

有互感的线路上零序电流保护定值整定计算中 特殊情况的研究

湖北省电力中心调度所 王珍珍

内容摘要

本文通过电路分析方法把有互感网络化为无互感等价网络,对各种有互感的线路在发生接地故障时电流的变化进行分析研究,得出在有些复杂而又特殊互感分布情况下,不能完全按常规的故障位置及运行方式进行计算整定零序电流保护的定值,而应按本文分析法整定零序保护的定值,才能满足保护动作的选择性。

众所周知,零序电流保护装置简单可靠,动作时间快,它对保护电网安全运行的作用是显著的,但不足的是整定计算工作是非常复杂麻烦的,特别是在多环网和有零序互感线路上如何正确对零序保护进行整定计算是当前研究的课题之一。

零序保护速动段的动作电流亦是按电网中预定选定点(一般不越过本线末段)发生接地短路时避越流过保护装置的最大短路电流(零序电流)整定的,因此在被保护范围外发生接地短路时保护装置不动作,从而保证了动作的选择性,下面就双回有互感线路上零序保护值的整定计算方法进行分析研究。

(一) 双回平行线路全线之间有互感耦合

五 结 论

1. 本文提出了利用正序故障分量和负序分量进行相位比较的原理,实现了相位比较式电流选相元件和电压选相元件。

2. 本文提出的两种选相元件均有灵敏可靠,动作准确,不受负荷影响并具有耐受大过渡电阻能力的特点。

3. 相位比较式电流选相元件在大电源侧灵敏度高,相位比较式电压选相元件在小电源侧及无电源侧灵敏度高,二者可配合或结合使用。

4. 本选相元件整定计算简单。

参考文献

1. “高压电网继电保护原理与技术” 朱声石
2. “美国GE SLYP-SLCN 继电器实现单相跳闸方案的说明和应用” 北京电力设计院 1981. 3
3. “JZC-21A型静态重合闸装置研制总结” 东北电力设计院 1987
4. “故障信息与继电保护” 葛耀中 王安定 全国高校电力系统及其自动化专业第二届学术年会论文集 1986
5. “同样双回线路故障选相元件的研究” 索南 西安交大硕士学位论文 1988
6. “利用故障分量的微机距离保护” 李兵 西安交大硕士学位论文 1988

这种网络是比较常见的，下面分析在各种运行方式下和不同地点发生接地短路时，互感线上零序电流的分布，从而得出如何正确选定运行方式和故障点对零序电流保护定值进行计算。

(1) 在平行线路外部(即末端母线)发生接地故障

如图1两回平行线之间的互感抗为 x_{M0} ，1、2回的零序电抗为 x_{10} 、 x_{20} ，电流为 \dot{i}_{10} 、 \dot{i}_{20} 。根据平行线路两端电压和线路上电流的关系可作出如下零序等价网络图见图2所示：

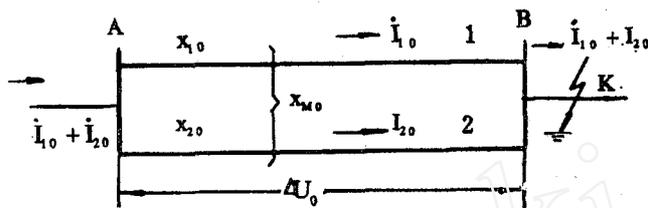


图1 计算网络图

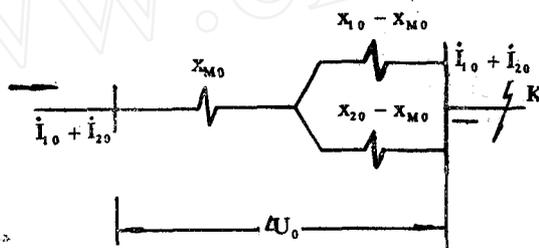


图2 零序等价网络图

从图2中可以求出平行线路的零序综合电抗为：

$$x_0'' = x_{M0} + \frac{(x_{10} - x_{M0})(x_{20} - x_{M0})}{x_{10} + x_{20} - 2x_{M0}} \quad (1)$$

$$\text{当 } x_{10} = x_{20} \text{ 时: } x_0'' = \frac{1}{2}(x_{10} + x_{M0}) \quad (2)$$

所以当考虑零序互感影响时每回线路的零序电抗为：

$$x_0' = 2x_0'' = x_0 + x_{M0} \quad (3)$$

这表明比没有互感时零序电抗增大了 x_{M0} ，这时互感是起助磁作用，使零序电流减少，因此在整定双回有互感线路上零序电流速动段定值时可以不考虑这种方式。

(2) 平行线路相继断开接地短路：

当平行线路一回线中任一端附近发生接地短路时，靠近故障点侧开关首先断开，这时出现了相继断开接地短路的情况见图3所示，考虑这种方式是为了提高保护动作的选择性和校验相继断开下保护动作的灵敏度。根据零序电压降方程式可以拟出零序等价网络图见图4所示。

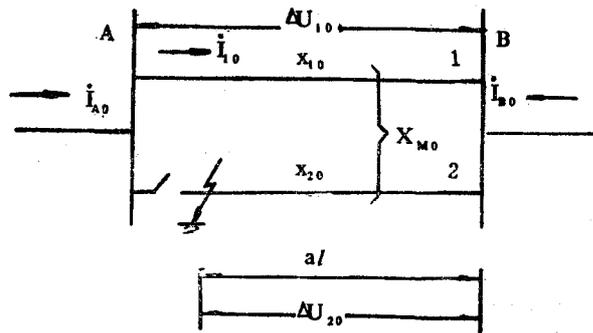


图3 计算网络图

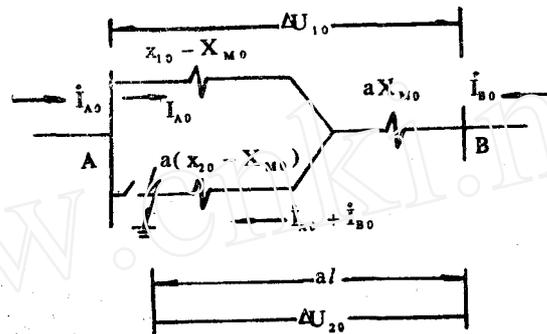


图4 零序等价网络图

由图4可以看出,由于互感的作用在双回相继动作过程中起去磁作用,使1、2回线零序电流均增大,这时,回线A侧零序电流保护速动段的定值必须避越这种方式下的最大电流值,而且在整定零序II段时,两回线之间的电流分配系数较无互感时增加很多,因此在零序电流保护整定计算时必须考虑这种方式。

(3) 平行线路一回线停电检修,正常运行一回线线末接地短路

如图5假设线路2被切除并在其两端接地,当在k点发生接地短路时,电流 \dot{I}_{10} 产生的磁通一部分将较链线路2,于是在线路2中产生感应电流 \dot{I}_{20} , \dot{I}_{20} 与 \dot{I}_{10} 相位相反,则线路1、2中零序电压降的方程式为:

$$\Delta U_{10} = \dot{I}_{10} j x_{10} - \dot{I}_{20} j x_{M0} \quad (4)$$

$$\Delta U_{20} = 0 = \dot{I}_{20} j x_{20} - \dot{I}_{10} j x_{M0} \quad (5)$$

$$\text{由(4)、(5)式得: } \Delta \dot{U}_{10} = \dot{I}_{10} j \left(x_{10} - \frac{x_{M0}^2}{x_{20}} \right) \quad (6)$$

(6)式表明由于线路2切除并两端接地,使其线路1的零序电抗由 x_{10} 减小到 $x_{10}' = x_{10} - \frac{x_{M0}^2}{x_{20}}$ 将(6)式变化可得下式:

$$\Delta U_{10} = \dot{I}_{10} j (x_{10} - x_{M0}) + (\dot{I}_{20} + \dot{I}_{30}) j \frac{(x_{20} - x_{M0}) x_{M0}}{x_{20} - x_{M0} + x_{M0}} \quad (7)$$

式中 \dot{I}_{30} — 流经大地的零序电流

根据 (7) 式可以拟出图 6 所示零序等价网络图:

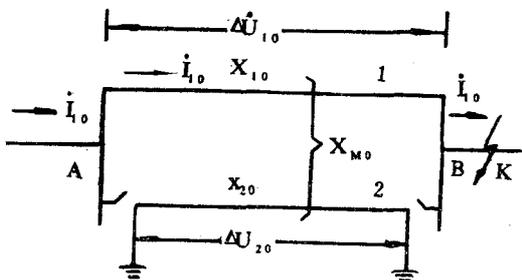


图 5 计算网络图

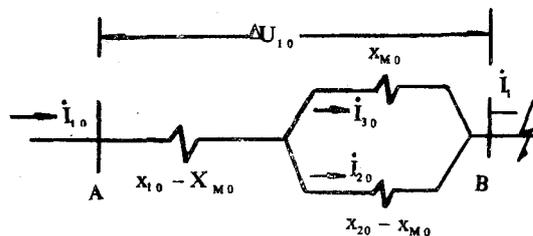


图 6 零序等价网络图

由此可以得出结论, 由于一回线检修并两端接地, 互感起去磁作用, 使零序电抗减小, 当平行线间互感 x_{M0} 愈大, 则 x'_{10} 就愈小, 这时流过线路 1 的短路电流也就愈大, 因此在整定零序电流保护速动段的定值时这种运行方式是起着决定性的作用。

(二) 双回线中有部分线段平行有互感:

在多环复杂大电网中往往会出现两回线中有一部分线段平行而其余的部分又不平行, 也就是说两回线之间互感不是均匀分布的, 这种情况比较特殊, 它在各种运行方式下和不同地点发生接地短路时零序电流的分布和零序等价网络图都有较大的变化; 本文着重讨论这种情况对零序保护整定计算的影响。在以往计算分析中往往忽略这种区别, 而且假定它们之间互感分布是均匀的, 并按照常规运行方式进行计算整定, 这样整定的结果很可能破坏了保护的选择性, 下面对这种网络作详细的分析, 从而得出正确计算的运行方式。

如图 7 所示网络图 (湖北系统中实例), 在 A、B、C 三个变电站之间有 3 条线路, 其中线路 1、2 共端点, 但又没有互感, 而线路 2 与线路 3 的一部分线段平行有互感, 其互感值为 x_{M0} 。

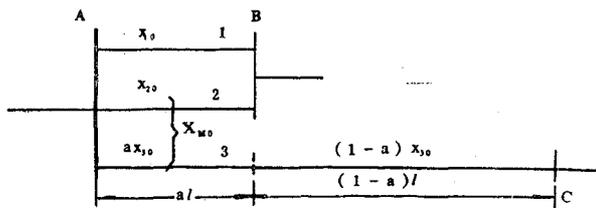


图 7 计算网络图

计算线路2 B侧零序电流速动段定值时,如果按(一)中分析,在A母线处发生接地故障,线路1、3断开,并且线路3挂地线时,经计算流过线路2的零序电流还不是最严重的,这可用图8零序等价网络图来分析:

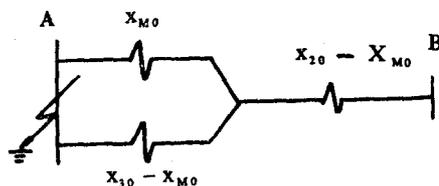


图8 零序等价网络图

这时虽然互感是起去磁作用,但由于 x_{30} 比 x_{M0} 大得多,因此去磁作用不大,另外这时流过B侧保护电流上决定B侧接地电源的大小(代入系统实际参数计算,这时流过B侧单相接地的最大短路电流值为3550A)。它不是整定B侧零序电流速动段保护的确定条件。

下面讨论在线路3的中间或末端发生接地故障的情况,假设1、2回线均投入,而在线路3与线路2有互感部分的末端即D点发生接地故障,计算网络如图9所示。

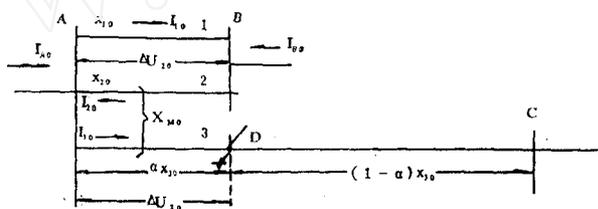


图9 D点接地故障的计算图

假设A侧接地容量大于B侧,则 I_{10} 由A流向B, $I_{30} = I_{A0} + I_{B0}$, $I_{20} = I_{10} + I_{B0}$,则线路2、3的电压降方程如下:

$$\begin{aligned} \Delta U_{20} &= I_{20} j x_{20} - I_{30} j x_{M0} \\ &= (I_{10} + I_{B0}) j x_{20} - (I_{A0} + I_{B0}) j x_{M0} \\ &= (I_{10} + I_{B0}) j (x_{20} - x_{M0}) - (I_{A0} - I_{10}) j x_{M0} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{30} &= I_{30} j \alpha x_{30} - I_{20} j x_{M0} \\ &= (I_{A0} + I_{B0}) j \alpha x_{30} - (I_{10} + I_{B0}) j x_{M0} \end{aligned} \quad (8)$$

将(8)式代入 $(I_{A0} + I_{B0}) j x_{M0}$

$$\text{得: } \Delta U_{30} = (I_{A0} + I_{B0}) j (\alpha x_{30} - x_{M0}) + (I_{A0} + I_{B0} - I_{10} - I_{B0}) j x_{M0} \quad (9)$$

$$\Delta U_{30} = (I_{A0} + I_{B0}) j (\alpha x_{30} - x_{M0}) + (I_{A0} - I_{10}) j x_{M0} \quad (10)$$

根据(7)(10)两式可以拟出相应的零序等价网络图10所示。

由图10分析:D点故障流过线路2 B侧的电流不仅是 I_{B0} ,而且还有由A侧流过来的 I_{10} ,值得注意的是在D点故障由于 αx_{30} 比 x_{30} 小得多,因此这时互感 x_{M0} 所起去的磁作用最

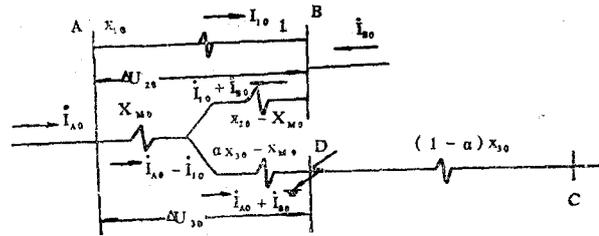


图10 D点接地故障零序等价网络图

大, 则从A、B侧流向D点的短路电流达到最大。当故障点由D向C移动, 这时 αx_{30} 也随着增大, 而 x_{M0} 不变, 因此互感所引起的去磁作用也减少, 这时零序接地短路电流必减少, 当故障点由D向A点移动时, 这时靠A侧 x'_{M0} 减少, 小其互感去磁作用也将减少, 其故障的零序电流也比D点的故障时少, 经代入系统实际参数及运行方式进行计算, 在线路3上沿线发生接地故障时, 流过线路2的零序电流变化曲线如图11所示。

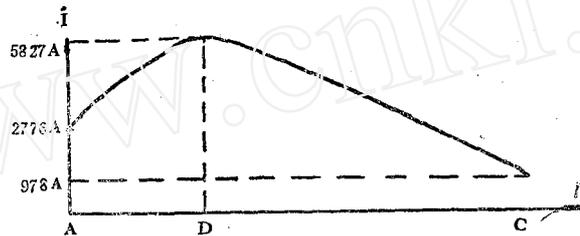


图11 线路(2)电流变化曲线图

由图11看出当线路3 D点接地故障流过线路2的零序短路电流达到最大, 比A母线接地故障、线路3挂检、流过线路2的零序短路电流大得多, 而且当故障离开A侧占线路3的6%以上时, 流过线路1的电流方向总是由A指向B的, 因此通过上述分析可得出如下结论:

a. 整定线路2B侧零序电流速动段保护时, 线末故障, 线路3挂检不是决定方式, 而正确是要躲过路线3上D点接地故障时, 流过线路2的最大零序电流来整定, 才能保证保护动作的选择性。(注: 如果整定值很大使B侧保护没有保护范围, 则应增设主保护或改用其他型的保护。)

b. 正常情况下线路1 A侧保护与线路3 A侧的保护是无需配合的, 但当D点发生接地故障时流过线路1的零序电流也较大, 而且方向是由A指向B, 因此必须要校验线路1 A侧的零序电流保护二、三段是否有误动的可能, 如误动则必须考虑此因素重新整定。

c. 当接地故障发生在线路3, 线路1 B侧保护由于电流反向则与A侧母线出线3保护无配合关系, 因此这时B侧保护起不到后备作用。

针对上述分析结论及计算结果, 湖北系统已对相应的保护定值重新进行整定更改, 目前以至以后, 我系统类似这样的网络不止一个地方, 有的线路之间互感分布更为复

多相补偿距离继电器 δ -R 特性分析

华中电管局调度局 柳焕章

内容摘要

多相补偿距离继电器的动作行为与很多因素相关,因此,对它的分析是极其复杂的。本文用解析的方法,导出补偿电压为功角 δ ,过渡电阻R的函数关系,并且在复平面上画出矢量轨迹。根据动作判据,十分明瞭地分析 δ 、R对继电器动作行为的影响。

一 网络模型及假设条件

将电力系统等值为图1所示的两端系统。

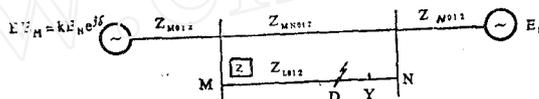


图1 系统等值图

图中: E_M ——本侧电势; E_N ——对侧电势;
 Z_{M012} , Z_{NO12} , Z_{MNO12} ——网络等值零、正、负序等值阻抗;
 Z_{L012} ——被保护线路零、正、负序阻抗;
 Y ——整定点, 整定阻抗 $Z_Y = y \cdot Z_{L1}$; D ——故障点;
 M ——保护安装点; y ——My间距离; d ——MD间距离。

假设条件:

1. $k = 1$ 两侧电势幅值相等;

杂,一条线路上不同段分别与不同线路之间有耦合互感,我认为可照上述分析法先定性地找出较严重的和决定性的运行方式,再进行精确计算比较来正确地进行零序电流保护的定值计算和校检工作,同时我个人认为上述分析有助于扩充零序电流保护整定计算程序软件的功能。

参考文献

1. 电力系统继电保护 中国工业出版社
2. 电力系统故障计算程序 湖北省电力中心调变所
3. 电力系统零序电流保护整定计算程序