

“S注入法”与电压互感器的特殊接线方式

王慧, 胡珂, 桑在中

(山东大学电气工程学院, 山东 济南 250061)

摘要: 基于“S注入法”的选线定位保护新原理的TY系列选线定位保护已大量运行于国内电力系统。“S注入法”需通过电压互感器向故障系统注入检测信号,而为了消谐等目的,电压互感器有多种特殊的接线方式。对这些特殊的接线方式进行了分析,论证说明了这些特殊接线方式既能够满足消谐的需要,又适合于“S注入法”选线定位。

关键词: 小电流接地系统; S注入法; 电压互感器; 接线方式

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2004)03-0026-03

0 引言

在小电流接地系统中,单相接地故障的选线定位和消除系统的铁磁谐振,都是备受关注的研究课题。“S注入法”的选线定位原理,成功地解决了选线定位问题,根据该原理研制出的TY系列选线保护已大量运行于国内电力系统,取得了较好的应用效果。电网的铁磁谐振,主要是由电压互感器的励磁电抗与系统分布电容间发生谐振引起的。通过对电压互感器采用特殊接线,改变其励磁电抗的大小,有望解决铁磁谐振问题。但特殊接线可能会对“S注入法”向系统注入信号产生影响。

本文在简要介绍“S注入法”选线定位原理的基础上,对电压互感器的特殊接线方式进行了分析,论证说明了这些特殊接线方式既能够满足消谐的需要,又适合于“S注入法”选线定位。

1 “S注入法”原理

“S注入法”是1993年提出的一种用于小电流接地系统单相接地选线定位新原理。选线原理^[1]如下:

“S注入法”是利用单相接地故障时原边被短接,暂时处于不工作状态的接地相PT人为向系统注入一个特殊信号电流,用寻迹原理即通过检测、跟踪该信号电流的通路来实现接地故障选线定位。注入信号电流的基波频率 f_0 位于工频 n 次谐波与 $n+1$ 次谐波之间(n 为正整数)。原理示意图如图1所示。

正常运行时, $U_{AN} = U_{BN} = U_{CN} = 57.7V$, $U_{LN} = 0V$, 主机不输出信号电流。发生单相接地故障时(以A相接地为例), $U_{AN} = 0V$, $U_{BN} = U_{CN} = U_{LN}$

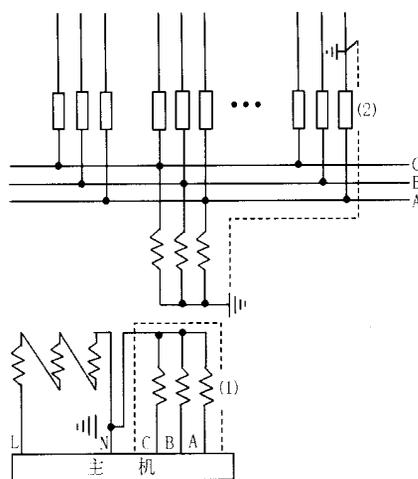


图1 “S注入法”工作原理示意图

Fig. 1 Schematic diagram of S's signal injection method

= 100 V。主机根据PT二次电压的变化,自动判断为A相接地,并向AN输出信号电流,如图1中虚线所示。此信号电流必然感应到PT原边,其通路如图1虚线所示,此电流沿接地线路接地相流动并经接地点入地。可见,只有故障线路的故障相才有此信号电流。因此,用寻迹原理可判断出接地故障线路及接地点位置。

2 “S注入法”与电压互感器接线分析

TY系列选线保护在运用实践中,常常遇到电压互感器的特殊接线方式,加零序PT就是最常见的一种,其接线如图2所示。

该接线中,将PT二次侧的开口三角直接短接,形成 $3n$ 次谐波通路,并使A、B、C三相互感器零序阻抗为零。所加零序PT的变比为 $\frac{10000}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}}$

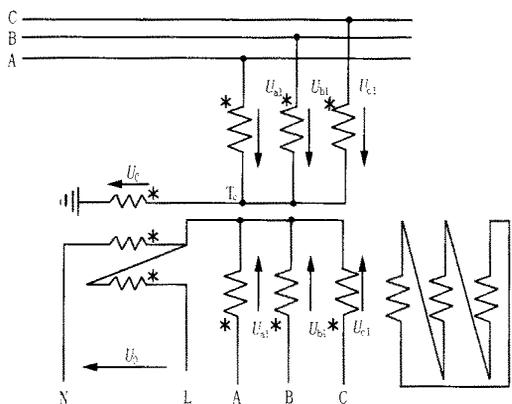


图2 加装零序 PT 时 TY 系列选线保护的接线
Fig.2 Connection of line selection protection of TY series when zero-sequence PT is installed

$\frac{100}{3}$,其中 $100/\sqrt{3}$ 线路接于三相 PT 二次中性点为 N 端子之间, $100/3$ 线圈接三相 PT 二次中性点为 L 端子之间,三绕组的同名端如图 2 所示。正常运行时,只有正序电压,零序电压互感器 T_0 三线圈电压为零。当发生单相接地时(以 A 相为例), $U_{AN} = 0$, $U_{BN} = U_{BA}$, $U_{CN} = U_{CA}$,用对称分量法对三相电压进行分解,其向量图如图 3 所示。

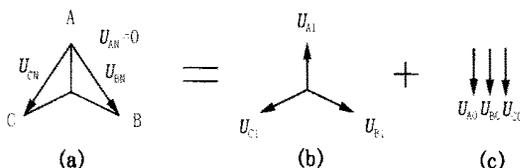


图3 小电流接地系统单相接地故障时的电压向量图
Fig.3 Diagram of voltage vector with single-phase-to-earth fault in power system with indirectly earthed neutral

由图 3 可知,单相接地后的电压只包括正序分量 U_{A1} , U_{B1} , U_{C1} 和零序分量 U_{A0} , U_{B0} , U_{C0} ,而且正序电压和零序电压大小相等。正序电压和零序电压在 PT 一次侧的分布如图 2 所示:由于 PT 一次侧零序阻抗为零,所以零序电压 $U_{A0} = U_{B0} = U_{C0} = U_0$,存在于零序 PT 一次侧,而正序电压 U_{A1} , U_{B1} , U_{C1} 分别存在于 A、B、C 三相 PT 的一次线圈上。也就是说,由于三相 PT 开口三角接线改为三角形接线,三相 PT 零序阻抗为零,使得三相 PT 与零序 PT 进行了明确的分工——三相 PT 对正序电压进行变换,零序 PT 对零序电压进行变换。PT 一次明确后,不难求得 PT 二次电压如图 4 所示。图 4(a) 为相电压分析图,由图 4 可见,当 A 相接地时,PT 二次 $U_{aN} = 0V$, $U_{bN} = 100V$, $U_{cN} = 100V$;图 4(b) 为零序电压分析

图,由图可见, $U_{LN} = 57.8 + 33.3 = 91.1V$ 。

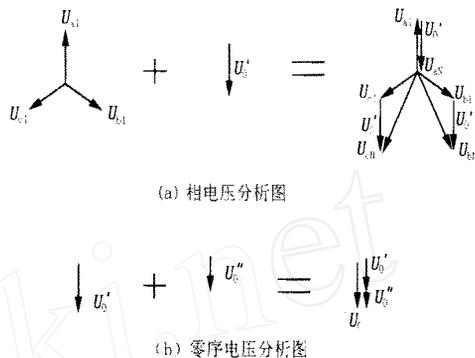


图4 加装零序 PT 接线二次电压分析向量图
Fig.4 Vector diagram of secondary voltage when zero-sequence PT is installed

由以上分析可知,加装零序 PT 电压互感器接线(图 2)与普通的电压互感器接线(图 1)有如下异同:

- (1) 两种接线在系统正常运行情况下和单相接地情况下,可以得到同样的相电压效果;
- (2) 在单相接地情况下,前一种接线二次零序电压为 $3U_0 = 91V$,而后一种接线二次零序电压 $3U_0 = 100V$;
- (3) 前一种接线一次侧零序励磁阻抗为后一种接线的 3 倍,所以改为前一种接线二次零序可以有效地避免与母线对地分布电容的谐振;
- (4) “S 注入法”应用于两种接线方式具有同样的效果。

3 三相三柱电压互感器的妙用

最近,由江西互感器厂生产的由三相三柱式电压互感器与单相式零序电压互感器组合(如图 5 所示),构成了具有消谐功能的电压互感器组,主互感器的变比为 $\frac{10000}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}}$,零序电压互感器变比为 $\frac{10000}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} / 100$ 。由于三相三柱式电压互感器铁芯零序磁阻为,所以三相互感器零序阻抗为零,不再需要三柱零序线圈短接。具体接线如图 6 所示。

可见,该新型 PT 用于 TY 系列选线保护时,既省去了外加零序 PT,又使接线简单化,还具有消谐功能,两者配合默契。

4 结论

“S 注入法”选线原理因为通过 PT 法注入信号电流,所以必须涉及各种电压互感器接线。上面分析的两种电压互感器接线方式,除具有绝缘监察,适

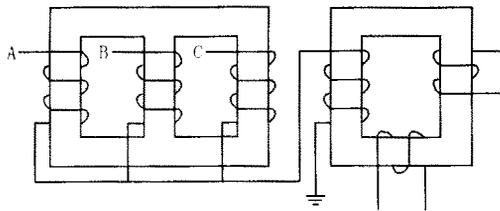


图5 新型三相三柱电压互感器示意图

Fig.5 Schematic diagram of the new voltage transformer with three phases and three poles

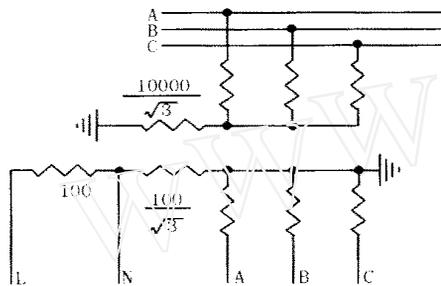


图6 新型三相三柱电压互感器接线原理图

Fig.6 Diagram of the connection of the new voltage transformer with three phases and three poles

合“S注入法”功能外,还具有消谐功能。

参考文献:

- [1] 张慧芬 (ZHANG Hui-fen). 微机通用小电流接地系统单相接地保护 (硕士学位论文) (Microcomputer-based General-purpose Protection Applying to Single Phase to Earth Fault Line Selection for Ungrounded Power System, Thesis) [D]. 济南: 山东工业大学 (Jinan: Shandong University of Technology), 1995.
- [2] 杨以涵 (YANG Yi-han). 电力系统基础 (Basis of Power System) [M]. 北京: 水利电力出版社 (Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1986.

收稿日期: 2003-05-12; 修回日期: 2003-07-17

作者简介:

王 慧 (1958 -), 女, 实验师, 从事电力系统继电保护方面的工作;

胡 珂 (1975 -), 女, 助工, 从事电力系统继电保护方面的工作;

桑在中 (1938 -), 男, 教授, 研究方向为电力系统继电保护。

A S's signal injection method and special connection modes of voltage transformer

WANG Hui, HU Ke, SANG Zai-zhong

(School of Electrical Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: A series of TY protections based on the S's signal injection method have been widely applied to fault line selection and fault location in power systems in China. Several special connection modes of voltage transformer are needed to eliminate harmonic components because diagnostic signals are injected through voltage transformer. The special connection modes are analyzed in the paper. The modes not only meet the need of eliminating harmonic components, but also are adapt to fault line selection and fault location of the S's signal injection method.

Key words: power system with indirectly earthed neutral; S's signal injection method; voltage transformer; connection mode

(上接第 17 页 continued from page 17)

Abstract: A rising time always exists in the wavefront of an actual transient travelling wave appearing on a transmission line. This makes it difficult to be tagged for the arrival time of the fault induced initial surge at both ends of one transmission line, resulting in unavoidable location error in the existing double-ended travelling wave-based fault location methods. Based on the analysis of type D double-ended modern travelling wave-based fault location principle and its accuracy, the compensated type D fault location algorithm is presented in this paper, which compensates the location error with the relative time difference between the absolute time corresponding to the start point of the fault caused initial surge and the detected arrival time of the fault caused initial surge by the fault locator at each end of the measured line. The actual fault analysis shows that the type D principle possesses very high reliability, and its absolute location error does not exceed 1 km.

Key words: transmission lines; modern travelling wave-based fault location (MTWL); global positioning system (GPS); type D principle; current transient