

线路接地故障引起主变差动误动原因分析

朱从研, 陈健

(淮安供电公司, 江苏淮安 223002)

摘要: 110 kV 线路因雷击发生两相短路接地故障, 线路保护正确动作, 变压器差动保护误动。通过对一、二次设备检查分析, 确认了造成变压器差动保护误动的主要原因是变压器保护未对区外故障所产生的零序电流进行处理造成, 并提出了改善措施, 以保证供电可靠性。

关键词: 接地故障; 差动保护; 误动

中图分类号: TM77

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2010)03-0018-03

1 事故过程描述

在电力系统中, 变压器是承接电能输送的主要设备, 发生故障时将对供电可靠性及系统的正常运行带来严重的后果, 同时也会造成严重的经济损失。

2009年8月18日, 某110 kV终端变电站进线因雷击影响, 发生两相短路接地故障, 线路对侧零序过流II段保护动作并重合成功, 故障电流为12.94 A(二次电流值)。本侧因终端变电站线路保护功能未投, 但主变比率差动保护A、B、C三相均动作, 动作电流二次值分别为4.39 A、4.38 A、4.38 A, 保护型号为南瑞城乡电网DSA-2323, 比率差动的动作门槛值是1.5 A, 110 kV主变的接线方式为Y/Y12, 另有1个三角形平衡绕组, 中性点经放电间隙接地, 一次系统接线如图1所示。

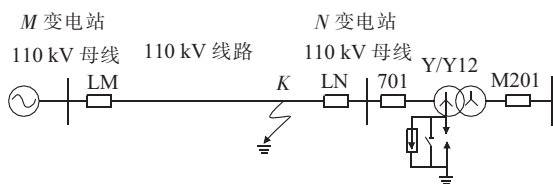


图1 一次系统接线

2 可能原因初步分析

相关专业人员仔细检查了故障线路保护录波波形和主变保护装置的動作信息及录波波形。故障发生时B、C相电压大小基本相等, 相位基本相同, 线路发生的是B、C相间短路接地故障; 但故障电流却是A、B、C三相全部都有, 且大小基本相等, 相位基本相同。作为终端变电站, 电源进线发生故障时, 因末端无电源, 不可能有正序和负序电流, 此时A、B、C三相上的电流大小相等、相位相同, 必然是零序电流, 结合主变保护的動作信息, A、B、C三相比率差动均动作, 且差动电流值也基本相等, 可以推断主变

差动保护误动作由线路故障时的零序电流引起。

3 相关检查项目和试验数据分析

3.1 主变中性点设备的检查

接线方式为Y/Y12的变压器中性点经放电间隙接地有零序电流, 可是差动电流没有将此电流滤去。针对这个问题, 一次设备重点检查了主变中性点设备, 发现主变中性点放电间隙有明显的烧灼痕迹, 主变中性点放电间隙被击穿。由于Y/Y12型接线的主变有一三角形平衡绕组, 零序电流可以在内部流通, 因此高压侧中性点被击穿后, 其零序电流是可以流通的。当主变中性点被击穿(即主变中性点直接接地)时, 线路B、C两相短路接地时的正序、负序、零序网络图如图2-4所示。

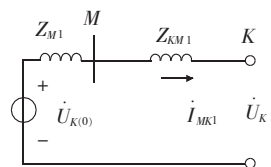


图2 正序网络

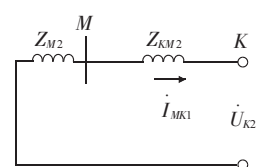


图3 负序网络

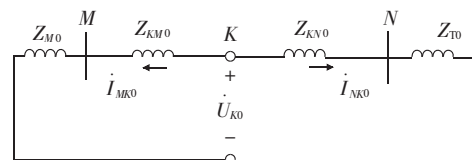


图4 零序网络

图2-4中: Z_{KM0} 、 Z_{KM1} 、 Z_{KM2} 分别为短路点至220 kV变电站110 kV母线处的零序阻抗、正序阻抗、负序阻抗; Z_{KN0} 为短路点至110 kV变电站110 kV母线处的零序阻抗; Z_{T0} 为变压器折算到电源侧的零序阻抗; Z_{M0} 、 Z_{M1} 、 Z_{M2} 分别为220 kV变电站110 kV母线与系统的等值零序阻抗、正序阻抗、负序阻抗。复合序网图^[1]如图5所示。

图5中: $Z_{\Sigma 1} = Z_{M1} + Z_{KM1}$; $Z_{\Sigma 2} = Z_{M2} + Z_{KM1}$; $Z_{\Sigma 0} = (Z_{M0} + Z_{KM0}) // (Z_{T0} + Z_{KN0})$; 零序电流 $I_{KA0} = I_{MK0} + I_{NK0}$ 。

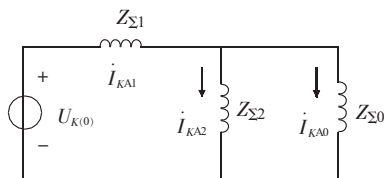


图5 复合序网

由一次系统接线图可知,由于线路是M侧向N侧供电的,故M侧为电源侧,N侧为负荷侧。当K点故障,且在N侧母线上有中性点直接接地变压器时,N侧是无正序和负序电流存在,即:

$$\dot{I}_{KA1} = \dot{I}_{KA2} = 0$$

根据对称分量法,变压器中性点故障电流为^[1]:

$$\dot{I}_{KA} = \dot{I}_{KA1} + \dot{I}_{KA2} + \dot{I}_{KA0}$$

$$\dot{I}_{KB} = \dot{I}_{KB1} + \dot{I}_{KB2} + \dot{I}_{KB0}$$

$$\dot{I}_{KC} = \dot{I}_{KC1} + \dot{I}_{KC2} + \dot{I}_{KC0}$$

因为 $\dot{I}_{KA0} = \dot{I}_{KB0} = \dot{I}_{KC0} = \dot{I}_{NK0}$,所以 $\dot{I}_{KA} = \dot{I}_{KB} = \dot{I}_{KC} = \dot{I}_{NK0}$ 。

通过以上分析,可看出在线路B,C两相接地故障时,负荷侧因为零序电流的存在,因此A,B,C三相都是有故障电流的,且电流大小相等,相位相同。

3.2 主变差动保护的检查试验

对于主变中性点接地的变压器,区外单相或两相接地故障时,主变中性点可能有零序电流流过造成差动保护误动作,因此为了消除此零序电流可能会对差动保护的影响,规程要求对于主变差动保护的星型侧一定要有滤除零序电流的措施^[3]。方法一般有2种:1是将主变星形侧流变二次线接成三角形,既滤除了零序电流,又补偿了变压器一次接线的角差;2是通过主变微机保护的软件滤除零序电流,主变各侧流变二次均采用星形接线。

该主变采用微机型保护,各侧流变二次均采用星形接线,通过软件滤除零序电流,主变星形侧的用作差动计算的三相电流为^[4]:

$$\dot{I}_{AH} = \dot{I}_{ah} - \dot{I}_{bh}$$

$$\dot{I}_{BH} = \dot{I}_{bh} - \dot{I}_{ch}$$

$$\dot{I}_{CH} = \dot{I}_{ch} - \dot{I}_{ah}$$

为了验证此主变保护的高压侧(星形侧)是否进行了零序电流的滤除,分别将主变的接线组别定值设置为“Y/d11”和“Y/Y12”,对高压侧的三相电流采样进行了检查(平衡系数设为1),差流采样值如表1、表2所示。

从表1和表2的检查结果看,当将主变的接线组别设置成“Y/d11”时,保护软件在主变高压侧进行了移相,同时也滤除了零序电流。而将主变的接线组别设置成“Y/Y12”时,保护软件在高压侧未进行移相,也没有采取其他滤除零序电流的措施。这也

表1 采样检查(主变接线组别设为Y/d11) A

试验电流	差流显示		
	I_{cda}	I_{cdb}	I_{cdc}
$I_{ah}=2$ $I_{bh}=I_{ch}=0$	2	0	2
$I_{bh}=2$ $I_{ch}=I_{ah}=0$	2	2	0
$I_{ch}=2$ $I_{ah}=I_{bh}=0$	0	2	2

表2 采样检查(主变接线组别设为Y/Y12) A

试验电流	差流显示		
	I_{cda}	I_{cdb}	I_{cdc}
$I_{ah}=2$ $I_{bh}=I_{ch}=0$	2	0	0
$I_{bh}=2$ $I_{ch}=I_{ah}=0$	0	2	0
$I_{ch}=2$ $I_{ah}=I_{bh}=0$	0	0	2

正是主变差动保护误动作的直接原因。

3.3 主变保护定值的检查

变压器中性点间隙接地的接地保护一般采用零序电流保护和零序电压保护并联方式,带有0.3~0.5s的延时构成^[2]。当中性点接地刀闸合上直接接地运行时自动投入零序电流保护,当中性点接地刀闸分开间隙接地运行时自动投入零序电压保护。然而此次故障中,主变中性点放电间隙已明显被过电压击穿,而间隙过压保护却未动作,因此,对主变保护定值又进行了仔细的检查。检查发现,在调度下达的定值整定单中,只投了中性点零序过流保护,而间隙过压保护退出未用。这也是故障中主变中性点放电间隙被烧坏,差动保护误动作的一个重要原因。

4 结束语

根据这起线路故障引起主变差动误动作的分析,为避免类似事件的再次发生,采取对策如下:

(1) 立即与保护厂家联系,对差动保护装置的软件版本进行升级,接线组别为Y/Y12变压器的星形侧也要采取滤除零序电流的措施,并对全市范围内的此型号主变差动保护进行一次普查,发现问题,立即整改。

(2) 对主变保护的定值的设置,整定人员要严格执行相关的整定规程,定值单的内容、数值、单位标称等要与设备相符,避免“误整定”事故的发生。

(3) 提高检修人员的业务技能水平,严把保护装置的调试、验收质量关,尤其是新安装调试一定要严格按照定值单整定内容进行调试,并保证项目齐全、数据准确。

近年来,随着“Y/Y12”和“Y/Y/Y12”接线组别变压器在 110 kV,220 kV 电网使用的逐渐增多,它与以往使用较多的“Y/d11”和“Y/Y/ d11”在二次回路、定值整定等方面有一定的差别。虽然此类事件不具备普遍性,但不能放松警惕,必须加强对保护装置的反事故措施执行、安装调试、运行维护方面的管理,发现问题立即整改,避免同类事件的再次发生。

参考文献:

- [1] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2006.

- [2] 国家电网公司. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [3] 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,2000.
- [4] DL/T 584—2007. 3—110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].

作者简介:

朱从研(1973-),男,江苏淮安人,工程师,从事培训管理工作;
陈 健(1978-),男,江苏淮安人,高级技师,从事继电保护检修管理及技能培训工作。

Analysis of the Reasons for Mal-operation of Transformer Differential Protection Caused by Line Earth Fault

ZHU Cong-yan, CHEN Jian

(Huai'an Power Supply Company, Huai'an 223002, China)

Abstract: When the two-phase-earth-fault occurs to 110 kV power line caused by lightning, the operation of line protection is correct, while transformer differential protection is mal-operation. The main reason confirmed for the mal-operation of transformer differential protection is that the transformer protection does not handle the zero-sequence current caused by external fault. This paper proposes the improved measures to guarantee the power supply reliability.

Key words: earth fault; differential protection; mal-operation; analysis

(上接第 17 页)

器接点抖动,造成 5031 开关跳闸。

6 结束语

瓦斯保护是反映主变油箱内绕组短路故障及异常的主保护,安全、可靠的运行是其必要条件。特别是 500 kV 以上的大型变压器瓦斯保护动作必然引起主管部门的高度重视,所幸的是主变在充电过程中瓦斯接点偶然闭合(该主变再次充电正常),不影响系统的安全稳定运行。建议在后续的主变大修时更换这只瓦斯继电器,以保证主变的正常稳定运行。

参考文献:

- [1] DL 400—91 继电保护和安全自动装置技术规程[S].
- [2] 电力系统继电保护实用技术问答(第二版)[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [3] 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2008.

作者简介:

鲍有理(1966-),男,安徽安庆人,高级工程师,从事电力系统继电保护专业技术管理工作;
周小强(1972-),男,江苏宜兴人,技师,从事电力系统继电保护专业技术工作。

Analysis on the Trip Fault Cause by B Phase Gas Generation Protection for 500 kV Main Transformer

BAO You-li¹, ZHOU Xiao-qiang²

(1. Jiangsu Wuxi Power Supply Company, Wuxi 214061, China;

2. Jiangsu Yixing Power Supply Company, Yixing 214200, China)

Abstract: The 5031 switch will trip, which is caused by the gas generation relay contact point transient on in the process of charging of 500 kV main transformer. The gas protection is the main protection of the winding short-circuits faults and abnormal in transformer oil tank, which the safe and reliable operation is the necessary condition for. This paper gradually rules out the possibility which causes the 5031 switch trip by field survey and analysis. The high inrush current makes winding expanding and contracting when the main transformer is charging, which causes the oil wave. Three conditions for the heavy gas contact closure is concluded from the analysis of the action construct of gas relay. The reason for this fault is explained from the most probability of the heavy gas contact closure is the downward floating ball swing when the oil is waving.

Key words: protection trip; gas relay; oil wave