

一种新型数字化故障录波及分析装置的实现

金华蓉, 苏茂钧, 高建琨, 王兴安, 窦中山, 胡绵超

(许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 根据数字化变电站的需求, 兼顾即将颁布的新国家标准, 开发实现新型数字化故障录波及分析装置。遵循 IEC61850 通信规约, 能接收和处理 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、GOOSE、SNTP 共 4 种报文格式的数据; 并可将数据远传至其他监控和信息处理系统, 既支持 IEC61850 通信规约, 也支持传统的 103 规约。硬件系统基于高性能的嵌入式无风扇工业计算机, 软件设计采用国际成熟的工业级嵌入式管理操作系统 XPe (Windows XP Embedded)。

关键词: IEC61850; 数字化故障录波及分析装置; 同步采样; 数据存储; 数据分析

Realization of a new digital recorder and analyzer

JIN Hua-rong, SU Mao-jun, GAO Jian-kun, WANG Xing-an, DOU Zhong-shan, HU Mian-chao

(XJ Electric Limited Company, Xuchang 461000, China)

Abstract: The fault recorder and analyzer which is described in the paper is a new digital fault recorder and analyzer, which can fulfill all the requirements of digitalized substations and the new national standard. It can receive the sampled values and as well can send messages and data to other systems, which is defined according to the specification in IEC61850. Its hardware base on the industrial computer with high performance but without fan and its software base on the well-developed industrial embedded operating system-XPe(Windows XP Embedded).

Key words: IEC61850; digital fault recorder and analyzer; synchronous sample; data recording; data analyzing

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)18-0116-04

0 引言

随着电力系统自动化水平的提高, 特别是光电式互感器、智能化开关等的发展, 一次运行设备在线状态检测等技术的日趋成熟, 以及计算机高速以太网在实时系统中的开发应用, 数字化变电站技术越来越受到人们的重视, 变电站自动化系统即将进入数字化的新历史阶段。

数字化变电站在物理结构上分为两类, 即智能化的一次设备和网络化的二次设备; 而在逻辑结构上可分为 3 个层次, 根据 IEC61850 协议定义, 分别为过程层、间隔层、站控层(或变电站层)。各层内部及各层之间采用高速网络通信, 整个系统的通信网络可以分为: 站控层和间隔层之间的间隔层通信网、以及间隔层和过程层之间的过程层通信网。间隔层在站内按间隔分布式布置, 各间隔设备之间相对独立; 间隔层和过程层之间的网络采用单点向多点的单向传输光纤以太网, 在标准中称为过程总线

(process bus)通信。间隔层与变电站层之间采用冗余双光纤以太网结构连接, 在标准中称为站级总线(station bus)通信。

故障录波装置是变电站自动化系统中不可缺少的重要组成部分。利用录波数据可以分析电力系统动态过程中各电参量和非电气量的变化规律, 校核电力系统计算程序及模型参数的正确性。利用录波数据可以检测继电器及安全自动装置动作行为的正确性, 尤其是发生转换性故障和非全相运行再故障时, 更需要有录波数据来正确评价继电保护和重合闸装置的动作行为。利用录波装置提供的故障测距数据, 可以缩小巡线范围, 有利于迅速找到故障点消除故障, 同时可以大大减轻巡线工人的劳动强度。由此可见, 故障录波装置有助于正确分析和确定事故的原因, 有助于研究有效的防止措施, 对于电力系统的安全运行有着不可忽视的必要性。

数字化故障录波及分析装置在数字化变电站网络结构中的位置如图 1 中所示。

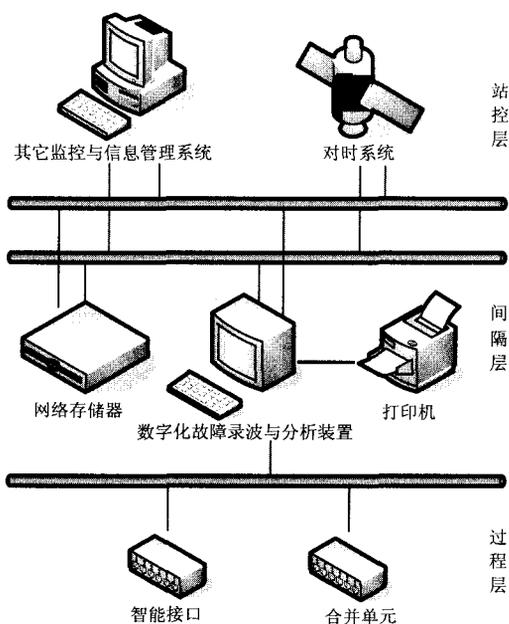


图 1 数字化故障录波及分析装置在数字化变电站网络结构中的分布示意图

Fig.1 Position of digitalized fault recorder and analyzer in the digitalized substation

数字化变电站的发展为故障录波装置提出了许多新的要求。

本文中所描述的数字化故障录波及分析装置(以下简称为装置),采用完全嵌入式的系统结构。硬件设计上使用高性能的嵌入式无风扇工业计算机;软件设计中采用国际成熟的工业级嵌入式操作系统 XPe (Windows XP embedded)。数据存储中引入了网络存储设备,支持最高达 4TB 的存储容量,支持热插拔,支持双电源冗余,从而不仅可以实现高采样率下的连续存储功能,而且保证了数据的安全性,方便统一管理。装置支持多种采集协议,具有完善的通信及组网功能:采集上支持 IEC61850-9-1 协议、IEC61850-9-2 协议、GOOSE 协议。通信上支持 IEC61850 间隔层通信规约并兼容传统的标准 103 规约,可灵活接入其他监控系统或信息管理系统。

1 数字化故障录波及分析装置的软件系统

1.1 总体框图

装置的软件系统主要包括以下几大模块:IEC61850 过程层通信、数据的同步处理、内部通信、故障判据计算、故障存储、故障诊断及测距、连续存储、波形分析、配置及实时显示、间隔层通信。软件系统的总体框图见图 2 中所示。

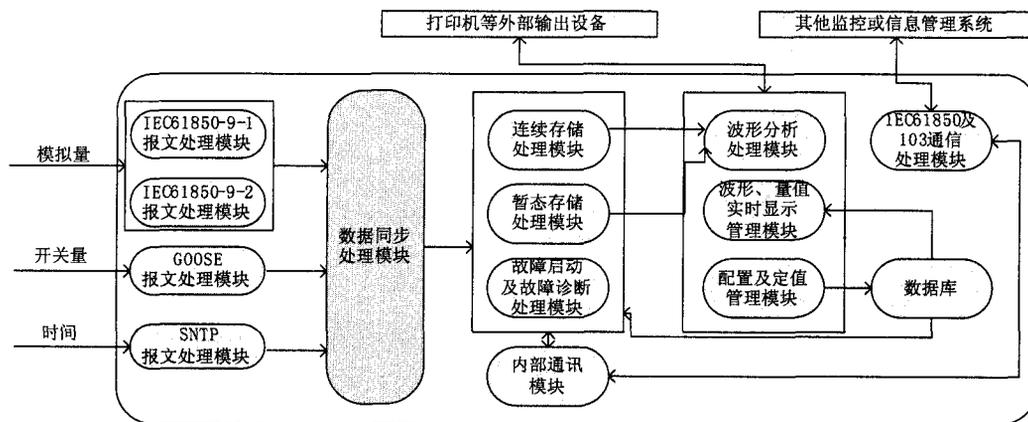


图 2 数字化故障录波及分析装置的软件系统框图

Fig.2 Software structure of digitalized fault recorder and analyzer

1.2 IEC61850 过程层通信软件

IEC61850 过程层通信软件对 IEC61850-9-1 报文、IEC61850-9-2 报文、GOOSE 报文、以及 SNTP 4 种报文进行处理。

IEC61850-9-1 和 IEC61850-9-2 都专门用于描述采样值传输模型的映射。但 IEC61850-9-1 仅限于规范所采样数值信息的映射,用于规范的数据集是固定的并且是根据 IEC60044-8 中的定义预先确定的,

所用编码也是遵循 IEC60044-8 规范的固定的八位位组的字符串,MSVCB 也是预先确定的并且不能直接访问,因此,IEC61850-9-1 是单向的、点对点的链接。而 IEC61850-9-2 是采样值传输模型的完全映射,除了描述所采样数值信息的映射,也描述了访问 MSVCB 的服务映射,所用编码使用 ASN.1。

IEC61850 标准不仅定义了上述的采样值传输模型,还定义了另外一种抽象模型,即通用的以对象

为中心的变电站事件 (GOOSE) 模型。GOOSE 协议是一个实时性比较高的协议, 该协议没有用 TCP 或 OSI 中的分层结构, 而是为了加快速度, 直接省略了网络层、会话层等中间几层, 从应用层直接到了最底层, 提供了变电站事件 (如跳闸、命令、告警等) 快速传输的机制。

SNTP, 简单网络时间协议, 是网络时间协议 (NTP) 的一个改写本。使用在 RFC1305 及其以前的版本中所描述的标准 NTP 时间戳的格式。时间戳用 64 位的定点数表示, 以秒的形式从 1900 年 1 月 1 日的 0: 0: 0 算起。整数部分在前 32 位里, 后 32 bits (seconds Fraction) 用以表示秒以下的部分。

1.3 数据同步处理软件

模拟量采样数据来自合并单元, 而开关量采样数据来自保护控制单元, 两者的数据源不同, 发送的报文格式也不同。IEC-61850 中定义的 GOOSE 报文, 每帧报文中含有详细的绝对时间, 但报文只有在开关量发生变位时才发送, 平时开关量没有变位时, 则是不定时的发送; 而模拟量采样值的报文中仅含有秒的等分序号, 但报文是根据采样频率的时间间隔定时发送; 因此必须要将两者进行同步合并, 将绝对时刻相同的开关量采样数据与模拟量采样数据对齐, 才能保证后续故障的计算、存储及分析的正确性。

软件流程见图 3 中所示。

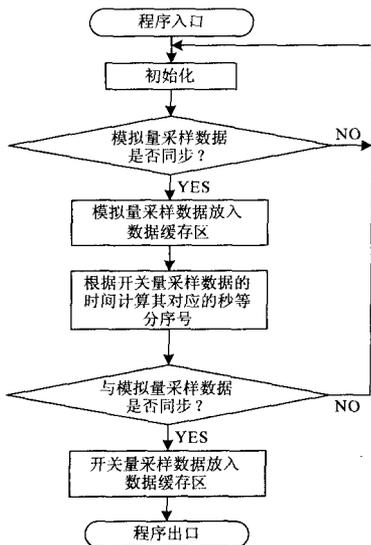


图 3 数据同步软件流程图

Fig.3 Software flow of data synchronized module

1.4 故障判别及记录软件

故障判别及记录软件主要是对已经同步的开关量采样数据和模拟量采样数据, 采用完善的独立于

保护装置之外的算法, 实时计算线路的电压、电流、频率、功率、功率因数、序分量; 对开关量的采样数据进行去抖处理后检出其变位。当计算后的模拟量根据所配置的启动定值满足故障条件时, 则根据所设定的记录时段和速率进行记录。本装置既有上述暂态记录, 而且还具备持续记录的功能, 上电即开始不间断录波, 采样速率不低于 4 kHz, 无记录死区, 支持海量数据存储, 可实现对规定时间段内历史数据的完全追溯。

无论暂态记录还是持续记录, 所记录的故障数据格式均采用 COMTRADE 标准格式。

故障判别及记录软件还完成故障诊断和测距的功能。

软件流程见图 4 中所示。

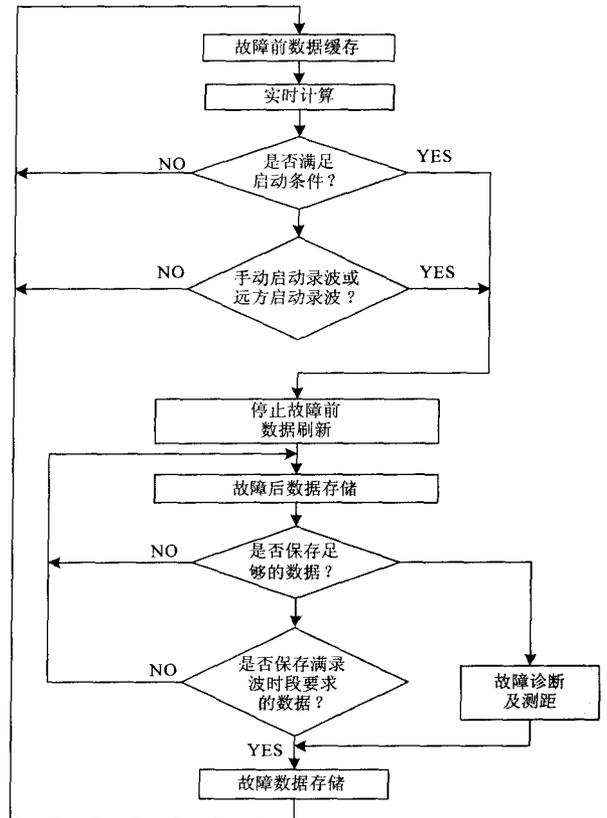


图 4 故障判别及记录软件流程图

Fig.4 Software flow of fault judge and record module

1.5 数据分析软件

采用图形化界面; 具有编辑、漫游功能, 提供波形的显示、叠加、组合、比较、剪辑、添加标注等分析工具, 可选择性打印; 具有谐波分析、序分量分析、矢量分析等功能; 具有故障分析计算功能, 能计算频率、有功功率、无功功率、功率因数等合

成量;可将暂态数据和稳态数据(即持续录波数据)缝合后进行分析。非常有利于研究电力系统的变化全过程。

1.6 IEC61850 间隔层通讯软件

IEC61850 间隔层通讯软件主要是将本装置的数据远传至其他监控或信息管理系统。数据传输規約及遵循 IEC61850,同时也支持传统的 103 規約。

实现 IEC61850 通讯协议的过程就是按照 IEC61850 标准的要求完成数据建模的过程。IEC61850 标准定义了大约 90 个逻辑节点,同时还定义了 23 个公共数据类和 350 多种数据对象类。对于 1 台录波装置,建模为 1 个 server,而对于该装置上的不同物理功能模块则建立多个逻辑设备 LD。录波装置的数据模型中,一个逻辑设备至少应包含 LLN0、LPHD、RDRE 三个逻辑节点。

数据远传方式有主动远传和被动远传两种。主动远传是扰动结束后立即上传扰动信息和扰动前后一段时间内的数据或由操作员将扰动前后一段时间内的数据主动上传;被动远传是指录波装置在收到上传命令后向上传送扰动信息和扰动前后一段时间内的数据。可按时段和记录信道实现选择性调用。

2 数字化故障录波及分析装置的硬件系统

2.1 总体框图

数字化故障录波及分析装置的硬件系统比传统的故障录波及分析装置要相对简单。因为不再需要采集和变换单元。硬件系统的逻辑框图见图 5 中所示。

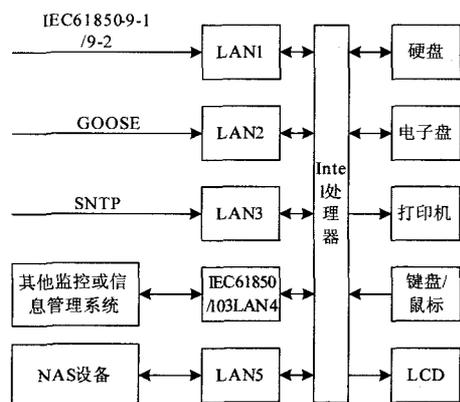


图 5 数字化故障录波及分析装置的硬件系统框图

Fig.5 Hardware structure of digitalized fault recorder and analyzer

2.2 硬件实现

本文中所描述的数字化故障录波及分析装置由录波分析主机、网络存储器、打印机、液晶显示器、键盘、鼠标等组成。录波分析主机中包含千兆

光纤采集卡、高性能嵌入式 CPU 板卡等。装置的模拟量通道总数可以配置为 0-96 路,开关量通道总数可以配置为 0-255 路。具体可以根据工程的需要进行灵活配置。

装置主机采用新一代无风扇嵌入式工控机。具有 1 GHz 的主频,2 G 的内存,可配置 4 个千兆以太网口,1 个千兆网口,可支持 8 个(RS232/422/485)串口,带浪涌保护。装置支持最高达 4TB 的网络存储设备,支持热插拔,支持双电源冗余。

3 结论

综上所述,本文中所开发的数字化故障录波及分析装置,采用了完全嵌入式的系统结构,具备长时间高采样率的连续存储功能,引入了网络存储器,完善的通信及组网功能,支持多种采集协议,人性化的操作及运行维护,满足数字化变电站及新国家标准的新要求。

参考文献

- [1] 康忠健,李海峰,陈杰,等.基于双嵌入式系统的新型故障录波器设计[J].电力自动化设备,2006,26(1): 61-65.
KANG Zhong-jian, LI Hai-feng, CHEN Jie, et al. Design of Fault Recorder Based on Dual Embedded Operating Systems[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006,26(1): 61-65.
- [2] 张延冬,焦彦军,张举.基于嵌入式系统的故障录波器设计[J].继电器,2005,33(3): 62-65.
ZHANG Yan-dong, JIAO Yan-jun, ZHANG Ju. Design of Fault Recorder Based on Embedded System[J]. Relay, 2005, 33(3): 62-65.
- [3] DL/T860.91-2006 IEC61850-9-1, 变电站通信网络和系统 第 9-1 部分: 特定通信服务映射(SCSM)通过单向多路点对点串行通信链路的采样值[S].
- [4] DL/T860.92-2006 IEC61850-9-2, 变电站通信网络和系统 第 9-2 部分: 特定通信服务映射(SCSM)通过 ISO/IEC 8802-3 的采样值[S].
- [5] DL/T-2007 《电力系统同步连续记录装置(报批稿)》[S].
- [6] IEC 61850-8-1, Communication Networks and Systems in Substations, Part 8-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Mapping to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3[S].

收稿日期: 2008-11-14

作者简介:

金华蓉(1970-),女,工程师,主要研究方向为故障录波及电力电子技术;E-mail: huarongj@xjgc.com

苏茂钧(1964-),男,高级工程师,主要研究方向为故障录波及电力系统自动化。