

相电流速断在高压电网中的应用

安徽省电力中调所 吴运祥

提 要

本文在小结了安徽电网中大量加装了相电流速断的基础上,阐述了相电流速断的作用、整定计算方法及应用范围。可供运行和设计单位在选用时参考。

最近二年我省已在9条220kV线路上加装了相电流速断。最短线路长61公里,最长线路是155公里,其中有几条是双回路。最短的双回路是110公里。在正常方式下出口三相短路均有1.2以上的灵敏度。1985年动作2次,动作正确率100%。现就它的作用、整定计算方法和应用范围谈一些粗浅的看法。

一、相电流速断的作用

中性点直接接地的高压电网故障绝大部分可能是单相接地,它约占整个故障的90%左右。因此为快速切除这类故障设置了较为完善的保护,而相间故障,特别是三相短路很少很少,仅占整个故障的3%以下。但它对电网危害最为严重,尤其以出口三相短路更为严重,从而在保护配置上或保护构成原理上必须对这种虽为稀少,但危害极大的故障予以重视。

为了解决以上问题,特别是出口三相故障,距离保护Ⅰ段必须投入,距离继电器要有记忆回路。但目前运行的JJ-12及由它构成的高频闭锁等不做适当改进:投入距离Ⅰ段或改为距离Ⅲ段停讯等,是不能保证有效地切除在线路出口的三相故障。改为距离Ⅲ段停讯工作量较大,改线多,这对运行单位来说是一种负担。投入Ⅰ段虽简单,但因振荡闭锁采用定时复归,故障发生0.2"后距离Ⅰ、Ⅱ段均被解除,另外为区别重合于三相故障与系统振荡用1.5"时间来区分。这样在非全相再发生相间故障或重合于三相故障,快速切除得不到解决。

相电流速断简单可靠,动作迅速,试验方便,它可以较好的解决出口三相短路和再故障快速切除的问题。它也可做选相元件,我们仅就作为相电流速断来讨论。

二、相电流速断的接线

相电流速断接线很简单,为便于了解现将我们在JJ-12中加装的部分绘于图1A。图1B为PLH-11/AI加装图,它较难整定,因还兼做选相元件现已不用。

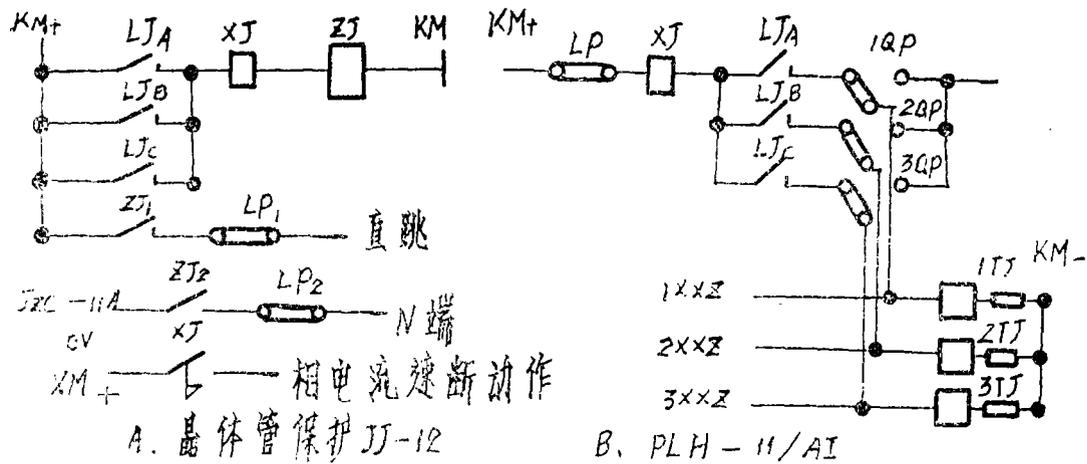


图 1

三、相电流速断的整定

合理的选择相电流速断的整定值是保证它正确动作和有效地发挥它迅速、可靠切除出口三相短路的重要关键，也是决定它在什么样线路上能够使用的基础。它的整定应考虑以下因素：

1、为防止区外故障时误动，它应躲过线路末端和本母线故障时流过保护装置中的最大电流。

$$I_{DZ} = K_R \cdot I_{K, max} \quad (1)$$

K_R —可靠系数，取1.2~1.3 $I_{K, max}$ —区外故障时最大故障电流

故障点选取 K_1 和 K_2 点。故障形式一般选取三相故障、单相接地故障，当线路不长零序综合阻抗小于正序综合阻抗较多时，尚应选取两相接地故障形式。我们计算多例，三相短路电流比单相故障或两相接地故障电流大的多。

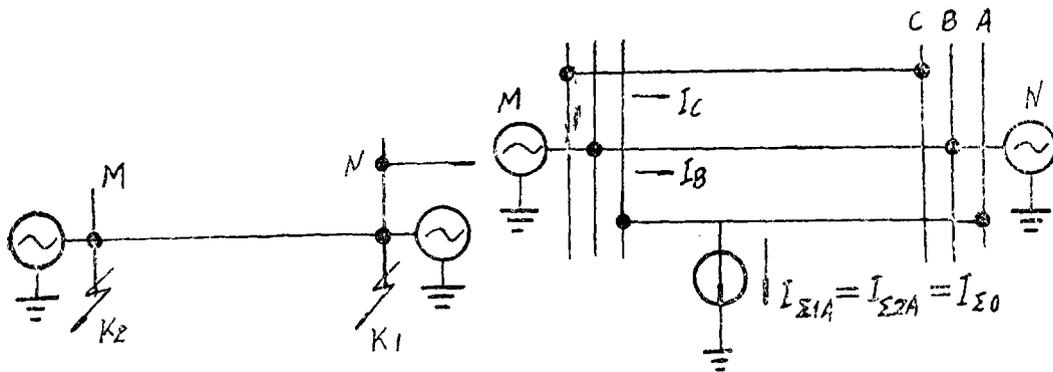


图 2

图 3

2、当它不经过选相元件时，为防止单相故障跳三相尚应躲开出口单相故障时非故障相电流。

非故障相电流包括故障分量及负荷分量：故障分量与负荷分量的和（认为两者、同相位）

$$\begin{aligned} I_B &= I_F + I'_B \\ &= I_F + I'_{B1} + I'_{B2} + I'_0 \\ &= I_F + a^2 K_{1M} I_{\Sigma 1A} + a K_{2M} I_{\Sigma 2A} + K_{0M} I_{\Sigma 0} \\ &= I_F + (a + a^2) K_{1M} I_{\Sigma 1A} + K_{0M} I_{\Sigma 0} \\ &= I_F + (K_{0M} - K_{1M}) I_{\Sigma 0} \end{aligned}$$

式中： K_{1M} —正序网M侧分支系数

K_{0M} —零序网M侧分支系数

$$I_{DZ} = K_R [I_F + (K_{0M} - K_{1M}) I_{\Sigma 0}] \quad (2)$$

K_R —取1.2~1.3

3、躲本线非全相且系统发生振荡时最大电流。

$$I_{DZ} = K_R \cdot I_{B \text{、max}} \quad (3)$$

式中： K_R —可靠系数，两侧电势 E_M 、 E_N 夹角 δ 取 180° 时 $K_R = 1.1$ ， δ 取 120° 时 K_R 取1.3。

$I_{B \text{、max}}$ —非全相系统振荡时本线中最大电流。

$I_{B \text{、max}}$ 按下面方法计算。（以A相断相为例）

$$I_{d \text{、} B} = I_{d \text{、} A1} \left(a^2 - \frac{Z'_{2\Sigma} + a Z'_{0\Sigma}}{Z'_{2\Sigma} + Z'_{0\Sigma}} \right)$$

$$I_{d \text{、} C} = I_{d \text{、} A1} \left(a - \frac{Z'_{2\Sigma} + a^2 Z'_{0\Sigma}}{Z'_{2\Sigma} + Z'_{0\Sigma}} \right)$$

$$I_{d \text{、} A1} = \frac{E_{A\Sigma}}{Z'_{1\Sigma} + \frac{Z'_{2\Sigma} Z'_{0\Sigma}}{Z'_{2\Sigma} + Z'_{0\Sigma}}}$$

两者中取其中一相大者。

式中： $E_{A\Sigma} = E_{AM} - E_{AN}$ ，系统振荡时两侧电势差。 $\delta = 180^\circ$ 时， $E_{A\Sigma} = 2.1 E_A$ ；

$\delta = 120^\circ$ 时， $E_{A\Sigma} = 1.1 E_A$

$Z'_{1\Sigma}$ 、 $Z'_{2\Sigma}$ 、 $Z'_{0\Sigma}$ —断相处的系统环路正、负、零序阻抗。

一般如考虑到 $\delta = 180^\circ$ 时则按此条件计算出的 I_{DZ} 很大，使相电流速断几乎无保护范围。特别是多回路或多环联系较强的网络化简较困难。同时出现联系网络愈强 $Z'_{1\Sigma}$ 、 $Z'_{2\Sigma}$ 、 $Z'_{0\Sigma}$ 愈小 $I_{B \text{、max}}$ 愈大的现象。在非全相时如果两侧电势摆开 180° ，应该首先在非全相线断开。因此无必要按躲非全相系统振荡来整定，可按躲系统全相振荡来整定。最大振荡电流

$$I'_{B \text{、max}} = \frac{E_{\Sigma A}}{X'_{1\Sigma}}$$

$$I_{B, \max} = C \cdot I'_{B, \max} \quad C \text{—分支系数,}$$

4、躲最大负荷电流。

$$I_{DZ} = K_R \cdot I_{H, \max} \quad (4)$$

式中: $I_{H, \max}$ —最低运行电压下流过本线的最大负荷电流。

K_R —可靠系数, 取1.3~1.5。

按上述四个条件进行整定取用最大者。我们在这里分析的几个条件, 实际上均应服从于式(1)。

条件2中 $I_B = I_F + (K_{0M} - K_{1M}) I_{\Sigma 0}$ 。

$$K_{0M} = \frac{X_{0L} + X_{0N}}{X_{0M} + X_{0N} + X_{0L}} \quad K_{1M} = \frac{X_{1L} + X_{1N}}{X_{1M} + X_{1N} + X_{1L}}$$

如果 X_{0M} 很小而 X_{1M} 很大, 即小电源大变压器受电, 线路又较长 $K_{0M} - K_{1M} \approx 1$, $I_B \approx I_F + I_{\Sigma 0}$ 可能很大, 这时必须经过选相元件使 I_{DZ} 降低下来。一般在投单相重合闸时均经过选相元件, 因此无特殊要求时可不计算(Z)。

相电流速断主要是解决出口三相短路, 因此整定值不宜过小, 在出口有5~10%保护范围即可。这样比较容易整定, 同时又可在较多的线路上使用。

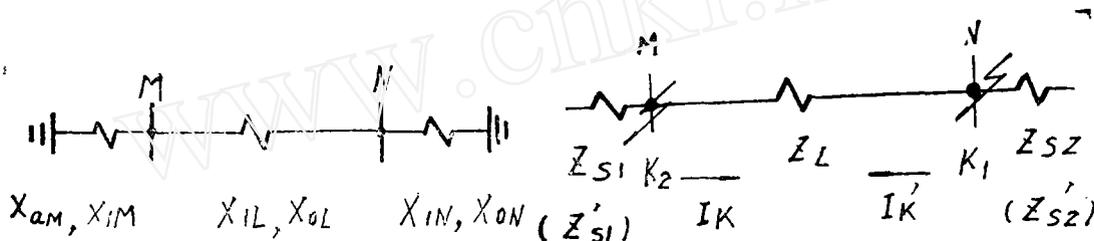


图 4

图 5

四、相电流速断的使用范围

是否所有的线路均可装设相电流速断? 这是我们在设计和对现有保护进行改进能否选用它最关心的问题。它的使用范围有一定局限性, 与线路长短、系统大小均有关。上面我们已分析它的定值主要由第一个条件所决定, 现以此来讨论见图5所示”

$$I_{DZ} = K_R \cdot I_{K, \max}$$

$$K_{Lm} = \frac{I_{K, \max}}{I_{DZ}}$$

Z_{S1} 、 Z_{S2} 、 Z'_{S1} 、 Z'_{S2} 为系统最大、最小方式时正序阻抗。M侧按躲 K_1 点故障整定和按躲 K_2 点故障整定时灵敏度分别为:

$$K_{Lm} = \frac{Z_{S1} + Z_L}{K_R \cdot Z'_{S1}}$$

$$K_{Lm} = \frac{Z_{S2} + Z_L}{K_R \cdot Z'_{S1}}$$

我们设在出口三相短路时有1.1的灵敏度则可将上两式改成:

$$\frac{Z_{S1} + Z_L}{Z'_{S1}} \geq 1.43 \quad (5)$$

$$\frac{Z_{S2} + Z_L}{Z'_{S1}} \geq 1.43 \quad (6)$$

从(5)、(6)式可看出和系统与线路阻抗比有关,系统愈小则要求线路愈长,与系统大、小方式阻抗差别有关,大、小方式阻抗差别大则要求线路愈长。设 $Z_{s1} = Z'_{s1}$,则 $Z_L \geq 0.43Z_{s1}$ ($Z_L \geq 1.43 - \frac{Z_{s2}}{Z'_{s1}}$),而 Z_{s1} 与 Z'_{s1} 总有差别,一般相差不大。根据我们系统情况一般 $Z'_{s1} \approx 1.05 \sim 1.3$,则对单回路 $Z_L \geq 0.86Z_{s1}$,双回路 $Z_L \geq 1.6Z_{s1}$ 加装相电流速断才有意义。

我们按 $Z_L \geq 1.43 - \frac{Z_{s2}}{Z'_{s1}}$ 和 $Z_L \geq 1.43 - \frac{Z_{s2}}{Z'_{s1}} Z'_{s1} = 1.3Z_{s1}$, $Z_{s1} = 0.5$ (基准容量1000MVA)估算单回线要57公里,双回线要105公里长装设相电流速断才有意义。

五、结 束 语

相电流速断简单可靠、维护调试方便,易整定,可快速切除出口三相严重故障,对提高系稳定水平有一定作用。但是它的应用范围有一定限制,对系统大、小方式和线路长度均有一定要求。在大电源出线的中长线路上装设相电流速断很有必要与可能。将它装设在短线上是不合适的,应当采用电流突变量保护。

参 考 文 献

- (1) 高压电网继电保护运行技术。王梅义等著 电力工业出版社 1981年。
- (2) 电力系统继电保护。山东工学院、山东省电力局编。1977年。
- (3) 电力系统继电保护。许敬贤、张道民著 中国工业出版社 1963年。

(上接20页)

表 2

故 障 点		短路合闸角	CVT	PT
正 方 向 区内0.8Zy		电压0°	24ms动作	11.5ms动作
正方向	1.03Zy	电压0°	暂态超越	暂态超越
区 外	1.25Zy	电压0°	态暂超越	不超越

从表2的结果,我们可以看出:

- 1) 正方向区内故障,CVT会造成继电保护延时动作。
- 2) 正方向区外故障,CVT会造成继电保护暂态超越。

这个试验结果与在静(动)模上CVT模拟的试验结果是一致的。

五、小 结

这种简化的CVT暂态模拟,通过解析和实际使用表明是科研和生产行之有效的试验手段。近年来英国通用电气公司(GEC)以及瑞士、澳大利亚等国家,都对CVT的特性提出了不少改进方案。因此,对CVT过渡过程的研究、模拟和CVT过渡过程对继电保护动态影响的试验方法的研究,今后还有待于我们继电保护和电容式电压互感器制造厂之间紧密合作,共同研究。