

保护用电压互感器二次接线方式的探讨

阮伟¹, 刘启胜¹, 徐挺进²

(1. 武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072; 2. 湖北荆门电厂, 湖北 荆门 448040)

摘要: 给出了基于电压互感器二、三次绕组和 WXH11 型微机线路保护装置电压采集电路的等效电路, 通过对等效电路的分析, 论述了对于电压互感器二次绕组中性线和三次绕组零线共线的接线方式, 在人为或自然原因导致公用 N 线断线时, 零序方向保护存在误动或保护灵敏度降低的可能性。

关键词: 电压互感器; 等效电路; 零序电压; 零序方向保护

中图分类号: TM451 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)19-0049-02

0 引言

在以往的保护用电压互感器(以下简称 PT)的接线方式中, 二次绕组中性线和三次绕组的零线常常从开关场共用一根导线引入控制室接地。对这种接线, 原电力部在相关事故通报和规程中都明确规定 PT 的二次回路和三次回路必须相互独立。但是, 这个问题到现在为止仍有为数不少的变电站 PT 的二次回路接线仍未执行这项“反措”的要求。主要原因是对此条规定不理解, 对其可能引起的继电保护不正确动作的原因不知出在哪里。

本文以 WXH11 型微机线路保护装置的电压采集电路为例, 通过等效电路的分析来说明 PT 二次绕组中性线和三次绕组零线共线对零序方向保护的危害。

1 PT 及保护装置二次接线分析和等效电路

在我国 110 kV 及以上的电力系统中, PT 的接线方式根据其三次绕组的极性端接地和极性端不接地分为 2 种。其二次回路与 WXH11 微机保护装置的电压采集回路的接线如图所示: 图 1 为非极性端接地接线方式, 图 2 为极性端接地接线方式。

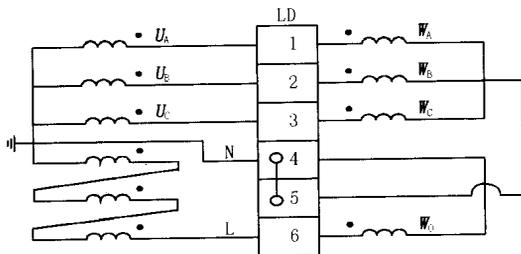


图 1 非极性端接地

Fig. 1 Non-polarity terminal grounding

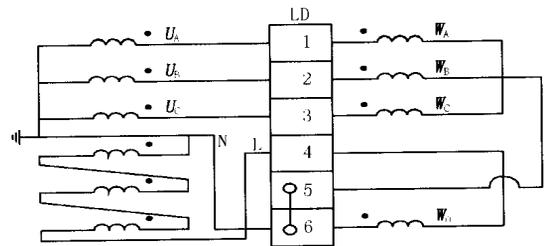


图 2 极性端接地

Fig. 2 Polarity terminal grounding

WXH11 型微机保护装置的电压采集回路, 采用电压变换器分别从 PT 二次星形绕组和开口三角获取线路电压^[2], 并且在图示电路中: W_A 、 W_B 、 W_C 的阻抗值相等, W_0 的阻抗值约为 W_A 阻抗值的 3 倍。

WXH11 型微机保护装置在正常运行以及线路发生短路故障的情况下, 其零序电压均采用自产 $3U_0$ ($3U_0 = U_a + U_b + U_c$), 在 PT 电压回路断线时取用外部 $3U_0$, 即 PT 三次绕组开口三角处的 $3U_0$ 。

在以下分析中, 假设母线电压恒定, 从而可以将 PT 等效看作一个恒定电压源, 其二次侧电压等值电路如图 3 所示:

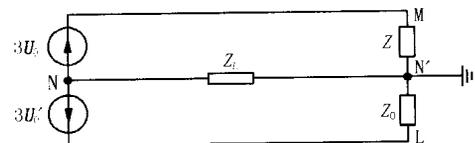


图 3 PT 二次电压等值电路

Fig. 3 PT secondary voltage equivalent circuit

图 3 中 $3U_0$ 为 PT 二次绕组合成零序电压; $3U_0$ 为 PT 三次绕组合成零序电压, 其方向与 PT 接线方式有关; Z_L 为 PT 二、三次绕组共用 N 线的阻抗; Z_0 为保护装置外部 $3U_0$ 对应的等值阻抗; Z 为保护装置自产 $3U_0$ 对应的等值阻抗。

根据 PT 二次电压等值电路, 结合图 1 和图 2 可

以看出,图3中的 Z 可以等效看作为 W_A (或 W_B 、 W_C)的阻抗; Z_0 可以等效看作为 W_0 的阻抗。由于 W_0 的阻抗值是 W_A 的3倍,所以有关系式 $Z_0 = 3Z$ 成立。

2 基于等效电路的保护动作行为分析

在图3的电路中,依据叠加原理可以求得保护自产 $3U_0$ 为:

$$U_{MN} = \frac{Z // Z_L}{Z_0 + Z // Z_L} 3U_0 + \frac{Z}{Z + Z_0 // Z_L} 3U_0 \quad (1)$$

为了分析方便,仅取 Z_L 为0和 ∞ 两种极端情况(即考虑忽略PT二、三次绕组共用N线的阻抗和共用N线断线两种情况)作讨论,并设线路出口处发生A相金属性接地短路故障。

1) 对图1,PT三次绕组非极性端接地的接线方式有:

$$3U_0 = -U_a \quad (2)$$

$$3U_0 = \sqrt{3}U_a \quad (3)$$

将式(2)和式(3)代入式(1)有:

$$U_{MN} = \sqrt{3}U_a = \frac{Z // Z_L}{Z_0 + Z // Z_L} - \frac{Z}{Z + Z_0 // Z_L} U_a \quad (4)$$

当 $Z_L = 0$ 时,将 $Z_L = 0$ 代入式(4)有:

$$U_{MN} = -U_a \quad (5)$$

可见:保护装置能正确反应线路零序电压的大小和方向,零序方向保护能正确动作。

当 $Z_L = \infty$ 时,将 $Z_L = \infty$ 代入式(4),并考虑关系式 $Z_0 = 3Z$:

$$U_{MN} = (\sqrt{3} - 1)U_a \frac{Z}{Z + Z_0} = 0.183U_a \quad (6)$$

可见:保护装置将误判方向,从而可能导致发生区内故障时零序方向保护拒动,区外故障时零序方向保护误动。

2) 对图1,PT三次绕组极性端接地的接线方式:

$$3U_0 = -U_a \quad (7)$$

$$3U_0 = -\sqrt{3}U_a \quad (8)$$

将式(7)和式(8)代入式(1)有:

$$U_{MN} = -\sqrt{3}U_a \frac{Z // Z_L}{Z_0 + Z // Z_L} - \frac{Z}{Z + Z_0 // Z_L} U_a \quad (9)$$

当 $Z_L = 0$ 时,将 $Z_L = 0$ 代入式(9)有:

$$U_{MN} = -U_a \quad (10)$$

当 $Z_L = \infty$ 时,将 $Z_L = \infty$ 代入式(9),并考虑关系式 $Z_0 = 3Z$:

$$U_{MN} = (-\sqrt{3} - 1)U_a \frac{Z}{Z + Z_0} = -0.683U_a \quad (11)$$

从式(10)和(11)可见:对于PT三次绕组极性端接地的接线方式,保护装置能正确判断零序电压的方向。但是在共用N线断线的情况下,保护灵敏度降低了。

3 结论

1) PT二次和三次绕组公用N线的接线方式,若由于人为或自然原因导致N线断线,当线路发生不对称接地短路故障时,对于PT三次绕组非极性端接地的接线方式,零序方向保护存在区内故障不动而区外故障误动的可能性;而对于PT三次绕组极性端接地的接线方式,N线断线虽然零序方向保护不会误动,但是会降低保护灵敏度。

2) 为了预防PT二次接线对零序保护的影响,根本的解决办法就是严格执行《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》中9.7条的规定^[3]:来自电压互感器二次的4根开关场引入线和电压互感器三次的2(3)根开关场引入线必须分开,不得公用。本文也正是依据此条规定作出的分析。

参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心(State Power Dispatch and Communication Center). 电力系统继电保护典型故障分析(Typical Fault Analysis of Power System Relay Protection) [M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),2001.
- [2] 杨新民,杨隽林(YANG Xirmin, YANG Jur-lin). 电力系统微机保护培训教材(Teaching Material of Power System Micro-computer Protection Training) [M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),2000.
- [3] 国家电力调度通信中心(State Power Dispatch and Communication Center). 电力系统继电保护规定汇编(Regulations Transactions of Power System Relay Protection) [M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),1997.

收稿日期: 2003-12-31; 修回日期: 2004-01-17

作者简介:

阮伟(1971-)男,硕士研究生,主要从事电力系统自动化方面的研究; E-mail: runway2000@sohu.com

刘启胜(1962-)男,副教授,主要从事电力系统自动化方面的研究;

徐挺进(1965-)男,工程师,主要从事继电保护管理工作。

(下转第55页 continued on page55)

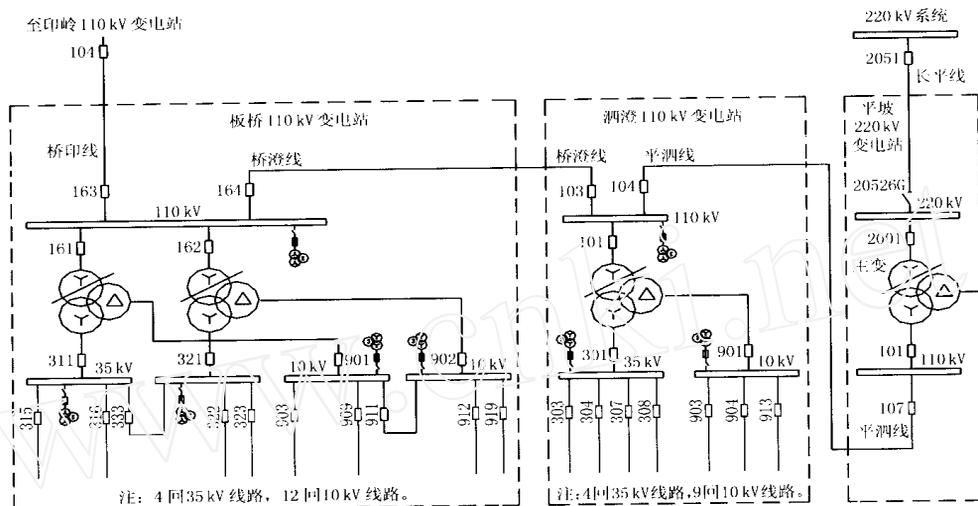


图 1 一次系统接线示意图

Fig. 1 Schematic diagram of primary system connection

3 结束语

实践证明,采用此防范措施整改后的带地方小电源的终端变电站,在 220 kV 送电线路发生相间瞬时性故障时,线路两侧开关跳开后,安装在带地方小电源变电站的频率电压解列装置动作切除地方小电源上网线路,送电端开关重合闸首先检测到线路无压重合开关,受电端开关重合闸然后检测到 110 kV 母线无压后重合闸,可以快速恢复 220 kV 变电站正常供

电,避免发生全站失压事故。

收稿日期: 2003-12-29; 修回日期: 2004-02-19

作者简介:

梁敬成(1970-)男,工程师,主要从事电网调度运行管理工作; E-mail: yljc@163.net

陆锋(1971-)男,工程师,主要从事继电保护管理工作;

李蔡锋(1965-)男,助理工程师,主要从事继电保护安装检修工作。

Preventing the entire station no-voltage of terminal substation with local power source

LIANG Jing-cheng, LU Feng, LI Cai-feng, BIN Neng-ju
(Yulin Power Supply Bureau, Yulin 537000, China)

Abstract: Based on the research on preventing no-voltage of the substation, this paper develops a project that preventing no-voltage of the 220 kV terminal-substation with local small power source. The example verifies that this project is of simple principle, easy operation and feasibility, which can fill the requirement of the electric power system.

Key words: local small power source; no-voltage of entire station; prevented project; disconnection device; reclosure

(上接第 50 页 continued from page 50)

Discussion on secondary protection connection mode of potential transformer

RUAN Wei¹, LIU Qi-sheng¹, XU Ting-jin²

(1. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. Jingmen Electric Power Plant, Jingmen 448040, China)

Abstract: According to analyzing equivalent circuit based on secondary winding and third winding of potential transformer (PT) and voltage sampling circuit of WXH-11 micro-computer line protection device, this paper dissertates if secondary winding and third winding of PT are grounded in control room by one wire from switch yard, zero-sequence directional protection has possibility of fault operation or lower protection sensitivity when the shared wire is broken.

Key words: potential transformer (PT); equivalent circuit; zero-sequence voltage; directional zero-sequence protection