

一种解决三相故障失去方向性的实用判据

王忠, 余洪, 李娟, 卢俊

(国网电力科学研究院, 江苏 南京 210003)

摘要: 电力系统线路经小电阻短路时, 可能导致距离继电器区外超越以及在背后母线三相经小电阻短路时误动。以阻抗圆继电器为例在阻抗平面上分析了由于过渡电阻引起区外超越和反方向误动的原因, 并在电压平面上用向量图对比分析了用不同极化电压形成动作圆时过渡电阻对它产生的影响, 在其基础上提出了一种解决这种区外误动实用方法, 即用相位突变量距离继电器防止记忆电压消失后阻抗继电器失去方向性的问题, 从向量图分析可以看出这种方法是可行的, 并且装置的动模试验结果也验证了其可行性。

关键词: 高压线路保护; 三相故障; 电弧电阻

A method for three-phase fault lost directivity

WANG Zhong, YU Hong, LI Juan, LU Jun

(Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: When the electric power system of line has faults with transition resistor, the distance protection maybe lose direction or trip when the faults are outside of protection range. The paper analyzes the reason of losing directivity and overreach faults using resistance vectogram. And it also analyzes the effects of transition resistor on distance relay when using some different polarizing voltage on the voltage vectogram. It gives a method to resolve this problem, i.e. using power variation distance relay to avoid losing direction when memorization voltage lost. The vectogram tests and verifies this principle and dynamic analogies examination proves its feasibility.

Key words: high-tension line protection; three-phase fault; electric arc

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)09-0122-04

0 引言

距离保护在高压及超高压输电线路获得了广泛的应用, 距离继电器是距离保护的主要测量元件。电力系统发生故障时, 故障处往往出现电弧, 电弧本身是电阻性的, 但是在有对侧电源助增的情况下, 保护装置测得电弧不再呈纯阻性。这严重影响了距离继电器对短路阻抗的测量, 特别是三相反方向故障经电弧接地时, 还会出现误动^[1]。在南瑞城乡的 DSA8341 的研发过程中, 通过反复的理论推敲和试验论证, 总结了一种解决这种区外误动的方法。

1 区外误动分析^[2]

电弧 R_g 一般为纯电阻, 假设流过 R_g 的电流为 \dot{I}_F , 流过保护安装处的电流为 \dot{I} , 则继电器在正方向故障时测得的阻抗为:

$$\begin{cases} Z = Z_L + Z_R \\ Z_R = \frac{\dot{I}_F}{\dot{I}} R_g \end{cases}$$

其中: Z_L 为故障点到保护安装处的线路阻抗; Z_R 为保护测得的电弧阻抗。单侧电源时 $\dot{I}_F = \dot{I}$, Z_R 为纯阻性, 一般不会引起距离继电器超越。但在双侧电源的情况下, \dot{I}_F 和 \dot{I} 不再同相, 此时 Z_R 就呈电抗特性。

下面以区外故障和反方向故障来说明电弧对距离继电器的影响:

图 1 中保护安装于送电侧, 在区外经过渡电阻短路时, 由于受电侧电源的助增作用, \dot{I}_F 落后于 \dot{I} , 于是 Z_R 呈容性, 造成姆欧继电器及电抗继电器超越。

图 2 中保护安装于受电侧, 在背后母线经小过渡电阻短路, 此时流经保护的电流仍然是送电侧电源提供的, 过渡电阻上的电流自然受到受电侧电源

上式中： $\dot{U}_{\varphi\varphi}$ 为保护测得的相间电压； $\dot{U}_{\varphi\varphi(0)}$ 为相间电压的记忆量； $\dot{I}_{\varphi\varphi}$ 为保护测得的相间电流； $\dot{I}_{\varphi\varphi(0)}$ 为相间电流的记忆量； Z_Y 为保护的整定阻抗。

第一个条件是传统的采用记忆电压的姆欧继电器，其特性如图 5 所示。当发生正方向三相故障时，在记忆作用有效期间其动作特性为 C1；当发生反方向故障时，在记忆作用有效期间，动作特性为 C3，这个时候姆欧继电器不会误动，但当记忆作用消失以后，姆欧继电器的动作特性就变成圆 2，圆 C2 是一个过原点的圆，也就意味着这个时候姆欧继电器将失去方向性。

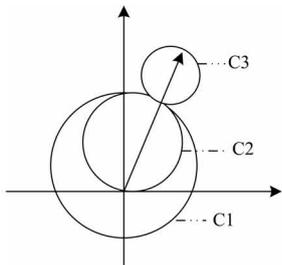


图 5 三相故障时姆欧继电器的动作特性

Fig.5 Performance characteristic of mho-impedance-relay in three-phase fault

第二个方程在记忆作用存在的时候，其特性类似于图 5 中的 C1 和 C3，而当记忆作用消失后，相位突变量距离继电器 ($90^\circ < \arg(\dot{U}'_{0l}/\dot{U}') < 270^\circ$) 显然不会动作。这样就解决了背后经小电阻三相短路时姆欧继电器失去方向性的问题。

由于记忆电压存在的时间有限，在实用中我们

采用这样的方法，当姆欧继电器和相位突变量距离继电器都动作时，就置动作标志，当记忆作用消失后，如果有动作标志，就让姆欧继电器保持动作下去。如果是反方向故障，则不论过渡电阻的大小，相位突变量距离继电器都不会动作，因此不会失去方向性。

4 试验分析

建立如图 8 所示系统，试验电压等级为 750 kV，每 100 km 线路参数为： $X_1=26.8\Omega$ ， $\varphi_1=87.4^\circ$ ， $C_1=1.42\mu\text{F}$ ， $X_0=84\Omega$ ， $\varphi_0=72^\circ$ ， $C_0=0.93\mu\text{F}$ 。

当在 K4 点发生电弧电阻为 3Ω 的三相故障时测得 L 侧电压电流如图 6、图 7 所示。

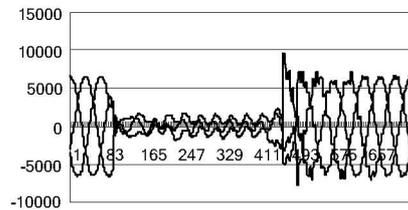


图 6 L 侧电压采样值

Fig.6 Voltage sampling value in L side

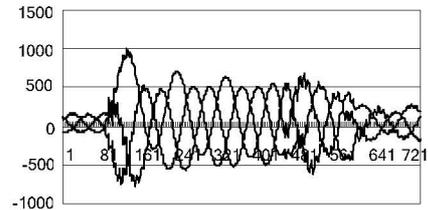


图 7 L 侧电流采样值

Fig.7 Voltage sampling value in L side

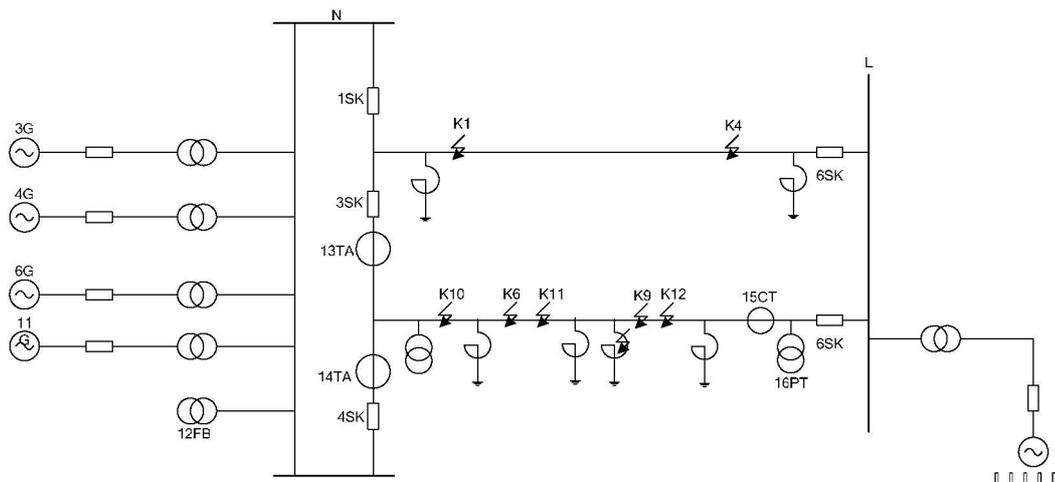


图 8 动模试验系统图

Fig.8 System diagram of experiment

当记忆作用消失以后,如果用公式 $\theta = \arg(\dot{U}/\dot{U}')$ 计算,取图 8 系统所获静模数据(每周波 20 个采样点),经过傅式算法滤波以后,测得 $\arg(\dot{U}/\dot{U}')$ 在 93° 至 85° 之间变化,可能导致距离继电器误动;如果用 $\arg(\dot{U}'_{|0|}/\dot{U}')$ 进行计算的话,当记忆作用消失后 $\dot{U}'_{|0|}$ 约等于 \dot{U}' ,也就是此时 $\arg(\dot{U}'_{|0|}/\dot{U}')$ $\approx 0^\circ$,保护肯定不会误动。而在区内故障记忆作用有效的时候, $\arg(\dot{U}'_{|0|}/\dot{U}') = \arg(\dot{U}_{|0|}/\dot{U}')$,该继电器能正确动作。

5 结束语

该方法已经成功地应用于南瑞城乡 DSA8341 高压线路保护中,在动模试验中发现,三相故障时如果采用传统的用记忆电压极化的方法,在反方向经过渡电阻故障时,总会有一种过渡电阻使得距离保护误动。而采用了本文提出的实用判据之后就能很好地解决动模试验中出现的这些问题,并且对其他的保护逻辑也不会造成不好的影响。

参考文献

- [1] 朱声石. 确良高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

ZHU Sheng-shi. The Principle and Technical of EHV Protection Relay[J]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

- [2] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.

CHEN De-shu. The Principle and Technic of Microcomputer Protection Relay[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1992.

- [3] 朱声石. 高压电网线路保护的新技术[J]. 电力系统自动化, 1989, 13(4): 3-7.

ZHU Sheng-shi. The New Principle of EHV Protection Relay, 1989, 13(4): 3-7.

- [4] 洪佩孙, 李九虎. 输电线路距离保护[M]. 北京: 水利电力出版社, 2008.

HONG Pei-sun, LI Jiu-hu. Line Protection of Distance Relay[M]. Beijing: Hydraulic and Electric and Power Press, 2008.

收稿日期: 2009-06-10

作者简介:

王忠(1969-), 男, 硕士研究生, 长期从事线路继电保护研究;

余洪(1981-), 男, 硕士研究生, 长期从事线路继电保护研究; E-mail: yu_005hust@163.com

李娟(1979-), 女, 硕士研究生, 长期从事线路继电保护研究。

(上接第 121 页 continued from page 121)

电力系统的发展和研究中不断出现了一些新的要求, 物理模拟今后还要进一步地研究和发展, 还需要深入掌握原型系统和各元件的特性, 发展电力系统的实验技术, 进一步提高模型的精确度与实际系统实验进行比较, 真实和动态地再现电力系统的各种动态运行工况和扰动过程, 为电力系统的研究提供科学依据。

参考文献

- [1] 维尼柯夫 В А, 伊万诺夫斯莫连斯基 А В. 电力系统的物理模拟[M]. 北京: 中国工业出版社, 1962.

Веников В А, Ивановсмоленский А В. Physical Simulation of Power System[M]. Beijing: China Industry Press, 1962.

- [2] 陈德树, 唐萃, 尹项根, 等. 特高压交流输电继电保护及相关问题[J]. 继电器, 2007, 35 (5): 1-3.

CHEN De-shu, TANG Cui, YIN Xiang-gen, et al. Special Issues and Suggestion on Protective Relaying Applied in UHV Transmission Line[J]. Relay, 2007, 35 (5): 1-3.

- [3] 杨德先, 陈德树, 陈卫, 等. 特高压交流输电系统的

动态物理模型[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (22): 36-39.

YANG De-xian, CHEN De-shu, CHEN Wei, et al. Dynamic Physical Model of 1000 kV UHV AC Transmission System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (22): 36-39.

- [4] 杨德先, 陆继明. 电力系统综合实验原理与指导[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

YANG De-xian, LU Ji-ming. The Principle and Direction on Power System Integrated Experiment[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.

收稿日期: 2009-06-22;

修回日期: 2009-10-23

作者简介:

杨德先(1963-), 男, 高级工程师, 硕士学位, 电力系统动态模拟实验室主任, 主要研究方向为电力系统自动化及动态模拟; E-mail: ydx@mail.hust.edu.cn

陈德树(1930-), 男, 教授, 博士生导师, 从事电力系统继电保护等领域的教学、研究工作;

张凤鹤(1980-), 女, 工程师, 硕士学位, 主要研究方向为电力系统数字仿真及动态模拟。