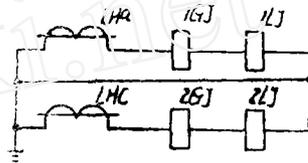


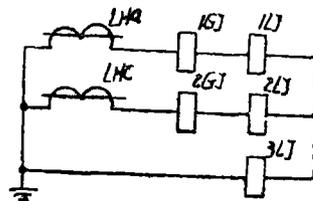
关于两相三继电器方向过流保护的接线问题

浙江省电力设计院 徐国柱 付光祖

方向过流保护，常用于电压为35千伏及以下的两侧电源辐射形电网和单电源环形电网中作为主要保护；在电压为35千伏辐射形电网中，常常与方向速断配合使用，作为路线相间短路的整套保护。为了在线路上实现对相间短路的保护，可以采用两相方式构成的方向过流保护装置，如图一。在小接地电流电网中，采用这样的保护装置尤为合适，因为在不同地点发生两点接地时，在大多数情况（三分之二的机会）下，它能够只切除一个故障点。对于作为后备保护作用的方向过流保护装置，有时为了提高保护装置在对侧Y/△变压器低压侧两相短路时的灵敏度，可与过流保护装置相似，增设一个接在A相与C相电流和上的第三个电流继电器，此继电器在没有另序电流分量时，相当于接在B相电流上，如图二。但功率继电器仍用二个，这样，与三相三继电器方式相比，不但可节省一个电流互感器及功率继电器，又可减少在不同地点发生两点接地时同时切除两条线路的机率，也提高了在Y/△变压器低压侧AB相间短路时的灵敏度。但是，在二次直流回路中如何保证按相起动，这还是需要进行研究的问题。下面对作为后备保护的两相三继电器方向过流保护装置的接线问题进行分析，并提出一种新的接线图。



图一 两相二继电器方向过流



图二 两相三继电器方向过流

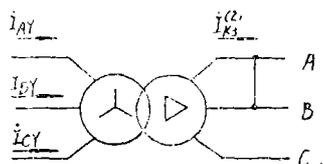
一、两相三继电器方向过流保护的灵敏度

方向过流保护装置的灵敏度是由电流元件（起动元件）和功率方向元件（方向元件）决定的。保护装置由电流元件决定的灵敏度，可以和过电流保护一样来校验。如图三，设变压器变比为1，即匝数比 $N_Y = \frac{1}{\sqrt{3}} N_\Delta$ 。当Y/△—11变压器后发生AB相间短路时，△侧电流为：

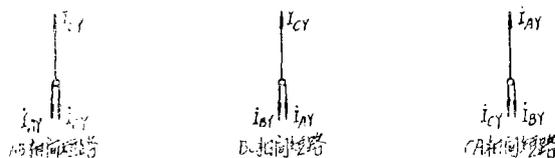
$$\dot{I}_{C\Delta}^{(2)} = 0, \quad \dot{I}_{A\Delta}^{(2)} = -\dot{I}_{B\Delta}^{(2)} = \dot{I}_{K3}^{(2)}$$

Y侧电流为：

$\dot{I}_{AY} = \dot{I}_{CY} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{I}_{K3}^{(2)}$, $\dot{I}_{BY} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \dot{I}_{K3}^{(2)}$ 同样, 当 Y/Δ—11 变压器低侧其它二相相间短路时 Y 侧电流如下, 向量图见图四。



图三 Y/Δ 变压器低侧 AB 相间短路



图四 Y/Δ—11 变压器低侧(Δ侧)相间短路时 Y 侧电流向量图

BC 相间短路: $\dot{I}_{AY} = \dot{I}_{BY} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{I}_{K3}^{(2)}$, $\dot{I}_{CY} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \dot{I}_{K3}^{(2)}$ 。

CA 相间短路: $\dot{I}_{BY} = \dot{I}_{CY} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{I}_{K3}^{(2)}$, $\dot{I}_{AY} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \dot{I}_{K3}^{(2)}$ 。

由上可知, 当采用两相三继电器时, 在 Y/Δ—11 变压器后发生各种类型相间短路时灵敏度不一样, 其中 AB 相间短路时灵敏度将为其它相间短路的 $\frac{1}{2}$, 因为 Y/Δ—11 变压器后 AB 相间短路时, 在 Y 侧 B 相流过最大短路电流, 其值为 $\frac{2}{\sqrt{3}} I_{K3}^{(2)}$, 而 A, C 相各流过短路电流为 $\frac{1}{\sqrt{3}} I_{K3}^{(2)}$ 。B 相短路电流最大, 但由于 B 相没有装设电流继电器, 因此电流保护灵敏度为 $K_v = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{I_{K3}^{(2)}}{I_{C3}}$ (I_{C3} —保护装置动作电流)。当采用两相三继电器

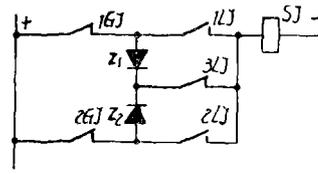
后, 保护装置的灵敏度为 $K'_v = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{I_{K3}^{(2)}}{I_{C3}}$ 。对 BC, CA 相间短路, 两相三继电器和两相三继电器保护的灵敏度相等。因此采用两相三继电器方向过流保护对提高 Y/Δ 变压器后两相短路时的灵敏度是有利的。

二、两相三继电器方向过流保护接线方式及存在问题

在两相三继电器方向过流保护装置中, 电流元件采用两相三继电器而方向元件采用两相二继电器, 因此, 二次直流回路的接线就有不同的方式, 目前应用较多的是加有两个极管的接线, 如图五。该接线对提高 Y/Δ 变压器后两相短路时的灵敏度是有利的, 但是却带来了相邻线路误动的可能性。

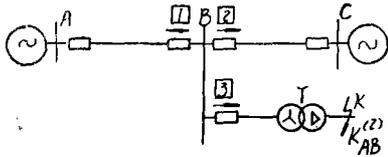
(1) 非故障相电流的影响而误动

如被保护的反方向发生 BC 两相相间短路时, A 相功率继电器流过非故障相电流, 当其方向为母线流向线路时, 接于 \dot{I}_A , \dot{U}_{BC} 的方向元件 (1GJ) 动作, 此时电流元件 2LJ, 3LJ 在短路电流的作用下必然动作, 这样, 按图五接线的保护装置将误动。为了确保保护装置不受



图五 用两极管的方向过流

非故障相电流的影响而误动，应在保护接线图中采用按相起动方式，即将电流继电器和同名相功率继电器的接点按相串联后再并联。图五接线没有完全采用按相起动方式，因此在非故障相电流的影响下，将使相邻保护误动。



图六 双电源供电电网

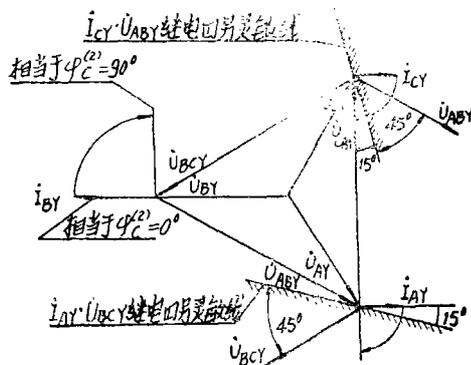
(2) Y/Δ变压器后短路时的误动

如图六，假说电网由无限大容量电源供电，而变压器T阻抗很大（容量很小）。当变压器Δ侧发生两相短路时，2处功率继电器将误动。下面以AB相短路为例看其误动范围。

如图六，在Y/Δ变压器后K点发生AB相间短路，由前所述，Y侧电流为：

$$\dot{I}_{AY} = \dot{I}_{CY} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{I}_{A\Delta}^{(2)}, \quad \dot{I}_{BY} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \dot{I}_{A\Delta}^{(2)}; \quad \Delta\text{侧电流为: } \dot{I}_{C\Delta} = 0, \quad \dot{I}_{A\Delta} = -\dot{I}_{B\Delta},$$

当变压器Δ侧电流 $\dot{I}_{A\Delta}^{(2)}$ 与电动势 $\dot{E}_{AB\Delta}^{(2)}$ 之间的相角 $\varphi_c^{(2)}$ 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的范围内变动时，变压器Y侧电流向量 \dot{I}_{AY} ， \dot{I}_{CY} ， \dot{I}_{BY} 的相位相应地沿顺时针方向在 90° 范围内变动。（当 $\varphi_c^{(2)} = 0^\circ$ 时， \dot{I}_{BY} 与 \dot{U}_{BY} 相同），见图七。在功率继电器按 90° 接线，短路功率的方向为母线指向线路时，由于变电所B系无限大容量电源供电，所以在Δ侧AB相短路时变电所B的母线电压不受影响，仍为正常电压，在这种情况下，由图七可看出：当 $\varphi_c^{(2)} > 75^\circ$ 时，接装在3处的接于 \dot{I}_{CY} ， \dot{U}_{ABY} 的继电器拒绝动作，拒动范围为 $75^\circ < \varphi_c^{(2)} < 90^\circ$ ，当 $\varphi_c^{(2)} < 15^\circ$ 时，接装在3处的接于 \dot{I}_{AY} ， \dot{U}_{BCY} 的继电器拒绝动作，拒动范围为 $0^\circ < \varphi_c^{(2)} < 15^\circ$ 。



图七 相同短路电压正常时变压器Y侧AB相短路Y侧电流电压向量图

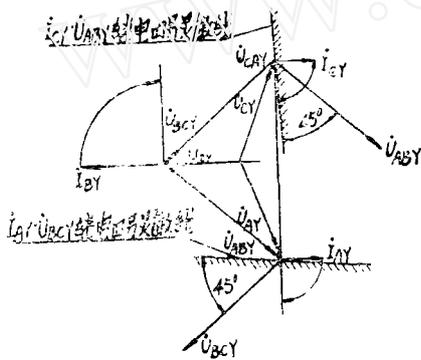
同理，当图六K点主生BC相短路时，3处的接于 $\dot{I}_{AY} \cdot \dot{U}_{BCY}$ 的继电器将拒动，拒动范围为： $75^\circ < \varphi_c^{(2)} < 90^\circ$ ；而当CA相短路时，3处的接于 $\dot{I}_{CY} \cdot \dot{U}_{ABY}$ 的继电器将拒

动，拒动范围为 $0^\circ < \varphi_c^{(2)} < 16^\circ$ 。

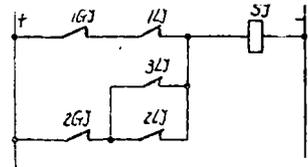
上述分析表明，在 Y/Δ 变压器后相间短路的情况下，按装在 3 处的继电器可能拒动，而与此相对应的是按装在 1, 2 处的就误动。

应该指出，上述这种误动的可能性，即使是采用按相起动方式也是难以避免的，因为在 Y/Δ 变压器后发生 AB 相间短路， $1GJ$ (或 $2GJ$) 误动时， $1LJ$ (或 $2LJ$) 也将起动，这样， SJ 就动作 (见图二，图五)，而采用图五接线则增加了这种误动的或然率，因为 $1GJ$ (或 $2GJ$) 误动后，可通过 $1LJ$ (或 $2LJ$)， $3LJ$ 二个回路起动 SJ 。

所以单纯从理论上讲，按 90° 接线的单元件功率继电器，当在 Y/Δ 变压器后发生两相短路时，不能排除其误动的可能性。但在实际运行中，这种误动的可能性是极小的，因为在实际的电网中，电源不可能为无限大容量，因此在 K 点 (图六) 发生两相短路时，变电所 B 的母线电压也不可能保持不变，这样，误动的可能性将更小，见图八。运行经验也指出，在大多数情况下是不会误动的。因此，图五接线的主要缺点是受非故障相电流的影响。有的地方也采用图九接线，该接线也同样存在上述误动的可能性，不过误动的机率比图五接线减少一半。



图八 Y/Δ 变压器后两相短路时各相电压、电流的相量图

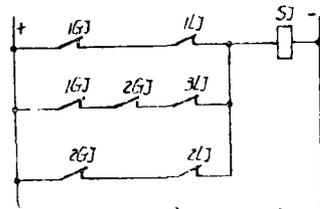


图五 单元件接线的接线图

三、两相三继电器方向过流保护接线的改进

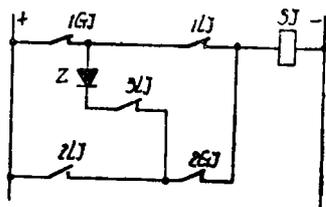
图五、图九接线提高了 Y/Δ 变压器后发生两相短路时的灵敏度，但受非故障相电流的影响而带来了相邻线路误动的可能性，使电网保护有可能失去选择性。

为了克服上述误动的可能性，可采用上海继电器厂生产的 $LLG-3$ 整流型功率继电器，该继电器出口有两对常开接点，利用该两对开接点按图二、图十接线，既能提高 Y/Δ 变压器后两相短路时的灵敏度，又能实现按相起动，因而可以避免非故障



图十 用双接点功率继电器接线图

相电流的影响。如果应用单接点功率继电器，则可按图二、图十一接线，但该接线图由于多用了两个两极管，如两极管击穿时，将使三相短路时失去方向性。



图十一. 单接点功率继电器接线

征 稿 启 事

一、本刊为国内保护继电行业的专业性刊物，主要围绕保护继电器的科研、生产和使用等方面的情况进行报导，欢迎以下各方面的来稿：

1. 保护继电器及装置设计，理论的研究成果介绍。
2. 有关制造、试验、调整、运行方面的经验介绍。
3. 双革四新的推广使用情况报导。
4. 基础知识的介绍。
5. 国外发展动态。

二、来稿文字力求简洁通顺，每篇文章以2—5千字为宜，长篇的可分期连载。并须正文之前，附加不超过五百字的文摘。

三、来稿请用方格稿纸，一字一格书写清楚，尤其外文字母及公式的符号，应尽量采用拉丁字母和希腊字母，必要时可另用铅笔注明文种及上角下角等。文中插图，另纸另绘，大小适中，正文中只标明图之位置及注解，单位尽量采用米、公斤、秒制。

四、参考文献请在稿末按如下格式注明：

作者、题名或书名、期刊名或书页号、期刊号及页号。书请注明出版社及年代。

五、来稿一经采用，即酌致稿酬，并赠送本刊一年，如不采用，原稿退回。

六、稿末请写明详细通讯地址及真实姓名，以便联系。

《继电器》编委会