof relay System reliability

RELIABILITY RESEARCH

Study on the Testing and Assessment Method of Measurement Relay's Reliability

Han Tianxing et al(52)

Because the failure of relay and protective device can lead great loss to power system and other industries, to rise the reliability of equipment used in the power system is very necessary. Measurement relay is a basic unit of relay protection for power system, so to study the reliability of measurement relay becomes more important. The reliability data system is set up basing on the operation feature of the relay. Many important questions, such as how to perform the verification, assessment and statistic of the reliability are discussed and the testing procedure is described. Basing on the above test theory of reliability, the reliability tester of measurement relay is studied.

Key words: Measurement relay Reliability data system Reliability test

The Designing of Resisting Disturbance of the Subrack Han Zaolin, Xiao Juan(56)

Along with the development of modern scientific technique, more and more equipment in power, electronic and apparatus industries use subrack structure to lay electronic elements. To decrease the influence of electromagnetic wave and static electricity produced from the equipment and environment on the function of the equipment, how to improve the function and reliability of resisting disturbance in aspects of material selection, earthing design, card screening, mounting location and ventage design are discussed.

Key words: Subrack Anti- interference design Screening