

小电流接地系统序分量滤过器的实现

许建安

(福建水利电力职业技术学院,福建 永安 366000)

摘要: 针对小电流接地系统的输电线路电流互感器通常只在A、C两相装设,通过相量图分析了正、负序电流分量特点,提出两相式正、负序电流滤过器的实现方法,有其现实意义。

关键词: 小电流接地系统; 序分量滤过器; 两相式

中图分类号: TM771 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2003)S0-0008-02

1 引言

用三序分量分析电力系统时,若电力系统发生两相短路,系统中将出现除了正序分量以外的负序分量电流。当电力系统发生接地短路时,系统中将出现正、负、零三序分量电流。当电力系统发生三相短路时,系统中仅有正序分量电流存在。因此,反映序分量的保护在电力系统中得到广泛的应用。关键的问题是如何获得序分量,在常规保护中,采用序分量滤过器来获取序分量,而在微机保护中,通过移相算法来获取序分量。为了提高供电的可靠性、节省投资,在小电流接地系统中电流互感器通常采用两相式接线,即电流互感器通常只在A、C两相上装设,本文就如何实现两相式序分量滤过器作一探讨,并提出接线方案。

2 序分量滤过器

2.1 正、负序分量滤过器原理

由于小电流接地系统发生不对称短路时不存在零序分量,因此有实际意义的也就是正、负序分量。根据对称分量理论,三相系统中电气量在任何情况下都可分解为正序、负序、零序三序对称分量。在线性电路的假设前提下,可用叠加原理来研究故障的特性。

由图1序分量相量图中可知,若将A相正序分量电流移相60°,并与C相电流相量相加,作为正序分量的输出,从相量图1(a)可见,正序分量有输出。若将C相负序分量电流移相60°,并与A相电流相量相加,作为负序分量输出,同样可以得到这样的结论,负序分量有输出(图1(b))。因此,可得如下方程:

$$I_1 = I_a e^{j60^\circ} + I_c \quad (1)$$

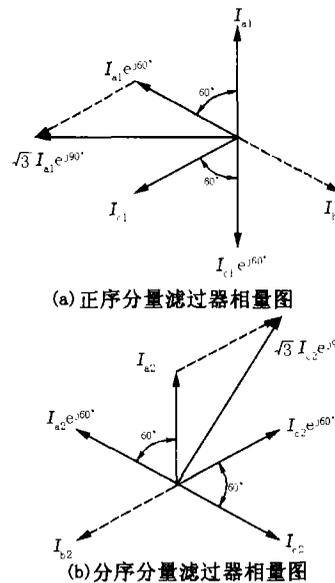


图1 两相式序分量滤过器相量图

Fig.1 Phasor diagram of two-phase sequence component filter

$$I_2 = I_a + I_c e^{j60^\circ} \quad (2)$$

根据式(1)和式(2),并结合图1(a)可得,正序分量有输出,而负序分量没有输出,即负序分量被滤除了。同理,根据式(1)和式(2)及图1(b),可得负序分量有输出,正序分量没有输出,即正序分量被滤除了。由此可见,只要按照式(1)接线,就可获得正序分量,按式(2)接线,就可获得负序分量。

2.2 序分量滤过器的实现

图2是正、负序电流滤过器的接线图,由图2(a)正序电流滤过器接线图可得,输出电压 U_m 等于电流变换器输出电压 U_R 与电抗变换器输出电压 U_T 相量和。因为

$$U_R = \frac{I_c}{n_{TA}} R, U_T = KI_a \quad (3)$$

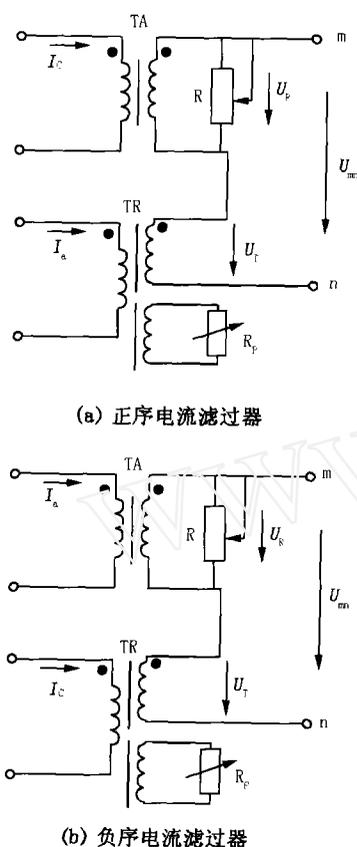


图2 正、负序电流滤波器接线
Fig.2 The connection diagram of positive and negative sequence current filter

式中 n_{TA} 为电流变换器变比; K 为电抗变换器转移阻抗, $K = Ke^{60^\circ} \Omega$

若满足 $U_R = U_T$, 即

$$R = Kn_{TA} \quad (4)$$

实用上, 可通过调整电阻 R , 使式(4)满足, 移相通过电抗变换器的调相电阻 R_p 调整, 使之移相 60° , 就可构成两相式接线的正序电流滤波器。要实现负序电流分量滤波器, 只要将输入电流变换器的电流改为 A 相, 电抗变换器的输入电流改为 C 相即可, 如图 2(b) 所示。

2.3 微机保护两相式正、负序电流滤波器

根据式(1)和式(2), 如果每周采样 $n = 12$, 则对应于式(1)、式(2)的离散形式为

$$\begin{cases} i_1(n) = i_a(n+2) + i_c(n) \\ i_2(n) = i_a(n) + i_c(n+2) \end{cases} \quad (5)$$

在微机保护中, 两相式正、负序电流滤波器还可以用下式表示

$$\text{正序电流滤波器 } I_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}(I_a + I_c e^{-j60^\circ}) \quad (6)$$

$$\text{负序电流滤波器 } I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}(I_c + I_a e^{-j60^\circ}) \quad (7)$$

对应于式(6)、式(7)的离散形式为

$$\begin{cases} i_1(n) = \frac{1}{\sqrt{3}}[i_a(n) + i_c(n-2)] \\ i_2(n) = \frac{1}{\sqrt{3}}[i_a(n-2) + i_c(n)] \end{cases} \quad (8)$$

由式(6)及式(7)可作出相量图如图 3 所示。通过图 3 的相量关系对式(8)进行分析可得: 在正序分量作用下, 正序滤波器的输出为 I_1 , 负序滤波器的输出为 0; 在负序分量的作用下, 正序滤波器输出为 0, 负序分量滤波器输出为 I_2 。 I_1 和 I_2 分别为正序、负序相电流。

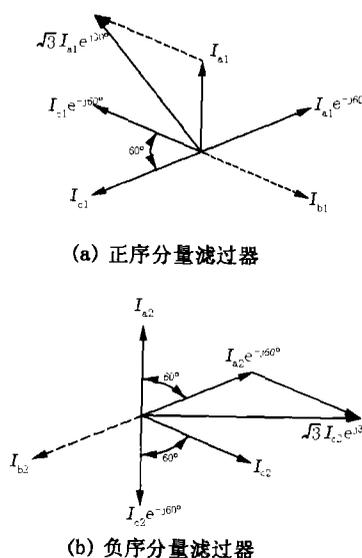


图3 两相式序分量滤波器相量图
Fig.3 Phasor diagram of two-phase sequence component filter

3 结束语

通过分析序量关系, 提出了小电流接地系统输电线路两相式正序、负序电流滤波器的接线, 如图 2 所示。该接线简单, 同时满足序分量滤波器的要求。为在小电流接地系统中实现序量保护提供了依据。但是, 图 2 所示的序分量电流滤波器在实际应用中, 由于电源频率的变化、谐波分量的影响及变换器的误差, 将使序分量电流滤波器有不平衡分量输出, 因此还有必要消除其影响, 也即应在输出回路增设滤波环节。
(下转第 13 页)

容电流 I_{Δ} 。②电网 5~10 年内的发展规划,电网线路长度的增加量,据此估算电网系统对地电容电流增加量 I_{Δ} ,则消弧线圈容量 $Q1 = (I_{\Delta} + I_{\Delta'})U_{\text{相}}$ 。

5.2 接地变压器容量的选择

接地变压器不带二次负荷时,其容量等于消弧线圈容量;接地变压器带二次负荷时,接地变压器一次侧容量等于消弧线圈容量加二次侧负荷容量。

6 试验结果

调容式智能接地补偿装置经河北省电力试验研究所检测,其测量误差合格。其模拟试验、选线判线功能正确。

7 结束语

调容式接地补偿及选线装置,通过调整消弧线圈二次电容容量大小来调节消弧线圈的电感电流,可以在 0~100% 额定电流全范围内调节。装置集

自动跟踪消弧线圈和单相接地选线为一体,采用“有功分量法”和“残流增量法”对单相接地线路进行选线,准确可靠。该装置具有调节范围宽、调节速度快、调节方式灵活,既可预调谐,又可进行接地后调谐,且调节开关寿命长,工作安全可靠,是一种理想的智能接地补偿及选线装置。

参考文献:

- [1] 丁昱.工业企业供电[M].北京:冶金工业出版社,1993.
- [2] 杨耀芳,等.洛阳热电厂 10 kV 系统消弧线圈补偿问题的研究[J].电网技术,1999,(1):14-15.
- [3] 杨成德.限制单相接地电流的补偿装置的设计与选择[J].电气传动,2000,(30):386-390.

作者简介:

杨成德(1963-),男,高级工程师,从事供电设计和监理工作。

The application and recent development of intellectual ground compensation and line - selector

YANG Cheng - de¹, ZHANG Xue - bin¹, XU Jing - bo²

(1. The Architectural Design institute of Meng Yin, MengYin 276200, China; 2. The Architectural Design Institute of Linyi City, Linyi 276001, China)

Abstract: This article analyzes the advantage and weakness of the three kinds of intellectual ground compensation devices, and introduces the structure, principle, application and selection criterion of the intellectual ground compensation and line selector.

Key words: capacitor regulation; compensation circuit; line - selection

(上接第 9 页)

参考文献:

- [1] 许建安.水电站继电保护[M].北京:中国水利水电出版社,2000.
- [2] 葛耀中.新型继电保护与故障测距原理与技术[M].西安:西安交通大学出版社,1996.

- [3] 蔡元宇.电力系统故障分析[M].北京:水利电力出版社,1992.

作者简介:

许建安(1950-),高级讲师,主要从事继电保护教学及研究。

Realization of sequence component filter in power system

XU Jian-an

(The Fujian Professional and Technical Institute of Water Conservancy and Electric Power, Yong'an 366000, China)

Abstract: Current transformer is normally installed to A and C phases in power system with indirectly earthed neutral. By vector analysis on the character of positive and negative sequence current component, the paper introduces the realization method of two-phase type positive and negative sequence current filter. It is helpful in practice.

Key words: power system with indirectly earthed neutral; sequence component filter; two-phase type