

文章编号: 1007-290X(2008)08-0043-03

小电流接地系统馈线单相接地故障定位新装置

翁韶芳

(茂名化州供电局, 广东 化州 525100)

摘要: 研究了一种基于信息融合模糊推理, 利用 GSM 网络的小电流接地系统馈线单相接地故障定位装置。该装置基于融合电流注入和零序电流幅值比较原理, 应用模糊理论来实现定位, 由主机、分支机和通信模块三部分构成。主机和分支机之间通过通信模块来实现通信, 而通信模块采用了 GSM 网络的先进技术。与传统的定位装置相比, 该装置故障定位准确性高, 适用于复杂树形电网。

关键词: 故障定位; 小电流接地系统; 信息融合; GSM

中图分类号: TM862

文献标志码: B

A New Device for Single-phase Grounding Fault Location of Distribution Feeders in Small Current Neutral Grounding System

WENG Shao-fang

(Maoming Huazhou Power Supply Bureau, Huazhou, Guangdong 525100, China)

Abstract: Based on information fusion and fuzzy reasoning, a new device for single-phase grounding fault location of distribution feeders in small current neutral grounding system is developed by using GSM (global system for mobile communication) network. The device using the fuzzy system integrates current injection theory with zero-sequence current range comparison to realize fault location. Mainframe, embranchment and communication module are the three parts of the device. The communication between mainframe and embranchment is achieved by GSM network. As compared with traditional fault location devices, the proposed system is accurate in fault location and applicable to complex tree networks.

Key words: fault location; small current neutral grounding system; information fusion; global system for mobile communication (GSM)

配电网采用中性点不接地或是经消弧线圈接地被称为小电流接地系统。小电流接地系统普遍存在于我国 10 kV 配电网, 单相接地故障占 10 kV 配电网所发生故障的绝大多数。因此, 如果可以及时查找并处理小电流接地系统的单相接地故障就可以大大提高系统的供电可靠性。最初采用的大多是人工拉线法, 虽然可以正确选线, 但是对于供电可靠性非常不利, 并且随着电力系统自动化水平的不断提高, 很有必要研制一种正确率较高且可以保障供电可靠性的单相接地故障定位装置。

本文介绍的故障定位装置采用一种基于信息融合模糊推理的小电流接地系统单相接地故障定位的

新方法。该方法融合了电流注入法和零序电流幅值比较原理, 应用模糊理论实现定位, 弥补了单一使用任何一种原理的不足, 提高了故障定位的正确率。考虑了对选线定位正确率有很大影响的装置通信问题, 提出了利用 GSM 短信息业务进行通信。

1 小电流接地系统单相接地故障定位装置的定位原理

迄今提出的故障定位原理已经有很多种^[1-4], 各自都有其优势和不足。由于小电流接地系统接地故障电流小, 故障检测困难, 应用任何单一的故障检测方法时, 故障检测准确率都较低。因此本装置应用了基于信息融合模糊推理的小电流接地系统单相接地故障定位的新方法。该方法应用模糊理论对

收稿日期: 2008-03-09

电流注入原理和零序电流幅值比较原理进行智能融合, 利用其互补性, 提高故障定位结果的可靠性。

电流注入法是利用系统发生单相接地故障时暂时处于不工作状态的接地相电压互感器(TV), 人为地向系统注入一个特殊的信号电流(频率不同于电网中原有的谐波频率, 如 220 Hz), 然后通过寻迹原理检测、跟踪注入信号的传输路径和特征实现故障选线和定位。它的优势是不受系统运行方式的影响, 但是, 由于信号电流微弱, 检测困难, 容易造成测量和计算误差。

零序电流幅值选线是利用系统发生单相接地故障时, 故障线路的零序电流幅值等于非故障线路的对地电容电流和的幅值的原理实现选线, 该方法原理简单, 容易实现, 但易受系统运行方式、过渡电阻大小和电流互感器(TA)不平衡电流的影响。

为了有效地融合电流注入原理和零序电流幅值比较原理, 应用了模糊理论。用隶属函数表示各故障定位方法输出的不确定性, 然后进行模糊逻辑运算, 得出综合的故障定位模糊结果, 再进行清晰化处理, 得出最后的判断。

为了实现小电流接地系统馈线单相接地故障的正确选线和定位, 我们采用分层定位, 简单来说需要经过以下 3 个步骤:

a) 将变电站的各条出线设为第一层, 将各条出线看作简单的无分支线路进行分析, 得出各出线发生故障的可信度;

b) 将各出线上的分支设为第二层, 第一层的检测计算结果作为第二层计算的一个系数, 将检测计算结果作为各分支发生故障的可信度;

c) 对模糊逻辑运算的结果进行清晰化处理, 得到故障定位结果。

2 小电流接地系统单相接地故障定位装置的构成

小电流接地系统单相接地故障定位装置根据硬件可以分为 3 个部分: 主机、分支机和通信模块。分支机通过通信模块和主机交换信息, 根据主机的指示进行故障信号的采集和处理, 并向主机提供必要的分支信息用于故障定位。装置的通信模块采用 GSM 短信息技术, 通过给主机和每个分支机分配唯一的地址(SIM 号), 实现主机和分支机的数据远程双向传输。

小电流接地系统单相接地故障定位装置的硬件结构如图 1 所示。由于故障定位装置需要实时接收数据、实时判断、实时上传故障定位结果, 是一个典型的要求实时控制、实时处理的系统, 所以主机和分支机的设计中都采用了 16 位单片机 80C196KB 芯片。它特别适用于各类自动控制系统, 除了具有很好的实时性能外, 还集成有丰富的外设装置。在装置的硬件电路中, 信号注入电路、检测电路和 GSM 通信部分是设计的关键。

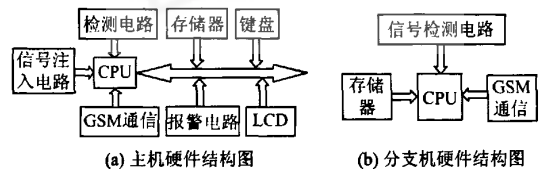


图 1 小电流接地系统单相接地故障定位装置的硬件结构图

2.1 信号注入电路

信号注入电路为主机所独有。信号注入电路的功能是产生恒定频率和幅值的注入信号电流, 信号的注入点选在变电站的 TV 故障相, 当发生接地故障时, 注入信号经单片机控制的继电器送入故障相。为了防止配电网中工频电流及谐波电流的干扰, 对恒流信号电源的频率稳定性要求很高。因此信号电源采用了高精度的正弦波发生器及其外围接口电路, 该电路对于输出频率能够精确调节, 实际上, 这是一个电流负反馈电路。TA 从主回路中采集到的注入信号电流值, 通过真有效值检波器得到与主回路电流有效值成正比的直流反馈信号, 该信号与电流整定值进行比较, 所得差值通过 PID 调节器后对信号发生器产生的正弦信号幅值进行调节, 再经电压放大及功率放大后注入电网。

2.2 信号检测电路

主机与分支机的信号检测电路结构相同, 分别完成线路不同部分的信号检测。

在配电网故障定位的实际使用中, 信号检测电路不可避免要受到工频电流和谐波电流的干扰, 因此, 恰当地选择注入信号频率和增强信号检测装置的抗干扰能力是故障检测装置设计中的关键问题。

在现场运行中, 除了谐波及高频电流干扰外, 还有其他如电力电子器件、配电网沿线机动车辆产生的电火花等诸多非谐波噪声干扰。这些非谐波噪声遍布在包含注入信号频率的各个频段上, 使用滤

波器是无法消除的。本装置采用采集 TA 二次侧的故障电流信号,经电流-电压变换后进入滤波环节,为避免电力线中谐波电流的干扰,注入信号电流的频率必须介于工频相邻两次谐波频率之间。同时,为减小高频电流的干扰和分布电容的影响,注入信号电流的频率亦不能太高。综合考虑各种因素,本装置选择的注入交流电流频率为 220 Hz。除此之外,本装置用的是 12 阶的 Bessel 带通滤波器,它能使最靠近注入信号频率的四次、五次谐波分量衰减达到 60 dB,完全满足工程的需要。

2.3 通信模块的设计

我国目前已建成了覆盖全国的 GSM 数字蜂窝移动通信网,是我国公众陆地移动通信网的主要方式。其中短信息服务(SMS)是它提供的多种服务之一,与其他通信方式相比,SMS 在可靠性、经济性等方面都具有一定的优势。利用 GSM 网络通信已经是一项比较成熟的技术,现已广泛应用于 GPS 等领域。虽然应用于电力系统尚处于初始阶段,但其通信范围广,设备成本低,信道免维护,可靠性高,符合配电网数据采集系统对通信的要求。目前,一些移动电话厂商已经开发出了 GSM 引擎模块(GSM modem),本文讨论的故障定位装置就选用了 Wavecom 公司的 M1206B 模块。此模块是双频 GSM 外置调制解调器,其设计及开发符合 ETSI GSM Phase2+ 标准(一般话机)。适用于数据、传真、短信息及话音应用,可以满足装置的通信要求。

SMS 利用信令信道传输,不用拨号建立连接,把要发的信息加上目的地址发送到短信息中心,经短信息中心完成存储后再发送给最终的信宿。所以当日的 GSM 终端没开机时信息不会丢失。每个短消息的信息量限制为 140 字节。利用 M1206B 的 RS-232 接口,单片机和 GSM modem 之间可以采用 AT 指令实现通信。

GSM 手机通过异步通信接口实现对 SMS 的控制,共有三种接入协议:Block 模式、基于 AT 命令的文本模式和基于 AT 命令的 PDU(protocol description unit)模式。现在,PDU 模式已逐步取代 Block 模式,而有些地方不支持文本模式,所以 PDU 模式应用最为广泛,基本上全国所有的电信局都支持 PDU 模式的短消息业务。为了保证装置具有广泛的适用性,本装置采用 PDU 模式。

PDU 模式是发送或接收 SMS 消息的一种方

法。消息正文经过十六进制编码后进行传送。PDU 相当于一个数据包,它由构成短消息的信息组成。作为一种数据单元,它要包含源地址、目的地址、保护(有效)时间、数据格式、协议类型和正文,正文的长度可以达到 140 字节,它们都以十六进制表示。PDU 结构根据短消息由移动终端发起或是以移动终端为目的而不同。

AT 命令包括帧头、指令、结束标志。帧头固定为 AT,指令参照短消息 AT 指令集,结束标志固定为<CR><LF>或<CR>。AT 命令的响应一般都是以<CR><LF>开始和结束的。

RS-232 接口编程时要注意:单片机向 GSM 模块每发出一个指令都应等待 GSM 模块的正确响应,返回的响应如有错,则要根据情况重发或是执行相应程序。

利用 GSM modem 构成小电流接地系统馈线单相接地故障定位装置的原理如图 2 所示。



图 2 小电流接地系统馈线单相接地故障定位装置的原理图

3 结论

本文针对有多条分支的复杂树形电网提出小电流接地系统单相接地故障定位的新方法,可有效提高故障定位的正确率,保障供电可靠性。应用该方法研制的小电流接地系统馈线单相接地故障定位装置采用 GSM, SMS 无线模块实现通信,数传距离长,可靠性高,维护方便。该装置成本低廉,易安装,故障定位准确,适用于复杂树形电网。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 陈炯聪, 齐郑, 杨奇逊. 基于模糊理论的小电流单相接地选线装置[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(8): 88-91.
- [3] 李孟秋, 王耀南, 王辉, 等. 小电流接地系统单相接地故障点探测方法的研究[J]. 中国电机工程学报, 2001, 21(10): 6-9.
- [4] 王新超, 桑在中. 基于“S注入法”的一种故障定位新方法[J]. 继电器, 2001, 29(7): 9-11.

作者简介: 翁韶芳(1971-), 男, 广东化州人。电气工程师, 主要从事继电保护及自动化管理工作。E-mail: hzwsf@163.com.