

基于零序功率的小电流选线方法

杨汉生¹, 赵斌¹, 姚晴林², 陈海云³

(1. 许继电气公司保护及自动化事业部, 河南 许昌 461000; 2. 合肥工业大学, 安徽 合肥 230009;
3. 山东省沂水县供电公司, 山东 沂水 276400)

摘要: 针对目前小电流选线存在整定困难及误判率高的问题, 通过对中性点不直接接地系统和中性点经消弧线圈接地系统, 线路发生单相接地故障的定性分析, 提出了一种基于零序功率的选线方法, 该方法计算简单、整定方便、灵敏度高, 具有较好的实际应用前景。

关键词: 不接地系统; 单相接地; 零序功率; 消弧线圈

中图分类号: TM773 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2002)11-0030-03

1 引言

在我国 3~66 kV 配电网中, 广泛采用小电流接地系统, 同时在实际运行过程中, 发生最多的是单相接地故障, 所以如何快速准确地检测出故障线路一直是电力系统继电保护的重要研究课题。目前国内小电流选线装置采用的保护原理主要有幅值法、相位法、群体比幅比相法、五次谐波法、首半波法等。这类装置存在的主要问题有: 整定困难, 受线路长度及出线方式(架空, 电缆)影响; 误判率高, 由于在弧光接地的电弧熄灭和重燃的过程中, 零序回路发生振荡, 零序电流方向变化不定, 容易造成误判。针对这种情况, 本文提出一种基于零序功率的选线方法。

2 接地故障与正常状态的判别

现分别对中性点不直接接地系统和中性点经消弧线圈接地系统, 线路发生单相接地故障作定性分析。

2.1 中性点不直接接地系统单相接地故障判别

中性点不直接接地系统示意图如图 1 所示。

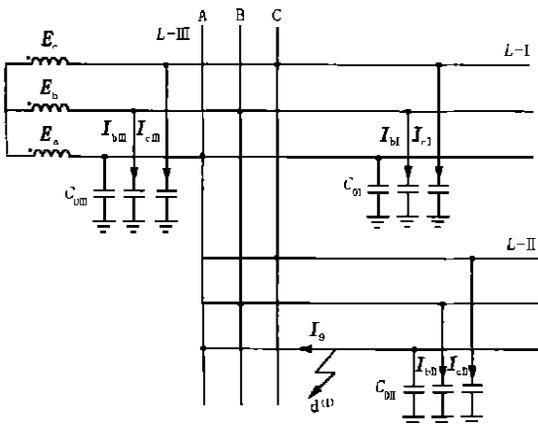


图 1 中性点不直接接地系统示意图

Fig. 1 Networks with ungrounded neutral

系统正常运行时, 母线三相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 幅值相等, 相位分别相差 120° 。假设 L-II 线路 A 相发生接地故障, 则 L-II 线路 A 相电压为零, 忽略线路压降, 故障后母线 A 相电压 $U_{ag} = 0$, 故障后母线 B 相电压 $U_{bg} = U_b - U_a$, 故障后母线 C 相电压 $U_{cg} = U_c - U_a$ 。故障前与故障后的母线电压如图 2 所示。

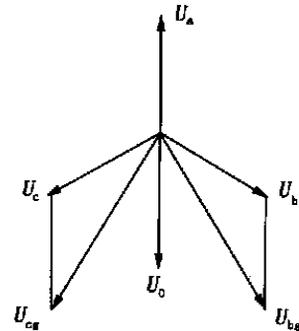


图 2 故障前和故障后母线电压

Fig. 2 The bus voltage of fore-and-aft fault

由于 A 相电压为零, 所以无论正常线路还是故障线路, A 相分布电容上流过的电流为零。B、C 相分布电容上流过的电流分别超前其电压 90° 。

正常线路 L-I 的零序电流: $3I_0 = I_b + I_c$;
在不考虑线路电阻及接地电阻的情况下, $3I_0$ 超前 U_0 90° 。实际为 70° 左右。

故障线路 L-II 的零序电流(无消弧):

$$3I_0 = I_b + I_c - I_g$$

故障点流向母线的故障电流 I_g :

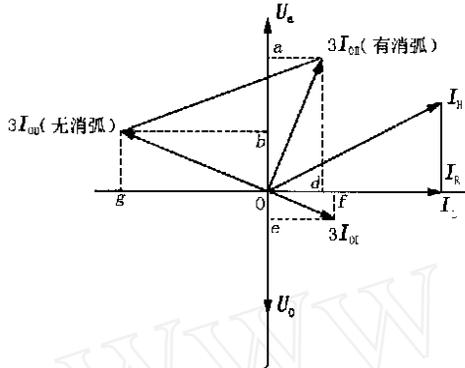
$$I_g = (I_b + I_c) + (I_b + I_c) + (I_b + I_c)$$

流向故障线路零序电流互感器的除了 B、C 相分布电容电流外, 多了一项从故障点流向母线的故障电流 I_g 。电流方向规定从母线流向线路为正。

所以:

$$3I_0 = -I_b - I_c - I_b - I_c$$

线路的零序电流与零序电压的相量关系如图 3 所示。



图中: I_H 为消弧线圈所流过的电流; I_L 为 I_H 的电感分量; I_R 为 I_H 的电阻分量。

图 3 零序电流与零序电压的相位关系

Fig. 3 The relation of zero sequence voltage and current

因为 $3I_0$ 与 $3I_0$ (无消弧) 的无功分量 of 与 og 远大于其有功分量 oc 与 ob 。因此,在中性点不接地系统中,利用零序功率的无功分量具有较高的灵敏度。正方向故障时,零序功率的无功分量 $Q > 0$; 反之, $Q < 0$ 。其中

$$Q = 3U_0 I_0 \sin \phi = \frac{1}{3T} \int_{t-90^\circ}^{t+90^\circ} 3u_0(t) * 3i_0(t) dt$$

式中: U_0 、 I_0 分别为线路零序电压和零序电流的有效值; $u_0(t)$ 、 $i_0(t)$ 分别为线路零序电压和零序电流的瞬时值; T 为工频周期; ϕ 为线路零序电压和零序电流的相位差,零序电压超前零序电流时为正。

2.2 中性点经消弧线圈接地系统单相接地故障判别

中性点经消弧线圈接地系统示意图如图 4 所示。

对于中性点经消弧线圈接地系统,故障前和故障后母线电压的分析同中性点不直接接地系统,如图 2 所示。线路的零序电流与零序电压的相量关系如图 3 所示,正常线路的零序电流仍为 $3I_0$ 。故障线路的零序电流为 $3I_0$ (有消弧)。 $3I_0$ (有消弧) 为 $3I_0$ (无消弧) 与 I_H (消弧线圈电流) 的矢量和。由于常采用过补偿方式,故 $3I_0$ (有消弧) 位于 U_0 轴的右侧。由图 3 可看出 $3I_0$ (有消弧) 的无功分量 od 与 $3I_0$ 的无功分量 of 方向相同。显然,在这种情况下,零序功率的无功分量无法区分出故障线

路,必须用零序功率的有功分量来进行判别。

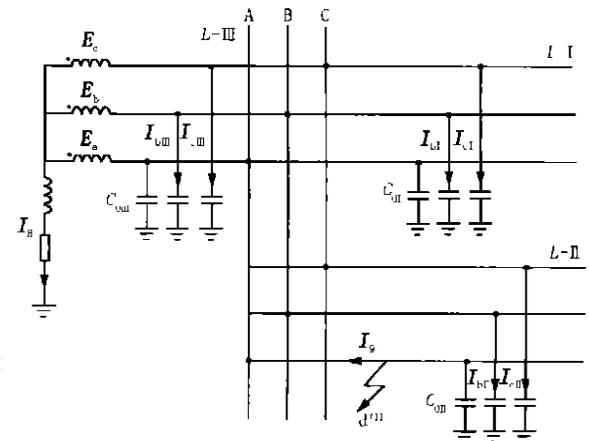


图 4 中性点经消弧线圈接地系统示意图

Fig. 4 Networks with grounded neutral by arc suppressing coil

$3I_0$ (有消弧) 的有功分量为 oa , 其中 ob 为故障线路的零序功率的有功损耗,具有不确定性。 ba 为消弧线圈的有功损耗,其参数大小明确。正方向故障时,零序功率的有功分量 $|P| > P_{zd}$; 反之, $|P| < P_{zd}$ 。其中

$$P = 3U_0 I_0 \cos \phi = \frac{1}{3T} \int_{t-90^\circ}^{t+90^\circ} 3u_0(t) * 3i_0(t) dt$$

$$P_{zd} = 0.5 P_{coil} / n_1 \cdot n_2$$

式中, P_{coil} 为消弧线圈的有功损耗铭牌值,单位为 W ; n_1 为母线 TV 的变比,即 TV 一次侧与开口三角侧的变化; n_2 为线路零序 TV 的变比。

3 应用中需注意的问题

基于零序功率的选线方法采用零序电压启动,当零序电压大于定值(通常为 35V),程序进行故障判别。根据系统的接线方式不同(通过控制字由用户根据现场情况整定),分别计算零序有功功率或零序无功功率,进行故障判别。

但在系统经消弧线圈接地的系统中,当 L- 支路发生单相接地故障时,由于消弧线圈上流过的有功分量电流是直接由故障点流向消弧线圈,没有通过线路的零序电流互感器。此时故障线路 L- 的零序电流为

$$3I_0 = -I_b - I_c - I_b - I_c$$

即在系统经消弧线圈接地的系统中, L- 支路发生单相接地故障时的情况,和系统不直接接地时 L- 支路发生单相接地故障时的情况类似。所以,即使在系统经消弧线圈接地的系统中, L- 支路的保护也应按系统不直接接地系统来整定,即

通过零序无功功率来进行故障判别。

4 结束语

据现场收集到的试验数据,系统经消弧线圈接地的系统发生单相接地故障时,故障线路始端的零序有功功率为数百至数千瓦,大约为非故障线路始端的零序有功功率的 50 倍,非常容易区分出故障线路。这是因为产生消弧线圈有功损耗的电流都流经故障线路的零序互感器,而正常线路的有功损耗非常小。同时由于只要整定消弧线圈的有功损耗,不必现场测算线路的电容电流,因而整定方便。

综上所述,基于零序功率的选线方法具有计算简单,整定方便,选线灵敏度高等特点,同时便于在微机上实现,有较好的实际应用前景。

A new method of fault line selection for single phase-to-earth fault in networks with ungrounded neutral based on zero sequence power

YANG Han-sheng¹, ZHAO Bin¹, YAO Qing-lin²

(1. XI Electronic Corporation, Xuchang 461000, China; 2. Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Aiming at the problems on protective solution to detecting the faulted line, the relation of zero sequence voltage and current is analyzed when single-phase to earth fault occurs, finally a new method based on zero sequence power is proposed. Because the new method has high sensitivity, and it is also easy for calculating and setting, so the new solution has a well prospect of application.

Key words: networks with ungrounded neutral; single phase to earth; zero sequence power; arc suppressing coil

(上接第 26 页) 将为 B/S 模式的电力信息管理系统的完善提供有力的技术支持。

参考文献:

- [1] Michi Henning Steve Vinoski [著], 徐金梧, 徐科, 等 [译]. 基于 C++ 的 CORBA 高级编程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [2] Douglas C Schmidt, Fred Khans. An Overview of the Real-time CORBA Specification [J]. Computer, 2000.
- [3] 高毅如. 动态发布技术的探讨 [Z]. 微电脑世界 98, 1998.

The technology of CORBA's active publishing news for the real-time supervisory and control system of power

YU Li-li¹, LING Mei², LV Fei-peng¹

(1. Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. XI Electric Corporation, Xuchang 461000, China)

Abstract: The supervisory and controlling substation based on B/S mode cannot actively publish news, while the application of CORBA technology with this characteristics can make up this weakness. This paper expatiates the CORBA's event service and notification service. It puts forward the application of the technology of CORBA's active publishing news in the real-time supervisory and control system of power with the real-time CORBA technology. At last, it hopes to enhance the system's function of publishing news and realize the high efficiency and reliability by the application.

Key words: ORB; POA; active publishing news; notification service; real-time supervisory and control

参考文献:

- [1] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理 (第三版) [M]. 北京: 水利电力出版社, 1994.
- [2] 东北电业管理局通信中心. 电力系统运行操作和计算 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1996.

收稿日期: 2002-07-03

作者简介:

杨汉生 (1967 -), 男, 工程师, 硕士, 现从事电力系统继电保护产品的开发;

赵斌 (1972 -), 男, 工程师, 硕士, 现从事电力系统继电保护产品的开发及科研管理工作;

姚晴林 (1932 -), 男, 教授, 博士生导师, 长期从事电力系统继电保护的教学和研究工作。

- [4] 朱磊, 胡均权. 基于 Web 的电力通信网监控系统的设计与实现 [J]. 电力系统自动化, 2001, 25(2): 56 ~ 58.

收稿日期: 2002-05-17

作者简介:

余李莉 (1974 -), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统微机保护和软件工程;

凌梅 (1972 -), 女, 大学本科, 研究方向为电气化铁道系统自动化;

吕飞鹏 (1968 -), 男, 博士, 教授, 研究方向为微机保护与控制、信息处理智能系统等。