

基于虚拟仪器技术的便携式故障录波装置设计

王晓兰, 李建海, 肖骏

(兰州理工大学电气工程与信息工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 故障录波装置是电力系统暂态过程记录的主要设备。提出了一种新型的工控机和虚拟仪器技术相结合的便携式故障录波器设计方案, 介绍了该装置的硬件和软件设计, 讨论了故障录波以及故障判断和分类方法, 提高了故障录波装置的总体性能。

关键词: 故障录波; 虚拟仪器; 便携式

Design of portable fault wave-recording device based on virtual instrument

WANG Xiao-lan, LI Jian-hai, XIAO Jun

(College of Electrical Engineering and Information Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Fault recorder is a main device to record the transient process of power system. A new kind of portable integrated fault recorder based on industrial controlling computer and virtual instrument is introduced. The paper describes the hardware and software design, discusses the method of faults record, diagnosed. The system can meet even higher requirements of fault recording.

Key words: fault recorder; virtual instrument; portable

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)23-0073-03

0 引言

故障录波器已成为电力系统中记录动态过程必不可少的设备, 主要任务是监视电力系统运行状况, 记录故障数据和波形图, 分析系统的故障参数、谐波含量、各种电气量的变化规律、故障点定位及系统元件参数测量, 为技术工作人员正确地分析事故原因, 研究事故对策, 处理事故, 评价继电保护功能和装置运行状况提供可靠的依据。因此, 性能优良的故障录波装置对于保证电力系统安全运行, 提高电能质量起到了重要的作用。

目前的故障录波装置多采用嵌入式微机系统构成, 普遍存在功能单一、结构复杂、难以维护升级的问题, 而且受存储容量、采样速率和通信速度的限制, 只能实现故障情况下的数据记录功能, 所记录的数据都是独立的、在时域上没有相互联系的暂态数据, 适合于局部的、单独故障的事故分析, 对于互联系统下的大范围、长过程的故障分析无能为力; 不同录波器的录波数据没有可比性和同步性, 无法为故障后的稳定性分析提供可靠的数据来源。因此本文提出一种基于PC工控机和虚拟仪器技术的新型便携式故障录波器的设计方案, 以期提高故障录波装置的性能。

1 故障录波器硬件结构

本装置的总体设计采用了PCI总线方案, 通过电压、电流互感器对信号进行隔离变换, 并通过信号调理和A/D变换后送入计算机, 利用PC工控机和虚拟仪器软件平台, 对故障数据进行高速采样和分析。装置结构如图1所示。

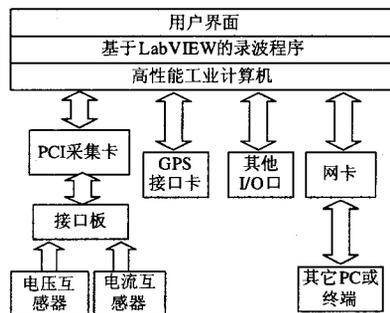


图1 基于LabVIEW的录波装置结构图

Fig.1 Scheme of integrated fault recorder based on LabVIEW

从图1可以看出, 该装置的硬件由一台高性能工业计算机, 一块高速数据采集卡, 一块网卡和GPS接口卡, 电压、电流隔离变换和信号调理电路构成。为保证在比较宽的范围内, 达到高的电压、电流测

量精度,信号调理电路采用带CPU的自动增益调整电路,对相应的互感器送来的模拟信号自动进行分级放大,提高输入信号测量的精度。高速数据采集卡有多个模拟量输入通道,采样率最高可以达到250KS/s,分辨率为16位,可以对接口板送来的电压和电流信号进行高速高精度采集;该采集卡还集成了多路可编程的数字I/O端口,其中8路作为上位机与单片机间的并行通信接口,其余编程作为开关量输入或输出,可以和外部设备形成闭环控制录波。本装置采用工控机中的大容量硬盘存放录波数据,可以满足用户长时间录波的要求;利用网卡和GPS接口卡,能实现装置时钟的自动对时和记录数据的远传。

2 系统软件设计

本装置软件应用虚拟仪器技术开发,设计中采用分层模块化的方法,分别设计了应用层函数,功能层函数和底层采集函数。由应用层函数生成用户界面,各个功能模块程序调用底层函数完成相应的存储分析功能,底层函数完成数据采集,上、下位机通信、与其它PC机通信、开关量输入等操作,各层之间通过公共数据文件和实时变量进行数据交换^[1]。

其中功能模块包括数据采集模块,故障数据分析处理模块和错误事件处理模块。每一个功能模块内部也采用分层设计思想,由主模块调用各个下级子模块,以实现数据的采集、处理、分析、显示、记录、通信和生成报表等功能。

2.1 数据采集模块

数据采集模块的主要功能为:数据采集、录波启动判断、故障录波、GPS对时及与故障数据分析处理模块的信息交换。

数据采集模块调用底层DAQmx Creat Virtual Channel.vi(创建虚拟通道)、DAQmx Timing.vi(DAQmx定时)、DAQmx Start Task.vi(启动DAQmx任务)、DAQmx Read.vi(读DAQmx)、DAQmx Stop Task.vi(停止DAQmx)、DAQmx Clear Task.vi(清除DAQmx任务)等子VI,完成将模拟信号按照设定的采样速率转换为数字量,对信号的幅值、相位、频率等参数进行计算,并将采样得到的数字量存储在计算机存储器中。录波启动方式有模拟量启停,数字量启停,模拟量启动数字量停止,数字量启动模拟量停止和远方启动^[2]等多种启停方式,启停时间可通过GPS对时模块完成精准计时;任意一个启动判据启动,故障录波记录过程按A、B、C、D、E五个区段形成一次完整的录波^[3],符合DLT553-1994

标准的要求。与故障数据分析处理模块进行信息交换时采用局部实时变量,可以大大提高数据传输的速度。

2.2 故障数据分析处理模块

此模块主要包括参数计算模块,故障分类和故障测距模块、报表生成模块和通信模块。

2.2.1 参数计算

通过调用各种子VI,完成对电压、电流信号的有效值、频率、谐波分量等参数的检测与计算,为故障判断提供依据。

2.2.2 故障分类

在对故障类型检测中,通常可以利用故障电流序分量、单相电流突变和相电流差突变量等方法。由于采用故障电流序分量的关系来判断时,在选相过程中裕度角很小,精度不够,可靠性较低,但是对接地故障和非接地故障区别较快。而采用相电流差突变量方法具有抗共模干扰能力强、易于在微机上实现并且可以提高各种相间故障灵敏度等优点。所以本装置采用相电流差突变量和序分量相结合的方法对故障分类。

对检测单相电流突变量的方法,可利用

$$\Delta i_k = |i_k - i_{k-N}| \text{ 来求得突变量 } \Delta i_k。$$

式中: i_k 为第 k 次电流采样; N 为一个工频周期内的采样次数; i_{k-N} 为一周波前的电流采样。

为防止系统频率偏离额定值时造成不平衡电流,可采用 $\Delta i_k = \left| |i_k - i_{k-N}| - |i_{k-N} - i_{k-2N}| \right|$, 求得电流突变量 Δi_k 。在相电流差突变量方法中,以AB相为例: 其中突变量

$$\Delta i_{kAB} = \left| |i_{kA} - i_{kB}| - |i_{(k-N)A} - i_{(k-2N)B}| \right|。$$

在计算正、负、零序分量时,采用以下算法计算对应的采样值:

$$U_{1n}(n) = [U_{ab}(n) + U_{bc}(n-2)]/3$$

$$U_{2n}(n) = [U_{bc}(n) + U_{cb}(n-2)]/3$$

$$U_{0n}(n) = [U_a(n) + U_b(n) + U_c(n)]/3$$

2.2.3 故障测距

本装置提供的测距功能中,故障线路和故障相别可由用户人为干预选择。在我国目前采用的单端测距装置中,大多采用迭代法进行故障测距,在实际应用中,迭代法有可能不收敛或收敛至误根而导致测距失败。因此在本系统的单端测距算法中,对于单相接地短路和两相接地短路,采用直接解方程算法进行测距计算;对于相间短路,直接采用传统的阻抗算法,由故障相电流、电压差计算测量阻抗,

据此确定故障点位置^[4]。

2.2.4 报表生成与通信

装置可实现在记录完毕后生成报表的功能, 可以根据内容生成不同格式的报表^[5]。而且在多通道的情况下, 可以按照测试人员的要求选择其中某些通道的数据, 动态生成报表^[6]。

本装置既可以将采集到的故障数据自动进行分析处理, 也可以通过网络把故障数据传送至调度中心供综合分析。采用的通信方式是基于TCP/IP协议的以太网通信, 由LabVIEW程序实现, 具有通信速度快, 实时性高、可靠性强等优点。

3 结束语

本文介绍了一种新型便携式故障录波与分析装置的设计特点及功能配置, 该测试分析装置采用工控机和PCI数据采集卡, 应用了虚拟仪器、信号处理等先进技术, 提高了录波装置的总体性能, 能够更好地满足运行现场的实际需要。

参考文献

- [1] 杨乐平, 李海涛, 赵勇, 等. LabVIEW高级程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [2] 郑敏, 黄华林, 吕鹏, 等. 故障录波数据通用分析与管理软件的设计[J]. 电网技术, 2001, 25(2): 75077.
ZHENG Min, HUANG Hua-lin, Lü Peng et al. General Analysis and Management Software for Transient Data

Form Protective Relaying and Fault Recorder[J]. Power System Technology, 2001, 25(2): 75-77.

- [3] 220-500kV电力系统故障动态记录技术准则[S]. 中华人民共和国电力工业部, 1994.
- [4] 葛耀中. 新型继电保护与故障测距原理与技术[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1996.
- [5] 汪翠英, 裴锋. LabVIEW中Excel报告生成功能开发[J]. 仪表技术, 2005, (3): 60-61, 64.
WANG Cui-ying, PEI Feng. Development of Excel Report Generation Function Based on LabVIEW[J]. Instrumentation Technology, 2005, (3): 60-61, 64.
- [6] 邹坚, 李世平等. 基于LabVIEW的自动测试系统中的报表生成研究[J]. 自动化仪表, 2006, 27(11): 68-70.
ZOU Jian, LI Shi-ping et al. Study on LabVIEW-based Report Generation in Automatic Test System[J]. Process Automation Instrumentation, 2006, 27(11): 68-70.

收稿日期: 2008-02-27; 修回日期: 2008-03-27

作者简介:

王晓兰(1963-), 女, 教授, 研究生导师, 研究方向为智能控制系统; E-mail: wxlgd@263.net

李建海(1979-), 男, 讲师, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统自动化;

肖骏(1962-), 女, 硕士, 主要研究方向为电力系统继电保护。

(上接第72页 continued from page 72)

参考文献

- [1] 吕捷. GPRS技术[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
Lü Jie. GPRS Technology [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2001.
- [2] 文志成. 通用分组无线业务—GPRS [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.1
WEN Zhi-cheng. General Packet Radio Service - GPRS[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004.1
- [3] 隋振有. 中低压配电实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社出版, 2002.
SUI Zhen-you. MV/LV Distribution Operative Technology [M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [4] 王函韵, 温云波. 基于GPRS技术的配电网通信解决方案[J]. 电力科学与工程, 2003, 4: 46-49.
WANG Han-yun, WEN Yun-bo. Solution Scheme for

Distribution Communications System Based on GPRS Technology[J]. Electric Power Science and Engineering, 2003, 4: 46-49.

- [5] 朱士豪, 刘建戈. 基于DSP的配电变压器综合测控装置[J]. 电工技术, 2007, (10): 27-29.
ZHU Shi-hao, LIU Jian-ge. DSP-based Distribution Transformer Integrated Measuring Control Unit[J]. Electric Engineering, 2007, (10): 27-29.
- [6] 刘和平等. TMS320LF240X DSP结构、原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
LIU He-ping et al. TMS320LF240X DSP Structure, Principle and Application[M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2002.

收稿日期: 2008-08-07; 修回日期: 2008-08-12

作者简介:

郭宗莲(1973-), 女, 高级工程师, 本科, 主要从事电力测控方向的研究. E-mail: gzl-112@163.com