

小电流接地选线装置嵌入式管理平台的实现

尹芳辉, 杨浩, 张长春, 钟加勇

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆 400044)

摘要: 现有小电流接地选线装置的选线结果很难在实际中得到确认, 可依据对接地故障时的所有线路接地波形进行在线管理和分析, 直观判断和分析出故障线路, 以确认选线装置的选线结果。本文采用 Windows CE 嵌入式操作系统及 Embedded Visual C++4.0 开发环境, 开发实现了小电流接地选线装置的嵌入式管理平台。该平台能达到在线管理和分析接地故障时的所有线路的接地波形, 能判断和分析出故障线路, 能确保接地选线的正确性。

关键词: 小电流接地; 选线; 管理平台; 嵌入式

Research and realization of fault line selection device based on WINCE system

YIN Fang-hui, YANG Hao, ZHANG Chang-chun, ZHONG Jia-yong

(State Key Laboratory of Power Transmission & System Security and New Technology,
Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Selection results of the current fault feeder selection device are difficult to be confirmed in practice. This situation can be changed by online management and analysis of waveform of all lines. Through this method, the fault line can be founded visually and selection results can also be confirmed. In this paper, a management platform of fault feeder selection device is developed using the Windows CE embedded operation system and Embedded Visual C++ 4.0 development environment. The management platform can realize online management and analysis of grounding waveform of all fault lines, find out the fault line and ensure the correctness of fault line selection.

Key words: small current grounding; line selection; management platform; embedded system

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)05-0075-03

0 引言

现有的小电流接地选线装置由于方法上的原因, 其给出的接地线路选择结果, 一般都不能被运行技术人员确信采纳, 而要经现场接地点查询落实后才能确信。为了克服这一困难, 可对接地故障时的所有线路接地波形进行在线管理和分析, 直观判断和分析出故障线路, 以确保接地选线的正确性。

目前的小电流接地选线装置, 由于一般采用“单片机+DSP”的双CPU方案实现, 其单片机管理系统不易达到以上的要求。

本文采用 ARM9 嵌入式微机, 开发实现了小电流接地选线装置的管理平台, 能就所有线路的接地波形进行在线管理和分析, 确保了接地选线的正确性。下面就基于 Windows CE 的嵌入式小电流接地选线装置管理平台的实现进行介绍。

1 接地选线的波形分析原理

小电流系统是指中性点不直接接地系统, 包括

中性点不接地系统、中性点经消弧线圈接地系统或中性点经电阻接地系统。经消弧线圈接地的小电流接地系统, 在系统发生单相接地后, 由于消弧线圈电感电流的补偿, 接地线路的电流数值将变得很小, 其故障特征很不明显。

由于在消弧线圈接地系统没有接地故障时, 系统无零序电压, 其消弧线圈上没有零序接地电流, 因此在接地故障发生瞬间, 零序电流的瞬态特征如下: 故障线路瞬态零序电流的幅值比非故障线路瞬态零序电流大; 由于接地瞬间消弧线圈上电流不能跳变, 接地瞬间故障线路的零序接地电流向母线, 随着消弧线圈上电流的增加, 故障线路的零序接地电流逐渐地反向, 从流向母线转为流向线路, 即故障线路瞬态零序电流的相位要反相。

在系统出现接地后, 实时采集每一段母线上的零序电压和所有线路的零序电流。通过实采数据波形, 可判断接地瞬间最大瞬态零序电流的线路, 并可分析母线上零序电压和零序电流之间的相位。若瞬态零序电流最大, 且零序电压和零序电流之间相

位出现反相, 则这回线路就是故障线路。

2 平台的系统结构

图1给出了小电流接地选线装置管理平台的系统结构。

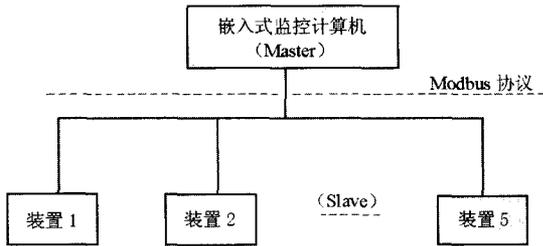


图 1 系统结构

Fig.1 Topology structure of the device

小电流接地系统在发生单相接地故障时, 对系统零序电流或零序电压进行采集并上传给嵌入式计算机系统。

嵌入式计算机系统采用全功能嵌入式工业主板 EC3-1541CLDNA, 该微处理器是集成了 32 位 ARM RISC 处理器核和系统支持逻辑以及多通信通道、LCD 控制器、存储器、通用 I/O 口的高集成度通信控制器, 带有 1 个大的指令 cache 和数据 cache, 同时带有内存管理单元 MMU 和读/写缓存。它具有高性能、低功耗、接口丰富和体积小等优良特性, 其处理器-板上集成增强型低功耗 NS GX 系列 CPU 主频为 200~300 MHz, 144-pin SO-DIMM 槽支持最大 128 MB SDRAM, 大容量的存储器使系统记录长达 20 小时的通信帧数据且可通过 SD 卡进一步扩充储存容量。存储器管理由嵌入式操作系统 WinCE 来完成, 这样不仅简化了系统的程序设计难度, 也提高了系统的可靠性。主板视频采用 NS CS5530A 芯片集, 它具有 1.5~4 MB 共享内存同时支持 CRT 和 18 bit TFT LCD 显示 CRT 分辨率最大 1024×768×24 bpp、1280×1024×8 bppLCD TFT 分辨率最大 1280×102、4×18 bpp, 装置同时配备触摸屏, 使操作人员可按屏幕提示直接操作。

3 平台的软件实现

小电流接地选线装置管理平台采用 Windows CE 嵌入式操作系统及 Embedded Visual C++4.0 开发环境。Windows CE 是一种具有抢先式多任务功能与强大通信能力的嵌入式操作系统, 也是微软为工业和移动产品领域而设计的全新操作系统。根据应用环境的特点, Windows CE 被设计成具有高度模块化、良好实时性、强大通信能力、优异图形显示功

能、支持多种 CPU 的嵌入式操作系统^[5]。Embedded Visual C++4.0 是微软公司推出的针对 Windows CE 的可视化开发工具, 可以利用它来开发大规模的 Windows CE 应用程序。平台的软件实现主要考虑以下几个方面。

1) 多线程设计

由于系统任务较多, 为减少占用 CPU 时间, 程序采用多线程方式进行设计: 主线程采集数据, 子线程负责图形显示。由于嵌入式系统的 CPU 处理速度有限, 采用多线程方式比查询方式可显著降低 CPU 占用时间, 使得图形显示更加平滑, 不至于因为通讯占用 CPU 时间而导致图形显示的停顿。当用户选择“运行”按钮时激活数据采集线程, 同时子线程根据采集到的数据显示出波形, 当有事件发生时, 将采集到的数据存储到介质中。

2) 通信协议

装置采用 Modbus 通信协议。Modbus 协议是 Modicon 公司于 1979 年为建立智能设备间的主从或客户服务器模式的通信而开发的, 是一个真正开放而且应用广泛的工业标准网络协议。

Modbus 通信协议有两种报文帧格式: ASCII 和 RTU (远程终端模式) 报文帧格式。本装置采用 RTU 格式, RTU 格式的报文格式如图 2 所示。

帧起始	地址	功能码	数据	CRC 校验	帧结束
T1-T2-T3-T4	1 字节	1 字节	N×字节	16bits	T1-T2-T3-T4

图 2 Modbus 通信协议的 RTU 报文格式

Fig.2 RTU packet format of Modbus communication protocol

RTU 格式的报文则以传递一段空闲时间开始, 帧起始和结束的时间间隔至少 3.5 个字符时间, 字符间间隔不超过 1.5 个字符时间; T1-T2-T3-T4 代表可用的时间间隔。在 Modbus 通信协议中的帧校验通常采用 CRC 循环冗余校验, CRC 校验从地址域开始对报文帧的所有数据进行校验。

3) 软件功能模块

软件主要功能模块如下:

参数设置: 按 MODBUS 协议要求, 与装置实时通讯, 设置串口通讯参数、电压校正系数、零序电流通极性、参数整定值等系统参数, 设置的参数采用 ini 文件存储, 便于修改及恢复。

数据录波: 正常情况下装置实时监控零序电压和零序电流, 不对数据进行保存。发生接地故障时能自动记录各个回路故障前后一段时间的三相电压、零序电压、零序电流等电气量波形以及装置故障信息, 供事后进行分析, 也可手动进行查询。

事件查询: 可以自行选择时间段, 对时间段内发生的事件进行查询, 直观显示出事件的故障发生时间和消除时间, 接地相以及接地线路号等。如图3所示。

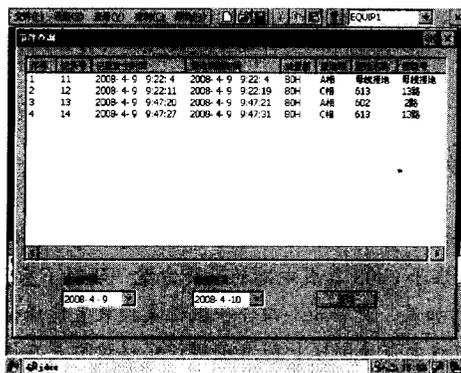


图3 事件查询

Fig.3 Event look-up interface

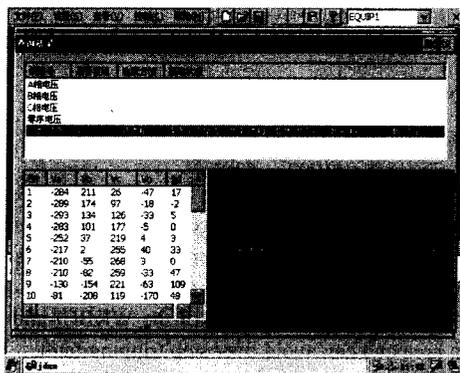


图4 波形分析

Fig.4 Waveform analysis interface

故障分析: 根据事件发生时保存的电压、电流数据判断出接地方法和接地状态, 并对波形进行再现以供进一步分析。如图4所示。

4 接地故障的波形分析

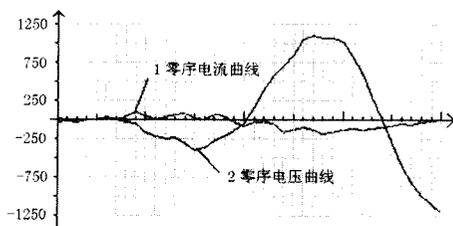


图5 线路接地时的零序电压和零序电流

Fig.5 Comparison of zero sequence voltage and zero sequence current as single line to ground fault occurred

图5为某次线路接地时的零序电压和零序电流

波形图。正常运行时, 零序电流超前于零序电压。当单相接地故障发生后, 零序电流(图5中1号曲线)滞后于零序电压(图5中2号曲线), 随着接地时间的持续, 零序电流逐渐超前于零序电压, 即发生了零序功率倒向, 从而确认该线路发生单相接地。

5 结论

本文采用Windows CE嵌入式操作系统及Embedded Visual C++4.0开发环境, 开发实现了小电流接地选线装置的嵌入式管理平台。该平台能达到在线管理和分析接地故障时的所有线路的接地波形, 能判断和分析出故障线路, 能确保接地选线的正确性。

参考文献

- [1] 王学伟, 张旭明, 钟加勇. 分布式小电流接地选线装置的研制[J]. 黑龙江电力, 2005, 27(2):158-160. WANG Xue-wei, ZHANG Xu-ming, HU Jia-ming. Study on a Device Used to Diagnose which Power Line is in a Grounded Situation for Distributed Small-current Earthed System[J]. Heilongjiang Electric Power, 2005, 27(2): 158-160.
- [2] 肖白, 束洪春, 高峰. 小电流接地系统单相接地故障选线方法综述[J]. 继电器, 2001, 29(4):16-20. XIAO Bai, SHU Hong-chun, GAO Feng. Survey of the Methods of Fault Line Selection for Single-phase-to-earth Fault in Networks with Ungrounded Neutral[J]. Relay, 2001, 29(4): 16-20.
- [3] 王坚, 卢继平, 薛毅. 新型小电流接地故障选线装置的设计[J]. 继电器, 2004, 32(14):36-40. WANG Jian, LU Ji-ping, XUE Yi. New Design of Fault Line Selection Device for Indirectly Grounding Power System[J]. Relay, 2004, 32(14):36-40.
- [4] 石勇, 张艳霞, 刘卓辉. CPLD在小电流接地选线装置中的应用[J]. 中国农村水利水电, 2004 (11):111-113. SHI Yong, ZHANG Yan-xia, LIU Zhuo-hui. Application of CPLD in Small Current Earth Fault Line Detection Devices[J]. China Rural Water and Hydropower, 2004 (11):111-113.
- [5] 姜波. Windows CE.Net 程序设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006. JIANG Bo. Windows CE.Net Programming Industry[M]. Beijing: China Machine Press, 2006.

收稿日期: 2008-04-22

作者简介:

尹芳辉(1983-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护与监控检测; E-mail: fhyin_cs@yahoo.com.cn

杨浩(1960-), 男, 副教授, 主要研究方向为数字信号处理技术及其应用;

张长春(1982-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统自动化。