

数字化保护逻辑分析单元的研制

杨永标, 丁孝华, 周捷

(国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 数字化保护逻辑分析单元包含保护逻辑记录单元和保护逻辑辅助分析单元。保护逻辑记录单元采用基于 PowerPC8270 的硬件平台和基于嵌入式 Linux 操作系统的软件平台, 实时监控二次保护单元 GOOSE 网的虚遥信变位(即保护单元逻辑动作变位), 启动波形文件记录。保护逻辑辅助分析单元提取和打开波形文件, 通过分析波形时序图, 再现故障时保护单元逻辑动作过程。

关键词: 数字化保护逻辑分析单元; GOOSE; 二次保护单元; 保护逻辑记录单元; 保护逻辑辅助分析单元

Development of digitalized protection logic analyzing unit

YANG Yong-biao, DING Xiao-hua, ZHOU Jie

(NARI Technology Development Limited Company, Nanjing 210003, China)

Abstract: The digitalized protection logic analyzing unit adopts hardware plat based on PowerPC8270 and software plat based on embedded Linux operation system. The unit watches the GOOSE net dummy telesignalization changing bit in real time (protection unit logic action changing bit), and starts up wave file recording. The protection logic assistant analyzing unit distills and opens wave file to reproduce protection logic action process in the fault by analyzing wave time-sequence graph.

Key words: digitalized protection logic analyzing unit; GOOSE; secondary protection unit; protection logic recording unit; protection logic assistant analyzing unit

中图分类号: TM764 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)09-0093-04

0 引言

目前, 国内多个数字化变电站已经投入运行或开工建设。作为数字化变电站核心技术光电子电压互感器和电流互感器已经积累了一定的运行经验, 高速网络通讯技术已经逐渐为国内主流二次设备生产厂家成熟掌握。过程层的合并单元, 间隔层的二次保护、测量、控制单元, 站控层的后台软件也已日益开发完善。

对于传统变电站的二次保护单元的动作行为, 我们可以借用常规的测试仪就能分析其动作的正确性和及时性。对于数字化变电站中的二次保护单元^[1], 由于保护单元的跳合闸出口不是通过硬接线直接动作于开关进行跳合闸, 而是通过 GOOSE 网发送遵循 IEC61850 标准的 GOOSE 报文通知相关的智能操作箱进行跳合闸。因此常规的测试方法很难了解二次保护单元的动作行为。

本文提出了一种用于数字化变电站中对二次保护单元进行保护逻辑分析单元^[2,3], 通过收集和分析 GOOSE 网的保护逻辑虚遥信, 根据逻辑辅助分析

单元配置工具下载的配置参数, 采用故障录波的方式记录全站重要保护设备的保护动作虚遥信, 波形分析软件还原记录的波形分析二次保护单元内部逻辑时序, 验证二次保护单元动作是否正确和及时, 相信能够对 IEC61850 的互操作带来帮助。

1 总体结构

保护逻辑分析单元采用全嵌入式系统设计, 包括保护逻辑记录单元和保护逻辑辅助分析单元。保护逻辑记录单元是整个装置核心部分, 采用 PowerPC8270 处理器结构。保护逻辑记录单元分为 GOOSE 模块、事件判别记录模块和数据通信模块。GOOSE 模块负责监听和解析 GOOSE 报文, 根据配置参数提取保护动作虚遥信和开关量实遥信。事件判别记录模块根据配置参数中的波形记录启动条件, 实时跟踪 GOOSE 中的遥信变位信息, 生成波形文件。数据通信模块负责与保护逻辑辅助分析单元进行信息交互如配置参数上传和下装, 波形文件的上传等。保护逻辑辅助分析单元采用嵌入式 INTEL Pentium II 处理器结构。保护逻辑辅助分析

单元分成数据通信模块、配置参数管理模块、波形回放和分析模块。数据通信模块与保护逻辑记录模块进行信息交换，波形回放和分析模块负责录波文件的打开和波形分析。配置参数管理模块处理配置参数的人机交互。保护逻辑分析单元的总体结构如图 1 所示。

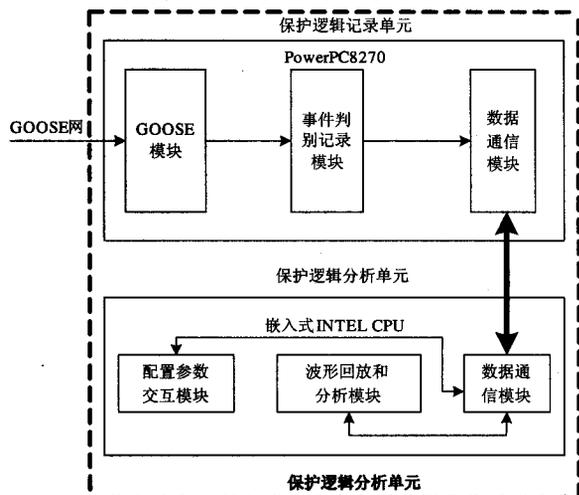


图 1 保护逻辑分析单元结构图

Fig.1 Structure of protection logic analyzing unit

2 保护逻辑记录单元的硬件设计

在数字化变电站中，当系统发生故障时，往往系统中多台保护装置内部逻辑启动甚至出口，因此 GOOSE 网的信息量会突然变得很大。为了能够全部准确捕获 GOOSE 报文，不仅要求网络带宽足够大，而且对保护逻辑记录单元的通信和数据处理能力提出了较高的要求。PowerPC 嵌入式处理器具有强大的网络通信和数据处理能力，丰富的外围设备接口，伸缩性好，使用灵活。本文采用了 PowerPC8270 处理器，具有 700 MHz 主频的浮点 DSP 处理能力，配置 3 个 10/100 M 自适应以太网口。为了能够可靠、长时间保存记录文件，采用双 160 G SATA 硬盘结构。为了能够连续记录保护逻辑整个过程，接入 GPS 同步对时信号。如图 2。

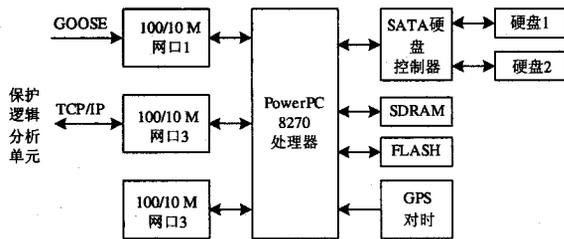


图 2 保护逻辑记录单元的硬件结构图

Fig.2 Hardware structure of protection logic recording unit

3 保护逻辑记录单元的软件设计

保护逻辑记录单元软件平台基于嵌入式 Linux 系统，嵌入式 Linux 具有开发源代码，可修改可剪裁的优点，对于对成本和能耗极为敏感的嵌入式产品是十分重要的。软件设计采用模块化方式，程序采用 C++ 编程，面向对象，层次功能清晰。

3.1 GOOSE^[4~6] 模块的软件设计

保护逻辑记录单元接入 GOOSE 网，原则上可以捕获所有保护控制单元的虚遥信（即保护控制单元启动变位信息和出口动作信息），虚遥信数据采用 IEC61850-8 标准，面向非 MMS 协议 ISO/IEC8802-3 帧格式的映射的 GOOSE 报文。GOOSE 通信采用订阅/发布者机制，因此保护逻辑记录单元可以根据用户设定的配置参数全部或部分定制 GOOSE 报文，这样对保护控制单元的动作的正确性分析更具有针对性。为了保证 GOOSE 的可靠性和低延时性，在数据链路层采用了 IEC802.1Q，在数据中增加了表示其优先级的内容。PowerPC8270 采用以太网数据链路层硬件中断的方式读取 GOOSE 数据，并优先进行处理。软件流程如图 3。

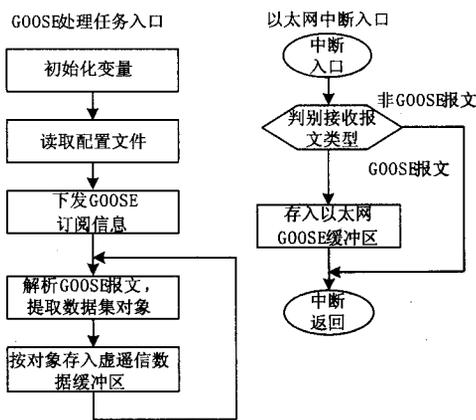


图 3 GOOSE 模块软件流程

Fig.3 Software flow of GOOSE module

3.2 事件判别记录模块的软件设计

事件判别记录模块根据配置文件中的启动条件对保护对象的虚遥信（即保护逻辑动作情况）进行判别，当出现配置的虚遥信变位时，模块将启动记录波形功能，记录下变位时刻，并且根据配置文件提供的变位前和变位后时间和波形记录的速率对配置的记录对象的所有虚遥信进行记录。软件流程如图 4。

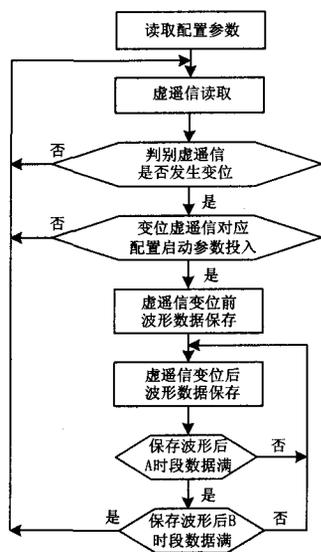


图 4 事件判别记录模块软件流程

Fig.4 Software flow of incident judge and record module

3.3 数据通信模块的软件设计

数据通信模块完成与保护逻辑辅助分析单元配置参数的交互, 波形文件的上传, 同时支持第三方以 FTP 的方式从 PowerPC8270 管理的双硬盘中提取波形文件。

4 保护逻辑辅助分析单元的设计

保护逻辑辅助分析单元采用基于嵌入式 INTEL Pentium II 处理器的硬件平台, 安装 WindowXP 操作系统, 采用 VC++ 开发工具对数据通信模块、配置参数交互模块、波形回放和分析模块进行软件开发。重点的开发是波形回放和分析模块, 不仅要求该模块能够正确打开波形、标度时刻, 而且要求该模块能够实现波形的缩放、对齐、保护动作延时的计算、动作逻辑和理性分析报告等功能。

5 实验分析

我们构建了一个用于保护两卷变压器的测试平台。需要的配备二次保护单元分别为主变主保护, 高压侧后备保护, 低压侧后备保护。测试仪输出交流电压、电流量给合并单元^[7], 合并单元同步采集后以 IEC61850-9-1 的形式送入主变主保护, 高压侧后备保护, 低压侧后备保护, 模拟主变区内故障和区外故障, 数字化保护逻辑分析单元通过采集 GOOSE 网的虚遥信, 根据动作事件形成波形文件来分析保护动作的正确性。测试平台如图 5。

以主变内部故障为例, 差动电流大于比例差动启动电流定值而小于速断电流动作定值, 则主变主

保护比例差动逻辑动作, 高低压侧保护逻辑闭锁。实验记录的波形如图 6。

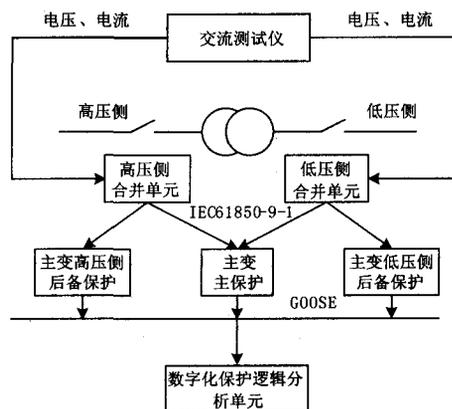


图 5 变压器保护动作逻辑测试平台

Fig.5 Software flow of GOOSE module

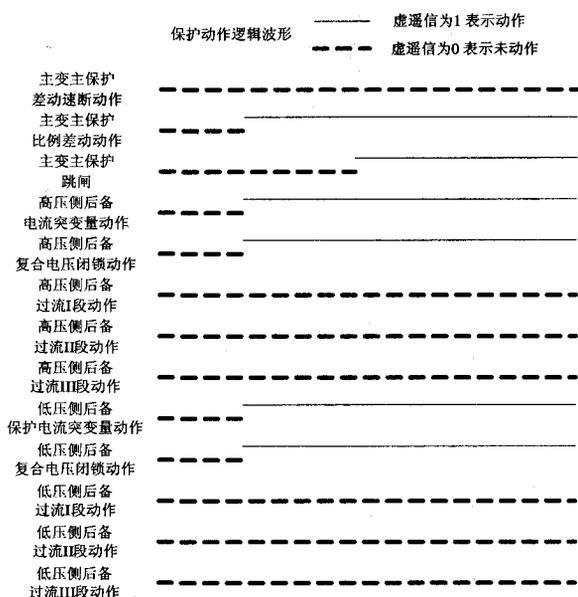


图 6 主变比例差动保护动作逻辑波形图

Fig.6 Software flow of GOOSE module

由图 6 清晰可见, 当变压器发生内部故障时, 对于主变主保护, 由于故障电流大于比例差动保护定值而小于差动速断保护定值, 差动速断保护逻辑不动作, 比例差动保护逻辑启动, 并且经过延时(比例差动保护动作延时定值)主变主保护跳闸出口。同时对于主变高、低压侧后备保护, 发生故障时, 由于电流突然增大, 高、低压侧保护逻辑启动。但是由于是变压器内部故障, 复合电压闭锁逻辑启动, 因此高低压侧保护均未跳闸出口。图 6 说明上述相关保护的动作为是正确的。可见通过保护动作逻辑波形图, 我们可以很容易分析、验证保护装置动作逻辑是否准确可靠。

6 结论

本文介绍了一种数字化保护逻辑分析单元,用于在数字化变电站中分析二次保护单元保护逻辑动作行为,有助于用户透明地了解保护单元动作行为的灵敏性、及时性和准确性,给故障后分析事故原因带来极大的方便。

参考文献

[1] 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.

[2] 余黎煌, 栾新军, 张石, 等. 一种新型电力故障录波器的研究与实现[J]. 电测与仪表, 2007, 44 (5) : 15-19.
SHE Li-huang, LUAN Xin-jun, ZHANG Shi, et al. Research and Application of a New Electrical Fault Recorder[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2007, 44 (5) :15-19.

[3] 邱大为, 游大海, 尹项根, 等. 一种带光纤数字接口的继电保护装置的研究[J]. 继电器, 2003, 31(5):33-36.
QIU Da-wei, YOU Da-hai, YIN Xiang-gen, et al. Study on an Integrated Protection with Digital Optical Interface[J]. Relay, 2003, 31(5):33-36.

[4] 范建忠, 马千里. GOOSE 通信与应用. 电力系统自动化, 2007, 33(19):85-90.
FAN Jian-zhong, MA Qian-li. GOOSE and Its Application[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 33 (19) :85-90.

[5] 徐成斌, 孙一民. 数字化变电站过程层 GOOSE 通信方案[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(19):91-94.
XU Cheng-bin, SUN Yi-min. A Communication Solution of Process Layer GOOSE in Digitized substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (19) : 91-94.

[6] DL/T 860.81-2006/IEC 61850-8-1, 变电站通信网络和系统第 8-1 部分: 特定通信服务映射 (SCSM) 到制造报文规范 MMS (ISO9506-1 和 ISO 9596-2) 和 ISO8802-3 的映射[S].
DL/T860.81-2006/IEC 61850-8-1, Communication Networks and Systems in Substations: Part 8-1 Specific Communication Service Mapping (SCSM)- Mappings to MMS (ISO 9596-1 and ISO 9596-2) and to ISO/IEC 8802-3[S].

[7] 梁晓兵, 周捷, 杨永标, 等. 基于 IEC 61850 的新型合并单元的研制[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (7) :85-89.
LIANG Xiao-bing, ZHOU Jie, YANG Yong-biao, et al. Development of a New Type of Merging Unit Based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (7) :85-89.

收稿日期: 2008-05-20; 修回日期: 2008-06-10

作者简介:

杨永标 (1978-), 男, 工程师, 从事变电站综合自动化的研究工作; E-mail: yangyb@naritech.cn

丁孝华 (1974-), 男, 高级工程师, 主要从事配电网自动化系统和故障录波器的研究;

周捷 (1969-), 男, 博士, 高级工程师, 从事变电站综合自动化的研究工作。

(上接第 85 页 continued from page 85)

[2] 吴晨曦, 盛四清, 杜振奎, 等. 地区电网继电保护整定计算智能系统的研究[J]. 继电器, 2001, 29(7).
WU Chen-xi, SHENG Si-qing, DU Zhen-kui, et al. Study of Intelligent System for the Setting Calculation of Relay Protection on Local Power Network[J]. Relay, 2001, 29(7).

[3] 陈金富, 石东源, 段献忠. 电网继电保护整定计算原则自定义技术研究[J]. 继电器, 2007, 29(S).
CHEN Jin-fu, SHI Dong-yuan, DUAN Xian-zhong. Study on Relay Setting based on Self-define Technology[J]. Relay 2007, 29(S).

[4] 易亚文, 涂亮, 王星华, 等. 基于模式的自定义继电保护装置整定计算软件[J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (16) .
YI Ya-wen, TU Liang, WANG Xing-hua, et al. Self-defined Relay Device Coordination Software Based on Pattern[J]. Automation of Electric Power Systems,

2005, 29 (16) .

[5] 朱浩骏, 蔡泽祥, 侯汝峰, 等. 面向对象的图像化地区电网继电保护整定软件研究[J]. 电网技术, 2004, 28(22).
ZHU Hao-jun, CAI Ze-xiang, HOU Ru-feng, et al. Research on Object-oriented and Graph Based Protective Relaying Setting Software for District Power Network[J]. Power System Technology, 2004, 28(22).

收稿日期: 2008-06-19; 修回日期: 2008-11-10

作者简介:

洪行旅 (1956-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护及调度管理系统等;

郝文斌 (1976-), 男, 博士, 工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护、变电所综合自动化及调度管理系统等; E-mail: hwb760817@163.com

吴端华 (1964-), 男, 大专, 工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护等。