

# 基于16位单片机的小电流接地监控终端机的研制

吴宇斌<sup>1</sup>, 夏彬<sup>2</sup>, 刘承洲<sup>3</sup>

(1. 河北电力职工大学, 河北 保定 071051; 2. 广西信托投资公司, 广西 南宁 530021;

3. 华北电力大学, 河北 保定 071003)

**【摘要】** 小电流系统的单相接地故障选择性判别一直是电力系统的一个重要课题, 由于系统的复杂性及运行方式的多变特点, 使解决这一问题的难度增加。本文根据单相接地故障工况, 介绍了小电流接地选线设备原理, 并介绍了 H Y X 1 9 6 型小电流系统监控终端机的设计及研制。

**【关键词】** 小电流选线; 监控; 单片机

## 1 引言

系统的中性点非有效接地时, 一般称为小接地电流系统, 或称小电流系统, 由于单相接地时故障点的电流较小, 且电源三相线电压仍保持对称, 不影响系统的供电, 因此, 通常规程允许带故障运行 1 ~ 2h。分析表明发生单相接地后, 非接地相对地电压升高  $\sqrt{3}$  倍, 为防止故障扩大, 必须发出信号并排除故障。因此, 系统中必须加设报警或选线报警设备。

## 2 小电流系统单相接地故障的特点

### 2.1 中性点不接地电网

中性点不接地电网系统存在多条线路, 正常工作时, 由于系统三相线路及设备的对称性, 各元件电容电流也对称, 系统无零序电流及零序电压产生。

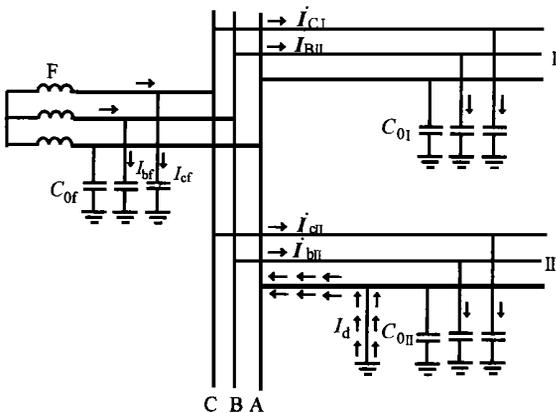


图1 中性点不接地系统单相接地电容电流的分布

设: 以  $C_{0f}$ 、 $C_0$ 、 $C_0$  集中电容表示发电机、线路、线路的分布电容。线路 A 相接地后(忽略线路阻抗的压降), 则全系统 A 相对地电压为零, 因而 A 相对地电容电流为零, 同时 B 相、C 相的对地电压

和电容电流均升高  $\sqrt{3}$  倍, 可表示为:

$$\begin{cases} \dot{U}_{AD} = 0 \\ \dot{U}_{BD} = \sqrt{3} \dot{E}_A e^{-j150^\circ} \\ \dot{U}_{CD} = \sqrt{3} \dot{E}_B e^{j150^\circ} \end{cases} \begin{cases} \dot{I}_B = \dot{U}_{BD} j C_0 \\ \dot{I}_C = \dot{U}_{CD} j C_0 \end{cases}$$

故障点的零序电压为:  $\dot{U}_{d0} = -\dot{E}_A$ 。

上述情况系统电容电流的分布如图 1 所示。图 1 的等效零序网络如图 2 所示。图 2 中  $i_0$  是线路本身电容电流, 该图清楚地表明了单相接地时零序电压与各线路零序电容电流的相互关系, 可以归纳出如下结论:

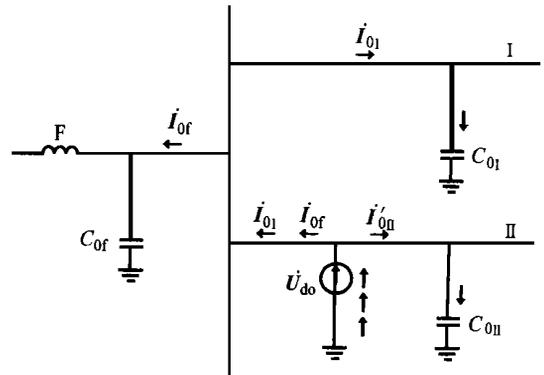


图2 单相接地零序网络等效网络

(1) 在发生单相接地时, 全系统都将出现零序电压。

(2) 非故障线路(或元件)中有零序电流, 其数值为本身的电容电流, 容性无功的方向由母线流向线路。

(3) 故障线路中的零序电流为全系统非故障元件对地电容电流总和, 容性无功的方向由线路流向母线。

### 2.2 中性点经消弧线圈接地的网络

接有消弧线圈的系统, 单相接地时的零序电流

分布将发生很大变化。设在电源的中性点接入消弧线圈,仍设 A 相接地,作出其 A 相等效接地网络如图 3 所示。与图 2 相比不同之处在于接地点增加了一个电感分量的电流  $i_L$ , 因此,流过接地点的电流为:  $i_d = i_c + i_L$  式中:  $i_c$  为各元件电容电流总和,  $i_L$  为消弧线圈的电流。

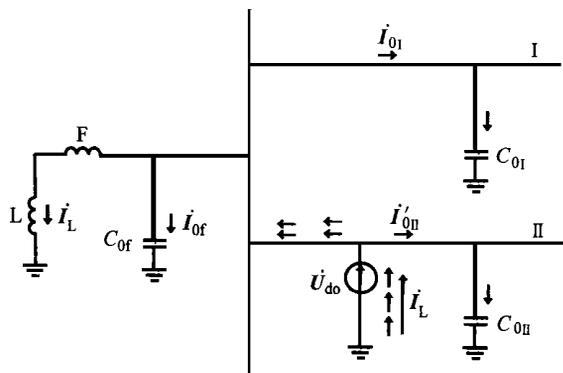


图 3 有消弧线圈单相接地时的电流分布

由于感性电流与容性电流相位相差  $180^\circ$ , 故选择适当的消弧线圈  $i_L$  对  $i_c$  起到补偿作用使总接地电流减小。值得注意的是实际应用中采用过补偿  $5\% \sim 10\%$  的做法, 即  $i_L$  比  $i_c$  大。因此这时故障线路上零序电流的方向不再是由线路向母线, 而是相反。因此, 不能用功率方向来区别非故障与故障线路, 由于补偿残余电流较小, 也很难利用幅值来区别故障线路。

### 3 基波及谐波相位原理

3.1 根据 2.1 的分析, 对中性点不接地的系统, 容性无功的方向是区别故障线路的重要依据, 事实上, 在同一时刻, 故障线路与非故障线路的零序电流在空间上相差  $180^\circ$ , 因此, 完全可以利用这一特点作为群体判决故障线路的依据。

由于 2.2 中实际带消弧线圈的系统其容性无功无法区分故障线路主要原因是过补偿的感性电流改变了故障线路零序电流的方向(相位)及大小。如果考虑系统中存在的高次零序谐波分量情况将有所改变。由于  $i_c = C \cdot \dot{U}_0$ ,  $i_L = \frac{1}{C} \cdot \dot{U}_0$ , 因而总可以找到一个

$n$  使  $n$  时, 系统零序谐波的容性无功满足 2.1 的特征。所以利用零序谐波电流方向作为群体判决依据成为可能。

3.2 由于采用基波或零序谐波电流方向作为故障线路判据属于群体性相对判据, 因而该方法在实现

上比采用容性无功功率方向原理更为合理。原因在于基波或零序谐波电流判据直接进行电流方向的判别。零序电压不参与运算, 只参与比较。而容性无功功率方向判据上述两物理量均参与运算。一般情况还需设置整定值, 因而难以适应系统运行方式变化较多的情况。相对于单条线路的功率方向继电器而言, 依据群体判据实现的选择性报警装置的复杂性明显增加。同时对装置的数据采集运算速度提出了较高的要求。另一方面作为自动化系统中的一个终端还必须具有较强的数据通信能力及很好的可维护性。

### 4 小电流系统选线设备现状

目前国内的小电流接地选线设备采用主要原理有三类:

4.1 容性无功功率方向原理, 如五次谐波功率方向原理, 这类设备多见于功率方向继电器, 限于单条线路进行故障判断。由于采用的是非群体判决且需整定, 因而误判的几率较高。

4.2 电流幅值判别: 实现的手段是电流继电器, 依据是该类系统发生单相接地时流过故障线路的零序电容电流值最大, 在实际中由于系统的复杂性及信号传递过程中的非线性元件影响, 上述依据并不一定成立, 同时该判据为非群体性判据, 因而误判几率亦较高。

4.3 采用基波或谐波相位判据: 目前国内生产的微机型小电流接地选线装置大多应用这一判据, 一方面该判据属群体判决, 另一方面该判据只需判断系统中电流相位, 实际转化为一个二值问题, 因此算法并不复杂, 但是由于在产品的设计制造、调试、安装等诸方面存在的一些的问题, 因而这类产品的动作准确率还不尽人意, 但较前二者有明显的提高。因而得到了广泛的应用。

采用暂态或其它判据的设备目前较少应用。例如在零序电压互感器开口处注入信号的方法等尚待电力系统管理及技术部门的认可和运行的检验。

### 5 HYX196 系列微机型小电流监控终端机

#### 5.1 硬件设计

由保定华源电气新技术开发有限公司研制的 HYX196 系列微机型小电流监控终端机设计吸收了国内同类机型的优点, 采用了用户可选择的零序基波或谐波相位原理和零序电流幅值原理。采用美国 Intel 80C196 十六位单片机进行数据处理, 比国内

其它机型,如采用8051、8098或80C198的八位(或准十六位机)速度快,同时单机监控的回路也为最大(36回路)。

5.2 软件设计充分考虑了现场运行状况多变的特点,该机型允许用于二个电压等级四段母线的系统,无论有无消弧线圈,系统均可适用。系统各段母线上的零序电流的大小范围均可现场预设及设备内,系统零序电压及电流的启动值亦可由用户指定或现场设定。

人机界面的设计采用全汉字液晶屏及汉字打印输出,极大地方便了现场操作,改善了工作环境,全部现场参数的写入及信息查询均通过汉字菜单完成。图4为该机的菜单结构。

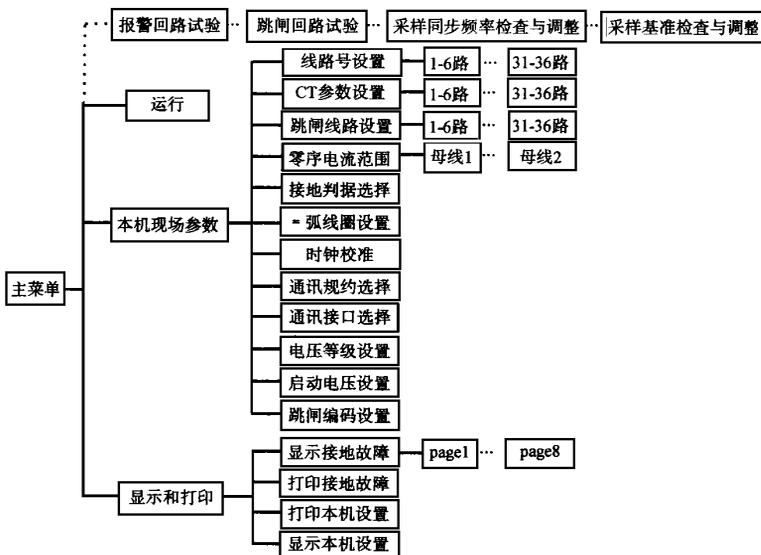


图4 HXY196系列小电流监控终端机菜单结构

该机设计为自动化配套,因此设有RS-232、RS-422、RS-485通讯接口并带多种通讯规约,监控主机可随时查询终端机的数据。

5.3 结构设计充分考虑维护维修的方便、快捷,采用标准19in机箱,整机由箱体及电源插件、主控/显示插件、采样插件、通讯/报警插件、跳闸插件组成,各插件可现场插拔。

## 6 结束语

由于我国配电网仍将以小电流系统为主,因此,单相接地选择性报警问题仍将是运行中一个难题,目前,大规模应用配电网自动化技术进行单相接地故障的处理时机还未成熟,综合自动化设备可以将小电流系统单相接地功能容纳进去,但也存在一些技术问题。因此,采用独立的带有运动或通信功能的小电流接地选线设备仍不失为一种较实用的选择。

### [参考文献]

- [1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理(第三版). 水利电力出版社,1994,10.
- [2] 杨奇逊. 微机继电保护基础(第一版). 水利电力出版社,1988,11.
- [3] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术(第一版). 1992,11.

收稿日期:1999-04-13

作者简介:吴宇斌(1966-),男,工程师,研究方向为电力系统自动化及其仿真;刘承洲(1954-),男,硕士,研究方向为电工技术及电力系统自动化。

## DEVELOPMENT OF THE 16BITS SINGLE-CHIP-MICROPROCESSOR BASED SUPERVISORY CONTROL TERMINAL FOR POWER SYSTEM WITH NEUTRAL UNEARTHED

WU Yu-bin<sup>1</sup>, XIA Bin<sup>2</sup>, LIU Cheng-zhou<sup>3</sup>

(1. Hebei Electric Power Professional University, Baoding 071051, China; 2. Guangxi Trust and Investment Company, Nanning 530021, China; 3. Huabei Electric Power University, Baoding 071003, China)

### 有奖订阅 2000《电气时代》

《电气时代》杂志由机械部科技信息研究院、中国电工技术学会主办,创刊于1981年,是国内著名的电气技术大众媒体,国际流行大16开本,104页,每期一个专题报道。

主要栏目 电气知识 电气业界 市场观察 技术交流  
建筑电气 家用电器 考工指南 产品大世界  
读者俱乐部 新器件新电路 安全与节电

地址:(100037)北京百万庄大街22号 电气时代杂志社  
电话:(010)68326677-2404、2742  
传真:(010)68994786

读者对象: 电气工作者、电器使用者、电气爱好者  
发行: 国内邮局公开发行  
邮发代号: 2-108  
定价: 4.80元 全年价: 57.6元  
同期征订1999年度合订本 定价45元  
凭订阅全年杂志的订单复印件,参与抽奖活动。