

线路非全相运行时保护问题探讨

赵曼勇

(广东省电力调度中心, 广东 广州 510600)

摘要: 由于国民经济的快速发展, 电力系统的负荷越来越大, 线路非全相时的零序电流有了很大增加, 本文通过对线路非全相时零序电流的计算分析, 提出了线路非全相时保护整定及运行中应注意的问题及解决的方法。

关键词: 非全相; 保护; 零序电流

中图分类号: TM772 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2003)07-0081-03

1 引言

在电力系统中, 220 kV 及以上电压等级的线路, 大部分采用单相重合闸, 当线路单相故障, 单相重合闸过程中, 或一相跳开后, 因开关压力低、操作箱未经保护出口跳开单相等各种原因而造成开关未重合, 线路即进入非全相运行。在线路非全相运行时, 由于系统的不对称性, 将产生零序和负序电流。近两年, 由于国民经济的快速发展, 全国大部分省市的电力都由前几年的要控制发电出力而到目前的供电供不应求, 甚至要拉闸限电的情况。为满足用电需求, 及解决线路走廊问题, 广东省一些线路已由 240 等型号导线更换成 LG-2 * 630 等型号的导线, 使正常流过线路的负荷电流有了很大增加, 如 630 导线在 25 时最大负荷电流可达到 2260 A, 由于正常负荷电流的增加, 线路在非全相时的零序电流也有了很大增加, 有些线路的零序非全相电流可能会远远大于整定规程中所建议的 1000 A 电流值。如何在整定及运行中, 防止线路在非全相运行时, 本线及相邻线保护的误动及拒动, 导致大面积停电的恶性事故, 将是本文要探讨的问题。

2 计算分析

假定系统中某线路 A 相断开, 断开前线路 A 相负荷电流已知为 I_{1a} , 断开后, 在断相处出现一组不对称的电压 $U_a = 0$, $U_b = U_c = 0$, 线路断相后的状态可作为正常负荷状态与 U_a 作用下的故障量的叠加。以 A 相为基准相, 根据计算和推导, 可

得断相处的各相电流为:

$$\begin{cases} I_a = 0 \\ I_b = a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0} = \frac{-1.5 \frac{Z_2}{Z_0} - j\sqrt{3} \left(1 + \frac{Z_2}{2Z_0}\right)}{1 + \frac{Z_2}{Z_1} + \frac{Z_2}{Z_0}} I_{1a} \\ I_c = a I_{a1} + a^2 I_{a2} + I_{a0} = \frac{-1.5 \frac{Z_2}{Z_0} + j\sqrt{3} \left(1 + \frac{Z_2}{2Z_0}\right)}{1 + \frac{Z_2}{Z_1} + \frac{Z_2}{Z_0}} I_{1a} \end{cases} \quad (1)$$

根据式(1), 当 $Z_1 = Z_2$ 时, 得断相后 $3I_0$ 为:

$$3I_0 = I_a + I_b + I_c = - \frac{3I_{1a}}{1 + \frac{Z_0}{Z_1} + \frac{Z_0}{Z_2}} = - \frac{3I_{1a}}{1 + 2 \frac{Z_0}{Z_1}} \quad (2)$$

由式(2)可看出, $3I_0$ 随 I_{1a} 和 Z_0 / Z_1 的比值的 变化而变化, 当负荷电流 I_{1a} 为 2260 A 时, 断相后 $3I_0$ 与 Z_0 / Z_1 的关系如表 1 所示:

表 1 断相后 $3I_0$ 与 Z_0 / Z_1 的关系

Tab. 1 Relationship between $3I_0$ and Z_0 / Z_1 after phase failure						
Z_0 / Z_1	0.25	0.5	0.75	1	2	3
$3I_0(A)$	4520	3390	2712	2260	1356	968

由表 1 及式(2)可得出如下结论:

- (1) 一相断开后, 本线零序电流随 Z_0 / Z_1 的比值的增大而减小。
- (2) 一相断开后, 本线零序电流随负荷电流的增大而增大。

2.1 计算实例

图 1(a) 为某 220 kV 电网简化接线图, 设在梅站

侧 A 相断开,断开前 A 相负荷电流为 2260 A,基准容量 $S_B = 100 \text{ MVA}$,它的正、负序等值网络图如图 1 (b) 所示,零序等值网络图如图 1 (c) 所示,(西梅、回线之间互感标么值为 0.0095)

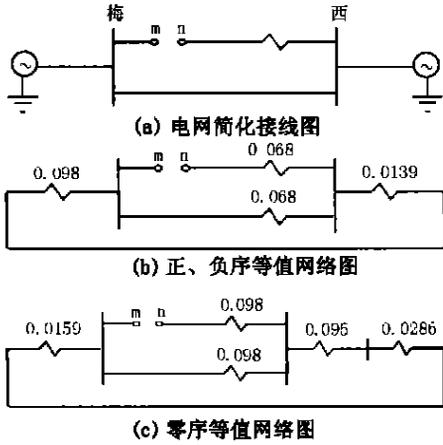


图 1 非全相计算简图

Fig. 1 Simplified phase failure calculation

从断口 mn 计算输入阻抗,计算网络图如图 1 (b)、(c) 所示。

$$Z_1 = Z_2 = 0.068 + (0.098 + 0.0139) // 0.068 = 0.11$$

$$Z_0 = 0.098 + (0.0159 + 0.0286 + 0.095) // 0.098 = 0.155$$

根据式 (2), 得断相 3 倍零序电流为:

$$3I_0 = -3 \frac{I_{1a}}{1 + 2 \frac{Z_0}{Z_1}} = -3 \frac{2260}{1 + 2 \times \frac{0.155}{0.11}} = -1770 (\text{A})$$

梅站侧系统分支 3 倍零序电流为:

$$3I_0 = -1770 \times \frac{0.098}{0.098 + 0.095 + 0.0286 + 0.0159} = -0.412 \times 1770 = -730 (\text{A})$$

西梅回路 3 倍零序电流为:

$$3I_0 = -(1 - 0.142) \times 1770 = -1040 (\text{A})$$

由以上的计算分析得出的零序电流分布见图 2。

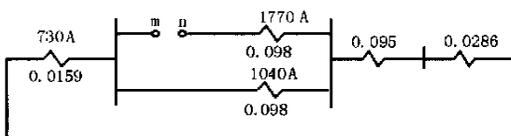


图 2 零序电流分布图

Fig. 2 Zero sequence current distribution

由以上的计算分析可知,线路非全相时由于负

荷电流的增加将在本线及相邻线中产生比较大的零序电流,该零序电流分布不仅受零序阻抗的影响,而且随互感值的不同而不同,当互感值越大时,在平行双回线中的另一回线非全相零序电流分布的越多,当互感值越小时,在相邻其他出线中分配的越多,且相邻出线越少,非全相零序电流对保护的影响也就越大。

3 线路非全相时应注意的问题

3.1 零序保护在非全相运行时应注意的问题

设算例中西梅、回的零序定值如图 3 所示。

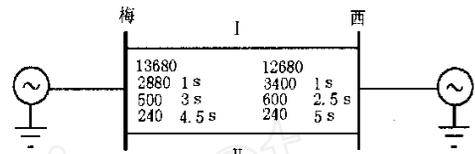


图 3 零序定值示意图

Fig. 3 Zero sequence current setting

根据计算分析及西梅、回的零序定值可知,当西梅或西梅回在单相故障跳开后因一些原因未重合或经操作箱误动造成非全相时,西站侧零序三段 600 A、2.5 s 可能同时跳开西梅及西梅回线。当西梅和西梅回投入的是 11、15 或 101、102 型保护时,因本线非全相时闭锁了本线正常零序四段保护,还造成本线非全相时保护拒动,而相邻线保护误动的可能。当负荷电流已达 2000 A 左右时,系统非全相产生的负序及零序将对设备产生一定的危害,同时长期非全相产生的不平衡电流也将使一些保护被闭锁,使系统再发生故障无法跳闸,因此本线非全相时(并不指正常单相重合闸过程中造成的非全相)要求本线应可靠跳闸,而相邻线应可靠不动,否则将可能造成系统的大面积停电,严重时还可能造成系统瓦解的事故。

为解决非全相运行时零序保护的误动问题,笔者认为可采取投入三相不一致保护的方法,三相不一致保护应整定的比较灵敏,躲过单相重合闸时间及零序不平衡电流即可,如单相重合闸时间 0.8 s,三相不一致保护可整定 240 A(一次值),1.5 s 左右,躲不过相邻线非全相运行的零序保护定值按大于 1.5 s 整定。如在图 3 中西梅和西梅均投入了三相不一致保护,当西梅或西梅发生因重合闸未重合等原因造成的非全相时,将由本线的三相不一致保护 240 A、1.5 s 跳开本线的另两相开关,相邻线的零序段及零序段保护因达不到零序定值而

不会误动,零序三段及零序四段动作时间因大于本线三相不一致保护的1.5 s则也不会误动了。

投入三相不一致保护时,应注意重合闸起动应不闭锁三相不一致保护(在101、102型保护定值中可通过控制字选择),因若选择闭锁,则重合闸起动,三相不一致保护要等重合闸整组复归才能跳闸,这样在重合闸起动而开关未重合时,三相不一致保护将被闭锁而无法跳闸。

为减少线路非全相运行的机率,在有条件的线路上应采用三相重合闸,开关中的三相不一致在保证可靠性的同时也应投入,动作时间可整定与保护三相不一致时间相同,或比保护时间短,躲过重合闸时间即可。

3.2 母差保护或双高频保护停运时应注意的问题

由于单相重合闸时间一般整定为0.8~1 s,所以躲不过本线及相邻线非全相零序电流定值的三段(901、902型保护中为二段)时间,整定大于1 s,以防止本线及相邻线在重合闸过程中线路非全相运行时,零序保护的误动。在母差保护停运时,由于系统稳定的需要,一般要求将对侧灵敏段保护改为0.3~0.5 s。如图3所示,当西站母差保护停运时,若此时将梅站侧相间距离二段及零序三段(901、902型中为零序二段)600 A,2.5 s动作时间改为0.3 s或0.5 s,若西梅、回线投入单相重合闸,当西梅回线发生单相故障单相跳开,在重合闸过程中非全相运行期间,西梅回及西梅回线的零序电流均可能达到600 A,0.3 s或0.5 s定值而误动(若为11、15或101、102型保护时,本线正常零序四段保护因在非全相时被闭锁,故本线不会误动),在这种情况下,仅退出母差停运时改定值的西梅、西梅回线的单相重合闸可能仍不能避免非全相时误动,还必须分别

退出西站和梅站所有出线的单相重合闸,这样既增加了调度的工作量,又可能因错漏退造成保护误动而影响系统安全。因此,笔者建议在母差保护停运时,仅改停运母线保护对侧线路相间距离二段及接地距离二段保护时间定值(当确认零序定值在非全相不误动时方可改零序定值),而不改零序保护三段定值,这样既保证了母线故障的稳定问题,又可防止零序保护在非全相时的误动。

同理,当某线双高频退出时,为满足稳定需要,当零序保护定值躲不过非全相时,最好也只将两侧相间距离及接地距离保护改时间,而不改零序保护时间,以避免本线及相邻线非全相期间零序保护的误动。

4 结论及建议

由于系统的发展和线路线径的更换,线路正常负荷电流有了很大增加,继电保护人员在整定及运行中除应注意零序保护整定,还应注意距离保护三段躲负荷整定、静稳破坏电流值的整定以及负序电流值的整定等。同时建议保护生产厂家在线路非全相时可选择闭锁和不闭锁正常零序保护,以方便各省市不同整定配合原则的整定。

参考文献:

- [1] 崔家佩,等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:水利电力出版社,1994.
- [2] 华北电力学院. 电力系统故障分析[M]. 北京:电力工业出版社,1980.

收稿日期: 2003-01-20

作者简介:

赵曼勇(1957-),女,本科,一直从事继电保护工作。

Discussion on some protection problem about power line operating with phase failure

ZHAO Man-yong

(Electric Power Dispatch Centre of Guangdong Province, Guangzhou 510600, China)

Abstract: With the national economy rapidly developing, load is continuously increasing on electric power lines and the zero sequence current is greatly increased on power line operating with phase failure. The paper calculates and analyzes the zero sequence current in power line during phase failure, meanwhile, it presents the problem to notice and the way to solve it when protection is set and operated under such cases.

Key words: phase failure; protection; zero-sequence current