

一起由母线单相接地引发的母差保护异常动作分析

王力飞

(大庆油田电力集团, 黑龙江 大庆 163453)

摘要: 对一起由母线单相接地引发的母差保护异常动作进行了深入研究。在 35 kV 中性点不接地的系统中, 母线发生单相接地, 母差保护动作, 母联开关跳闸, 母线其它开关未动。通过对故障录波器的录波数据和系统短路电流流向的分析, 得出是异地两相接地短路造成了母差保护动作, 由于电压闭锁的设计使母差保护发生了异常动作。

关键词: 单相接地; 母差保护; 异常动作; 异地两相接地

Analysis on an exceptional operation of bus-bar differential protection owing to single-phase grounding on bus-bar

WANG Li-fei

(Daqing Oil Field Electric Power Group, Daqing 163453, China)

Abstract: This paper researched an exceptional operation of bus-bar differential protection to find the result was owing to single-phase grounding on the bus-bar. In the 35 kV system of neutral point ungrounded, there was a single-phase grounding on the bus-bar. It caused the operation of bus-bar differential protection, so the bus coupler switch tripped, and other switches on the bus didn't operate. Through analyzing wave data and routes of short circuit, it found that it was the different site two-phase grounding that led to the operation of bus-bar differential protection, and the exceptional operation was due to the design of voltage lockout.

Key words: single-phase grounding; bus bar differential protection; exceptional operation; different site two-phase grounding

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)13-0148-03

0 引言

在 35 kV 中性点不接地电力系统中, 单相接地故障在雨季发生的频率较高。虽然这种单相接地不会产生较大的短路电流, 允许系统坚持运行 1~2 h, 但由于其他两相电压的升高, 可能造成系统内的电力设备绝缘破损, 甚至击穿。本文就一起由母线单相接地引发的配出线末端对地绝缘击穿, 从而形成异地两相接地短路, 并造成母差保护异常动作的案例进行了深入研究。

1 故障及保护动作情况简介

某 110 kV 等级变电所, 35 kV 母线采用单母线分段接线方式, I、II 段母线分别装设了常规电磁式母差保护装置, 故障发生时 35 kV I、II 段母线并列运行。

2009 年 6 月 24 日 19 时 02 分开始, 该所频发 35 kV I、II 段母线 C 相接地信号, 当时正在下雨。

19 时 26 分, 35 kV II 段母差保护动作, 35 kV 母联开关跳闸, II 段母线其他开关未动; 同时, 35 kV 配出线朝六甲线经 35 kV 朝六变所带 35 kV 肇东一变主变差动保护动作, 主变两侧开关跳闸。系统运行方式如图 1 所示。

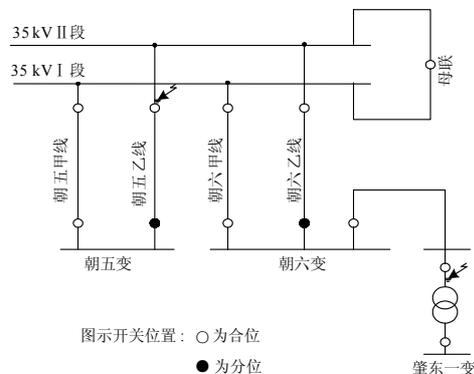


图 1 故障时系统运行方式

Fig.1 System operating mode when accident

通过对故障现场反馈信息和保护动作情况的分析，此次事故存在以下两个疑点：

(1) 系统 C 相接地故障点是否在 35 kV II 段母差保护动作区内，肇东一变主变差动保护动作与 110 kV 变电所母差保护动作有何联系？

(2) 如果 35 kV II 段母线确实存在短路故障，为什么母差保护动作只跳开母联开关，而 II 段母线上其他开关未动？

2 保护动作情况分析

2.1 C 相接地故障点查找过程分析

在本次事故发生当晚，由于当时雨势较大，现场值班员没有准确汇报出故障点是否在母差保护动作区内。雨停后，进行再次检查，只发现朝五乙线线路名称标示牌掉落在地上，另外没有发现明显故障点。但我们在仔细分析故障录波数据后，发现了重要的线索：故障线路 35 kV 朝五乙线没有短路电流流过。此线路的电流互感器装设在开关内部，说明短路电流没有流经 35 kV 朝五乙线开关，故障点应在开关母线侧，属于母差保护区内故障。故障范围确定后，经再次查找，终于发现 35 kV 朝五乙线出口龙门架母线侧 C 相耐张线夹导线末端有烧痕。

2.2 35 kV 系统 C 相间歇性接地

19 时 02 分，35 kV 朝五乙线出口龙门架 B、C 相之间线路标示牌一侧脱落，与母线侧 C 相耐张线夹导线末端放电（如图 2），故障点位于 35 kV 朝五乙线母线侧，造成 110 kV 变电所 35 kV I、II 段母线 C 相间歇性接地，引起系统 A、B 相电压升高。

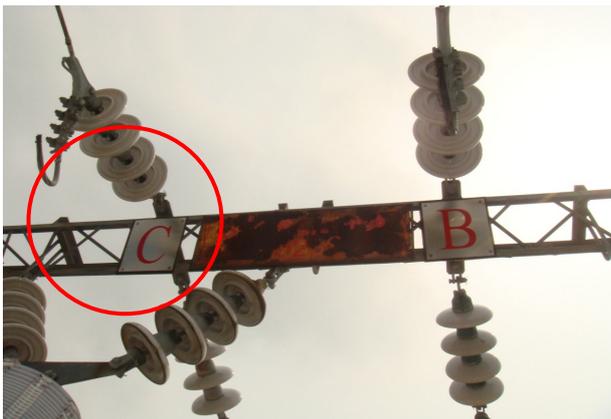


图 2 母线单相接地故障点

Fig.2 Fault point of single-phase grounding on bus bar

2.3 A、C 异地两相接地，35 kV II 段母差、肇东一变主变差动同时启动

19 时 26 分，由于 35 kV 肇东一变主变高压侧 A 相电缆头制作工艺不良，在相电压升高的情况下，

造成对地绝缘击穿（解剖发现绝缘击穿点处有明显烧痕），A 相接地点在主变差动区范围内。此时，35 kV 肇东一变主变高压侧 A 相接地点与 35 kV 朝五乙线母线侧 C 相接地点形成 A、C 异地两相接地短路。接地点及短路电流流向如图 3 所示。

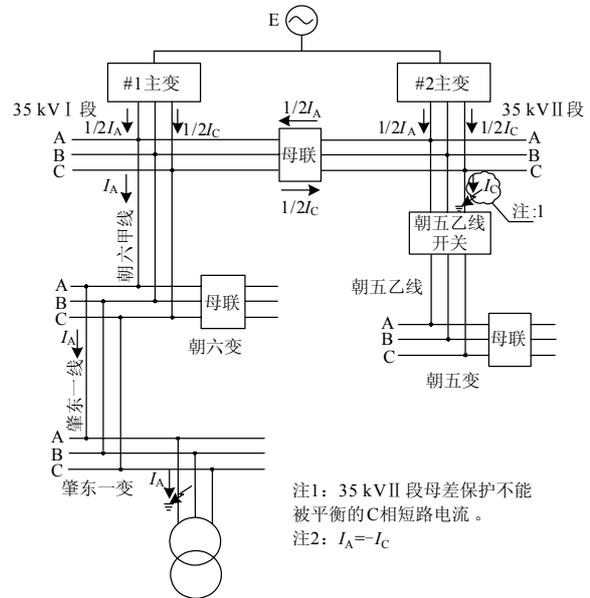


图 3 接地点及短路电流流向图

Fig.3 Grounding point and route graphics of short circuit

从图 3 可以看出，110 kV 变电所 35 kV I 段母线无差流，35 kV II 段母线有差流产生。35 kV II 段母线接地点在母差保护范围内，且录波数据显示短路电流二次有效值为 11 A，超过了母差保护电流启动值 6 A，35 kV II 段母差保护启动。此外，35 kV 肇东一变主变差动保护动作区内同样流过短路电流，因此 35 kV 肇东一变主变差动保护同时启动。

2.4 35 kV 母联开关跳开，II 段母线其他开关未动

从故障时电压录波数据中提取 3 点瞬时值（如表 1）。

表 1 录波数据电压瞬时值

Tab.1 Voltage instantaneous value of wave data

	A 相电压		B 相电压		C 相电压	
	有效值/V	相角/ (°)	有效值/V	相角/ (°)	有效值/V	相角/ (°)
1	88.385	0	76.583	288.6	23.967	77.6
2	88.536	71.3	76.082	0	24.766	148.3
3	87.941	282.4	76.425	211	24.122	0

换算为线电压^[1]：

第 1 点： $U_{AB}=96.71\text{ V}$ $U_{BC}=97.91\text{ V}$

$$U_{CA} = 86.48 \text{ V}$$

$$\text{第 2 点: } U_{AB} = 96.51 \text{ V} \quad U_{BC} = 98.02 \text{ V}$$

$$U_{CA} = 86.38 \text{ V}$$

$$\text{第 3 点: } U_{AB} = 96.29 \text{ V} \quad U_{BC} = 97.89 \text{ V}$$

$$U_{CA} = 86.06 \text{ V}$$

由上述计算结果可知: A、C 异地两相接地短路期间, 110 kV 变电所 35 kV 母线电压高于母差电压闭锁定值 70 V。

根据该变电所 35 kV 母差保护原理图, 母差继电器动作后, 除 35 kV 母联开关外, 其他出线开关均通过低压闭锁回路跳闸。因此在 35 kV II 段母差保护动作后, 只有 35 kV 母联开关可以作用跳闸, 而 35 kV II 段母线其他开关由于电压闭锁未能跳闸。

2.5 35 kV 肇东一变主变两侧开关跳开

肇东一变 A 相接地故障点位于主变高压侧套管与开关之间, 属于差动保护动作区。主变差动保护动作, 两侧开关跳闸后, A 相接地故障点被切除, 系统由 A、C 异地两相接地转变为 35 kV 朝五乙线母线侧 C 相接地。数分钟后, 朝五乙线线路名称标示牌彻底脱落, 掉入 35 kV 开关场, 35 kV C 相接地故障点消除, 系统接地消失。

3 结论

此次故障是由 110 kV 变电所 35 kV 母线单相接地引起, 另外两相电压升高造成系统薄弱点肇东一变主变高压侧电缆 A 相绝缘击穿, 形成 A、C 相异地两相接地短路。故障点均在保护动作区内, 110 kV 变电所 35 kV II 段母差保护、35 kV 肇东一变主变差动保护动作正确。35 kV II 段母差保护只跳开母联开关的异常动作行为是由于保护电压闭锁的设计造成。但通过此次事故可以看出:

1) 该变电所对运行设备的管理还不到位, 没有及早发现线路名称标示牌脱落事故隐患;

2) 下级变电所肇东一变主变高压侧电缆头的施工制作存在质量问题, 当系统发生单相接地、其它两相电压升高时, 造成对地绝缘击穿。

参考文献

- [1] 邱关源. 电路[M]. 四版. 北京: 高等教育出版社, 1999.
 QIU Guan-yuan. Electrocircuit[M]. Fourth edition. Beijing: Higher Education Press, 1999.

收稿日期: 2009-08-26; 修回日期: 2009-09-23

作者简介:

王力飞 (1980-), 男, 工程师, 硕士, 从事电网继电保护运行管理、整定计算工作。E-mail: wanglfei@cnpcc.com.cn

(上接第 147 页 continued from page 147)

- ZENG Xiang-jun, YU Yong-yuan, ZHOU You-qing, et al. On-line distinguishing between resonance and one-phase grounding in distribution network[J]. Automation of Electric Power Systems, 1998, 22 (8): 41-43.
- [2] 王亮, 施围, 沙玉洲, 等. 电压互感器三相励磁特性对铁磁谐振的影响[J]. 继电器, 2005, 33 (2): 35-42.
 WANG Liang, SHI Wei, SHA Yu-zhou, et al. Influence of three phases' excitation characteristics of PT on ferroresonance[J]. Relay, 2005, 33 (2): 35-42.
- [3] 刘增良, 李铁玲, 刘国亭. 对电压互感器饱和引起的电位偏移与铁磁谐振的分析[J]. 电力自动化设备, 2006, 26 (11): 21-23.
 LIU Zeng-liang, LI Tie-ling, LIU Guo-ting. Voltage shift and ferroresonance caused by voltage transformer saturation[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26 (11): 21-23.
- [4] Graovac M, Iravani R, WANG Xiao-lin, et al. Fast ferroresonance suppression of coupling capacitor voltage transformers[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2003, 18 (1): 158-163.
- [5] 李嗣明, 何婧, 张熙军, 等. 消弧线圈投入后引起系统电压不平衡原因分析及解决办法[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36 (4): 124-128.
 LI Si-ming, HE Qing, ZHANG Xi-jun, et al. Causing analysis and design solution of system voltage's unbalance when ARC-suppression coil goer line[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36 (4): 124-128.
- [6] 杜永忠, 阎国强, 韩加凌. 自动调谐调匝式消弧线圈阻尼电阻的选取原则分析[J]. 继电器, 2005, 33 (12): 40-43.
 DU Yong-zhong, YAN Guo-qiang, HAN Jia-ling. Selecting principle analysis of damping resistance for automatic-tuning multi-tap arc-suppression coil[J]. Relay, 2005, 33 (12): 40-43.

收稿日期: 2009-08-18; 修回日期: 2009-10-23

作者简介:

吴骏 (1978-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护工作; E-mail: wjjgd@163.com

卢刚 (1966-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护工作。