

用负荷电流电压检查负序功率方向元件接线的程序

李仲明 宁夏电力局中心调度所 银川 (750001)

【摘要】 负序功率方向在目前应用日益广泛,运行实践证明,由于安装调试、运行维护人员的现场经验及理论水平有限,对调试方法和试验结果缺乏理论分析或分析错误:因而误接线、误判断时有发生,造成误动作或拒绝动作,直接威胁主变、主机乃至电力系统的安全运行。为此本文利用对称分量法理论分析表明,当负序功率方向保护安装处正方向上发生不对称短路时,负序功率方向继电器所感受的负序电流 i_2 超前负序电压 \dot{U}_2 为 105° ,并提出利用负荷电流工作电压模拟试验判断其负序功率方向保护的正确性检查的程序,供继电保护安装调试、运行维护人员参考。

【关键词】 负序电压 负序电流 负序功率 方向元件 不对称短路

概述

随着电力系统结线复杂程度的增加,特别是自耦变压器、大型变压器、大型发电机及超高压输电线路的广泛应用,简单的保护不能满足要求。为了提高继电保护装置对不对称短路的灵敏度、选择性和降低动作时限,作为反应不对称故障的负序功率方向保护是必不可少的。负序方向在电网中使用日益增多,它不仅使用在大型变压器、大型发电机上而且使用在超高压线路上的高频方向保护中的重要元件。因此,它的方向性正确与否,直接威胁到电网的安全运行,关键在于“方向”,方向不对就会误动或拒动。而在实践调试中又往往会在“方向”上出错,这是由于负序功率方向继电器接线比零序功率方向的接线要复杂,故判断其接线的正确与否也没有零序功率方向简单明了,加之目前安装调试、运行维护人员的现场经验及理论分析水平有限,因而造成误接线误判断时有发生,使负序功率方向保护误动作或拒动,导致电力系统瓦解和大面积停电事故。为此本文对负序方向保护安装处正方向发生不对称短路时所产生的负序电压 \dot{U}_2 与负序电流 i_2 的相位差关系是判断负序方向保护正确性的理论根据;而负序功率方向继电器的动作区和最

大灵敏角的确定是判断其正确动作的先决条件;带负荷电流工作电压检验其方向的正确性是最后关键性的把关试验。

1 负序功率方向元件的自身动作特性

负序功率方向元件按其动作原理可分为感应型、整流型、晶体管型、集成电路型等。虽其动作原理各不相同,但其输入端子输出端子和动作特性都是大体相同的,均是按余弦原理构成,内角为 105° 左右,使在系统不对称短路时具有最大灵敏度。如设计制造的电磁型等其通用动作方程式可表示为: $M_p = KU_2 I_2 \cos(\varphi_p + \alpha)$, 式中: α 为继电器内角为 105° ; φ_p 为 \dot{U}_2 、 i_2 之间的夹角,它的动作区域的特性如图1所示,亦即继电器动作区为 $-15^\circ \sim -195^\circ$,最大灵敏角线为 $\alpha_{LM} = -105^\circ$ 。在标有“*”端为负序功率方向元件的极性端,其含意是如电流从“*”端流入,电压高电位加于“*”端侧;负序功率方向元件的最大灵敏角 α_{LM} 等于 -105° ,其含意表示为负序功率方向元件通入三相负序电流 i_{A2} 、 i_{B2} 、 i_{C2} 各分别超前通入的三相负序电压 \dot{U}_{A2} 、 \dot{U}_{B2} 、 \dot{U}_{C2} 相对应为 105° 。

负序功率方向继电器其构成方框图如图2所示,一般来说负序电流滤波器的输入电流是 i_A 、 i_B 、 i_C 、 $3i_0$;负序电压滤波器的输入电压是三相电压 \dot{U}_A 、 \dot{U}_B 、 \dot{U}_C 。正常运行时滤波器的输出为零,执行元件不动。当系统发生不对称故障时,负

序电流滤过器及负序电压滤过器均有输出,两者的输出进入相位比较元件进行相位比较或进入绝对值比较元件进行绝对值比较。当正方向故障,比较元件输出动作量,执行元件动作;当反方向故障时,比较元件输出制动量,执行元件不动作。其继电器构成方框图如图2所示。我们在做负序功率方向元件带负荷模拟试验时必须再次把 i_A 、 i_B 、 i_C 、 $3i_0$ 、 U_A 、 U_B 、 U_C 的输入端“*”侧查清楚找准确;通过试验再次验证中间变流器和变压器的一次侧与二次侧所标的极性端是否准确;按有关规程规定检验项目齐全,符合其技术要求,并录制它的动作范围和最大灵敏角线,准确的求出 i_2 超前 U_2 为 105° ;依据 i_2 电流的位置作出负序功率方向保护的動作范围线在 i_2 的 $\pm 90^\circ$ 处,另一侧则为制动区。这些是保证负序功率方向保护正确接线的先决条件。

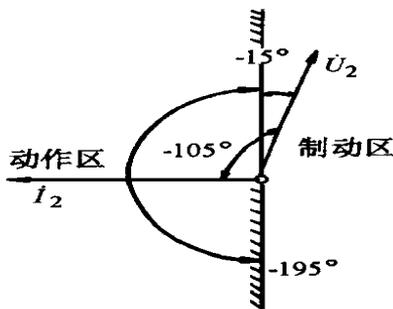
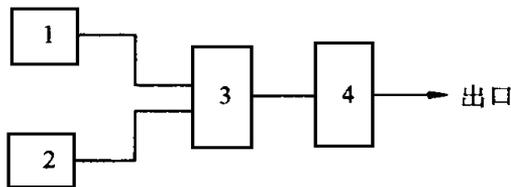


图1 负序功率方向继电器动作特性



1. 负序电流滤过器
2. 负序电压滤过器
3. 相位比较元件
4. 执行元件

图2 负序功率方向继电器构成方框图

2 大电流接地电网中不对称短路时负序功率方向元件输入端感受的负序电流与负序电压的相位关系

为了便于理解和掌握负序功率方向保护利用负荷电流工作电压模拟试验的方法,特别是对

于试验接线和试验结果的分析,为此我们首先在此利用对称分量法分析得出在大电流接地电网中当被保护线路的正方向发生二相短路、两相接地和单相接地短路时负序电流与负序电压的相位关系,并绘出相量图从而找出各同相负序电流、负序电压之间的夹角 $U_2 i_2$ 。分析以上三种不对称短路时各相序电压、电流的相量关系图。由于超高压线路阻抗角 φ_l 一般为 75° 左右,因此 i_K 落后 U_K 的角度 $\varphi_K = \varphi_l = 75^\circ$;亦即系统不对称短路时,负序电流 i_2 超前负序电压 U_2 为 105° 。显而易见,在保护安装处的线路正方向发生不对称短路时,负序功率方向继电器的输入端感受到的 i_2 超前 U_2 为 105° ;其相量图汇总为表1所示,与图1所示的继电器的动作区及最大灵敏角线相一致。

这里必须着重强调指出,单相接地短路时,短路点故障相的正序、负序、零序电流均相等且同相位,即为: $i_{A1} = i_{A2} = i_{A0} = \frac{1}{3} i_A$,各为故障相电流的三分之一;故障相正序电压 U_{A1} 和相电压 U_A 同相位,且与负序电压 U_{A2} 、零序电压 U_{A0} 反相位;这是我们经常采用带负荷电流工作电压模拟试验负序功率方向保护方法的理论基础。从二次回路的变更,造成类似单相接地短路的相量关系,把系统的负荷电流工作电压加入到负序功率方向继电器中去,以观察其继电器的动作行为。

3 正确地判断电流互感器(CT)和电压互感器(PT)的极性。

3.1 确定负序功率方向的正确动作方向:

当负序功率方向保护作为线路的不对称短路故障的主保护和后备保护时,则它的整定动作方向由母线指向线路为其动作的正方向;当主变或主机的负序功率方向作为母线或线路的后备保护时,则它的整定动作方向由主变或主机指向母线或线路;又如当主变或主机的负序功率方向作为主变或主机的主保护或后备保护则它的整定动作方向是由母线指向主变或主机作为其动作的正方向。

表1 各种不对称短路电流、电压计算及相量图

故障类型	电流计算	电压计算	电流、电压相量图
两相短路 (BC相)	$i_{BK} = -i_{CK}$ $i_{A1K} = j \frac{1}{\sqrt{3}} i_{BK}$ $i_{A2K} = -j \frac{1}{\sqrt{3}} i_{BK}$ $i_{A1K} = i_{A2K} = \frac{1}{\sqrt{3}} i_{BK} = \frac{1}{\sqrt{3}} i_{CK}$	故障点的 $U_{BK} = U_{CK}, U_{AK} = U_{ABK}$ $U_{A1K} = U_{A2K} = \frac{1.5}{3} \dot{E}_A = 0.5 \dot{E}_A$ $U_{A1K} = U_{A2K} = \frac{1}{2} E_A = \frac{1}{3} U_{ACK}$	
两相接地 (BC相短路)	$i_{A1K} = \frac{\dot{E}_A - \dot{U}_{A1}}{jX_1}$ $i_{A2K} = -\frac{\dot{U}_{A2}}{jX_2}$ $i_{A0K} = -\frac{\dot{U}_{A0}}{jX_0}$	故障点的: $U_{BK} = U_{CK} = 0$ $U_{A1K} = U_{A2K} = U_{A0K} = \frac{1}{3} \dot{U}_A = \frac{1}{3} \dot{E}_A$	
单相接地 (A相短路)	$i_B = i_C = 0$ $i_{A1K} = i_{A2K} = i_{A0K} = \frac{1}{3} i_{AK} = \frac{\dot{E}_A}{j(X_1 + X_2 + X_0)}$	$U_{AK} = 0$ $U_{A1K} = j i_{A1} (X_2 + X_0)$ $U_{A2K} = -j i_{A1} X_2$ $U_{A0K} = -j i_{A1} X_0$	

3.2 确定负序功率方向所用 CT 的极性

一般来说负序功率方向保护中的负序电流滤波器所用的 CT 极性是以满足负序功率方向保护整定动作方向为正方向的原则而点极性的,如线路的负序方向保护中 CT 极性是以一次侧电流从母线流向线路以母线侧为正以“*”标示,而二次侧必须同极性以“*”侧作为正,才能保证 CT 一次侧与二次侧电流同相位,这样规定的正方向给人以直观的感觉,即表示规定的 i_2 (或 i_1 、

$3i_0$) 正方向为母线流向线路故障点。同理如主变的负序功率方向保护作为主变的主保护或后备保护则它所用的 CT 极性是以一次侧电流从母线 (或线路) 流向主变以母线 (或线路) 侧为正以“*”标示,而二次侧电流必须同极性以“*”侧为正常表示,即表示规定 i_2 (或 i_1 、 $3i_0$) 的正方向为母线或线路流向主变压器的故障点。然后把负序功率方向保护所用的一组 CT 的“*”标号端分别引出 i_A 、 i_B 、 i_C 作为正极性,把非“*”标号

端子连在一起引出作为 $3i_0$ 的负极性端,在此基础上从各方面确认 CT 极性准确无误后,最后将负序功率方向中的 $i_A、i_B、i_C、3i_0$ 的线圈的“*”极性端均分别同 CT 的 $i_A、i_B、i_C、3i_0$ 的“*”极性端相连,并且电流的相别相一致。

3.3 确定负序功率方向所用 PT 的极性

由于大电流或小电流接地系统发生不对称短路故障时,如果假定负序电流 i_2 的正方向是流向故障点,负序电压 U_2 的电位是母线(或线路)侧高于大地的电位,则 PT 的极性一次侧的 $U_1、U_2、3U_0$ 是以母线(或线路)侧为正极性以“*”标示,而二次侧与一次侧为同极性,则负序电压 U_2 滞后于负序电流 i_2 为 105° 。而通入负序功率方向继电器的 $U_A、U_B、U_C$ 的极性端“*”均分别同 PT 的二次侧 Y 的 $U_A、U_B、U_C$ 的极性端“*”相连,并且电压的相别相一致。

4 检验负序功率方向继电器接线正确性的方法和程序

利用系统工作电压及负荷电流进行检验是对继电器交流二次回路接线是否正确的最后一次关键性的检验,因此必须认真对待,不得草率从事,事先要做出检验的预期结果,以保证检验的正确性。否则顾此失彼、忙中出错、易误判断。

为了检查负序功率方向接线的正确性要作模拟试验,人为地给保护一定相位的负序电压 U_2 和不同相位的负序电流 i_2 模拟负序方向保护的正反方向故障时的动作行为是否正确。

用调换电流互感器、电压互感器的二次相序,使加入到负序方向继电器中的三相电流、三相电压均为负序,且使调换后的各相序三相电流超前相应的各相序三相电压为 105° 。观察继电器的动作行为,来判断其继电器方向正确与否,这种方法比较直观,但需要更动的二次回路较多、试验接线复杂、使用仪表多、由于运行方式负荷电流所决定的负荷角不大容易凑好。

4.1 模拟单相接地短路故障的方法

以 A 相接地故障为例,故障点边界条件为:
 $i_B = 0, i_C = 0, U_{KA} = 0,$

$$i_{A1} = i_{A2} = i_{A0} = \frac{1}{3} i_A.$$

$$\dot{U}_{A1} = \dot{I}_{A1} (Z_0 + Z_2) \doteq j \dot{I}_{A1} (X_0 + X_2)$$

$$\dot{U}_{A2} = - \dot{I}_{A2} Z_2 \doteq - j \dot{I}_{A2} X_2$$

$$\dot{U}_{A0} = - \dot{I}_{A0} Z_0 \doteq - j \dot{I}_{A0} X_0$$

如某线路送有功 $P = 100\text{MW}$,送无功为 $Q = 58\text{MVAR}$ 则负荷角 $\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{58}{100} \doteq 30^\circ$,试验接线如图 3 所示为断开 A 相电压,通入 A 相负荷。

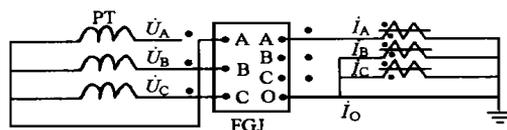


图 3

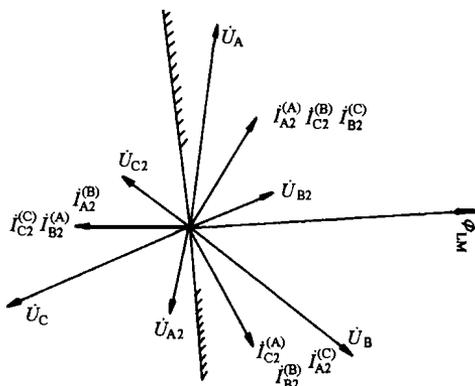


图 4 断 U_A , 通入 $i_A、i_B、i_C$, FG 的动作分析图

如图 4 所示是以断开 U_A 时,求出的负序电压 U_{A2} 为基准绘出的特性图,即可画出 $U_{A2}、U_{B2}、U_{C2}$ 的相量标入图 4 中,利用对称分量法分别求出通入负荷电流相对应的负序电流大小及相位。如通入 i_A 时:
 $i_{A2}^{(A)} = \frac{1}{3} (i_A + a^2 i_B + a i_C)$
 $= \frac{1}{3} i_A, i_{B2}^{(A)} = a i_{A2}, i_{C2}^{(A)} = a^2 i_{A2}$ 。当通入 i_B 时:
 $i_{A2}^{(B)} = \frac{1}{3} a^2 i_B = \frac{1}{3} i_C$, 即: i_{A2} 与 i_C 应同方向,大小为 $\frac{1}{3} i_C, i_{B2}^{(B)} = \frac{1}{3} a i_C, i_{C2}^{(B)} = a^2 i_{A2} = \frac{1}{3} a^2 i_C$;
 当通入 i_C 时: $i_{A2}^{(C)} = \frac{1}{3} a i_C = \frac{1}{3} i_B, i_{B2}^{(C)} =$

$\frac{1}{3} a^2 i_B, i_{C2}^{(C)} = \frac{1}{3} a^2 i_C$; 并将其上述计算所得的 i_{A2}, i_{B2}, i_{C2} 负序电流分量标入图4中, 显而易见, 通入 i_A 或 i_C 电流时, 继电器应动作, 通入 i_B 电流时不动作。

同理可得如图5所示, 为断开 U_B 时, 得出负序电压 $U_{A2} = \frac{1}{3} (U_A + a^2 U_B + a U_C) = -\frac{1}{3} U_C$, 将 U_{A2}, U_{B2}, U_{C2} 标入图5中, 绘出特性动作图, 通入 i_A 或 i_B 时应动作, i_C 时不应动作。图6所示为断开 U_C 时, 此时通入 i_B 或 i_C 时继电器应动作, 通入 i_A 时不动作。

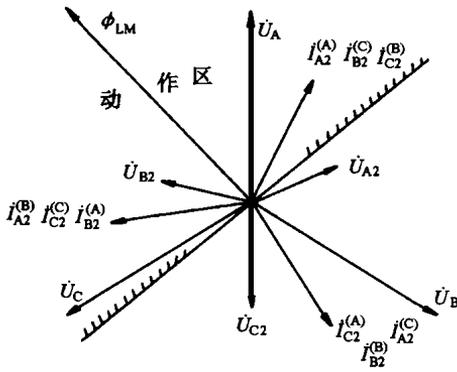


图5 断 U_B 、通入 i_A, i_B, i_C, FG 的动作分析图

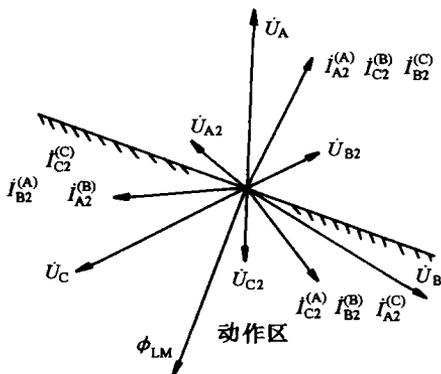


图6 断 U_C 、通入 i_A, i_B, i_C, FG 的动作分析图

4.2 分别断开负序功率方向继电器的一相电压, 并将其端子与 U_N 相连, 以模拟负序电压 U_{A2} , 如图7所示为断开A相, 则由对称分量法可求得: $U_{A2} = \frac{1}{3} (U_A + a^2 U_B + a U_C) =$

$-\frac{1}{3} U_A$, 然后再分别向其继电器通入 i_A, i_B, i_C 任意两相电流, 如 $i_B + i_C$ 电流, 则 $i_{A2}^{(BC)} = \frac{1}{3} (a^2 i_B + a i_C) = -\frac{1}{3} i_A; i_{B2}^{(BC)} = -\frac{1}{3} a i_A; i_{C2}^{(BC)} = -\frac{1}{3} a^2 i_A$; 当通入 $i_A + i_B$ 电流时: $i_{A2}^{(AB)} = \frac{1}{3} (i_A + a^2 i_B) = -\frac{1}{3} i_B; i_{B2}^{(AB)} = -\frac{1}{3} a i_B; i_{C2}^{(AB)} = -\frac{1}{3} a^2 i_B$; 当通入 $i_A + i_C$ 电流时: $i_{A2}^{(AC)} = -\frac{1}{3} (i_A + a i_C) = -\frac{1}{3} i_C; i_{B2}^{(AC)} = -\frac{1}{3} a i_C; i_{C2}^{(AC)} = -\frac{1}{3} a^2 i_C$; 并将其上述计算结果 i_{A2}, i_{B2}, i_{C2} 标入图4中(通入两相电流略), 观察继电器的动作行为, 即通 $i_A + i_B$ 与 $i_A + i_C$ 时继电器应动作, 通入 $i_B + i_C$ 时则不应动作。同理断开 U_B 与 U_C 分别通入任意两相电流其动作行为请自行分析。

4.3 为了判断负序功率继电器动作正确性, 通常用工作电压、负荷电流人为的获得负序电压 U_2 和负序电流 i_2 , 其方法甚多, 还有如图8所示为调换两相电压和断开一相电流; 图9为调换两相电压和断开两相电流; 图10为模拟两相接地短路即断开两相电压和断开一相电流; 应用对称分量法找到各同相的 U_2 与 i_2 的位置及它们的夹角, 以确定继电器是否应该动作。

4.4 从不对称接地短路分析得知: $3U_0$ 与 $3i_0$ 的位置和它们之间的夹角正好为 U_2 与 i_2 的位置和它们之间的夹角分别对应且相一致, 在诸多的试验方法中, 以模拟单相A相接地故障如图3所示接线较简单, 再加上运用判断零序功率方向继电器的特点很容易找到 U_2 与 i_2 的位置为判断其正确性带来方便; 去掉电压 U_A , 则其 U_{2A} 、(U_{0A}) 就在它的反方向上, 短路 i_B, i_C 电流回零相, 即 i_A 电流通入到A相线圈, 代表A相故障电流, i_A 就代表 i_{A2} , 以 U_{A2} 为基准, 画出它的动作区, 把 i_A 标入图上(即 i_{A2}), 判断继电器是否应该动作, 同理把 i_B (或 i_C) 电流通入到A相线圈, 代表A相故障电流, i_B (或 i_C) 就代表着 i_{A2} , 标入图上, 即可判断继电器是否应该动作。如图11所示, 这样的好处是利用全电流的相位, 就代表着

i_2 的相位。不用把 i_B 电流通入 B 相线圈来找 i_{A2} 的相位,也不用把 i_C 电流通入 C 相线圈,来找 i_{A2} 的相位。即可得到满意的结果,只通入一相电流不行,易造成错误判断。

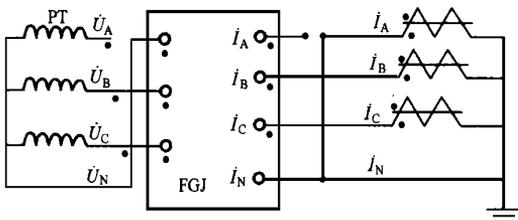


图 7

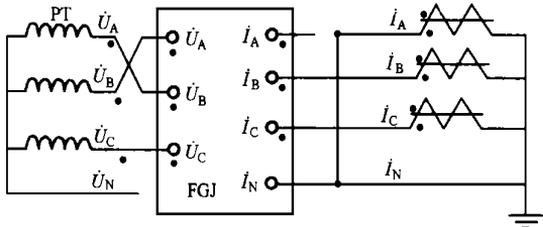


图 8

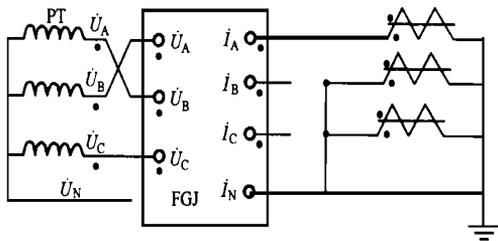


图 9

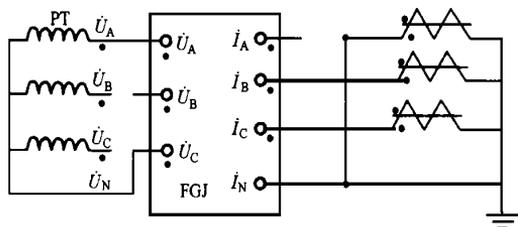


图 10

模拟 B 相或 C 相接地短路故障,分别去掉电压 \dot{U}_B 或 \dot{U}_C ,即可找到其相对应的负序电压 \dot{U}_{B2} 或 \dot{U}_{C2} 就在它们的反方向上。以 \dot{U}_{B2} 或 \dot{U}_{C2} 为基

准,画出它们的动作区,然后把三相电流 i_A 、 i_B 、 i_C 分别通入到 B 相线圈或 C 相线圈,代表 B 相或 C 相的故障电流,即分别相应代表 i_{B2} 或 i_{C2} ,标入图上,很方便地判断出继电器是否应该动作。

4.5 当一次负荷性质为受有功、受无功;送有功、受无功;受有功、送无功时;利用同样原理方法均可画出负序方向继电器的动作特性,来判断负序方向继电器的电压、电流回路接线的正确与否,请自行分析,这里不再赘述。现将输电线送受功率方向不同, i_A 、 i_B 、 i_C 三相电流均可在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 范围内变化,带负荷电流工作电压模拟试验负序功率方向继电器的动作行为分析汇总成表 2,供现场检测时便于对照,供大家参考。

4.6 带负荷电流工作电压检测的程序

4.6.1 在控制屏上准确地读出欲测线路的有功、无功电力表指示的数值和方向,再观察该线路的有功、无功电表转动方向和有功、无功电力表的正反方向一致,用作图法或算法与相位表实测、采样打印报告得出的结果相一致。

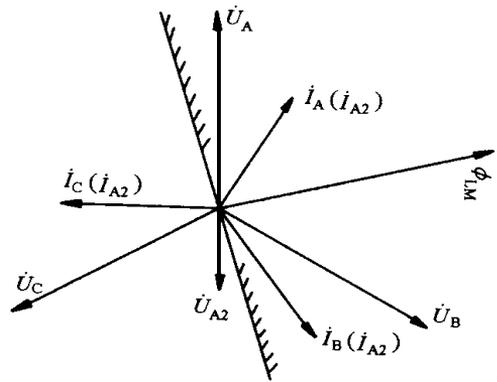


图 11

4.6.2 根据上述画出三相电压 \dot{U}_A 、 \dot{U}_B 、 \dot{U}_C 和三相电流 i_A 、 i_B 、 i_C 的相量图。

4.6.3 断开通入负序功率方向元件继电器的一相电压(分别为 \dot{U}_A 、 \dot{U}_B 、 \dot{U}_C),并将其端子与 \dot{U}_N 相连,以模拟负序电压 \dot{U}_{A2} (相应分别为: $-\frac{1}{3}\dot{U}_A$ 、 $-\frac{1}{3}\dot{U}_C$ 、 $-\frac{1}{3}\dot{U}_B$) 为基准负序电压标入所示的相量图上。 \dot{U}_{A2} 为作图方便简称为 \dot{U}_2 。

4.6.4 依据上述原理,作出负序电流 i_2 超前负

序电压 \dot{U}_2 为 105° ，将 i_2 标入图内，即由 \dot{U}_2 所确定的 i_2 的角度为最大灵敏角线 $L_M = -105^\circ$ 位置。

4.6.5 根据 i_2 作出负序功率方向继电器动作范围线在 $\pm 90^\circ$ 处，则另一侧为制动区。

4.6.6 当通负序功率方向继电器的电流为一相

(分别为 i_A, i_B, i_C) 或两相(分别为 $i_A + i_B, i_B + i_C, i_C + i_A$) 电流，由此可以利用对称分量法分别求出通入的负荷电流相对应的负序电流大小及相位，并分别标入相对应的相量图中去，来检查其动作为是否正确。

表2 FG在各种不同负荷潮流下动作状态的分析

负荷潮流	断开电压相别	i_A	i_B	i_C	$i_A + i_B$	$i_B + i_C$	$i_C + i_A$
送有功	\dot{U}_A	Y	N	X	X	N	Y
送无功	\dot{U}_B	X	Y	N	Y	X	N
+ P、+ Q	\dot{U}_C	N	X	Y	N	Y	X
受有功	\dot{U}_A	N	Y	X	X	Y	N
受无功	\dot{U}_B	X	N	Y	N	X	Y
(- P、- Q)	\dot{U}_C	Y	X	N	N	X	Y
送有功	\dot{U}_A	X	X	Y	N	X	X
受无功	\dot{U}_B	Y	X	X	X	N	X
(+ P、- Q)	\dot{U}_C	X	Y	X	X	X	N
受有功	\dot{U}_A	X	X	N	Y	X	X
受无功	\dot{U}_B	N	X	X	X	Y	X
(- P、+ Q)	\dot{U}_C	X	N	X	X	X	Y

表中：动作状态用“Y”表示，制动状态用“N”表示，处于不定状态用“X”表示

4.6.7 将实测的结果与预先理论分析用列表法、进行准确无误的判断对比其接线的正确与否。

5 运行中注意事项及建议

5.1 由于负序功率方向继电器结构较为复杂交流回路一般由负序电压和负序电流滤过器组成，因此还需注意内部接线的极性问题，否则同样会出现误判断。

5.2 试验时应尽量项目齐全、多作几项、最好全面检查、才能对整个 PT、CT 回路及继电器内部各个电压、电流线圈核对清楚。

5.3 判断负序功率方向保护接线的正确性、关键是掌握利用对称分量法求出模拟负序电压 \dot{U}_2 的相位及通入负荷电流相对应的负序电流 i_2 的相位，从而绘出正确的特性图，才能根据试验结果得出正确的结论。

5.4 在试验中发现负序方向继电器中的负序

电流滤过器的 $3i_0$ 零序线圈极性接反的错误，致使试验结果似对非对，应引起注意。

5.5 在试验时在 CT 非引入相要短接至零相，防止 CT 开路。

5.6 鉴于目前的对称分量滤过器的种类多，构成原理也不一样，首先要掌握清楚原理、结构、检验项目、整定方法等。要选择简单可行准确无误的确定动作的正方向。

5.7 应定期规定在负序电压、电流滤过器的输出端测试其不平衡电压、电流不能超过允许值。否则应查清来龙去脉。

5.8 对负序功率方向继电器和变压器差动保护等公共一组 CT 时，要兼顾两套保护对 CT 极性的需要。

李仲明，男，60岁，高级工程师，长期从事电力系统继电保护专业的管理与研究工作。

THE PROCEDURE TO CHECK THE WIRINGS OF DIRECTIONAL NEGATIVE - SEQUENCE POWER ELEMENT WITH LOAD CURRENT AND VOLTAGE

Li Zhongming (The Central Dispatching Station of Ningxia Power Bureau, Yinchuan, 750001)

Keywords Negative - sequence voltage Current Power Directional element Unsymmetric short - circuit