

一起二次回路两点接地引起母线保护误动的事故分析

邱涛¹, 王攀峰², 张克元², 刘星²

(1. 连云港供电公司, 江苏 连云港 222000; 2. 许继电气公司技术中心, 河南 许昌 461000)

摘要: 二次回路两点接地是引起保护装置不正确动作的原因之一, 但二次回路两点接地引起母线差动保护误动却发生较少, 对一起二次回路两点接地引起母线差动保护误动事故进行了详细分析, 指出了引起事故的根本原因和主要因素, 并提出了相关的防范措施。

关键词: 二次回路; 两点接地; 母线; 差动保护; 事故

Analysis of two groundings in secondary circuit arising maloperation of busbar protection

QIU Tao¹, WANG Pan-feng², ZHANG Ke-yuan², LIU Xing²

(1. Lianyungang Power Supply Company, Lianyungang 222000, China;

2. Technology Center, XJ Electrical Company, Xuchang 461000, China)

Abstract: There are two groundings in secondary circuit, which is one of the reasons that arose the maloperation of protective relay. But the maloperation of busbar difference protection is less than the others. The paper analyzes an accident that two groundings arose the maloperation of busbar protection, points out the essential reason and the prime reason of the accident. At the same time, the anti-accident methods are brought forward.

Key words: secondary circuit; two groundings; busbar; difference protection; accident

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)24-0110-03

0 引言

继电保护二次回路接地时,除了安全要求外,在有电连通的几台电流互感器或电压互感器的二次回路上,必须只能通过一点接于接地网。因为一个变电站的接地网并非实际的等电位面,因而当大的接地电流注入地网时,各点间可能有较大的电位差。如果一个电连通的回路在变电站的不同点同时接地,地网上的电位差将窜入这个连通回路,有时还造成不应有的分流。可能将一次系统并不存在的电压引入继电保护回路,或因分流而引起保护装置在故障过程中拒动或误动^[1]。

在历年的全国电网继电保护运行情况中,二次回路两点接地都是造成保护装置不正确动作的原因之一^[2,3]。在二次回路两点接地引起的事故或运行异常中,常见的有:由于PT二次回路两点接地,引起零序电压叠加上一个电位差,从而造成零序方向保护误动或拒动^[4,5];由于CT二次回路两点接地,引起电流分流,造成保护装置运行异常,报“CT断线”或“差流越限告警”等。由于基于差动原理

的线路、变压器、母线保护普遍采用带比率制动特性的差动保护,因此,在二次回路接线错误引起误动的事故中,CT二次回路极性接反、相序接错等为主要原因,CT二次回路两点接地,引起差动保护误动的事故很少。本文介绍分析一起近期发生在西北电网某变电站的二次回路两点接地引起母线差动保护误动的事故,并提出相应的防范措施。

1 事故简述

2008年5月14日20时28分,西北某变电站某110 kV线路1发生A相故障,线路保护动作,同时110 kV母线保护I母、II母B、C相差动保护

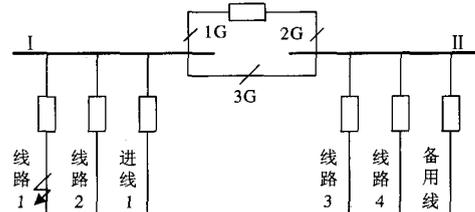


图1 事故前运行接线图

Fig.1 The wiring scheme of substation (before the accident)

动作, 母线上所有连接元件全部跳开, 110 kV 母线失压。

事故前该变电站 110 kV 运行接线图见图 1, 110 kV 母线为单母分段接线, 共 5 条出线 (1 条备用出线)、1 条进线, 事故当时分段开关断开, 分段刀闸 1、刀闸 2 断开, 分段刀闸 3 闭合, 处于单母运行方式。

2 动作情况分析

事故发生后, 分别调取故障录波装置和母线保护装置录波数据, 发现故障线路 1 的 A 相二次电流近 40 A, 进线 1 的 A 相二次电流折算至同一变比也为近 40 A, 线路 2、3、4 的 A 相二次电流折算至同一变比很小, 由于不影响故障分析, 不再一一列出, 以下相关计算及分析亦忽略这几路电流。

以上数据故障录波装置和母线保护装置录波一致, 但备用线路电流在故障录波装置中录波一直为 0, 在母线保护装置录波中却从故障发生的同一时刻 A、B、C 相同时产生了 7 A 的故障电流, A、B、C 相差动电流正好分别等于备用线路各相故障时产生的电流。

母线保护装置相关整定值如下:

差动电流: 5 A

制动系数: 0.6

母线差动保护动作方程如下:

$$I_d > I_s \quad (1)$$

$$I_d > KI_r \quad (2)$$

$$\text{其中: } I_d = \left| \sum_{j=1}^n i_j \right| \quad I_r = \sum_{j=1}^n |i_j| \quad (3)$$

式中: I_d 为差动电流; I_r 为制动电流; K 为比率制动系数; I_s 为差动电流定值; i_j 为各回路电流。

本次事故中, A 相为区外故障相, 差动电流 7 A, 制动电流约为 $40+40+7=87$ A, 而 B、C 相为非故障相, 差动电流 7 A, 制动电流只有 8.5 A, 因此, A 相不符合公式 (1) 和公式 (2) 的比率差动动作条件, B、C 相符合比率差动动作条件。

由以上分析可见, 线路 1 发生 A 相故障时, 根据母线保护录波数据, A 相差动保护不动作, B、C 相差动保护动作, 符合动作逻辑, 动作的根本原因为故障时备用线路 A、B、C 相同时产生的 7 A 电流。

3 根本原因分析

根据只有母线保护装置录波中备用线路才有电流, 而故障录波装置中备用线路无电流, 排除了备用线路一次回路存在问题的可能; 根据母线保护装

置 A、B、C 相分别由不同的 AD 采样、CPU 处理, 排除了母线保护装置采样出错及录波出错的可能。因此, 将问题定位于二次回路接线原因。

了解该站二次回路设计, 接地点在该母线保护屏将各间隔 CT 串联接地, 线路 1 发生 AN 故障时, 二次回路电流情况应如图 2 所示。

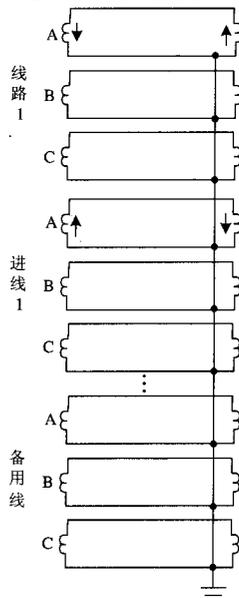


图 2 二次回路电流示意图

Fig.2 The sketch map for the secondary circuit

图 2 中左侧表示 CT 二次侧, 右侧表示母线保护装置内各回路电流变换器, 线路 1 发生 AN 故障时, 母线流过穿越电流, 线路 1 与进线 1 电流相位相反, 备用线应无电流流过, 其它回路及电流图中略去。

进一步分析录波数据, 发现有以下特征: 备用线 A、B、C 相电流在故障时刻同时产生、大小相等、相位相同, 并且与故障线路 1 的 A 相电流反相, 与进线 1 的 A 相电流同相。据以上所有信息有以下推断:

1) 备用线路电流为线路 1 或进线 1 的 A 相故障电流分流产生, 否则, 若是其它回路电流分流, 不会与故障同时产生, 也不会达到 7 A。

2) 备用线路二次电流回路 A、B、C 在母线保护屏或端子箱处有封口, 否则 A 相故障电流不可能分流至备用线 B、C 相。

3) 电流二次回路还有一个接地点, 否则线路 1 或进线 1 的 A 相故障电流不会经地线分流、也不会流经备用线路, 则备用线路不可能有分流。

4) 根据备用线路与线路 1 及进线 1 的相位关系, 推断另一个接地点应该在进线 1 的二次回路 A 相。

根据以上推断, 二次回路实际接线及电流情况如图 3 所示。

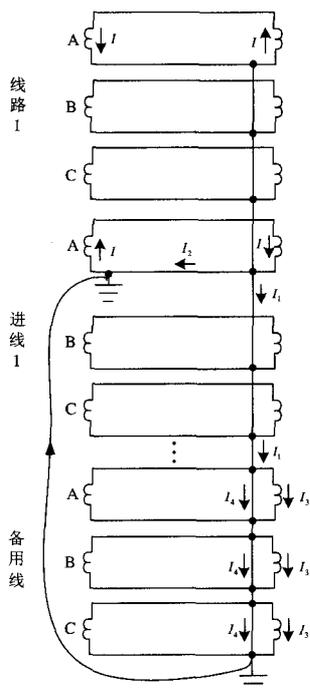


图3 二次回路实际接线及电流示意图

Fig.3 The sketch map for the secondary circuit and the actual wiring diagram

图3与图2比较,二次回路接线有两点不同:

1) 在进线1的A相处多了一个接地点;

2) 在备用线路二次电流回路处多了封口,使母线保护装置内的备用线路A、B、C相电流变换器两端同时与接地点连接。

图3中,进线1电流 I 分流为 I_1 和 I_2 两部分,其中 I_1 通过地线分流, I_1 在流过备用线路时,由于备用线路A、B、C电流回路有封口且保护装置内的电流变换器阻抗极小,因此电流 I_1 分流为 I_3 和 I_4 两部分, I_3 流过母线保护装置。其中: $I=I_1+I_2$, $I_1=I_3+I_4$ 。

根据公式(3),此时母线保护装置A、B、C相差动电流相等,为: $I_{da}=I_{db}=I_{dc}=I_3$; A相制动电流 $I_{ra}=I_3+I+I$ (I 为故障时线路1和进线1的A相二次电流); B相制动电流 $I_{rb}=I_3+I_5+I_6$ (I_5 、 I_6 为故障时线路1和进线1的B相二次电流); C相制动电流 $I_{rc}=I_3+I_7+I_8$ (I_7 、 I_8 为故障时线路1和进线1的C相二次电流)。由于A相故障时: $I_3=K_1 \cdot I$ (K_1 为分流比例), $I_3 \gg I_5+I_6$, $I_3 \gg I_7+I_8$,因此,根据公式(1)和(2),A相差动保护不动作,B、C相差动保护动作。本次故障以上各具体数值上文已有所述。

以上分析可合理解释本次故障的所有特征。经现场检查、检验二次回路,验证了以上分析的正确性。

4 结语

电流二次回路两点接地为本次事故的根本原因,备用线路电流回路在保护屏或端子箱处封口且封口后未断开与保护装置连接为本次事故发生的重要因素。电流二次回路两点接地,将造成故障电流或负荷电流通过地线分流,但其它相关间隔二次电流回路不在保护装置外侧封口或封口后与相关保护装置断开,则通过地线分流的电流在流经该间隔二次回路时,电流不会进入该间隔相关保护装置,不会造成相关装置误动或运行异常。

为保证不造成CT开路,对备用间隔,电力系统继保部门习惯在该间隔端子箱或间隔保护屏将该CT封口,此时必须同时将该CT二次回路与相关保护装置断开,尤其对于母线保护此类跨间隔的保护装置,不因某一间隔停运而退出运行的保护设备,更应采取以上措施,可有效防止二次回路两点接地对保护装置产生影响。

参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997. National Electric Power Dispatching and Communication Center. Applied Technology Catechism on Electric Power Relay[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [2] 周玉兰. 1999-2003年全国电网元件保护运行情况分析[J]. 中国电力, 2005,38(5): 13-19. ZHOU Yu-lan. Operating Statistics and Analysis of Relay Protection for Power System in 1999-2003[J]. Electric Power, 2005, 38(5): 13-19.
- [3] 周玉兰. 2004年全国电网元件保护运行情况分析[J]. 中国电力, 2006,39(5): 23-26. ZHOU Yu-lan. Operating Statistics and Analysis of Relay Protection for Power System in 2004[J]. Electric Power, 2006, 39(5): 23-26.
- [4] 朱征峰, 胡铁军, 王坚敏. 新乐变镇乐2306线保护误动的分析[J]. 电网技术, 2000, 24(11): 70-71. ZHU Zheng-feng, HU Tie-jun, WANG Jian-min. Analysis on Maloperation of Protective Relaying for 220kV Zhenle 2306 Transmission Line[J]. Power System Technology, 2000, 24(11): 70-71.
- [5] 钟成元. 翠山电站110kV线路保护误动原因分析[J]. 继电器, 2008,36(7): 86-87. ZHONG Cheng-yuan. Analysis on Maloperation of Line Protection Relaying in Cuishan 110kV Hydro-substation[J]. Relay, 2008,36(7): 86-87.

收稿日期: 2008-07-08; 修回日期: 2008-11-10

作者简介:

邱涛(1971-), 男, 工程师, 从事继电保护技术及管理工

作; 王攀峰(1977-), 男, 硕士研究生, 工程师, 从事继电保护研究与开发; E-mail: wangpanfeng@xjgc.com

张克元(1964-), 男, 高级工程师, 从事继电保护研究与开发工作。