

检验相间方向元件保护接线的程序

李仲明 宁夏电力局中调所(750001)

【摘要】 在小电流接地系统中,随着电力工业的发展和对用户供电可靠性要求的提高,现代的电力系统实际上都是由多电源组成的复杂网络,特别是地方电网(小火电、小水电、厂矿企业自备电厂)并入国家电网以后,相间方向电流保护以其接线简单,灵敏度高,运行可靠,维护方便因而得到更加广泛的使用;但由于使用单位对相间功率方向继电器(以后简称为GJ),带负荷试验手段不健全,各有不同的理解,甚至对投入运行的GJ保护就干脆不试验,直至发生误动或拒动,造成严重的损失,才恍然大悟。为此本文介绍GJ带负荷试验的程序,以及在运行维护中应注意的事项,供现场运行和继电保护调试人员参考。

1 相间功率方向元件 GJ 的动作特性

GJ 按其动作原理可分为感应型、整流型、晶体管型、集成电路型、微机型等,虽其动作原理各不相同,但其输入输出端子和动作特性都是大体相同的,规定电流在标有“*”端为GJ的极性端,其含意是如电流从“*”端流入,电压高电位加于“*”端侧,方向元件的动作转矩可用下式表示:

$$M = K I U \cos(\varphi + \gamma)$$

式中 φ —故障相电流滞后于该相方向元件所取电压的角度(电流超前电压时取负角)

γ —继电器内角(实际为继电器电压回路阻抗角 γ 的余角)

φ_m —为方向元件的电流相位变化时的最大灵敏角线,即 $\varphi_m = -\gamma = \varphi$

如图1所示的动作区域可按如下方法画出,以 \dot{U}_j 为基准,在水平方向画出,根据 $\varphi_m = \varphi - \gamma$,如已知继电器内角 γ ,可在超前于 \dot{U}_j 为 γ 角的方向画出灵敏角线,垂直于灵敏角线的一侧,即为继电器的动作区域;另一侧为制动区,加入GJ的电流落在动作区就动作,落在制动区不动作,落在动作区边沿上可动可不动。由理论分析可知,对于一般采用 90° 接线的功率方向继电器,为了保证在远离保护安装点或保护安装点附近发生各种不对称短路和对称三相短路时,由于线路阻抗在短路状态时呈感性,故障相电流滞后于该故障相电势(或电压)为 $0 \sim 90^\circ$;由此引起故障相方向元件的电流与所取电压之间的夹角 φ 在一定范围内变化,显而易见,通常取 $\gamma = 45^\circ$ 时,对继电器的工作最为有利。对于采用 60° 和 30° 接线的功率方向继电器,一般内角值取 30°

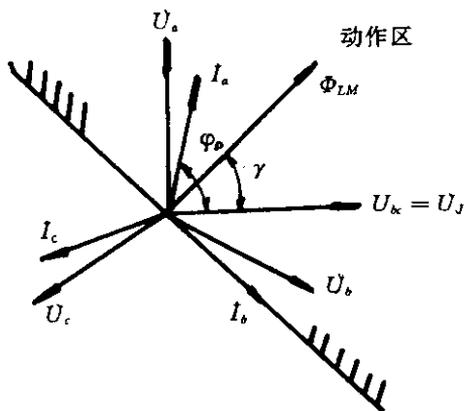


图1 A 相方向元件相置图

收稿日期: 1996—01—29

对继电器工作最有利。

2 装设方向元件的原则

在双电源网络的联接元件上,有些保护必须要装设方向元件才不致于误动作,从而保证了选择性;但是有些保护不装设方向元件亦不会发生无选择性动作,这对由地方电网并入国家电网其网架结构将来也不会有多大的变化,有些保护不装设方向元件的机率更多,为此提出装设方向元件的原则为:

2.1 接于同一变电所母线的各电源引出线的过电流保护,动作时限短的应装设方向元件,动作时限长的可不装设方向元件。

2.2 若动作时限相同,皆应装设方向元件。

2.3 有电源的引出线的过电流保护与负荷引出线的过电流保护动作时限相比较,若前者小于或等于后者,则应在前者装设方向元件,而负荷引出线不需装设方向元件,因负荷端无电源,不存在反方向短路时误动作问题。

3 功率方向继电器的接线方式

功率方向继电器的接线方式是指加入继电器的电流和电压之间的相位关系,即加入何种电流和加入何种电压,使其实现明显的动作方向性,对其接线方式提出如下要求:

3.1 对功率方向继电器的接线方式的要求

3.1.1 能正确判断短路功率的方向,即正方向发生任何形式的短路时,继电器都能动作,而当反方向短路时,则可靠不动作。

3.1.2 故障时加入继电器的 \dot{I}_f 采用故障相电流,而 \dot{U}_f 尽可能不用故障相电压,并尽量使 φ 接近于最灵敏角 φ_m ,以提高继电器动作的灵敏性和可靠性。

为了满足上述要求,经理论分析说明,广泛采用 90° 接线法,所谓 90° 接线方式是指在三相对称情况下,当 $\cos\varphi=1$,此时加入继电器的电流和电压之间的相位差为 90° ;且电流超前于电压 90° 。

3.2 功率方向继电器接线方式的组合

3.2.1 电压电流均取自变压器的同一侧时: A 相: $\dot{I}_A \dot{U}_{BC}$ 、B 相: $\dot{I}_B \dot{U}_{CA}$ 、C 相: $\dot{I}_C \dot{U}_{AB}$

3.2.2 电流接在 Y/—11 变压器的 Y 侧,而电压接在 侧: A 相: $\dot{I}_A \dot{U}_B$ 、B 相: $\dot{I}_B \dot{U}_C$ 、C 相: $\dot{I}_C \dot{U}_A$

3.2.3 电流接在 Y/—11 变压器的 侧,而电压接在 Y 侧: A 相: $\dot{I}_A - \dot{U}_C$ 、B 相: $\dot{I}_B - \dot{U}_A$ 、C 相: $\dot{I}_C - \dot{U}_B$ 选择: $\gamma=45^\circ$;即最大灵敏角为: $\varphi_m = -\gamma = -45^\circ$;这种接线方式在正方向发生各种短路情况下,加在继电器端子上的电压较高,继电器动作较灵敏,也可以消除出口发生不对称短路时的电压死区,而在反方向各种短路情况下,方向元件在不动作状态下,以保证方向过流保护动作的选择性。

4 电压互感器(YH)二次回路断线的影响

在正常运行情况下,由于负载性质大多为感性,运行中的负荷潮流大多为工作在“负感”或“发感”两个象限,功率方向继电器的内角取 45° ;并假定 YH 二次侧三相负荷阻抗对称,即 $Z_{ab} = Z_{bc} = Z_{ca}$,当电压互感器 YH 二次回路三相电压正常,则由理论分析得知,当本侧由母线送出线路的负荷电流 \dot{I}_{fn} ,并假定负荷的功率因数 $\cos\varphi=0.85$,即 $\varphi=31.8^\circ$;则 A 相 B 相 C 相

以相电压 \dot{U} 为基准, 送出的有功功率 $P_{\text{送}}$ 与电压同方向, 送出的无功功率 $Q_{\text{送}}$ 落后电压 90° 。由此可得出运行时的功率角; 再根据 GJ 接入电压 \dot{U}_J 与电流 \dot{I}_J 之间的相位关系, 便可以得 GJ 的动作区域如图 3 所示。

5.4 根据通入继电器 GJ 的实际负荷电流, 观察继电器触点的工作状态, 结合 GJ 本身的动作特性, 画出相量图, 分析判断其触点闭合或断开的工作状态与整定方向是否相符。

5.5 在继电器 GJ 端子上测试实际负荷电流和电压的相量关系, 把测试的结果与 5.3 项相比较, 以鉴别通入 GJ 的电流和电压的相别与极性是否正确, GJ 的动作状态是否无误。

5.6 为了更细致地进行鉴别, 可以把接入 A 相 GJ 的 A 相电流分别切换至 B 相或 C 相, 观察或测试其 GJ 的动作情况; 同理可对 B 相 (或 C 相) GJ B 相 (或 C 相) 电流分别切换至 C 相或 A 相 (A 相或 C 相) 画出相对应的相量图, 检验 GJ 的动作是否准确无误。

5.7 根据当时输电线路送受功率的方向, 分别将 $\dot{U}_a, \dot{U}_b, \dot{U}_c$ 和负荷电流 $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$ 的相量位置分别依次标入 A 相、B 相、C 相的 GJ 动作区域图上, 将测试的结果与预期理论分析用列表法进行判断对比其 GJ 接线的正确与否。

5.8 将全部试验接线恢复正常方可投入运行。

在现场检测 GJ 时, 往往是各种测试量均已知, 为了使调试人员能顺利地正确地判断其接线是否准确无误, 现今将举例加入 GJ 的电压分别为 $\dot{U}_{ab}, \dot{U}_{bc}, \dot{U}_{ca}$ 及输电线路送受功率的四种情况下, GJ 动作情况分析汇总成表 1, 供现场检测时参考。

6 运行中注意事项及其建议

6.1 在接入电流和电压时要注意继电器端子的极性, 即 \dot{I}_A 和 \dot{U}_{BC} 要从对应极性端子接入, 才能保证继电器正确动作, 如果有一个线圈极性接错, 则会出现在正方向短路时保护的拒动, 而反方向短路时保护又有误动作的现象, 从而造成严重后果。

6.2 对三相电流和电压的大小和相位均不对称, 要进行认真的分析判定。

6.3 在带负荷检查 GJ 的接线正确性时需预先估算负荷电流大于 GJ 的最小动作电流, 以保证可靠正确的动作。

6.4 为了保证电网的安全运行, 必须加强对并网线路及地方电网主设备及其重要的继电保护装置的管理。

6.5 如发现变电站进线或出线的线路或母线等原因导致相对应的二次侧 A、B、C 实际为逆相序; 保护装置本身的接线按正相序接线全部正确, 则将引起方向电流保护装置不正确工作, 在实施“换位”等措施以前, 采取临时补救措施, 即为方向元件谨慎采用电流反接, 或电压反接的方式, 以保证线路方向电流保护装置能正确的工作。

6.6 在现场运行中, 当发现电压互感器一相断时, 就停用相关的方向保护, 以免发生误动作。

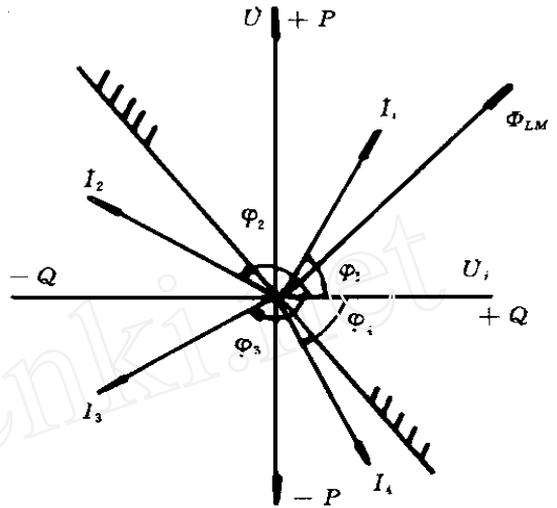


图 3 功率方向元件 GJ 的动作域

6.7 在正式投入运行之前, 保护试验人员必须用负荷电流系统电压测试方向元件 GJ 的接线是否正确, 只有判明电流和电压回路接线完全准确无误后, 方可正式投入运行, 在此运行值班人员必须严格把关, 使设备处于健康状态下运行。

表 1 模拟方向继电器 GJ 加入 $U_j \cdot I_j$ 动作状态及相量图

负荷潮流 U_j I_j	$U_j = U_{bc}$				$U_j = U_{ca}$				$U_j = U_{ab}$			
	+P +Q	+P -Q	-P -Q	-P +Q	+P +Q	+P -Q	-P -Q	-P +Q	+P +Q	+P -Q	-P -Q	-P +Q
I_a	✓	✗	×	✓	×	×	✓	✓	✗	✓	✓	×
I_b	✗	✓	✗	×	✓	✗	×	✓	×	×	✓	✓
I_c	×	×	✓	✗	✗	✓	✗	×	✓	✗	×	✓
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
动作相量图												

注：“✓”表示 功率继电器动作
 “√”表示 功率继电器 处于临界状态
 “×”表示 功率继电器 不动作