

相邻线路零序互感对线路零序纵联方向保护的影响

郭润生¹, 何彩红¹, 鄧建杰²

(1. 朔州供电分公司, 山西 朔州 036002; 2. 山西省电力公司农电工作部, 山西 太原 030001)

摘要: 通过对一次相邻线路发生接地故障时, 由于零序互感影响造成线路纵联零序方向保护误动事故分析, 说明了零序互感对零序方向元件的影响, 并提出改进措施, 对提高继电保护人员的故障分析能力有一定的借鉴意义。

关键词: 相邻线路; 零序互感; 纵联方向保护

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)09-0071-03

1 问题的提出

2003年4月17日17:50, 朔州电网220kV铺七I线七里沟侧283开关保护装置LFP-901A、LFP-902A高频保护零序正方向动作出口, 经107ms跳铺七I线七里沟侧283开关A相开关; 766ms后, 283开关A相开关重合; 6135ms后, 283开关保护装置LFP-901A、LFP-902A高频零序正方向保护又动作出口, 283开关跳三相。而铺七I线铺上侧241开关保护装置LFP-901A、LFP-902A高频方向保护未动作。经查线, 铺七I线没有发生故障, 只是在同一时刻与其相邻的500kV神大I线大同侧发生A相接地故障, 那么220kV铺七I线保护为什么会在区外发生接地短路时动作呢?

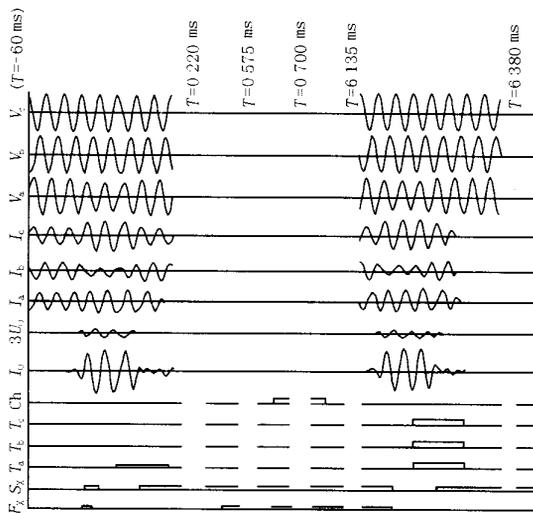


图1 220kV七里沟站283开关LFP901A保护装置录波图

Fig. 1 Record of 220kV relay protection of 283 switch LFP901A in Qiligou station

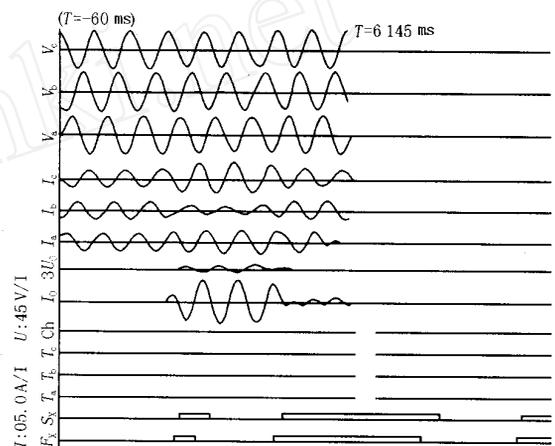


图2 220kV铺上站241开关LFP901A保护装置录波图

Fig. 2 Record of 220kV relay protection of 241 switch LFP901A in Pushang station

2 故障情况介绍

1) 从图1和图2可以得出铺上、七里沟站两侧电气量特征如表1所示。

表1 区外故障时铺上、七里沟站两侧电气量特征表

Tab. 1 Characteristic table of electrical component when external region faults

区外故障时铺上、七里沟两侧故障量特征	
向量图	$\begin{array}{c} 3I_{0283} \quad 3I_{0241} \\ \uparrow \quad \uparrow \\ 3I_{0283} \quad 3I_{0241} \end{array}$
1	线路两侧电流 I_a, I_b, I_c 对应相反相
2	线路两侧 $3I_0$ 反相
3	线路两侧 U_a, U_b, U_c 对应相同相
4	线路两侧 $3U_0$ 反相
5	线路两侧电流电压故障量变化不大
6	线路两侧 $3U_0$ 与 $3I_0$ 反相

2) 我们知道当线路区内(外)发生单相接地故障时, 其线路两侧故障量特征如表2所示:

表 2 线路区内(外)发生单相接地故障时故障量特征

Tab. 2 Fault characteristic when single phase to earth faults

区内发生单相接地故障时两侧故障量特征		区外发生单相接地故障时两侧故障量特征	
等值电路及向量图			
	1 线路两侧电流 I_a, I_b, I_c 对应相同相	线路两侧电流 I_a, I_b, I_c 对应相反相	
	2 线路两侧 $3I_0$ 同相	线路两侧 $3I_0$ 反相	
	3 线路两侧 U_a, U_b, U_c 对应相同相	线路两侧 U_a, U_b, U_c 对立相同相	
	4 线路两侧 $3U_0$ 同相	线路两侧 $3U_0$ 反相	
	5 线路两侧电流电压故障量变化很大	线路两侧电流电压故障量变化很大	
6 线路两侧 $3U_0$ 与 $3I_0$ 反相	近故障侧 $3U_0$ 与 $3I_0$ 同相, 远故障侧 $3U_0$ 与 $3I_0$ 反相。		

3) 由表 1 和表 2 对比可以看出,表 1 的第 1、2、3 点特征和表 2 区外发生接地故障时的特征相同。但是第 4、5 点特征很特殊。线路两侧 $3U_0$ 反相既不符合线路区外故障时的特点,也不符合线路区内故障时的特点。这也正是造成铺七 1# 线路保护两侧判为区内故障依据的关键原因。

4) 那么究竟是什么原因使线路两侧 $3U_0$ 反相呢? 我们结合一次系统图对其进行分析。

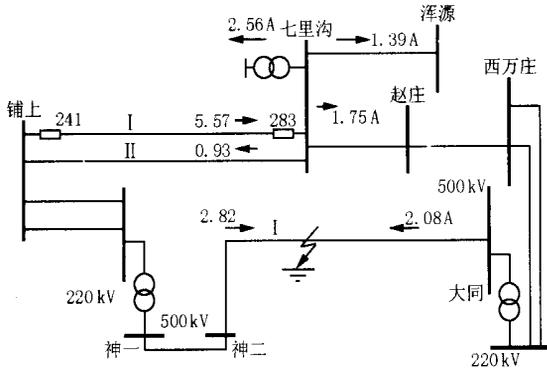


图 1 一次系统图及系统故障电流流向图

Fig. 3 Primary system and current direction at fault

从图 1 可以看出,当神大线路发生接地故障时,铺七 线零序电流 $3I_0 = 5.57A$ 。据此我们可以从理论上计算出铺上、七里沟两侧 $3U_0$ 的电压差值。

$U_1 =$ 铺七线零序阻抗 \times 通过铺七线的零序电流,即

$$U_1 = \frac{(600/5) \times 5.57}{7530} \times 0.76 \times 300 = 20.24 V, \text{式}$$

中:0.76 为铺七线零序阻抗标么值;5.57 为铺七线零序电流有名值;600/5 为铺七 I 线 CT 变比;7530、

300 为零序电流、电压基准值。

由 LFP-901A/902A 保护动作报告的波形图测量:铺上 $3U_0 = 10.86 V$,七里沟 $3U_0 = 11.23 V$,铺上七里沟两侧 $3U_0$ 的电压差值 $U_2 = U_{0\text{铺上}} - U_{0\text{七里沟}}$,即 $U_2 = 10.86 - (-11.23) = 22.09 V$

所以有, $U_1 \neq U_2$ 。

计算值和测量值基本相等,说明利用已知的故障数据,从理论上能够证明铺上和七里沟站两侧 $3U_0$ 确实反相。这就可以排除保护装置外部回路错误,说明铺上和七里沟站两侧保护电流、电压接线极性没有问题。也进一步排除了保护装置本身存在问题的可能性。因为对于铺上和七里沟站两侧,由于 $3I_0, 3U_0$ 反相,所以根据零序功率方向元件动作原理,自然判断为正方向区内故障,保护装置动作是正确的。

3 故障原因分析

从以上分析可以看出,铺七 线在区外发生接地故障时,线路两侧 $3U_0$ 反相是分析此次保护动作的关键,而造成线路两侧 $3U_0$ 反相的原因是因为相邻线路零序互感的影响。

故障线路 500 kV 神大 线和 220 kV 铺七 线的线路走向平行,且距离很近(铺七 线全长 42.75 km,从 #37 ~ #118 杆共 29 km 与神大 I 线平行,平均线间距 70 m,线间距最短 50 m)。两条线路之间存在互感耦合。当神大 线发生接地故障时,神大 线零序电流在平行线路铺七 线上产生纵向零序互感电势。该电势的存在,影响了铺七 线的纵向对地电压,但不影响线路横向故障量。因而,铺上、

七里沟两侧电压变化不大,但零序电压变化很大。

因为上述原因,当神大 线发生接地故障时,铺七 线铺上、七里沟两侧 $3I_0$ 与 $3U_0$ 相位相反,两侧零序方向元件都判断是正方向区内发生故障。七里沟侧 283 开关 LFP-901A、LFP-902A 保护装置中零序正方向元件 F_{0+} 、方向比较过流元件 I_{0F} 同时动作,且反方向元件 F_{0-} 不动作,同时收到通道信号 10 ms,所以方向保护停讯。同时对侧保护停讯,且相电流差突变量元件选出故障相为 A 相,所以保护动作出口,跳 283 开关 A 相。重合后,又有相同的故障,所以保护不经选相直接出口跳三相。

由于铺上侧 LFP-901A、LFP-902A 保护装置相电流差突变量元件没有选出故障相,所以保护装置没有动作出口。

4 结论及解决措施

在方向纵联保护中采用零序方向元件,必须注

意相邻平行线路中零序电流产生互感的问题。为保证比较线路两端零序功率方向的纵联保护不误动,可以提高方向比较过流元件 I_{0F} 的定值,使其躲过可能出现的最大零序不平衡电流。延伸来看,在并行线路设计建设过程中,也应考虑到互感的相互作用,特别是在日益精尖的微机保护性能配置及整定计算过程中,也应就本课题引出的一些问题进行分析参考,以便进一步完善。

收稿日期: 2003-12-23

作者简介:

郭润生(1969-),男,工程师,从事电力系统继电保护运行管理;

何彩虹(1970-),女,工程师,从事电力系统调度管理;

鄧建杰(1972-),男,工程师,从事电力系统运行管理工作。

Influence of zero-sequence mutual inductance to pilot protection in parallel lines

GUO Run sheng¹, HE Cai-hong¹, ZHI Jian-jie²

(1. Shuozhou Branch of Electric Power Company, Shuozhou 036002, China;

2. Shanxi Electric Power Corporation, Taiyuan 030001, China)

Abstract: The maloperation of pilot protection caused by zero-sequence mutual inductance when earth fault occurring in parallel lines is analyzed. Through the accident, the paper presents that zero-sequence mutual inductance will influence directional components. And the relevant countermeasures are put forward to enhance the fault diagnosing ability of relay protection engineers.

Key words: parallel lines; zero-sequence mutual inductance; pilot protection

(上接第 39 页 continued from page 39)

- [3] Intellon Corporation. INT51X1 Integrated Powerline MAC/PHY Transceiver with USB and ETH Integrated Bridges [EB/OL]. <http://www.intellon.com>. 2002.
- [4] Manfred Z, Klouse D. A Multipath Model for the Powerline Channel [J]. IEEE Trans on Communications, 2002, 50 (4): 553-559.
- [5] 王秉钧,孙学军,沈保锁(WANG Bing-jun, SUN Xue-jun, SHEN Bao-suo). 现代通信系统原理(Modern Communication System Method) [M]. 天津:天津大学出版社(Tian-

jin: Tianjin University Press), 1991. 5-6.

- [6] Realtek Corporation. Realtek Single Chip Fast Ethernet Controller with MII&AUI Interface RTL8130 [EB/OL]. <http://www.realtek.com.tw>. 1999.

收稿日期: 2003-08-06; 修回日期: 2003-09-30

作者简介:

彭为国(1979-),男,硕士,研究方向为通信网络技术;

别碧勇(1978-),男,硕士,研究方向为通信网络技术。

INT51X1-based MODEM and its realization in low-voltage power network

PENG Wei-guo, BIE Bi-yong

(School of Electric Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This paper summarizes the situation of access networks in China and proposes a topology taking powerline communication as a method to access network. In addition, it introduces several effective ways to realize the high-speed-low-voltage powerline communication by analyzing a powerline channel model. According to the orthogonal frequency division multiplexing principle, it details how to design a high speed access device based on INT51X1.

Key words: powerline broadband access network; OFDM; INT51X1 chip; MII interface