

线路故障引起主变差动误动作的原因分析与处理

王 婷

(宿迁供电公司, 江苏 宿迁 223800)

摘 要: 110kV 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; 分析

0 引言

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, 由于受到雷击影响, 某地区一 110kV 线路发生两相短路接地故障, 线路电源侧零序过流 II 段保护动作并重合成功, 但线路终端的变压器差动保护误动, 造成全站失电。为了防止类似现象的再次发生, 详细阐述了对此复杂和罕见故障情况进行的检查分析过程, 并提出解决方案。

1 事故过程描述

2009 年 8 月 18 日, 某 110kV 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 12.94A (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 4.39A、4.38A、4.38A, 保护型号为南瑞城乡电网 DSA-2323, 比率差动的动作门槛值是 1.5A, 110kV 主变的接线方式为 Y/Y-12, 另有一三角形平衡绕组, 中性点经放电间隙接地, 一次系统接线见图 1。

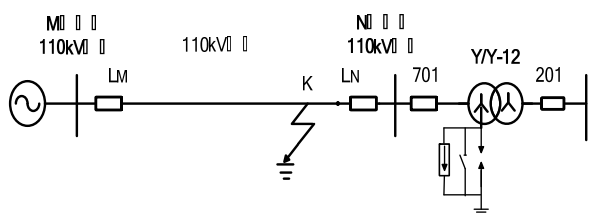


图 1 一次系统接线图

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动作信息及录波波形。由波形图 (见图 2) 可看出, 故障发生时 BC 相电压大小基本相等, 相位基本相同, 线路发生的是 BC 相间短路接地故障; 但故障电流却是 ABC 三相全部都有, 且大小也基本相等, 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 ABC 三相上的电流大小相等、相位相同, 必然是零序电流, 结合主变保护的动作信息, ABC 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是由于线路故障时的零序电流引起的。

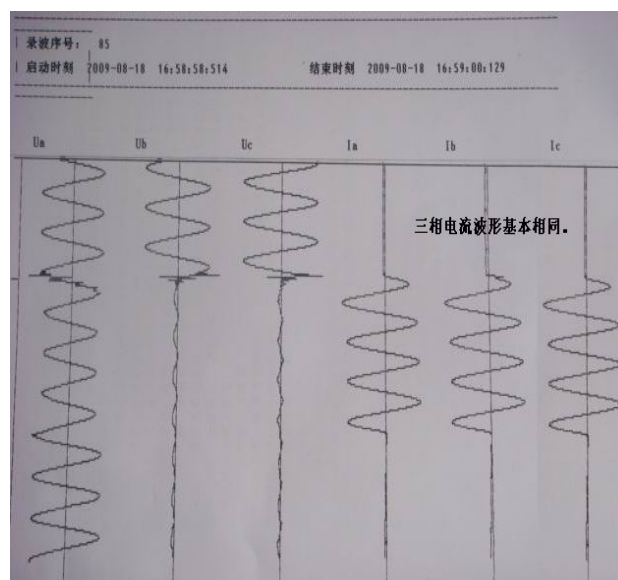


图 2 主变高压侧电流、电压波形图

可问题是接线方式为 Y/Y-12 的变压器中性点经放电间隙接地怎么会有零序电流? 有了零序电流为什么差动电流没有将此电流滤去?

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

一次设备检查中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/Y-12 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 BC 两相短路接地时的正序,负序,零序网络图。

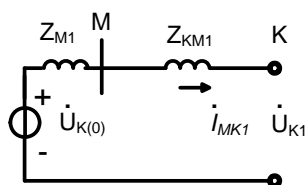


图 3 正序网络图

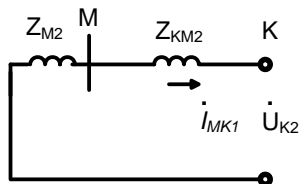


图 4 负序网络图

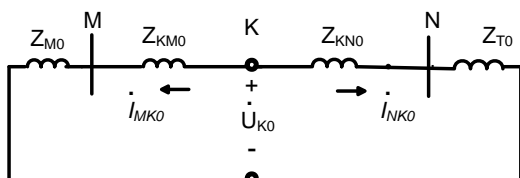


图 5 零序网络图

图中: Z_{KM0} 、 Z_{KM1} 、 Z_{KM2} 分别为短路点至 220kV 变电站 110kV 母线处的零序阻抗,正序阻抗,负序阻抗; Z_{KN0} 为短路点至 110kV 变电站 110kV 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} 为 220kV 变电站 110kV 母线与系统的等值零序阻抗,正序阻抗,负序阻抗。

复合序网图见图 6:

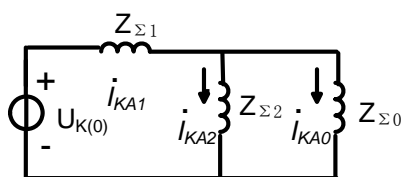


图 6 复合序网图

各序阻抗分别为:

$$Z_{\Sigma 1} = Z_{M1} + Z_{KM1}$$

$$Z_{\Sigma 2} = Z_{M2} + Z_{KM2}$$

$$Z_{\Sigma 0} = (Z_{M0} + Z_{KM0}) // (Z_{T0} + Z_{KN0})$$

$$\text{零序电流: } \dot{I}_{KA0} = \dot{I}_{MK0} + \dot{I}_{NK0}$$

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:

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

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

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

$$\text{因为: } \dot{I}_{KA0} = \dot{I}_{KB0} = \dot{I}_{KC0} = \dot{I}_{NK0}$$

$$\text{所以: } \dot{I}_{KA} = \dot{I}_{KB} = \dot{I}_{KC} = \dot{I}_{NK0}$$

通过以上分析,可以看出在线路 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,方向相同。

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,《继电保护技术规程》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。一般有两种方法:一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;二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:

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

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

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

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），差流采样值见表1、表2。

表1 采样检查（主变接线组别设为 Y/d11）

试验电流	差流显示		
	IcdA	IcdB	IcdC
I _{ah} =2A, I _{bh} =I _{ch} =0	2A	0	2A
I _{bh} =2A, I _{ch} =I _{ah} =0	2A	2A	0
I _{ch} =2A, I _{ah} =I _{bh} =0	0	2A	2A

表2 采样检查（主变接线组别设为 Y/Y12）

试验电流	差流显示		
	IcdA	IcdB	IcdC
I _{ah} =2A, I _{bh} =I _{ch} =0	2A	0	0
I _{bh} =2A, I _{ch} =I _{ah} =0	0	2A	0
I _{ch} =2A, I _{ah} =I _{bh} =0	0	0	2A

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。而将主变得接线组别设置成“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。后厂家技术人员也到现场对此问题进行了确认，这也正是此次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0.5秒的限时构成。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。这也是此次故障中主变中性点间隙被烧坏，差动保护误动作的一个重要原因。

4 对策与结论

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110kV、220kV电网使用的逐渐增多，它与我们以往使用较多的“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“反措”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] 潘书燕.110kV 变电站变压器差动保护动作原因分析[J]. 工程应用，2005.

作者简介：

王 婷（1986-），女，江苏宿迁人，本科，助理工程师，从事继电保护相关工作。