

基于时序鉴别方法的新型单相接地选线装置

傅桂兴,付英,张文生

(泰安高新技术创业中心鲁兴测控设备研究所,山东 泰安 271000)

摘要: 提出了一种以自主研发的专用集成电路为核心的单相接地选线装置,该装置综合运用零序电流和零序电压进行时序鉴别、幅值鉴别和信号连续性鉴别,实现 6~10kV 电网单相接地故障的准确选线,并通用于中性点不直接接地电网的过补偿、欠补偿和无补偿系统,能区分永久性和瞬间性接地故障;还具有零序 CT 断线检验、PT 断相鉴别及整机性能自检演示等功能,并详细介绍了该选线装置的构成原理。

关键词: 中性点不直接接地电网; 单相接地; 选线装置; 时序鉴别法; CPLD

中图分类号: TM773 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)02-0043-04

1 引言

我国的 6~60kV 高压配电网及矿井 380~1140V 低压供电网广泛采用小电流接地系统 (NUGS),包括中性点不接地系统 (NUS),中性点经消弧线圈接地系统 (NES) 和中性点经电阻接地系统 (NRS)。NUGS 中发生最多的故障是单相接地。在 NUGS 中,尤其是 NES 过补偿运行,发生单相接地故障后很难准确找出故障支路,因此,快速、准确地检测出 NES 电网中的单相接地故障线路,一直是国内外电力系统继电保护领域的一个重要研究课题。

我国研究 NUGS 单相接地选线装置,取得了不少成果,也研制出多种国产的接地选线装置,同时也有引进国外技术的同类产品。关于这方面的详细情况,可参阅文献[1]。

2 NUGS 单相接地故障的时序鉴别选线原理和方法

所谓“时序鉴别选线法”,就是利用 NUGS 单相接地故障的零序电流基波,经滤波、鉴幅、整形、光隔后形成的不对称方波 I_0 ,和零序电压基波经滤波、移相、整形、光隔后形成 180° 的对称方波 $U_{0\omega}$,直接进行时序鉴别。当系统发生单相接地故障后,若某线路的基波零序电流和零序电压(方波)同时满足以下两个条件:

(1) 零序电流 I_0 上升沿滞后于零序电压 $U_{0\omega}$ 上升沿而超前零序电压 $U_{0\omega}$ 下降沿,即零序电流 I_0 上升沿居于零

序电压 $U_{0\omega}$ 的上升沿与下降沿之间;

(2) 零序电流 I_0 下降沿滞后于零序电压 $U_{0\omega}$ 下降沿须大于 0 而小于 180°;

则该线路就是单相接地故障线路,如图 1 中(a)与(b)所示。

不能同时满足上述两个条件的线路,就是非故障线路,如图 1 中的(c)、(d)、(e)所示。

这就是应用“时序鉴别法”进行单相接地故障选线的判据。

显然,“时序鉴别法”和通常的相对相位法(比相法)之间,或者说“时序鉴别原理”与零序功率方向原理之间,有重大区别。例如图 1 中(d)所示的 I_0 与 $U_{0\omega}$ 的方波关系,完全符合接地故障线路的零序功率方向法或比相法的判别原理,但不符合接地故障线路的时序鉴别法则,即,图 1 中(d)所示的 I_0 和 $U_{0\omega}$ 的波形关系,运用零序功率方向原理应判定为故障线路;而运用时序鉴别原理则应判定为非故障线路。

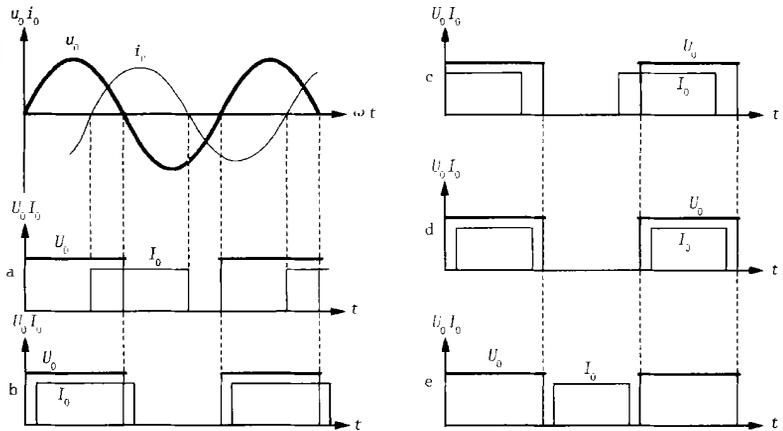


图 1 时序鉴别选线法的基本原理

Fig. 1 The principle of the time-sequence logical discrimination

时序鉴别法也与有些文章提到的零序电流和零序电压的“相位差判别法”不同,因为这个相位差可以仅凭零序电流和零序电压方波的前沿(或者其后沿)来获得,显然相位差法的抗干扰能力是比较差的。

3 基于时序鉴别方法的单相接地选线装置

3.1 单相接地选线装置的构成原理

如图2所示,从 NUGS 系统中 $U、V、W$ 三相母线上的电压互感器 PT 开口三角侧,取出零序电压,经小变压器 ST 降压后,其 U_0 信号送入接地选线模块 M1、M2;从同一段母线引出的各馈出线上的零序

电流互感器 CT 二次侧,取出零序电流,经负载电阻 R 进行 I/U 变换后,其 I_0 信号依次送入选线模块 M1 或 M2(每个模块至多接 8 路 I_0)。M1、M2 依据内部设定的电路和时序判别法则,鉴别出接地故障线路,发出信号,通过驱动电路直接发出声光报警,用发光二极管指示并记忆故障线路(也可引出断路器跳闸命令),数字显示故障线路编号。如有必要,还可通过接口电路将信号输给工控单片机,进行数据处理,实现自动打印记录、汉字显示、语音报警,并与计算机网络通信。但这虚线框内的配置可以简化或全部去掉。

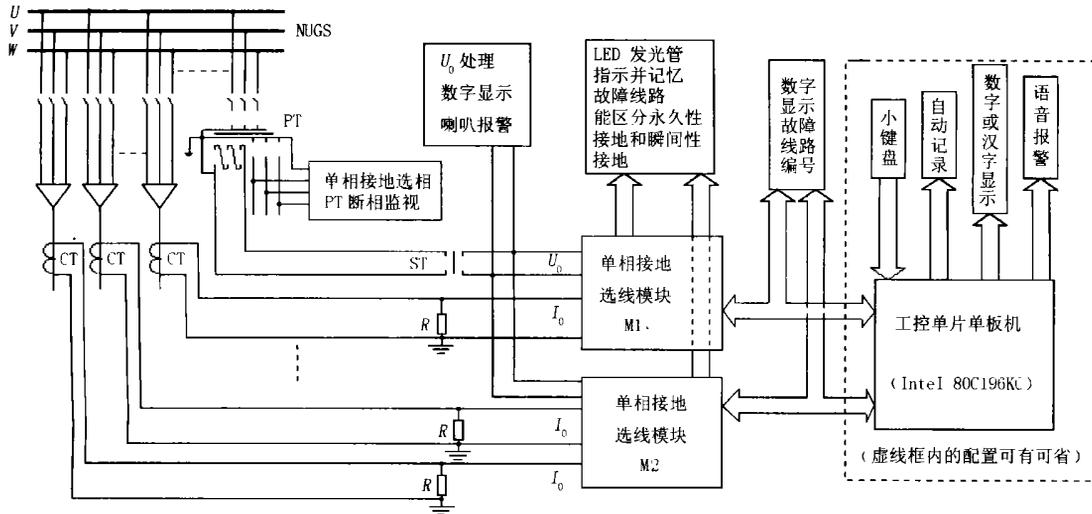


图2 单相接地选线装置的构成原理

Fig. 2 The constitutive principle of the single-phase grounding selected-line equipment

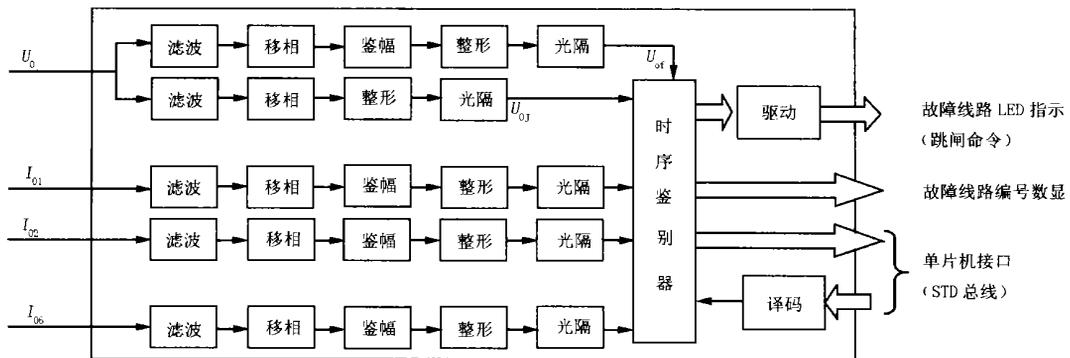


图3 单相接地选线模块的构成原理

Fig. 3 The constitutive principle of the single-phase grounding selected-line module

可见,本装置与一般微机选线装置的区别在于,本装置不是依靠软件运作的单片微机作为唯一的控制中心,而是以多个由硬逻辑构成的“单相接地选线模块”中的“时序鉴别器”为控制中心,即一台选线装

置具有多个并行工作的控制中心。

3.2 单相接地选线模块

如图3所示,该单相接地选线模块,主要由零序电压信号处理电路、零序电流信号处理电路、时序鉴

别器(这里由两片 CPLD 构成,也可由单片机构成)、接地选线信号输出电路以及单片机接口电路(STD 总线)组成。在模块内,零序电压 U_0 电路再分为两个支路:一路经滤波、移相、整形和光电隔离,变成基准零序电压 U_w ,作为时序鉴别的参考信号;另一路经滤波、移相、鉴幅、整形和光电隔离,变成 U_{α} ,作为零序电压的比幅信号。各路零序电流 i_0 的电路,经滤波、移相、鉴幅、整形、光电隔离后,变成相位和脉宽可变的信号 I_0 。 U_w 和 1 至 8 路 I_0 方波信号分别送入时序鉴别器。时序鉴别器依据设定的时序鉴别法则(如图 1 所示)分别判断出各线路是接地故障线路还是非故障线路。由图 3 中可以看出,经时序鉴别器输出的接地故障线路选线信号,可直接经驱动器进行音响报警、灯光指示与数字显示;也可以经 STD 总线接口电路,由外加的单片单板机进行语音报警、自动记录、汉字显示,或通过串行通信接口,将故障信息传给上位机。

4 时序鉴别方法及其选线装置的主要优点

(1) 时序鉴别方法是针对接地选线难度最大的 NES 过补偿电网提出的。采用时序鉴别选线方法,比相同功用(用于 NES)的小波分析法、模式识别法、最大 (I_{\sin}) 法等简单明了,便于实现(可不用计算机);比谐波分量法、负序分量法简单、方便(不用选频器或滤波器);比有功分量法省事、安全(不需在消弧线圈上串联或并联大功率电阻);比首半波法工作可靠(没有死区)。

(2) 时序鉴别法可以不用单片机而用现代可编程逻辑器件 CPLD 来实现,从而达到了以硬逻辑电路完成单相接地选线及多个“时序鉴别器”并行工作的目的,提高了“接地故障选线装置”的动作快速性、工作可靠性,减少了维护检修工作量。

(3) 时序鉴别法使接地故障线路的零序电流信号 I_0 (方波),相对于移相后的基准零序电压信号 U_w 至少有 $0 \sim 170$ 的移相范围(动作区),从而保证了此选线法可通用于 NUGS 的 NUS、NRS、NES,即通用于小电流接地系统的无补偿、欠补偿、全补偿和过补偿的高、低压电网。

(4) 由于时序鉴别选线法可以只用 CPLD 硬逻辑电路来实现,这比依靠单片机进行接地选线的装置更能抵抗电磁干扰和恶劣环境的影响,从而有利于制成矿用一般型产品、矿用(或厂用)防爆型产品,还可制成小继电器式产品用于电磁干扰较严重的场

所。

5 该选线装置的其它功能

以上介绍了该选线装置的“时序鉴别选线法”及装置的构成原理。该装置除单相接地选线这一主要功能外,还具有单相接地瞬间性故障和永久性故障分辨功能,单相接地选相功能,PT 断相鉴别功能,零序 CT 二次回路是否断线的检验功能,三相不平衡电压和零序电压的测读显示功能,以及该装置整机性能自检演示功能。限于篇幅,不再详述。

6 实际应用中应注意的问题

为了确保时序鉴别选线法的准确性和在小电流接地电网无补偿、欠补偿和过补偿各种状态下都能正确选线,基准信号 U_w 的定位正确与否是至关重要的;同时,如何避免三相不平衡电压及零序 CT 非线性部分的影响,也是不可忽视的问题。这些问题需要在实践中深入研究与探讨,逐步摸索和积累经验,以求妥善解决并精益求精。

7 结语

我们研发的基于“时序鉴别法”的“新型小电流接地系统单相接地选线装置”,从 2000 年开始就有产品在山东、河南、江西、四川等省的 NUS 和 NES 自动跟踪欠补偿电网中使用,选线准确、工作可靠。2001 年下半年以来,我们又在实验室的 NES 系统(包括欠补偿和过补偿状态)进行了各种模拟实验,实验表明该装置工作可靠、选线准确、时序鉴别精确,达到了预期的目的。现在已有多台装置在煤矿企业和石化企业的 NES 过补偿电网中投入使用。2002 年 4 月,“小电流接地系统单相接地时序鉴别选线方法和装置”已申请国家发明专利并初审合格。

参考文献:

- [1] 肖白,束洪春.小电流接地系统单相接地故障选线方法综述[J].继电器,2001,(4):16-20.
- [2] 王祖光.微机小电流接地系统接地选线装置[J].电力系统自动化,1993,(6).
- [3] 傅桂兴,元学广.GW-1型高压接地微机监护装置[J].煤矿现代化,1993,(4):46-49.
- [4] 傅桂兴,元学广,黄珍成.特大型矿井高压漏电保护系统的研制[J].中国安全科学学报,1994,(1):32-37.
- [5] 黄庆模,胡天禄,牟龙华.矿井高压电网三级选择性漏电保护系统[J].煤炭科学技术,1994,(4):15-18.
- [6] 潘贞存,桑在中.单相接地故障信号注入选线法[J].电力系统自动化,1996,(2).

- [7] 傅桂兴,付英,王宗省. GWJ-型高压接地微机监护装置[J]. 山东科学, 2000, (3A): 97-99.
- [8] 贾清泉,肖鹏,杨以涵. 小电流接地电网单相接地故障小波选线法[J]. 继电器, 2001, (3): 5-8.
- [9] 葛耀中,窦乘国. 非直接接地系统中检出单相接地线路的新方法[J]. 继电器, 2001, (9): 1-5.

收稿日期: 2002-08-07; 修回日期: 2002-11-19

作者简介:

傅桂兴(1940-),男,教授,主要从事厂矿高低压电网单相接地漏电选线装置和综合保护装置的研究与新产品开发工作;

付英(1968-),女,工程师,从事技术开发与管理工作。

New type single-phase grounding selected-line equipment based on the time-sequence logical discrimination

FU Gui-xing, FU Ying, ZHANG Wen-sheng

(Luxing Measuring and Controlling Equipment Research Institute in Taian Pioneering Service Center of High Technology, Tai'an, 271000, China)

Abstract: The core of the fault line selective protector this paper will explain is ASIC invented by ourselves. The protector uses zero sequence current and zero sequence voltage to realize time-sequence discriminating, amplitude discriminating and signal continuity discriminating, thereby it can accurately select the fault lines when single phase grounding fault occurs in 6-10kV power system. This protector can be used in power system with neutral point nondirectly grounding whether the system is of over compensation, under compensation, or non compensation; it can discriminate permanent grounding fault and instant grounding fault; it also has the ability to indicate zero sequence CT line breaking, to discriminate PT phase line breaking, and to check and demonstrate itself. The paper discusses the principle and the setting of the single phase grounding fault line selective protector.

Key words: with power system with neutral point nondirectly grounding; single phase grounding fault; fault line selective protector; time-sequence logical discrimination; CHLD

(上接第 33 页)

软件实现以下目标:(1)支持渐进开发,即组件动态重用和更新;(2)支持 Internet 和 Intranet 的应用;(3)支持分布、异构的软硬件平台;(4)保证系统可靠、安全运行。

组件技术是计算机技术与网络技术发展的产物,其自身还处于发展阶段,各种规范、实现工具还有待完善,但毫无疑问,它是 21 世纪信息系统技术发展的方向,是继结构化设计、面向对象设计之后又一方兴未艾的软件技术。组件技术的运用,将推动电力系统继电保护整定软件向着可扩展、可重用和分布式应用的方向发展^[5]。

参考文献:

- [1] Sauer L D, Clay R L, Armstrong R. Meta-component architecture for software interoperability. Software Methods and Tools, 2000. SMT 2000 [C]. Proceedings. International Conference on, 2000: 75-84.

- [2] Hull M E C, Nicholl P N, Bi Y. Approaches to component technologies for software reuse of legacy systems[J]. Computing & Control Engineering Journal, 2001, 12(6): 281-287.

- [3] 曾克娥,谢庆国,等. 基于构件技术的电力系统 MIS 模型[J]. 水电能源科学, 2001, 19(1): 75-76.

- [4] 曾月,范玉顺. 基于 COM 和 ASP 技术的工作流管理系统的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2002, (1): 241-244.

- [5] 袁和金,宋雨,王翠茹. 基于组件的软件设计及其在电力信息化中的应用[J]. 电力情报, 2001, (1): 12-15.

收稿日期: 2002-07-03; 修回日期: 2002-09-27

作者简介:

吕霞(1978-),女,硕士研究生,从事电力系统继电保护整定计算理论及相关软件技术的研究;

曾克娥(1948-),女,教授,从事电力系统继电保护和自动化的研究;

段献忠(1966-),男,教授,博士生导师,从事电压稳定、FACTS、信息化电力系统和电力市场等领域的研究。

Study of component-based relay coordination software

LV Xia, ZENG Ke-e, LI Yirong, DUAN Xianzhong

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at the status and developmental trend of the relay coordination software, this paper presents a threelayer model and a scheme of component assembling & communication after analyzing the advantage of component technology. The basic components in the coordination layer, the approach of designing protection coordination components and a method of adding new devices are also illustrated for detail.

Key words: relay protection; coordination; component-based design; component technology