

一起线路与主变保护定值配合失当的事故分析

武万才, 聂会军, 边疆

(宁夏电力公司吴忠供电局, 宁夏 吴忠 751100)

摘要: 介绍了宁夏电网红寺堡变一条 110 kV 出线因鸟害造成的单相接地故障, 从而导致该线路末端变电所主变零序过压保护误动作。通过结合实际保护定值对该故障进行了详细的分析, 发现是由于电网中实际保护定值的配合失当, 保护选择性和灵敏性不足引起的。在事故原因分析清楚后, 通过对线路防鸟害、主变保护和线路保护定值校核整定方面提出了改进方案及对策。

关键词: 鸟害; 跳闸; 零序过压保护; 定值; 防范措施

Analysis on the accident of mismatch between line and transformer protection setting

WU Wan-cai, NIE Hui-jun, BIAN Jiang

(Wuzhong Electric Power Bureau, Ningxia Electric Power Company, Wuzhong 751100, China)

Abstract: This paper introduces a single-phase grounding breakdown caused by a bird damage that occurs in the 110 kV line in Hongsiyu substation of Ningxia Power Grid, which led to the wrong action of the line end main transformer zero-sequence overvoltage protection. Based upon the practical protection setting value situation, and by analyzing the accident in detail, we find that the weak selectivity and sensitivity of practical protection and the improper coordination of relay settings are the main reasons. After the reason is clear, aiming at the problems of bird damage and main transformer protection and line protection setting inspection, this paper puts forward the corresponding improvement scheme and countermeasure.

Key words: bird damage; tripping operation; zero-sequence overvoltage protection; setting value; countermeasure

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2011)02-0149-03

0 引言

随着变电所负荷的增加, 主变和线路的继电保护配合显得非常重要。为了减少因各种形式的短路故障造成的危害, 继电保护装置在技术性能上应满足选择性、速动性、灵敏性和可靠性四项基本要求。但是这四项基本要求之间往往有矛盾的一面, 例如, 提高保护的灵敏性, 却使选择性降低。本文通过分析此次保护地区电网由鸟害造成的线路单相接地, 从而导致某变电所两台主变零序过压保护因与线路保护参数配合不当三相跳闸, 致使全所失压的事故原因, 参考相关规程文献[1-2], 指出其存在的问题, 并提出相应的解决办法^[3-7]。

1 故障经过

2009 年 9 月 15 日 6 时 17 分 11 秒, 110 kV 红寺堡变一条 110 kV 线路 123 红买线保护装置零序过流 II 段、接地距离 II 段动作, 123 红买线开关跳闸,

重合成功, 测距为距本侧开关 25.705 km (110 kV 红买线全长 25.864 km), B 相接地短路故障。在 110 kV 红寺堡变 123 红买线跳闸的同时, 110 kV 买河变#1、#2 主变 110 kV 零序过压保护动作, #1 主变 101、301、501 开关保护跳闸, #2 主变 102、302、502 开关保护跳闸, 全所失压。

1.1 一次系统接线方式

当时的系统接线方式如图 1 所示。跳闸前的运行方式为: 买河变#1、#2 主变三侧并列运行, 供 35 kV 系统 313 金庄线 (红寺堡扬水负荷)、10 kV 系统 521 沙泉线负荷, 且 521 沙泉线与红寺堡变 522 红河线为手拉手线路 (线路#197 杆真空开关在分), 各条线路统一配置零序距离保护和零序电流保护, 以及根据运行方式确定重合闸, 主变均配置零序过电压保护。

1.2 现场检查试验情况

经现场检查试验, 红寺堡变、买河变所内一、二次设备均正常, 后经讨论分析红买线和买河变#1、

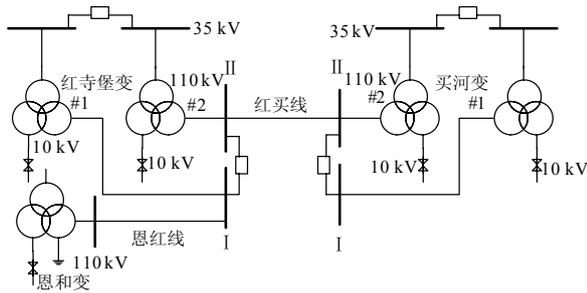


图 1 一次系统接线图

Fig.1 Primary system connection mode

#2 主变零序过压保护定值报告单，得出结论：两处保护动作时间定值相同，在发生单相接地时，系统由于负荷反馈供电产生过电压引起 110 kV 不接地主变零序过压保护动作，跳开三侧开关，致使全所失压^[8]。

沿红买线路检查，鸟在排粪便时引起 B 相引流跳线担对 OPGW 光缆耐张金具放电造成线路跳闸。现场照片如图 2 所示。



(a) OPGW 连接金具灼伤点



(b) 红买线#97 塔鸟害图

图 2 红买线鸟害放电示意图

Fig.2 Schematic diagram of Hongmai line bird damage discharge

2 保护误动情况分析

保护定值说明：

(1) 红寺堡变 123 红买线：CT 变比 300/5；接地距离 II 段：0.67 Ω 、0.3 s，接地距离 III 段：0.98 Ω 、0.6 s；零序 II 段定值：16.5 A、0.3 s，零序 III 段：10 A、0.6 s。

(2) 买河变主变零序过压定值（两台主变相同）：150 V，0.3 s。

2.1 买河主变零序过压保护定值分析

由于买河变#1、#2 主变零序过压动作时间和红买线接地距离 II 段、零序过流 II 段动作时间相同，造成买河变#1、#2 主变在红买线末端发生单相接地故障时零序过压保护动作，主变三侧跳闸，10 kV 和 35 kV 母线失压。具体分析如下：

根据 DL/T 584-2007 《3 kV-110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》规定：中性点经放电间隙接地的 110 kV 变压器的零序电压保护，其 $3U_0$ 定值一般整定为 150~180 V，保护动作后带 0.3~0.5 s 延时跳变压器各侧断路器。

中性点直接接地系统发生接地故障时，中性点（恩和变主变 110 kV 侧）零序电压为零，接地点零序电压最高；接地故障点距离系统中性点愈远，接地点的零序电压愈高。

买河变主变间隙零序过压保护接于本侧母线电压互感器开口三角绕组，理论上能测得零序电压最大值为 300 V，但 PT 在系统电压升高时铁芯将会饱和，二次侧不能完全准确反映一次侧电压实际值，根据经验一般能够测量出的零序电压约为 220~230 V。当母线发生接地故障时（变压器中性点不接地），为了防止过电压对主变中性点绝缘构成严重威胁，应该尽快跳开主变。目前，网内均采用经验取值方法对主变间隙零序过压保护进行整定。买河变主变零序电压保护整定是在考虑灵敏度的情况下取经验值 150 V（灵敏度为 220/150=1.46），动作时间 0.3 s。

由整定计算软件计算分析，红买线线路末端单相接地故障时，买河变及红寺堡变 110 kV 母线电压见表 1、表 2。

表 1 系统最大运行方式下电压

Tab.1 Power system maximal operation mode voltage

变电站	电压量			
	相电压		零序电压 ($3U_0$)	
	一次值 / kV	二次值 / V	一次值 / kV	二次值 / V
买河变 110 kV 母线	82.53	75	111.303	175
红寺堡 110 kV 母线	37.384	34	62.937	99

表 2 系统最小运行方式下电压

Tab.2 Power system minimal operation mode voltage

变电站	电压量			
	相电压		零序电压 ($3U_0$)	
	一次值 / kV	二次值 / V	一次值 / kV	二次值 / V
买河变 110 kV 母线	78.513	71	97.562	154
红寺堡 110 kV 母线	23.896	22	55.896	88

买河变距 110 kV 系统中性点接地点较远 (220 kV 恩和变主变 110 kV 侧恩红线 30.7 km), 红买线末端发生单相接地故障时, 买河变 110 kV 母线零序电压 ($3U_0$) 由表 1、2 可知大方式下为 111.303 kV、二次值为 175 V, 小方式下为 97.562 kV、二次值为 154 V, 均达到买河变主变零序过压定值 150 V。

2.2 红寺堡变 123 红买线保护定值分析

红买线接地距离 I 段按线路全长的 70% 整定, II 段按与下一级线路接地距离 I 段配合整定, 时间 0.3 s, 对线路末段灵敏度不足, 接地距离 III 段按保全线有 1.5 的灵敏度整定, 时间 0.6 s。

零序过流 I 段按躲线路末段故障整定无保护范围, 退出运行, 零序过流 II 段按与下一级线路配合关系整定, 时间 0.3 s, 对线路末段灵敏度不足, 零序过流 III 段按保全线有 1.5 的灵敏度整定, 时间 0.6 s。

红买线线路末段发生接地故障时, 接地距离 II 段与零序电流 II 段灵敏度不足, 因此有可能动作, 也有可能不动作。而接地距离 III 段与零序电流 III 段对线路末段接地故障能可靠动作。

3 暴露的问题及防范措施

此次由鸟害引起的单相放电而致使全所失压的事故暴露的问题如下:

(1) 对鸟类生活规律研究不够, 传统防鸟害技术不够彻底。

(2) 由于买河变负荷轻, 主变零序过压定值整定时重点考虑故障时对主设备的影响, 依据规程按单设备保护的要求进行定值整定, 致使主变零序过压动作定值和线路接地距离 II 段、零序过流 II 段动作定值配合考虑不周。

为了避免今后发生类似的事故, 减少经济损失, 提出了以下措施:

(1) 立即对 110 kV 红买、罗买、罗阳线 OPGW 耐张金具上方安装特制防鸟刺, 尽量杜绝鸟类在 OPGW 耐张金具处停留, 预防类似事件的发生。加强对线路周围环境的监督、检查力度, 发现问题积极采取措施, 杜绝发生鸟害。图 3 为特制防鸟刺安装示意图。

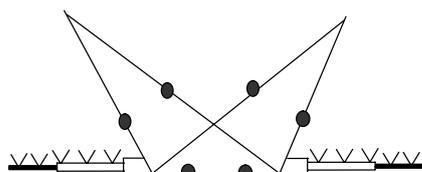


图 3 特制防鸟刺示意图

Fig.3 Schematic diagram of special repelling sting

图 3 中: ●为原防鸟刺; V 为特制防鸟刺 (将 LGJ-300/25 单股铝丝在 OPGW 缠绕两圈后, 将两头合并拧两个麻花辫, 剩余铝丝顺线路方向散开, 倾斜角为 30° , 呈针尖状); —为 OPGW 光缆。

(2) 继续探索鸟类活动规律, 研究新的防鸟技术和措施。

(3) 结合买河变#1、#2 主变相关参数, 在不影响设备安全的前提下重新校核买河变#1、#2 主变零序过压定值和红买线接地距离 II 段、零序过流 II 段定值。

(4) 校核系统中其他变电所主变零序过压保护和线路接地距离、零序过流保护的定值。

4 结论

电网线路保护和主变保护的相互合理配合是保证电网稳定运行的前提, 在发生单相接地故障时, 继电保护装置积极发挥各自的作用和满足四个基本要求, 与各相关保护的定值和动作时限的配合有着密切的关系, 必须把它们作为一个有机整体, 统筹考虑, 协调安排。对发生线路故障后容易引起变电所主变保护误动导致全所失压的相关联的保护定值整定, 要充分保证它们的选择性和灵敏性, 才能缩小故障所引起的停电范围, 减少经济损失。

参考文献

- [1] 李剑峰, 李国友, 孙建华. 一次主变间隙零序过压保护误动原因分析及处理[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(23): 176-177, 181.
LI Jian-feng, LI Guo-you, SUN Jian-hua. Analysis and disposal of an incident of primary transformer zero-sequence overvoltage protection[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(23): 176-177, 181.
- [2] 余耀权. 一起 110 kV 线路故障引起主变后备保护动作的原因分析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (2): 93-95.
YU Yao-quan. Reason analysis of transformer backup protection operates when the fault locates in transmission line[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (2): 93-95.
- [3] 国家电力调度通信中心. 《电力系统继电保护规定汇编》[M]. 二版. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [4] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型故障分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [5] 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.
- [6] 许建安. 继电保护整定计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.

(下转第 154 页 continued on page 154)

件已满足,当差动电流测量值大于 $I_{op.min}$ 时,保护将误动作跳闸。

2 解决问题的方法

为解决内桥接线采用硬件接线求和可能会出现保护误动问题,最佳方案是采用软件求和方式,即将进线和分段间隔视为主变的电压等级、CT变比均相同的两侧,将其 CT 二次回路分别接入保护,然后由软件分别进行差动电流、制动电流、CT断线的计算处理。

为保证在主变区外故障具有可靠的制动作用,在区内故障有较高的灵敏度,如图 1 所示三圈主变,差动电流应取 $\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4$, 制动电流应取这四者模值较大者。进线和分段 CT 二次电流一定要作为主变的两侧电流来处理,严禁先对二者进行软件求和后,再进行差动、制动电流的计算以及 CT 回路断线的判断处理,由上节分析可知,进线和分段 CT 二次电流分别处理,当任一个元件发生开路时,CT 回路断线判据 1)~4) 均满足,可立即判为 CT 断线,不会发生保护误动作。

对目前已经运行的采用硬件接线求和的内桥接线主变保护,则应在运行方式上采取措施,将高压侧桥开关断开,两台主变分裂运行,一定不能出现一回进线串带两台或多台主变的情况,同时尽快安排更换保护。

3 总结

本文分析了一次接线为内桥方式的主变保护采用传统接线,将进线和分段二次电流回路并接进差动保护,在外部故障或 CT 开路时可能出现差动保护误动的原因,提出了进线和分段作为主变的两侧接入差动保护后分别进行运算处理的解决方案,杜绝了可能发生的保护误动事故,消除了潜在的隐患,满足了系统安全稳定运行的要求。

参考文献

[1] DL/T 5136-2001 火力发电厂、变电所二次接线设计技

术规程[S].
DL/T 5136-2001 technical code for designing of electrical secondary wiring in fossil fuel plants and substations[S].

[2] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995: 250-270.
ZHU Sheng-shi. The theory and technique of high voltage power system protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995: 250-270.

[3] 王维俭, 侯炳蕴. 大机组继电保护理论基础[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.
WANG Wei-jian, HOU Bing-yun. The theory of large generator and transformer protection[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1989.

[4] 张志强, 哈恒旭, 谭雨珍. 基于磁链平衡方程的变压器保护的关键问题的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (14): 1-5.
ZHANG Zhi-qiang, HA Heng-xu, TAN Yu-zhen. Study on the key issues of transformer protection based on magnetism-chain balance equation[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (14): 1-5.

[5] 邓祖前. 关于一起变压器差动保护动作的分析与处理[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38 (15): 139-142.
DENG Zu-qian. Analysis and processing on acting of differential protection of transformer[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38 (15): 139-142.

[6] 袁文嘉, 李敏霞, 姬希军. 一起区外故障引起主变差动保护动作的分析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (23): 130-132.
YUAN Wen-jia, LI Min-xia, JI Xi-jun. Analysis of main transformer differential protection operation caused by external fault[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (23): 130-132.

收稿日期: 2010-01-15; 修回日期: 2010-03-09

作者简介:

周建军 (1973-), 男, 硕士, 高级工程师, 工程硕士, 主要研究方向为继电保护; E-mail: zhoujianjunfgr@163.com

樊庆玲 (1972-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统勘测与设计;

樊高瑞 (1976-), 女, 工程师, 主要研究方向为电力系统配网运行与管理。

(上接第 151 页 continued from page 151)

[7] 陈生贵, 等. 电力系统继电保护[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2003.

[8] 许涛. 一起 110 kV 主变零序过电压保护动作分析[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36 (18): 93-95.

XU Tao. Analysis of 110 kV main transformer zero-sequence overvoltage protection[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36 (18): 93-95.

收稿日期: 2010-01-27

作者简介:

武万才 (1980-), 男, 硕士, 工程师, 从事继电保护和电力系统过电压方面的工作; E-mail: wwc19802000@163.com

聂会军 (1972-), 男, 工程师, 从事电气设备的运行和管理工作;

边疆 (1980-), 男, 助工, 从事高电压试验方面的工作。